

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский научно-исследовательский институт
животноводства»

Е. Н. Головки, В.Г. Рядчиков, Н.Н. Забашта

**ДОСТУПНОСТЬ АМИНОКИСЛОТ В БЕЛКОВОМ
ПИТАНИИ МОНОГАСТРИЧНЫХ ЖИВОТНЫХ**

Монография

Краснодар 2014

УДК 636.085.13
ББК

Головко Е.Н., Рядчиков В.Г., Забашта Н.Н. Доступность аминокислот в белковом питании моногастричных животных: монография. – Краснодар. - 2014. - 300 с.

Рецензенты:

- В. В. Стрельников, д. б. н., почетный работник высшего профессионального образования РФ, профессор, кафедра прикладной экологии ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ;

- А.Г. Авакова, д. б. н. , в.н.с., лауреат государственной премии РФ, ГНУ СКНИИЖ Россельхозакадемии.

В монографии дано концептуальное обоснование надёжности идеального метода изучения доступности аминокислот в белковом питании свиней на основе физиолого-биохимической оценки переваривания белка и всасывания в тонком кишечнике.

Предназначена для научных сотрудников, руководителей и специалистов агропромышленного комплекса зооветеринарного профиля и студентов высших учебных заведений по направлениям: зоотехния, ветеринария и переработка животноводческой продукции.

В монографии использованы материалы исследований, выполненных авторами под руководством и личным участием в исследованиях академика РАН Рядчикова Виктора Георгиевича.

Монография рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании учёного совета СКНИИЖ, протокол № 6 от 11 августа 2014 г.

ISBN 978-5-9903565-9-7

© ФГБНУ СКНИИЖ

СОДЕРЖАНИЕ

Используемые сокращения	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. Кормовые белки и незаменимые аминокислоты, их физиологическая роль, физико-химические свойства и качество	12
2. Потребность растущих свиней в аминокислотах. Пониженный уровень сырого протеина с идеальным соотношением доступных незаменимых аминокислот в рационе растущих свиней	14
3. Переваривание сырого протеина и всасывание доступных аминокислот в тонком кишечнике у моногастричных	21
4. Причины пониженной и низкой биодоступности аминокислот кормов в белковом питании моногастричных	24
4.1. Влияние физических и химических свойств натуральных кормов, не подверженных технологическим приёмам, на доступность аминокислот	28
5. Способы оценки переваримости сырого протеина и доступности аминокислот при переваривании в желудочно-кишечном тракте у свиней	46
6. Определение доступности к всасыванию аминокислот в терминальном илеуме свиней. Инертные метчики	55
7. Физиологические и зоотехнические опыты по оценке доступности аминокислот. Отдельные методы и методики, использованные в исследованиях	78
8. Новые методологические подходы к физиолого-биохимической оценке истинной илеальной доступности всасывания аминокислот в тонком кишечнике свиней	89
8.1. Илеостомирование свиней. Анастомозы, одиночная стома каудального илеума. Т-образные канюли из органического стекла, пластмассы, полиэтилена и титана	89
8.2 Инертные маркеры при исследовании доступности аминокислот	102
8.3 Оценка концентрации эндогенных поступлений аминокислот в терминальном илеуме у растущих свиней методом перевода на низкобелковую диету	105
8.4 Содержание и режим кормления илеостомированных животных	112

8.5. Сравнение илеального и традиционного методов определения доступности аминокислот зерна злаков и побочных продуктов производства растительного масла	117
9. Аминокислотный состав кормов Кубани	126
10. Истинная илеальная доступность аминокислот типичных кормов для растущих свиней	134
11. Влияние технологических и природных факторов на уровень доступных аминокислот кормов	157
12. Коррекция рационов по доступным аминокислотам	178
13. Эффективность внедрения скорректированных по доступности аминокислот рационов для свиней по периодам роста и влияние их на производственно-экономические показатели откорма	183
14. Заключение	186
15. Рекомендации	198
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	216
16. ПРИЛОЖЕНИЯ	292

Используемые сокращения

АА- аминокислоты

И - илеальный метод определения переваримости протеина и доступности аминокислот в конце подвздошной кишки

Т - традиционный метод определения переваримости протеина и доступности аминокислот

КПП – кажущаяся переваримость сырого протеина

ИПП – истинная переваримость сырого протеина

КДА – кажущаяся доступность аминокислот

ИКДА – илеальная кажущаяся доступность аминокислот

ИИДА – илеальная истинная доступность аминокислот

ИДА – истинная доступность аминокислот

Э – диета для определения эндогенных аминокислот

ЭПА – эндогенные потери аминокислот

КД – коэффициент доступности

жкт - желудочно-кишечный тракт

спк - содержимое подвздошной кишки

ЭА - эндогенные аминокислоты

SICV - илео-цекальный клапан

IRA - превальвулярный анастомоз

б/с - без обозначения сорта

КОЕ - колонии образующая единица

ЦНС - центральная нервная система

ТИА - трипсин ингибирующая активность

ВВЕДЕНИЕ

Основным направлением современных научных исследований в области физиологии и кормления свиней является совершенствование системы питания на основе разработки и освоения принципиально новых методов и подходов в изучении регуляции метаболизма и управлении кормовыми факторами синтеза животноводческой продукции (Фисинин, 2007). Производство свинины должно быть ресурсосберегающей, конкурентоспособной и рентабельной отраслью на уровне мировых стандартов.

С развитием интенсивного свиноводства эффективное использование животными кормового белка выдвигает определенные требования к его полноценности, оптимальному соотношению в нем аминокислот, лимитирующих продуктивность, их доступности к всасыванию и использованию в метаболических процессах организма. Для разрешения этих вопросов необходимо разработать определенные методические подходы, которые требуют совершенствования.

Под доступностью аминокислот корма к всасыванию в кишечнике свиней мы подразумеваем их количественный однонаправленный перенос из полости тонкой кишки на уровне терминального илеума через слой клеток в кровь в результате активного транспорта и под действием физических факторов. Истинная доступность аминокислоты корма - это доступность, скорректированная с учётом количественно идентифицированных эндогенных её потоков на уровне терминального илеума по схеме: аминокислота корма – аминокислота содержимого кишечника + аминокислота эндогенного потока этого содержимого. Определение доступности аминокислот традиционным методом на уровне конца пищеварительного тракта не позволяет получить фактические её показатели из-за существенного изменения качественного и количественного состава азотсодержащих веществ под воздействием микроорганизмов, населяющих толстый кишечник. Поэтому применяется метод определения доступности аминокислот по разнице их, потреблённых с кормом и количественно идентифицированных в

непереваренных остатках содержимого на уровне терминальной части подвздошной кишки – илеума (*ileum*). Выполняется на илеостомированных животных (Zebrowska T., Buraczewska L., Buraczewski S., Horszczaruk F., 1975). Метод получил название - илеальный (Эггум В., 1977). Имеющиеся сведения о количественном и качественном составе эндогенного потока аминокислот в терминальном илеуме свиней, учет которого необходим для определения истинной илеальной доступности аминокислот корма (ИИДА; *thru* ileal digestibility - TIDA), весьма противоречивы.

В отечественной практике кормления свиней балансирование рационов по количеству доступных аминокислот в кормах до сих пор не нашло широкого применения. Это обусловлено тем, что до недавнего времени не было разработанных норм потребности в истинно доступных аминокислотах и базы данных по ИИДА кормов, используемых в кормлении свиней. Поэтому является актуальным и представляет научный и практический интерес новый подход в корректировке рационов для свиней по содержанию в кормах истинно илеально доступных аминокислот с применением базы данных по ним, полученной усовершенствованным илеальным методом оценки ИИДА.

В соответствии с отечественными и международными (NRC) нормами питательности и потребности балансирование рационов должно производиться по уровням содержания в них незаменимых аминокислот и сырого протеина, чтобы обеспечить потребности современных высокопродуктивных свиней мясного направления (скороспелая мясная СМ-1, краснодарская окорочная и др.). Это достигается путём балансирования рационов по уровню белка из расчета потребностей организма в отдельных лимитирующих аминокислотах и суммарном показателе незаменимых и заменимых аминокислот [111,112, 593-596]. Практически это не всегда возможно, особенно в условиях, когда хозяйству приходится использовать большой набор компонентов, различных по аминокислотному составу и усвояемости. Существует риск недостатка усвояемого или доступного к

всасыванию в тонком кишечнике белка из кормов с низкой биологической ценностью. По нормам кормления, которыми до сих пор пользуются на практике многие хозяйства, потребность в белке обеспечивается количеством переваримого сырого протеина, содержащегося в 1 кг комбикорма. Но кормовые белки, как таковые, большей частью перестают существовать уже при действии пептидаз на стадии пищеварения в желудке. Во всех дальнейших биохимических процессах участвуют продукты ферментативного расщепления белков – аминокислоты [162, 198-200].

Есть мнение, что в типичных кормах для свиней уровень недоступных аминокислот не превышает 20 % от общего количества белка и небелкового азота, однако это не так. Например, по данным авторов [28, 32, 332, 428, 579, 607, 660, 672, 687, 698] дерть из зерна сои в сыром виде и технологически обработанная может иметь доступность от 40 до 98%. Новая система белкового питания должна включать в себя и идентификацию составляющих рациона, которые по эффективности переваривания, всасывания и утилизации в процессе метаболизма на продукцию отражают его биологическую ценность, в т.ч. доступность питательных веществ [68, 72, 217, 218, 228, 243].

Что касается идентификации белковых источников необходимо отметить, что в нашей стране первые публикации по аминокислотному составу кормов были изданы в 1957-1972 гг. М. Ф. Томмэ и др. [206-210]. В 2003 г. издан новый справочник академиком Рядчиковым В.Г. и его учениками, включая автора [186]. Однако, новую систему белкового питания не удовлетворяет, например, оценка корма лишь по количеству сырого протеина и составу аминокислот, т.к. она приводит к переоценке содержания белка на 10-30 % [151-156, 164].

Известно, что качество белка и его переваримость снижается при неудовлетворительных условиях заготовки, хранения, переработки и тепловой обработки кормов, наличии непереваримых полисахаридов в зерне, низкой растворимости и уменьшении возможности воздействия пищеварительных ферментов в присутствии природных и антропогенных антипитательных факторов, влияющих на всасывание и

транспорт аминокислот через стенку тонкого кишечника. Новую систему кормления удовлетворит решение проблемы снижения уровня сырого протеина за счет повышения его биологической ценности и приближения по составу и соотношению аминокислот к идеальным. (Кальницкий, Калашников, 2007). Поэтому обеспеченность белком растущих свиней должна базироваться на научно-обоснованных нормах потребности в доступных аминокислотах на фоне нормируемых энергии, минеральных веществ, витаминов и биологически активных добавок, а также на систематически обновляемой информации о содержании питательных веществ в кормах [72, 73, 75, 80, 107, 220, 221, 225-228, 312, 394, 486, 509, 548].

При достаточном уровне энергии в рационе решающее влияние на прирост живой массы оказывают количество и скорость усвоения не белка в целом, а отдельных незаменимых аминокислот [47]. Из незаменимых аминокислот комбикорма чаще всего содержат избыток лейцина, изолейцина, фенилаланина и валина на фоне недостатка лизина, треонина, метионина и триптофана, что отрицательно влияет на продуктивность свиней, т.к. для утилизации или вторичного использования в организме избыточных аминокислот требуется дополнительная энергия, снижается эффективность кормления [113-118, 120-122, 157].

Доказано на практике, что суточная потребность в аминокислотах наиболее полно удовлетворяется при использовании легкопереваримых кормов. Однако финансовое положение ряда хозяйств не позволяет их использовать.

В последнее время откорм ведётся из более дешёвых и труднопереваримых компонентов с высоким содержанием клетчатки, таких как ячмень, тритикале, подсолнечный шрот и другие.

Поэтому очевидна необходимость проводить нормирование кормления по содержанию в комбикормах доступных для усвоения аминокислот и обменной энергии и при необходимости вводить в комбикорма целлюлолитические пробиотики, ферментные препараты для повышения переваримости некрахмалистых полисахаридов корма [136, 767]. Легко можно достичь

стоцентной корректировки рациона по незаменимым аминокислотам, применяя их синтетические аналоги. Их добавка снижает затраты белка и приближает белковую часть рациона к идеальной [13, 20, 58, 63, 109, 119, 152, 156, 161, 179]. Высокая эффективность кормового белка для моногастричных животных достигается путём оптимизации аминокислотного состава рациона за счёт комбинации натуральных кормов, высокобелковых концентратов с известной доступностью аминокислот к всасыванию и добавок недостающих аминокислот, чаще синтетических [151, 154, 176]. Существенные ошибки могут иметь место, если не учитывать степень доступности аминокислот к всасыванию. Даже в одноимённых кормах она может существенно изменяться в зависимости от технологии их производства [27, 30, 657, 762, 764]. Существует ряд методов для определения доступности. Каждый из них, обладая некоторыми преимуществами перед другими, имеет существенные недостатки.

Особое место занимает идеальный метод (ИМ) оценки доступности аминокислот путём количественного определения их в содержимом терминального участка подвздошной кишки. Применяется этот метод довольно широко зарубежными исследователями [264, 284, 314, 317, 359, 393, 400, 415-417, 472, 473, 484, 504, 574, 665]. У нас в стране мы применили его впервые в восьмидесятых годах прошлого века (Ткачёв, 1981; Головкин, 1987). Он обладает определёнными преимуществами по сравнению с традиционным методом (ТМ) анализа остатков полного переваривания корма [167, 757, 766]. Знание доступности аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике позволит уточнить детализированные нормы белкового питания свиней в расчёте на поголовье и нормы содержания структурных ингредиентов на единицу массы рациона. Процессы синтеза и деградации белка, контролирующего формирование белкового фонда в клетках скелетных мышц в период интенсивного роста свиней напрямую зависят от доступности аминокислот. И учёт доступности аминокислот при коррекции рационов позволит регулировать метаболизм мышечных белков и рост животных с целью максимального проявления генетического потенциала мясной продуктивности. Важно определять влияние на доступность аминокислот

различных процессов обработки кормов, разрабатывать методы прогнозирования положительного эффекта от таких мер (Егоров, 2001).

Таким образом, является актуальным освоение и совершенствование методов определения илеальной доступности (переваримости) аминокислот, балансирование рационов по доступным аминокислотам, способствующее рациональному использованию кормов и росту продуктивности свиней.

Мы в своей работе попытались оптимизировать белковое питание свиней путём конструктивно нового подхода к балансированию рационов по количеству истинно доступных незаменимых аминокислот к всасыванию из просвета тонкого кишечника на уровне терминального участка подвздошной кишки, способствующему повышению эффективности использования кормового протеина и росту продуктивности свиней.

Для этого проведены исследования в следующих направлениях:

- разработка модифицированного метода оценки ИИДА кормов, используемых в кормлении свиней;
- сравнительная оценка илеального и традиционного методов получения количественных показателей истинной доступности аминокислот для растущих свиней;
- изучение влияния природных и технологических факторов на ИИДА;
- создание базы данных по ИИДА кормов, используемых в практике кормления свиней;
- обоснование эффективности коррекции рационов свиней по количеству ИИДА в соответствии с нормами потребности в них.

На основе начатого нами в восьмидесятых годах прошлого века первичного мониторинга по качественной и количественной оценке аминокислот кормов создана база данных по их составу и истинной илеальной доступности, определённой модифицированным методом оценки ИИДА. Он имеет преимущества перед предшествующим методом: в проведении хирургических операций по установке илео-цекального анастомоза (авт. св. № 1547812, 1987) и простой канюли из инертного титана с конструктивными преимуществами, заключающимися в обеспечении длительной и эффек-

тивной её эксплуатации на оперированном животном в течение всего периода доращивания и откорма (патент № 2302841, 2007).

1. Кормовые белки и незаменимые аминокислоты, их физиологическая роль, физико-химические свойства и качество

Высокомолекулярные азотсодержащие вещества, называемые белками построены из аминокислот. Аминокислоты являются не только строительным материалом для белков, но и участвуют в работе ЦНС, осуществляют протекторную роль в биосинтезе, являются регуляторами аппетита. Однако о количестве белка с точки зрения его питательной функции в рационах животных мы обычно судим по количеству сырого протеина, который определяется по содержанию азота методом Къельдаля. Так как в протеине содержится приблизительно 16% азота, содержание сырого протеина определяют умножением количества азота на 100/16 или 6,25. В состав протеина, кроме чистого белка, включены свободные аминокислоты, амиды аминокислот, соли аммония, мочевина и др. В отличие от жвачных моногастричные животные не способны использовать большинство небелковых азотистых соединений.

Белки как таковые не используются организмом животных, используются составляющие их аминокислоты, заменимые и незаменимые. Поскольку незаменимые аминокислоты в организме моногастричных не синтезируются, дефицит в рационе любой из них приводит к дисбалансу и вызывает нарушение белкового обмена. Основные незаменимые аминокислоты для свиней - лизин, метионин, треонин, изолейцин и триптофан. По степени дефицита аминокислоты в том или ином корме для моногастричных животных относят к первой, второй, третьей и т.д. лимитирующим аминокислотам. В белке зерна злаков первой лимитирующей аминокислотой является лизин [8, 10, 12, 16, 26, 43]. Лизин – основная, незаменимая для моногастричных животных и человека ациклическая аминокислота, относится к группе

диаминомонокарбоновых кислот [244]. Лизин входит в состав всех белков животного происхождения, является первой лимитирующей аминокислотой. Из-за низкого её содержания в растительных белках, биологическая ценность последних снижена [18, 19, 23, 29, 45, 55, 57, 67, 74, 85]. Метионин является жизненно необходимой незаменимой аминокислотой не только как структурный материал для белка, но и как источник метильных групп [229]. Отдавая свою метильную группу, метионин превращается в гомоцистеин. Эта реакция обратима. Образование метильных групп происходит в организме лишь в ограниченном объеме, поэтому крайне важно, чтобы они поступали в организм экзогенным путем – с кормом. Метионин, в отличие от лизина, может участвовать в реакциях переаминирования, вполне вероятно, что соответствующая α -кетокислота может заменить в корме метионин. L и D – изомеры метионина организм усваивает одинаково [11, 15, 70, 81, 90, 95, 97, 100].

Треонин в составе белковой молекулы присутствует только в L-форме. Существует два пути распада треонина в организме. Первый путь - при участии фермента альдалазы он превращается в глицин и уксусный альдегид. Второй путь - при участии фермента треонин-дегидратазы треонин превращается в α -кетомасляную кислоту и аммиак [108, 109, 120, 123, 132, 138, 144, 155]. Триптофан также не может синтезироваться в организме моногастричных и является незаменимой аминокислотой. Триптофан регулирует эндокринную систему, необходим для синтеза гемоглобина, связан с процессами оплодотворения и нормального развития зародыша. При недостатке триптофана происходит быстрая потеря живой массы, анемия, ослабление иммунных свойств организма животных. Пища, лишенная триптофана, приводит к помутнению хрусталика глаза, атрофии семенников. У животных, в рационах которых не хватает триптофана, обнаруживается отрицательный азотистый баланс, выпадение шерсти. У свиней уменьшается живая масса, фальсифицируется аппетит в сторону анорексии или его ухудшения, огрубляется волосяной покров, повышается возбудимость [173, 184, 202, 232, 234, 239, 286, 324, 331, 346].

Аминокислоты используются организмом в следующих направлениях: анаболическом - включаются в белки и пептиды тканей, пуриновые и пиримидиновые основания, креатинин, аденин, и множество других биологически активных веществ; катаболическом с выделением энергии, воды, простых низкомолекулярных соединений углерода и азота. Или могут снова реутилизироваться. Реутилизация может быть незначительной при избытке белка или достигать 90 % при длительном азотном голодании [293]. Многие вещества, содержащие аминокислоты, могут быть полностью деградированы до аммиака, углекислого газа и воды. Например, пурины распадаются до мочево́й кислоты [358, 364, 377, 384, 389, 391, 493].

2. Потребность растущих свиней в аминокислотах. Пониженный уровень сырого протеина с идеальным соотношением доступных незаменимых аминокислот в рационе растущих свиней

Потребность в увеличении продукции свиноводства обусловила необходимость эффективного использования кормов на основе применения научно-обоснованных норм кормления в соответствии с нормами потребности в доступных аминокислотах и других питательных веществах [56, 143, 140, 166, 177, 235-237, 241, 248, 281, 292, 357, 366]. Организация рационального использования кормового белка должна базироваться на современных, постоянно уточняемых нормах потребности свиней в доступных незаменимых аминокислотах. Потребность поросят-отъёмышей в аминокислотах определена авторами разными способами. Например, D.Shelton [660, 661] определил потребность и соотношение десяти незаменимых аминокислот в ростовых опытах на синтетических рационах из смеси аминокислот, Н. Williams [745] – по соотношению их в теле, Рядчиков В.Г. [159, 162, 170] – по соотношению в молоке свиноматки, Ю.Н. Градусов [43-47] – по результатам балансовых опытов.

У растущих животных увеличение содержания белка в теле выражается через положительный баланс азота. У взрослых животных, закончивших рост, поддерживается азотное равновесие [172, 176, 188, 193, 196, 208, 242].

Изучая баланс азота при разных коэффициентах доступности той или иной аминокислоты можно найти тот уровень их поступления, при котором происходит сдвиг от отрицательного баланса у взрослых животных к нулевому, а у растущих - к максимальному отложению азота в теле. Количество изучаемой аминокислоты, при котором достигается равновесие у взрослых или максимум усвоения у растущих животных, и принимается за величину потребности в доступной части той или иной аминокислоты [44, 48, 66, 80, 250, 273, 277, 296 344, 349].

Потребность в аминокислотах на продукцию определяют по их отложению в теле растущих животных и в продукции. На изменение потребности в аминокислотах существенную роль оказывает доступность аминокислот. В зависимости от типа рациона аминокислоты показывают разные степени отложения в теле. Так, например, коэффициент отложения лизина по Weissmuller (1983) равен 0,6-0,7 и зависит от доступности лизина и уровня продуктивности животных [743]. Отечественные авторы определили коэффициент отложения лизина, который в среднем составляет 0,3 при кормлении свиней от 25 до 100 кг (Шманенков и др., 1981).

Основными показателями для установления потребности являются: уровень сырого протеина, витаминов, макро- и микро-элементов, энергии в корме, качественный и количественный состав аминокислот с точки зрения их баланса или имбаланса, доступность аминокислот, продуктивность, состав продукции (белок, жир и др.), здоровье, возраст и порода животных [246, 256, 260].

В нормах, установленных Рядчиковым В.Г. (Рядчиков и др., 1995, 1999, 2000) потребность выражена в % от воздушно-сухого вещества корма (стандартная влажность зерна, корма – 14 %). Авторы выражают потребность в г на кг сух корма, г на к. ед., г на 1000 КДж ОЭ, г/гол/сутки. Потребность в лизине в гр.

на голову в сутки для поросят 2-4 мес. рассчитывают, например, 0,84 % лизина это 8,4 г в 1 кг корма. В суточной даче 1,7 кг содержится лизина 14,3 г ($8,4 \cdot 1,7$). Нормы аминокислотного питания рассчитаны на высокую продуктивность свиней. Энерго-протеиновое отношение выражают в граммах лизина на 1 МДж ОЭ [184].

Взаимосвязь с витаминами: при недостатке витамина B_{12} и холина на их образование расходуется метионин, при недостатке никотиновой кислоты - триптофан. Есть взаимосвязь между лизином, кальцием и витамином D в процессе роста костной ткани [71, 89, 215, 275, 334, 347, 357, 434, 469, 618, 628, 771].

Данные авторов о потребностях растущих свиней в аминокислотах несколько различаются между собой, но общая тенденция соотношения лизина с другими аминокислотами сохраняется [43-45, 53, 57, 82, 108, 111, 113-123, 155, 162, 226, 227, 236, 253, 488]. Так, например, потребность в лизине в % от сырого протеина в рационе по данным авторов колеблется от 4,8 [98] до 7,6 [624], в метионине+цистине - от 3,2 [98] до 4,2 [723].

Основой рационов для свиней является зерно злаков, но оно не содержит достаточно белка и служит энергетическим компонентом. А потребность в белке за счёт злаков удовлетворяется лишь на 50-70 %, конкретно в лизине – ещё меньше. Несмотря на это даже при использовании, казалось бы, сбалансированных по белку рационов с добавкой к зерну злаков сои, гороха, животных кормов, часто происходит перерасход белка в результате потерь неусвоенных аминокислот, азота мочевины и аммиака с остатками от переваривания в желудочно-кишечном тракте. Поэтому при правильном подходе к балансированию рационов по доступным к всасыванию в кишечнике аминокислотам даже при низких уровнях белка возможно достичь максимальных привесов свиньями мясного типа и экономить кормовой белок [259, 292, 349, 392, 414, 428].

Переход поросят от материнского молока к твёрдой растительной пище в послеотъёмный период часто приводит к расстройствам пищеварения по причине недостаточной работы пищеварительных ферментов и прекращения поступления в организм отъёмышей материнских противомикробных

промоторов, что отрицательно сказывается на здоровье и росте животных. Низкая окисляемость пищевого комка в пищеварительном тракте, особенно при белковом перекорме, ведёт к ухудшению переваривания белка и пролиферации патогенных бактерий (как результат и более высокого рН, и избыточных питательных веществ, способствующих росту бактерий, особенно опасных *Clostridium perfringens*, в толстом кишечнике) [306, 307]. Есть данные авторов о том, что уровень сырого протеина в рационе отъёмшей высоко коррелирует с возникновением расстройств кишечника (диареи), а степень брожения в пищеварительном тракте зависит от качества белка корма. Так, при уровне сырого протеина в рационе от 20 до 26 % диарея у поросят возникает в 2-2,5 раза чаще, чем при уровне сырого протеина 15-18 % [294, 307, 387]. В испытаниях, выполненных в INRA (Le Bellego e. a., 2002), уровень сырого протеина был снижен с 22,5 до 16,9 % (рецептура основывалась на усвояемых, то есть доступных аминокислотах с одинаковым соотношением их в диете) без отрицательного влияния на прирост живой массы.

Потребление корма улучшилось при снижении уровня сырого протеина в рационе с 22,4 до 20,4 % и оптимальным было при 18,4 % протеина. Авторы Hansen e. a. (1993) и Jin e. a. (1998) сообщают о подобном увеличении потребления корма при снижении сырого протеина, что явилось следствием сокращения количества соевой муки в рационе. Эти результаты согласуются с данными наших ранних исследований о низкой доступности лизина и некоторых незаменимых аминокислот зерна сои с высоким содержанием ингибиторов протеаз, например, сорта «Ходсон» [28].

В исследованиях авторов (Jansman e. a., 2000; Bellego e. a., 2002) контроль за состоянием поросят 10-27 кг живой массы осуществляли при адекватных добавках аминокислот и установили, что уровень протеина в количестве 18 % в рационе и добавка L-лизина HCl в количестве 4 г/кг или 4 кг на тонну корма позволили поддерживать более высокий прирост живой массы (680-700 г/сут) по сравнению с вариантом, в котором количество сырого протеина 22,4 % без дополнительных

добавок лизина [483, 286]. При этом экспериментальные рационы были также сбалансированы по треонину, метионину, триптофану и, при самых низких уровнях сырого протеина – по валину и изолейцину. Также было установлено, что продуктивность поросят практически не зависит от количества заменимых аминокислот в рационе [483].

Таким образом, снижение уровня сырого протеина в стартерном корме может быть практическим решением вопроса. Необходимо при этом учитывать, что понижение уровня сырого протеина в корме требует количественного и качественного контроля за потреблением поросятами доступных незаменимых аминокислот, необходимых не только для обеспечения хорошего состояния поросят в послеродовой период, но и для обеспечения высокой продуктивности в последующие периоды доращивания и откорма.

Исследования авторов показали, что поросята чувствительны к уровню протеина в корме только в случае несбалансированности рациона по количеству и соотношению незаменимых аминокислот [196]. Классический дисбаланс присутствует в рационе при недостатке первой лимитирующей незаменимой аминокислоты. Такой рацион с одной стороны приводят к негативным физиологическим последствиям для свиней, с другой – к повышению выделяемого неиспользованного азота, нарушая экологические условия окружающей среды. В среднем 65 % азота кормов выделяется со стоками ферм [37, 38].

Идеальным является белок с оптимальным соотношением незаменимых аминокислот по отношению к лизину и к заменимым аминокислотам. Большинство работ, проведённых с целью определения идеального профиля аминокислот, выполнено на откармливаемых свиньях. Для поросят 10-20 кг предложены авторами следующие соотношения незаменимых доступных (усвояемых) аминокислот: лизин-100; треонин-65; метионин+цистин – 57; триптофан-18; изолейцин – 60; валин 68; фенилаланин+тирозин-95; лейцин –100; аргинин-42; гистидин-32 [341]; и: лизин-100; треонин-62; метионин+цистин – 57; изолейцин – 56; валин – 57; фенилаланин – 47; лейцин – 72 [117,

122, 162]; триптофан – 22 [331, 545, 546]; метионин+цистин-58 для свиней с живой массой от 11 до 27 кг [724].

Крупные поросята более устойчивы к изменениям внешней среды и переводу их на другой корм. Так, в исследованиях Brillouet (2002) изучалось влияние живой массы поросят на их продуктивность в последующие стадии роста [313].

Живая масса животных на 63 день жизни (28-30 кг) рассчитывали по массе в 41 день (ж. м.-41) по формуле линейной регрессии, выведенной опытным путём: $(Ж.М.)=6,2+1,7*(ж.м.-41)$, $r^2=74\%$.

В соответствии с этими исследованиями один дополнительный килограмм на сорок первый день жизни поросёнка соответствует 1,7 кг дополнительного прироста живой массы, полученной в двухмесячном возрасте.

Для устранения дефицита рациона в идеальном белке служат синтетические аминокислоты [94, 142, 146, 147, 195, 203, 205, 209, 216, 218, 225, 240, 245, 257, 342, 568, 569, 572, 573, 695, 726]. Зерновая смесь с синтетическими аминокислотами обходится дешевле, чем с соевым шротом при содержании в нём 44% сырого протеина. Выгоднее использовать синтетический лизин вместо подсолнечного шрота. Очень актуальны низкобелковые рационы с лизином для молочных и раноотнятых поросят. Аминокислотное сбалансирование рационов свиней за счет синтетических аминокислот сокращает в 3 раза количество азота в навозных стоках, что важно при имеющихся экономических и экологических проблемах [230, 247, 322]. Кроме этого выделение азота организмом животных требует энергозатрат и необходима их экономия. Сейчас используется 50-60 тонн синтетического лизина в кормлении свиней. Это 10 % к потребности [376]. Японская фирма «Аджиномото» является мировым лидером в области производства аминокислот в количестве 35 % мирового производства лизина, 60 % - треонина [267].

Нормирование компонентов питания необходимо проводить в соответствии с генетически обусловленной или «потенциальной» продуктивностью. Потенциальная продуктивность

равна сумме фактической продуктивности и потенциальной продуктивности, умноженной на относительные потери продуктивности. При таком балансировании рационов нормы белка для растущих свиней могут быть существенно снижены с учетом анализа тех процессов, которые определяют затраты белка в организме животных. По данным авторов (Milner, Payne, 1964) затраты белка на основной обмен в процессе обновления составляют 2 г на 1 кг метаболической массы $M^{0,75}$ в сутки [558]. Например, у свиньи с живой массой 70 кг на обновление расходуется 48,4 г белка в сутки. При продуктивности 700 г в сутки прирост белка составляет 100 г. Суммарная потребность на прирост и обновление, таким образом, достигает 148,4 г кормового белка. А по действующим нормам требуется 200 -300 г переваримого протеина, то есть - в два раза больше.

В практических условиях невозможно с помощью кормов составлять такие рационы, которые бы по содержанию каждой аминокислоты идеально соответствовали их нормам без избытка или недостатка [1, 49, 50, 53, 60, 68].

Рацион, содержание аминокислот в котором соответствует нормам потребности без избытка или недостатка, можно получить на основе злакового зерна, обогащенного недостающими аминокислотами в виде кристаллических препаратов или белковыми концентратами [122, 157, 185]. Такой рацион будет содержать белок, близкий к идеальному.

Зерно злаков является основным традиционным кормом и источником энергии для моногастричных животных. Однако, из-за дефицита лизина, метионина, треонина, триптофана биологическая ценность протеина зерна злаков низкая [155].

Эффективное использование зерна злаковых культур можно повысить лишь при условии обогащения его полноценными белковыми концентратами или препаратами недостающих аминокислот.

Уровень сырого протеина в монозерновых рационах составляет 10 -14 %, а их скармливание животным несмотря на обеспеченность витаминами и минеральными добавками, не обеспечивает должную продуктивность. Применение препаратов аминокислот - лизина, метионина, треонина - позволяет увели-

чить среднесуточный прирост до 500 - 600 г на том же рационе [211]. Ряд авторов отмечают высокую эффективность препаратов лизина и других аминокислот при скармливании животным рационов с пониженным содержанием сырого протеина [229, 171, 547].

В рационах из ячменя (12,5 % белка) с небольшой белковой добавкой соевого шрота и рыбной муки второй лимитирующей аминокислотой для растущих свиней после лизина в опытах Ярова И.И. и др.(1981) был треонин, а третьей - метионин и цистин [260]. В рационах из кукурузы, ячменя и соевого шрота второй лимитирующей аминокислотой после лизина является триптофан или треонин, однако их дефицит проявляется лишь при низком уровне сырого протеина.

3. Переваривание сырого протеина и всасывание доступных аминокислот в тонком кишечнике у моногастричных

Переваривание белка у свиней начинается с мозговой и, затем, желудочной фаз секреции пищеварительных соков.

Белки состоят из аминокислот. К аминокислотам относятся вещества, имеющие в своём составе аминную $-NH_2$ - группу и карбоксильную $-COOH$ - группу. Известно более 100 аминокислот. Но натуральные белки могут быть построены только из 20 аминокислот (лизин, гистидин, треонин, цистин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан, аргинин, серин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота, пролин, глицин, аланин, цистеин, тирозин), поскольку только на них в растительных клетках существует генетический код [2, 4, 7, 10, 12, 19, 46, 49-53, 64, 91, 93, 211]. Аминокислоты соединены друг с другом посредством пептидной связи, образованной в результате реакции аминной и карбоксильной групп. В результате реакции аминокислота теряет воду. Поэтому, говоря об аминокислотном составе белковой молекулы, более правильно их называть аминокислотными остатками. Всё разнообразие белков определяется количеством и последовательностью аминокислот

в белковой молекуле или полипептиде. [336, 357, 366, 403, 420, 559, 580, 602, 626,].

Чаще всего аминокислоты классифицируют по числу аминных и карбоксильных групп, по наличию гидроксильных, циклических и сульфгидрильных групп. Лизин, гистидин, аргинин, имеющие по две аминные группы, относят к основным (положительно заряженным). Аспарагиновую и глутаминовую кислоты, несущих по две карбоксильных группы, относят к кислым аминокислотам. Остальные, имеющие по одной $-NH_2$ - и $-COOH$ группе – к нейтральным. Метионин, цистеин по наличию в их молекулах серы называют серу содержащими аминокислотами. Кстати, в природе синтезируется цистеин, а цистин образуется в результате реакции SH групп двух молекул цистеина. Фенилаланин и тирозин, имеющие фенольное кольцо, относят к ароматическим аминокислотам. Лейцин, изолейцин, валин – аминокислоты с разветвлёнными цепями (branched-chain) [157].

Протеолиз или гидролиз белка в желудке у моногастричных животных начинается под влиянием соляной кислоты и пепсина, образующегося из пепсиногена при pH менее 5,0, с последующим высвобождением пептидов, содержащих до десяти аминокислотных остатков. Сначала разрываются связи, ответственные за трёхмерную структуру белков [124].

При гидролизе в желудке с помощью соляной кислоты пепсина или протеолитических ферментов молекула белка расщепляется до аминокислот с присоединением H_2O . Используются разные формы обозначения аминокислотного состава белков: количество остатков каждой аминокислоты на молекулу белка; моль аминокислоты/100 г белка; г/100 г белка (это равноценно г/16гN); % от суммы аминокислот гидролизата; мг/г N и другие.

Фенилаланин, тирозин и лейцин являются в преобладающих случаях концевыми аминокислотными остатками в пептидах [124]. Из желудка аминокислоты эвакуируются в виде «нерастворимого» и «растворимого» протеина, низкомолекулярных пептидов. Основное переваривание и всасывание происходит в тонком кишечнике. Протеолитические ферменты двух источников: поджелудочной железы и

дуоденальные специфичные протеолитические энзимы бруннеровских желёз кишечной мукозы [324, 556, 609].

Непосредственно после того, как белки и пептиды эвакуируются из желудка в двенадцатиперстную кишку (duodenum), они смешиваются с ферментами поджелудочной железы – трипсином и химотрипсином. Здесь же, в дуоденуме, свободные пептиды гидролизуются карбоксипептидазами А и В. Для прохождения химуса через двенадцатиперстную кишку требуется 2-4 часа.

Природа пептидаз кишечника, гидролизующих пептиды на короткие фрагменты, у растущих свиней изучена не в полной мере. Последовательность [556]. гидролиза белков и пептидов в тонком кишечнике зависит от специфики протеаз, пептидаз и очерёдности их действия. Например, стандартный шинфилдский комбикорм с добавкой протеинового концентрата на основе рыбной муки претерпевал гидролиз в следующей последовательности: сначала высвобождался треонин, затем изолейцин, лизин, валин, лейцин и фенилаланин, метионин и гистидин.

Ко времени полной эвакуации содержимого тонкого отдела кишечника средний уровень фактически всосавшихся аминокислот составляет 60-80 % [199-201].

В тонком отделе кишечника также происходит высвобождение аммиака в результате деградации аминокислот, количество которого можно определить с помощью аммоний-электродного метода (Mungi Sohn and Chi-Tang Ho, 1995). Раствор каждой аминокислоты был доведён до pH 8 и нагрет до температуры 180 °С в течение 2 часов. Среди 19 изучаемых аминокислот аспарагин, аспарагиновая кислота, цистеин и глутамин освободили аммоний в этих условиях [14].

Влияние температуры на образование аммония было изучено для аспарагина, аспарагиновой кислоты, глутамина, глутаминовой кислоты и цистеина.

В процессе прохождения остатков корма через толстый отдел кишечника наблюдается дальнейшее уменьшение количества аминокислот. Однако в нативной форме они практически не всасываются из толстого кишечника [750].

Некоторые аминокислоты подвергаются переаминированию и включаются в структуру бактерий [761]. Процессы дезаминирования также характерны для нижних отделов кишечника [380].

4. Причины пониженной и низкой биодоступности аминокислот кормов в белковом питании моногастричных

В современной научной литературе понятие доступности аминокислот определяется, как их способность высвободиться из белковой молекулы в желудочно-кишечном тракте под действием протеолитических ферментов и поступать через кишечную стенку в общий фонд обмена [135, 164, 395].

На доступность аминокислот к всасыванию в желудочно-кишечном тракте моногастричных влияет ряд факторов. Так, структурные свойства белковой молекулы, препятствующие контакту пептидных связей с ферментами, могут быть причиной недостаточного проникновения протеолитических ферментов в белковую молекулу и неполного контакта их с аминокислотами. Например, в кератиновых белках лизин глубоко погружен в белковую матрицу, в результате он не подвергается воздействию протеаз. Действенным фактором, снижающим доступность, является характер последовательности аминокислотных остатков в белковой молекуле, полностью или частично устойчивых к действию протеаз. Лизин, реагируя с аспаргил- или глутамил-остатками внутри одной или других белковых молекул, образует соединения аспаргил-лизин и глутамил-лизин, которые также не гидролизуются кишечными протеазами. Однако при кислотном гидролизе они способны освобождать лизин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты.

Аминокислоты, которые освобождаются в пищеварительном тракте после гидролиза белков, подвергаются различным метаболическим превращениям [435]. Существует три пути их превращений: первый - включение в белки и пептиды жидких и плотных тканей с возможной реутилизацией после возвращения в пул свободных аминокислот крови через разные промежутки

времени. Оптимальное использование аминокислот на продукцию тела возможно лишь в том случае, когда они присутствуют в клетке в количествах, соответствующих составу синтезируемого белка (например, длиннейшей мышцы); второй – участие в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, креатинина, адреналина и других биологически активных веществ межклеточного обмена; третий – дезаминирование и переаминирование с высвобождением азот- и углеродсодержащих веществ небелковой природы (аммиака, углекислоты, воды и др.). Пул свободных аминокислот составляет всего лишь 0,5 % от общего содержания белка тела животного. При этом на заменимые аминокислоты, такие как аланин, глицин, глутамин, глутаминовую кислоту приходится 80 %. Аминокислоты неодинаково распределены между тканями и жидкостями [11, 435]. Концентрация свободных аминокислот в плазме отражает состояние динамического равновесия, которое стремится к постоянству. Тем не менее, по составу свободных аминокислот крови на протяжении нескольких часов после кормления и по составу мускульного фонда свободных аминокислот, можно судить о качестве и количестве сырого протеина рациона [617, 623].

В ростовом опыте на пшеничном рационе с избытком лизина уровень этой аминокислоты в мускулах крыс к моменту убоя повысился в 4 раза относительно плазмы крови (Омаров, 1988). Гормоны оказывают сильное влияние на обмен аминокислот, синтез и катаболизм белка, действуя тем самым на содержание свободных аминокислот в крови и тканях. Инъекция инсулина вызывает быстрое снижение концентрации аминокислот в плазме и увеличение в мускулах, где усиливается синтез белка [64]. В регуляции аминокислотного профиля крови и мускулов в первую очередь участвует печень [5]. Это доказано в опытах при голодании или кормлении несбалансированными по незаменимым аминокислотам рационами. Кишечник также оказывает большое влияние на аминокислотный пул крови и других органов. Количество эндогенного азота, секретируемого в просвет кишечника у крыс на безбелковой диете по данным В.Г. Рядчинова (1981), оказалось почти таким же, как на рационе с 10 % сырого протеина [157]. Значительная часть пула крови формиру-

ется за счет эндогенных поступлений из кишечника. По данным Rerat A., Vaissade P., Vaygelade P., Rolin D., Robin P., Jung J. (1977), в portalной крови четырёхмесячных свиней за семичасовой период безбелкового кормления находилось 40 % аминокислот от их количества при кормлении рационом с 10 % сырого протеина [636]. А.А.Алиевым (1970) показано, что профиль аминокислот в крови является результатом не только эндогенных поступлений, переваривания белка и последующего всасывания аминокислот корма, но и переаминирования отдельных аминокислот в стенке желудочно-кишечного тракта [2].

Исследование концентрации свободных аминокислот в крови и тканях позволяет использовать их в качестве тестов для оценки обеспеченности рациона сбалансированным сырым протеином, определить доступность аминокислот и находить зоотехнические пути (добавку синтетических аминокислот, альтернативных источников белка и химических нейрорегуляторов) оптимизации пищевого поведения свиней на уровне внутренних регуляторных систем организма. Искусственные и природные химические нейромодуляторы лишь частично решают проблему оптимизации пищевого поведения моногастричных [38, 64, 211, 274, 379, 399, 436, 455, 527, 535, 608, 629, 642, 648-649, 703, 720, 730]. Среди них - соединения пептидной природы, участвующие в регуляции межклеточных сигналов, обеспечивающие «поведение» клетки, направленные на реализацию физиологических процессов в организме и пищевого поведения в отношении баланса незаменимых аминокислот.

Пшеница, ячмень, кукуруза, как основные компоненты рациона для свиней, отличаются недостаточным содержанием белка и критических аминокислот - лизина для пшеницы и ячменя, триптофана для кукурузы, и в меньшей степени треонина, метионина и изолейцина. Животные не адаптируются к рационам с низким содержанием белка, плохо или совсем не адаптируются к рационам, в которых отсутствует критическая аминокислота или имеется дисбаланс первой, второй и третьей лимитирующих аминокислот [11]. Так, при добавлении лизина в монорацион из зерна кукурузы, снижалось потребление корма на 19 %, а интенсивность роста крыс - на 35 % [11]. Ввод в рацион лизина и

триптофана в комплексе способствовал существенному улучшению аппетита и, как следствие, усилению прироста живой массы [339]. В другом эксперименте добавка триптофана до нормы потребности в кукурузный рацион свиней с живой массой 30-70 кг также вызывала повышение как суточного потребления корма, так и прироста живой массы. Это было обусловлено снятием естественного дефицита триптофана. Имеются данные о том, что крысы предпочитали безбелковый рацион кормам с дисбалансом аминокислот, несмотря на то, что в первом случае они погибали, а во втором - у них могла даже увеличиваться живая масса [636]. У крыс, получавших рационы с острым дефицитом лизина и триптофана, наблюдалось резкое снижение количества этих аминокислот в свободном виде в плазме крови и мышцах. Одновременно увеличивалось количество аминокислот и мочевины в крови и печени, таурина - в моче. Эти изменения происходили при существенном снижении потребления корма по сравнению с таковым у крыс, получавших в опыте Yoshida, Kemnitz, Bray (1983) основной и скорректированный рационы [755]. По данным экспериментов В.Г.Рядчикова (2005) цыплята, получавшие в первом периоде опыта рацион с дисбалансом треонина (или лизина) и воду в одной поилке, а в последующем периоде (1 сутки) воду в двух поилках на выбор: чистую и с 0,5 %^{НММ} водным раствором треонина (1 %^{НММ} водным раствором лизина), быстро останавливали свой выбор на растворе с лимитирующей аминокислотой [8]. При этом увеличивались потребление корма и среднесуточные приросты живой массы, сравнимые с таковыми на скорректированной диете.

Степень повышения использования энергии рациона зависит от взаимодействия между жиром и видом углеводов в рационе. Скорость прохождения содержимого через желудочно-кишечный тракт является главным усиливающим фактором: замедление скорости прохождения повышает уровень доступной энергии углеводов рациона. Добавка жира не только уменьшает скорость прохождения содержимого через кишечный тракт, но и влияет на эффективность использования компонентов рациона.

В раннем возрасте моногастричные животные способны переваривать и всасывать только растительные жиры с высоким

содержанием полиненасыщенных жирных кислот. Сбалансированный состав жирных кислот рациона также важен, как и его аминокислотный состав. Применение кормов из масличных семян в питании свиней позволяет обогатить рацион ненасыщенными жирными кислотами и белком, сбалансированным по аминокислотному составу. Кроме того, стоимость рапса, подсолнечника и продуктов их переработки в нашем Южном регионе значительно меньше, чем импортного соевого шрота и прочих высокобелковых добавок. Их использование позволит значительно увеличить рентабельность производства свинины.

Youngqing (1996) в рацион помесных поросят-отъёмышей (дюрок*ландрас*йоркшир) добавлял лимонную кислоту. Добавление лимонной кислоты и смеси незаменимых аминокислот улучшало эффективность конверсии белка на 11 - 15 %. Росла активность трипсина и амилазы, уменьшалось количество колиформных бактерий в толстой кишке. Прирост живой массы увеличивался на 9-17 % [654].

В.И. Вдовченко (1976) было установлено, что основой нормализующего действия янтарной кислоты на организм является усиление восстановительных и окислительных процессов на уровне клетки [21].

4.1. Влияние физических и химических свойств натуральных кормов, не подверженных технологическим приёмам, на доступность аминокислот

Прочный лигниноцеллюлозный комплекс клеточных оболочек растений, водорослей также может препятствовать контакту пищеварительных ферментов с внутриклеточными белками [30, 102, 324].

Использованные авторами ферментные препараты карбогидраз (гидролизующие оболочки растительных клеток – некрахмалистые полисахариды) повышали количество растворимых сахаров в желудке, снижали вязкость химуса в тонком кишечнике [324]. Так, известно, что основные

некрахмалистые полисахариды (NSP) пшеницы – арабиноксиланы.

Некрахмалистые полисахариды, найденные в растительных оболочках ячменя в основном состоят из β -(1-3), (1-4) глюканов, арабиноксиланов и целлюлозы. Однако β -глюканы могут обладать антипитательными для растущих свиней свойствами. Если сравнить количественный состав β -глюканов, то основные злаковые корма, пшеница, тритикале, рожь, кукуруза, овёс, ячмень, содержат, соответственно, 0,2-1,5; 0,2-2,0; 0,5-3,0; 1,0-2,0; 3,0-6,6; 1,5-10,7 % [102]. От количества β -глюканов зависит истинная доступность лимитирующей аминокислоты лизина ячменя, которая менялась в исследованиях авторов от 2,1 до 3,3 г^{кг⁻¹} (36). Незначительные различия в содержании некрахмалистых полисахаридов, переваримой энергии и аминокислот оказали более существенное влияние на растущих свиней, чем структура некрахмалистых полисахаридов, таких как β -глюкан. Клетчатка (некрахмалистые полисахаридные структуры) имеет значение в рационе, как специфический фактор, влияющий качественно и количественно на обмен питательных веществ и их биологическую ценность.

Когда Inborg e.a. (1999) скармливали свиньям препараты сырой целлюлазы или ксиланазы с 40 % пшеничных отрубей, активность β -глюканазы и целлюлазы в желудке и илеуме повышается. При изучении влияния обработки пшеничных отрубей ферментами, разлагающими клетчатку до некрахмалистых полисахаридов и концентрации летучих жирных кислот (VFA) и молочной кислоты в верхней части желудочно-кишечного тракта, были предложены два метода ферментной обработки: предварительная обработка или добавка энзимов непосредственно во время кормления [102, 324].

Так, авторы кормили свиней рационом, содержащим пшеничные отруби, инкубировавшиеся с препаратами целлюлазы (Cel-*i*) или ксиланазы (Xyl-*i*) или с добавкой целлюлазы (Cel-*a*) или ксиланазы (Xyl-*a*) непосредственно во время приёма корма. Инкубация пшеничных отрубей приводила к снижению нейтрально детергентной клетчатки и повышению

растворимого крахмала, - глюканов, сахаридов, что особенно было выражено с применением препарата целлюлазы. Концентрации желудочной и илеальной арабинозы и ксилозы были выше для большинства ферментсодержащих диет, но не было значительных различий по содержанию летучих жирных кислот и молочной кислоты. Можно заключить, что количество большинства растворимых сахаридов в желудке и тонком кишечнике может повышаться за счёт ввода ферментных препаратов, разрушающих растительную клеточную оболочку.

Можно с уверенностью считать эффективным метод аппликации энзимов на корма с большим количеством малодоступной клетчатки.

Н.Н. De Muelenaere, M. L. Chen, and A. E. Harper (1967) исследовали факторы, влияющие на доступность лизина зерна злаковых [373]. Доступность лизина белка кукурузы и риса была определена ростовым методом и методом анализа остатков от полного переваривания в кишечнике. Изучено влияние типа углеводов, аминокислотного и энергетического содержания этих кормов на доступность лизина. Установлено, что лизин кукурузного и рисового белков имеет высокую доступность. Автор, сравнивая белковые фракции кукурузы, отмечает широкое варьирование их доступности *in vitro* [83].

Показательна для примера реакция лизина с редуцирующими и нередуцирующими сахарами, в результате которой сахароза, глюкоза, раффиноза и триалоза при нагреве легко вступают во взаимодействие с лизином, снижая его доступность [32, 260, 308-310, 315, 316, 437].

Известно, что тип углеводов влияет на всасывание аминокислот корма. Например, доступность аминокислот при скармливании рациона с высоким содержанием сырого картофельного крахмала снизилась в результате повышенной скорости прохождения кормосмеси через пищеварительный тракт свиней. Известно, что моногастричные животные не способны секретировать энзимы, необходимые для гидролиза некрахмалистых полисахаридов (NSP), содержащихся в клеточных стенках многих растительных продуктов. В

результате мы имеем низкое усвоение многих питательных веществ кормовых средств, богатых NSP.

NSP-фракция растительных клеточных стенок эндосперма ячменя богата β -глюканами, которые могут ограничить доступ к внутриклеточным питательным веществам: крахмалу и белку [338]. Однако добавка к ячменю препарата ферментов, содержащего α -глюканазу, в опыте Pujol S. and D. Torrallardona (2002) показало увеличение всасывания питательных веществ.

Некоторые исследования доказывают количественный эффект добавок энзимов на переваримость питательных веществ у свиней. Однако, литературные сведения об этом противоречивы.

Есть позитивный эффект и незначительное увеличение переваримости питательных веществ, но различия недостоверны ($P > 0,05$). Причиной может служить и малое число поросят в опыте.

Тем не менее, сочетаемость между продуктивностью и переваримостью доказывает преимущество добавки ферментов к ячменной диете.

В опытах на свиньях Torrallardona D., J.E. Nielsen and J. Brufau (2002) энзимы повышали кажущуюся переваримость сухого вещества, сырого протеина и аминокислот в среднем на 4-6% [717]. Это повышение было статистически достоверно ($P < 0,05$) для большинства аминокислот. Но не было различий во влиянии различных ферментных препаратов. Илеальное содержимое подвергли микроскопическому исследованию на предмет степени разрушения клеточных оболочек и непереваримого крахмала или белка. Было обнаружено, что уменьшалось число клеток, содержащих непереваренный крахмал или белок.

Те же авторы изучали влияние ферментов на илеальную переваримость сырого протеина и аминокислот ячменя у растущих свиней с илео-ректальным анастомозом [718].

Было показано, что ферменты повышают переваримость сырого протеина на 1-6 %, в том числе доступность большинства незаменимых аминокислот.

В горохе сравнительно большое содержание некрахмалистых полисахаридов и идентифицировать сорта можно по содержанию некрахмалистых полисахаридов (разлагаемых бактериями брожения), которые в переваренном состоянии могут служить источником повышения утилизированной энергии [437]. Кроме этого они улучшают переваримость и усвояемость других питательных веществ [418]

Yin Y.-L., S.K. Baidoo, K.Y.G. Liu, H. Schulze and P.H. Simmins (2002) опытным путём доказали, что доступность аминокислот зерновок ячменя зависит от степени их освобождения от оболочки. Целое зерно содержит высокое количество карбогидратных фракций, таких как β -глюкан, в уровнях от 40 г до 70 г кг^{-1} значительно выше, чем в очищенном зерне (30-40 г кг^{-1}). Известно, что ферменты, расщепляющие клетчатку способствуют увеличению кажущейся илеальной доступности питательных веществ. Изучали пять сортов очищенного ячменя (774 г кг^{-1}) с добавкой муки рапса [753]. Кажущаяся илеальная доступность сухого вещества, энергии (GE) и сырого протеина различались между сортами. Добавка смеси энзимов значительно повышала ($P < 0.05$) кажущуюся илеальную и общую переваримость питательных веществ. Кажущаяся илеальная переваримость аминокислот была различной для разных сортов. Добавка смеси энзимов значительно ($P < 0.05$) повышала кажущуюся илеальную переваримость большинства аминокислот.

Причиной низкой переваримости питательных веществ шелухи ячменя может служить высокий уровень β -глюканов. Их количество по сортам ячменя в опытах Baidoo and Liu (1988); Yin e.a., (2000) было на 51, 82 и 70 % выше, чем у очищенного от шелухи ячменя, а в среднем – на 51 г * кг^{-1} . Очевидно, что различия в переваримости шелухи ячменя вплотную зависят от содержания в ней β -глюканов. То есть β -глюканы – основной антипитательный фактор шелухи ячменя, как было установлено исследователями ранее. Однако, обработка ферментами оказывает относительно сильное воздействие на шелуху различных сортов ячменя с высоким содержанием β -глюканов. Таким образом можно ещё раз подчеркнуть, что добавка

ферментов может улучшать переваримость питательных веществ для растущих свиней, находящихся на рационах, базирующихся на ячмене. Величина реакции, однако, проявляется в зависимости от сорта ячменя.

Как указывалось выше, в опытах Torrallardona D., J.E. Nielsen and J. Brufau (2002) ферменты повышали кажущуюся илеальную переваримость сухого вещества, сырого протеина и всех аминокислот [717, 718]. Это увеличение оказалось статистически достоверным ($P < 0,05$) для большинства незаменимых аминокислот и было между 1 и 6% единиц переваримости. Количество клеток эндосперма с непереваренным белком и крахмалом было значительно ниже ($P < 0,05$) в случае добавки ферментного препарата. В клетках эндосперма было 39% и 45% непереваренного белка и крахмала, соответственно для опытной и контрольной группы, на рационе без ферментов. Ферменты также увеличивали кажущуюся переваримость сухого вещества и энергии. Переваримая энергия повышалась на 3% по сравнению с переваримой энергией ячменя без ферментов. Авторы пришли к выводу, что в среднем, использование ферментов повышает кажущуюся илеальную переваримость незаменимых аминокислот ячменя между 4 и 5 % (по отношению к контролю). И микроскопические исследования также доказывают положительное влияние ферментов на переваримость сырого протеина и крахмала за счёт деградации клеточных стенок эндосперма [449-455, 385-386].

В плане использования бифидопротекторов, относящихся к физическим характеристикам комбикорма, интересны опыты В.П. Северина (1990), в которых изучали влияние на рост поросят физико-химических свойств корма - рассыпного и гранулированного комбикормов [190]. В результате исследований было установлено, что скармливание поросятам, отставшим в росте, гранулированного корма (СК-3) способствует достоверному повышению прироста живой массы на 20 %, по сравнению с кормлением рассыпным комбикормом. Гранулированный корм поедался быстрее и с меньшим количеством остатков по сравнению с рассыпным. Затраты и стоимость гранулированного комбикорма на 1 кг прироста

живой массы были достоверно ниже по сравнению с рассыпным комбикормом. В опытной группе сохранность животных была выше на 2 %. Поросята, потреблявшие гранулированный комбикорм, были меньше подвергнуты кишечным расстройствам. В опытах было показано, что кормление комбикормом грубого помола снижает количество патогенных и болезнетворных энтеробактерий в желудочно-кишечном тракте свиней. У свиней на грубомолотых негранулированных кормах (Г-НГ) снижается кислотность кишечного содержимого, повышается концентрация органических кислот, анаэробных бактерий, увеличивается качественный состав микрофлоры желудка по сравнению с комбикормами тонкого помола и гранулированными (Г-НГ), грубого помола не гранулированными (Г-Г) или тонкого помола гранулированными (Г-Г). У свиней на рационе (Г-НГ) также снижается количество КОЕ *Salmonella*, определённых при посеве *in vitro* содержимого желудка и снижается количество колиформных бактерий в толстой и слепой кишках.

Состав корма и его физическая форма существенно влияет на распространение патогенных бактерий, таких как колибактерии и эшерихии. Комбикорм грубого помола активизирует развитие бактерий желудка, которые повышают продукцию молочной кислоты и других органических кислот, понижают кислотность [491]. Сальмонеллы и патогенные колибактерии угнетаются высокими уровнями молочной кислоты и снижается рН. Такие условия в желудке свиньи могут предотвратить развитие вредоносных бактерий внутри желудочно-кишечного тракта. В этом смысле желудок служит барьером и разрушителем их размножения у животных, содержащихся на неблагоприятных кормах в обстановке опасности инфекции через корм и фекалии.

Из опыта кормления свиней мы знаем, что при даче комбикорма с неудовлетворительными химическими свойствами (повышенный уровень клетчатки, дефицит белка при кормлении дертью из одного-двух злаков или избыток несбалансированного по лизину сырого протеина при кормлении кукурузным рационом) среднесуточные приросты живой массы на откорме

не превышают 260-300 г при затратах на 1 кг прироста от 6 до 8 кг. Эти случаи чаще всего встречаются в племенных хозяйствах, где не стоит конкретная задача производства свинины. В то же время в хозяйствах, производящих свинину, у животных, выращиваемых на комбикормах с удовлетворительными физическими и химическими показателями, среднесуточные приросты живой массы составляют 600-650 г при затратах 4,3-4,5 кг.

Общеизвестно, что зерновые культуры, имея почти одинаковое суммарное количество углеводов (80-85%), но в различном количественном и качественном соотношении, имеют и различную степень переваривания и использования в организме. Исходя из особенностей углеводного состава зерна злаков, применяемого в кормлении животных, установлено, что наилучшей доступностью к расщеплению обладают углеводы кукурузы, несколько меньшей – пшеницы, далее: ячменя, овса и ржи. Это обусловлено тем, что в зерне злаков наряду с легкопереваримыми углеводами (крахмалом, декстринами и сахарами) присутствуют труднопереваримые или непереваримые углеводные фракции, такие как целлюлоза, пентозаны, пектиновые вещества, β -глюканы, мананы, галактаны, ксиланы, арабины и др., объединённые Кириловым М.П. и др. (2004) общим названием некрахмалистые полисахариды (НПС) [79]. Они входят в состав клеточных оболочек зерна злаков. От возможности их расщепления в кишечнике свиней, обусловленного физическими и химическими характеристиками комбикорма, зависит его питательная ценность. Степень расщепления углеводов напрямую влияет на доступность к всасыванию в тонком кишечнике свиней аминокислот из шелухи и оболочки зерновок злаковых культур. И не последнюю роль здесь играет нормальная кишечная микрофлора, несколько изменяющаяся по периодам роста животных от отъёма до конца откорма. В оптимальном варианте она должна быть представлена, в основном, бифидобактериями. Именно они подавляют развитие патогенной микрофлоры, участвуют в синтезе витаминов и аминокислот, оказывают положительное влияние на структуру и

способность тонкого кишечника к всасыванию аминокислот эндогенного, кормового и микробияльного происхождения. Количество бифидо- и лактобактерий снижается при кормлении несбалансированным по питательным веществам кормом, плохом его санитарном состоянии, неудовлетворительных физических и химических характеристик, таких как степень помола, качество гранул, содержание неперевариваемой клетчатки (лигнина) и др. Вследствие этого снижается уровень иммунной защиты организма, увеличивается вероятность появления различных алиментарных заболеваний.

Обогатить кишечник полезной микрофлорой можно введением в рацион пробиотиков – заквасок и препаратов, содержащих бифидо- и лактобактерии. А более простой путь – использовать корма с оптимальными физическими и химическими характеристиками (степень помола и гранулирования, содержание клетчатки, влаги, пребиотиков - органических кислот), и как следствие этого – высокой доступностью аминокислот, способных самостоятельно стимулировать развитие анаэробных кислотолюбивых микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте животного.

Изучение влияния физических и химических свойств кормов, сбалансированности рационов по аминокислотам на состав кишечной микрофлоры у свиней, на обмен веществ и иммунный статус организма, и, в конечном итоге, на степень биологической трансформации питательных веществ представляет огромный теоретический и практический интерес в решении актуальных вопросов оптимизированного кормления с.-х. животных [684].

Поросята особенно чувствительны к антипитательным веществам сои и рапса (ингибиторов протеаз, лектинов, антиметаболитов фенольной природы и пр.). Всасывание ингибиторов протеаз может вызвать образование антител, повредить слизистую кишечника, снизить всасывание аминокислот и других питательных веществ корма.

Из литературных источников известно, что умеренное тепловое воздействие улучшает переваримость сырого протеина

корма в результате разрушения неустойчивых к температуре ингибиторов протеаз.

Селекция масличных культур, направленная на создание сортов с низким содержанием антипитательных веществ является актуальным направлением на пути разработки методов улучшения санитарного состояния, доступности аминокислот и общей питательности кормов. В Краснодарском крае выведены низкоингибиторные сорта сои Фора и Веста. В Новоалександровском районе Ставропольского края выращивают озимый рапс Праска и Валескас малым количеством глюкозинолатов и эруковой кислоты.

Соя с низким содержанием антипитательных веществ является непревзойдённым натуральным корректором белкового питания свиней, так как способна устранить дефицит незаменимых аминокислот, витаминов группы В и токоферолов, макро- и микроэлементов. В.С. Петибская (2006) отмечает достижения селекционеров и биохимиков ВНИИМК (г.Краснодар), создавших сорта с изначально пониженным содержанием самых термоустойчивых антипитательных веществ семян сои и одновременно повышенным уровнем сырого протеина [125]. В Краснодарском крае выведены низкоингибиторные сорта сои РВБ, Фора, Веста, Лиана, Алдана, Альба, Лира, Вилана с ТИА менее 18 мг/кг. У соевых бобов с высоким содержанием ингибиторов ТИА составляет 27-50 мг/кг.

Содержание ингибитора трипсина сои снижается с 17 до 3% в предварительно увлажнённом до 20% соевом шроте после прогревания его в течение часа при 100°C (204,207). В опыте на рано отнятых поросятах повышалась их продуктивность на рационе с прогретым при умеренной температуре (100-120 °С) соевым шротом [583]. Напротив, перегрев белка ведёт к снижению доступности большинства аминокислот [187]. Есть данные о частичном разрушении аминокислот при воздействии высоких температур (выше 120 °С), используемых в процессе выработки соевого, рапсового и подсолнечного жмыхов [187, 192, 629, 728]. Влаготермическая обработка сои, особенно с использованием высокого давления (до 1,4 атм.) автоклавирования, необходима для стартерных кормов, снижает

содержание антипитательных веществ, содержащихся в некоторых сортах (Ходсон, Юг-30, Лань) до 22-25 мг/кг.

В семенах рапса и его вегетативной массе может содержаться в значительных количествах эруковая кислота и глюкозинолаты. Содержание последних зависит от сорта. Баротермическая обработка рапса, также как и сои необходима для кормов возраста свиней 0-2 и 2-4 месяца.

Впервые результаты исследований питательной ценности рапсового шрота были опубликованы в Германии в 1872 году. Но сразу после этого появились сведения о наличии в рапсовых кормах токсических веществ, нарушающих обмен и усвояемость питательных и биологически активных веществ, отрицательно сказывающихся на здоровье свиней и воспроизводительных функциях, способных накапливаться в организме животных и получаемой от них продукции (мясо, молоко, яйца).

В рапсе содержится несколько десятков веществ, снижающих интенсивность обмена веществ и продуктивность животных. Кроме эруковой кислоты, выделяют фитины, фенолы, ингибиторы протеаз, гемагглютинины и глюкозинолаты. В организме животных эти вещества подвергаются ферментативному гидролизу, превращаясь в токсичные производные – гидроксазолы и изотиоционаты, хотя сами по себе глюкозинолаты не активны. Так, прогойтрин под воздействием фермента мирозиназы превращается в желудочно-кишечном тракте в гойтрин, который подавляет действие триметиламинооксидазы, фермента, ответственного за инактивирование триметиламина. Последний у кур-несушек может переходить в желток яйца, что придает ему неприятный «рыбный» запах и привкус. Также у кур наблюдались массовые кровоизлияния в печени, связанные с дегенерацией гепатоцитов, отклонениями в системе желчеобразования и просачиванием ферментов в плазму.

Эруковая кислота, входящая в состав жировой фракции семян рапса вызывает жировую инфильтрацию скелетной и сердечной мускулатуры, кровоизлияния в печень и снижает окислительные процессы в митохондриях сердечной мышцы. Характерное действие глюкозинолаты оказывают на щитовидную железу. Они уменьшают образование тироксина, что приводит к

усилению синтеза тиреотропина, приводящего к гипертрофии щитовидной железы [656].

Существуют различные методы и принципы определения глюкозинолатов в кормах и продукции. Как правило, массовую долю эруковой кислоты определяют методом газожидкостной хроматографии, а определение глюкозинолатов производят методом «глюкотест» с использованием реактивной бумаги «глюкотест» или «биофан Г». Легко и быстро определить концентрацию глюкозинолатов можно при помощи диагностических полосок для определения уровня сахара в крови. Для этого нужно взять 1 г семян жмыха (шрота), растолочь с активированным углем, добавить несколько капель воды и опустить на 1 минуту диагностическую полоску, затем сравнить окраску с прилагаемой шкалой. К современным лабораторным методам идентификации семян рапса на принадлежность их к безэруковым сортам и гибридам относится ядерная магнитная релаксация при температуре 10-40°C.

Высокая питательная ценность рапса и продуктов его переработки не позволяла ученым и практикам отказываться от их использования, несмотря на наличие в них антипитательных токсических веществ. Поэтому было разработано, принято и отвергнуто значительное количество приемов частичного снижения или полного инактивирования токсических веществ в рапсовых кормах.

А. Shieres и др. (1983) определяли влияние способа обработки на питательность рапсового шрота [675]. Обезвреживание проводили тремя способами: термической обработкой при 25°C и при 100°C без и с добавлением пара. Обработанные образцы шрота скармливали цыплятам-бройлерам в различные периоды выращивания. Установили, что прогревание до 100°C дополнительно разрушает мирозиназу рапсового шрота и улучшает его питательную ценность, использование пара при этом неэффективно. S. Slinger (1979) рекомендует обрабатывать рапсовые корма при температуре около 400 °C в течение 10 секунд, что полностью разрушает мирозиназу [686]. Авторы Lieden e.a. (1979) показали, что экстракция рапсового шрота в дистиллированной воде при 0 °C полностью удаляет все токсические веще-

ства и снимает их отрицательное влияние на рост и воспроизводительные способности животных [533]. По данным авторов Kozłowska, e.a. (1983), выдержка семян при температуре 100-180 °С в течение 30 секунд снижает активность ингибиторов трипсина на 98-99 %, мирозиназы рапсового шрота – на 92 % [514]. После обработки в рапсовой муке снижается содержание винилоксазолидинэтиона (на 40 %), но не уменьшается концентрация изотиоцианатов.

Ряд исследований ученых посвящен обработке рапсовых продуктов неорганическими и органическими кислотами. При этом используется соляная и серная кислота 5 и 10 % концентрации. Причем наиболее эффективным оказался гидролиз серной кислотой. Однако, по-нашему мнению, применение химической обработки рапсовых кормов не целесообразно из-за достаточно высоких денежных затрат на кислоты и экологической небезопасности данного метода. В последнее время четко прослеживается тенденция к увеличению уровня рапсовых кормов в рационах свиней. Это связано с созданием качественно новых сортов рапса во всем мире. Новые низкоглюкозинолатные безэруковые сорта 00- и 000-типа (со сниженным содержанием клетчатки и желтой окраской семенной оболочки) отличаются хорошо сбалансированным аминокислотным и, что не маловажно, составом жирных кислот, еще не учитываемым при составлении рецептов полнорационных комбикормов для свиней и птицы.

В настоящее время рапс и продукты его переработки рассматриваются как альтернатива дорогостоящим концентрированным кормам животного и растительного происхождения. Это связано с относительно невысокой ценой на рапсовые продукты, одновременно с высокой концентрацией в них обменной энергии, незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот.

В практике применения рапсовых кормов в животноводстве был накоплен достаточно большой опыт по обезвреживанию или устранению антипитательных веществ (глюкозинолаты, эруковая кислота, танины, клетчатка и др.) имеющихся в данных кормах. Но самым эффективным способом удаления нежелательных веществ в рапсе оказался селекционный. Поэтому целе-

сообразнее использовать современные сорта рапса 00-типа, чем удалять глюкозинолаты, эруковую кислоту и прочие антипитательные вещества из семян или продуктов их переработки.

Следует отметить, что в настоящее время стоимость 1 кг рапсового жмыха почти в 2 раза дешевле, чем соевого шрота, стоимость подсолнечного жмыха несколько ниже соевого, но выше рапсового. Эту разницу приходится учитывать при выборе источников белка для кормления сельскохозяйственных животных и птицы.

Опыты по микронизации зерна инфракрасным облучением, флакированию (пропаривание зерна с последующим плющением до хлопьев при избыточном или атмосферном давлении, экспандированию или экспансионной обработке (расплющивание при избыточном давлении и одновременная обработка паром) повышалось содержание легкорастворимых углеводов в зерне после гидролиза крахмала, зерно обеззараживалось и обсеменённость отсутствовала, у свиней увеличивалась переваримость сухого вещества корма и доступность аминокислот у свиней на 10 %, переваримость протеина - на 15-21 %, продуктивность - на 15 %, эффективность использования корма - на 13 % [37, 38, 84].

Мировые потери сельхозпродукции, связанные с её заражением плесенями хранения, представленными грибами-сапрофитами, составляют для кукурузы 3 %, пшеницы и ячменя – 3-5 %, масличных семян – до 12 %.

В Краснодарском, Ставропольском краях и в Ростовской области плесенями поражается от 30 до 50 % кормов при продолжительном, более трёх месяцев, их хранении. Обсеменённость грибами родов *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Candida* достигает $10^2 - 10^9$ спор в 1 грамме корма. Несмотря на слабую токсичность (определённую по кожной пробе на кроликах) до 50 % кормов, поражённых банальными нетоксикогенными грибами, представляют опасность для животных через кормление, а для человека - через употребление мясопродуктов.

Devegowda G. (2000) изучал микроскопические грибы *Aspergillus flavus*, Link. и *Aspergillus parasiticus*, Speare и

установил, что они могут достаточно хорошо развиваться и образовывать токсины на различных естественных субстратах и понижать переваримость белка [372].

Сравнение различных способов переработки мясосырья показало, что они не всегда устраняют споры грибов в готовой продукции.

В настоящее время существует масса методов улучшения санитарного состояния кормов. Детоксикантами и нейтрализаторами микотоксинов, инактиваторами продуцирующих их грибов могут служить соли железа, цинка, меди; органические кислоты (бензойная, аскорбиновая, лимонная, янтарная, яблочная, молочная), гидроокиси; ферменты и их препараты.

Особая роль в обезвреживании кормов от загрязнителей отводится кремний-алюминий содержащим органоминеральным адсорбентам, таким как диатомовая земля, бентониты, цеолиты, сапропели, галиты, активированный уголь, включаемым в кормосмеси в количестве от 1 до 5 % от сухого вещества рациона птиц, свиней и жвачных.

В экспериментах некоторых авторов практикуется введение в рацион свиней солей меди, цинка, кобальта, как возможных кофакторов ферментов метаболизма и повышения иммунитета, в количестве – 255 мг меди, 227 мг цинка и 12,4 мг кобальта на 1 кг кормовой смеси; при кормлении животных вволю. Однако при введении в рацион таких доз содержание этих элементов в мясосырье было выше допустимых норм по СанПиНу, принятому для производства продуктов детского питания.

Медь относится к биоэлементам и выполняет самые разнообразные функции в организме растений и животных. Это наиболее изученный элемент. Во вредном действии избытка меди решающую роль играет реакция Cu^{2+} с SH – группами ферментов. С токсикологической точки зрения представляет интерес то, что соли меди легко проникают в эритроциты и обладают гемолитическим эффектом. При их накоплении в крови появляется гемоглобин в плазме и моче, развивается анемия, снижается резистентность эритроцитов. При

хронической интоксикации медью и её солями возможны функциональные расстройства нервной системы, нарушение работы печени и почек, снижаются защитные реакции организма. Поэтому присутствие меди в продуктах питания строго нормируется [79].

В экспериментах некоторых авторов, как было указано выше, практикуется введение в рацион свиней солей меди как возможного кофактора ферментов метаболизма белков и усиления иммунитета. На 1 кг кормовой смеси – 255 мг меди, т.е. на 1 голову до 600 мг [128]. Однако при введении таких доз содержание этих элементов в мясное сырье оказывается выше допустимых санитарных норм, принятых для продуктов питания. Органические кислоты, особенно янтарная кислота является промежуточным продуктом в энергетическом обмене веществ животного организма - цикла окислительно-восстановительных превращений ди- и трикарбоновых кислот, образующихся в качестве промежуточных продуктов при распаде жиров, белков и углеводов. В последние годы изучается механизм действия янтарной кислоты на организм моногастричных животных с целью использования ее в качестве биологически активной добавки, улучшающей биодоступность белков [84]. Было установлено, что основой нормализующего действия янтарной кислоты на организм является усиление восстановительных процессов в биологическом и физиологическом смысле [37]. Янтарная кислота входит в состав многих продуктов питания человека. Она и ее производные в последнее время привлекают широкий интерес. Изучается механизм действия янтарной кислоты на организм человека и животных с целью использования ее в качестве детоксиканта для человека и животных [148].

Сбалансированное по незаменимым аминокислотам белковое питание животных является сопутствующим фактором детоксикации плесневелых кормов. Белки являются наиболее важными элементами питания организма. Биологическая ценность белков корма определяют наличием в их составе всех незаменимых аминокислот. Такие белки считаются полноценными. Однако требуется не только наличие незаменимых аминокислот в белке, но и соотношение их, удовлетворяющее потребности организма [62, 69, 82, 83].

В связи с этим проведён ряд экспериментов на животных и разработаны рекомендации по снижению прессинга плесневых грибов и других ксенобиотиков на здоровье, рост цыплят-бройлеров и свиней на выращивании и откорме, а также на качество производимого мяса сырья для выработки продуктов детского питания [37, 132, 133].

Обеспечение полноценности рационов по всем питательным веществам, особенно по доступным аминокислотам путём введения в рационы животных белково-витаминных и минеральных добавок, концентратов, иммуностимуляторов, ферментов является мощным фактором инактивации и даже полного устранения отрицательного воздействия токсикантов различной природы, присутствующих в кормах. В случаях заражения и поражения кормовых средств гнилями и плеснями хранения, составляющих более 50 %, ограничивают ввод таких кормов в рационы откармливаемых и лактирующих животных до 25-30 % от общей массы этих кормов. Технология выращивания молодняка свиней в стартерный период должна исключать использование заражённых и поражённых микроскопическими грибами кормов.

Решающая роль в обеспечении устойчивости животных к бактериальным инфекциям принадлежит фагоцитозу [21]. Рядом авторов изучалось влияние белкового компонента корма на формирование антител у вакцинированных животных. Установлено, что образование антител и плазмоцитарная реакция организма на антигенное раздражение находятся в зависимости от поступления в организм белков. Положительное влияние белков, органических кислот, витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ в рационах животных особенно заметно при скармливании рационов составленных из кормов, отягощённых присутствием плесеней. Биологическая ценность белков корма зависит от количества биодоступных незаменимых аминокислот, находящихся в соотношении их, удовлетворяющем потребности организма [37].

Антипитательные факторы сои, такие как глицининовый антиген, сапонины, ингибиторы трипсина содержатся в соевых бобах и жмыхе и шроте, полученных с нарушениями

термического режима. Умеренное тепловое воздействие улучшает переваримость сырого протеина корма в результате денатурации белков и разрушения, неустойчивых к температуре ингибиторов протеаз. Содержание ингибитора трипсина снижается с 17 до 3 мг/г ТИА в предварительно увлажнённом до 20% соевом шроте после прогревания его в течение часа при 100°C [325, 350].

В опыте на рано отнятых поросятах повышалась их продуктивность на рационе с прогретым при умеренной температуре (100-120 ° С) соевым шротом [350]. Напротив, перегрев белка ведёт к снижению доступности большинства аминокислот [30]. Есть данные о частичном разрушении аминокислот при воздействии высоких температур (выше 120°C), используемых в процессе выработки соевого, рапсового и подсолнечного жмыхов [163, 350, 395, 427-429]. Обработка рапса методом прессования также приводила к снижению доступности аминокислот [315, 317, 320]. Под воздействием высоких температур при выработке сухого молока доступность лизина может понизиться до 66 %, метионина – до 91 %, треонина – до 77 % [166, 281].

Есть данные о снижении доступности аминокислот перегретой рыбной муки, о чём свидетельствовали понижение растворимости белка при оценке *in vitro* [168] и высокие концентрации белкового азота в кале крыс и свиней [359].

Авторами изучено влияние температурной обработки или гранулирования на переваримость зерновых кормосмесей для поросят. Зерновые корма: в запаренной форме, гранулированные, после помола или баротермической обработки экструдированием, скармливали поросятам с живой массой 10-15 кг. Тепловая обработка уменьшала илеальную переваримость большинства питательных веществ, но повышалась мнимая доступность веществ, прошедших через нижние отделы кишечника, определённая анализом кала [684]. Гранулирование повышало илеальную переваримость большинства питательных веществ и показало высшую (всего кишечного тракта) переваримость энергии и общую питательную ценность (по калу). Длительное хранение кормов при повышенной влажности

снижает их биологическую ценность, в том числе и доступность отдельных аминокислот.

Кроме вышеперечисленных факторов, влияющих на доступность, необходимо отметить активность пищеварительной системы, которая зависит от сбалансированности рациона по всем элементам питания и, в первую очередь, по аминокислотам.

Таким образом, доступность аминокислот для свиней можно представить как функцию от многофакторной переменной.

Переваримость сырого протеина и доступность аминокислот необходимо рассматривать в тесной взаимосвязи с их обменом в желудочно-кишечном тракте [10, 24, 48, 87, 99, 104, 191, 201, 207, 270, 276, 280, 330, 340]. Наблюдали значительное увеличение аминокислоты лизина эндогенного происхождения в тонком кишечнике растущих свиней на рационе, дефицитном по лизину. Однако абсолютное его количество в содержимом илеума было значительно меньшим, чем у свиней, получавших сбалансированные по лизину рационы. Причём, количество эндогенного азота составило 15,5; 19,0 и 37,4 % от потреблённого сырого протеина, сбалансированного по лизину и заданного животным в рационе по норме, ниже и выше нормы, соответственно [124].

5. Способы оценки переваримости сырого протеина и доступности аминокислот при переваривании в желудочно-кишечном тракте у свиней

При изучении доступности аминокислот широко применяются ростовые методы *in vivo*. В пошаговом «slope» – методе сравнивают интенсивность роста животных, получающих изучаемый источник аминокислот и эталонный с разными градациями теоретически полноступенных аминокислот [124].

Эталонный искусственный рацион (ЭР) составляют из заменимых и незаменимых кристаллических аминокислот,

витаминных препаратов, микро- и макроэлементов в соответствии с потребностью, а также из крахмала, растительного масла и клетчатки. Смесь содержит все аминокислоты за исключением изучаемой, например, лизина. Кристаллический лизин с условной доступностью 100 % добавляют к ОР в различных количествах, например, ОР+0,05; ОР+ 0,1; ОР+0,6; ОР+0,7 лизина.

По росту животных на этих рационах строят эталонный расчётный график роста, накладывая на ось абсцисс содержание доступного лизина в рационе, а на ось ординат – показатели роста в виде прироста живой массы в граммах. Испытуемый источник белка, например, пшеница, вводится в основной рацион взамен крахмала, например, ОР (25), ОР (50); ОР 75) % пшеницы. При этом предполагается, что рост животных будет изменяться только от уровня доступной аминокислоты при прочих аналогичных условиях.

По расчётному графику находят, какому количеству аминокислоты соответствует тот или иной показатель роста.

Доступность аминокислоты рассчитывается по формуле (1):

$$A_d = \frac{A}{A_k} * 100, \text{ где (1)}$$

A - количество аминокислоты, найденное по расчётному графику роста ;

A_k - количество аминокислоты, найденное по результатам аминокислотного анализа корма.

Разновидностью описанного метода может служить ростовой метод «замещения» для определения доступности лизина. Он основан на оценке способности исследуемого белка компенсировать недостаток лизина в стандартном рационе с 25 % пшеничного глютена, содержащем все незаменимые аминокислоты, кроме лизина [28].

Метод оценки доступности аминокислот, основанный на количественном определении пула свободных аминокислот венозной крови, взятой непосредственно из воротной вены печени через катетер, заимствован из медицинской практики и

модифицирован для животных [214, 359-365, 368, 370, 424, 704, 720].

Насыщение плазмы крови печёночной воротной вены свободными аминокислотами строго зависит от поступления аминокислот корма из кишечника свиней. Этого нельзя сказать об артериальной крови, где эта зависимость не прослеживается [191]. Аминокислоты корма, освобождаются при переваривании в кишечнике в соотношениях, сходных с теми, которые имеются в сыром протеине корма, и всасываются относительно быстро и приблизительно в тех же соотношениях [362]. Для количественного определения всосавшихся аминокислот необходимо учитывать скорость кровотока, площадь сечения сосудов, взятых для исследования, пул аминокислот эндогенного происхождения. Скорость кровотока установить сложно технически. Однако R. Braude утверждает, что скорость потока портальной крови значительно повышается после кормления, соответственно происходит более интенсивный отток аминокислот без особых изменений со стороны концентрации ПСА [308-310].

Биохимические методы оценки доступности *in vitro* используются некоторыми авторами. Так, Vabinszky, e.a. (1990), Cone (1993) использовали пепсин-панкреатиновый метод.

Boisen и Fernandes (1995), Boisen, (1998) усовершенствовали этот метод, основанный на пепсин-панкреатиновом переваривании изучаемого белка вне живого организма в различных средах с препаратами протеолитических энзимов пищеварительных желёз животных: пепсином, панкреатином, трипсином, химотрипсином, эрепсином, проназой, натуральными желудочным и кишечным соками [303-305]. Количественно определяются доступные аминокислоты, освобождённые в процессе ферментализации *in vitro*, попадающие в диализат. Метод высоко воспроизводим (Yin, 2000, Balle, 2002). И достаточно высока корреляция коэффициентов доступности аминокислот, полученных этим косвенным методом, с данными прямых *in vivo* [282, 753].

Yin с соавторами (2002) при изучении переваримости ячменя, пшеницы, соевой и рапсовой муки параллельно

поставил опыты на растущих поросятах и крысах *in vivo* и использовал метод *in vitro* [752]. Использовали для свиней илеальный метод, а для крыс – метод убоя.

Balle (2002) доказал, что крысы могут быть чёткой тест-моделью для растущих свиней [282]. Переваримость *in vitro* была определена с использованием пепсина и панкреатина. В основном хорошее соответствие (воспроизведение результатов, сходимось) отмечено для всех трёх методов. Метод *in vitro* удобен малым количеством образцов, его можно использовать при оценке переваримости сырого протеина и аминокислот кормов без данных опытов *in vivo*.

Биохимический метод Карпентера *in vitro* [37, 157, 158] оценки доступности лизина (основной незаменимой аминокислоты для свиней) основан на реакции эpsilon-аминогруппы лизина интактного белка с I-фтор-2,4-динитробензолом с образованием прочно окрашенного соединения эpsilon-2,4-динитрофениллизина, содержащего доступны лизин. При кислотном гидролизе белка, предварительно обработанного I-фтор-2,4-динитробензолом, ДНФ-лизин высвобождается из белковой молекулы. Его отделяют от других сопутствующих веществ и проводят количественное определение. Метод не достаточно пригоден для кормов, богатых карбогидратами, поскольку в процессе кислотного гидролиза значительная часть ДНФ-лизина под воздействием углеводов разрушается. Возникают и другие помехи, связанные с образованием сопутствующих ДНФ-лизину окрашенных продуктов. Впоследствии авторы применили хроматографическую колонку с ионообменной смолой для разделения лизина и колориметрического определения его в элюате. Этот метод был модернизирован рядом исследователей. Известна модификация Роуча и Сандерсена как «silcock» - метод, в переводе - метод «остаточного лизина» [Цит. по 47] доступный лизин определяется по разности между общим содержанием его в кислотном гидролизате зерна и остаточным лизином в гидролизате того же образца, но предварительно обработанного I-фтор-2,4-динитробензолом. Остаточный – это недоступный для кишечного усвоения лизин, но освобождаемый

от блокирующих его веществ в результате кислотного гидролиза. К этой модификации метода есть и дополнения

Так, доступный лизин в виде соединений ТНФ и ДНФ определяется путём спектрофотометрии, а метод назван «объединённым ДНФБ-лизиндекарбоксилазным» [47, 101, 103, 105, 192]. По мнению авторов химические методы удобны для широкого использования в условиях производственной аналитической лаборатории.

Известен опыт исследователей в использовании культур микроорганизмов при изучении доступности аминокислот. Надёжность этого метода зависит от адекватности потребностей в аминокислотах микроорганизмов потребностям в таковых изучаемого животного [37]. Принцип метода заключается в сравнении роста бактериальной культуры на контрольных средах-стандартах со смесью аминокислот с известным содержанием доступной аминокислоты и опытных средах с испытуемой аминокислотой. Используются микроорганизмы *Streptococcus zymogenes* или *Tetrahymena pyriformis* [37, 620-621]. Первые применяются для определения доступного метионина после предварительной обработки исследуемого материала папаином. С помощью вторых можно определить доступность лизина. Методы достаточно трудоёмкие из-за чувствительности микроорганизмов к различным воздействиям со стороны небелковых компонентов корма и поэтому используются в исследованиях ограниченно [37].

Таким образом, в условиях необходимости рационального использования кормовых ресурсов очевидна значимость знания доступности аминокислот кормов и кормовых смесей для оптимизирования рационов и поиска самого точного и технически выполнимого метода её оценки в условиях научного эксперимента.

В отечественной и зарубежной научной практике апробировано множество методов оценки доступности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Чаще других используют метод Куикена или (Т) традиционный метод [37, 515]. Он особенно ненадёжен при изучении растительных кормов с низкой биологической ценностью белка. Причина

неточности метода - переоценка получаемых показателей доступности всасывания аминокислот. Этот момент объясняется тем, что биохимические превращения аминокислот и метаболические процессы, связанные с микрофлорой толстой кишки, не сказываются на усвоении азота организмом свиней, а продуктивное всасывание аминокислот завершается в подвздошной кишке - каудальной части илеума.

При определении доступности аминокислот кормов, особенно зерновых, бобовых или белковых концентратов, подвергнутых чрезмерной или недостаточной тепловой обработке, более эффективен илеальный метод (И).

В отечественной научно-хозяйственной практике метод (И) не нашёл широкого применения. Пока ещё нет статистически наработанных данных о доступности аминокислот традиционного набора кормов, используемых в кормлении свиней. Поэтому работа с методом (И) и нормирование рационов для свиней по доступным аминокислотам представляет особый научный и практический интерес для оптимизации кормления, использования нетипичных кормовых средств и экономии кормов.

Наиболее широко используется метод определения переваримости азотсодержащих веществ корма, впервые предложенный в начале прошлого столетия К.Thomas (1909) и разработанный в 1923-1924 гг. Н.Н. Mitchell и зарегистрированный в качестве стандартного для определения биологической ценности продуктов питания всемирными организациями ФАО и ВОЗ в 1966 году [565, 566, 716]. Метод основан на количественной оценке азота корма, оставшегося от переваривания в желудочно-кишечном тракте животных. К.Thomas (1909), изучая вопрос об обмене азота в организме и биологической ценности белка как процентном отношении отложенного азота к переваренному в кишечнике, предложил формулу (2) переваримости азотсодержащих веществ [716]:

$$N_{II} = \frac{N_k - N_{кл}}{N_k} * 100, \text{ где (2)}$$

$N_{п}$ - переваримость азотсодержащих веществ в %;
 $N_{к}$ - азот корма;
 $N_{кл}$ - азот кала.

Этот метод используется в биологических опытах *in vivo* и при определении биологической ценности кормов для сельскохозяйственных животных.

Н.Н. Mitchell модифицировал описанный метод и, указав на значимость учёта эндогенных потерь азота с остатками от переваривания, внёс поправки в метод Томаса и предложил свою формулу (3) определения истинной переваримости азотсодержащих веществ [565, 566]:

$$N_{ипп} = \frac{N_{к} - (N_{кл} - N_{об})}{N_{к}} * 100, \text{ где} \quad (3)$$

$N_{ипп}$ – истинная переваримость азотсодержащих веществ в %;

$N_{к}$ - азот корма;

$N_{кл}$ - азот кала;

$N_{об}$ - обменный азот кала, выделенный из кишечника на безбелковом искусственном рационе.

К.А. Kuiken, Lyman С.М. в 1948 г., изучая доступность для моногастричных отдельных незаменимых аминокислот корма, в первые применили формулы Томаса и Митчелла для оценки кажущейся (4) и истинной (5) доступности аминокислот [515]:

$$A_{д} = \frac{A_{к} - A_{кл}}{A_{к}} * 100, \text{ где} \quad (4)$$

$A_{д}$ – кажущаяся доступность аминокислоты в %;

$A_{к}$ - количество аминокислоты в потреблённом корме;

$A_{кл}$ - количество аминокислоты, выделенной с калом.

$$A_{\text{ид}} = \frac{A_{\text{к}} - (A_{\text{кл}} - A_{\text{об}})}{A_{\text{к}}} * 100, \text{ где} \quad (5)$$

$A_{\text{ид}}$ – истинная доступность аминокислоты в %;

$A_{\text{к}}$ - количество аминокислоты в потреблённом корме;

$A_{\text{кл}}$ - количество аминокислоты, выделенной с калом ;

$A_{\text{об}}$ - количество аминокислоты (обменной), выделенной с калом на безбелковом искусственном рационе.

Метод Куикена и Лимана в зарубежных публикациях переводится как метод «фекального индекса», мы называем его традиционным [129, 140, 286-290, 314-323]. При оценке доступности аминокислот этим методом высока вероятность получения недостоверных данных относительно истинного количества аминокислот, поступивших в общий фонд обмена из пищеварительного канала свиней.

Равноценна предыдущей несколько иная формула (6) определения коэффициента истинной доступности аминокислоты (ИДА) авторов Pascal Leterme, Bernard Sève and André Théwis (1998) [526, 671]:

$$\text{ИДА} = 100 * [1 - (\text{АА илеума} - \text{АА илеума } \text{Э} / \text{АА корма})] \quad (6).$$

Результаты наших ранних исследований указывают на значительные недостатки традиционного метода ФИ при оценке доступных аминокислот кормов, особенно характеризующихся низкой переваримостью сырого протеина [26].

При использовании метода Куикена, по мнению ряда авторов, существует тенденция к увеличению погрешности в направлении значительного завышения коэффициентов доступности аминокислот по мере уменьшения биологической ценности кормового белка [685, 705-708, 710, 725, 728, 751, 756-769].

Пищеварительный тракт моногастричных отличается разнообразием населяющих его микроорганизмов, значение которых для усвоения питательных веществ и нормальной жизнедеятельности организма хозяина точно не установлено.

В работе, посвящённой количественной оценке микрофлоры убойных свиней 6-месячного возраста, максимальная активность микроорганизмов отмечена в толстом кишечнике, а минимальная – в желудке [194, 195]. Уровень потребления корма или содержание воды в рационе не влияли на состав микрофлоры кала. Тип углеводов и клетчатки, а также их количество, напротив, существенно влияли на активность микроорганизмов толстого кишечника. Тем не менее, микрофлора относительно постоянна у растущих свиней, а плотность её скопления в толстом кишечнике сходна с рубцовой микрофлорой у жвачных животных.

Стенки толстого кишечника не выделяют пищеварительных ферментов, а поступившие из верхних отделов пищеварительного тракта расщепляются микрофлорой.

Рост микрофлоры и её активность в значительной степени зависят от времени пребывания непереваренных остатков корма в слепой кишке и нижних отделах кишечника. Медленная эвакуация кормовых остатков из толстого кишечника определяется значительным объёмом слепой и антиперистальтическими движениями толстой кишки. Активность микрофлоры поддерживается регуляцией кислотности среды со стороны образующихся летучих жирных кислот.

Микрофлоре присуща протеолитическая, дезаминирующая и декарбоксилирующая активность .

Buraczewska L., Buraczewski S изучали дезаминирование аминокислот путём инкубирования в анаэробных условиях содержимого толстого кишечника с казеиновым гидролизатом – источником свободных аминокислот [316-321]. Степень дезаминирования составила 24 % [Цит. по 137]. Аммиак, образующийся при полном расщеплении аминокислот, частично диффундирует в кровь через кишечную стенку, причём степень диффузии прямо пропорциональна щёлочности среды.

Наряду с расщепляющей имеет место и синтезирующая деятельность микрофлоры в просвете толстого кишечника. Бактериальный белок синтезируется из аммиака, а некоторые штаммы бактерий для этого используют пептиды и свободные

аминокислоты. Активное всасывание аминокислот из толстой кишки практически отсутствует у взрослых моногастричных, однако возможность незначительной пассивной диффузии не исключена [315, 322].

В зависимости от состава рациона 10-50 % азота корма, смешанного с эндогенным азотом, поступает в толстый кишечник. Кроме этого, небольшое количество мочевины плазмы крови выделяется в полость толстых кишок. Количество кормового и эндогенного азота, поступающее в слепую кишку не является установленной величиной.

Авторы, используя изотопный метод, определили, что эндогенный азот не кормового происхождения у свиней составляет 60-90% азота остатков от переваривания в кишечнике [315]. К подобным выводам пришли и другие исследователи, изучая эндогенные поступления у свиней с фистулами (канюлями) кишечника: 50-80 % азота кала свиней не имеет прямого отношения к корму [200]. Колебания количества непереваренного кормового азота в кале незначительны [317].

Кормовой азот аминокислот кала, в отличие от такового в конце тонкого кишечника, часто не превышает 5 % от потреблённого, что свидетельствует о его «исчезновении» из просвета толстого кишечника. Есть данные, что «исчезновение» аминокислот в толстом кишечнике снижается при повышении содержания клетчатки в рационе, в то же время увеличивается синтез микробного белка [430].

6. Определение доступности к всасыванию аминокислот в терминальном илеуме свиней. Инертные метчики

Физиолого-биохимический процесс всасывания большей части аминокислот из просвета желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма моногастричных происходит в тонком кишечнике. В соответствии с теорией мембранного пищеварения Уголева А.М. переваривание белка и пептидов в тонком кишечнике идёт в три этапа: предварительный гидролиз в

просвете кишечника, затем – мембранный гидролиз, и всасывание. В исчерченной каёмке эпителиоцитов (слое гликокаликса) осуществляется транспортное всасывание из экстрацеллюлярной жидкости внутрь кишечных эпителиоцитов через плазматическую апикальную мембрану, а из них – в кровь (Уголев А.М., 1972). Ферменты предварительного гидролиза локализованы в просвете кишки, а мембранного – на поверхности микроворсинок слизистой кишечника. На процесс всасывания влияют физические и химические факторы: внутрисполостное и фильтрационное давление, градиент концентрации аминокислот, осмотическое давление, время контакта с кишечными соками. Некоторые D-аминокислоты, например, D-метионин (слабее D-гистидин и D-аланин), всасываются против градиента концентрации путём диффузии. Причём, в отличие от диффузии, более концентрированный раствор аминокислот замедляет их активный транспорт. Активный транспорт аминокислот против градиента концентрации происходит при определённых концентрациях субстрата, не превышающих критический уровень [213]. Всасывание L- изомеров большинства аминокислот из рацематов идёт быстрее, чем соответствующих D-энантиоморфов с одним и тем же размером и массой (Gibson Q.H., Wisman G., 1951). Таким образом, активный транспорт аминокислот обладает стереоспецифичностью и способностью всасывания L-аминокислот против градиента концентрации [433]. Все ферментные системы тонкой кишки свиньи начинают функционировать в полной мере к моменту отъёма (на 20-21 день), который связан с переходом на дефинитивное питание (Н.П.Бехтерева, В.А.Кисляков и др., 1977). В это время устанавливается транспорт аминокислот, липидов [14]. Тонкая кишка (от привратника до подвздошно-слепки кишечной заслонки Баугина) делится функционально в проксимально-дистальном направлении на двенадцатиперстную (*duodenum*), тощую (*ejunum*) и подвздошную (*ileum*) кишки. Поступающий из двенадцатиперстной кишки частично переваренный белок корма с пищеварительными соками и жёлчью подвергается действию кишечных ферментов, осуществляющих мембранное пищеварение и всасывание продуктов гидролиза белка аминокислот и реже - пептидов. Тощая и подвздошная кишки не

имеют чёткой границы раздела и функционально равноценны в отношении всасывания аминокислот. Визуально отмечено, что брыжеечный жир не доходит до края подвздошной кишки и она, в отличие от тощей, имеет более тонкие стенки и более узкий просвет. Подвздошная кишка располагается в нижнем правом отделе среднего этажа брюшной полости, а её каудальная часть – в районе «голодной ямки» свиньи. Подвздошная кишка завершается илео-колоно-цекальным клапаном или заслонкой, состоящей из двух неравных створок и уздечки, два мышечных слоя которой переходят из подвздошной кишки: кольцевой и продольный, проходящий через основание клапана (заслонки). Эти два слоя мышц не позволяют химусу поступать в обратном направлении и являются барьером для микрофлоры толстого кишечника. Стенка илеума состоит из нескольких слоёв: слизистого эпителия, подслизистой основы, мышечной и серозной оболочек, белки которых обновляются из фонда не только эндогенов, но и аминокислот корма. В исчерченной каёмке эпителиоцитов кишечных ворсинок нижней подвздошной кишки в отличие от верхних её участков уменьшена активность ряда гидролитических ферментов, здесь градиент переваривания белка и всасывания аминокислот снижается. По мере приближения к толстой кишке увеличивается количество микрофлоры. Haubrich W.S. в 1969 году установил, что в илеуме происходит всасывание основной массы кормовых и эндогенных аминокислот [461].

Всасывание аминокислот имеет свою топографию [265]. В верхних отделах тонкого кишечника всасывается до 84 % лейцина, метионина, цистина, цистеина и валина (Adibi S.A., 1969). Лизин всасывается в тощей и подвздошной кишках, но по данным Wakita M., Hoshino S., Moromoto K. (1970) незначительное количество лизина может всасываться путём пассивной диффузии в слепой, толстой и прямой кишках кур [734]. Тирозин всасывается в нижней части илеума. Остальные аминокислоты большей частью всасываются в середине тонкого кишечника. Ни один из исследователей, как утверждает Binder H.I. (1970), не наблюдал активного транспорта аминокислот в толстом кишечнике [302].

При переваривании белка лимитирующим фактором является не скорость гидролиза, а интенсивность всасывания аминокислот [406]. Среди аминокислот есть активаторы всасывания, так аланин и лейцин усиливают скорость всасывания лизина [402], активируют всасывание аминокислот, АТФ, ионов Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и солей фосфорной кислоты [233]. Всасывание аминокислот связано с фосфорилированием и ферментом фосфоамилазой. Механизм всасывания связан с возникновением градиента концентрации фосфорилированных промежуточных продуктов в клетках кишечной стенки и их диффузией в кровь.

Авторы отмечают среди аминокислот конкуренцию и антагонизм при всасывании в кишечнике. Cori C.F.(1926) впервые отметил конкуренцию между аланином и глицином. L-триптофан замедляет всасывание L-гистидина, а обратного влияния гистидина на триптофан не обнаружено [354].

Jacobs F.A., Taranasky W.G. (1963) обнаружили, что антагонисты абсорбции L-тирозина не влияют на его захват ферментом-переносчиком, но препятствуют прохождению через стенку кишечника в кровь. Основные (лизин, орнитин) и кислые (глутаминовая кислота) не влияют на транспорт нейтральных аминокислот [480]. Среди нейтральных есть конкуренция: L-метионин тормозит всасывание L-пролина, L-гистидина – L-глицина (Wiseman G., 1955). Скорость всасывания нейтральных аминокислот в тонком кишечнике распределяется в следующем порядке, по убывающей: метионин, гистидин, пролин, глицин. Кроме этого, метионин и гистидин имеют меньшую скорость транспорта, а глицин и пролин – большую, но метионин и гистидин тормозят транспорт глицина и пролина. Высока активность транспорта у аргинина, лизина, орнитина и цистина, но они конкурируют между собой за переносчик. Конкуренция среди аминокислот отмечена и за источники энергии, ионы натрия, необходимые для транспорта. В тонком кишечнике всасываются сахара, основная масса воды и хлорида натрия, имеющие большей частью эндогенное происхождение из верхних отделов тонкого кишечника. Транспорт аминокислот является сахаро- и Na^+ -зависимым процессом. Транспорт аминокислот зависит от метаболической энергии, электролитов и витаминов. Существуют

основные кинетические константы транспортируемых аминокислот. Они характеризуют скорость всасывания и сродство аминокислот к транспортным субстанциям. Имеет значение стерическая структура функциональных групп аминокислот, которая образует комплекс с переносчиком. Природные L-изомеры имеют функциональные группы вокруг α -углерода. Наличие α -аминогруппы способствует активному транспорту. При замене α -аминогруппы аланина на гидроксильную группу снижается всасываемость этой аминокислоты. Если группа переходит в β -положение (например, β -аланин), то также снижается скорость всасывания.

Наjjar J.J., e.al. (1970) заменил аминогруппу фенилаланина в первом варианте на водород, во втором – на гидроксильную группу. При этом всасываемость уменьшалась в два раза [447]. Свободная карбоксильная группа также участвует в активном транспорте. Например, метилирование группы у фенилаланина уменьшает всасывание. Наряду с этим есть мнение авторов, что конкуренция практически не обнаруживается при нормальном физиологическом процессе всасывания кормовых аминокислот, т.к. в химусе присутствует эндогенный пул, который поддерживает концентрацию аминокислот [212].

Ультраструктурный механизм всасывания аминокислот заключается в активном транспорте. У новорожденных поросят в тонком кишечнике наблюдается пиноцитоз – всасывание путём пассивной диффузии негидролизированных белков клетками энтероцитов [371]. У отъёмышей и до зрелого возраста всасываются, в основном, аминокислоты, хотя пиноцитоз частично допускается авторами у взрослых моногастричных животных [343]. Белки или пептиды могут поглощаться кишечной клеткой путём пиноцитоза или инфузорно через эпителиальные клетки и все слои кишечной стенки.

Agar W.T., et al. (1953); Ugolev A.M. (1966) упоминают о присутствии оксипролиновых, β -аспарагиловых и β -глутамиловых, глицил-глициновых устойчивых к ферментам пептидов в моче [266, 722]. По мнению авторов повышение концентрации аминокислот в портальной крови не служит доказательством их всасывания в кишечнике [369]. Часть аминокислот

имеет эндогенное происхождение и является остатками от синтеза тканевых белков не только из свободных аминокислот, но и из пептидов, находящихся в крови портальной вены.

Среди новых, но не нашедших широкое распространение, методов изучения переваримости сырого протеина и всасывания аминокислот известен метод нейлоновых мешочков [337].

Cherian, Sauer; Thacker (1988) изучали кажущуюся переваримость белка соевой, рапсовой и мясокостной муки у свиней йоркшир*лакомб с живой массой 45,0 кг и дуоденальной канюлей, установленной в 10 см от пилорического сфинктера. Мешочки с изучаемым кормом (по типу метода *in situ* у КРС) после обработки пепсином помещали в фистулу дуоденума и вылавливали или в илеуме или в конце пищеварительного тракта. Этот метод довольно трудоёмкий, его преимущество только в том, что большее количество образцов можно пропустить через кишечник. Однако невозможно установить истинную доступность аминокислот этим методом.

В исследованиях по биохимии и физиологии питания животных с однокамерным желудком установлено, что переваривание кормового белка и продуктивное всасывание аминокислот завершается в конце тонкого кишечника (ileum) – подвздошной кишке, в участке, граничащем со слепой кишкой (*caecum*). Поэтому авторы считают целесообразным определять доступность аминокислот по содержимому подвздошной кишки, тем более, что остатки корма, следуя из подвздошной в слепую кишку и далее, в толстый кишечник (*colon*), подвергаются длительному воздействию микрофлоры. По мнению многих исследователей, этот метод исключает возможное искажение результатов оценки доступности влиянием микрофлоры толстого кишечника и является более надёжным. В настоящее время во многих странах (Польша, Франция, Канада, Австралия, Япония, и др.) вышеуказанному методу уделяется особое внимание при изучении доступности аминокислот для свиней.

Метод оценки доступности по содержимому нижнего участка подвздошной кишки (И) (находящегося на расстоянии 1-10 см от границы со слепой кишкой, легко определяемой по сфинктеру – «баугиновой заслонке») осуществляется на

фистулированных животных. Содержимое ПК отбирается через фистульное отверстие, оформленное одиночной простой Т – образной канюлей или внешним анастомозом.

Авторы [351] изучали муку канолы и муку ячменя в терминальном илеуме на 4-х илеостомированных боровках йоркширах с живой массой 33,6 кг. Базовая диета включала 16 % сырого протеина.

Nyachoti e.a. (1997) использовали окись хрома в количестве 0,5 % от сухого вещества рациона в качестве непереваримого инертного маркера для базовой диеты при определении кажущейся переваримости или окись титана (0,5 %) для определения истинной переваримости [597]. Образцы илеального содержимого отбирали 16 раз за 24 часа. Возврат сухого вещества составил для ячменя и канолы– 74,2 % (n=7, SD= 4,2).

Все существующие оперативные способы фистулирования и оформления фистул мы делим на два вида: простые фистулы и анастомозы [30, 34-36]. Сбор содержимого подвздошной кишки в этом случае производится через Т-образную металлическую, тефлоновую или пластиковую канюлю диаметром 10-25 мм и длиной тубуса 60-120 мм (в зависимости от размера животного). Аликвоты содержимого подвздошной кишки отбирают через равные промежутки времени. Суточный объём содержимого подвздошной кишки находится расчётным путём, методом «индекса маркера». Авторы Mroz e.a. (1994) разработали способ сбора содержимого илеума через большую простую Т-образную канюлю, установленную в цекуме (слепой кишке) непосредственно в районе илео-цекального клапана (баугиновой заслонки). Такой метод (SICV) более удобен ещё и тем, что имеют место самые незначительные последствия после хирургического вмешательства и при этом сохраняется целостность и «чистота» микрофлоры тонкого кишечника [574]. Способ простого Т-канюлирования был использован многими отечественными и зарубежными авторами [735], а в последние несколько лет - наиболее успешно в сельскохозяйственном институте Дании. Но повторяемость результатов зачастую была с большими отклонениями от среднего. Кроме того, способ

SICV был более удачным с точки зрения повторяемости результатов оценки доступности питательных веществ с использованием инертных маркеров. По одному поросёнку (35 кг) от каждого из пяти помётов были подвергнуты хирургическому T-канюлированию (канюля 16 мм в диаметре) или устанавливалась SICV-канюля. После 14-дневного восстановительного периода свиней кормили диетами в соответствии со схемой латинского квадрата 5*5 групп-периодов. Экспериментальные диеты состояли из безазотистой смеси или соевой муки, подсолнечниковой муки, гороха или рапсового шрота, разбавленных до 16 % сырого протеина с помощью безазотистой смеси. Свиней кормили 3 раза в сутки с интервалами 8 часов. Каждый экспериментальный период продолжался 14 дней. Первые 4 дня свиней кормили стандартной диетой для растущих свиней, последующие 10 дней - экспериментальной диетой. Проводили два 8-часовых периода сбора илеального содержимого в течение одних суток. Воду подавали вместе с кормом (2,5 литра на 1 кг корма).

Образцы илеального содержимого собирали в стаканчики, прикрепляемые к канюле, а затем аликвоты, содержащие инертный маркер, помещали в пластиковые боксы.

Сравнивали два метода канюлирования по каждой диете и сходимость результатов. Надёжность определений каждого из двух способов определена как «воспроизводимая» по среднеквадратическому отклонению.

Воспроизводимость определяли по формуле: $X_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$, где $X_{ij} = j^{\text{th}}$ - количество повторений определений i^{th} образца, μ_i - среднее i^{th} образца и ε_{ij} - отклонение от средней величины.

Парные простые фистулы подвздошной кишки можно использовать для сбора полного объёма содержимого подвздошной кишки за интересующий исследователя промежуток времени без применения инертных маркеров.

А.Ч. Ли в 1985 году предложил применять для этих целей баллоно-закупоривающее устройство [92]. Обычно фистулы соединяют снаружи кишечным мостиком (анастомозом) из эластичных материалов. Анастомоз может быть установлен в подвздошной кишке, или между концом подвздошной и

началом слепой. По мнению оппонентов [164, 173], обоснованно подвергших критике эти два варианта анастомозов, основными их недостатками является нарушение иннервации баугиновой заслонки, ослабление перистальтики кишечника в этом участке, систематическая закупорка тубуса верхней подающей канюли и образование сигмовидного кармана выше установленного анастомоза. Кроме этого, во втором варианте выходит из строя баугинова заслонка, являющаяся физиологическим барьером для бактерий слепой кишки. Этими авторами [314, 377, 459, 478] предложен третий способ фистулирования - илео-колонический. Этот способ заключается в отпрепарировании подвздошной кишки в районе баугиновой заслонки вместе с лоскутом ткани и слизистой слепой кишки с последующей установкой в этот участок втулкообразной канюли «конец в конец» (1,2), резекции слепой кишки и установке нижней Т-образной канюли в верхний конец колона (толстой кишки), примыкающего к цекуму (слепой кишке). Отпрепарированный верхний конец колона оформляется в культю путём инвагинации слизистой оболочки при помощи наружных серозных швов (2). Авторы этого способа, исследуя все существующие методы в сравнительном аспекте, пришли к выводу, что эвакуация содержимого подвздошной кишки в колон наиболее облегчена через постзаслоночный илео-колонический анастомоз [30]. Однако недостатком этого метода является резекция слепой кишки, удаление которой нарушает водно-солевой обмен кишечника. Можно использовать этот способ без удаления цекума и в этом случае мы не нарушаем водно-минеральный обмен.

Показателен пример проверки сходимости результатов трех лабораторий Франции по оценке доступности или переваримости (TID) аминокислот при использовании нескольких техник хирургического вмешательства по установке канюль и анастомозов, такие как илео-колонический анастомоз (Darcy, Laplace, 1980), илеоректальный конец в конец (Torralladona, 2002), илео-ректальный анастомоз с изоляцией толстого кишечника (Simon Green, e.a., 1987-1989), превальвулярный анастомоз (IRA) (Laplace e.a., 1994) [355-358, 378, 438, 439, 667, 713, 714]. Авторы высказывают мнение, что техника канюлирования не влияет значительно на данные переваримости

сухого вещества, сырого протеина и аминокислот (Sève., 2002). Однако необходимо подчеркнуть, что наиболее физиологичным является простое одиночное или парное илеостомирование подвздошной кишки, не нарушающее целостности кишечника и сохраняющее функцию илео-цекальной перегородки [378, 459].

Fenton (1979) в своём обзоре подчёркивал необходимость использования метода одиночного простого Т-образного фистулирования и усовершенствования применения инертных маркеров в отношении эффективности их использования [398]. Тем не менее, способы канюлирования незначительно влияли на переваримость питательных веществ. Получены хорошие результаты, где разница в способах была в пределах 5-6 %.

Широко известные авторы Just A., Fernandes J.A., Jørgensen H. (1982), Fuller (1984-1989) подвергли критике заслужившие признание в последние 30 лет методы оценки илеальной переваримости или доступности питательных веществ у моногастричных животных [407-414, 497].

Обособленно стоит вопрос об использовании инертных маркеров, техники их применения. Инертные маркеры или метчики не разрушаются и не всасываются в пищеварительном тракте, не тормозят пищеварительные процессы, легко определяются количественно в остатках от переваривания кормов или диеты для оценки эндогенных поступлений. Предполагается частичный сбор образцов, представляющий собой прекрасную возможность не собирать полный объём содержимого илеума.

Одиночная стома подвздошной кишки позволяет исследовать доступность аминокислот с использованием инертных маркеров: окиси хрома, титана хромэтилендиаминтетраацетиловой кислоты, лантана, церия, кобальта, ацетата иттербия [25, 33, 36, 37, 41, 353, 355, 430, 432, 490, 521, 523, 562, 592, 610, 677, 717, 753].

Авторы [523, 610] сравнили маркеры окись хрома и окись титана на примере оценки доступности питательных веществ соевой муки, подсолнечниковой муки, рапсового шрота и гороха [656]. Результаты определений с хромом во всех случаях незначительно выше, чем полученные с использованием титана. Напротив, Yin e.a. (2000) установили, что результаты определения доступности с использованием с хрома были

несколько ниже, чем с титаном [753]. Таким образом, сравнение двух маркеров на диетах с различным химическим составом не обнаружило сколько-нибудь заметных различий между маркерами.

Итак, идеальный метод определения истинной доступности аминокислоты к всасыванию в тонком кишечнике свиней, выраженной в процентах, заключается в количественном учёте этой аминокислоты в испытуемом корме, содержащем илеума во время потребления корма, во время скармливания безазотистой диеты, далее - в расчёте показателей кажущейся (без учёта эндогенных потерь аминокислоты) и истинной (с учётом эндогенных потерь этой аминокислоты) доступности.

Расчёт ведут по формулам (7, 8), отличающимся от традиционного метода вводимыми в расчёт значениями результата аминокислотного анализа содержимого подвздошной кишки вместо кала:

$$A_{\text{кд}} = \frac{A_{\text{к}} - A_{\text{пк}}}{A_{\text{к}}} * 100, \text{ где (7)}$$

$A_{\text{кд}}$ – кажущаяся доступность аминокислоты в %;

$A_{\text{к}}$ - количество аминокислоты в потреблённом корме;

$A_{\text{пк}}$ - количество аминокислоты в содержимом подвздошной кишки.

$$A_{\text{ид}} = \frac{A_{\text{к}} - (A_{\text{спк}} - A_{\text{об}})}{A_{\text{к}}} * 100, \text{ где (8)}$$

$A_{\text{ид}}$ – истинная доступность аминокислоты в %;

$A_{\text{к}}$ - количество аминокислоты в потреблённом корме;

$A_{\text{спк}}$ - количество аминокислоты в содержимом подвздошной кишки;

$A_{\text{об}}$ - количество аминокислоты (обменной), выделенной с содержимым подвздошной кишки на безбелковом или низкобелковом искусственном рационе.

Для расчёта кажущейся доступности аминокислот в опытах с инертным маркером предложена формула (9):

$$A * C$$

$$X = 100 - 100 * \frac{A - B}{C - D}, \text{ где } (9)$$

X - кажущаяся доступность аминокислоты в %;

A – концентрация инертного маркера в корме;

B – концентрация инертного маркера в содержимом подвздошной кишки или кале;

C- концентрация исследуемой аминокислоты в содержимом подвздошной кишки или кале;

D – концентрация исследуемой аминокислоты в корме.

Показатели кажущейся доступности аминокислот некоторых кормов, определённые нами по содержимому подвздошной кишки, оказались ниже ($P < 0,05$) полученных традиционным (Т) методом. Исследования, включившие ряд поправок в метод после его критики в том числе по выбору варианта илеостомирования, подтвердили прежние результаты [443-445].

Есть мнение, что переваримость аминокислот в терминальном илеуме мало отличается от таковой в участках, приближенных к нему, т.е. каудальной части илеума на довольно продолжительном расстоянии. В опытах Summers D.J., Robblee A.R. (1985) найдены незначительные различия в илеальной переваримости аминокислот в нижней части тонкого кишечника, составившей 1/3 всего илеума.

Автор Fenton (1979) предлагает формулу (10) для определения переваримости аминокислот [398]: $AAAD = [\text{feed aa}^2 - (\text{feed Cr}_2\text{O}_3 / \text{feed Cr}_2\text{O}_3 * \text{fecal aa}) * 100] / \text{feed aa}$ (10)

Сравнительный анализ существующих методов оценки доступности аминокислот позволяет говорить, во-первых, об отсутствии универсального подхода в этом вопросе, и во-вторых о признании многими исследователями метода (И) - определения кажущейся доступности по содержимому подвздошной кишки. Метод (И) заслуживает особого внимания, если при исследовании доступных аминокислот учитывать эндогенные их потери и с их помощью определять истинную доступность. Однако определение эндогенных аминокислот остается проблематичным.

При определении доступности аминокислот исследователям приходится сталкиваться с определёнными трудностями. Проблема разделения аминокислот эндогенного и экзогенного происхождения из содержимого кишечника свиней, выдвинутая в начале прошлого столетия, не находит полного решения и в настоящее время [327, 374, 494, 542, 712, 719, 756, 768, 769].

Источниками эндогенного азота в организме свиней являются пищеварительные секреты, остатки эпителия внутренних стенок желудочно-кишечного тракта, альбумины, глобулины и свободные аминокислоты плазмы, активно участвующие в системе гомеостаза моногастричных [12, 110, 159, 214, 591, 638, 703, 720]. Большинство энзимов (амилаза, липаза, нуклеазы, протеиназы) на 95% имеют белковое происхождение. Основным источником эндогенного азота кишечника – эпителиальные клетки, имеющие высокую скорость обмена – от 24 до 72 часов. От 4 до 20% сывороточного альбумина систематически поступает в просвет пищеварительного канала. Плазменные белки также характеризуются высокой скоростью обновления [Цит. по 106, 382, 385, 390, 396, 401].

Поток аминокислот корма составляет менее 40% общего аминокислотного пула содержимого верхних отделов тонкого кишечника свиней [219, 269, 271, 287, 368]. Представляет интерес точка зрения об относительно постоянном «бассейне» азота в дуоденуме независимо от принятого корма в случае довольно ощутимых изменений в качественном и количественном составе рациона [198, 200, 443-445]. Значительный вклад эндогенного азота в процессе переваривания сырого протеина корма определяется необходимостью поддержания постоянства аминокислотного состава в содержимом просвета тонкого кишечника, где происходит переваривание азотистых веществ и всасывание аминокислот [406, 413, 431, 437, 470, 510, 539-541].

В нормальных физиологических условиях большая часть эндогенных белков и их фрагментов, несмотря на свою определённую устойчивость к расщеплению по сравнению с

кормовым белком, распадается до аминокислот и всасывается вторично в тонком кишечнике [10, 65, 76, 201]. У растущих свиней с живой массой 40-50 кг потребность в аминокислотах на 6-7 % покрывается за счёт эндогенных поступлений [288, 311, 340, 350]. С точки зрения питательности эндогенные аминокислоты могут предотвращать имбаланс незаменимых аминокислот в течение непродолжительного времени [560, 579, 584, 588, 601, 609, 616].

Вопрос мешает ли существенно фракция эндогенных аминокислот кишечника определять доступность последних из корма, в настоящее время остается дискуссионным [557, 619, 634, 652, 662, 709, 746]. Некоторые исследователи считают, что измерение эндогенных потерь не обязательно [543, 550, 556]. С точки зрения других авторов, необходимо определять «остаточные» или базальные фракции аминокислот эндогенного происхождения при оценке истинного качества корма [597, 685, 698]. Этот вопрос рассматривают с разных позиций. Есть мнение, что количественно остатки метаболического азота после полного прохождения через желудочно-кишечный тракт можно выразить в виде относительной константы. Так, G. Schurig, S. Roppe (1975) установили, что количество эндогенного азота содержимого прямой кишки (в расчёте на 100 г сухого корма заданного рациона) свиней с живой массой 40-80 кг является постоянной величиной и не зависит от типа и состава рациона [665]. Противоположно предыдущему мнению о том, что природа рациона оказывает существенное влияние на поток и аминокислотный профиль эндогенов, даже если общее количество секретируемого азота существенно не изменяется [397, 431, 538, 683, 698]. Значительно меняющееся количество эндогенного азота собирали из дистальной (терминальной) части тонкого кишечника [698]. В опытах на растущих свиньях установлено, что пул свободных аминокислот плазмы, помеченных изотопами, был подвержен колебаниям и находился в зависимости от природы белков рациона [429]. Количество эндогенного азота в нижней части тонкого кишечника (илеуме) изменялось от 84 до 549 мг на 100 г сухого вещества рациона.

Авторы [671] в сравнительном аспекте между двумя лабораториями попытались количественно определить илеальные базальные или эндогенные остатки и доступность аминокислот через илеоректальный анастомоз свиней. Эндогенные остатки получены на безазотистых диетах. Межлабораторные данные показали, что независимо от лабораторий они близки. Интересно, что различия были больше для гороха, средние для ячменя и наименьшие для соевой муки.

Многими исследованиями подтверждено, что при прочих равных условиях (генетических, половозрастных, продуктивных) на эндогенные поступления аминокислот влияет кормовой фактор, включающий количество сухого вещества в рационе, содержание в нём клетчатки, углеводов, уровень и качественный состав сырого протеина [537-542, 710, 757, 764]. Например, диета с высоким количеством углеводов вызывает повышенное выделение фермента амилазы и снижение активности трипсина, а высокобелковый рацион повышает уровень трипсина и липазы [542].

На эндогенные остатки сырого протеина и аминокислот в илеуме влияет, в первую очередь, сухое вещество рациона и, во вторую, - состав диеты. И можно разделить эти остатки на базальные (основные) и специфические (дополнительные). Базальные остатки после скармливания безазотистой диеты составляют $10-15 \text{ г кг}^{-1}$ потреблённого сухого вещества, но в более нормальных физиологических условиях, когда скармливают диеты, содержащие небольшое количество высокодоступного белка, эндогенные остатки доходят до 20 г кг^{-1} потреблённого сухого вещества. В случае скармливания овощных кормовых средств повышаются специфические эндогенные остатки по причине увеличения клетчатки и влияния антипитательных факторов, в результате общие эндогенные поступления составляют от 20 до 40 г кг^{-1} потреблённого сухого вещества.

Так, авторами отмечено повышенное содержание эндогенного азота за счёт увеличения мукозы в содержимом терминального илеума свиней на рационе с нативной соей по сравнению с таковым на рационе с прогретой соей [278, 351, 764].

Исследования с применением изотопного метода показали, что при кормлении свиней живой массой 35 кг различными рационами больше эндогенного азота выделялось на ячменно-соевом рационе по сравнению с казеином [444, 710, 711]. При высоком уровне сырого протеина в рационе эндогенные поступления протеина незначительны [445].

При изучении авторами влияния времени взятия образцов содержимого терминального илеума показало, что самые высокие эндогенные поступления при одном и том же рационе были через 3 часа после кормления (Donkoh A., et. al., 1995).

Таким образом, активность ферментативных процессов пищеварительного тракта свиней зависит от состава рациона, а эндогенный «бассейн» азота тем полнее, чем удаленнее аминокислотный профиль кормового белка от идеального белка. Поэтому, несмотря на отсутствие единого мнения о степени постоянства и соответствия метаболических потерь аминокислотному составу рациона, не правомерно утверждать, что метаболические потери имеют статус физиологической константы. Авторы указывают на наличие значительных эндогенных потерь азота в дистальном отделе илеума свиней [597-598].

К основным методам, как заключают авторы, относятся три общепринятых типичных метода: кормления безбелковыми диетами, кормления диетами, содержащими пониженное в 3-4 раза, по сравнению с потребностью, количество белка со 100 % доступностью аминокислот и регрессионный метод. Альтернативными традиционным являются более современные методы: изотопный, гомоаргинина техника, метод (ЕНС) – с применением энзиматически гидролизованного казеина с ультрафильтрацией. Причём, метод с гомоаргином применим для широкого спектра кормов и основан на возможности кормового лизина превращаться в гомоаргинин. Альтернативные методы в последнее время всё шире используются в исследованиях авторов при изучении ENL.

Авторы [494] изучали илеальную переваримость полуискусственной диеты, содержащей казеин в различных уровнях и применили метод регрессии при оценке эндогенных

остатков аминокислот в дистальном илеуме растущих свиней. Кажущаяся илеальная переваримость повышалась незначительно, и это облегчало регрессионный метод подсчёта эндогенных остатков аминокислот.

16 помесных боровков, от 4 гнёзд (по 4 от каждого), с начальной живой массой примерно 35 кг были снабжены простой T-образной канюлей в дистальной части илеума. Четыре уровня сырого протеина скармливали свиньям различных гнёзд методом групп-периодов. Средняя начальная живая масса свиней каждого групп-периода была 37,8; 37,2; 38,3; 35,6 кг для периодов 1- 4, соответственно. Некоторое количество корма (сухого вещества) было скормлено в течение каждого экспериментального периода и имело свой эффект на эндогенные остатки аминокислот. Свиньям скармливали 1,35 кг в день в три приёма, начиная с 7 час, далее в 15 час и в 23 часа. Четыре диеты содержали 13, 16, 19 и 22 % сырого протеина на однотипной кормовой основе. Воздушно-сухой казеин был использован как единственный источник сырого протеина. Другие ингредиенты рациона включали соевое масло (6 %), целлюлозу (4 %), сахарозу (10 %) и витаминно-минеральный премикс. Каждая диета была доведена до 100% с помощью пшеничного крахмала. Окись хрома (0,2 %) была использована как непереваримый маркер. Каждый экспериментальный период составлял 12 дней, 5 дней адаптационного периода для каждой из экспериментальных диет, и 5 дней для сбора образцов кала и урины, последующие 2 дня – для сбора илеального содержимого. Остатки от не съеденного корма отбирались постоянно на 11 и 12 день в 7, 15 часов ежедневно. Эти образцы были заморожены и переданы на анализ.

Разные уровни казеина повлияли на кажущуюся переваримость. Кажущаяся илеальная переваримость сырого протеина четырёх диет (13, 16, 19 и 22 % сырого протеина) составила 90,6 93,3 93,7 и 93,1 %, соответственно, а истинная илеальная переваримость лизина составила 96,6 97,4 97,3 и 97,7 %. Потребление с кормом сырого протеина составило от 193 до 314 г в сутки.

Таким образом, илеальную переваримость сырого протеина или аминокислот можно оценить по законам линейной регрессии и её можно считать истинной (Furuya, Kaji, 1986-1989). Иной точки зрения придерживаются некоторые авторы (Fan et.al., 1995). Различия эндогенов в илеальном содержимом в зависимости от корма всё же есть. Выход муцинов сопровождается выделением треонина в эндогенах (до 30 % всех эндогенов). И Gabert et.al. (1996-2002) аналитическим путём установил высокое изобилие лейцина в порционном панкреатическом соке. Всё таки мы можем допустить, что повышение уровня сырого протеина за счёт казеина вне нормальных физиологических условий в полуискусственной диете не особо влияет на илеальную переваримость. Однако эндогенные аминокислотные остатки могут не сильно влиять на ввод сырого протеина или аминокислот в диете. Таким образом, регрессионный метод можно использовать для оценки илеальных эндогенных остатков сырого протеина и аминокислот.

Эндогенные аминокислоты можно определить количественно регрессионным методом, предложенным Н.Н. Mitchell и дополненным M.R. Taverner (1981), S. Furuya, (1989) и др. [415, 565, 710, 711].

Суть метода заключается в определении количества изучаемой аминокислоты (например, лизина), имеющей эндогенное происхождение, путём экстраполяции изменяющейся величины её в содержимом кишечника до отметки нулевого потребления сырого протеина в рационе.

При гипотетическом нулевом потреблении белка (его можно найти на графике линейной регрессии) количество аминокислоты и будет искомой величиной эндогенной потери лизина желудочно-кишечным трактом после переваривания корма. Результат легко находится графически или по эмпирической формуле регрессии. Недостаток метода заключается в некотором завышении эндогенных потерь аминокислот и большом количестве групп-периодов экспериментальных животных.

Известны изотопные методы изучения метаболизма отдельных аминокислот, однако они узкоспецифичны и не

всегда доступны для исследователя [431]. Например, при изучении скорости обновления белков мышц и печени был разработан метод непрерывной инфузии [137]. Меченую изотопами аминокислоту вводили животным непрерывно с постоянной скоростью. В этом случае метка пула свободных аминокислот плазмы и тканей достигала относительно постоянного уровня. Свободные аминокислоты количественно измерены и установлено, что потребление белков рациона обеспечивает суммарный поток аминокислот, значительно превышающий количество их в сыром протеине корма. Так, поступление аминокислот с кормом составило всего лишь 1/5 от их общего потока повторного использования. Отношение эндогенной экскреции азота (ЭЭА) к суммарному потоку (СП) - $\frac{\text{ЭЭА}}{\text{СП}}$ принято за фундаментальный физиологический показатель, характеризующий основной путь окисления аминокислот [435].

Vincent Hess, Jean Noel Thibault и Bernard Sève (1998-1999), Pascal Leterme, Bernard Sève and André Théwis (1998) изучали эндогенные потери аминокислот для оценки истинной илеальной их доступности низкофоновым изотопным методом непрерывной инфузии (^{15}N). Трём растущим свиньям с илеоректальным анастомозом и катетерами портальной вены, яремной вены и сонной артерии вводили раствор ^{15}N -лейцина в течение 24 дней поочерёдно в яремную вену и сонную артерию. Образцы крови брали из катетера портальной вены печени. Свиньям скармливали безазотистую диету, с изолятом белка гороха, и гидролизатом белка гороха в опыте по схеме латинского квадрата. ^{15}N трансформировался из лейцина в изолейцин, валин, аланин, глицин и пролин. Свободный ^{15}N -аланин, глицин и валин количественно обогатили соответствующие секреторные аминокислоты портальной вены по сравнению с системной кровью (0.114 vs. 0.077 atom % excess). Обогащение общим азотом было выше во фракции плазмы, растворимой в трихлоруксусной кислоте чем в илеальном содержимом свиней, которым скармливали безбелковую диету. Обогащение лизином было значительным во

всех тканях, за исключением мышечной, незаменимые аминокислоты были синтезированы микрофлорой и использованы в основном для синтеза белка [468, 469, 526].

Можно сделать вывод, что обмен общего азота не показателен при изучении эндогенных потерь аминокислот изотопным методом. Так, метки эндогенных аминокислот (аланина, глицина, изолейцина, лейцина и валина) в илеальном содержимом количественно составили от 23 % (лейцина) до 74 % (аланина) при общем азоте 70 % (Leterme, et. al., 1998). Кроме того метод непрерывной инфузии аминокислот был выполнен с параллельным изучением образцов крови из портальной вены. Основной недостаток этого метода в том, что определены остатки не всех незаменимых аминокислот.

Уровень эндогенных аминокислот обычно измеряют количественно на безбелковой диете. Многие авторы считают, что наименьший уровень потерь эндогенного протеина у растущих свиней на безбелковой диете имеет место в том периоде, в течение которого экскреция азотсодержащих веществ остаётся относительно постоянной [164, 242, 471]. Продолжительность этого периода, по данным В.Г. Рядчикова, составляет от 4 до 7 суток после перевода животных с белкового на безбелковый рацион и в какой-то мере отражает состояние обмена веществ, сложившееся в период протеинового кормления [157].

J.P. Peret, J.P. Lacgout считают, что период относительного равновесия и выделения эндогенного азота в кал свиней на безбелковой диете наступает через 3 суток после предварительного резкого повышения фекального азота в первые 24-48 часов и последующего снижения его до 20-30 % от начального [Цит. по 157].

Свиньи, содержащиеся на безбелковой диете непродолжительное время, обычно сохраняют живую массу, а экскреция азота в моче относительно постоянна, так как диета обеспечивает необходимые питательные вещества и энергию, а потребность в белке удовлетворяется в первое время за счёт расхода лабильных аминокислот и их подвижных комплексов.

Известно, что при голодании и дефиците аминокислот печень является главным местом их потерь. Так, при голодании в течение 7 суток крысы теряют 40 % белка тела [157].

До настоящего времени не установлено, насколько адекватны метаболические потери аминокислот у свиней на белковом и безбелковом рационе. По данным К.Ф. Horszczaruk, безазотистый рацион влечёт за собой повышение содержания азота в переваренных остатках рациона за счёт увеличенного уровня пищеварительных соков, выделяющихся в просвет кишечника, с чем не согласны ряд исследователей [473].

Практика кормления экспериментальных моногастричных животных показывает, что при переводе с нормальной диеты на низкобелковую экскреция азота остаётся некоторое время на том же уровне [164]. На этом положении основано использование диет с низким содержанием высокопереваримого протеина при определении метаболических потерь аминокислот у свиней. В этих целях применяются рационы с 3-5 % яичного белка [288, 289], 3 % казеина [471, 565, 766].

Donkoh A., Moughan P.J., Morel P.C.H. (1995) сравнили три метода оценки эндогенных потерь у моногастричных: безбелковую диету, регрессионный метод и диету с энзиматически гидролизованным казеином (ЕНС) [374]. Оказалось, что при скармливании ЕНС эндогенные потери составили 1,9 грамм на 1 грамм лиофилизированного сухого вещества скормленной диеты или 100 %, при безбелковой – 60 %, а при регрессионном методе – лишь 55 % от эндогенных потерь при использовании ЕНС – диеты. Можно сделать вывод, что самой удачной при изучении эндогенных потерь в терминальном илеуме служит высокодоступная низкобелковая диета, где источником белка является продукт типа энзиматически гидролизованного казеина, белкового энпита и т.д [374].

Furuya S. и Y. Kaji (1989) установили в эксперименте на растущих свиньях, что уровень сырого протеина в рационе влияет на эндогенные потери аминокислот, но истинная их доступность остаётся практически постоянной [415]. Так, при скармливании диет с разным количеством сырого протеина (80

и 160 г СП кг⁻¹ сухого вещества рациона) кажущаяся доступность аминокислот больше на рационах (с соевой мукой или хлопковым шротом) со 160 г сырого протеина на 1 кг сухого вещества рациона. На соевом рационе с 80 г сырого протеина средняя кажущаяся доступность всех аминокислот составила 78 %. А на диете со 160 г сырого протеина средняя кажущаяся доступность всех аминокислот – 82 %. Близкие к этим показатели на рационе с мукой из семян хлопка, соответственно, 68 и 76 %. Однако, истинная доступность аминокислот, определённая с учётом эндогенных потерь, оказалась сходной и составила для соевой диеты 87 %, а для хлопковой – 80 %. Интересна и противоположная точка зрения авторов на этот вопрос. Так, в опытах Twombly J., е.а. количество эндогенного азота, выделенного крысами на безазотистой диете в течение последних четырёх дней семидневного опыта, равно количеству азота, выделенного крысами при употреблении рациона с 10 % яичного альбумина [719].

Аналогичные результаты получены в экспериментах на крысах [251]. Состав химуса пищеварительного тракта крыс, получавших рацион с легкопереваримым казеином, был идентичен химусу голодавших или получавших безбелковый рацион животных.

Grant A. Skilton, Paul J. Moughan and William C. Smith (1988) изучали эндогенный выход аминокислот в терминальном илеуме крыс. Использовали параллельно две диеты, одну с синтетическими аминокислотами в качестве единственного источника азота, и вторую – безбелковую. Эндогенные потери статистически не различались по аспарагиновой и глютаминовой кислотам, серину и лизину, но были значительно выше ($P < 0,05$) на безбелковой диете по пролину, глицину и аланину [685].

Это доказывает ненадёжность безбелковой диеты. Высокая кажущаяся переваримость синтетических аминокислот (гистидина, аргинина, треонина, валина, изолейцина, лейцина, тирозина, фенилаланина), применяемых в низкобелковых рационах, даёт возможность утверждать, что их илеальная

эксреция большей частью эндогенного происхождения. Не установлено статистических различий между эксрецией эндогенов кала на синтетической с аминокислотами диете и таковой, полученной на безбелковой диете.

Статистический или расчётный метод определения метаболических потерь основан на сравнении аминокислотного состава остатков от переваривания кормов достаточного набора вариантов рационов в нескольких повторностях в опытах на большом поголовье животных обоих полов разных возрастов и генетической направленности (мясной, мясосальной, сальной). Содержание эндогенных аминокислот в этом случае находят по соотношению их расчётным путём, либо на основании факториального анализа научной информации [364, 762, 767]. Voisen and Moughan (1995) сделали обширный информационный обзор по вопросам влияния рациона на эндогенные потери сырого протеина и аминокислот у свиней, методам оценки илеальных эндогенных остатков [305].

Так, основные методы последнего времени включают: использование безазотистых диет, энзиматически гидролизованного казеина вместе с ультрафильтрацией, регрессионный анализ, превращение лизина в гомоаргинин, непрерывную инфузию изотопов и расчётные методы, например, метод, основанный на сравнительной оценке переваримости сырого протеина и аминокислот *in vitro* и *in vivo*. В условиях необходимости рационального использования кормовых ресурсов очевидна значимость изучения физиологии, качественного и количественного анализа всасываемости в тонком кишечнике или доступности аминокислот кормов и кормовых смесей для оптимизирования рационов.

В отечественной и зарубежной научной практике апробировано множество методов оценки доступности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Чаще других используют метод анализа кала Куикена или фекального индекса, особенно ненадёжный при изучении растительных кормов с низкой биологической ценностью белка по причине переоценки получаемых показателей доступности. Установлено, что биохимические превращения аминокислот и метаболические процессы, связанные с микрофлорой толстой кишки, не сказываются на усвоении азота организмом свиней, а

продуктивное всасывание аминокислот завершается в конце тонкого кишечника – каудальном илеуме. До настоящего времени отсутствовали простые, не затратные методы оценки истинной доступности аминокислот [185]. Это обстоятельство не позволяло контролировать доступность в конкретных хозяйственных условиях производства свинины. При определении доступности аминокислот кормов, особенно зерновых, бобовых или белковых концентратов, подвергнутых чрезмерной или недостаточной тепловой обработке, более эффективен илеальный метод. До настоящего времени илеальный метод не нашёл широкого применения в научно-хозяйственной практике наших хозяйств.

Пока ещё нет статистически наработанных данных о доступности аминокислот традиционного набора кормов, используемых в кормлении свиней. Поэтому нормирование рационов для свиней по доступным аминокислотам представляет особый научный и практический интерес для оптимизации кормления, использования нетипичных кормовых средств и экономии кормов.

Таким образом, необходимо дальнейшее усовершенствование типичных и развитие альтернативных методов оценки эндогенных азотсодержащих аминных остатков у моногастричных с целью приближения к оптимальным (наиболее физиологичным) условиям определения истинной доступности аминокислот.

7. Физиологические и зоотехнические опыты по оценке доступности аминокислот. Отдельные методы и методики, использованные в исследованиях

В физиологических и научно-хозяйственных опытах в качестве объекта для исследований использовали свиней мясного типа в возрастных периодах от отъёма до конца откорма: скоро-спелой мясной породы СМ-1, и помесных - ландрас*крупная белая. СМ-1 -это мясная порода, пригодная для чистопородного разведения и использования в качестве отцовской линии для

улучшения откормочной и мясной продуктивности в системе промышленного скрещивания и гибридизации. Возраст достижения массы 110 кг – 180 дней, содержание постного мяса в туше 60%, продуктивность на интенсивном откорме – выше 600 г в сутки с затратами корма на 1 кг прироста живой массы не более 3,8 кг. Изучены корма, используемые в рационах свиней. Это зерно злаков: ячмень, пшеница, овёс, кукуруза; отходы мукомольной и спиртовой переработки зерна, семена масличных культур в нативном виде и обработанные термически, баротермически; горох; побочные продукты производства растительных масел (шроты и жмыхи из семян сои, подсолнечника, рапса); мука из листьев бобовых растений и др. Физиологические эксперименты и ростовые опыты по кормлению проведены на борках и свинках в условиях экспериментально-опытной базы СКНИИЖ, г. Краснодар, в хозяйствах Краснодарского края. Физиологические эксперименты проводили на илеостомированных животных. Полное клиническое, гигиеническое обследование предшествовало и завершало все физиологические эксперименты, включая оперативное вмешательство по установке канюль.

Научно-хозяйственный опыт на 180-ти и производственная проверка на 600-х поросятах -отъёмшах по внедрению рационов, скорректированных с учетом истинной илеальной доступности аминокислот, проведены, соответственно, на свиноварной ферме опытно-производственного хозяйства «Ладожское» Усть-Лабинского района Краснодарского края и в ООО «Нива» Каневского района Краснодарского края.

Серию физиологических опытов на оперированных животных проводили по схеме групп-периодов, по 4, 5, 6 и 24 илеостомированных животных одновременно, способом латинского квадрата 4×4, 5×5, 6×6. Для примера приведена схема опыта на шести животных 6×6 (таблица 1).

Таблица 1 - Хронические физиологические опыты на илеостомированных поросятах по схеме групп-периодов

Группы-периоды на рационах с изучае-	Номера животных (n=10)
--------------------------------------	------------------------

МЫМ ИСТОЧНИКОМ БЕЛКА	1	2	3	4	5	6
1	1*	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	1
3	3	4	5	6	1	2
4	4	5	6	1	2	3
5	5	6	1	2	3	4
6	6	1	2	3	4	5

По этой схеме проведена серия однотипных опытов по изучению доступности кормов в монобелковых рационах; * - номер животного в групп-периоде с рационами 1-6. Диеты представляли монорационы для изучения доступности с содержанием сырого протеина 8-12%, обеспеченные остальными питательными веществами по действующим нормам РАСХН, 2003г. Эта схема проведения опыта удобна тем, что каждый испытуемый корм участвует в эксперименте на илеостомированных животных во всех группах-периодах выращивания животных: на первом животном - в возрастной период 2,5-3,0 месяца, на втором животном – в период 3,0-3,5 месяца, на третьем – в период 3,5-4 месяца, на четвертом животном – в 4-4,5 месяца. Каждому животному скармливали полуискусственный рацион на основе кукурузного крахмала, содержащий единственный изучаемый источник белка. При изучении доступности аминокислот зерновых кормов традиционным (Т) и илеальным методом (И) физиологические опыты вели по следующей схеме (табл. 2).

Серия физиологических опытов проводилась по схеме групп-периодов на 18 илеостомированных боровках и свинках со средней живой массой 25,0+5,0 кг; 35,0+2,0 кг; 70,0+2,0 кг, сформированных в три опытные группы по принципу аналогов, по 6 голов в группе. Примеры рационов представлены в таблице 4.

Таблица 2 - Опыты по схеме групп-периодов

Наименование периодов	Особенности кормления
Предварительный - адаптации свиней к условиям обменной клетки и испытываемому рациону – 7 дней	Монобелковый рацион: с исследуемым кормом и внутренним маркером
Учётный - отбора образцов содержимого терминального участка подвздошной кишки и кала – 3 дня	
Переходный - адаптации свиней к рациону для изучения эндогенных аминокислот в содержимом терминального участка подвздошной кишки и кале – 3 дня	Диета для количественного определения эндогенных аминокислот: безазотистая или с 5-8% высокодоступного белка («энпита»*, сухого молока и т.д.)
Учётный - отбора образцов содержимого терминального участка подвздошной кишки и кала – 3 дня	

Примечание: * - состав «энпита»: 47,2% молочного белка, 13,5% сырого жира, 27,9% сахара, 6,4% минеральных веществ, 5% витаминного премикса на основе крахмала.

Всем группам в предварительном и учётном периодах опыта каждой серии скармливали монозерновые рационы, причём 1,2 и 3 группам задавали, например, пшеничный (ПР), кукурузный (КР) и овсяной (ОР) монорационы. В связи с тем, что переваримость азотсодержащих веществ изучалась илеальным и традиционным методами, учётный период включал сбор кала и (спк). Отбор образцов кала проводили в течение всего учётного периода методом пятипроцентных аликвот с применением инертного маркера - окиси хрома, входящего в состав всех опытных рационов. Отбор аликвот (спк) проводился в течение всего учётного периода по 12 часов, начиная за 2 часа до утреннего кормления, с 12-часовыми интервалами.

Таблица 3 - Примеры состава опытных рационов с зерном пшеницы (П), мясокостной мукой (МКМ) и соевым шротом (СШ), в %

Ингредиенты	1 (П)	2 (МКМ)	3 (СШ)
Пшеница (П), мясок. м.(МКМ), соев. шр. (СШ)	88,0	30,9	27,0
Соль поваренная	0,5	0,5	0,5
Витаминно-минеральный пре-	0,2	0,2	0,2
Кукурузный крахмал	1,0	58,3	62,4
Целлюлоза		6,6	6,0
Сахар	4,2	2,0	1,0
Масло растительное	3,0	1,0	0,5
Мел (кальция карбонат)	0,5	-	0,4
Кальция фосфат	2,1	-	1,5
Окись хрома	0,5	0,5	0,5
В 1 кг рациона содержится:			
Сухого вещества, г	890	916	899
Обменной энергии, МДж	12,6	12,4	12,5
Сырого протеина, г	108	109	112
Сырой клетчатки, г	35,0	35,0	35,0
Сырого жира, г	54,0	53,6	55,0

В таблице 4, в качестве ещё одного примера, представлен состав диет для изучения четырёх высокобелковых кормов растительного происхождения. Остальные корма изучали по этой же схеме на полуискусственных рационах с кукурузным крахмалом. Каждый учетный период во всех этапах хронического опыта включал сбор содержимого из подвздошной кишки через канюлю в илеостоме.

Таким образом, мы охватываем основной период выращивания поросёнка, в котором особенно важно знать биологическую ценность источника сырого протеина, и, тем более, истинную илеальную доступность незаменимых аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике растущих свиней.

Таблица 4 - Состав полуискусственных диет для оценки истинной илеальной доступности аминокислот, %

Ингредиенты	1	2	3	4
Соевая мука, 37,5% сырого протеина	30,4			
Соевый шрот, 41,7% сырого протеина		27,0		
Подсолнечный жмых, 37,1% сырого протеина			28,9	
Рапсовый жмых 33,0 % сырого протеина				32,5
Кукурузный крахмал	59,5	61,9	61,0	57,4
Целлюлоза	4,0	6,0	4,0	4,0
Масло растительное	3,0	3,0	3,0	3,0
Мел (кальция карбонат)	0,4	0,4	0,4	0,4
Кальция фосфат	1,5	1,5	1,5	1,5
Минерализованная соль	0,5	0,5	0,5	0,5
Витаминно-минеральный премикс*	0,2	0,2	0,2	0,2
Окись хрома	0,5	0,5	0,5	0,5
Сухое вещество	89,5	89,9	90,1	88,9
Сырой протеин (N*6,25)	11,4	11,2	10,7	10,7
Примечание: * Добавка на кг корма: 1,300 ИЕ витамина А; 150 ИЕ витамина D3; 11 ИЕ витамина Е; 2 мг витамина К; 2,2 мг рибофлавина; 12 мг ниацина; 11 мг пантотеновой кислоты; 550 мг холинхлорида; 1,1 мг тиамина; 1,1 мг пиридоксина; 0,6 мг фолиевой кислоты; 11 мкг витамина В12; 50 мг Fe; 50 мг Zn; 2 мг Mn; 3 мг Cu; 0,15 мг Se.				

Эндогенные аминокислоты в кале и содержимом подвздошной кишки определяли на безазотистой диете или полуискусственном рационе с пониженным до 5-8 % содержанием высокопереваримого белка, например, сухого молока.

Уровень протеина в монодиетах несколько понижен до 8 - 12 % по причине большого содержания клетчатки в изучаемых растительных монокормах.

В осуществлении илеального метода определения переваримости корма допускается пониженный уровень белка в

рационе, и этот уровень не влияет на показатели доступности аминокислот [140].

По содержанию остальных питательных веществ рационы максимально приближены к детализированным нормам кормления сельскохозяйственных животных.

В исследованиях по изучению эффективности корректировки рационов для свиней в соответствии с потребностью в «идеальном» белке с учетом истинной илеальной доступности аминокислот проведены научно-хозяйственные опыты на свиньях в возрастные периоды от отъема до убойных кондиций. В таблице 6 приведен состав одного из рационов научно-хозяйственного опыта с целью сравнения эффективности рационов, содержащих продукты переработки подсолнечника с разной илеальной доступностью аминокислот.

В производственных испытаниях в ООО «Нива» Каневского района Краснодарского края в соответствии со схемой (таблица 5) проведена оценка эффективности корректировки белковой составляющей рациона по доступным критическим аминокислотам. Были сформированы две группы по 60 голов поросят-отъемышей со средней живой массой $5,8 \pm 0,1$ кг.

Уравнительным считали подсосный период, во время которого животные находились под свиноматками в практически одинаковых условиях подкормки и содержания. До начала опыта животных взвешивали, подвергали ветеринарно-профилактической обработке.

Таблица 5 - Схема научно-хозяйственного опыта (n=60)

№ группы	Особенности кормления
1, контрольная	Основной рацион или хозяйственный, соответствует по питательности нормам кормления (ОР)
2, опытная	ОР, скорректированный по доступному лизину, метионину и треонину (ОР-1)

При постановке на опыт и в процессе испытаний животных взвешивали индивидуально в возрасте 21-40, 41-60, 61-120, 121-180 дней. Состав рационов представлен в табл. 6.

Таблица 6 - Состав рационов в научно-хозяйственном опыте, %

Ингредиенты, %		Живая масса, кг.								
		20-40			41-60			61-110		
		Группы опытных животных								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Зерновая смесь (50% ячменя, 35% пшеницы, 15% кукурузы)		81,2	81,2	81,2	84,2	84,2	84,2	88,2	88,2	88,2
Сухой обрат		3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-
Мясокостная мука		3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Подсолнечник. ЖМБХ	горячего прессования	10,0			9,0			8,0		
	холодного отжима		10,0			9,0			8,0	
	холодного прессования			10,0			9,0			8,0
Минерально-витаминальная смесь с мелом и солью		2,8								

После уравнительного периода поросят сформировали в две группы по принципу аналогов с учетом возраста, пола, живой массы, интенсивности роста.

Животным первой, контрольной группы скармливали рацион (ОР), составленный из традиционного набора кормов по существующим нормам РАСХН (2009г). Животным второй, опытной группы – рацион (ОР-1), составленный из этих же кормовых средств, но с учётом истинной илеальной доступности аминокислот белоксодержащих компонентов, определённой нами илеальным методом в начальных этапах исследований на илеостомированных поросятах. Поросётам опытной группы скармливали рацион, скорректированный по соотношению заменимых и незаменимых аминокислот и по доступному лизину, метионину, треонину путём добавки синтетических аналогов этих аминокислот.

За период 21-180 дней учитывали среднесуточные приросты живой массы, затраты корма на 1 кг прироста живой массы.

В конце опыта произведён убой животных по 3 головы из каждой группы. В тушах учитывали: убойный выход, качество мяса, толщину шпика.

Полный зоотехнический анализ кормов и продуктов обмена, химический состав мяса проводили по общепринятым утверждённым методикам и ГОСТ в ИЦ «Аргус» лаборатории токсикологии и качества кормов СКНИИЖ [35, 36].

Аминокислотный анализ кормов проводили в отделе токсикологии и качества кормов в испытательной лаборатории ГНУ СКНИИЖ и в ИЛ ЗАО «Премикс» Тимашевского р-на, Краснодарского края. Высушенный и размолотый корм, илеальный химус, кал анализировали в 2-х параллельных пробах на общий азот по Кьельдалю. Аминокислоты определяли на ионообменных хроматографах с пост колоночным замещением «Аминохром» ААА-339; ААА-400 и Аминохром-II, на высокоэффективных жидкостных хроматографах «Стайер» фирмы «Аквилон» (СКНИИЖ, ИЦ «Аргус») и «Simadzy» (ИЦ ЗАО «Премикс»). Гидролиз образцов в стадии пробоподготовки проводили с 6 М HCl (по 2 параллельные пробы объёмом 5-7 мл в герметично закрытых стеклянных флаконах) под вакуумом в течение 24 часов при 110°C+1°C. Для определения метионина и цистина по ГОСТ 13496.22-90 образцы окисляли смесью перекиси водорода и муравьиной кислоты до цистеиновой кислоты и метионинсульфона. Триптофан по ГОСТ 13496.21-87, п. 4. определяли на «Specoll-11» при длине волны 650 нм (красный светофильтр) колориметрическим методом с парадиметиламинобензальдегидом (ДМАБ). Выход аминокислот составлял от 95 до 105 %.

Биохимические исследования крови и мяса, микологические исследования тканей внутренних органов проводили в лабораториях СКНИИЖ, иммунологические исследования крови проводили в лаборатории иммунологии в Краснодарской НИВС. Для микологического исследования пробы кормов и продуктов обмена отбирали из среднего образца корма, который характеризовал состояние корма в исследуемой

партии. Отбор зерна проводили по ГОСТ 13586. 3-83 “Зерно. Правила приемки и методы отбора” Определение степени обсеменённости конидиями грибов изучаемых кормов осуществляли путем посева на твердые питательные среды по Спесивцевой Н.А. [34].

В исследованиях применяли следующие методики: Методика изучения переваримости питательных веществ корма, баланс азота и минеральных веществ у свиней / под ред. А.И. Овсянникова. - М., 1967.- С. 42. Основы опытного дела в животноводстве / М., Колос, 1976: 304 с. Методика изучения эффективности синтетических аминокислот, лизина и метионина в кормлении свиней / Сост. В.Г. Рядчиков, М.Ф. Томмэ.- Дубровицы.- 1967.- 23 с. Методики зоотехнических и биохимических анализов кормов, животноводческой продукции и продуктов обмена. – М.: ВИЖ, 1975. – 80 с Методы зоотехнических и биохимических анализов кормов, животноводческой продукции и продуктов обмена. Дубровицы, 1970 –125 с. Методы изучения обмена веществ у молодняка свиней (под ред. А.И.Кошарова и В.М. Газдарова. – Боровск, 1984.- 84 с. Методы определения аминокислот в кормах, животноводческой продукции и продуктах обмена. – Дубровицы, 1967.- 84 с. и другие (см. список использованных источников).

При биометрической обработке данных опытов мы провели статистический анализ изучаемых параметров, используя методы теории вероятности и математической статистики, модифицированные в соответствии со спецификой биологических объектов. В связи с тем, что в наших хронических обменных опытах использовали ограниченное количество животных (одновременно не более шести), при обработке таких данных применили метод малой выборки и способ расчёта достоверности разницы средних для коррелированных выборок [130]. Первичный цифровой материал, полученный в опытах на животных, обработан биометрически на персональном компьютере в программе Excel. При выборе животных на научно-хозяйственный опыт и на производственные испытания использовали статистический метод типичного пропорционального отбора, предполагающего

необходимость предварительной оценки генеральной совокупности по генетическим, зоотехническим и хозяйственным особенностям. Этим достигалась репрезентативность выборки из генеральной совокупности, то есть представительность с известной точностью и надёжностью. Получение оценок с высокой степенью достоверности ($P < 0,01$ и $P < 0,001$) позволило нам делать научные и практические выводы. При сравнении данных контрольных и опытных групп животных в опытах использовали критерий достоверности разности средних величин, который определяли по отношению выборочной разности к её ошибке репрезентативности [130]. Полученные критерии достоверности сравнивали со стандартными значениями критериев Стьюдента и определяли их надёжность.

8. Новые методологические подходы к физиолого-биохимической оценке истинной илеальной доступности всасывания аминокислот в тонком кишечнике свиней

Нами проанализированы данные зарубежных и отечественных исследований по физиологии аминокислотного питания моногастричных животных и в сравнительном аспекте изучены методы определения переваримости протеина и всасывания аминокислот кормов в кишечнике свиней. Проведены исследования по физиолого-биохимической оценке ИИДА - истинной доступности аминокислот кормов к всасыванию на уровне терминального илеума свиней.

Результаты наших исследований охватили ряд проблем, связанных с изучением истинной илеальной доступности аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике свиней, корректировкой рационов, разработкой новых рецептур комбикормов.

Мы усовершенствовали илеальный метод, включающий илеостомирование тонкого кишечника, поиск возможности длительного использования в хроническом обменном опыте нескольких (от 3-х до 24-х) илеостомированных животных, содержание и режим кормления оперированных животных, применение инертных маркеров, количественную оценку концентрации эндогенных аминокислот после их продуктивного всасывания в тонком кишечнике.

8.1. Илеостомирование свиней. Анастомозы, одиночная стома каудального илеума. Т-образные канюли из органического стекла, пластмассы, полиэтилена и титана

При оценке белка на доступность аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике растущих свиней нам удалось найти лучший и более простой метод илеостомирования и канюлирования.

Способ простого одиночного Т- канюлирования широко используется зарубежными исследователями (Horszczaruk F. e.a., 1973; Laplace J.P., 1982-1986 и др.).

Канюля для сбора образцов илеального содержимого у авторов устанавливается перед илео-цекальным клапаном или сфинктером, выполняющим моторно-эвакуаторную функцию, участвующим во всасывании витамина В₁₂, выполняющим роль физиологического барьера между илеумом, цекумом и колоном (подвздошной, слепой и толстой кишками), (рис.1).

Такой вариант илеостомы позволяет собирать химус с внутренним инертным маркером в необходимом для исследователя количестве.

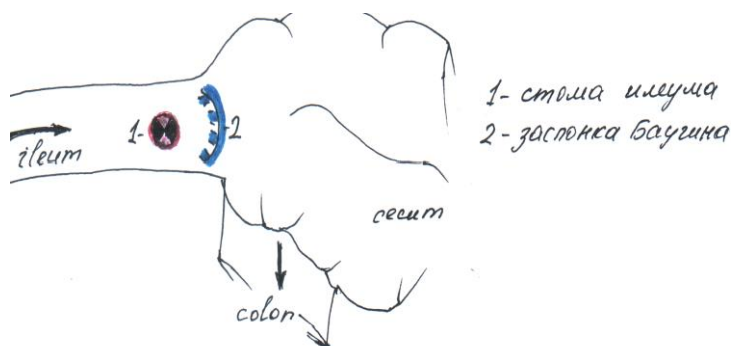


Рис. 1 Простая стома терминального илеума (А.А. Алиев, 1974)

Парные фистулы в конце подвздошной кишки (рис. 2) можно использовать для полного прямого сбора содержимого кишечника в интересующий исследователя промежуток времени в случае применения баллоно-закупоривающего устройства, предложенного нашим соотечественником А.Ч. Ли в 1985 году [92].

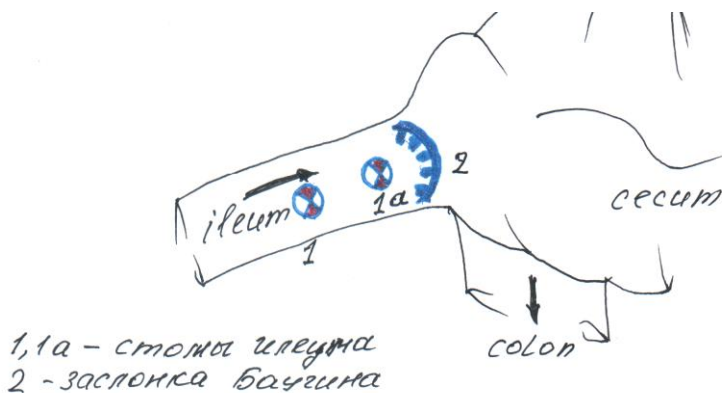


Рис.2 Парная фистула терминального илеума для баллонозакупоривающего устройства (А.Ч. Ли, 1985)

При необходимости собирать химус полностью в определённые промежутки времени без всяких устройств необходим илео-илеальный анастомоз (рис. 3). Обе стомы такого анастомоза находятся перед илео-цекальным клапаном или баугиновой заслонкой.

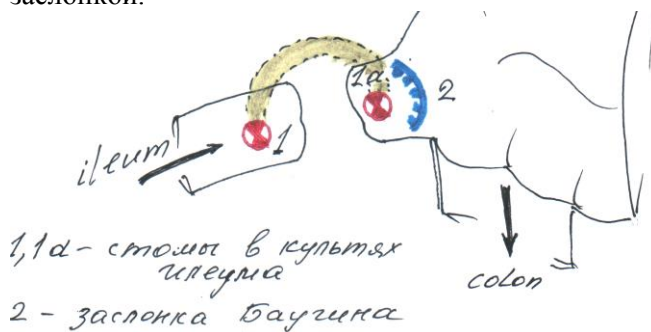
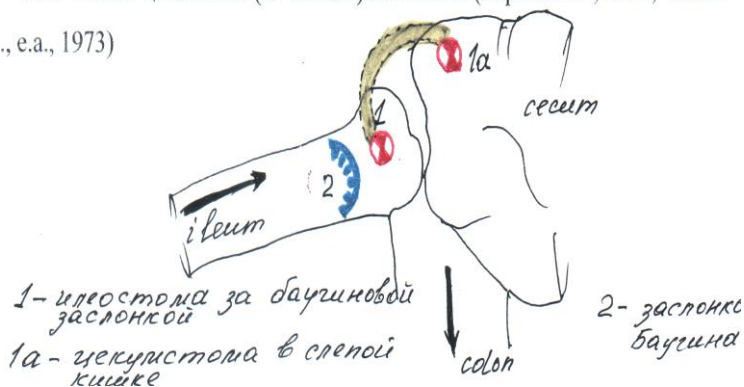


Рис. 3 Илео-илеальный анастомоз в терминальной части подвздошной кишки (Е.З. Ткачёв, 1969)

В авторском варианте [518] илео-цекальной стомы постзаслоночного анастомоза сохраняется целостность и чистота тонкого кишечника (рис. 4).

Рис. 4 Илео-цекальный (re-entrant) анастомоз (Laplace J.P., 1986, Easter R.A., e.a., 1973)



Французские исследователи Darcy В., e.a. (1980) предложили илео-колонический анастомоз, который предполагает удаление слепой кишки (рис. 5).

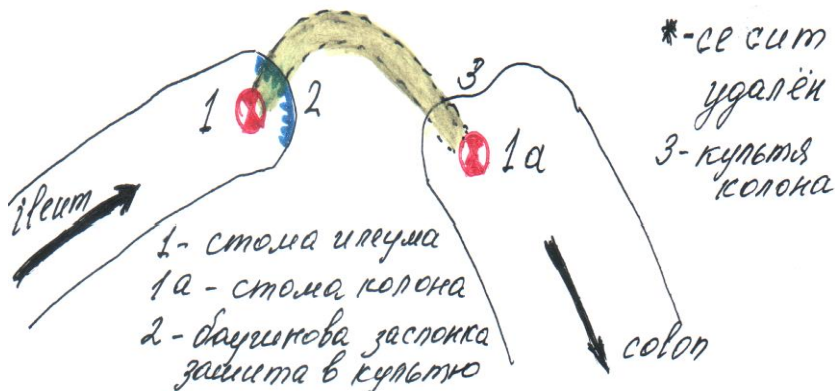


Рис. 5 Илео-колонический анастомоз (Darcy В., e.a. ,1980)

Некоторые исследователи пользуются илео-ректальным анастомозом, удаляя весь толстый кишечник, нарушая физиологию обмена, в том числе и всасывание воды, небелкового азота и солей (Green, e.a., 1987).

Нами предложен постзаслоночный илео-цекальный анастомоз и способ его установки (авторское свидетельство №

1547812 от 08.11.1989), который является самым удачным среди имеющихся в исследованиях авторов, так как сохраняется слепая кишка, не нарушается физиологическая функция илео-цекальной заслонки (рис. 6). В ходе установки такого анастомоза принимающую канюлю устанавливают в отпрепарированный лоскут слепой кишки, прилегающей к илео-цекальной заслонке, а подающую - в стому оставшейся, практически целой, слепой кишки.

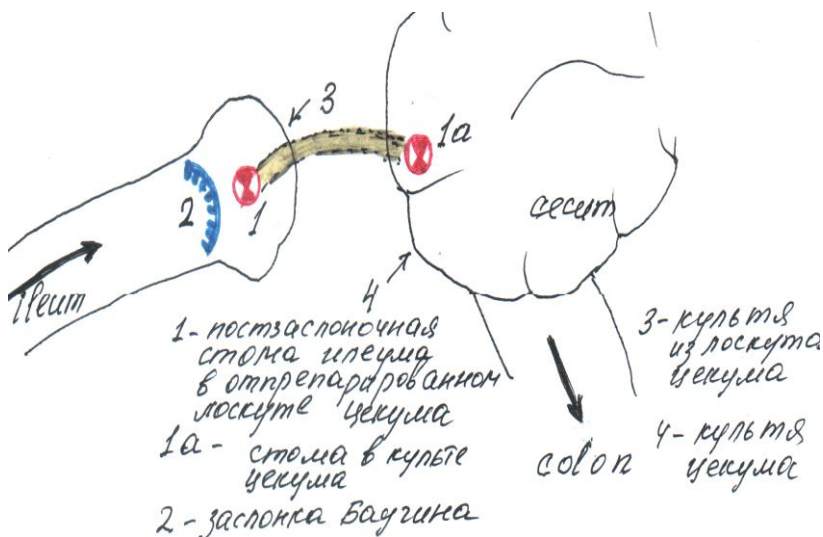


Рис. 6 Постзаслоночный илео-цекальный анастомоз

В проведённом нами опыте пяти поросётам-аналогам с начальной живой массой $35,0 \pm 0,5$ кг были установлены в илеостому подвздошной кишки простые Т-образные канюли с внутренним диаметром 18 мм. Канюли устанавливали перед илео-цекальной перегородкой (рис. 7).

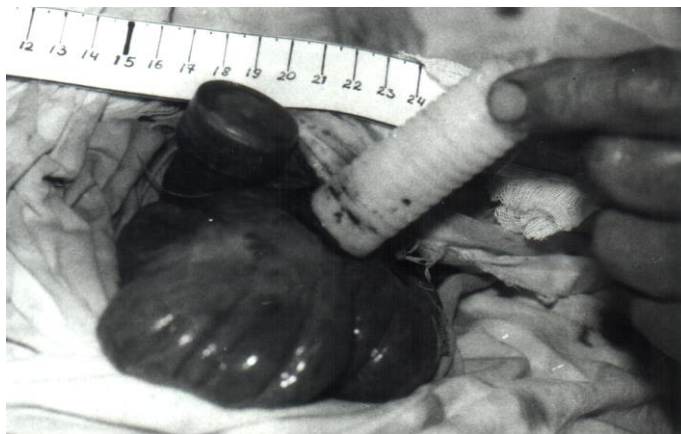


Рис. 7. Установка постзаслоночного илео-цекального анастомоза (авторское свидетельство № 1547812 от 08.11.1989). слева: подающая канюля из установлена ниже илео-цекальной заслонки; в лоскут цекума справа: принимающая канюля, установлена в слепой кишке.

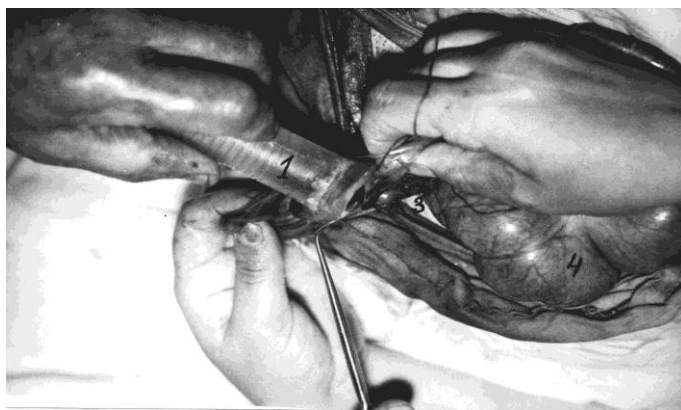


Рис. 8. - Установка одиночной Т-образной канюли (1) в подвздошную кишку (3) перед слепой кишкой (4).

В следующем эксперименте таким же поросётам установили постзаслоночные илео-цекальные анастомозы с двумя простыми Т-канюлями этого же диаметра (рис. 9), [30, 32, 34, 36].

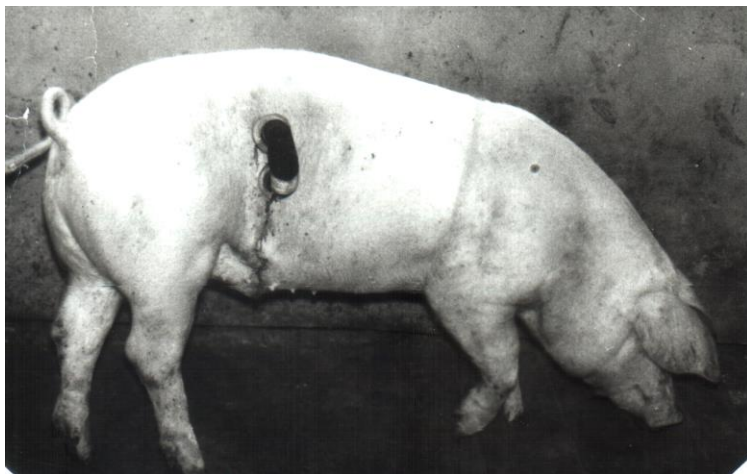


Рис. 9 - Постзаслоночный илео-цекальный анастомоз, поросёнок СМ-1 через 2 часа после установки канюли, 1990 г.

После семидневного восстановительного периода поросят кормили рационами в соответствии с рандомизацией в латинском квадрате 5*5. В полуискусственные рационы включали: 1 – безазотистую диету; 2 – муку из семян сои; 3 – муку из семян подсолнечника; 4 – гороховую муку; 5 – рапсовый шрот. В диетах 2-5 наполнителем служила безазотистая диета 1.

В качестве инертного маркера добавляли окись хрома в количестве 0,5 г/кг сухого корма. Животных кормили 2 раза в сутки в 08.00 час. и 16.00 час. Каждый опытный период продолжался семь суток. Первые четверо суток поросят кормили без сбора содержимого илеума. Последующие трое суток проводили сбор илеального содержимого: с 10.00 до 22.00 с интервалом в 2 часа, исключая время приёма корма. Корм слегка увлажняли (1:1).

Воду подавали неограниченно между кормлениями. Образцы илеального содержимого собирали в стеклянную посуду (при работе с анастомозом) или в резиновые контейнеры (при работе с одиночной канюлей), прикрепляемые к канюле. Отбирали двухчасовые аликвоты по 100 мл в градуированные химические стаканы и отправляли на исследование.

Анализ результатов сравнения двух методов илеостомирования на фоне различных рационов показал, что кажущаяся илеальная доступность изучаемых кормов практически не различалась (табл.7).

Таблица 7 - Кажущаяся илеальная доступность диет у свиней с одиночной канюлей (Т) и анастомозом (ТТ)

Параметры	Сухое вещество		Сырой протеин		Лизин	
	Т	ТТ	Т	ТТ	Т	ТТ
Мука из зерна сои низкоингибиторного сорта «Лань» (ТИА 7,0 мг/кг)	80,0	75,0	79,0	75,0	68,0	63,0
Мука из семян подсолнечника	67,0	68,0	68,0	70,0	78,0	80,0
Мука из семян гороха	74,0	76,0	79,0	84,0	81,0	82,0
Рапсовый жмых	68,0	67,0	66,0	72,0	77,0	78,0
Оценка различий между:						
способами канюлирования	P>0,5		P > 0,5		P > 0,5	
диетами	P < 0,001		P < 0,001		P < 0,001	

Авторы ведут поиск более надёжного метода илеостомирования и Т-канюлирования. В этом поиске задействованы исследования Mroz et al., (1994), которые предполагают сбор содержимого подвздошной кишки через большую Т-образную канюлю, установленную не перед илео-цекальным сфинктером, а в слепой кишке (цекуме), непосредственно за ним [574]. Такой метод авторы считают более удобным по той причине, что последствия после хирургического вмешательства незначительны и при этом сохраняется целостность тонкого кишечника.

Способ канюлирования незначительно повлиял на переваримость сухого вещества, сырого протеина и доступность лизина (P>0,5). А переваримость питательных веществ сои, подсол-

нечника, гороха, рапсового шрота, как и следовало ожидать, достоверно различалась между собой.

Несмотря на то, что разница в полученных результатах оценки кажущейся доступности кормов при сравнении двух методов илеостомирования не выявлена, мы из своего опыта сделали вывод, что одиночное простое Т-канюлирование более приемлемо, т.к. несложность хирургического вмешательства и работы с простой Т-канюлей по сбору образцов доказывают преимущество метода.

Мы продолжили свой поиск в плане подбора более подходящего инертного материала для простой Т-образной канюли и он был оправдан.

Одиночное илеостомирование и титановая Т-образная канюля. Исследования, проведенные нами в 1988-2008 гг., в области илеостомирования подвздошной кишки свиней дали возможность усовершенствовать: а) собственно канюлю в плане подбора нового материала и б) способ илеостомирования. Он заключается в следующем: илеальный метод определения биологической доступности аминокислот в нашей модификации предполагает установку одиночной Т-образной канюли в конец илеума. Лучшим материалом для канюли оказался металл титан. Канюля из титана для сбора илеального содержимого подвздошной кишки свиней показана на рис.10. Конструкция и инертный материал, из которого выполнена канюля, позволяют надежно фиксировать её в теле животного длительное время (более четырех месяцев, до убойной живой массы 90-100 кг), сократить реабилитационный период до нескольких часов.



Рис.10 - Канюля из титана, патент «Канюля» № 2302841

Если операция проведена в первой половине дня, то илеостомированного животного к вечеру переводят на опытный рацион. После непродолжительного адаптационного периода на опытной диете через трое суток мы без проблем исследовали илеальную доступность к всасыванию через стенку тонкого кишечника аминокислот испытуемого корма даже с высоким содержанием клетчатки, такого как ячмень или подсолнечный жмых.

Ход операции. За сутки до илеостомирования свиней лишали корма и за 2 часа - воды.

Премедикация в нашем варианте была следующей: канамицин внутримышечно 0,03г/кг живой массы поросенка за 1,5 часа до оперативного вмешательства; веронал - 0,01г/кг ж.м. + амидопирин - 0,01г/кг ж.м. орально - за 1 час; анестезия – ветранквил, 1%-й р-р - 0,03 мл/кг ж.м. внутривенно (ухо), за 30 минут до оперативного вмешательства.

После гигиенических и антисептических мероприятий, фиксации на хирургическом столе проводилась региональная проводниковая и инфильтрационная, по линии разреза анестезия в брюшную полость - 5% раствор новокаина; хлоралгидратный ректальный наркоз, приготовленный *extempore* на жидком клейстере из кукурузного крахмала.

Далее разрезали кожу и разъединяли «тупым» концом скальпеля мягкие ткани с подкожной клетчаткой и мышечной тканью на правом боку, между голодной ямкой и последним ребром и на ширину ладони вниз от мечевидного отростка позвоночника.

Разрез длиной 7-10 см делали несколько влево от будущего отверстия (для канюли).

Края разреза захватывали зажимами и фиксировали. Влажность операционной раны поддерживали физиологическим раствором.

После рассечения брюшины её края захватывали шовным материалом (№4) и фиксировали на простыне зажимами.

При правильном разрезе нужный участок подвздошной кишки легко нащупывается указательным и средним пальцами в операционной ране. Указанный участок подвздошной кишки на

расстоянии 5-6 см перед баугиновой заслонкой (илео-цекальным сфинктером) подтягивали и фиксировали двумя кишечными жомами. Затем накладывали двойной кيسетный шов (по Алиеву А.А., 2003), ограничивающий будущую илеостому (рис.11.).

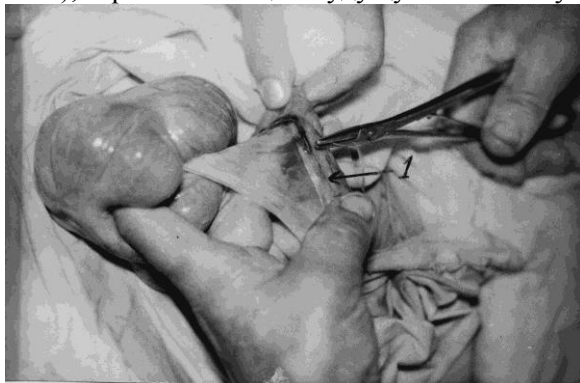


Рис. 11 – Двойной кисетный шов на подвздошной кишке.
Слева – слепая кишка

Между двумя двойными кисетными швами делали разрез (рис.12).



Рис.12 - Разрез кишки после наложения двойного кисетного шва.

В него вставляли канюлю, а шов затягивали шовным материалом, краями разреза вовнутрь кишки (рис.13). Канюлю выводили в круглое отверстие на коже правее разреза на 3-4 см. Брюшину и мышцы шили кетгутом. После обработки швов вводили внутримышечно однократно антибиотик пролонгированного действия и анальгин (баралгин), соответственно 1000000 Ед. и 2 мл. Зашивается брюшина и мышцы кетгутом, кожа - шёлком (№ 6-8). Сверху на трубку надевали прижимную шайбу, навинчивали гайку, наружный конец канюли закрывали завинчивающейся крышкой. Шайба помогает надёжно фиксировать канюлю в теле животного и не прикасается к зашитому разрезу, который остается в стороне.



Рис.13 - Установка титановой канюли в подвздошную кишку

Период первичной реабилитации прооперированного животного длится не более 30 мин. При успешном проведении илеостомирования поросёнка сразу держатся на ногах и сами подходят к кормушке и поилке. В ходе тридцати проведённых операций по установке титановой канюли длительность первичного реабилитационного периода увеличилась до суток у двух животных, один выбыл из эксперимента. В заключение необходимо отметить, что предыдущие исследования илеального содержимого зарубежными и отечественными авторами (табл.8) основывались на различных вариантах одиночных Т-образных канюль и анастомозов с двумя Т-образными канюлями.

Таблица 8 - Виды илеостомирования у зарубежных исследователей

Вид илеостомирования	Авторы	№ публикации
Одиночная простая Т-образная канюля	Mc Neilage, e.a.,2002	582
	Barneveld, e.a., 1994	
	van der Meulen, 2002	
	Balle, e.a., e.a., 2002	
	Walker, e.a., 1986	
	Jørgensen, e.a.,2002	
	Gabert, e.a.,2002	
	Furuya, 89	
	Cherian,1988	
	Fernández, e.a.,2002	
Управляемый илео-цекальный клапан (SICV)	Mroz, e.a., 1994	570
Простая Т-образная постзаслоночная илео-цекальная канюля	Yin, 2000, 2002	748, 749
Илеоректальный превальвулярный анастомоз	Laplace, e.a., 1983	516
	Sève, e.a.,2002	667
Илео-ректальный анастомоз с изоляцией толстого кишечника	Simon Green, 1987	438
	U.Hennig, e.a., 1986	465

Прототипы титановой канюли были выполнены из пластика, нержавеющей стали и полимерной резины, не обеспечивавших ведение длительного физиологического опыта на животном до достижения им сдаточных кондиций.

Таким образом, титановая канюля имеет два основных преимущества: она надежно фиксирована в теле свиньи и илеостома с такой канюлей может быть использована на протяжении всего периода выращивания животного до откормочных кондиций (90-105 кг). В 2008 году на выставке инновационных проектов в Москве титановая канюля получила диплом и золотую медаль.

8.2 Инертные маркеры при исследовании доступности аминокислот

Нами предложен способ включения инертной окиси хрома (Cr_2O_3) в экспериментальные кормосмеси для физиологических опытов по оценке переваримости кормов для свиней. Окись хрома – нетоксичный порошок зелёного цвета, нерастворимый в воде, мелкодисперсный, хорошо гомогенизируется с растительным маслом. Навеску инертного маркера в количестве 0,2- 0,5 -1,0 % к воздушно-сухому веществу рациона (в зависимости от предполагаемой переваримости питательных веществ корма, включая углеводы) смешивают с кормовой смесью. При этом к зерновой основе монорациона, предназначенной для приготовления не более 2 кг кормосмеси, помещённой на полиэтиленовую плёнку, добавляют одновременно 20-40 г растительного масла с навеской окиси хрома при постоянном быстром перемешивании последних до гомогенной суспензии. После включения недостающих компонентов рациона кормосмесь тщательно гомогенизируют, исключая потери маркера. Предложенный нами способ включения мелкодисперсной окиси хрома в кормосмесь достаточно надёжен, так как замедляется оседание индикатора на дно кормушки при кормлении экспериментальных животных влажным кормом.

Расчёт кажущейся и истинной доступности аминокислот.

Содержание хрома в корме и продуктах переваривания и обмена эндогенов определяли йодометрическим методом [128]. Количественный возврат метчика в кале и содержимом подвздошной кишки колебался от 87 до 102 %. Однако, для простоты расчётов Jagger, S. et al. (1992), Mink C.J.K., et al. (1969), Saha, D.C. and Gilbreath, R.L. (1991) его принимали за 100 %, что, по мнению авторов, допустимо [481, 562, 643].

Есть значительный положительный момент в применении маркеров. Это возможность отказаться от сбора всего содержимого кишечника, как трудоемкого процесса исследования переваримости кормов. Возврат метчика можно принять за 100 %, а если точнее, необходимо знать коэффициент, идущий на поправку возврата. Известно, что Cr_2O_3 чаще других используется в качестве инертного метчика в изучении переваримости питательных веществ у свиней, и многие авторы нашли, что возврат варьирует и находится в пределах 100 %.

Для расчёта кажущейся доступности аминокислот в опытах с инертным маркером мы использовали формулу:

$$X = 100 - 100 * \frac{A * C}{B * D_k}, \quad \text{где} \quad (11)$$

X - кажущаяся доступность аминокислоты в %;

A - концентрация инертного маркера в корме;

B - концентрация инертного маркера в СПК или кале;

C - концентрация исследуемой аминокислоты в СПК или кале;

D - концентрация исследуемой аминокислоты в корме

Истинную переваримость сырого протеина и доступность каждой аминокислоты рассчитывали по формуле (12):

$$D_a = 100 - \left(\frac{X_k * A}{X * A_k} - \frac{X_{н/б} * A_{н/б}}{X_{н/б} * A_{н/б}} \right) * 100, \quad \text{где} \quad (12)$$

D_a - истинная доступность аминокислоты (или переваримость сырого протеина);

X_k - % инертного маркера в кормосмеси;

X - % инертного маркера в кале или СПК;

$X_{н/б}$ - % инертного маркера в низкобелковой диете;

$X_{н/б}$ - % инертного маркера в кале или СПК на низкобелковой диете;

$A_{к}$ - % аминокислоты (сырого протеина) в кормосмеси;

A - % аминокислоты (сырого протеина) в кале или СПК;

$A_{к\ н/б}$ - % аминокислоты (сырого протеина) в низкобелковой диете;

$A_{н/б}$ - % аминокислоты (сырого протеина) в кале или СПК на низкобелковой диете.

Исследователи, которые публикуют работы по изучению доступности аминокислот, в основном работают с инертными окислами титана и хрома. Мы, по примеру авторов (Fernández, 2002 и др.), сравнили окиси хрома и титана в опытах на илеостомированных поросятах и остановили свой выбор на окиси хрома. Результаты определений с хромом во всех случаях оказались незначительно выше, чем полученные с использованием титана. Напротив, в работе (Yin et al., 2000) было установлено, что результаты определения доступности с использованием хрома были несколько ниже, чем с титаном (Yin, 2002). Таким образом, сравнение двух маркеров на диетах с различным химическим составом не обнаруживает сколько-нибудь заметных различий между маркерами.

Кажущаяся илеальная доступность аминокислот и переваримость питательных веществ рационов (в % от потреблённого), оцененная с использованием в качестве инертного маркера как окиси хрома (Cr) так и окиси титана (Ti), не показала достоверных различий. Однако, по нашему мнению, окись титана сложна в применении из-за отсутствия окраски. Содержимое кишечника с окисью хрома приобретает зеленый цвет и очень удобно уловить момент начала прохождения испытуемого корма через подвздошную кишку мимо стомы с канюлей.

8.3 Оценка концентрации эндогенных поступлений аминокислот в терминальном илеуме у растущих свиней методом перевода на низкобелковую диету

Для усовершенствования илеального метода определения истинной доступности аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике свиней мы провели ряд физиологических опытов на илеостомированных подсвинках с живой массой 30-40 кг. Опыты проведены с целью сравнения диет для оценки эндогенных поступлений аминокислот в терминальном илеуме у растущих свиней методом перевода на безбелковую или низкобелковую диету с практически стопроцентной переваримостью, такими как сухое молоко или белковый «энпит», сухое соевое молоко, изолят или гидролизат гороха, молочный казеин и др.

В опыте по сравнительной оценке концентрации эндогенных аминокислот после скармливания обычного рациона разные диеты незначительно повлияли на количество эндогенных аминокислот в терминальном илеуме (рис. 14). Выход эндогенного азота колебался в течение суток. Достоверной разницы между выходом аминокислот эндогенного происхождения нет, вероятно, по причине практически одинакового их количества после скармливания комбикорма с 80 % зерна злаков и добавлением готового БВК «Провими» в количестве 20 %.

Тем не менее, очевидна тенденция меньшего выброса эндогенов на безазотистой диете. По эндогенному лизину - несколько большее его количество выделилось на диете с соевым изолятом, что, вероятно, объясняется его растительным происхождением, по сравнению с животным сухим молоком.

Результаты этого опыта позволяют считать, что в состав диеты для оценки эндогенных остатков может быть включено небольшое количество легкодоступного белка, такого как сухое молоко или соевый изолят.

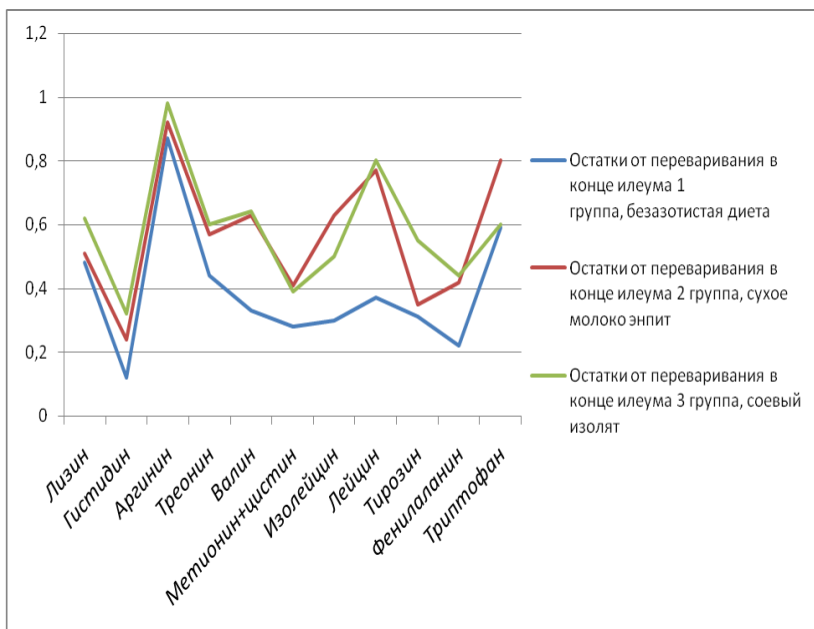


Рис. 14 - Среднесуточный выход аминокислот в подвздошной кишке на трёх диетах для оценки эндогенов

В другом опыте по сравнительной оценке концентрации эндогенных аминокислот на диете с молочным энпитом (легкоусвояемым молочным белковым концентратом с добавлением сахара, витаминов, препарата железа для детского и диетического питания, разработанным РАМН СССР, ТУ 49-483-78) после скармливания ячменя и ячменя, сбалансированного по критической аминокислоте – лизину, эндогенные потери азота и критических незаменимых аминокислот лизина, треонина и изолейцина оказались достоверно ниже у свиней после предварительного скармливания ячменного рациона с добавкой лизина по сравнению с вариантом без добавки лизина (таблица 9).

Результаты этого опыта свидетельствуют о вероятном «снятии» дефицита первой лимитирующей аминокислоты лизина, повлекшем относительное уменьшение эндогенного

потока не только лизина, но и других незаменимых аминокислот.

Таблица 9 - Эндогенные потери аминокислот на двух ячменных рационах, г/кг сухого вещества

Аминокислоты	С ячменём (лизина 4,41 г/кг)	С ячменём и лизи- ном, доведённым до 8,3 г/кг
Лизин	1,3 ^{**} ±0,1	0,718±0,1
Треонин	1,4 [*] ±0,1	0,9±0,1
Метионин+цистин	0,5±0,2	0,5±0,2
Изолейцин	1,0±0,1	0,8±0,1
Триптофан	0,4±0,2	0,3±0,2

Примечание: объём потребления корма 1,8 – 2,0 кг/ гол. в сутки);

*- P < 0,05; ** - P < 0,001.

В следующем опыте результаты определения количественного содержания эндогенных остатков аминокислот после скармливания монорационов на основе четырех злаков выявили достоверные различия по уровню отдельных эндогенных аминокислот и сырого протеина (Таблица 10).

Таблица 10 - Эндогенные потери аминокислот после скармливания четырёх злаков, г/кг сухого вещества рациона

Аминокислоты	Ячмень ^a	Пшеница ^b	Овёс ^c	Кукуруза ^d
Лизин	1,48 ^{**bcd}	0,84	0,54	0,51
Треонин	1,12 ^{*bcd}	0,71	0,66	0,85
Метионин+цистин	0,98	0,65	0,84	0,58
Изолейцин	1,14 ^{*bcd}	0,45	0,79	0,92
Триптофан	0,6 ^{*bcd}	0,17	0,25	0,18
Сырой протеин (N*6,25)	44,50 ^{*bcd}	30,69	20,54	22,04

Примечание: * - при p < 0,05; ** – p < 0,01 при сравнении с вариантами b, c, d.

Ячмень, пшеница, голозёрный овёс и кукуруза, являясь каждый отдельно единственным источником сырого протеина и клетчатки в опытных рационах предварительного периода, по-разному повлиял и на шлейфовый количественный состав эндогенных аминокислот в содержимом подвздошной кишки, оцененный после перевода с этих рационов на диету с молочным энпитом для оценки эндогенных остатков (рис.15.).

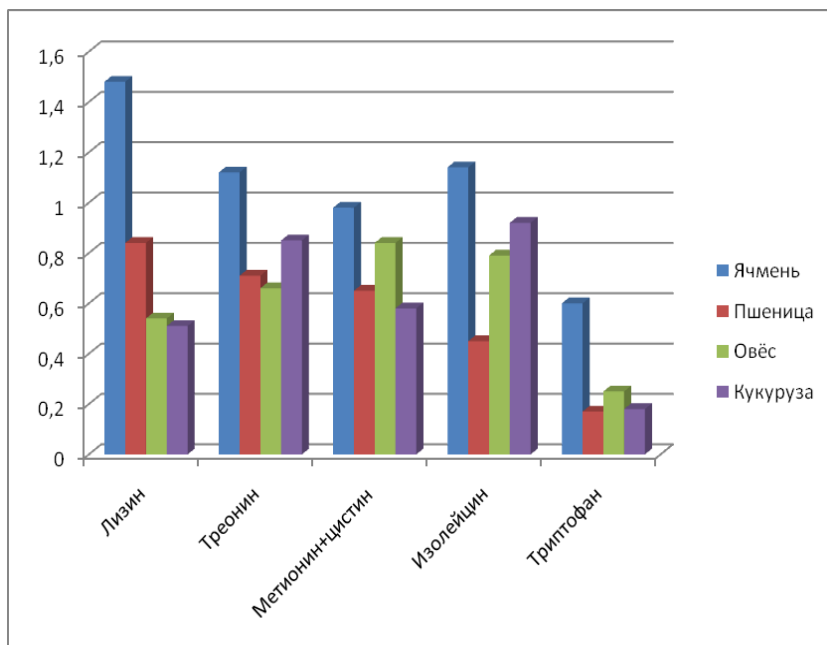


Рис.15 - Количественный шлейф эндогенных аминокислот после скармливания четырёх злаков, г/кг сухого вещества рациона

Больше эндогенных остатков выявлено в подвздошной кишке после скармливания ячменного рациона.

В опытах, проведенных нами в период с 1986 по 2009 годы на илеостомированных животных по оценке кормов на доступность аминокислот, мы применяли и безбелковую диету,

и молочный «эмпит», а в последнее время – гидролизат казеина. Свиньи, содержащиеся в наших опытах на безбелковой диете непродолжительное время, обычно сохраняли живую массу, а экскреция азота с мочой была относительно постоянна, так как диета обеспечивала необходимыми питательными веществами и энергией, а потребность в белке удовлетворялась в первое время за счёт расхода лабильных белков.

До настоящего времени окончательно не установлено, насколько различаются метаболические потери аминокислот у свиней на низкобелковой и безазотистой диетах. По нашим данным, безазотистая диета влечёт за собой некоторое понижение эндогенного азота в содержимом подвздошной кишки, но оно статистически не достоверно. При переводе с изучаемого рациона на низкобелковую диету с целью оценки эндогенных потерь аминокислот экскреция азота остаётся некоторое время на том же уровне. Мы согласны с мнением ряда авторов [758-759], что различия по эндогенным остаткам в илеальном содержимом в зависимости от вида корма все-таки существует.

Уровень эндогенных аминокислот чаще измеряют на безбелковой диете. Многие авторы считают, что уровень эндогенного азота у растущих свиней на безазотистой диете в течение длительного времени остаётся относительно постоянным. Продолжительность этого периода в какой-то мере отражает состояние обмена веществ, сложившееся в предшествующий период. В своих исследованиях авторы изучали остатки эндогенных аминокислот в терминальном илеуме у моногастричных. Использовали параллельно две диеты: одну с синтетическими аминокислотами в качестве единственного источника азота, и вторую – безбелковую. Эндогенные потери статистически не различались по заменимым аспарагиновой, глютаминовой кислотам и серину, а также по незаменимой - лизину, но были значительно выше на безбелковой диете по заменимым аминокислотам - пролину, глицину и аланину [685]. Это доказывает, что безазотистая диета не столь физиологична для оценки эндогенных потерь. В то же время высокая кажущаяся переваримость синтетических

аминокислот (гистидина, аргинина, треонина, валина, изолейцина, лейцина, тирозина, фенилаланина), применяемых в низкобелковых рационах, даёт возможность утверждать, что их экскреция в илеум имеет практически полностью эндогенное происхождение.

Нами не установлено статистически значимых различий между величиной эндогенных выделений с калом на синтетической диете с добавкой кристаллических аминокислот и эндогенных потерь на безбелковой диете.

Определение неутилизованных при повторном всасывании эндогенных поступлений необходимо при определении истинной переваримости сырого протеина и доступности аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике свиней.

Выделение эндогенных аминокислот с илеальным содержимым и калом, выраженное в мг/кг $M^{0,75}$ (метаболической массы), нельзя признать постоянной величиной, несмотря на данные отдельных авторов, основанные на изучении высокобелковых концентратов (казеина, кукурузного глютена, рыбной муки) в полуискусственных рационах на основе кукурузного крахмала.

По данным исследований, у свиней на соевых и из зерна злаков рационах эндогенные илеальные потери отдельных аминокислот значительно варьируют. Например, выделение илеального эндогенного лизина на рационе с автоклавированной соей составило 40,5 (0,611), а для ячменя и пшеницы оно было выше, соответственно, 87,0 (1,316) и 66,2 (0,835) мг/кг $M^{0,75}$ (г/кг сухого вещества рациона).

Эндогенный азот количественно характеризуется таким же непостоянством. Мы нашли высокую корреляцию между количеством эндогенных поступлений на злаково-соевых рационах, оцененным традиционным методом анализа кала и илеальным. Так, для лизина регрессионная линейная зависимость выражается функцией: $y=0,943x-6,1$ ($r=0,83$; $n=9$); для незаменимых аминокислот: $y=0,985x-1,86$ ($r=0,95$; $n=9$); для сырого протеина: $y=1,1472x-18,4$ ($r=0,8$; $n=9$), где y – эндогенные поступления аминокислот в подвздошной кишке, выраженные в

мг/кг^{0,75}, и x – эндогенные поступления, оцененные традиционно по калу.

В наших исследованиях с использованием низкобелковой диеты с молочным «энпитом» у свиней с живой массой 50-70 кг выделялось от 1 до 5 г азота в сутки на голову.

Таким образом, при количественном исследовании содержимого илеума и кала на низкобелковой диете нами установлено непостоянство аминокислотного профиля эндогенных остатков, обусловленное разнообразием скармливаемых кормов или обогащением монозернового рациона лимитирующей аминокислотой.

Полученные данные дают основание заключить, что самой удачной тестовой диетой при изучении эндогенных потерь в терминальном илеуме может служить низкобелковая диета, в которой источником высокодоступного белка являются: сухое обезжиренное молоко, гидролизат казеина, соевый изолят и др.

Обычно количество заменимых аминокислот в эндогенных остатках выше, чем незаменимых.

Выше уровень глутаминовой кислоты, пролина, глицина, аспарагиновой кислоты, а из незаменимых - лейцина и треонина заметно больше, чем других эссенциальных аминокислот. Это объясняется выделением этих аминокислот с панкреатическим соком и гидролизованными и негидролизованными мукосырого протеинами, аминокислоты которых слабо всасываются в стенку кишечника.

В период роста эндогенные потери аминокислот по отношению к метаболической массе у свиней практически не изменяются с возрастом [157].

Также нами установлено, что количество сырой клетчатки при умеренном её содержании в рационе почти не влияет на эндогенные потери аминокислот, хотя при содержании клетчатки более 75 г/кг рациона эндогенные потери всех аминокислот значительно увеличиваются, за исключением метионина, количество которого остаётся на одном уровне.

Таким образом, оценка шлейфового (после каждого исследуемого корма) эндогенного пула аминокислот в конце илеума необходима для определения физиологически

обоснованной истинной доступности аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике растущих свиней.

8.4 Содержание и режим кормления илеостомированных животных

В период проведения физиологических и балансовых опытов илеостомированных и интактных животных содержали в обменных металлических клетках с тремя дверцами собственной оригинальной конструкции. Все четыре внутренние стенки клетки обшиты нержавеющей металлическими листами на уровне возможного контакта с канюлей.

Кормушки съёмные, подвижные, из нержавеющей металла с идеально гладкой внутренней поверхностью, без недоступных углов. Боковая дверца предназначена для манипуляций с трубкой канюли (рис. 16).



Рис.16 - Манипуляции с канюлей через боковую дверцу клетки

Температурный режим в помещении от 18 до 25°C.

Такой режим достигался подбором времени года для хронического опыта - с апреля по октябрь.

Строго соблюдались условия режимных мероприятий.

Кормление и отбор проб содержимого подвздошной кишки (спк) у илеостомированных свиней производили «одни и те же руки» для сохранения «чистоты» опыта, устранения стрессового состояния и необходимости фиксации животных при отборе содержимого подвздошной кишки из канюли (рис. 17).



Рис.17 - Сбор содержимого подвздошной кишки через боковую дверцу

В физиологических опытах с илеостомированными поросятами кормление проводили два раза в сутки: в 08.00 и в 16.00 час. (табл. 12). За 30 минут до и в течение одного часа после кормления питьевую воду не подавали, за исключением воды в составе влажной мешанки диеты в соотношении 1:1.

Это соотношение воды и корма, найденное нами опытным путём (проб и ошибок), оказалось самым оптимальным, т.к. применяемое нами ранее соотношение 2,5:1 не методично в случае применения инертного маркера, который оседает на дно кормушки при избытке воды. В остальное время суток питьевая вода подавалась неограниченно.

Суточную дачу корма устанавливали индивидуально, по поедаемости без остатка во время периода адаптации (а). Это связано с необходимостью полного скармливания инертного маркера, включённого в испытываемую кормосмесь.

В физиологических обменных опытах по оценке доступности аминокислот поросётам с живой массой 20-35 кг скармливали в сутки 1,0-1,5 кг сухого корма, подсвинкам с живой массой 35-60 кг - 1,5-2,5 кг, в зависимости от поедаемости.

В опытах, проведенных для сравнения илеального с традиционным методом, 36-ти часовой учётный период включал отбор образцов содержимого подвздошной кишки и кала.

Мы сравнили режимные параметры илеального метода у других авторов не после анализа своих исследований, а во время их проведения на протяжении нескольких лет, и затем выбрали самый удачный способ кормления и отбора образцов содержимого кишечника. Кормление илеостомированных животных проводили от одного до трех раз в сутки, химус собирали в течение трех или одних суток: а) без перерыва, б) с 8-ми или 12-ти часовыми перерывами. Считаем, что наши режимные мероприятия являются самыми удачными при использовании животных с простой Т-образной канюлей, установленной в терминальном илеуме по нескольким моментам: 1) сокращено время адаптационного периода в связи с применением оригинального способа установки титановой канюли в подвздошную кишку, не требующего времени на реабилитацию животного; 2) удачно подобрана продолжительность учетного периода – 36 часов. Отбор образцов содержимого подвздошной кишки необходимо начинать через 15 минут после утреннего кормления первых

суток учетного периода. Длится период взятия химуса до 15.00 час.

Наполнение резинового контейнера, подвешенного к канюле, происходит с разной скоростью, в зависимости от перистальтики кишечника. Однако, по нашим наблюдениям, через 15 минут после поедания свиньями корма, которое обычно длится не более 15-20 минут, происходит первый объемный выброс химуса из канюли и влажность его самая высокая, до 99%. Первые полтора часа контейнер наполняется быстро и нельзя отходить от опытного животного, чтобы вовремя поменять контейнер для сбора содержимого кишечника. Последние 5,5 часов химус поступает из канюли довольно незначительными порциями и при испытании некоторых кормов на доступность, не требуется его смена. Весь химус, собранный из резиновых контейнеров, подвешенных к трубке канюли, за семичасовой период совмещается в один образец для анализа.

Таблица 11 - Параметры илеального метода в части режима кормления и взятия образцов кишечного содержимого опытных свиней в сравнении с данными других исследователей

Автор	Продолжительность опытных периодов		Кормление: (кратность), часы
	(а), су- ток	Учетного (часов), частота отбора проб содержимого илеума	
Собственные иссле- дова- ния	3	(36), 2 раза, в течение 7 часов, начиная через 15 минут после утреннего кормления	(2), 08.00, 16.00
597	12	(24), 16 раз	(2), 08.00, 20.00
283	3	(48), 24 раза,	
752	5	(24), 12 раз	

Продолжение таблицы 11

Автор	Продолжительность опытных периодов		Кормление: (кратность), часы
	(а), су-	Учетного (часов), частота отбора проб содержимого илеума	
400	14	(48), 2 раза по 8 часов	(3), 07.00, 15.00, 23.00
555	3	(24), 6 раз через 2 часа	(2), 08.00, 20.00
282	14	(24), 12 раз	
625	7	(24), 1 раз, с 08.00 до 18.00	
718	5	(48), 2 раза	
671	4		
494	5	(24), 12 раз	(3), 07.00, 15.00,
418	3		(2), 08.00, 20.00
415, 417	5	(24), 2 раза, с 13.00 по 15.00 час	(3), 01.00, 09.00, 17.00
440, 441		(24), 12 раз	(2), 08.00, 16.00
753			(2), 08.00, 16.00
337			8

Примечание: авторы: 0 – наш способ, описанный в данной главе; 277 – Balle K.M., e.a., 2002; 278- Barneveld R.J., e.a., 2002; 332 - Cherian G., 1988; 398 – Fernandes H., e.a., 2002; 413-415 - Furuya S., 1979-1984; 416 – Gabert V.M., e.a., 2002; 438-439 - Simon Green, 1987-1989; 490 – Jørgensen H., 2002; 551 – J. van der Meulen, e.a., 2002; 593 - Nyachoti et al., 1997; 621 – Pujol S., e.a., 2002; 667 – Sève B.G., e.a., 2002; 714 – Torrallardona D., e.a., 2002; 748 – Yin Y.L., e.a., 2002; 749 - Yin Y.L., 2000.

Консервировать содержимое подвздошной кишки на непродолжительный срок хранения лучше хлороформом (1 капля на 100 мл). Через интервал в 17 часов начинается повторный цикл отбора второго образца химуса. В конечном итоге эти два образца совмещают и отправляют на химический анализ. Этот способ взятия образцов позволяет сэкономить 19 часов учетного двухсуточного периода, по сравнению с двухсуточным периодом, используемым другими исследователями.

8.5. Сравнение илеального и традиционного методов определения доступности аминокислот зерна злаков и побочных продуктов производства растительного масла

Метод качественного и количественного определения состава аминокислот остатков от переваривания корма в конце пищеварительного тракта (кала) и расчетной оценки истинной доступности аминокислот считается традиционным (Т). Однако, илеальный метод определения истинной доступности аминокислот (И) основан на доказанном уже факте, что окончательное переваривание кормового белка и всасывание аминокислот происходит в тонком кишечнике [174, 285, 315, 323, 325, 326, 365, 373, 426, 431, 444-446]. Чтобы убедиться, что илеальный метод определения доступности аминокислот более надёжен и исключает искажение результатов, полученных традиционным методом анализа кала, мы сравнили эти два метода на примере изучения доступности зерна ячменя сорта «Триумф», соевого и подсолнечного шротов. Анализ результатов исследований свидетельствует о достоверных различиях в кажущихся доступности большинства аминокислот, определённых двумя методами (таблица 12). Различия оказались существенными для большинства аминокислот (рис.18.). Они составили по лизину – 11,2 %; треонину – 6,2 %; метионину+цистину – 29,6 %; изолейцину – 19,9 %; триптофану – 41,6 %. Эти данные согласуются с результатами исследований зарубежных авторов, которые проводили опыты на свиньях мясосального направления крупной белой и помесных с породой ландрас [550, 589, 605, 621, 627, 633, 654, 683, 692, 705-708].

Таблица 12 - Кажущаяся доступность аминокислот ячменя, определённая илеальным (И) и традиционным (Т) методами, %, (M±m)

Аминокислоты	И	Т
Лизин	57,2±1,6	63,6±1,0*
Гистидин	59,1±0,8	74,7±0,5***
Аргинин	67,4±1,0	70,3±1,5*
Аспарагиновая кислота	67,0±1,7	72,0±0,6*

Продолжение таблицы 12

Аминокислоты	И	Т
Треонин	62,7±1,9	66,6±0,3*
Серин	58,7±2,1	75,4±1,1***
Глутаминовая кислота	81,2±1,2	85,9±1,2*
Глицин	51,2±1,2	72,5±0,4***
Аланин	56,4±1,4	68,5±1,0**
Валин	64,0±0,2	78,4±0,8***
Метионин+цистин	60,5±0,8	78,4±0,5***
Изолейцин	63,2±0,8	75,8±0,7***
Лейцин	60,4±1,5	74,4±0,3***
Тирозин	43,6±1,2	55,4±1,8**
Фенилаланин	59,0±0,7	72,9±0,7***
Триптофан	59,8±0,7	84,7±0,9***

Примечание: 1) разница И - Т достоверна: * - при $P < 0.1$; ** - при $P < 0.05$; *** - при $P < 0,01$

Более высокие показатели кажущейся доступности ячменя получены традиционным методом, ($P < 0,01$) и они находятся в пределах 75 % . Именно эта доступность считается приблизительной для всех злаков в существующей в наше время практике расчета рационов по лизину и метионину, что приводит к переоценке белка при его нормировании. Таким образом, илеальный метод определения доступности аминокислот зерновых кормов более эффективен по сравнению с традиционным методом, т.к. в нём исключена фальсификация, вызванная тем, что в толстом кишечнике аминокислотный профиль не адекватен остаткам аминокислот после их продуктивного всасывания в тонком кишечнике из-за влияния обилия микрофлоры.

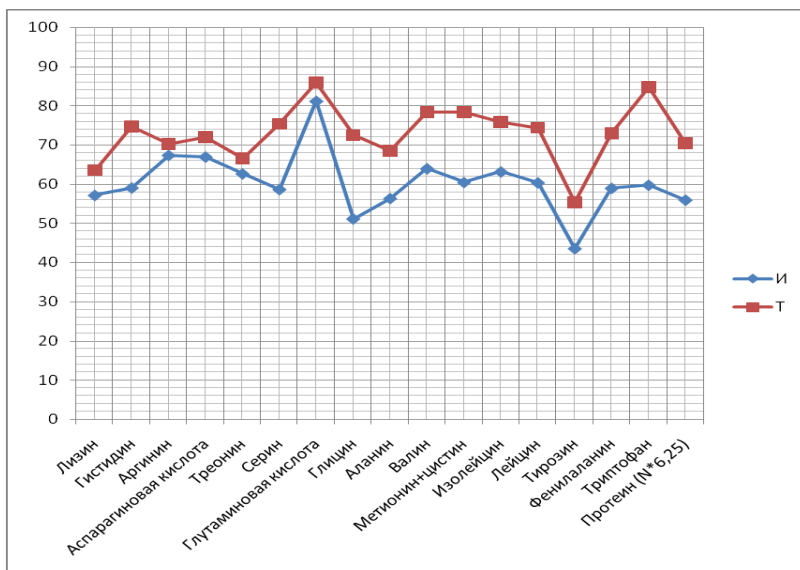


Рис. 18 - Сравнение традиционного (Т) и илеального (И) методов оценки кажущейся доступности, выраженной в %, на ячменном монорационе

Сравнение остатков эндогенных аминокислот в конце илеума и кале выявило существенные различия ($P < 0,01$) в данных двух методов Т и И (табл. 13). Они составили по основным незаменимым аминокислотам от 2 до 7 %: по метионину - 1,7; лизину - 4,5; триптофану - 5,4; треонину - 5,8; изолейцину - 6,8 %.

Необходимо отметить, что количество эндогенных незаменимых аминокислот, выделенных в конце илеума и после окончательного переваривания корма в желудочно-кишечном тракте, несмотря на различия достаточно высокое (более 15 % от аминокислот скормленного сухого корма, кроме эндогенного триптофана, его выделение составило 10 %) у свиней, находившихся на монорационе из неочищенного ячменя, богатого клетчаткой.

Таблица 13 - Эндогенные аминокислоты у свиней после скармливания ячменного рациона, ($M \pm m$)

Аминокислоты	Ед. измерения	Остатки в кале	Остатки в илеуме
1	2	3	4
Лизин	% к потреб-	22,6±0,8	18,1±0,4
	мг/кг $M^{0,75}$	91,7	56,2
	г/кг с. в. ра-	1,1	0,8
Гистидин	% к потреб-	18,3±0,5	21,4±0,4
	мг/кг $M^{0,75}$	74,3	66,5
	г/кг с. в. ра-	0,9	1,70
Аргинин	% к потреб-	19,1±0,8	11,0±0,9
	мг/кг $M^{0,75}$	77,5,0	34,2
	г/кг с. в. ра- циона	0,9	0,5
Аспарагиновая кислота	% к потреб-	16,3±0,6	11,6±0,6
	мг/кг $M^{0,75}$	66,1	36,0
	г/кг с. в. ра-	0,8	0,5
Треонин	% к потреб-	15,4±0,8	9,6±1,0
	мг/кг $M^{0,75}$	62,5	29,8
	г/кг с. в. ра-	0,7	0,4
Серин	% к потреб-	13,9±1,0	21,4±0,6
	мг/кг $M^{0,75}$	56,4	66,5
	г/кг с. в. ра-	0,7	1,0
Глутаминовая кислота	% к потреб-	22,9±1,1	11,0±0,5
	мг/кг $M^{0,75}$	92,9	34,0
	г/кг с. в. ра-	1,1	0,5
Глицин	% к потреб-	19,0±0,8	29,2±0,8
	мг/кг $M^{0,75}$	77,1	90,7
	г/кг с. в. ра-	0,9	1,4
Аланин	% к потреб-	20,3±0,5	22,8±1,0
	мг/кг $M^{0,75}$	82,4	70,8
	г/кг с. в. ра-	1,0	1,1

Продолжение таблицы 13

Аминокислоты	Ед. измерения	Остатки в кале	Остатки в илеуме
1	2	3	4
Валин	% к потреб-	18,0±0,2	15,9±0,6
	мг/кг М ^{0,75}	73,0	49,4
	г/кг с. в. ра-	0,9	0,7
Метионин	% к потреб-	16,6±0,4	18,3±0,7
	мг/кг М ^{0,75}	67,4	56,9
	г/кг с. в. ра-	0,8	0,8
Изолейцин	% к потреб-	20,4±0,4	13,6±1,2
	мг/кг М ^{0,75}	82,8	42,3
	г/кг с. в. ра-	1,0	0,6
Лейцин	% к потреб-	19,0±0,4	18,2±0,6
	мг/кг М ^{0,75}	77,1	56,6
	г/кг с. в. ра-	0,9	0,8
Тирозин	% к потреб-	30,5±2,0	30,5±1,2
	мг/кг М ^{0,75}	123,8	123,8
	г/кг с. в. ра-	1,5	1,6
Фенилаланин	% к потреб-	21,4±0,7	20,3±0,7
	мг/кг М ^{0,75}	86,8	63,1
	г/кг с. в. ра-	1,0	0,9
Триптофан	% к потреб-	10,3±1,0	15,7±0,3
	мг/кг М ^{0,75}	41,8	48,8
	г/кг с. в. ра-	0,5	0,7
Сырой протеин (N*6,25)	% к потреб-	21,3±0,8	20,9±0,2
	мг/кг М ^{0,75}	3200,0	3139,9
	г/кг с. в. ра-	37,1	36,4

Примечание: объём потребления в опытах 1,8 – 2,0 кг/гол. сутки

Показатели истинной доступности большинства аминокислот ячменя, полученные методом (И), существенно отличаются от таковых, определённых методом (Т) (табл. 14).

Таблица 14 - Истинная доступность аминокислот ячменных рационов, определённые илеальным (И) и традиционным (Т) методами (M±m), %

Аминокислоты	И	К
Лизин	75,3±1,5**	86,2±0,4
Гистидин	80,5±0,9**	93,0±1,0***
Аргинин	78,4±0,6*	89,4±1,6
Аспарагиновая кислота	78,6±1,3*	88,3±0,6
Треонин	72,3±1,8*	82,0±1,0
Серин	80,1±2,5*	89,3±2,6**
Глутаминовая кислота	81,8±1,5**	108,8±1,3***
Глицин	80,4±1,3*	91,5±0,9***
Аланин	79,2±1,0*	88,8±0,7***
Валин	79,9±0,4**	96,4±0,8***
Метионин+цистин	78,8**	95,0±0,6**
Изолейцин	76,8±1,2**	96,2±1,4**
Лейцин	78,6±2,0**	93,4±0,5***
Тирозин	78,3±1,2*	85,9±1,5*
Фенилаланин	79,3±1,2**	94,3±0,1**
Триптофан	75,5±0,8**	95,0±1,2***

Примечание: 1) разница И - Т достоверна: * - при P< 0,01; ** - при P< 0,001;

Показатели истинной илеальной доступности достоверно ниже полученных традиционным методом анализа кала, особенно по лизину, изолейцину, триптофану, метионину, а из заменимых аминокислот – по глутаминовой кислоте, соответственно, на 10,9; 19,4; 19,5; 16,2 и 27 %.

Таким образом, илеальный метод даёт более объективную информацию об истинной доступности аминокислот ячменя.

Результаты физиологического опыта по сравнению илеального и традиционного методов оценки доступности к всасы-

ванию аминокислот подсолнечного и соевого шротов подтвердили результаты предыдущего опыта по сравнению доступности ячменя, определённой двумя методами.

Кажущаяся доступность критических незаменимых аминокислот, определённая илеальным методом, оказалась существенно ниже по сравнению с определённой традиционным методом (таблица 15).

Таблица 15 - Кажущаяся доступность аминокислот соевого и подсолнечного шрота, определённая двумя методами (И) и (Т), в %

Аминокислоты	Соевый шрот экстру-		Подсолнечный шрот	
	И	Т	И	Т
Лизин	67,5 ^{aa}	74,8	80,1 ^{aaa}	90,7
Треонин	68,2 ^{aa}	74,9	90,3 ^a	92,8
Метионин	75,0 ^{aa}	83,8	77,6 ^a	80,7
Изолейцин	75,2 ^a	80,7	89,6 ^a	95,5
Триптофан	74,9 ^{aaa}	91,4	83,1 ^{aaa}	98,8

Примечание: различия достоверны: между (И) и (Т) а – при $P < 0,05$; aa - при $P < 0,01$; aaa - при $P < 0,01$

Эндогенные аминокислоты у свиней, выделенные в подвздошной кишке после скармливания монорациона с подсолнечным шротом составили 15-20 % к потреблённым, тогда как после соевого - 7-14 %. Это различие можно объяснить тем, что в подсолнечном шроте содержится высокое содержание непереваримых полисахаридов, входящих в состав клетчатки. Содержание эндогенного сырого протеина (азота*6,25), лизина, треонина, метионина и триптофана в содержимом подвздошной кишки у животных в опыте на диете с соевым и подсолнечным шротами составило, соответственно, 14; 7; 14; 8; 9 и 27; 20; 21; 20 и 31 % к находящимся в исследуемых кормах опытных монорационов (табл. 16).

Эти данные существенно выше в опыте на рационе с подсолнечным шротом. Вероятная причина – довольно высокое содержание клетчатки (по нашим данным – 13,8 %).

Что касается количественного состава одних и тех же аминокислот в шлейфовых эндогенах после скармливания иле-

остомированным поросётам ячменя и после скармливания им шротов, нами выявлены чёткие и достоверные различия в сторону уменьшенного выброса эндогенов у животных, находящихся на диетах для оценки эндогенных аминокислот в подвздошной кишке, после скармливания соевого и подсолнечного шротов.

Таблица 16 - Эндогенные потери аминокислот на рационе с подсолнечным шротом

Аминокислоты	Единица измерения	Соевый		Подсолнечный	
		И	К	И	К
Лизин	% к потребленному ($M \pm m$)	6,82 ± 0,2	9,6 ± 0,4	20,2 ± 2,3	24,2 ± 0,1
	мг/кг $M^{0,75}$	46,5	65,5	59,5	70,7
	г/кг сухого вещества рациона	0,231	0,326	1,596	1,912
Треонин	% к потребленному ($M \pm m$)	14,0 ± 0,2	11,6 ± 1,0	20,7 ± 1,0	16,3 ± 0,1
	мг/кг $M^{0,75}$	73,6	61,2	81,9	64,6
	г/кг сухого вещества рациона	0,644	0,534	1,263	0,994
Метионин + цистин	% к потребленному ($M \pm m$)	7,8 ± 0,6	7,3 ± 0,6	19,8 ± 1,2	21,1 ± 0,9
	мг/кг $M^{0,75}$	23,3	22,4	20,7	21,5
	г/кг сухого вещества рациона	0,094	0,088	0,693	0,739
Триптофан	% к потребленному ($M \pm m$)	9,8 ± 0,4	9,0 ± 0,3	31,0 ± 4,3	31,2 ± 0,8
	мг/кг $M^{0,75}$	17,2	15,5	24,1	24,1
	г/кг сухого вещества рациона	0,088	0,081	0,620	0,624
Сырой протеин ($N \cdot 6,25$)	% к потребленному ($M \pm m$)	13,9 ± 0,1	11,9 ± 0,1	22,0 ± 1,3	20,4 ± 0,3
	г/кг сухого вещества рациона	14,29	12,33	26,99	25,03

Результаты наших исследований подтверждают одну из противоположных точек зрения авторов о непостоянстве эндогенного пула аминокислот в илеуме свиней, находящихся на мо-

норационнах с разными источниками сырого протеина [619, 641, 653, 659, 663, 763].

Истинная (И) и (Т) переваримость сырого протеина и доступность большинства аминокислот подсолнечного шрота хотя и существенно отличаются и имеют достаточно высокие значения в количественном выражении (табл. 17). Это объясняется тем, что у подсолнечного шрота отсутствуют антипитательные факторы. Истинная доступность большинства незаменимых аминокислот подсолнечного и соевого жмыха, определённая двумя методами, имела достоверную разницу. В целом доступность большинства аминокислот соевого шрота оказалась более низкой по сравнению с таковой подсолнечного. Вероятной причиной может быть присутствие в соевом шроте ингибиторов протеаз.

Таблица 17 - Истинная доступность аминокислот соевого и подсолнечного шрота, определённая двумя методами, (И) и (Т), в %

Аминокислоты	Соевый шрот экструдированный		Подсолнечный шрот экструдированный	
	И	Т	И	Т
Лизин	74,3 ^{aa}	87,4	90,7 ^{aa}	99,6
Треонин	74,9 ^{aa}	88,9	92,8 ^a	101,2
Метионин	83,8 ^{aa}	92,5	80,7 ^{aa}	96,3
Изолейцин	80,7 ^{aaa}	89,6	95,5 ^a	102,2
Триптофан	81,4 ^{aa}	93,8	93,8 ^a	99,1

Примечание: различия достоверны: между (И) и (Т) а – при $P < 0,05$; aa - при $P < 0,01$; aaa - при $P < 0,01$

Таким образом, илеальный метод определения доступности аминокислот высокобелковых продуктов переработки масличных семян оказался, как и при испытании зерна злаков, более эффективным по сравнению с традиционным методом.

9. Аминокислотный состав кормов Кубани

Аминокислотный состав кормов, заготавливаемых в Краснодарском крае, значительно отличается от состава кормов других регионов России и дальнего зарубежья. Мы исследовали состав типичных в свиноводстве кормов, выращиваемых и производимых в Южном регионе России. Протеины бобовых трав естественных угодий Юга России отличаются более высоким содержанием лизина, лейцина, фенилаланина.

Сравнительный анализ аминокислотного состава белка нескольких видов клевера показал, что по сумме незаменимых аминокислот (34,3% от белка) клевер сходный значительно превосходит другие родственные виды по содержанию гистидина, треонина, валина, изолейцина и фенилаланина. Посевные бобовые культуры отличаются повышенным содержанием белка и аминокислот. Люцерна, горох, эспарцет отличаются большим количеством лизина (соответственно 8,7; 8,2; 6,5 г/кг) и метионина (2,4-5,3 г/кг) в сравнении со злаковыми (1,4-4,7 г/кг и 1,0-1,9 г/кг соответственно). В процессе развития растений, наряду с уменьшением сырого протеина, происходит снижение количества незаменимых аминокислот: на 8% - в фазу начала цветения и на 16% - в фазу полного цветения в сравнении с фазой полной бутонизации.

Аминокислотный состав травяной муки бобовых зависит от вида растений, из которых они готовятся, способа сушки, сроков уборки и фазы вегетации растения (таблицы 18 и 19).

Белки зерна злаковых культур бедны лизином и треонином, кукуруза бедна триптофаном. Зерно кукурузы, которое имеет значительный удельный вес в рационах свиней и птицы, также отличается невысоким уровнем белка (10-12 %) и его низким качеством.

Таблица 18 - Аминокислоты в траве бобовых кормовых растений

Аминокислоты	Бобовые			
	люцерна	горох	эспарцет	soя
Влажность, %	73,04	80,9	78,2	74,0
Сырой протеин, %	19,64	16,87	17,95	15,94
В 1 кг сухого вещества, г:				
лизин	8,70	8,20	6,50	5,50
гистидин	3,89	5,03	3,75	3,27
аргинин	8,09	7,10	7,07	6,60
треонин	7,24	6,92	6,19	5,79
валин	8,24	7,07	7,21	4,28
метионин	5,3	2,37	3,68	2,45
изолейцин	6,36	4,91	5,64	3,74
лейцин	11,23	10,64	11,09	9,90
феналаланин	8,33	6,76	9,40	5,56
триптофан	1,81	1,50	1,04	-
Сумма аминокислот	68,19	60,13	61,01	46,71

Таблица 19 - Аминокислоты в травяной муке бобовых кормовых растений

Аминокислоты	Мука из люцерны		
	среднее	бутониза-	цветение
Влажность, %	12,90	12,70	12,80
Сырой протеин, %	18,22	18,00	18,49
В 1 кг сухого вещества, г:			
лизин	7,19	7,20	8,59
гистидин	3,42	3,97	3,65
аргинин	5,47	6,32	6,28
треонин	6,83	8,17	6,69
валин	6,17	8,95	7,30
метионин	2,34	2,96	2,72
изолейцин	5,13	4,50	5,36
лейцин	10,14	11,34	10,83
фенилаланин	7,31	6,91	7,22
Сумма аминокислот	54,00	60,32	58,32

В кукурузе содержится всего 2,3-3,2% лизина, и 0,8% триптофана (табл. 20).

Таблица 20 - Содержание незаменимых аминокислот в зерне злаковых и бобовых культур

Аминокислоты	Бобовые		Злаковые				
	горох	соя	пшеница	ячмень	кукуруза	овес	рожь
Влажность, %	10,95	14,40	11,47	10,44	11,34	9,66	11,87
Сырой протеин, %	24,56	35,25	12,15	13,84	11,31	15,34	15,24
В % от сырого протеина (N×6,25):							
лизин	6,31	6,41	2,55	3,18	2,74	4,31	4,00
гистидин	2,47	2,90	2,30	2,51	2,84	1,33	1,22
аргинин	7,48	6,19	4,09	4,95	4,65	7,68	4,03
треонин	3,24	3,70	3,30	3,38	3,43	2,87	2,71
валин	2,57	3,63	3,77	3,25	3,41	6,12	5,44
метионин	0,97	2,24	1,21	1,44	2,46	1,83	1,74
изолейцин	2,39	3,45	2,54	2,31	2,25	3,43	3,40
лейцин	6,53	7,62	6,40	6,38	9,47	6,86	6,04
фенилаланин	4,34	4,99	3,30	4,23	3,96	4,12	4,92
триптофан	0,80	1,10	1,79	1,32	0,76	1,89	0,83
Сумма АА аминокислот	37,10	42,23	31,25	32,95	35,97	40,44	34,34

В.Г. Рядчиковым (1973), и другими исследователями изучены зарубежные высоколизиновые сорта кукурузы и созданы отечественные, в которых зерно богаче лизином на 50-80 и триптофаном – на 30-40 %; в нем несколько выше содержание аргинина [160, 163, 165, 168]. Если протеины зерна обычной кукурузы содержат 2,7 % лизина и 0,8 % триптофана, то в зерне высоколизиновой кукурузы 3,3-3,5 % лизина, 1,1-1,24 % триптофана. Зерно бобовых культур, которое в два – три раза богаче

сырым протеином, чем хлебные злаки, является хорошим источником лизина, аргинина, лейцина. По содержанию лизина оно близко к кормам животного происхождения. Так, если в белке мясокостной муки содержится 6,84 % лизина, то в белке гороха его 6,31, а в сое – 6,41 %. Для этого вида кормов характерны низкий уровень метионина: в белке гороха – 0,97 %, сои – до 2,24 %. Белок бобовых отличается большим содержанием аргинина: 6,19 % - у сои и 7,48 % - у гороха по сравнению с белком зерна злаковых: от 4,09 – у пшеницы до 4,95 % – у ячменя. В белке жмыхов и шротов сравнительно невысокое содержание лизина – 3,07-3,52 % (табл. 21).

Таблица 21 - Содержание незаменимых аминокислот в жмыхах и шротах [9]

Аминокислоты	Жмыхи		Шроты		
	Подсолнечный	горчишный	Подсолнеч.	соевый	клещев.й
1	2	3	4	5	6
Влажность,%	7,30	10,00	8,02	10,65	9,33
Сырой протеин (N×6,25)	39,41	44,00	51,00	48,77	42,09
В 1 кг сухого вещества, г:					
Лизин	12,10	13,60	17,95	29,89	13,55
Гистидин	9,10	10,08	13,77	16,14	12,25
Аргинин	32,90	23,06	36,77	34,13	37,38
Треонин	21,87	17,47	14,33	21,31	14,06
Валин	18,01	12,06	17,90	16,09	14,35
Метионин	7,87	8,1	8,5	9,15	8,21
Изолейцин	10,99	11,44	13,72	17,60	14,01
Лейцин	23,09	22,57	30,60	38,04	25,25
Фенилаланин	18,96	16,10	18,00	22,58	14,82
Триптофан	5,59	-	10,81	6,10	9,68
Сумма АА аминокислот	160,48	134,48	182,35	211,02	163,56

Исключение составляет соевый шрот, в протеине которого 6,2-7,0 % лизина. Однако в 1 кг сухого вещества за счет высокого содержания белка количество лизина больше: в подсолнечном жмыхе его 12,1 г, в соевом - 29,9 г.

По сумме незаменимых аминокислот (в 1кг сухого вещества) наиболее ценными оказались соевый шрот (211 г), подсолнечный – 182,3 г, рапсовый - 163,6) и горчичный - 134,4 г.

В белке водорослей содержатся все незаменимые аминокислоты. По содержанию лизина белок водорослей приближается к зерну бобовых, в нём значительное количество лейцина и изолейцина (8,3-12,4 %).

Для примера приведём аминокислотный состав водоросли спирулины в г на 1 кг сухого вещества: сырой протеин 640; лизин – 26,2; аргинин – 41,0; метионин + цистин – 17,9; треонин – 34,6; изолейцин – 29,4; лейцин – 47,4; фенилаланин – 23,7; триптофан – 9,0 (таблица 22).

Таблица 22 - Аминокислотный состав спирулины

Аминокислоты	Спирулина	
	г/кг сухого вещества	г/100 г сырого протеина
Аргинин	41,0	6,4
Метионин + цистин	17,9	2,8
Треонин	34,6	5,4
Валин	33,9	5,3
Изолейцин	29,4	4,6
Лейцин	47,4	7,4
Фенилаланин	23,7	3,7
Лизин	26,2	4,1
Гистидин	10,2	1,6
Тирозин	24,3	3,8
Аспарагиновая кислота	73,6	11,5
Серин	42,2	6,6
Глутаминовая кислота	86,4	13,5
Пролин	31,4	4,9
Глицин	37,1	5,8

Продолжение таблицы 22

Аминокислоты	Спирулина	
	г/кг сухого вещества	г/100 г сырого протеина
Аланин	63,4	9,9
Триптофан	9,0	1,4
Сырой протеин (N*6,25)	640,0	100,0

Корма животного происхождения отличаются высоким содержанием белка и лизина, имеют высокую биологическую ценность (табл.23).

Таблица 23 - Содержание незаменимых аминокислот в кормах животного происхождения

Аминокислоты	Мясост-ная мука	Кост-ная му-	Рыб-ная му-	Мо-локо реге-гене-	Об-рат су-хой	Мо-локо цель-ное	Мо-локо сня-тое
Влаж-ность,%	10,40	6,50	13,40	6,00	7,20	87,5	88,7
Сырой	36,84	39,	52,	30,26	37,32	3,74	3,76
В % от сырого протеина (N*6,25):							
Лизин	6,84	5,6	7,1	6,41	6,94	6,68	7,71
Гистидин	3,65	2,4	2,7	2,81	3,35	2,10	1,86
Аргинин	5,54	6,3	7,4	3,62	3,87	3,70	3,99
Треонин	4,14	3,7	4,6	4,33	4,45	4,28	5,05
Валин	4,27	5,1	3,6	4,44	4,37	4,54	5,05
Метионин	2,60	1,6	1,7	2,10	2,43	2,40	2,39
Изолейцин	2,45	2,4	2,8	3,88	4,07	8,82	11,43
Лейцин	8,71	6,3	7,3	8,25	8,61	-	-
Фенилала-	4,04	2,7	3,8	3,83	4,19	4,19	4,52
Триптофан	1,72	1,5	2,6	0,83	-	1,12	1,12
Сумма АА аминокис-лот	43,96	38,09	43,87	40,50	42,28	37,92	43,12

До недавнего времени в кормлении сельскохозяйственных животных широко использовались белково-витаминные концентраты или белки одноклеточных организмов (Single Cell Protein, Pekilo protein и т.д.), представляющие собой высушенную массу микроорганизмов после ферментации в среде простых азотсодержащих органических соединений на энергетических субстратах из нефтяных парафинов, газовых масел, спиртов, гидролизатов целлюлозы. Эти концентраты богаты протеином (40-60%), аминокислотами (кроме метионина), витаминами группы В. Практический опыт в хозяйствах Краснодарского края показал их безвредность при ограниченном скармливании доращиваемым животным (до 20 % от общего содержания сырого протеина в рационе).

Значительные исследования проведены по разработке технологий производства белковых концентратов из зелёных растений – культурных трав, ботвы, листьев – ПЗК. Они обладают высокой биологической ценностью. Однако их производство требует больших энергозатрат.

Приводим состав некоторых кормов (табл. 24).

Таблица 24 - Содержание незаменимых аминокислот в кормах Краснодарского края (средние данные по сортам), в г/кг сухого вещества

Корма	сыр. прот.	лизин	м+ц	трипт.	треон.	изол.
пшеница	130,0	3,5	4,8	1,7	4,4	5,1
ячмень	127,0	4,8	4,7	1,7	3,3	3,7
рожь	110,0	4,8	4,1	1,9	3,9	4,3
тритикале	135,0	4,8	3,9	1,7	4,2	5,2
овёс	139,0	5,6	4,6	1,6	4,3	5,2
овёс без плёнки	160,0	6,4	4,8	2,0	5,3	6,4
барда пшеничная, спиртовая, сухая	113,0	4,9	5,0	1,8	4,1	4,3
отруби пшеничные	154,0	5,6	5,6	3,2	3,8	5,0
кукуруза	97,0	2,7	3,4	0,6	3,4	3,3

Продолжение таблицы 24

Корма	сыр. прот.	лизин	м+ц	трипт.	треон.	изол.
зародыш кукуруз- ный, мука	217,0	13,2	7,3	2,6	6,2	5,7
рапс	212,0	17,5	5,4	2,7	13,9	12,0
горох	245,0	20,0	6,1	3,2	11,3	11,9
soя жарен. с низким содерж. ингибито-	380,0	24,8	10,6	6,0	13,5	14,6
soя сырая, с высо- ким содерж. инги- биторов	330,0	19,5	13,0	4,5	15,0	15,0
soя, с высоким со- держанием. ингиби- торов, автоклавиров.	330,0	19,4	13,0	4,4	15,0	15,0
подсолнечный жмых	380,0	11,0	13,2	3,8	11,2	13,2
подсолнечный шрот	400,0	14,0	15,2	6,0	13,3	13,8
клешевинный жмых	420,9	13,6	10,2	9,7	14,1	14,0
соевый жмых	415,0	30,6	15,6	6,2	22,0	24,3
соевый шрот	440,0	28,8	13,3	7,0	16,0	24,5
рапсовый жмых	383,0	16,8	11,8	6,1	15,3	15,7
мука из листьев лю-	170,0	7,5	4,6	2,0	4,0	7,0
мука клевера откры- тозёвого	148,0	9,3	4,4	2,0	9,2	11,1
сухая молочная сы-	132,	8,0	5,0	2,0	8,0	9,0
сухое обезжиренное	343,	26,8	8,5	2,1	13,7	19,2
казеин	900,	90,0	28,0	22,0	43,2	46,8
мясокостная мука, боенские отходы	484, 0	29,5	19,9	7,7	19,8	11,1
мясокостная мука,	334,	32,0	22,0	14,0	18,0	13,4
рыбная мука	570,	37,9	19,0	8,4	24,2	14,7

10. Истинная илеальная доступность аминокислот типичных кормов для растущих свиней

Мы считаем, что, несмотря на теоретически существующее различие между всасыванием и усвояемостью аминокислот, на практике илеальную переваримость сырого протеина и доступность аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике можно вполне считать объективным показателем их доступности для продуктивного усвоения системой белкового обмена организма свиней.

Нами проведена оценка истинной доступности аминокислот типичных натуральных кормов к всасыванию в тонком кишечнике свиней: 1) зерна злаков; 2) зерна сои; 3) гороха; 4) травяной муки бобовых; 5) кормов животного происхождения.

Зерно злаков. Среди злаков кажущаяся доступность большинства аминокислот пшеницы оказалась самой высокой. Значительно больше лизина, метионина, треонина, триптофана и изолейцина абсорбировано в тонком кишечнике из пшеницы по сравнению с овсом и кукурузой. Кажущаяся переваримость лизина, метионина, треонина, изолейцина, триптофана составили для пшеницы, соответственно, 69, 64, 70, 66, 57 %, тогда как для овса они значительно ниже - 42, 41, 52, 42 и 34 % ($P < 0,001$). Результаты определения количественного содержания шлейфовых (после скармливания того или другого зерна злаков) эндогенных потерь аминокислот в химусе на диете с белковым энпитом указывают на существенные различия среди зерновых кормов по уровню отдельных аминокислот и сырому протеину. Количество сырого протеина, лизина, треонина, триптофана из среднесуточных эндогенных потерь в шлейфовом эндогенном химусе после пшеничного рациона составило, соответственно, 28, 24, 20 и 10 % по отношению к содержащимся в скормленном пшеничном монорационе.

Ячмень, пшеница, овёс и кукуруза, являясь единственными источниками сырого протеина и клетчатки в опытных рационах, неадекватно повлияли на количественный состав эндогенных аминокислот в химусе свиней. Большинство эндогенных незаменимых аминокислот в более высокой

концентрации обнаружены в эндогенах после скармливания овсяного рациона, а наиболее низкой – после пшеничного.

На основании полученных количественных данных о содержании аминокислот эндогенного происхождения в терминальном илеуме свиней мы скорректировали кажущуюся доступность до фактической, т.е. истинной доступности для зерна злаков. Истинная доступность лизина и треонина в порядке возрастания составила для: овса – 68,9 и 69,1 %, кукурузы–77,1 и 82,1 %, ячменя – 80,0 и 81,0 %, пшеницы– 93,2 и 84,2 %, соответственно (табл. 13). Истинная доступность метионина распределялась несколько иначе: ячменя – 87,6 %, овса – 86,9 %, пшеницы – 87,6 % и кукурузы – 87,7 %. Триптофан овса и пшеницы менее доступен, соответственно, 60,8 и 66,2 %, а ячменя и кукурузы более доступен, соответственно, 80,0 и 75,5 %. Эти выводы совпадают с данными зарубежных исследователей [279, 283, 285, 328, 412, 439, 440, 478, 534, 625].

Данные илеальной истинной доступности (табл. 26) необходимо учитывать, особенно при использовании рационов с 80-90% зерна злаков, обогащённых синтетическими аминокислотами, где эти аминокислоты являются лимитирующими, а доступность их находится в пределах 60-70%.

Таким образом, среди зерна злаков доступность аминокислот пшеницы наиболее высокая, она стоит на первом месте по лизину (93,2 %), треонину и метионину, на втором – по триптофану. Доступность лизина ячменя также высокая 80,0 %. Большая часть незаменимых аминокислот ячменя и пшеницы выше, чем кукурузы. Доступность аминокислот кукурузы ниже: на четвёртом месте по лизину, треонину и метионину и на втором – по триптофану (75,5 %). Истинная переваримость лизина не различалась значительно для кукурузы и овса (77,1—68,9 %).

Мы нашли, что значения кажущейся и истинной доступности лизина зерна злаков, определённой нами двумя методами (И) и (Т) – илеальным и традиционным – высоко

коррелируют, соответственно, $r=0,75$, при $n=9$ ($y=0,85x+1,2$) и $r=0,81$, при $n=9$ ($y=1,058x-15,7$).

Показатели истинной доступности остальных незаменимых аминокислот, определённых методами (И) и (Т) также высоко коррелируют ($r=0,9$ при $n=9$, $y=0,905x-6,1$), чего нельзя утверждать в отношении сырого протеина ($r=0,63$, при $n=9$). Однако это и не важно, так как доступность сырого протеина не может служить критерием при составлении рационов в соответствии с потребностью в отдельных доступных аминокислотах. Тем более что различия в переваримости сырого протеина и доступности отдельных незаменимых аминокислот нередко превышают 10 %.

Необходимо подчеркнуть, что существует высокая корреляционная зависимость между илеальной переваримостью сырого протеина и илеальной доступностью отдельных аминокислот зерна злаков, как кажущейся ($r=0,79$, при $n=9$ ($y=0,84x+11,8$), так и истинной ($r=0,94$, при $n=9$ ($y=0,738x+21,3$).

В большая часть незаменимых аминокислот ячменя и пшеницы были сходны по их истинной переваримости и выше, чем кукурузы. Истинная переваримость лизина не различалась значительно для ячменя и пшеницы (80-90 %), а также для кукурузы и овса (60-70 %). Лизин один из первых освобождается при гидролизе сырого протеина, но имеет довольно низкую доступность для всасывания в кишечнике. Это, вероятно, связано с низкой переваримостью белка алейронового слоя зерновых, в которой находится большая часть этой аминокислоты. Значения истинной переваримости заменимых аминокислот пшеницы были выше, чем ячменя, овса и кукурузы. Значительны различия в значениях кажущейся и истинной доступности лизина и треонина. Понятно, что данные истинной переваримости более приемлемы для балансирования этих аминокислот в рационе. Однако, возможность расчёта этих значений из данных кажущейся переваримости считается среди авторов дискуссионной. Причина кроется в трудности определении эндогенов и недостатках практически всех существующих методов их определения.

Таблица 25 - Общее содержание и истинная илеальная доступность основных лимитирующих аминокислот (ИД) зерна злаков, г/кг, (усреднённые данные собственных исследований, n=24)

Аминокислоты	пшеница		ячмень		овес		кукуруза	
	г/кг	ИД	г/кг	ИД	г/кг	ИД	г/к г	ИД
Лизин	3,5	93,2	4,8	80,0	5,6	68,9	2,7	77,1
Метионин+цис.	4,8	87,6	4,8	87,6	4,6	86,9	3,4	87,7
Триптофан	1,7	66,2	1,7	80,0	1,6	60,8	0,6	75,5
Треонин	4,4	84,2	3,3	81,0	4,3	69,1	3,4	82,1
Изолейцин	5,1	87,0	3,7	81,0	5,2	71,7	3,3	87,8

Если сравнить скор аминокислот (соответствие стандарту количества и соотношения незаменимых аминокислот в идеальном белке) зерна злаков, выраженный в %, то можно отметить следующие сходство и различия между злаками: первой лимитирующей аминокислотой для всех без исключения злаков является лизин и скор его довольно низкий: 32,5-67,5 % (табл. 26), второй – треонин (скор высокий: 69,4-98 %) для всех злаков кроме кукурузы. Для зерна кукурузы второй лимитирующей аминокислотой является триптофан (скор его низкий – 40 %). Третьей лимитирующей аминокислотой для ячменя и ржи является изолейцин, для пшеницы – лейцин, для кукурузы – треонин, для овса – гистидин, для тритикале – метионин+цистин. Если же посчитать фактический скор доступных для свиней аминокислот злаков, то обнаруживается

несколько иная картина распределения лимитирования по отношению к идеальному протеину (табл. 27). Скор лизина, являющегося первой лимитирующей аминокислотой, намного ниже: 32,5-47,0 %, т.е. дефицит его гораздо выше, чем без учёта доступности. Второй лимитирующей аминокислотой является треонин, за исключением кукурузы. Скор его составляет 50,0-68,5 %. Скор триптофана кукурузы, второй для неё лимитирующей аминокислоты, остается неизменным после поправки на доступность и составляет 40 %, близок к скору аминокислот для остальных злаков. Третьей лимитирующей аминокислотой для пшеницы при учёте доступности оказался лейцин, а не триптофан. Для ржи – изолейцин, а не метионин. По остальным злакам третьи лимитирующие аминокислоты совпадают со скором аминокислот, рассчитанным без учета их истинной идеальной доступности. Лимитирующие аминокислоты четвертого порядка имеют довольно высокое соответствие стандарту - 66,7-98 %.

Таким образом, благодаря идеальной методу исследования истинной доступности аминокислот, используемому в хроническом физиологическом опыте на фистулированных свиньях, мы доказали, что различия в доступности к всасыванию в кишечнике важнейших аминокислот зерновых (лизина, треонина, метионина + цистина, триптофана и изолейцина) существуют. Необходимо дальнейшее уточнение значений истинной переваримости аминокислот на основе совершенствования методов оценки эндогенных потерь. И важно знать размеры различий в доступности аминокислот между зерновыми в случае необходимости заменить один зерновой злак другим при составлении рационов.

Таблица 26 - Содержание аминокислот в зерне злаков и их скор (сравнение со стандартным (идеальным) белком

Незаменимые аминокислоты	Содержание в «идеальном» белке, г/кг		Фактическое содержание аминокислот в г/кг и их скор в %											
			ячмень		пшеница		кукуруза		овес		рожь		тритикале	
			г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%
Лизин	8,3	4,8	57,8	3,5	42,2	2,7	32,5	5,6	67,5	4,8	57,8	4,8	57,8	
Метионин + цистин	4,9	4,7	95,9	4,8	98,0	3,4	69,4	4,6	93,9	5,5	112,2	4,0	81,6	
Триптофан	1,5	1,7	113,3	1,7	113,3	0,6	40,0	1,6	106,7	1,9	126,7	1,7	113,3	
Треонин	5,4	3,3	61,1	4,4	81,5	3,4	63,0	4,3	79,6	3,9	72,2	4,2	77,8	
Изолейцин	4,7	3,7	78,7	5,1	108,5	3,3	70,2	5,2	110,6	4,3	91,5	5,2	110,6	
Лейцин	8,3	7,9	95,2	7,6	91,6	11,3	136,1	7,9	95,2	7,8	94,0	10,0	120,5	
Валин	5,6	6,2	110,7	5,7	101,8	4,3	76,8	5,9	105,4	5,6	100,0	5,6	100,0	
Аргинин	3,3	5,3	160,6	6,0	181,8	4,4	133,3	6,6	200,0	7,1	215,2	6,4	193,9	
Гистидин	2,6	2,3	88,5	3,0	115,4	2,5	96,2	2,2	84,6	2,2	84,6	3,4	130,8	
Фенилаланин + тирозин	8,1	8,6	106,2	9,5	117,3	9,3	114,8	9,5	117,3	7,6	93,8	11,4	140,7	



первая лимитирующая
 вторая лимитирующая
 третья лимитирующая
 четвёртая лимитирующая

Примечание: *- скор аминокислоты выражен в % от потребности в стандарте (идеальном протеине)

Таблица 27 - Аминокислотный скор* зерна злаков, (с учетом доступности аминокислот для 2-4 мес. свиней)

Аминокислоты	1 кг натурального корма с идеальным протеином (для)	скор стандарта, %	ячмень			пшеница		кукуруза			овёс			
			р	жа	ор	р	жа	ор	р	жа	ор	р	жа	ор
			г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%		
лизин	8,3	100,0	3,7	44,6	3,2	38,6	2,7	32,5	3,0	36,1				
метионин+цис	4,9	100,0	4,0	81,6	4,8	98,0	3,6	73,5	3,6	73,5				
триптофан	1,5	100,0	1,5	100,0	1,5	100,0	0,8	53,3	1,4	93,3				
треонин	5,4	100,0	3,3	61,1	3,4	63,0	3,0	55,6	3,5	64,8				
изолейцин	4,7	100,0	4,0	85,1	4,1	87,2	3,2	68,1	4,0	85,1				
лейцин	8,3	100,0	7,9	95,2	7,6	91,6	11,9	143,4	7,8	94,0				
валин	5,7	100,0	6,2	108,8	5,7	100,0	4,3	75,4	5,9	103,5				
аргинин	3,3	100,0	5,3	160,6	6,0	181,8	4,0	121,2	6,6	200,0				
гистидин	2,6	100,0	2,3	88,5	3,0	115,4	2,5	96,2	2,0	76,9				
фенилаланин + тир	8,1	100,0	8,6	106,2	9,5	117,3	7,2	88,9	9,5	117,3				
идеальный протеин	11,6	100,0												



первая лимитирующая
 вторая лимитирующая
 третья лимитирующая
 четвёртая лимитирующая

Примечание: *- скор аминокислоты выражен в % от потребности в стандарте (идеальном белке), дано содержание в г/кг доступных АА

Зерно сои. Перед оценкой илеальной доступности к всасыванию аминокислот нативной сои различных сортов с разным содержанием ингибиторов протеаз, в тонком кишечнике свиней породы СМ-1 определена трипсин ингибирующая активность сырой муки и аминокислотный состав (табл. 28).

Таблица 28 - Аминокислоты и трипсин ингибирующая активность нативной сои

Аминокислоты, г/кг	Сорта					
	Ходсон	Ламберт	Астра	Веста	Лань	Фора
Лизин	19,3	19,8	2,5	5,5	1,9	3,1
Треонин	11,1	13,3	14,5	13,3	14,1	15,5
Метионин+цистин	9,5	11,1	6,7	9,1	9,8	11,6
Изолейцин	10,4	16,3	15,8	16,2	15,6	16,6
Лейцин	23,0	28,1	26,4	27,7	27,8	29,0
Фенилаланин	15,5	25,1	8,4	16,7	16,6	19,1
Триптофан	4,4	4,4	5,0	4,2	2,5	6,6
Аргинин	18,7	28,1	21,2	28,1	25,3	24,6
Валин	10,1	11,8	10,8	20,5	15,4	19,9
Гистидин	8,7	11,5	10,8	15,2	9,0	10,8
Сырой протеин (N*6,25)	300,0	333,0	336,0	380,0	400,0	406,0
ТИА, мг/кг	23,7	23,0	21,5	15,0	11,7	9,7

Изученная нами соя сортов Ходсон, Ламберт и Астра относится к высокоингибиторным сортам (ВИС) с активностью ТИА выше 21 мг/кг, Веста и Лань – к среднеингибиторным

(СИС) с ТИА более 10 мг/кг, Фора – к низкоингибиторным (НИС) с ТИА менее 10,0 мг/кг.

Анализ аминокислотного состава разных сортов показал, что соя богата лизином (19,3-25,5 г на 1 кг сухой сои). Метионин – лимитирующая аминокислота, находящаяся в дефиците, и её содержание составляет 4,9-6,5 г/кг. Сырой протеин в сое составляет в среднем 36 % от сухого вещества сои.

Истинная илеальная доступность незаменимых аминокислот сырой сои разных сортов представлена в таблице 29.

Таблица 29 - Истинная илеальная доступность незаменимых аминокислот сырой сои разных сортов, в %

Аминокислоты	Сорта					
	Ходсон	Ламберт	Астра	Веста	Лань	Фора
Лизин	57,0±0,5	57,5±0,5	57,4±0,6	63,4±0,4	61,2±0,5	67,7±0,5
Метионин+цис.	63,0±0,5	63,7±0,5	63,5±0,5	66,0±0,3	68,8±0,5	86,7±0,5
Треонин	68,0±0,7	69,0±0,3	68,7±0,4	70,1±0,5	70,0±0,7	76,7±0,4
Триптофан	65,0±0,5	65,2±0,3	65,5±0,4	70,0±0,3	68,0±0,6	68,5±0,8
Изолейцин	55,0±0,6	55,5±0,6	57,0±0,5	70,5±0,6	70,8±0,4	85,0±0,6
Лейцин	52,0±0,6	54,5±0,5	53,1±0,8	65,8±0,8	68,0±0,4	85,3±0,5
Валин	76,0±0,7	75,8±0,4	76,0±0,7	76,9±0,5	78,0±0,7	81,7±0,3
Гистидин	73,4±0,5	72,9±0,6	71,8±0,8	75,0±0,5	75,5±0,5	84,1±0,8
Аргинин	70,4±0,5	71,2±0,4	69,8±0,3	72,2±0,7	71,8±0,4	88,7±0,6
Фенилаланин	68,8±0,5	69,0±0,2	70,2±0,5	74,6±0,6	75,4±0,7	86,0±0,5
Сырой протеин (N*6.25)	66,1±0,5	68,5±0,5	68,0±0,5	71,1±0,5	72,8±0,5	80,0±0,4

Различия в доступности аминокислот между высокоингибиторными сортами Ходсон, Ламберт и Астра (ВИС), а также между сортами Лань и Веста со средней трипсин-ингибирующей активностью (СИС) не достоверны.

Однако значительны различия ($P < 0,01$) между сортами ВИС, СИС и НИС (низкоингибиторным сортом Фора).

Истинная илеальная доступность лизина нативной сои к всасыванию в тонком кишечнике свиней самая низкая среди незаменимых аминокислот и составляет $60,7 \pm 3,7$ %. Мы разделяем точку зрения авторов, что соя может иметь сравнительно низкую доступность лизина для свиней среди растительных кормов (Taverner M.K. and Farrel D.J., 1981). Основной из причин низкой доступности соевого лизина является высокое содержание антипитательных веществ.

Горох. Кажущаяся и истинная илеальная доступность гороха представлена в таблице 30.

Таблица 30 - Кажущаяся и истинная илеальная доступность зерна гороха, в %

Аминокислоты	Кажущаяся	Истинная	Разница
Лизин	$68,0 \pm 1,6$	$90,0 \pm 0,5$	22
Гистидин	$59,1 \pm 0,8$	$84,6 \pm 1,5$	25,5
Аргинин	$67,4 \pm 1,0$	$81,2 \pm 1,9$	13,8
Аспарагиновая кислота	$67,0 \pm 1,7$	$82,0 \pm 0,8$	15
Треонин	$78,3 \pm 1,9$	$90,0 \pm 0,1$	11,7
Серин	$58,7 \pm 2,1$	$86,1 \pm 1,2$	27,4
Глутаминовая кислота	$81,2 \pm 1,2$	$85,4 \pm 0,5$	4,2
Глицин	$51,2 \pm 1,2$	$89,8 \pm 0,6$	38,6
Аланин	$56,4 \pm 1,4$	$90,3 \pm 1,6$	33,9
Валин	$64,0 \pm 0,2$	$88,1 \pm 1,4$	24,1
Метионин+цистин	$72,0 \pm 0,8$	$90,0 \pm 2,7$	18
Изолейцин	$74,3 \pm 0,8$	$92,0 \pm 1,1$	17,7
Лейцин	$60,4 \pm 1,5$	$87,7 \pm 0,8$	44,1
Тирозин	$43,6 \pm 1,2$	$89,6 \pm 0,6$	46,0
Фенилаланин	$58,0 \pm 0,7$	$86,7 \pm 1,8$	28,7
Триптофан	$78,0 \pm 0,7$	$92,0 \pm 0,1$	14
Сырой протеин (N*6,25)	$79,0 \pm 0,2$	$90,0 \pm 1,6$	11

Разница между кажущейся и истинной илеальной переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот достоверна и составляет от 11 (по сырому протеину) до 46,0 % (по тирозину). Истинная доступность гороха очень высока: 90 % по лизину, метионину и треонину и 92 % по изолейцину и триптофану.

Травяная мука бобовых. Мы изучили химический состав и истинную илеальную доступность сеной муки из целого растения клевера открытозёвого (табл. 31).

Таблица 31 - Состав и доступность аминокислот сеной муки клевера открытозёвого, г/кг сухого вещества

Ингредиенты	Состав	Илеальная доступность	
		кажущаяся	истинная
Сухое вещество, г/кг	900,0		
Обменная энергия, МДж	7,50		
Сырой протеин, г/кг	148,0	67,4±1,2	78,7±1,1
Сырая клетчатка, г/кг	270,0		
Сырой жир, г/кг	20,0		
Сырая зола (г/кг)	91,0		
Аминокислоты, г/кг :			
Аргинин	7,04	57,7±0,9	72,5±0,8
Метионин+цистин	4,45	65,8±1,4	75,6±1,2
Треонин	9,24	49,3±1,2	69,3±1,1
Валин	5,43	61,1±1,2	72,8±1,1
Изолейцин	11,12	66,1±1,0	78,1±1,4
Лейцин	30,90	64,8±1,1	77,0±1,2
Фенилаланин	26,2	60,0±1,1	74,0±1,0
Лизин	9,28	68,6±1,1	79,6±1,0
Гистидин	2,72	50,5±0,8	74,0±0,9
Триптофан	1,98	60,3±1,2	72,5±1,1

Истинная илеальная доступность аминокислот клевера оказалась достаточно высокой, в пределах 70 -80 %. Истинная

доступность сырого протеина близка к доступности лизина, соответственно, 78,7 и 79,6 %.

Намного богаче аминокислотами и имеет высокую истинную доступность аминокислот мука из листьев люцерны (табл. 32). Её доступность может быть сравнима с кормами животного происхождения.

Таблица 32 - Состав и доступность аминокислот сеной муки из листьев люцерны, г/кг сухого вещества

Ингредиенты	Состав	Илеальная доступность	
		кажущаяся	истинная
Сухое вещество, г/кг	950,0		
Обменная энергия, МДж	12,5		
Сырой протеин, г/кг	170,00	77,9±1,0	93,0±1,0
Сырая клетчатка, г/кг	210		
Сырой жир, г/кг	28,0		
Сырая зола (г/кг)	60,0		
Аминокислоты, г/кг :			
Аргинин	8,0	78,0±1,0	83,2±1,1
Метионин+цистин	4,6	75,5±1,1	95,0±1,2
Треонин	4,0	76,4±1,3	90,0±1,0
Валин	5,4	71,1±1,2	82,8±1,1
Изолейцин	7,0	76,1±1,0	88,0±1,3
Лейцин	28,7	74,8±1,5	83,3±1,2
Фенилаланин+тирозин	29,0	70,0±1,1	86,0±1,0
Лизин	7,5	78,5±1,1	95,0±1,0
Гистидин	2,7	69,5±0,8	89,0±1,4
Триптофан	2,0	70,3±1,2	91,0±1,1

Спиртовая барда Спиртовая барда из пшеницы имеет достаточно сбалансированный аминокислотный состав, большое количество лизина (около 6,0 г на 1 кг сухого корма). Химический состав и илеальная доступность сухой спиртовой барды для растущих свиней представлены в таблице 33 .

Барда из зерна пшеницы имеет доступность аминокислот, превосходящую доступность таких злаков как овес и кукуруза и находится в пределах 85 %, по лизину – 82 %.

Таблица 33 - Состав и доступность аминокислот сухой спиртовой барды из пшеницы, г/кг сухого вещества

Ингредиенты	Состав	Доступность	
		кажущаяся	истинная
Сухое вещество, г/кг		919,0	
Обменная энергия, МДж		11,2	
Сырой протеин, г/кг	120,0	67,4±1,2	88,0±1,2
Сырая клетчатка, г/кг		152,0	
Сырой жир, г/кг		60,6	
Сырая зола (г/кг)		86,0	
Аминокислоты, г/кг :			
Аргинин	12,9	67,5±1,1	82,0±1,0
Метионин+цистин	5,0	65,8±1,4	88,4±1,2
Треонин	4,1	69,0±1,1	87,0±1,0
Валин	8,3	71,2±1,2	82,4±1,1
Изолейцин	4,3	69,0±1,0	84,0±1,2
Лейцин	7,7	64,9±1,1	87,0±1,2
Фенилаланин	16,0	70,0±1,1	84,0±1,0
Лизин	5,9	68,6±1,1	82,0±1,0
Гистидин	3,7	60,2±1,4	74,0±0,9
Триптофан	1,7	60,5±1,1	85,0±1,4

Корма животного происхождения. Свежие мясо, рыба, молоко, яйца, а также корма из отходов их переработки – рыбная, мясная, мясокостная мука, сухой обрат, яичный порошок отличаются наиболее высокой биологической ценностью, прибли-

жающейся к 90 %, т.к. по содержанию аминокислот эти кормовые средства максимально соответствуют потребности свиней в белке. Однако, дефицит и высокая стоимость кормов животного происхождения не позволяют использовать их в рационах свиней в удовлетворительном количестве.

Мясокостная мука из боенских отходов мясокомбинатов и птицефабрик, рыбная мука и сухое обезжиренное молоко, используются традиционно как белковые добавки при выращивании свиней на Кубани, рассматриваются нами в данной работе в качестве высокодоступных кормов, имеющих некоторые различия в доступности аминокислот. В связи с этим необходимо подробнее остановиться на исследованном нами химическом и аминокислотном составе этих кормов (табл. 34)

Таблица 34 - Химический и аминокислотный состав кормов животного происхождения

Ингредиенты	Источники белка				
	казеин	СОМ	РМ	МКМ	МКБМ
Сухое вещество, %	90,0	94,7	92,5	91,0	92,0
Сырой протеин, %	84,5	34,3	55,9	51,7	59,9
Аминокислоты, г/кг сухого вещества:					
Лизин	81,5	26,8	40,0	25,3	34,1
Аргинин	37,6	12,0	30,2	38,8	32,9
Гистидин	32,9	12,0	11,8	12,9	8,4
Изолейцин	54,1	19,2	26,8	11,9	19,2
Лейцин	94,1	33,3	44,3	28,4	44,3
Метионин+цистин	30,6	10,1	30,0	7,8	16,8
Фенилаланин+тирозин	109,7	25,0	40,3	15,5	34,2
Треонин	46,3	13,7	22,4	16,5	25,8
Триптофан	22,0	3,5	20,1	2,6	7,2
Валин	68,2	26,1	36,1	18,1	31,1

Примечание: СОМ – сухое обезжиренное молоко, РМ – рыбная мука, МКМ – мясокостная мука из боенских отходов Краснодарского мясокомбината, МКБМ – мясокостная мука из боенских отходов Краснодарской птицефабрики.

При оценке илеальной доступности доля возврата инертного метчика (окиси хрома) была ниже, чем 100 %. Средний возврат хрома для четырёх изучаемых источников белка в полуискусственных рационах составил $85,8 \pm 0,7$ %. Самая низкая доля возврата была для мясокостной муки из боенских отходов – $80,2 \pm 1,2$ %, самая высокая – для рыбной муки – $95,7 \pm 1,7$ %. Для мясокостной бройлерной муки и сухого молока она составила, соответственно, $85,7 \pm 0,9$ % и $88,6 \pm 1,5$ %. Эти данные близки к результатам исследований авторов (Jagger S., et. al., 1992), изучавших возврат метчиков при оценке переваримости кормов животного происхождения [481].

Кажущаяся илеальная доступность аминокислот мясокостной муки оказалась достаточно низкой (табл. 35) и находилась в пределах : от $49,3 \pm 1,0$ % (треонина) до $68,0 \pm 1,0$ % (аргинина).

Таблица 35 - Кажущаяся илеальная доступность сырого протеина и аминокислот мясокостной муки для растущих поросят

Аминокислоты	Доступность, % от потреблённых с кормом			
	МКМ		МКБМ	
	М	$\pm m$	М	$\pm m$
Лизин	60,0	0,4	62,3	0,5
Аргинин	68,0	1,0	68,0	1,0
Гистидин	59,5	1,4	59,7	0,6
Треонин	49,3	1,6	49,4	1,0
Метионин+цистин	65,2	1,3	65,0	1,1
Валин	61,3	1,0	61,0	0,9
Изолейцин	55,0	1,2	65,7	1,0
Лейцин	55,0	1,4	62,7	1,0
Фенилаланин+тирозин	60,0	1,5	60,3	0,9
Триптофан	54,0	1,7	55,0	1,2
Сырой протеин (N*6,25)	61,5	1,6	62,0	0,9

Доступность критической для свиней аминокислоты лизина была равна $60,0 \pm 0,4$ %. Самой низкой оказалась

доступность треонина, что, вероятно, связано с дисбалансом по отношению к аминокислоте-антагонисту, аланину. Так, содержание аланина в мясокостной муке было 8,1 %, то есть в 2 раза больше, чем в других животных кормах, а содержание треонина в мясокостной муке – 3,2 %. Доступность сырого протеина (N*6,25) была близка к средней доступности по основным незаменимым и заменимым аминокислотам – $61,5 \pm 2,5$ % ($P > 0,05$) и особенно близка к доступности лизина ($60,0 \pm 0,4$). По сравнению с данными авторов (Green S., et.al., 1989) наши результаты по доступности аминокислот мясокостной муки значительно ниже ($P < 0,05$). Это, вероятно, связано с различным содержанием сырого протеина (в нашем случае 61 %), сортностью мясокостной муки [441].

Для подсчёта истинной илеальной доступности сырого протеина и аминокислот мясокостной муки был определён эндогенный выброс этих веществ на 8 %-ной казеиновой диете.

Выход эндогенного азота и отдельных аминокислот выражен в % от потреблённых с казеиновой диетой (табл. 36).

Таблица 36 - Эндогенный шлейф аминокислот на 8 %-й казеиновой диете после скармливания диеты с мясокостной мукой

Аминокислоты	Эндогенные сырой протеин и отдельные аминокислоты, в % от употреблённых с казеиновой диетой			
	МКМ		МКБМ	
	М	$\pm m$	М	$\pm m$
Лизин	1,0	0,09	2,2	0,08
Аргинин	4,8	0,09	5,0	0,05
Гистидин	13,5	0,04	14,3	0,04
Треонин	30,0	0,18	28,6	0,08
Метионин+цистин	1,8	0,04	3,0	0,04
Валин	11,7	0,02	13,0	0,06
Изолейцин	2,0	0,03	5,7	0,04
Лейцин	2,0	0,07	2,7	0,08
Фенилаланин	14,0	0,05	13,6	0,07
Триптофан	2,2	0,06	2,0	0,09

Истинная илеальная доступность сырого протеина и отдельных аминокислот мясокостной муки (табл. 37) была довольно низкой по сравнению с данными научных публикаций по другим кормам животного происхождения, и была не более 73 % по МКМ и 74 % по МКБМ [441, 495, 699].

Таблица 37 - Истинная илеальная доступность сырого протеина и аминокислот мясокостной муки для растущих поросят

Аминокислоты	Доступность, % от потреблённых с кормом			
	МКМ		МКБМ	
	М	$\pm m$	М	$\pm m$
Лизин	61,0	1,3	64,5	0,9
Аргинин	72,8	0,9	73,0	1,0
Гистидин	73,0	1,2	74,0	0,5
Треонин	79,3	1,1	78,0	1,0
Метионин+цистин	67,0	1,3	68,0	0,9
Валин	73,0	1,1	74,0	0,5
Изолейцин	57,0	1,2	60,0	1,0
Лейцин	57,0	1,2	60,0	1,0
Фенилаланин+тирозинин	74,0	1,5	73,9	0,9
Триптофан	56,2	1,3	57,0	1,1
Сырой протеин (N*6,25)	72,8	1,8	74,0	1,2

Большие различия значений кажущейся доступности среди отдельных аминокислот мясокостной муки несколько сглаживаются в истинной доступности и находятся в пределах 61-73 %, за исключением лейцина, изолейцина и триптофана, доступность которых 57,0 – 56,0 % и треонина, доступность

которого была самой высокой и составила 79,3 % . Кажущаяся илеальная доступность аминокислот рыбной муки оказалась довольно высокой (табл. 38) и находилась в пределах: от 90,0 ± 1,4 % (изолейцин) до 96,8 ± 1,7 % (метионин+цистин).

Таблица 38 - Кажущаяся илеальная доступность сырого протеина и аминокислот рыбной муки для растущих поросят

Аминокислоты	Доступность, % от потреблённых с кормом	
	М	± m
Лизин	95,3	0,7
Аргинин	91,6	1,1
Гистидин	94,0	1,1
Треонин	95,1	1,0
Метионин+цистин	96,8	1,7
Валин	92,0	1,4
Изолейцин	90,0	1,4
Лейцин	91,1	1,2
Фенилаланин+тирозин	95,0	1,5
Триптофан	92,0	1,7
Сырой протеин (N*6,25)	95,2	1,0

Для подсчёта истинной илеальной доступности сырого протеина и аминокислот изучаемых кормов был определён эндогенный выброс этих веществ на 8 %-ной казеиновой диете.

Выход эндогенного азота и отдельных аминокислот выражен в % от потреблённых с казеиновой диетой (табл. 39).

Необходимо отметить, что эндогенный выброс аминокислот был незначительным, в пределах от 1,0-1,3 % (по валину, аргинину, гистидину) до 5,3-5,7 % (по лейцину и триптофану).

Таблица 39 - Эндогенный шлейф аминокислот на 8 %-й казеиновой диете после скармливания диеты с рыбной мукой

Аминокислоты	Эндогенные сырой протеин и отдельные аминокислоты, в %	
	М	±m
Лизин	1,7	0,1
Аргинин	1,2	0,1
Гистидин	1,3	0,2
Треонин	2,1	0,1
Метионин+ц	1,7	0,3
Валин	1,0	0,2
Изолейцин	1,8	0,3
Лейцин	5,7	0,2
Фенилаланин+тирозин	3,0	0,5
Триптофан	5,3	0,6
Сырой протеин (N*6,25)	1,6	0,1

Истинная илеальная доступность сырого протеина и отдельных аминокислот рыбной муки (табл.40) была довольно высокой и находилась в пределах 93 (аргинин) – 99 % (метионин+цистин).

Таблица 40 - Истинная илеальная доступность сырого протеина и аминокислот рыбной муки для растущих поросят, % от потреблённых с кормом

Аминокислоты	Доступность	
	М	$\pm m$
Лизин	97,0	1,1
Аргинин	92,8	0,8
Гистидин	95,3	1,1
Треонин	97,2	1,1
Метионин+цистин	98,5	1,3
Валин	93,0	1,1
Изолейцин	92,9	1,0
Лейцин	96,8	1,0
Фенилаланин+тирозин	98,0	1,2
Триптофан	97,3	1,4
Сырой протеин (N*6,25)	96,8	1,4

Значения кажущейся доступности среди отдельных аминокислот рыбной муки близки к значениям истинной за исключением лейцина, и триптофана.

Это объясняется тем, что в эндогенном химусе свиней на казеиновой диете после скармливания рыбной муки этих аминокислот содержалось в два раза больше, чем остальных незаменимых аминокислот.

Кажущаяся илеальная доступность аминокислот обезжиренного сухого молока оказалась высокой (табл. 41) и находилась в пределах : от 92,0 % до $98,5 \pm 1,3$ %. Доступность критической для свиней аминокислоты лизина была равна $97,0 \pm 1,1$ %.

Таблица 41 - Кажущаяся илеальная доступность сырого протеина и аминокислот сухого обезжиренного молока для растущих поросят, % от потреблённых с кормом

Аминокислоты	Доступность	
	М	$\pm m$
Лизин	95,3	0,5
Аргинин	89,4	1,4
Гистидин	91,6	1,0
Треонин	92,8	1,0
Метионин+цистин	93,1	1,4
Валин	89,1	1,3
Изолейцин	91,8	1,1
Лейцин	91,8	1,1
Фенилаланин+тирозин	93,3	1,4
Триптофан	93,0	1,4
Сырой протеин (N*6,25)	89,2	1,1

Самой низкой оказалась доступность треонина. Доступность сырого протеина (N*6,25) была близка к средней доступности по основным незаменимым и заменимым аминокислотам – $61,5 \pm 2,5$ % ($P > 0,05$) и особенно близка к доступности лизина ($60,0 \pm 0,4$).

Для подсчёта истинной илеальной доступности сырого протеина и аминокислот изучаемых кормов был определён эндогенный выброс этих веществ на 8 %-ной казеиновой диете.

Выход эндогенного азота и отдельных аминокислот на 8%-ой казеиновой диете выражен в % от потреблённых с казеиновой диетой (табл.42).

Таблица 42 - Эндогенный выброс илеального сырого протеина и отдельных аминокислот на 8%-й казеиновой диете после скармливания сухого обезжиренного молока

Аминокислоты	Эндогенные сырой протеин и отдельные аминокислоты, в %	
	М	±m
Лизин	1,7	0,3
Аргинин	0,8	0,2
Гистидин	1,4	0,2
Треонин	2,0	0,4
Метионин+цистин	4,9	0,1
Валин	1,1	0,4
Изолейцин	1,2	0,3
Лейцин	1,2	0,2
Фенилаланин+тирозин	2,1	0,2
Триптофан	2,0	0,3
Сырой протеин (N*6,25)	8,8	0,2

Необходимо отметить, что эндогенный выброс аминокислот был незначительным, в пределах от 0,8 % (по аргинину) до 4,9 % (по метионину+цистину).

Истинная илеальная доступность сырого протеина и отдельных аминокислот сухого обезжиренного молока (табл. 43) была довольно высокой и находилась в пределах от 90,2 % (по аргинину и валину) до 98,0 % (по метионину+цистину).

Значения кажущейся доступности среди отдельных аминокислот сухого обезжиренного молока близки к значениям истинной за исключением сырого протеина, метионина, т.к. их эндогенный выброс был значительно выше всех остальных аминокислот.

В наших практических опытах на поросятах в ОПХ «Ладожское» был случай низкой усвояемости аминокислот сухого регенерированного молока, имеющего красноватый оттенок в результате перегрева (выше 130°C). Здесь имело место воздействие высоких температур при термообработке, в результате че-

го произошла карамелизация углеводов и их взаимодействие с лизином и другими аминокислотами.

Таблица 43 - Истинная илеальная доступность аминокислот сухого обезжиренного молока для растущих поросят

Аминокислоты	Доступность аминокислот , в % по отношению к потреблённым с кормом	
	М	± m
Лизин	97,0	1,2
Аргинин	90,2	0,8
Гистидин	93,0	1,3
Треонин	94,8	1,4
Метионин+цистин	98,0	1,1
Валин	90,2	1,4
Изолейцин	93,0	1,0
Лейцин	93,0	1,1
Фенилаланин+тирозин	95,4	1,2
Триптофан	95,0	1,4
Сырой протеин (N*6,25)	98,0	1,2

В заключении анализа результатов оценки истинной илеальной доступности высокобелковых кормов животного происхождения необходимо подчеркнуть следующий момент. Диета с 8 %-ной добавкой молочного казеина является самой удачной при определении шлейфовых эндогенных потерь после кормления испытуемыми на истинную доступность аминокислот кормами, такими как мясокостная мука, сухое молоко разных режимов обработки, рыбная мука из различных между собой по составу морепродуктов и т.д.

Результаты исследования эндогенных аминокислот с помощью казеиновой диеты помогли доказать, что количественный состав шлейфовых эндогенных аминокислот значительно различается после скармливания того или иного корма с высокой биодоступностью. При использовании, например, безбелковой диеты по результатам наших исследований эти различия не выявляются.

11. Влияние технологических и природных факторов на уровень доступных аминокислот кормов

Антипитательные свойства сои мы оценивали по степени активности ингибиторов трипсина и химотрипсина – ТИА (трипсин-ингибирующей активности). ТИА оказалась не одинаковой у различных сортов и составляла для сортов Веста, Астра, Ламберт, Ходсон, соответственно, $13,8 \pm 0,7$; $21,5 \pm 0,8$; $23,0 \pm 0,5$; $23,7 \pm 0,5$ мг/кг.

В физиологическом опыте на девяти илеостомированных боровках СМ-1 с живой массой $50,0 \pm 0,5$ кг мы определили истинную илеальную доступность зерна сои с высоким содержанием ингибиторов протеаз при различных режимах её обработки. При определении *in vitro* трипсин ингибирующей активности сои мы выяснили, что баротермическая обработка полножирной сырой сои значительно, но не полностью снижает ($P < 0.001$) её антипитательные свойства, что подтверждено результатами исследований авторов [332, 352, 442, 449, 495, 514, 525, 583, 702, 728, 749, 760]. Причем, об этом можно судить лишь по активности ингибиторов трипсина, но не по активности уреазы, которая у автоклавированной сои показала допустимое для качественного к скармливанию зерна количество – $0,3$ д рН (табл. 44).

Исследованные нами семена сои имели следующий химический состав, в г на 1 кг натурального продукта: сухого вещества – $926,5$; сырого протеина - $333,0$; сырой клетчатки – $47,0$; сырого жира $20,5$; сырой золы $15,5$;

Таблица 44 - Ингибиторы протеаз сои «Ходсон» при разных режимах обработки, ТИА, мг/кг (активность уреазы, δ рН)

Сырая	Прогревание в течение 1 часа		Автоклавирование при 120°C ; 1,4 атм. в течение 25 мин
	при 90°C	при 120°C	121-126°C
23,7 (2,1)	20,5 (1,7)	17,5 (1,5)	10,5 (0,3)

Состав незаменимых аминокислот сои и белкового энпита (для оценки эндогенных аминокислот (ЭА) приведен в таблице 45.

Таблица 45 - Состав аминокислот полножирной сои и белкового энпита для оценки шлейфовых эндогенов после скармливания сои, г/кг сухого в-ва

Аминокислоты	Сырая, ТИА 23,7 мг/кг	Автоклавированная ТИА 10,5 мг/кг	Прогретая		Белковый «ЭНПИТ»
			при 90°C, ТИА 20,5 мг/кг	при 120°C, ТИА 17,5 мг/кг	
Лизин	19,8	19,3	19,8	19,2	23,8
Треонин	13,3	11,2	13,2	11,1	13,7
Метионин	6,0	5,6	6,0	5,4	7,9
Цистин	5,1	4,9	5,0	4,8	2,5
Изолейцин	16,3	14,4	16,2	14,0	19,2
Лейцин	28,1	25,0	28,0	25,0	33,3
Фенилаланин	25,1	25,0	25,0	24,9	16,1
Триптофан	4,4	4,4	4,4	4,4	4,1
Аргинин	28,1	25,7	28,0	27,8	22,0
Валин	11,8	10,1	11,4	10,6	16,1
Гистидин	11,5	8,7	11,1	9,0	12,0
Сырой протеин (N*6,25)	333,0	300,0	330,0	305	472

Примечание: ТИА - в мг/кг сухого вещества

Таблица 46 - Состав и питательность опытных рационов по выявлению влияния разных режимов обработки на доступность аминокислот

Ингредиенты, %		Группы		
		1	2	3
Соя (С-А)	%	45,0		
Соя (С-120)			45,0	
Соя (С-90)				45,0
Минерально- витаминная смесь*		1,7	1,7	1,7
Окись хрома		0,5	0,5	0,5
NaCl		0,5	0,5	0,5
CaCO ₃				
Дикальцийфосфат		2,1	2,1	2,1
Масло растительное		2,0	2,0	2,0
Крахмал кукурузный		44,7	44,7	44,7
Опилки берёзовые		3,0	3,0	3,0
В 1 кг содержится:				
сухого вещества	г	897,0	922,0	913,0
обменной энергии	мДж	13,50	13,58	13,55
сырого протеина	г	145,0	145,5	145,3
Ингредиенты, %		Группы		
		1	2	3
сырого жира	г	133,0	132,5	132,5
сырой клетчатки	г	41,5	41,7	41,7
лизина	г	8,64	9,04	9,76
треонина	г	7,42	7,28	7,94
метионина+цистина	г	3,78	3,80	3,80
изолейцина	г	6,20	6,80	7,20
триптофана	г	2,20	2,70	2,80
кальция	г	10,14	10,20	10,20
фосфора	г	8,19	8,20	8,20

При исследовании сухого вещества содержащего илеума с внутренним инертным метчиком (Cr₂O₃) на исследуемых диетах (табл. 46) с фуражной соей, содержащей высокое количество

антипитательных веществ, подвергнутой технологической обработке в трех вариантах (увлажнению до 20 % и автоклавированию при 121-126°C и давлении 1,5±0,1 атм. – С-А; прогреванию при 120°C в течение часа – С₁₂₀; прогреванию при 90°C в течение часа – С₉₀ , получены следующие результаты (табл. 47).

Содержание отдельных аминокислот в сухом химусе илеостомированных свиней было значительно выше, чем полученное авторами, исследовавшими автоклавированную сою с первоначально низким содержанием ТИА [449, 514, 525, 583, 702, 728].

Необходимо отметить, что эндогенный выброс аминокислот был незначительным, в пределах от 1,0-1,3 % (по валину, аргинину, гистидину) до 5,3-5,7 % (по лейцину и триптофану).

Анализ полученных данных выявил, что баротермическая обработка при снижении ТИА более, чем в 2 раза (с 23,7 до 10,5 мг/кг) по-разному повлияла на истинную доступность отдельных незаменимых аминокислот фуражной сои (табл. 48).

Таблица 47 - Концентрация аминокислот в конце илеума свиней, % от сухого вещества

Аминокислоты	Диеты, содержащие сою:		
	автоклави- рованную	прогретую при	
		90 °С	120°С
Лизин	51,6	46,3	46,4
Треонин	46,0	58,1	46,5
Метионин+цистин	44,5	48,8	35,7
Изолейцин	44,7	54,4	37,9
Лейцин	37,7	42,0	34,5
Фенилаланин	56,0	52,9	37,6
Триптофан	36,0	19,5	20,5
Аргинин	49,9	43,3	31,0
Валин	45,0	59,8	47,5
Гистидин	43,5	58,6	37,8
Сырой протеин (N*6,25)	46,9	73,8	58,1

Таблица 48 - Истинная илеальная доступность аминокислот сои «Ходсон» разных режимов обработки, % от потреблённых с кормом

Аминокислоты	Автоклави- рованная	Прогретая при	
		90°С	120°С
Лизин	63,0 ^a	59,0	60,0
Треонин	75,0	59,5 ^b	72,0
Метионин+цистин	68,0	53,1 ^b	63,0
Изолейцин	67,0 ^a	50,6 ^b	60,0
Лейцин	74,3	65,0 ^b	72,5
Фенилаланин	51,1 ^{aa}	64,0	67,0
Триптофан	80,0	78,0 ^b	80,2
Аргинин	74,0	61,2 ^b	71,0
Валин	66,5 ^{aa}	46,7	59,0
Гистидин	70,0 ^{aa}	44,4	65,2
Сырой протеин (N*6,26)	73,0 ^{aa}	57,0	66,5

Примечание: различия достоверны между автоклавированной соей и прогретой при 90 °С и 120°С: а – P<0,05; aa – P<0,01; и различия достоверны между соей, прогретой при 90°С и 120°С: в – P<0,05; вв – P<0,01.

Прогрев сои при 120°С показал лучшие результаты по доступности незаменимых аминокислот, кроме лизина. Автоклавирование сои также не оказало значительного влияния на доступность лизина и триптофана. Доступность лизина оставалась низкой, хотя есть тенденция повышения на 5%, но она не достоверна (P>0,05). Истинная доступность триптофана оказалась высокой, автоклавирование способствовало достоверному повышению ее на 3 % (P< 0,01). Большинство других важнейших аминокислот после обработки паром, давлением и теплом были значительно доступнее для всасывания в тонком кишечнике свиней. Истинная доступность

треонина, фенилаланина, метионина + цистина и изолейцина увеличилась, соответственно на 26, 20, 14 и 12 %.

В заключение необходимо отметить, что соя с высокой ингибирующей протеазы активностью (ТИА 23,7 мг/кг сухого вещества), автоклавированная при 120°C и давлении 1,4 атм. в течение 25 мин имеет истинную илеальную доступность сырого протеина 78 %, а отдельных незаменимых аминокислот - до 85 %. Однако, истинная илеальная доступность лизина сои разных режимов обработки, значительно ниже среднего значения по аминокислотам и находится в пределах от 60 % (при ТИА 20,5-17,5 мг/ кг) до 65 % (при ТИА 10,5 мг/ кг). Наши данные сопоставимы с результатами исследований других авторов, которые обрабатывали сою автоклавированием в режиме 1,2 атм. в течение 15 мин и температуре 105-110°C [18, 147, 154, 226].

При мягком режиме тепловой обработки сои С.С. Chaing, е.а. (1987) получили продукт с активностью ингибиторов (ТИА) 5,3 мг/кг, при нормальном режиме- 4,0 мг/кг, а при жёстком – 1,6 мг/кг [332]. При этом активность уреазы составила, соответственно, 0,19, 0,11, 0,01 δ рН.

При обогащении сырой сои сорта Лань с довольно высоким содержанием ингибиторов протеаз сухим продуктом из водоросли спирулины в научно-хозяйственном опыте на растущих свиньях мы с соавторами обнаружили практически полное снятие прессинга антипитательных веществ сои на доступность её аминокислот.

Аминокислотный состав сои сорта Лань и спирулины представлен в таблице 49.

Результаты исследований дают возможность сделать вывод, что аминокислоты сои сортов со средней нативной ингибирующей активностью протеолитических ферментов (ТИА 11,7 мг/кг), подверженные перевариванию и действию антиингибирующих кофакторов кормовой биологически активной добавки из спирулины, обладающей действием, похожим на ферментализ, в кишечнике свиней, стали существенно доступнее к всасыванию в илеуме, чем аминокислоты сои, автоклавированной в режиме 121-126°C , 1,4-1,6 атм., 30 мин.

Таблица 49 - Аминокислотный состав изучаемых кормов

Аминокислоты, г/кг :	Соя сорта Лань (ГИА 11,7±1,5 мг/кг)		Спирулина	
	г/кг сухо- го веще- ства	г/100г сырого протеина	г/кг сухо- го веще- ства	г/100г сырого протеина
Аргинин	25,3	7,2	41,0	6,4
Метионин +	9,8	2,8	17,9	2,8
Треонин	14,1	4,0	34,6	5,4
Валин	15,4	4,4	33,9	5,3
Изолейцин	15,6	4,4	29,4	4,6
Лейцин	27,8	7,8	47,4	7,4
Фенилаланин	16,6	4,7	23,7	3,7
Лизин	21,9	6,2	26,2	4,1
Гистидин	9,0	2,5	10,2	1,6
Тирозин	13,3	3,8	24,3	3,8
Аспарагиновая кислота	39,6	11,2	73,6	11,5
Серин	18,7	5,3	42,2	6,6
Глутаминовая кислота	66,8	18,9	86,4	13,5
Пролин	19,9	5,6	31,4	4,9
Глицин	14,7	4,2	37,1	5,8
Аланин	14,8	4,2	63,4	9,9
Триптофан	2,5	0,7	9,0	1,4
Протеин (N*6.25)	400,0		640,0	

По данным наших исследований, спирулина обладает высоким стимулирующим рост животных свойством, улучшает переваримость кормов у моногастричных и рубцовое пищеварение у овец и коров и оказывает протекторное действие на работу внутренних органов не только свиней, но и других сельскохозяйственных животных [50].

Таблица 50 - Кажущаяся доступность незаменимых аминокислот сои «Лань» с добавкой спирулины, % от потреблённых с кормом

Аминокислоты	Режимы обработки		
	Нативная	Автоклавированная при 121-126°C, 1,4-1,6 атм., 35 мин	Соя с добавкой <i>Spirulina platensis</i> в количестве 1,5% от массы соевой муки
Лизин	55,8±0,5	65,0±0,5 ^{aa}	65,8±0,7 ^{aa}
Треонин	59,5±0,5	68,8±0,5 ^{aa}	74,4±0,5 ^{aa}
Метионин	56,6±0,6	64,0±0,5 ^a	71,6±0,5 ^{aa}
Изолейцин	54,5±0,5	64,5±0,8 ^a	74,9±0,7 ^{aa}
Триптофан	56,0±0,5	66,4±0,5 ^{aa}	72,0±0,5 ^{aa}
Протеин (N*6,25)	67,8±0,5	70,1±0,5 ^a	76,6±0,6 ^a

Примечание: Различия существенны по отношению к доступности нативной сои: а-при P<0,01; aa – P<0,001. Кажущаяся доступность незаменимых аминокислот сои с добавкой сухой водоросли спирулины представлена в таблице 51.

Анализ результатов исследований свидетельствует о достоверных различиях в кажущейся и истинной доступности незаменимых аминокислот сои трёх вариантов (рис.19, 20).

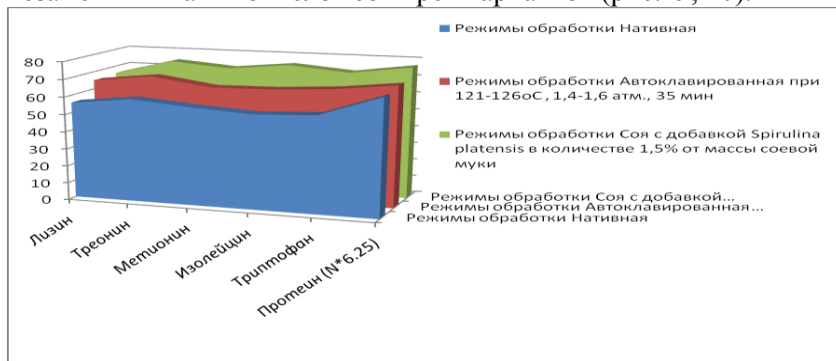


Рис.19 - Различия в кажущейся доступности сои трёх режимов обработки

Окончательные выводы можно сделать по результатам истинной доступности (табл. 51)

Таблица 51 - Истинная илеальная доступность критических незаменимых аминокислот сои, % от потреблённых с кормом

Аминокислоты	Режимы обработки		
	Нативная	Автоклавированная	Соя с до-
Лизин	61,2 \pm 0,5	72,0 \pm 0,5 ^{aa}	78,5 \pm 0,5 ^{aa}
Треонин	70,0 \pm 0,7	73,0 \pm 0,5 ^a	82,1 \pm 0,5 ^{aa}
Метионин	68,8 \pm 0,5	73,0 \pm 0,5 ^a	80,1 \pm 0,5 ^{aa}
Изолейцин	70,8 \pm 0,4	73,5 \pm 0,8 ^a	82,0 \pm 0,8 ^{aa}
Триптофан	68,0 \pm 0,6	73,4 \pm 0,5 ^a	80,5 \pm 0,5 ^{aa}
Протеин	73,8 \pm 0,5	78,1 \pm 0,5 ^a	85,5 \pm 0,5 ^{aa}

Примечание: Различия существенны по отношению к доступности нативной сои: а-при P<0,01; aa – P<0,001

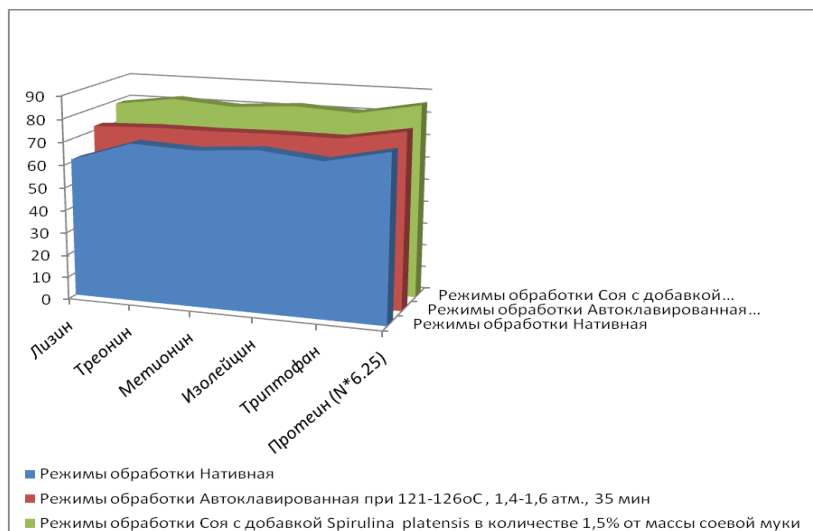


Рис. 20 Различия в истинной доступности сои трёх режимов обработки

Более высокую истинную доступность аминокислот имела соя с добавкой спирулины в количестве 1,5 % от массы соевой муки ($P < 0,01$).

Различия достоверны для всех незаменимых аминокислот. Истинная илеальная доступность аминокислот сои находится в пределах 80 %.

Таким образом, истинная илеальная доступность большинства аминокислот сои с 1,5 % спирулины значительно выше, чем таковая сои без добавки этого биологически активного вещества.

Необходимо отметить, что по результатам наших ранних исследований истинная илеальная доступность основной лимитирующей аминокислоты для свиней - лизина нативной сои с высоким содержанием ТИА (22,0 - 23,7 мг/кг) составляла 57 - 65 %.

Мы разделяем точку зрения авторов, что соя может иметь сравнительно низкую доступность лизина для свиней среди растительных кормов (Brundsa V., Zebrowska T., e.a. 1981; Combs D.K., Tagari H., Reddy S., e.a. 1982).

Истинная илеальная доступность основной лимитирующей аминокислоты для свиней - лизина из соевой муки с добавкой 1,5 % сухой спирулины увеличилась на 17,3 % по сравнению с сырой соей, содержащей более 20,0 мг/кг ТИА, и составила 78,5 %.

Вероятной причиной повышения доступности лизина является высокое содержание в спирулине ферментов. К сожалению, её не выращивают на фуражные цели, она используется как биологически активная пищевая добавка, однако есть технологии для её массового производства (ИнБЮМ, Севастополь, НПП «Агро-Виктория», г. Сочи).

Мы сравнили доступность аминокислот кормового белка в плане их илеальной всасываемости у трёх пород свиней: ланд-раса, крупной белой, скороспелой мясной породы СМ - 1.

Монобелковые полуискусственные рационы на основе картофельного крахмала содержали 15 % сырого протеина подсолнечного шрота. По содержанию остальных питательных

веществ рационы соответствовали детализированным нормам кормления сельскохозяйственных животных.

Истинная илеальная доступность или как её называют авторы, стандартизированная идеальная усвояемость критических незаменимых аминокислот подсолнечного шрота рассчитана с учётом эндогенных потерь в желудочно-кишечном тракте (табл. 52).

Таблица 52 - Истинная илеальная доступность аминокислот подсолнечного шрота у трёх пород свиней, %

Аминокислоты	Породы					
	СМ-1		ландрас		крупная белая	
	М	+m	М	+m	М	+m
Лизин	92,4	0,7	89,2	0,5	87,4	0,7
Треонин	93,4	0,8	91,3	0,6	89,4	0,8
Метионин	80,4	0,7	79,2	0,5	77,4	0,7
Изолейцин	93,3	0,6	93,4	0,7	92,2	0,5
Триптофан	96,5	0,8	94,2	0,5	92,4	0,8

Исследования показали, что истинная илеальная доступность лизина, треонина, метионина, изолейцина и триптофана подсолнечного жмыха для трёх пород достаточно высока (80-100 %) по сравнению с соей, рапсом.

Кроме этого, есть некоторые различия по породам (по лизину $P < 0,5$) – от 0,1 до 5 %, но не для всех аминокислот.

Истинная илеальная доступность основной аминокислоты – лизина подсолнечного шрота была достоверно выше для скороспелой мясной породы по сравнению с ландрасом и крупной белой: $92,4 \pm 0,7$ % против $89,2 \pm 0,5$ и $87,4 \pm 0,7$ %, соответственно. Эти данные подтверждают результаты исследований Проваторова Г.В. и др. (1977), изучавших доступность белка традиционным методом.

Таким образом, важно подчеркнуть, что данные истинной илеальной доступности аминокислот должны быть ориентированы на конкретный тип откорма свиней - сальный, мясосальный или мясной.

Аминокислотный состав шротов, которые мы оценивали на истинную илеальную доступность аминокислот для свиней, приведён в таблице 53.

Таблица 53 - Аминокислотный состав шротов, г/кг корма

Аминокислоты	Подсолнечный шрот	Соевый шрот	Рапсовый шрот
Лизин	11,20	27,70	19,33
Гистидин	8,35	14,90	8,74
Аргинин	30,50	32,40	18,68
Аспарагиновая кислота	16,00	60,50	44,34
Треонин	20,20	19,70	11,16
Серин	23,10	22,00	14,18
Глутаминовая кислота	47,70	10,00	49,86
Глицин	12,70	19,40	12,00
Аланин	9,60	17,70	15,50
Валин	16,50	14,80	10,10
Метионин+цистин	7,26	7,18	5,19
Изолейцин	10,10	16,30	10,40
Лейцин	21,20	13,72	22,99
Тирозин	14,80	17,10	11,94
Фенилаланин	17,50	20,80	15,05
Триптофан	5,50	5,18	4,40
Сырой протеин (N*6,25)	365,3	435,7	300,0

По данным авторов [441, 495, 514, 641, 676, 749] доступность аминокислот жмыхов и шротов масличных культур, определённая традиционным методом анализа кала, высокая и находится в пределах 85-92 %. Однако термообработка, необходимая для инактивации ингибиторов протеаз, приводит к снижению доступности лизина и серосодержащих аминокислот [656, 686].

Рассмотрим результаты исследования истинной илеальной доступности всасывания в тонком кишечнике растущих свиней

незаменимых аминокислот шротов из зерна сои, семян рапса и подсолнечника, полученных холодным экстрагированием растворителями и не подвергнутых чрезмерной тепловой атаке.

В целом кажущаяся переваримость сырого протеина и доступность всасывания аминокислот для соевого, рапсового и подсолнечного шротов невысоки и находятся в пределах 70 % (табл. 54).

Таблица 54 - Кажущаяся илеальная переваримость сырого протеина и доступность всасывания критических незаменимых аминокислот шротов, ($M \pm m$), %

Аминокислоты	Соевый	Рапсовый	Подсолнечный
Лизин	60,0 ± 0,7	70,0±0,8	66,9 ± 1,0
Треонин	44,1 ± 0,4	64,6±1,2	69,6 ± 1,3
Метио-	67,1 ± 0,9	73,5±0,1	57,9 ± 1,0
Изолейцин	66,6± 1,0	72,7±0,9	62,5± 1,4
Триптофан	45,1 ± 1,0	74,6±1,2	56,4 ± 1,8
Сырой протеин (N*6,25)	49,2 ± 0,6	68,7±0,4	67,6 ± 0,3

Доступность аминокислот подсолнечного и рапсового шротов была в пределах 60-70%. По лизину и сырому протеину рапсовый и подсолнечный шроты не различались достоверно, однако по метионину, изолейцину, триптофану кажущаяся доступность рапсового шрота была достоверно ниже. Соевый шрот имел достоверно более низкие показатели кажущейся доступности аминокислот по сравнению с подсолнечным шротом.

Низкая кажущаяся доступность сырого протеина, лизина, треонина и триптофана, соевого шрота связана с повышенной концентрацией этих аминокислот в эндогенных секретах (таблица 55).

За исключением этих аминокислот эндогенные потери сырого протеина и большинства аминокислот после скармливания рациона с соевым шротом незначительны по сравнению с эндогенными аминокислотами после скармливания рапсового и подсолнечного шротов.

Таблица 55 - Эндогенные потери аминокислот в содержимом илеума после скармливания рапсового и подсолнечного шротов, (%), (M ± m)

Аминокислоты	Ед. измерения	Соевый	Рапсовый	Подсолн.
Лизин	% от потребленных (M+m)	6,82 ± 0,2	9,6 ± 0,4	20,2 ± 2,3
	мг/кг M ^{0,75}	46,5	65,5	59,5
	г/кг сухого вещества рациона	0,231	0,326	1,596
Треонин	% от потребленных (M+m)	14,0 ± 0,2	11,6 ± 1,0	20,7 ± 1,0
	мг/кг M ^{0,75}	73,6	61,2	81,9
	г/кг сухого вещества рациона	0,644	0,534	1,263
Метионин + цистин	% от потребленных (M+m)	7,8 ± 0,6	6,9 ± 0,3	19,8 ± 1,2
	мг/кг M ^{0,75}	23,3	94,8	20,7
	г/кг сухого вещества рациона	0,094	0,827	0,693
Изолейцин	% от потребленных (M+m)	8,7 ± 0,8	8,0 ± 0,5	15,1 ± 1,0
	мг/кг M ^{0,75}	61,2	56,9	43,9
	г/кг сухого вещества рациона	0,296	0,272	0,936
Триптофан	% от потребленных (M+m)	9,8 ± 0,4	7,0 ± 0,2	31,0 ± 4,3
	мг/кг M ^{0,75}	68,9	50,0	24,1
	г/кг сухого вещества рациона	0,333	0,436	0,620

Более низкими оказались эти показатели для сырого протеина, треонина и триптофана из соевого шрота, соответственно, 49,2; 44,1 и 45,1 %, для лизина несколько выше – 60,0 %. Так, содержание шлейфового эндогенного лизина после скармливания соевого и рапсового шротов составило, 46,5 и 65,5 г/кг диеты, тогда как после подсолнечного – 70,7 г/кг диеты. Это свидетельствует о важности определения эндогенных потерь индивидуально для каждого исследуемого корма.

Истинная илеальная доступность аминокислот подсолнечного шрота к всасыванию в тонком кишечнике растущих свиней существенно не различается между собой и

она достаточно высока, за исключением метионина (77,6 %), (табл. 56).

Таблица 56 - Истинная переваримость сырого протеина и доступность аминокислот шротов, % от потреблённых с кормом (M ± m)

Аминокислоты	Соевый	Рапсовый	Подсолнечный
Лизин	67,5 ± 0,9	74,8 ± 0,1	87,1 ± 2,5
Треонин	58,2 ± 0,4	74,9 ± 0,7	90,3 ± 1,3
Метионин	75,0 ± 0,5	83,8 ± 3,0	77,6 ± 2,2
Изолейцин	75,2 ± 0,5	80,7 ± 0,9	89,6 ± 0,4
Триптофан	54,9 ± 0,7	81,4 ± 0,3	83,1 ± 2,3
Сырой протеин (N*6,25)	63,1 ± 0,6	80,0 ± 0,1	89,5 ± 1,6

В целом доступность всасывания аминокислот соевого шрота оказались не выше 75,2 % (для изолейцина). Причиной является присутствие в сое антипитательных веществ, оставшихся после недостаточной тепловой обработки в процессе холодного экстрагирования при производстве шрота.

Доступность аминокислот подсолнечного шрота в целом выше ожидаемой, вероятно, из-за пониженного содержания клетчатки (8,8 %) и высокого уровня белка (40 %).

Кажущаяся и истинная илеальная доступность пяти критических незаменимых аминокислот подсолнечных жмыхов трёх технологических режимов производства растительного масла представлены в таблице 57.

Исследования показали, что истинная илеальная доступность лизина, треонина, метионина, изолейцина и триптофана подсолнечных жмыхов достаточно высока (80-100 %) по сравнению с другими высокобелковыми кормами растительного происхождения, такими как соя, горох, рапс, доступность которых колеблется в пределах 50-80 %.

Кроме этого, есть различия по жмыхам, произведённым по разным технологиям. Хотя различия и незначительны – от 0,1 до 5 %, они достоверны. По лизину и треонину в отношении трёх

технологий есть достоверные различия ($P < 0,05$) в пользу горячего отжима в первом варианте.

Таблица 57 - Истинная илеальная доступность аминокислот подсолнечных жмыхов, полученных при трех вариантах технологического режима получения растительного масла, % от потреблённых с кормом

Аминокислоты	1 вариант		2 вариант		3 вариант	
	экструдирование при 140°C		холодный отжим при 24-35°C		экструдирование при 60°C	
	кажущаяся	истинная	кажущаяся	истинная	кажущаяся	истинная
Лизин	85,3	95,7 ^{bc}	81,3	92,5 ^{ac}	80,1	90,7 ^{ab}
Треонин	91,0	96,8 ^{bc}	92,2	94,6 ^{ac}	90,3	92,8 ^{ab}
Метионин	82,0	83,7 ^c	79,9	82,5	77,6	80,7 ^a
Изолейцин	82,5	96,6	90,1	96,7	89,6	95,5
Трипто-	85,7	99,8	84,0	99,5	83,1	98,8
Сырой	85,4	93,7	87,5	90,0	88,7	96,0

Примечание: различия достоверны между тремя вариантами по отношению друг к другу вс, ав, ac – $P < 0,05$; с-различия первого и второго вариантов достоверны только по отношению к 3^c – варианту - $P < 0,05$.

Доступность метионина достоверно выше при горячем отжиме по сравнению с холодным.

Доступность изолейцина и триптофана жмыхов достоверно не имела различий в трёх вариантах технологических режимов получения растительного масла.

По результатам аминокислотного анализа серии образцов шротов и жмыхов различных предприятий Краснодарского края и с помощью илеального метода мы рассчитали истинную илеальную доступность сырого протеина и лизина (табл. 58).

Таблица 58 - Истинная илеальная переваримость сырого протеина и доступность лизина для свиней побочных продуктов производства растительных масел

Наименование культуры	Продукт	Особенности переработки	ТИА, мг/кг	Доступность, %		Сырой протеин, %
				Сырого протеина	Лизина	
Соя	шрот	холодное экстрагирование	18,7	84,0	74,3	39,0
			12,0	84,8	80,0	42,0
			11,7	85,0	81,0	40,0
			7,5	87,0	83,5	40,0
			7,0	88,6	86,5	40,2
			5,1	90,2	90,0	43,0
	жмых	горячий отжим	12,0	83,0	73,0	40,5
			6,0	87,0	87,4	41,8
		холодный отжим	10,0	83,0	81,0	41,5
Рапс	шрот	Холодное экстрагирование	малоэруковый и малогликози-нолатный сорт	80,0	85,0	39,8
	жмых	холодный отжим	малоэруковый и малогликози-нолатный сорт	78,0	83,0	35,0
Подсолнечник	шрот	Холодная экструзия		92,0	91,0	39,8
				78,5	78,0	38,7
				89,0	91,5	40,0
				92,0	91,0	41,0
	жмых	Холодный отжим		87,0	80,1	37,8
			Горячий отжим	85,0	90,0	37,0
			Холодное экструдирование	78,0	83,0	36,0
	Горячее экструдирование	76,0	85,0	38,5		

В физиологическом опыте по сравнительной оценке доступности аминокислот фуражной пшеницы, обсеменённой плесенью хранения и чистой пшеницы на четырёх илеостомированных (пластиковая Т-образная канюля

терминального участка подвздошной кишки) боровках (4х4) с живой массой $38,0 \pm 2,0$ кг, сформированных по принципу аналогов.

Животным поочерёдно, методом рандомизации скармливали монозерновой полуискусственный пшеничный рацион, (табл. 59).

Таблица 59 - Состав и питательность опытных рационов

Ингредиенты		Количество
Пшеница (чистая или обсеменённая (КОЕ: $3 \cdot 10^7$ в 1 г дерги)	%	88,1
Минерально- витаминная смесь*		1,7
Полутороакись хрома		0,5
NaCl		0,5
CaCO ₃		0,5
Дикальцийфосфат		2,1
Масло растительное		2,0
Крахмал кукурузный		-
Сахар		4,6
В 1 кг содержится:		
сухого вещества	г	889
обменной энергии	мДж	13,5
кормовых единиц	кг	1,26
сырого протеина	г	97,08
сырого жира	г	54,3
сырой клетчатки	г	30,0
лизина	г	3,10
треонина	г	3,16
метионина+цистина	г	3,37
кальция	г	7,98
фосфора	г	7,0

Примечание: * - Составлена в соответствии с нормами потребности (41); ** - количество сырого протеина пониженное из-за низкого % ввода овса в монорацион (60 %) в связи с высоким содержанием в нём сырой клетчатки.

Поражение микроскопическими грибами не вызвало значительных изменений в содержании основных питательных веществ, аминокислот в зерне, однако доступность аминокислот, особенно лизина и метионина, достоверно снизилась, соответственно, на 19,1 и 13,1 % (табл. 60). Это даёт основание предполагать, что отрицательный кормовой эффект поражённых плесенями кормов в отношении снижения доступности критических незаменимых аминокислот, и, особенно лимитирующих лизина и метионина, связан с последствиями действия негативных факторов природного характера. Основным из таких факторов является реакция организма животных на присутствие не идентифицированных нами токсических веществ и не исключён эффект недостатка первой лимитирующей аминокислоты.

Таблица 60 - Химический состав и истинная илеальная доступность аминокислот (ИИДА) зерна пшеницы

Некоторые показатели химического состава	Чистое зерно		Зерно, обсеменённое микроскопическими плесенями хранения (КОЕ $3 \cdot 10^7$): <i>Penicillium patulum</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Candida spp.</i>	
	г/кг	ИИДА, %	г/кг	ИИДА, %
Влага	107,5		110,5	
Протеин	115,7		113,4	
Жир	22,4		20,5	
Клетчатка	17,7		17,1	
Аминокислоты				
Лизин	3,08	93,2 ^{aa}	2,80	75,4
Треонин	3,19	84,2 ^a	2,75	74,4
Метионин	3,65	90,0 ^a	3,50	78,0
Изолейцин	5,15	87,0 ^a	4,80	71,2
Триптофан	2,03	67,0 ^a	1,80	56,0
Сырой протеин (N*6,25)	115,7	86,8 ^a	113,4	81,1

Примечание: разница между ДВА лизина чистого и обсеменённого зерна пшеницы достоверна а - при $P < 0,05$; aa - при $P < 0,001$

Неблагоприятное воздействие на животных оказывали и споры грибов, проникшие в органы и ткани и вызвавшие реакцию организма на внедрение чужеродных биологически активных субстанций. Слизистая оболочка кишечника была гиперемирована. На поверхности легких у свиней, получавших рацион с пораженным зерном, наблюдались плотные серые узелки размером 1-1,5 мм.

Наиболее значительные патологические изменения обнаружены в слизистой тонкого отдела кишечника. Её эпителиальные клетки частично находились в состоянии дистрофии, местами эпителиоциты были отторгнуты в просвет кишки, строма инфильтрирована нейтрофилами. Отмечали геморрагии с отложением гемосидерина.

При исследовании периферической крови фистулированных свиней на монорационе с обсеменённой плесенью пшеницей, в условиях резкого дефицита доступного лизина наблюдалось пониженное количество лейкоцитов по сравнению с нормой и в то же время в процентном отношении увеличилось количество сегментоядерных нейтрофилов (51 %) (табл. 61), что, возможно, обусловлено воздействием токсических факторов, понизивших доступность лизина и изолейцина и ослабивших иммунитет (табл. 62).

Таблица 61 - Влияние диеты с обсеменённой пшеницей, на морфологические показатели крови фистулированных свиней (n=4)

Группы-периоды	Содержание эритроци-	Содержание лейкоцитов,	Сегментоядерные
Пшеница чистая	4,85	7,6	0,3
Пшеница обсеменённая	4,75	4,4	2,7
Норма	5,3-11,0	7,0-15,0	0,3-2,0

Таблица 62 - Показатели клеточного иммунитета свиней, получавших пораженное плесневыми грибами зерно пшеницы

Групп-периоды	Т-лимфоциты, %	В-лимфоциты, %
Пшеница чистая	18,2±0,6	13,3±0,8
Пшеница обсеменённая	11,8 ^a ±0,4	6,3 ^a ± 0,7
Норма	18,0 -25,0	7,0 -15,0

Примечание: разница между В и Т лимфоцитами двух групп периодов достоверна а - при $P < 0,001$.

Повышенное содержание сегментоядерных нейтрофилов у животных на обсеменённой пшенице наблюдается при увеличении количества гистамина, которое может быть обусловлено интоксикацией организма подопытных свиней.

Сегментоядерные нейтрофилы, являющиеся зрелыми гранулоцитами, обладают выраженным фагоцитарным действием, и их количество свидетельствует о напряжённости в работе иммунной защиты организма.

У животных во втором периоде опыта на диете с обсеменённой пшеницей по сравнению с нормой и контролем наблюдается Т- и В-клеточный дефицит.

Дефицит Т-лимфоцитов возможен при снижении резистентности организма к грибковым заболеваниям.

Таким образом, нарушения физиологического состояния животных, находившихся на диете с обсеменённой пшеницей по сравнению с нормой в отношении изменения тканей кишечника, морфологических и иммунных гематологических показателей, могут быть причиной снижения доступности лимитирующей аминокислоты лизина к всасыванию в тонком кишечнике. Присутствие пораженного микроскопическими грибами зерна в рационах оказало выраженное влияние на переваримость сырого протеина и доступность незаменимых аминокислот.

Можно сделать вывод, что плесневые грибы являются негативным фактором доступности аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике свиней.

В заключение о влиянии на доступность техногенных и природных факторов, значительно изменяющих её, необходимо отметить, что существует реальная необходимость оптимизации всасывания в тонком кишечнике требуемых доступных аминокислот путём корректировки их концентрации в рационах с целью достижения максимального отложения белка в теле выращиваемых свиней.

12. Коррекция рационов по доступным аминокислотам

При расчете практических рационов из существующего в хозяйстве набора кормов потребность свиней в незаменимых аминокислотах должна соблюдаться с поправкой на их илеальную доступность к всасыванию в кишечнике.

Нами решена задача внедрения в хозяйствах Краснодарского края рационов, скорректированных по доступности аминокислот в соответствии с их потребностью для каждого периода выращивания свиней.

Проведены научно-хозяйственные испытания в ООО «Нива» Каневского района Краснодарского края на поголовье 600 раноотнятых поросят с начальной живой массой $5,8 \pm 0,1$ кг.

Поросятам контрольной группы (300 голов) скармливали полноценный рацион, сбалансированный по аминокислотам без учёта их истинной илеальной доступности. Животным второй опытной группы (300 голов) скармливали рацион, включающий те же корма, но скорректированный по истинной илеальной доступности аминокислот, определённой нами в физиологических опытах на илеостомированных поросятах. Опыт длился до достижения свиньями сдаточных кондиций (90-110 кг) (табл. 63).

Наблюдаемый среднесуточный прирост живой массы за весь период опыта в контроле составил около 527 г, а у поросят опытной группы – 652,4г.

Живая масса свиней на сбалансированном по доступным аминокислотам рационе к концу откорма составила 110,2 кг (в контроле -90,1 кг). Валовой прирост живой массы на одну

голову - 104,4 кг (в контроле-84,3 кг). По условной цене за 1 кг комбикорма, в среднем, за все периоды кормления по 16,3 руб. (в контроле-16,0 руб.) Затраты на выращивание опытных свиней оказались значительно ниже за счёт более низких затрат кормов на 1 кг прироста живой массы (2,96 кг против 3,39). При расчёте себестоимости продукции не учитывали такие показатели как заработная плата, амортизация и текущий ремонт, прочие прямые затраты и накладные расходы, стоимость энергоносителей и прочие затраты, которые были равноценны и относились к равному по численности поголовью в группах. Учитывали только затраты на корма. Среднесуточные приросты живой массы одной головы составил за весь период выращивания и откорма 527,0 и 652,5 г, соответственно, в контроле и опыте. Условная себестоимость выращивания 1 ц. продукции свинины составила 5424,0 руб. в контрольной и 4824,7 руб. в опытной группе. В опыте себестоимость снизилась на 11,2 %, а условная прибыль в рублях повысилась в 2 раза. Отношение прибыли к себестоимости в опыте вырос на 13,8 % в сравнении с контролем. Значительное увеличение прибыли произошло за счёт экономии белка кормов и улучшения мясной продуктивности.

Таблица 63 - Результаты научно-хозяйственного опыта

Показатели, по дням выращивания		Контроль, 1 группа (контроль- ная)	2 группа, (опыт)
Живая масса, кг	отъем	5,8± 0,1	5,8± 0,1
	61	16,3±0,7	19,7±0,1
	121	53,4±1,5	58,9±1,1
	180	95,5±1,9	106,8±1,3
Среднесуточный при- рост, в г	21 – 60	269±7,0	356±5,0
	61–120	651±17,0	686±8,0
	121–180	659±21,0	795±17,0
	21–180	572±9,0	645±3,0
Среднесуточный при- рост, в %	21 – 180	100,0	112,8

Наиболее существенная разница в приросте живой массы поросят наблюдалась в первый период выращивания, 21 – 60 дней (рис.21.).

В рационе опытной группы одной лишь добавкой лизина при имеющемся наборе кормов с установленной истинной илеальной доступностью аминокислот достигнуто оптимальное, практически идеальное соотношение доступных к всасыванию в илеуме критических незаменимых аминокислот лизина, метионина и треонина.

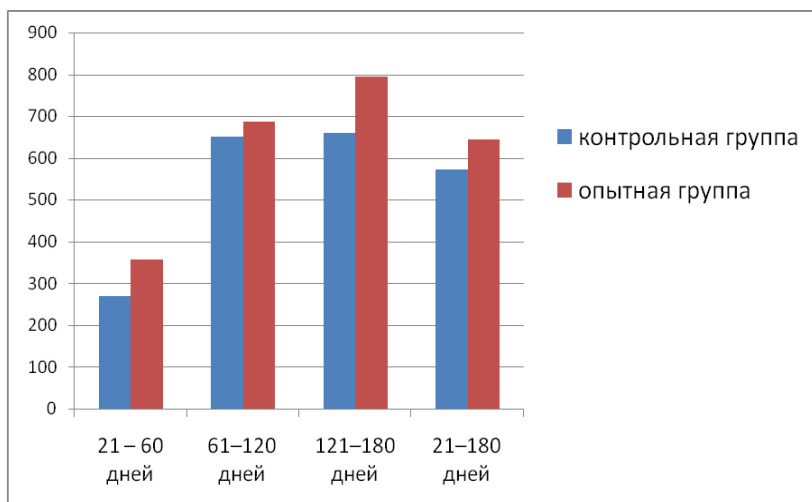


Рис. 21 - Динамика прироста живой массы в опыте с корректировкой рациона по истинной илеальной доступности аминокислот

Кроме этого в опыте выявлена обратно пропорциональная линейная зависимость между продуктивностью свиней и затратами кормов на 1 кг прироста живой массы (табл.64). Не скорректированный по доступным аминокислотам корм поросята поедали неохотно и в меньшем количестве, нежели скорректированный по доступности аминокислот корм в опытной группе. Эти данные согласуются с работами В.Г. Рядчикова (1978, 1981); Тарабина И.В. и др.(2009).

Таблица 64 - Потребление и затраты корма на 1 кг прироста живой массы свиней в контрольной (к) и опытной (о) группах

Показатели	Группы	
	(к)	(о)
Потребление на гол/ в день, кг:		
21-60 дней	0,55	0,65
61 – 120 дней	2,13	2,10
121 – 180 дней	2,31	3,39
21 – 180 дней	2,16	2,21
Затраты корма на 1 кг прироста, кг:		
21 – 60 дней	2,04	1,83
61 – 120 дней	3,27	3,06
121 – 180 дней	4,76	4,26
21 – 180 дней	3,77	3,42
Затраты корма в % к контролю:		
21 – 60 дней	100	90
61 - 120 дней	100	94
121 - 180 дней	100	90
21 - 180 дней	100	91

Отложение азота в теле свиней во время проведенного балансового опыта повысилось в опытной группе по сравнению с контрольной весьма существенно – на 21 %. (табл.65).

Таблица 65 - Показатели обмена азота свиней в опыте по изучению эффективности рациона, скорректированного с учётом доступности аминокислот, (M ±m)

Показатели	Группы	
	1(к)	2
Отложено в теле за сутки, г	13,1±0,5	15,8*±0,3
% к контролю	100	121
% от потребленного с кормом	48,8±1,1	55,9*±2,6

Примечание: *- P<0,01

Физиологическое и клиническое состояние животных в контрольной и опытной группах было в пределах нормы, что подтверждают результаты анализа крови (табл. 66).

Таблица 66 - Гематологические показатели свиней в научно-хозяйственном опыте по изучению эффективности рациона, скорректированного с учётом доступности аминокислот, ($M \pm m$)

Показатели	Контрольная груп-		Опытная группа	
	возраст, дней			
	60	180	60	180
Гемоглобин, г/л	100±0,3	110±0,5	104±1,4	116±0,5
Эритроциты, 1×10^{12} / л	5,5±0,3	6,5±0,4	5,7±0,1	7,0±0,03
Лейкоциты, 1×10^9 / л	11,5±1,2	15,0±2,0	10,9±0,4	15,0±0,6
Общий белок, г/л	76±2,4	80,0±2,2	78,0±4,5	85,0±2,1
Альбумины, г/л	29,5±1,5	35,3±0,5	33,5*±1,	38,0*±0,
Глобулины, г/л	46,5±1,2	44,7±1,2	44,5±1,6	47,0±1,3
Мочевина, мМоль/л	2,93±1,8	3,31±1,1	2,86±1,8	2,88±1,3

Примечание: все гематологические показатели не выходят за пределы установленных физиологических норм (И.П. Кондрахин, 2004): гемоглобин- 99-125; эритроциты -4,5-7,0; лейкоциты – 8,0-16,0; общий белок- 65,0-85,5;альбумины-35,0-45,0; глобулины – 55,0-75,0; * - $P < 0,05$

Из данных таблицы мы видим, что содержание общего белка в крови животных опытной группы, характеризующего степень напряжённости его обмена, недостоверно превышало подобные значения в контрольной группе, то есть здесь можно говорить лишь о тенденции улучшения белкового питания. Однако, учитывая высокую степень саморегуляции гомеостаза растущих животных, эта тенденция имеет важное биологическое значение, косвенно подтверждая преимущество скорректированного по незаменимым аминокислотам рациона. Что касается

подвижной фракции альбуминов, характеризующей интенсивность белкового обмена, то этот показатель был достоверно выше в крови поросят опытной группы. Количественное их содержание в сыворотке крови находилось в пределах физиологической нормы. Концентрация глобулинов, которая в обеих группах была в пределах 44,5-47,0 % от общего белка, показывает, что иммунный статус животных находился в пределах нормы в обеих группах. По данным таблицы видна тенденция снижения количества мочевины в сыворотке крови свиней опытной группы, что может свидетельствовать о более интенсивном белковом обмене, и это согласуется с повышенной интенсивностью прироста живой массы у свиней опытной группы. Коррекция по доступным аминокислотам оказала положительное влияние на мясные качества туш. По данным предварительного убоя, за две недели до окончания опыта, несколько выше оказался выход мяса в тушах (72 % по сравнению с 70,8 % в контроле) и содержание белка в процентах к натуральному мясу (22,9 по сравнению с 21,6 в контроле), лизина в процентах к белку (2,14 по сравнению с 2,08 в контроле) в мясе животных опытной группы. Данные анализа научно-хозяйственных испытаний подтвердили высокую эффективность коррекции рационов по истинной илеальной доступности аминокислот кормов.

13. Эффективность внедрения скорректированных по доступности аминокислот рационов для свиней по периодам роста и влияние их на производственно-экономические показатели откорма

Прямая зависимость влияния уровня доступных аминокислот рациона на конверсию корма предполагает наличие экономического обоснования их оптимального уровня для предприятия, например, с учётом отношения стоимости дополнительных затрат на питательность рациона к ценности приобретаемого прироста живой массы свиней. Расчет экономической эффективности проводили, опираясь на полученные данные в ходе производственных испытаний (табл. 68). На дорастивание и последующий откорм были поставлены отъёмыши с живой массой $5,5 \pm 0,2$ кг. По достижении сдаточных кондиций в 6 месяцев средняя живая масса свиней в опытной группе составила

108,8 кг, что на 18,7 % выше, чем в контрольной группе, животные которой находились на несбалансированном по истинно доступным аминокислотам рационе. Валовой прирост живой массы на голову за период откорма составил 103,3 кг в опытной и 83 кг в контрольной группах. При этом средняя себестоимость одного килограмма опытного корма по ценам 2007 года (в среднем по периодам кормления) в контрольной группе составила 16 руб., а в опыте - 16,3 руб. Но, за счёт оптимальной скорректированности белковой части комбикорма по доступным аминокислотам всех белковых компонентов опытного рациона потребовалось меньше комбикорма в опытной группе (3,1 кг на 1 кг прироста ж.м. против 3,5 кг). При расчёте экономической эффективности контрольного рациона и опытного, скорректированного с учётом истинной илеальной доступности незаменимых лимитирующих аминокислот и оптимального их соотношения мы не учитывали такие показатели как заработная плата, амортизация и текущий ремонт, прочие прямые затраты и накладные расходы, стоимость энергоносителей и прочие затраты, по той причине, что эти расходы для животных опытной и контрольной групп были равны. В таблице 67 представлены показатели расчёта экономической эффективности. Необходимо отметить, что цифровые значения такого производственно-экономического показателя, как среднесуточный прирост в граммах доказывают преимущество рационов по возрастам, сбалансированных по истинно доступным в тонком кишечнике аминокислотам. Мы знаем, что основной изменяющейся категорией затрат в себестоимости свинины является расход кормов на единицу продукции. Объём производимой продукции определяется по выходу живой массы свиней. Нами установлено, что при среднесуточном приросте живой массы одной головы 518,8 и 645,6 граммов за период опыта от отъёма до убоя животных и расходах кормов 3,48 и 3,06 кг на 1 кг прироста живой массы, соответственно, в контрольной и опытной группах, условная себестоимость выращивания 1 ц продукции свинины составила 5567,2 рубля и 4987,8 рублей. То есть в опытной группе себестоимость снизилась на 10,1 %, а условная прибыль в рублях повысилась в 2,3 раза. Уровень рентабельности (отношение прибыли к себестоимости) в опытной группе внедрения вырос на 12,5 %. Такое значительное увеличение прибыли и рентабельно-

сти произошло за счёт экономии белка кормов в скорректированном по доступным аминокислотам рационе.

Таблица 67 - Экономическая эффективность использования рациона, скорректированного в соответствии с потребностью животных в истинно доступных аминокислотах

Показатели		Группы	
		без учёта доступности аминокислот	с учётом доступности аминокислот
Живая масса, кг	в начале опыта	5,5	5,5
	в 6 месяцев	88,5	108,8
Среднесуточный прирост, г	21-180 день	518,8	645,6
Валовой прирост, кг	21-180 день	83,0	103,3
Стоимость 1 кг кормосмеси, руб.	в среднем	16,0	16,3
Расход корма на 1 кг прироста, кг	21-180 день	3,48	3,06
Расход корма на валовой прирост, кг	21-180 день	288,8	316,1
Затраты корма на валовой прирост, руб.,(условная себестоимость выращивания 1 головы, руб. (без прочих равных затрат, т.е. заработная плата, энергоносители, накладные расходы и т.д.)	за весь период кормления	4620,8	5152,4
Условная себестоимость выращивания 1 ц продукции, руб.		5567,2	4987,8
Условная прибыль от реализации 1 ц продукции (по цене 6000 руб.), в руб.		432,8	1012,2
Уровень рентабельности, % (прибыль / себестоимость) *100		7,8	20,3

В заключение необходимо отметить, что балансирование рациона по уровню доступных аминокислот с учётом показателя их эндогенных потерь позволяет обеспечить более точное прогнозирование выращивания свиней, нежели широко распространённое – по общему содержанию переваримого сырого протеина. При таком подходе к составлению рационов исчезнет необходимость ввода антибиотиков и стимуляторов роста, что имеет приоритетное значение для здоровья животных и человека.

14. Заключение

При производстве свинины решающая роль принадлежит стоимости кормов, составляющей 80 % общих расходов. Снижение стоимости кормов – важнейший источник повышения рентабельности откорма свиней.

К сожалению, до сих пор остаётся тенденция в сторону увеличения норм протеинового питания в связи с повышением мясности свиней. Рационы необходимо корректировать по нормам потребности в незаменимых аминокислотах, а потребность зависит от отношения потреблённого корма к приросту живой массы, уровня азотистых компонентов в кормах и эффективности усвоения корма. Она тесно связана с доступностью аминокислот.

Потребность поросят в основной лимитирующей аминокислоте - лизине является основным фактором, определяющим темпы роста поросят. Поскольку потребление корма животными часто лимитируется присутствием антипитательных веществ, имбаланса, физических изменений окружающей среды, и др., реальной является корректировка всасывания в тонком кишечнике требуемого по норме доступного лизина путём повышения его концентрации в рационе с целью достижения оптимального использования аминокислот на отложение белка в теле.

Стопроцентная корректировка рациона, состоящего из типичных кормовых средств, по критическим аминокислотам в соответствии с идеальным белком легко осуществима при наличии трёх синтетических аналогов лизина, метионина и треонина. Балансирование с помощью добавки до норм потребности этих трёх аминокислот к рациону, сбалансированному на 90-95 % по доступным аминокислотам, позволит снизить затраты белка на 30-40 % и приблизить к осуществлению на практике идею идеального белка, в котором содержание лизина, метионина и треонина обеспечивается без избытка и недостатка для организма.

Мы спрогнозировали возможность экономии сырого протеина для свиней без потери их продуктивности (табл. 68).

Таблица 68 - Прогнозируемая возможность экономии сырого протеина для свиней без потери их продуктивности

Живая масса свиней, кг, по возрастам*		Возраст свиней, дней						
		21-40	41-60.	61-90	91-120	121-150	151-180	
		5,2-13,0	13,1-25,0	25,1-48,0	48,1-74,0	74,1-100,0	100,1-124,0	
Потребность	корма, кг на гол/сутки	0,55	1,18	1,85	2,4	2,86	3,23	
	сырого протеина, г на 1 кг корма*	240	200	180	150	135	125	
	скорректированного белка, приближенного к идеальному протеину, г на 1 кг корма	без добавки синтетических аминокислот	168	140	126	105	95	88
		с добавкой лизина, метионина, треонина	151	126	113	95	86	79
	Обменной энергии, мДж на 1 кг корма	14,6	13,8	13,6	13,6	13,6	13,4	
	Отношение содержания лизина к обменной энергии, г/мДж*	0,95	0,84	0,72	0,62	0,52	0,44	

*Примечание: В.Г.Рядчиков, Е.Н. Головки и др. 2005 г. (в 100 г идеального сырого протеина содержится истинно доступных незаменимых аминокислот: 7,2 г лизина; 2,1 г метионина или 3,8 г метионина+цис; 4,3 г треонина; 1,3 г триптофана; 4,4 г изолейцина; 8,1 г лейцина; 4,9 г аргинина; 2,5 г гистидина; 4,9 г валина; 3,5 г фенилаланина или 6,8 г фенилаланина+тир. Остальные , 56,8– заменимые и пр.)

Удовлетворение потребности в аминокислотах, как мы выяснили, невозможно осуществить без знания истинной доступности их к всасыванию в желудочно-кишечном тракте. Традиционный метод оценки доступности аминокислот

предполагает количественное определение кажущихся и истинных остатков аминокислот корма в кале моногастричных животных. Исследователями прошлых лет установлено, что аминокислоты толстого кишечника не используются для продуктивного синтеза тканевых и функциональных белков организма животных. По свидетельству Hoover, e.a. (1975), Salter D.N., e.a.(1974), азот аминокислот или пептидов, попадающий в толстый кишечник, частично всасывается в кровь, преимущественно в форме аммиака. Поэтому получаемые данные переваримости сырого протеина и доступности аминокислот, определённые традиционным методом, не соответствуют действительности.

Степень абсорбции аминокислот из кормов, не считая эндогенных поступлений, определённая количественно в конце подвздошной кишки свиней, и является их истинной доступностью, независимо от того, попали ли они все в кровоток или задержались в обменных процессах многослойной стенки кишечника.

Постоянная или хроническая фистула подвздошной кишки с Т-образной канюлей обеспечивает мониторинг доступности большого набора кормов, который легко в условиях небольшой физиологической базы проводить на двух десятках поросят (в нашей практике максимальное количество фистулированных поросят с живой массой от 35 до 80 кг составило 24 головы с канюлей из плексиглаза, продолжительность работы с каждым животным - не более 40 дней; и 6 животных с канюлей из титана, продолжительность использования в хроническом обменном опыте - 6 месяцев).

W.C. Sauer, e.a. (1982) изучали влияние хирургического вмешательства по установке канюль и анастомозов на физиологическое состояние подвздошной кишки и всего пищеварительного тракта, а также на переваривание питательных веществ (23) и пришли к заключению об отсутствии существенных различий в кажущемся возврате аминокислот у фистулированных и интактных свиней ($P > 0.1$). Pulse, e.a. (1973) отмечают у оперированных животных значительное, по сравнению с интактными, количество сырой

клетчатки и экстрагируемых веществ, проходящих и задерживающихся через анастомоз слепой кишки. Однако в литературе нет сведений об отрицательном влиянии простого канюлирования подвздошной кишки свиней на переваримость сырого протеина.

Илеальный метод оценки доступности аминокислот предполагает корректировку полученных данных по 100 %-му возврату инертного маркера. Хотя есть данные о 95-97 %-ном восстановлении окиси хрома при кормлении свиней рационами, богатыми клетчаткой. В наших опытах наименьший возврат составлял 78 %, а наибольший -97 %, среднее значение возврата - $95,0 \pm 6,4$ %. Основная причина – количественный метод определения хрома. Химический метод имеет большую ошибку, чем метод определения хрома на пламенном хроматографе.

В проведённых нами исследованиях по определению доступности аминокислот кормов растительного происхождения использован инертный метчик-окись хрома. Расчёт переваримости сырого протеина и доступности аминокислот и корректировка по возврату окиси хрома проведены методом, основанным на использовании относительных величин - процентных концентраций метчика и исследуемых веществ.

В практике кормления свиней рационы основаны обычно на одном, более доступном для хозяйства белковом корме, например, зернобобовых, оставляющих основу кормового белка. Высокодоступные в отношении аминокислот белковые добавки животного происхождения не всегда включают в рационы. Они составляют не более 5 % от массы рациона.

В настоящее время перспективны злаково-соевые рационы, обеспеченные незаменимыми аминокислотами на 70 % за счёт соевого белка. В связи с этим в нашей работе определялась в первую очередь доступность аминокислот растительных высокобелковых кормов, побочных продуктов производства растительных масел с различными технологическими режимами и зерна злаков как фоновых. Доступность высококачественных животных кормов таких как сухой обрат, нефальсифицированная рыбная мука, кровяная мука, белковые изоляты не требуют уточнения доступности.

В проведённых исследованиях изучали ячмень и овёс с высоким и низким содержанием клетчатки. Мы убедились, что при подготовке рациона с уровнем клетчатки в пределах 4 % и наличии трёх синтетических аминокислот, лизина, метионина и треонина, есть реальная возможность снижения уровня сырого протеина до 10 %. Пшеница, ошелушенный ячмень, голозёрный овёс, кукуруза и высококачественные гранулы из листьев люцерны, отличающиеся низким содержанием клетчатки, не лимитируют в этом плане создаваемый рацион.

Кроме этого, илеальный метод предусматривает ограниченный уровень кормления и уровень белка 10-12 %, обусловленный спецификой полуискусственных рационов и работы с илеостомированными животными. Несмотря на этот, казалось бы негативный момент, Buraczewska L., Horaczynski H. (1983), Haydon K.D., e.a. (1984) не отметили существенного изменения в доступности аминокислот илеума свиней по мере увеличения содержания белка в рационе, хотя эндогенные поступления по отношению к экзогенным увеличивались. Уровень кормления не оказал значительного влияния на доступность большинства аминокислот. Общая же переваримость сырого протеина и доступность аминокислот, определённые традиционным методом, увеличились при снижении уровня кормления.

Илеальный метод предполагает кормление животных влажными кормосмесями, что не всегда соответствует способу кормления свиней в производственных условиях. Однако, соотношение сухой корм : вода играет незначительную роль в приросте свиней и не влияет на переваримость сырого протеина.

Точка зрения авторов на вопрос о достоинствах и специфичности илеального метода по сравнению с традиционным неоднозначна и является дискуссионной. Porre S., and H. Meier не нашли значительных различий между этими методами определения доступности. Они считают незначительным влияние микрофлоры слепой и толстой кишок в отношении изменения аминокислотного состава азотсодержащих остатков переваренного корма, поступающих из илеума в нижние отделы кишечника. Однако исследования в

этой области с применением изотопных меток доказали факт значительного участия активной микрофлоры толстого кишечника в дезаминировании аминокислот эндогенного и экзогенного происхождения, а также в синтезе микробного белка.

Результаты проведённых нами исследований свидетельствуют об эффективности илеального метода по сравнению с традиционным, в первую очередь, в отношении кормов растительного происхождения, и кормов, подверженных воздействию природных или техногенных физико-химических факторов, например, побочных продуктов производства растительных масел или зерна злаков, поражённых плесенью хранения. Так, различия в истинной доступности лизина, определённой нами традиционным и илеальным методами, для соевого шрота холодной экстракции и дерги кукурузы составляют, соответственно, 7,3 и 14,6 % ($P < 0.001$).

Результаты физиологических исследований авторов свидетельствуют о возможной незначительной абсорбции аминокислот из толстого кишечника. Однако основная часть сырого протеина и отдельных аминокислот, попавших в слепую кишку и нижние отделы толстого кишечника, подвергается количественному и качественному изменению со стороны микрофлоры. По данным Zebrowska T., e.a. (1982), 50 % азотсодержащих веществ, попадающих в толстый кишечник свиней, абсорбируется и выводится с мочой из организма. Аммиак является конечным продуктом дезаминирования аминокислот в толстом отделе кишечника, частично всасывается в кровь и выводится с мочой в виде мочевины. Этот факт не только подтверждает активную роль микрофлоры при образовании азотсодержащих веществ нижних отделов кишечника, но и даёт ответ на вопрос о причине частого несоответствия данных о переваримости сырого протеина и доступности отдельных аминокислот с результатами ростовых опытов по зоотехническим показателям. Интенсивному дезаминированию со стороны микрофлоры особенно подвержены триптофан и треонин. «Исчезновение» этих аминокислот в толстом кишечнике по отношению к

поступившим из илеума составляет до 80,0 и 40,0 %, соответственно.

Таким образом, доступность аминокислот определяется той их частью от скормленной, которая высвобождается в процессе переваривания, всасывается в кишечнике и не теряется из организма, будучи не использованной в биосинтезе белков и межклеточном обмене.

При оценке кормов на истинную илеальную доступность аминокислот мы неизбежно сталкиваемся с необходимостью количественного разделения не всосавшихся остатков аминокислот из просвета каудального участка подвздошной кишки на кормогены и эндогены. По данным исследований Е.З.Ткачёва (1981), эндогенные аминокислотные остатки включают рекаверты пищеварительных соков, десквамированный эпителий пищеварительного тракта, жёлчные метаболиты, свободные аминокислоты, белки крови. Учёт неиспользованных при реабсорбции эндогенных поступлений важен при определении истинной переваримости сырого протеина и доступности аминокислот. Выделение эндогенных аминокислот и сырого протеина с илеальным содержанием и калом, выраженное в мг/кг $M^{0,75}$, нельзя признать постоянной величиной, несмотря на отдельные литературные данные, основанные на изучении высокобелковых концентратов (казеина, глютена, рыбной муки) в полуискусственных рационах на фоне кукурузного крахмала. Интересно, что количество эндогенного лизина при исследовании злаков на доступность достоверно больше обнаружено в кале по сравнению с химусом в конце подвздошной кишки. Это можно объяснить синтезирующей лизин деятельностью кишечной микрофлоры толстого кишечника [763]. Потери белка у растущих свиней в исследованиях В.Г. Рядчикова [164] составили 2 г/кг $M^{0,75}$ в сутки. По данным наших исследований, у свиней на зерновых и соевых рационах эндогенные илеальные потери сырого протеина и отдельных аминокислот значительно варьируют. Например, выделение илеального эндогенного лизина на рационе с автоклавированной соей составило 40,5 (0,611), а для ячменя и пшеницы оно выше – соответственно 87,0 (1,316) и

66,2 (0,835) мг/кг $M^{0,75}$ (г/кг сухого вещества рациона). Эндогенный азот количественно подчиняется той же характеристике непостоянства. Например, 1870,0 и 3200,0 мг сырого протеина выделено на 1 кг метаболической массы свиней, соответственно, на рационах с кукурузой и ячменём. В то же время наблюдается высокая корреляция (Т) и (И) количественных оценок эндогенных поступлений на злаково-соевых рационах. Так, для лизина зависимость ($r=0,83$ при $n=9$) можно выразить в виде функции $y=0,943x-6,1$; для незаменимых аминокислот ($r=0,95$, при $n=9$) – $y=0,985x-1,86$; для сырого протеина ($r=0,8$, при $n=9$) – $y=1,1472x-18,4$; где y – илеальные, x – каловые количественные показатели, выраженные в мг/кг $M^{0,75}$. Литературные данные свидетельствуют о том, что для определения эндогенной азотсодержащей субстанции в продуктах обмена, называемой «обменным азотом» кала, можно использовать наряду с безбелковой низкобелковую диету с 5 % сухого молока, 3 %-ную казеиновую диету (Mitaru B.N., R.D. Reichert, e.a., 1984). Тем более, что при использовании безбелковой диеты вероятно обильное выделение муколитического сырого протеина, содержащего в составе пролин, глицин, глутаминовую и аспарагиновую кислоты, серин, треонин, тирозин и метионин. В связи с этим, после коррекции кажущейся доступности до истинной, истинная доступность этих аминокислот-мукогенов часто превышает 100 %. Так, у Darcy-Vrillon В. (1985) коэффициенты доступности треонина, метионина, аспарагиновой кислоты, серина, глицина, а также сырого протеина составили, соответственно, 1,14; 1,13; 1,09; 1,26; 2,50 и 1,26 %. Это ведёт к переоценке выделения эндогенного суточного азота и аминокислот.

В наших исследованиях с использованием низкобелковой диеты с 5 – 8 % высокодоступного молочного белка – энпита у свиней с живой массой 50-70 кг выделялось от 1 до 5 г азота в сутки на голову, и коэффициенты истинной илеальной переваримости мукогенов не превышали 102 %. При количественном исследовании содержимого илеума и кала на низкобелковой диете нами установлено непостоянство аминокислотного профиля эндогенов, обусловленное

разнообразием скармливаемых монозерновых рационов или обогащением монозернового рациона лимитирующей аминокислотой лизином.

В проведённых исследованиях по изучению доступности аминокислот кормов растительного происхождения особая роль отведена лизину. Лизин как незаменимая аминокислота находится в лимитирующих концентрациях в зерновых, являющихся основой рационов свиней и птицы. Аминограммы ячменя и кукурузы свидетельствуют о значительном дефиците в них лизина по отношению к нормам потребности. Добавка протеиновых концентратов устраняла дефицит отдельных аминокислот злаковых рационов в проведённых нами опытах на поросятах. Необходимость в использовании белковых концентратов в условиях конкуренции с обеспечением продовольственными источниками для человека, а также высокая стоимость рационов, включающих белковые концентраты животного происхождения или микробиологического синтеза, устраняются при замене высокопротеиновых кормовых источников синтетическими аминокислотами.

Результаты исследований свидетельствуют о значительных различиях кормов в отношении доступности лизина. Установлено, что несбалансированность рациона по первой лимитирующей аминокислоте отрицательно влияет на всасывание большинства незаменимых аминокислот корма. Добавка лизина к ячменному или метионина - к соевому монозерновым рационам повысила истинную переваримость сырого протеина и доступность аминокислот этих кормов. По данным В.Г. Рядчикова и др. (1987) и других авторов, при обогащении монозерновых рационов лизином значительно повышалась доступность их белка для свиней. Однако кристаллический лизин с условной доступностью 100 %, добавленный к кукурузному или соевому рациону, не изменил доступности собственно кормового лизина, составившей соответственно 70 и 75 %. Эти данные подвержены нашим результатам илеальных исследований. Так, добавление высокоочищенного кристаллического лизина к ячменному

рациону привело к увеличению илеальной доступности метионина и триптофана соответственно на 8 и 16 %. Эти аминокислоты в ячмене находятся в имбалансе с первой лимитирующей аминокислотой лизином. В то же время илеальная доступность лизина собственно ячменя не изменилась ($P>0,1$) и составила соответственно 85,0 и 85,0 % для ячменя и ячменя с лизином.

В наших исследованиях особое место занимало изучение влияния на доступность аминокислот технологической обработки и переработки сои при подготовке её к скармливанию растущим свиньям или при получении из неё побочного продукта маслоэкстракционной и маслобойной технологии – соответственно шрота и жмыха.

Значительным фактором, влияющим на доступность аминокислот соевых кормов считается активность трипсина и химотрипсина, а также других антипитательных веществ. По данным некоторых авторов, доступность незаменимых аминокислот в конце тонкого кишечника свиней приблизительно одинакова для всех соевых кормов. Однако данные наших исследований свидетельствуют о существенных различиях в доступности некоторых незаменимых аминокислот соевого шрота и автоклавированной сои. Так, при близкой истинной илеальной доступности лизина соевого шрота и автоклавированной сои (67 и 60 %), доступность триптофана и треонина на 25 и 16 %, соответственно, различается в пользу автоклавированной сои. По результатам наших исследований, илеальная доступность лизина соевых кормов приближенно составляет 65 %. Мы разделяем точку зрения авторов, что соевые корма и злаки имеют наиболее низкую доступность лизина для свиней среди растительных кормов. Вероятной причиной низкой доступности сырого протеина сои и некоторых аминокислот в наших исследованиях является высокое содержание антипитательных веществ в некоторых образцах (сушёная соя, соевый шрот холодной экстракции). Уреазная активность чаще используется в практике для систематического мониторинга за качеством соевых кормов, так как она высоко

коррелирует с изменением активности ингибиторов трипсина и химотрипсина.

Анализ результатов проведённых нами исследований кормов на доступность позволяет рассматривать отдельно доступность лизина, сырого протеина и незаменимых аминокислот как три самостоятельных критерия. При этом первый оказался основным в случае работы со злаками и злаково-соевыми рационами по оптимизации их протеинового комплекса.

Коэффициенты кажущейся доступности лизина зерновых и соевых кормов, определённой двумя методами – илеальным и традиционным – высоко коррелируют ($r=0,75$, при $n=9$). Для остальных незаменимых аминокислот это не характерно ($r=0,5$, при $n=9$), как и для сырого протеина ($r=0,57$, при $n=9$). Коэффициенты истинной доступности лизина зерновых и соевых кормов высоко коррелируют между методами (И) и (Т), $r=0,81$, при $n=9$. То же относится и ко всем незаменимым аминокислотам ($r=0,9$ при $n=9$), чего нельзя утверждать в отношении сырого протеина ($r=0,63$, при $n=9$).

Доступность сырого протеина зерновых и соевых кормов для свиней не может служить критерием при составлении рационов. Различия в коэффициентах переваримости сырого протеина и доступности отдельных незаменимых аминокислот нередко превышают 10 %. Однако существует высокая корреляционная зависимость между илеальной переваримостью сырого протеина и илеальной доступностью отдельных аминокислот. Основным критерием при оценке результатов проведённых исследований мы считаем степень их соответствия результатам широко апробированных нами в практике ростовых опытов определения качества кормового сырого протеина и биологической ценности белка. Доступность аминокислот некоторых кормов, определённая в ростовых опытах Calhoun W.K., e.a. (1960), высоко коррелирует с нашими результатами илеальной оценки доступности и существенно ниже, чем определённые традиционным (Т) методом. Высокая эффективность илеального метода по сравнению с традиционным при исследовании злаково-соевых кормов

подтверждена нами в ростовом опыте на поросятах-отъёмышках. Суточный прирост животных в рационе, сбалансированном с учётом потребности в истинно доступном лизине из всех кормовых компонентов, на 89,0 г оказался выше такового у поросят на контрольном рационе, в котором общий лизин (доступный+недоступный) количественно соответствует потребности в нём. Определение доступности аминокислот в конце илеума также высоко коррелирует с химическим скором и ферментативным методом. В наших исследованиях илеальная доступность лизина кукурузы, определённая без и с учётом эндогенных потерь, составила, соответственно, 43,0 и 61,0 %, тогда как доступность для этой аминокислоты, определённая авторами ферментативным методом, составила 54 %.

Результаты наших многолетних исследований по изучению переваримости сырого протеина и доступности аминокислот в конце илеума подтверждают мнение многих авторов о надёжности илеального метода.

В заключение необходимо подчеркнуть, что оптимизация рационов для свиней предполагает обязательный учёт доступных аминокислот при составлении и корректировке рецептур комбикормов в соответствии с детализированными нормами потребности в питательных веществах. Аминокислотный количественный состав злаково-соевых рационов необходимо балансировать по лизину с учётом его илеальной доступности, что является значительным резервом увеличения эффективности использования кормового белка в производстве свинины.

По остальным показателям питательных веществ рационы продолжают оставаться максимально приближенными к детализированным нормам кормления сельскохозяйственных животных, в то же время идеальный рацион должен иметь право на реальное практическое существование не только в отношении аминокислот.

15. Рекомендации

На основании обобщённых нами авторских и собственных научных исследований по изучению белкового питания свиней мясного направления, необходимости обеспечения их рационов доступным белком, были разработаны рекомендации по нормированному кормлению с учётом потребности в доступных к всасыванию аминокислот в тонком кишечнике свиней.

Чтобы производить конкурентоспособную свинину, производители должны всерьёз заняться проблемой эффективного использования кормов, в первую очередь, зерна. Улучшение конверсии корма следует рассматривать как важнейший элемент ресурсосберегающей технологии, позволяющей сделать свиноводство устойчиво рентабельной отраслью.

Наш рынок заполнен премиксами, синтетическими аминокислотами, пробиотиками, витаминными и минеральными препаратами, позволяющими обеспечить биологически скорректированное и экономически обоснованное белковое питание свиней при существенном сокращении расхода зерна и сырого протеина.

В настоящее время в большинстве хозяйств на единицу прироста живой массы свиней расходуется кормов в три раза больше экономически обоснованного норматива, что не даёт рассчитывать на рентабельное производство свинины. Причины кроются, прежде всего, в систематическом недокорме свиней белком при его перерасходе из-за несбалансированности рационов по истинно доступным аминокислотам. Проблема - с качеством зерна, с белковой составляющей рациона. Фуражное зерно, как правило, низкого качества, содержит не более 11 % сырого протеина. Несбалансированность рационов по доступным незаменимым аминокислотам приводит к перерасходу зерна.

Нет гарантий при закупках шротов, особенно импортных, что он производился при соблюдении режима температурной обработки, что влияет, в первую очередь, на содержание доступного лизина.

Альтернативой естественным аминокислотам корма служат синтетические их аналоги. Зерновая смесь с синтетическими

аминокислотами обходится дешевле, чем с соевым шротом, даже при содержании в нём 44 % сырого протеина. В Южном регионе России чаще используют не шроты, а жмыхи, с большим содержанием клетчатки и меньшим – доступного белка. Мы использовали в своих опытах препараты синтетических аминокислот латвийского биохимического завода (г. Ливаны, ККЛ 14,8 % лизина), Шебекинского биохимического комбината (Белгородская обл., 15-25 % лизина), завода «Прогресс» (г. Степногорск, Северный Казахстан, Целиноградская обл., L-лизин гранулированный, 30 %-й, L-лизин ацетатный, 28 %-й), химического завода Чаренцеван (Армения, L-лизин кристаллический, НС1, 93 %-й), Волжского химического завода (г. Волжск, 98 %-й).

При использовании препаратов аминокислот необходимо знать содержание основного вещества по сертификату. Например, содержание основного вещества в препаратах лизина дано по соли - лизину солянокислому. На долю соляной кислоты приходится 20 %. Чтобы рассчитать количество собственно лизина (без соляной кислоты), необходимо процентное содержание, указанное в сертификате, умножить на постоянный коэффициент - 0,8. Например, при содержании лизина в ККЛ 14,8 % количество собственно лизина составит $14,8 \cdot 0,8 = 11,8$ % (118 г/кг). DL-форма синтетического препарата метионина производства Волжского химического завода (г. Волжск) полностью используется свиньями, как и L-форма. D-форма триптофана того же производства используется на 60 % при биологическом потенциале использования DL-триптофана в 80% [81, 108, 113, 117, 119].

Очень выгодно использовать синтетический лизин для удешевления рационов и корректировки их по аминокислотам [180-183, 194, 197, 204, 205, 221 225, 231, 267, 270, 289, 547, 589, 607, 727, 733]. Актуальны низкобелковые рационы на основе зерна злаков с добавкой недостающего до норм потребности лизина для поросят и растущих свиней. Аминокислотное сбалансирование рационов свиней сокращает в 2 раза количество азота в остатках от переваривания в желудочно-кишечном тракте свиней. В хозяйствах нашей страны используется 50-60 тонн синтетического лизина в год. Это количество составляет 10 % от по-

требности в нём [46, 52, 72, 88, 139, 156]. В Краснодарском крае расширились площади выращивания бобовых культур на зерно и одновременно уменьшилось производство сырья животного происхождения, богатое метионином - второй лимитирующей аминокислотой. Ликвидирована микробиологическая промышленность, поставлявшая животноводству полноценный белок. Всё это привело к резкому снижению питательности рационов.

Предлагаемые рекомендации, включающие некоторые теоретические выкладки, практические советы и справочный материал по аминокислотному составу кормов и их доступности помогут специалистам оптимизировать рационы, составленные из кормов, которыми они располагают.

Доступность аминокислот кормов или побочных продуктов производства растительных масел может существенно изменяться в зависимости от технологии их подготовки к скармливанию или режимов тепловой, влаготепловой или баротермической обработки. Так, например, доступность незаменимой аминокислоты лизина может быть низкой в результате реакции его ϵ -аминогруппы с углеводами и аминокислотами при перегреве зерна. Химические взаимодействия происходят также и с другими аминокислотами в процессе тепловой обработки или длительного хранения кормов. Влияние высоких температур при нарушении установленных технологией режимов (выше 140°C), используемых в процессе выработки соевого, подсолнечного, рапсового жмыхов снижают биологическую доступность белка для свиней. Так, в ОПХ «Ладожское» в период применения высоких температурных режимов ($150-160^{\circ}\text{C}$) при отладке технологии экструдирования сои в опытах, проведённых нами на поросятах в 1986-1988 гг. значительно терялся лизин (до 40 %), и переваримость комбикорма 0-2 снизилась, по сравнению с контролем, на 25 % . Мы доказали опытным путём, что экструзия должна проводиться при температуре $120-135^{\circ}\text{C}$.

Умеренное тепловое воздействие улучшает переваримость сырого протеина кормов с антипитательными веществами в результате денатурации белков и разрушения неустойчивых к температуре ингибиторов протеаз. Содержание ингибитора трипсина сои в опытах на поросятах (ОПХ «Ладожское») снижалось с

23 до 3 % в предварительно увлажнённой до 20 % полножирной соевой дерти после прогревания её в течение часа при 110°C или при баротермической обработке в течение 25 мин (давлении 1,5 атм.). В опыте на рано отнятых поросятах повышалась их продуктивность на рационе с прогретым при умеренной температуре (100-120 °C) соевым жмыхом, содержащим до 7 мг/кг корма ингибиторов протеаз.

Снижение доступности аминокислот происходит и при наличии антипитательных веществ, ингибиторов ферментов, участвующих в переваривании белка (у сои это антитрипсиновый и антихимотрипсиновый ингибиторы; у рапса – эруковая кислота и т.д.). В решении этой проблемы также необходима влаготепловая или баротермическая обработка семян.

Качество белка в рационе зависит от соотношения между аминокислотами, приближенного к идеальному белку. Поскольку незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме свиней, дефицит в рационе какой-либо из них вызывает нарушение интенсивности синтеза белка, что отрицательно сказывается на обменных процессах в организме и продуктивности животных. Поэтому важен учёт потребности свиней в доступных аминокислотах на поддержание жизни или основной обмен и на продукцию белка тела (табл. 69). В этой таблице дана норма обменной энергии при концентратном типе кормления свиней всех возрастов. Концентрация энергии, например, высока в комбикормах с преобладанием кукурузы и полножирной соей и понижена в комбикормах с зелёной массой бобовых, ячменём, пшеницей и горохом.

Потребность в аминокислоте на примере лизина в гр. на 1 голову 2-4 мес. поросёнка в день мы рассчитывали так: норма лизина - 0,84 %. То есть должно быть 8,4 гр. лизина в 1 кг комбикорма. Расчёт в гр. на 1 к. ед. основан на том, что 11 МДж обменной энергии соответствует 1 кормовой единице. Для синтеза белка в теле и эффективного роста свиней необходимо одновременное поступление всех аминокислот из тонкого кишечника в кровоток через портальную вену печени. Поэтому кормление следует организовать так, чтобы все компоненты рациона задавались при каждом кормлении в одинаковой

пропорции. Это достигается при кормлении полнорационными комбикормами. Аминокислоты будут использоваться плохо, если, допустим, утром давать только зерновую дерть, днём - сочные корма, вечером – белковые добавки. В этом случае благоприятный эффект баланса аминокислот за счёт кормов будет отсутствовать.

Таблица 69 - Нормы потребности доступных аминокислот для свиней, % от воздушно-сухого вещества (В.Г.Рядчиков и др., 2000)

Аминокислоты	Нормы, для свиней с живой массой:				
	1,2-5 кг	5-18 кг	60-120 кг	120-180 кг	90-120 кг
Лизин	1,8	1,2	0,8	0,6	0,5
Метионин+цистин	0,9	0,6	0,5	0,4	0,3
Триптофан	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
Треонин	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3
Изолейцин	0,9	0,7	0,4	0,3	0,2
Лейцин	1,8	1,1	0,9	0,6	0,5
Валин	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3
Аргинин	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1
Гистидин	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
Фенилаланин+тирозин	1,5	1,0	0,7	0,5	0,4
Сырой протеин	28,0	22,0	17,0	13,0	11,0
Концентрация Обменной энергии, МДж/кг	20,9	15,0	13,8	12,8	12,6
Суточная норма комбикорма в кг/голову	0,25	0,7	1,8	3,0	3,7

Суточная дача комбикорма для этого возраста составляет 1,7 кг. Значит лизина требуется 14,3 гр. (8,4*1,7).

Вводимые в корма свиней в профилактических дозах сульфаты железа, цинка, лимонная, аскорбиновая, молочная орга-

нические кислоты, пробиотики (кемзайм - W, целловиридин, пробицелл, молочнокислые закваски и т.п.), соли меди и железа, являясь индукторами синтеза белков, в опытах, проведённых совместно с моими коллегами, способствовали улучшению всасывания аминокислот в тонком кишечнике свиней.

Особо следует сказать о сое и продуктах её переработки, богатых лизином, в связи с тем, что протеин зерна злаковых культур чрезвычайно беден (дефицит 56-64 % по отношению к идеальному белку) по этой незаменимой аминокислоте. До 90 % сои используется в виде шротов и жмыхов. В нашем крае Краснодарский и Армавирский масложиркомбинаты производят по стандартной технологии соевый шрот и соевое масло. Ассоциация «Ассося» перерабатывает сою с помощью шнекового прессования на жирный соевый жмых.

Хозяйства крайне нуждаются в простых более доступных технологиях переработки сои и рекомендациях по её рациональному использованию в кормлении животных.

Имеется определённый опыт по подготовке к скармливанию сельскохозяйственным животным полножирной сои в виде дерти или бобов. Преимущество такой сои перед шротом состоит в том, что в ней сохраняются жиры. Поэтому при кормлении свиней можно обеспечить не только полноценное белковое, но и высокое энергетическое питание.

В ОПХ «Ладожское», например, Рядчиков В.Г., Чиков А.Е., Мехеда А.В., (1978) применили обработку соевых бобов методом автоклавирования [187].

Различные сорта сои накапливают от 30 до 50 % сырого протеина в сухом веществе зерна. Однако белок сои далеко не сбалансированы по аминокислотному составу. Аминокислотный баланс зерна сои (табл.70) и модель идеального белка (рис. 22) представлены в сравнительном аспекте.

Идеальный белок в комбикорме для свиней отличается тем, что при переваривании все его доступные незаменимые аминокислоты, находящиеся в определённом соотношении к лизину, взятому за единицу, и при скармливании в любом количестве, но не более нормы на голову в сутки, всасываются без остатка в тонком кишечнике. А идеальный по белку рацион,

рассчитанный на голову в сутки, должен соответствовать рассчитанной для каждой группы животных норме потребности уже не в отдельных аминокислотах, а в идеальном белке (или идеальном протеине), выраженном в граммах на 1 кг сухого вещества рациона.

Таблица 70 - Баланс аминокислот сои и модель «идеального» белка

Аминокислоты	% в пол-ножирной сое*	Аминокислотный баланс, лизин = 100	
		полножирная соя*	идеальный белок**
Лизин	2,20	100	100
Метионин	0,50	23	48
Треонин	1,41	64	65
Триптофан	0,48	22	18
Гистидин	0,89	40	40
Аргинин	2,55	116	42

* [Цит. по 121] ; ** - Рядчиков В.Г., и др. (2000)

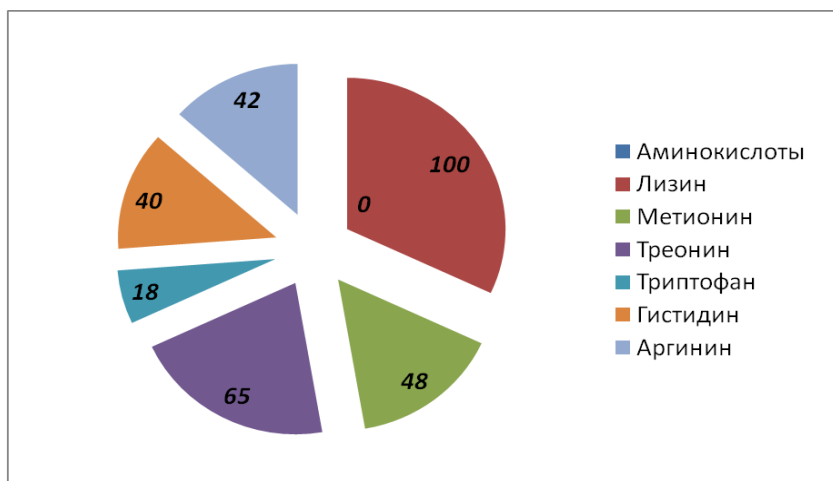


Рис. 22 - Модель стандартного («идеального») белка

На втором месте по значимости белковых концентратов у нас в Краснодарском крае стоят побочные продукты от переработки подсолнечника.

Доступность жмыхов и шротов из семян подсолнечника зависит от технологии их переработки по двум основным параметрам: температурному воздействию и остаточному количеству неперевариваемой в кишечнике свиней клетчатки.

Мы установили, что доступность лизина, треонина, метионина, изолейцина и триптофана подсолнечниковых жмыхов достаточно высока (80-100 %) по сравнению с другими кормами, изученными в наших ранних исследованиях (соя, горох, рапс – 50-80 %). Кроме этого, есть различия по жмыхам, произведённым в различных районах Краснодарского края. Однако, различия незначительны - от 0,1 до 5 %.

Балансирование рационов для свиней по своей сути сводится к устранению дефицита незаменимых аминокислот путём подбора кормов и добавки недостающих аминокислот их синтетическими аналогами.

Например, чтобы получить 670-700 г прироста живой массы свиней на откорме, достаточно в комбикорм, состоящий на 93,3 % из пшеничной дерти, 4 % люцерновой муки и 2,7 % минерально-витаминной добавки, внести 3,4 кг кристаллического лизина на тонну комбикорма. Доказано, что затраты сырого протеина можно резко сократить, если обеспечить количество аминокислот в точном соответствии с их потребностью. О минимальном количестве потребного сырого протеина можно судить по нормам потребности в аминокислотах. Например, сумма незаменимых аминокислот для поросят 2-4 мес. возраста составляет 5 %. Помимо незаменимых, необходимы ещё заменимые аминокислоты. Оптимальное их соотношение – 1:1. Поэтому 10 % идеального белка равноценны рекомендуемым 17 % по существующим детализированным нормам кормления свиней в этом возрасте.

В наших опытах при уровне сырого протеина 16,5 % (в рационе: кукуруза 70 %; люцерновая мука – 3 %; подсолнечный шрот 17 %; горох – 5 %, дрожжи – 3 % и минерально-витаминные добавки) суточный прирост живой массы свиней на

откорме составил 744 гр., а при уровне сырого протеина 10,4 % (в рационе содержалось: кукурузы 92,4 %; люцерновой муки – 3 %; лизина 0,36 %; триптофана 0,08 %; метионина – 0,12 % и минерально-витаминные добавки) прирост живой массы свиней был практически таким же – 736 гр.

При балансировании рационов за счёт комбинирования зерновых и высокобелковых кормов проще контролировать только количество лизина. Если достигнута его норма, то по остальным аминокислотам можно допустить некоторый избыток.

В качестве примера приведём балансирование рациона по аминокислотам. Балансируем рацион для поросят 2-4 мес., учитывая аминокислотный состав белковых концентратов (табл. 71).

Таблица 71 - Количество доступных аминокислот в использованных кормовых средствах для рациона, г/кг воздушно-сухого корма

Набор кормов в рационе	Лизин	Метионин	Триптофан	Треонин
Ячмень: пшеница: кукуруза = 3:2,5:0,8; 12% сырого протеина	3,5	3,9	1,4	3,3
Рыбная мука, 61% сырого протеина	47,0	24,0	7,2	23,0
Соевый шрот, 44% сырого протеина	24,0	10,0	5,2	17,0
Подсолнечный шрот, 40% с. прот.	17,0	11,0	5,2	13,0
Потребность 2-4 мес.	8,5	5,2	1,5	5,0

Необходимо 8,4 кг лизина на 1 тонну комбикорма.

Предлагается 2 варианта: 1 вариант: зерна злаков 87 %, рыбной муки 11 %, минерально-витаминных добавок 2 %; 2 вариант: зерна злаков 74 %, соевого шрота 24 %, минерально-витаминных добавок 2 %; 3 вариант: зерна злаков 64 %, подсолнечного шрота 34 %, минерально-витаминных добавок 2 %. Во всех трёх вариантах количество лизина будет равным 100 % от нормы.

Добавление препаратов аминокислот в тот или иной корм или смесь кормов необходимо производить с учётом последовательности лимитирующих аминокислот по степени дефицита и доступности.

Например, рацион из одной пшеницы обеспечен лизином на 42 %; треонином на 73 % (от «идеального» белка).

Синтетический лизин можно добавить до уровня содержания треонина, т.е. до 73% $(8,4 \cdot 73) / 100 = 6,13$ гр. Вычитаем от 6,13 гр. - 3,5 гр. (содержание лизина в 1 кг пшеницы) = 2,63 г. Это именно то количество лизина, которое необходимо добавить на 1 кг пшеничного рациона.

При наличии препаратов лизина и треонина В.Г. Рядчиков рекомендует их добавлять в корм до уровня содержания третьей лимитирующей аминокислоты, в данном случае – метионина, содержание которого составляет 76 % от потребности.

В этом случае расчёт выглядит следующим образом:

лизин: $\frac{8,4 \text{ гр.} \cdot 76}{100} = 6,38$; $6,38 - 3,5 = 2,88$ г; треонин:

$\frac{4,8 \text{ гр.} \cdot 76}{100} = 3,65$; $3,65 - 3,5 = 0,15$ г.

При наличии синтетических аминокислот трёх первых лимитирующих аминокислот, в данном случае лизина, треонина и метионина, их добавляют до норм потребности. Расчёт выглядит следующим образом: лизин на 1 кг рациона из пшеницы: $8,4 - 3,5 = 4,9$ г; треонин -: $4,8 - 3,5 = 1,3$ г; метионин: $5,0 - 3,8 = 1,2$ г. В данных аминокислотного состава кормов, приведённых выше, усреднённых нами по сортам для Краснодарского края, содержание сырого протеина и

аминокислот дано в процентах от воздушно-сухого вещества корма. Более точные данные можно иметь при условии аминокислотного анализа собственных кормов.

Таблица 72 - Рационы для свиней, сбалансированные в соответствии с потребностью в аминокислотах, в %

Ингредиенты	Возраст, дней		
	60-90	91-120	121-180
Ячмень, %	28,0	35,0	30,5
Кукуруза, %	8,7	6,9	2,2
Тритикале, %	6,5	6,96	10,0
Пшеница, %	28,82	28,54	27,43
Отруби, %	4,0	4,0	13,5
Жмых соевый, %	11,0	7,9	11,87
Шрот подсолнечный, %	3,19	3,2	2,5
Рыбная мука, %	3,7	2,0	-
Мясокостная мука	4,1	3,5	-
Премикс витаминно-	КС: 1,0	КС-3: 1,0	КС-4:
Мел, %	0,6	0,6	0,6
Соль, %	0,4	0,4	0,4
В 1 кг комбикорма содержится:			
Обменной энергии, МДж	12,88	12,71	12,60
Сырого протеина, г	171,1	155,8	137,0
Кальция, г	9,5	8,2	6,8
Фосфора, г	8,66	7,2	6,2
Лизина, г	8,0	6,1	5,0
Доступного лизина, г	7,1	5,7	4,7
Метионина, г	5,9	5,2	4,5
Доступного метионина, г	4,9	4,3	3,7
Треонина, г	6,2	5,3	4,7
Доступного треонина, г	5,3	4,5	4,0

Примечание: * - норма лизина для трёх возрастов, соответственно, 8,3; 7,1; 6,0 г/кг; метионина, соответственно, 4,9; 4,2; 3,5 г/кг; треонина, соответственно, 5,4; 4,6; 3,9 г/кг

В проведённых производственных испытаниях нами установлено, что комбикорм, составленный в соответствии с потребностью в доступных аминокислотах (табл. 72) отличался более высокой биологической ценностью по сравнению с рационом без учета доступности (табл. 73), т.к. соответствовал нормам потребности в доступных лизине, метионине и треонине.

Таблица 73 - Рационы для растущих свиней мясного направления сбалансированы по доступным аминокислотам в соответствии с потребностью*, в %

Ингредиенты	Возраст, дней		
	60-90	91-120	121-180
Ячмень, %	28,0	35,0	30,5
Кукуруза, %	8,7	6,9	2,2
Тритикале, %	6,5	6,96	10,0
Пшеница, %	28,7	28,4	27,3
Отруби, %	4,0	4,0	13,5
Жмых соевый, %	11,0	7,9	11,87
Шрот подсолнечный, %	3,19	3,2	2,5
Рыбная мука, %	3,7	2,0	-
Мясокостная мука	4,1	3,5	-
Премикс витаминно-минеральный	КС: 1,0	КС-3: 1,0	КС-4: 1,0
Мел, %	0,6	0,6	0,6
Соль, %	0,4	0,4	0,4
Лизин кристаллический	0,12	0,14	0,13
В 1 кг комбикорма содержится:			
Обменной энергии, МДж	12,88	12,71	12,60
Сырого протеина, г	171,1	155,8	137,0
Кальция, г	9,5	8,2	6,8
Фосфора, г	8,66	7,2	6,2
Лизина, г	9,2	7,5	6,3
в т.ч. синтетического	2,25		
Доступного лизина, г	8,3	7,1	6,0
Метионина, г	5,9	5,2	4,5
в т.ч. синтетического	1,11		
Доступного метионина, г	4,9	4,3	3,7
Треонина, г	6,2	5,3	4,7
в т.ч. синтетического	1,4		
Доступного треонина, г	5,3	4,5	4,0

Примечание: * - потребность лизина для трёх возрастов, соответственно, 8,3; 7,1; 6,0 г/кг; метионина, соответственно, 4,9; 4,2; 3,5 г/кг; треонина, соответственно, 5,4; 4,6; 3,9 г/кг

Комбикорм, составленный из тех же кормов, в соответствии с нормами потребности по возрастам 2-3 мес., 3-4 мес., 4-6 мес., но без учета истинной илеальной доступности аминокислот оказался несбалансированным по первой лимитирующей аминокислоте - лизину, соответственно, на 14,5; 19,7 и 21,7 %.

На рационах, составленных с учётом норм потребности в идеальном белке и истинной илеальной доступности аминокислот всех кормов, включенных в производственные испытания на свиньях за период от отъёма до 180 дней получены более высокие среднесуточные приросты, чем на рационах, составленных по нормам без учёта доступности: 620 гр. против 550 гр. (табл. 74).

Таблица 74 - Продуктивность свиней при дорастивании и откорме

Показатели		Рационы сбалансированы:	
		без учёта доступности	с учётом доступности
Протеин в рационе, %		17,4	13,2
Живая масса	в начале опыта	5,05	5,07
	в конце опыта	92,4	103,1
Среднесуточный прирост, гр.		546,0	617,0
Затраты корма, кг на 1 кг прироста ж.м.		4,2	3,7

Таким образом, коррекция сырого протеина рациона опытной группы по доступным аминокислотам (табл. 75) способствовала увеличению среднесуточных приростов живой массы на 12,8 % по сравнению с животными контрольной группы, в рационе которой не достаточно доступного лизина до нормы потребности в нём.

Таблица 75 - Содержание сырых незаменимых аминокислот в кормах для свиней (Рядчиков В.Г., Головки Е.Н., Бескаравайная И.Г., 2003), в г/кг и ИИДА (истинная илеальная доступность), в %

Корма	Сырой протеин		Лизин		Метионин + цистин		Триптофан		Треонин		Изолейцин	
	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
пшеница	130,0	86,80	3,5	93,20	4,8	87,60	1,7	66,20	4,4	84,20	5,1	87,00
ячмень	127,0	84,00	4,8	80,00	4,7	79,00	1,7	80,00	3,3	81,00	3,7	81,00
рожь	110,0	83,00	4,8	81,00	4,1	80,00	1,9	81,50	3,9	81,20	4,3	80,00
тритикале	135,0	82,90	4,8	79,90	3,9	78,90	1,7	79,80	4,2	80,30	5,2	80,60
овёс	139,0	72,90	5,6	68,90	4,6	86,90	1,6	80,79	4,3	108,0	5,2	71,70
овёс без плёнки	160,0	87,00	6,4	94,00	4,8	92,00	2,0	87,00	5,3	89,70	6,4	85,90
барда пшеничная, спиртовая, сухая	113,0	87,50	4,9	82,00	5,0	88,00	1,8	85,40	4,1	86,50	4,3	83,60
отруби пшеничные	154,0	79,00	5,6	72,00	5,6	80,00	3,2	79,90	3,8	80,30	5,0	80,00
кукуруза	97,0	85,70	2,7	77,10	3,4	87,70	0,6	75,50	3,4	82,10	3,3	87,80

Продолжение таблицы 75

Корма	Сырой протеин		Лизин		Метионин + цистин		Триптофан		Треонин		Изолейцин	
	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
зародыш кукурузный, мука	217,0	85,50	13,2	77,50	7,3	87,00	2,6	82,00	6,2	81,70	5,7	87,50
рапс	212,0	80,00	17,5	85,00	5,4	83,20	2,7	87,60	13,9	88,90	12,0	89,50
горох	245,0	89,70	20,0	91,00	6,1	90,00	3,2	92,00	11,3	89,50	11,9	91,50
soя жарен. с низким сод. ингибиторов	380,0	85,50	24,8	78,50	10,6	80,10	6,0	80,50	13,5	82,10	14,6	82,00
soя сырая, с высоким сод. ингибиторов	330,0	57,00	19,5	57,00	13,0	63,00	4,5	75,00	15,0	70,00	15,0	55,00
подсолнечный жмых	380,0	88,00	11,0	80,10	13,2	77,60	3,8	83,10	11,2	90,30	13,2	89,60
подсолнечный шрот	400,0	89,00	14,0	90,70	15,2	80,70	6,0	98,80	13,3	92,80	13,8	95,50
соевый жмых	415,0	83,00	30,6	73,00	15,6	78,00	6,2	90,00	22,0	85,00	24,3	77,00
соевый шрот	440,0	84,00	28,8	74,30	13,3	83,80	7,0	81,40	16,0	74,90	24,5	80,70

Продолжение таблицы 75

Корма	Сырой протеин		Лизин		Метионин + цистин		Триптофан		Треонин		Изолейцин	
	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА	всего	ИИДА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
рапсовый шрот	383,0	85,00	16,8	85,00	11,8	82,40	6,1	78,20	15,3	81,00	15,7	85,00
мука из листьев люцерны	170,0	93,00	7,5	94,60	4,6	95,00	2,0	91,20	4,0	89,90	7,0	87,90
сухое обезжиренное молоко	343,0	98,00	26,8	97,00	8,5	98,00	2,1	95,00	13,7	94,80	19,2	93,00
казеин	900,0	100,00	90,0	100,0	28,0	100,0	22,0	100,0	43,2	100,0	46,8	100,00
мясокостная мука, боенские отходы	484,0	72,80	29,5	61,00	19,9	67,00	7,7	56,20	19,8	79,30	11,1	57,00
мясокостная мука, бройлерная	334,0	74,00	32,0	64,50	22,0	68,00	14,0	57,00	18,0	78,00	13,4	60,00
рыбная мука	570,0	96,80	37,9	97,00	19,0	98,50	8,4	97,30	24,2	97,20	14,7	92,90

В табл. 76 представлены рационы для всех возрастных групп мясных пород свиней, скорректированных по доступности аминокислот.

Таблица 76 - Состав комбикорма для свиней с учётом доступности аминокислот

Корма	Возраст					
	0-2 мес.	2-4 мес.	от-корм	супоросные свиномат-	подсосные свиномат-	хряки
Ячмень	24,5	34,0	35,0	37,5	35,5	35,0
Пшеница	12,0	20,7	24,4	31,0	27,0	17,5
Кукуруза	12,0	14,0	15,0	10,0	10,0	15,0
Соевый шрот	25,0	10,0	5,0	10,0	10,0	10,0
Сухой обрат	5,0	-	-	-	-	-
Подсолнечный жмых		5,0	-	-	5,0	5,0
Рыбная мука	2,5	-	-	-	-	5,0
Люцерновая мука	0,5	2,0	2,0	5,0	10,0	3,0
Горох	4,0	10,0	14,0	4,0	-	-
Дрожжи кормовые	3,0	2,0	2,0	-	-	5,0
Сахар	4,0	-	-	-	-	2,0
Жир кормовой	4,0	-	-	-	-	-
Дикальцийфосфат	1,3	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0
Мел	0,7	1,0	0,7	0,5	0,6	0,5
Соль	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
Премикс*	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5

Продолжение таблицы 76

Корма	Возраст					
	0-2 мес.	2-4 мес.	от-корм	супоросные свиномат-	подсосные свиномат-	хряки
В 1 кг корма содержится:						
Кормовых единиц	1,28	1,18	1,16	1,15	1,12	1,16
Обменной энергии, МДж	14,1	13,0	12,82	12,71	12,37	12,83
Сырого протеина, г	21,0	17,3	14,69	14,42	14,94	19,11
Сырого жира, г	30,0	25,2	23,77	21,91	23,31	26,94
Сырой клетчатки, г	38,9	52,2	45,56	52,12	67,96	49,04
Кальция, г	8,35	7,08	6,0	6,46	7,08	9,76
Фосфора, г	7,43	5,48	5,4	5,85	6,13	6,34
Лизина, г	12,6	8,58	7,21	6,57	6,97	10,13
Метионина+цитина, г	7,24	5,48	5,33	4,99	5,5	6,82
Треонина, г	7,33	6,18	5,61	5,49	5,91	7,6
Триптофана, г	3,15	1,98	1,66	2,25	2,54	2,77

Примечание:* для 0-2 – КС – 3; 2-4 – КС – 3, старше 4 мес. – КС – 4; для холостых и супоросных свиноматок – К-1; для подсосных свиноматок – КС-2; для хряков-производителей – П-57-1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев, А. А. Современные концепции пищеварения. Энтеральный гомеостаз и плазмформирующая функция пищеварительной системы. Роль желудочно-кишечного тракта в межуточном обмене веществ / А. А. Алиев // Сб. науч. тр. / ВНИИФБиП. - Боровск, 1985. – Т. 30. - С. 74-79.
2. Алиев, А. А. Динамика обмена белков плазмы крови и свободных аминокислот в стенке желудочно-кишечного тракта / А. А. Алиев // Физиол. журн. СССР. – М., 1970. - С. 149-156.
3. Алиев, А. А. Новейшие оперативные методы исследования жвачных животных / А. А. Алиев. – М.: Агропромиздат, 1985.- 85 с.
4. Алиев, А. А. Превращение и всасывание аминокислот и синтез плазменных белков в стенке желудочно-кишечного тракта у сельскохозяйственных животных / А. А. Алиев // Аминокислоты в животноводстве. - Боровск, 1973. - С. 211-215.
5. Алиев, А. А. Способ образования внешнего энтеростома / А. А. Алиев // Бюл. ВНИИФБиП. - 1984. - Вып. I (73). - С. 67-68.
6. Алиев, А. А. Экспериментальная хирургия: учеб. пособие / А. А. Алиев. - М., 1998. - 446 с.
7. Аминокислотное питание свиней: рекомендации / СКНИИЖ, ВИЖ. –Краснодар, 1995. - С. 14-29.
8. Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов: материалы конф. / под ред. В. Г. Рядчикова. - Краснодар, 2005. - 150 с.
9. Аминокислотный состав кормов Кубани: рекомендации / под ред. В. Г. Рядчикова. - Краснодар, 1987. - 47 с. (издание переработано и переиздано: Краснодар, 2005 г.)
10. Арбузов, В. А. Деградация mРНК мембраносвязанных и свободных полирибосом в клетках печени крыс на фоне действия актиномицина Д и циклогексимида / В. А. Арбузов // Вопр. мед. химии. – 1979. - № 1. - С. 62 - 67.
11. Бекер, В. Ф. Биохимия лизина и использование его препаратов в питании животных / В.Ф. Бекер. – Рига: Зинатне, 1976. - 362 с.

12. Бекер, В. Ф. Взаимоотношения свободных аминокислот плазмы крови и рациона в связи с характером питания / В. Ф. Бекер // Аминокислоты в животноводстве. - Боровск, 1973. - С. 278 - 285.
13. Бекер, Д. Е. Сбалансированные рационы для свиней / Д. Е. Бекер, А. Х. Дженсен, Б. Г. Хармон. - М.: Колос, 1964. - С. 32-37.
14. Беликов, В. М. Аминокислоты для сельского хозяйства, пищевой промышленности и здравоохранения / В. М. Беликов, В. Г. Дебабов, Н. Я. Тюрязев // Вестн. АН СССР. - 1980. - Т. 4. - С. 18-25.
15. Бехтерева, Н. П. Физиология всасывания / Н. П. Бехтерева, В. А. Кисляков, Г. П. Конради. - Л. : Наука, 1977.- С. 41-49.
16. Богданов, Г. А. Обмен веществ и продуктивность свиней в связи с уровнем и качеством протеина в рационах: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Г. А. Богданов. - Персиановка, 1969. - 52 с.
17. Богданов, Г. А. Балансирования аминокислотного состава рационов и его влияние на качество продукции откармливаемых свиней / Г. А. Богданов, В. И. Скорятина // Аминокислоты в животноводстве (международ. симп.). - Боровск, 1973. - С. 35-39.
18. Борщ И. Л. К вопросу об аминокислотном питании растущих свиней / И. Л. Борщ, В. А. Журба // Аминокислот. питание свиней и птицы. - М.: Сельхозиздат, 1963.- С. 15-23.
19. Вальдман, А. Р. Аминокислоты в системе биологически активных веществ животного организма / А. Р. Вальдман // Белково-аминокислот. питание с.-х. животных: материалы Всесоюз. совещ. - Калуга, 1986. - С. 87-91.
20. Ван, Лоен. Применение кристаллических аминокислот в кормлении скота / Ван Лоен. - М., 1965. - 50 с.
21. Вдовченко, В. И. О целесообразности клинического применения янтарной кислоты // В. И. Вдовиченко // Терапевт. действие янтар. кислоты. - Пушино, 1976. - С.31-36.

22. Викторов, П. И. Методика опытного дела в животноводстве: учеб. пособие / П. И. Викторов. - Краснодар, 1977. - 78 с.
23. Владимирова, А. А. Полноценное сбалансированное кормление растущих откармливаемых свиней / А. А. Владимирова. - М., 1977. - 47с. - (Обзор. информ. / ВНИИТЭИСХ).
24. Волгарев, М. Н. Влияние дефицита белка в рационе на содержание аминокислот в органах и субклеточных структурах белых крыс / М. Н. Волгарев, М. Г. Смирнова, А. П. Екимовский // Сб. науч. тр. / Ин-т питания АМН СССР. - М., 1986. - №7. - С.110 - 116.
25. Глошинский, М. // Полиэтиленгликоль – 4000, всасывание макромолекул в кишечнике, инертный маркер / Институт питания АМН России – индикатор - С.2-4..
26. Головкин, Е. Н. Доступность аминокислот в питании свиней: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. Н. Головкин. - Боровск, 1991. - 18 с.
27. Головкин, Е. Н. Доступность для свиней незаменимых аминокислот ячменя, обогащённого лизином / Е.Н. Головкин. - Деп. Во ВНИИТЭИагропром, ВАСХНИЛ, № 246/11 ВС- М., 1989- 1с.
28. Головкин, Е. Н. Доступность аминокислот сои, прошедшей тепловую обработку, для растущих свиней / Е. Н. Головкин // Перестройке сел. хоз-ва – научное обеспечение: тез докл. конф. молодых ученых Сев. Кавказа. – Краснодар, 1988. - С. 106-108.
29. Головкин Е. Н. Доступность аминокислот традиционных кормов для свиней / Е. Н. Головкин // Сб. науч.тр. //СКНИИЖ. - Краснодар, 1988.- С. 76-87 .
30. Головкин, Е. Н. Переваримость ячменя у растущих свиней с внешним анастомозом подвздошной кишки / Е. Н. Головкин // Интенсивному развитию животноводства наши достижения: материалы конф. молодых ученых Сев. Кавказа. - Краснодар, 1987. - С. 88-89.
31. Головкин, Е. Н. Хирургические методы в исследовании илеального пищеварения у свиней / Е. Н. Головкин // Материалы конф. молод. учёных Сев. Кавказа. - Краснодар, 1987. - С. 85-87.

32. Головки, Е. Н. Доступность аминокислот в кормлении свиней / Е. Н. Головки, М. О. Омаров, В. Г. Рядчиков // Науч. основы ведения животноводства и кормопроизводства: сб. науч. тр. / СКНИИЖ, Краснодар, 1999. - С. 234 - 243.

33. Головки, Е. Н. Изучение переваримости протеина и доступности аминокислот кормов с использованием инертных метчиков на свиньях с фистулами и анастомозами тонкого кишечника / Е. Н. Головки, М. О. Омаров, С. А. Потехин // Науч. основы ведения животноводства и кормопроизводства: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1999. - С. 229 - 233.

34. Головки, Е. Н. Способ установки постзаслоночного анастомоза кишечника у свиней при оценке кормового белка: а.с. №1547812 / Е. Н. Головки Е. Н., С. А. Потехин, А. А. Гончаров. - 9 с.

35. Головки, Е. Н. К вопросу изучения доступности аминокислот на фистулированных животных / Е. Н. Головки, С. А. Потехин, А. А. Гончаров // Сб. науч.тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1988. - С.7-8.

36. Головки, Е. Н. Два метода оценки переваримости аминокислот ячменя / Е. Н. Головки, В. Г. Савенко, С. А. Потехин // Эффективность использования кормовых средств: сб. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1987. - С. 2.

37. Головки Е. Н. Биодоступность аминокислот у свиней: (обзор) / Е. Н. Головки // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2009. - №2. - С. 27-43.

38. Головки, Е. Н. Методы улучшения санитарного состояния кормов / Е. Н. Головки // Ресурсосберегающие технологии пр-ва продукции животноводства: материалы науч.-практ. конф.: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 2006. - Ч.1. - С.43-49.

39. Головки Е. Н. Спирулина и соя в кормлении свиней / Е. Н. Головки, А. Н. Ратошный, М. О. Омаров // Ресурсосберегающие технологии производства продукции животноводства: материалы науч.-практ. конф.: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар. - Ч. 1. - С. 92-93.

40. Головки, Е. Н. Влияние кисломолочной закваски, обогащенной селеном и йодом, на качество мяса для функционального питания / Е. Н. Головки, Е. А. Москаленко, Т. К. Кузнецова

// Функционал. продукты питания: материалы междунар. науч.-практ. конф. / КубГАУ. - Краснодар, 2009. - С. 703-705.

41. Головки, Е. Н. Оценка эндогенных поступлений аминокислот в терминальном илеуме у растущих свиней методом перевода на низкобелковую диету / Е. Н. Головки // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2009. - №2. - С. 70-77.

42. Гомазков, О. А. Нейропептиды и ростовые факторы мозга / О. А. Гомазков. - М.: Просвещение, 2002. - 304 с.

43. Градусов, Ю. Н. Определение потребности поросят-отъемышей в метионине / Ю. Н. Градусов // Химия в сел. хоз-ве. - 1966. - № 6. - С. 12-14

44. Градусов, Ю. Н. Потребность поросят-отъемышей в фенилаланине / Ю. Н. Градусов // Синтетические азотные препараты в животноводстве. - М.: Колос, 1967.

45. Градусов, Ю. Н. Аминокислотное питание свиней / Ю. Н. Градусов. - М.: Колос, 1968. - 320 с.

46. Градусов, Ю. Н. Обмен азота поросят-отъемышей, получавших в рационе разные уровни валина / Ю. Н. Градусов // Науч. тр. / ВНИИФБиП с.-х. животных. - Боровск, 1967. - Т. 4. - С.23-37.

47. Градусов, Ю. Н. Усвояемость аминокислот / Ю. Н. Градусов. - М., Колос. - 1979. - 85 с.

48. Григорьев, Н. Г. Влияние аминокислотной обеспеченности рациона на биосинтез белка в организме и качество мяса у цыплят-бройлеров / Н. Г. Григорьев, Б. Д. Кальницкий // 5-й междунар. симпоз. по аминокислотам. - Будапешт, 1977. - С. 1-12.

49. Григорьев, Н. Г. Регуляция биосинтеза белка в тканях цыплят аминокислотами рациона / Н. Г. Григорьев, Б. Д. Кальницкий // С.-х. биология. - 1978. - Т.13, № 3. - С. 399-404.

50. Григорьев, Н. Г. Регуляция биосинтеза белка в организме мясных цыплят аминокислотами рациона / Н. Г. Григорьев, Б. Д. Кальницкий // Биосинтез продуктов животноводства: науч. тр. / ВНИИФБиП с.-х. животных. - 1976. - Т. XVI. - С. 45-62.

51. Григорьев, Н. Г. Особенности обмена белка и фосфора РНК в тканях бройлеров в зависимости от уровня лизина в раци-

оне / Н. Г. Григорьев, Ф. Ф. Махортов, Б. Д. Кальницкий // Бюл. ВНИИ физиол. и биохим. с.-х. животных. - 1971. – Вып. 3(22). - С. 33-35.

52. Григорьев, Н. Г. Жироотложение в организме мясных цыплят при недостатке, норме и избытке лизина в рационах / Н. Г. Григорьев, Л. В. Орлов, Б. Д. Кальницкий // Бюл. ВНИИФБиП с.-х. животных. - Боровск, 1972. - Вып. 1 (24). - С. 16 - 18.

53. Григорьев, Н. Г. Взаимосвязь свободных аминокислот плазмы крови с качеством кормового протеина и потребностью в аминокислотах у животных / Н. Г. Григорьев, В. В. Попов // Сел. хоз-во за рубежом. – 1967. - № 4.-С. 11-24.

54. Гришина, О. Ю. Активация илео-цекальной перегородки – изопропилнорадреналин (ИПНА)/ О. Ю. Гришина; НИИ экспериментальной медицины АМН. – СПб.- С 33-34.

55. Делор -Лаваль Д. Биологические критерии оценки протеина / Д. Делор -Лаваль // Белковый обмен и питание. - М., Колос,1980. - С.162-172.

56. Денисов, Н. И. Кормовые дрожжи / Н. И. Денисов. - М., 1971. - 60 с.

57. Джюрин, Х. Б. Потребность свиней и крупного рогатого скота в аминокислотах / Х. Б. Джюрин // Новое в кормлении с.-х. животных. – М.: Сельхозиздат, 1962. - Т. 4.

58. Дмитроченко, А. П. Аминокислотное питание свиней и птицы / А. П. Дмитроченко. - Л.: Колос, 1966. – С. 68-93.

59. Дмитроченко, А. П. Кормление сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко, П. Д. Пшеничный. - Л.: Колос, 1964. - 647 с.

60. Егоров, И. Разработки в области кормления птицы / И. Егоров // Комбикорма. - 2001. - №7. - С.28-30.

61. Ёрсков, Э. Р. Протеиновое питание жвачных животных / Э. Р. Ёрсков; пер. с англ.; под ред. В. И. Георгиевского . - М.: Агропромиздат,1985. – 95 с.

62. Еськов, П. А. Влияние уровня протеинового питания и его полноценности на откормочные и убойные качества помесных свиней / П. А. Еськов, В. А. Присяжный, Н. Г. Поддубиненко // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развития науч. исследований в этой области в свете ре-

шений 26 съезда КПСС: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Краснодар, 1981. - С. 232.

63. Жевноватая, Г. С. Эффективность использования синтетического лизина в кормлении молодняка свиней в зависимости от типа кормления и биологической доступности лизина в кормах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г. С. Жевноватая. - Харьков, 1972 - 21 с.

64. Журавель, А. А. Некоторые аспекты гормональной регуляции анаболических процессов у сельскохозяйственных животных // А. А. Журавель // Аминокислоты в животноводстве: тез. докл. - Калуга, 1971. - С. 103-104.

65. Ильин, А. С. Электрогенная абсорбция *in vitro* (тонкий кишечник) L-аланин / А. С. Ильин. - М. : Ин-т ВНД и НФ АН России.-С. 41-45.

66. Кайрис, А. С. Потребность помесных откармливаемых свиней в протеине и лизине при 116-157% сырого протеина / А. С. Кайрис, А. А. Гинкявичус // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развития науч. исследований в этой области в свете решений 26 съезда КПСС: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Краснодар, 1981. - С. 220.

67. Каленюк, В. Ф. Оценка качества белка и балансирование аминокислотного состава рационов свиней / В. Ф. Каленюк // Белково-аминокислотное питания с.-х. животных: материалы Всесоюз. совещ. - Боровск, 1986. - С. 110-123.

68. Калиникова, Е. Т. Эффективность откорма свиней на рационах с разным уровнем протеина и метионина: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. Т. Калиникова. - Харьков, 1970. - 25 с.

69. Калинникова, Е. Т. Эффективность откорма свиней на рационах с различным уровнем протеина и метионина: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. Т. Калинникова. - Харьков, 1970. - 25 с.

70. Кальницкий, Б. Д. Белковый обмен у мясных цыплят при различной сбалансированности аминокислот, энергии и витамина В6 в рационах: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Б. Д. Кальницкий. - Харьков, 1975. - 39 с.

71. Кальницкий, Б. Д. Концентрация белка и РНК в печени мясных цыплят в связи с различной обеспеченностью их метионином / Б. Д. Кальницкий // Бюл. ВНИИ физиол. биохим. и питания с.-х. животных. - 1973. – Вып. 3(29). - С. 39-42.

72. Кальницкий, Б. Д. Включение специфических, радиоактивных предшественников в белки и нуклеиновые кислоты органов и тканей мясных цыплят при скормливании им рационов с разным уровнем лизина / Б. Д. Кальницкий, Н. Г. Григорьев, Н. А. Шевченко // Тр. ВНИИФБиП. - Боровск, 1972. – Т. XI. – С.133-139.

73. Кальницкий, Б. Д. Итоги и перспективы исследований в области биологии сельскохозяйственных животных / Б. Д. Кальницкий, В.В. Калашников // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2007. - № 1. - С. 6-11.

74. Капланский, С. Я. О нарушениях обмена аминокислот при белковой недостаточности / С. Я. Капланский // Вопр. мед. химии. – 1957. - №3. – С.5.

75. Капланский, С. Я. Влияние малобелковой диеты на процессы дезаминирования, переаминирования и синтеза аминокислот в печени и почках / С. Я. Капланский, Н. Березовская, Ж. Шмерлинг // Биохимия. – 1945. - Т. 10. - С. 5-6.

76. Квасницкий А. В. Физиология пищеварения у свиней / А. В. Квасницкий. - М.: Сельхозгиз, 1971. - 230с.

77. Кебец Н. М. Применение комплекса меди с биологически активными лигандами в свиноводстве / Н. М. Кебец, А. П. Кебец // Теория и практика использования биологически активных веществ в животноводстве: тез. докл. науч. конф. - Киров, 1998. - С. 38.

78. Кебец Н. М. Смешаннолигандные комплексы биометаллов с витаминами и аминокислотами и их биологические свойства: монография / Н. М. Кебец. - Кострома, 2005. - 234 с.

79. Кирилов М. П. Повышение эффективности использования зернофуража животными / М. П. Кирилов, Н. И. Анисова, В. Н. Виноградов Материалы МН конференции 7-10. 09.2004г. Науч. тр. ВИЖа, вып. 62, т.3, с. 307-312.

80. Клоуз, У. У. Новые нормы потребности в аминокислотах для свиней / У. У. Клоуз, В. Р. Фоулер // Новейшие достиже-

ния в исследовании питания животных. - М.: Агропромиздат, 1985. – Т.4. - С. 195-213.

81. Ковалев, Н. Ф. Изучение эффективности добавок синтетических аминокислот - метионина и триптофана к рационам молодняка свиней в условиях лесостепи УССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. Ф. Ковалев. - Харьков, 1967. - 21 с.

82. Коул, Д. Концентрация (плотность питательных веществ в рационах для свиней). Нормы потребности и аппетит / Д. Коул // Жиры в питании с.-х. животных.- М., 2000.- С. 240-249.

83. Крохина, В. А. Влияние кормового концентрата альфа-лизина (ККЛ) на эффективность использования свиньями зерна злаковых при полном исключении из рациона белковых концентратов / В. А. Крохина, А. А. Антонов // Лизин – получение и применение в животноводстве. – М.: Наука, 1973. - С.91-101.

84. Кузнецова, Т. К. Повышение санитарного уровня кормов для производства мясного и молочного сырья для детского питания / Т. К. Кузнецова, Н. П. Улётова, Н. Э. Скобликов // Ресурсосберегающие технологии пр-ва продукции животноводства: материалы науч.-практ. конф. сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 2006. – Ч.1. - С.9-11

85. Курилов, Н. В. Использование протеина кормов животными / Н. В. Курилов, А. И. Кошаров. - М.: Колос, 1979. - С. 94.

86. Лагодюк, П. З. Неорганические соединения серы как фактор повышения использования протеина корма / П. З. Лагодюк, Я. И. Слабицкий, И. Б. Ратыч // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развития науч. исследований в этой области в свете решений 26 съезда КПСС: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Краснодар, 1981. - С. 246.

87. Лагодюк, П. З. Обмен веществ в организме свиней и птицы и уровень продуктивного действия корма в зависимости от аминокислотного состава рациона / П. З. Лагодюк, В. С. Скварух, Я. И. Слабицкий // Физиол.-биохим. и генет. основы повышения эффективности и использования кормов в производстве: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Боровск, 1973. - С. 158 - 160.

88. Латвиотис, Я. Я. ККЛ в кормлении свиней и телят / Я. Я. Латвиотис // Микробиологический синтез лизина. – Рига: Зинатне, 1974. – С. 60 - 62
89. Лемешева, М. М. Динамика содержания нуклеиновых кислот в печени и поджелудочной железе мясных цыплят при разном уровне метионина в рационе / М. М. Лемешева // Бюл. ВНИИФБиП с.-х. животных. - 1974. – Вып.2 (32). - С. 24-26.
90. Лемешева, М. М., Григорьев Н.Г. Активность нуклеаз в печени цыплят-бройлеров при дисбалансе метионина в рационе / М. М. Лемешева, Н. Г. Григорьев // Бюл. ВНИИФБиП с.-х. животных. – 1977. – Вып. 3. - С. 122 - 127.
91. Ленинджер, А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функции клетки. - М., 1976.- 732 с.
92. Ли, А. Ч. Новое в методах изолирования участков тонкой кишки, баллонографии, её моторики и получения количественной характеристики химуса у сельскохозяйственных животных / А. Ч. Ли // С.-х. биология. - 1985. - № 4. - С. 98-112.
93. Лишневецкая, Е. Б. Мембраносвязанные рибосомы // Успехи соврем. биологии. – 1977. - Т. 83. – С.182-197.
94. Лоен, Ван. Применение кристаллических аминокислот в кормлении скота / Ван Лоен. - М., 1965.-С. 35-46.
95. Лоу, А. Д. Использование аминокислот растущими свиньями, питание свиней, теория и практика / А.Д. Лоу. - М.: Агропромиздат, 1987. - С.108-123.
96. Лукас, И. Потребность поросят в незаменимых аминокислотах / И. Лукас, Г. Лодж // Сел. хоз - во за рубежом. – 1963. - № 2. - С. 9-14.
97. Майстер, А. Биохимия аминокислот / А. Майстер. - М.: ИЛ, 1961. - 530с.
98. Махаев, Е. А. Белковое питание поросят / Е. А. Махаев // Работы молодых ученых животноводства и ветеринарии: материалы конф. - 1968. – Т.66. - С. 75-82.
99. Методика изучения переваримости питательных веществ корма, баланс азота и минеральных веществ у свиней / под ред. А.И. Овсянникова. - М., 1967. - С. 42.

100. Методика изучения эффективности синтетических аминокислот, лизина и метионина в кормлении свиней / сост. В. Г. Рядчиков, М. Ф. Томмэ. - Дубровицы, 1967. - 23 с.

101. Методики зоотехнических и биохимических анализов кормов, животноводческой продукции и продуктов обмена. - М.: ВИЖ, 1975. - 80 с.

102. Методические рекомендации по совершенствованию рецептов комбикормов, премиксов и техники кормления свиней, обеспечивающих эффективное использование кормов / сост. В. А. Крохина, Е. З. Ткачёв, И. И. Мошкutelло и др. - М. : ВАСХНИЛ, 1983. - 44 с.

103. Методы зоотехнических и биохимических анализов кормов, животноводческой продукции и продуктов обмена. - Дубровицы, 1970. - 125 с.

104. Методы изучения обмена веществ у молодняка свиней / под ред. А. И. Кошарова, В. М. Газдарова. - Боровск, 1984. - 84 с.

105. Методы определения аминокислот в кормах, животноводческой продукции и продуктах обмена. - Дубровицы, 1967. - 84 с.

106. Миллвард, Д. Обновление белков / Д. Миллвард, П. Гарлик, У. Джеймс // Белковый обмен и питание. - М., 1980. - С. 38-54.

107. Морозова, А. А. Рациональное использование белковых кормов при мясном откорме свиней на юге Украины: автореф. дис. ... канд. с. - х. наук / А. А. Морозова. - Харьков, 1972. - 20 с.

108. Мюллер, З., Моровец, Н., Држевянный, И. Добавление синтетических аминокислот - лизина, метионина, треонина, триптофана - в зерновую смесь поросят-отъемышей / З. Мюллер, Н. Моровец, И. Држевянный // *Scientia agricultural Bohemoslovaca*. - 1969. - V. XVIII (3). - P. 261-281.

109. Надеев, В. Треонин в комбикормах для поросят / В. Надеев, В. А. Крохина // Свиноводство. - 1985. - Т. 4. - С. 12-15.

110. Несхейм, Р. Белковое и аминокислотное питание свиней / Р. Несхейм // Новое в кормлении с.-х. животных. - М.: Сельхозиздат, 1962. - Т. 4.-С. 47-48.

111. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / под ред. А. П. Калашникова, Н. И. Клейменова. - М.: Агропромиздат, 1985. - 352 с.

112. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова. - М., 2003. - 550 с.

113. Омаров, М. О. Потребность поросят в возрасте 21 - 60 дней в триптофане и изолейцине / М. О. Омаров // Разработки СКНИИЖ по увеличению пр-ва продукции животноводства: рекомендации. - Краснодар, 1997. - С. 24-26.

114. Омаров, М. О. Влияние треонин-имбалансной диеты на активность фермента треонин – дегидратазы // Тез. докл. молодых ученых Сев. Кавказа. - Краснодар, 1987. - С. 86-87.

115. Омаров, М. О. Ростовый и факториальные методы определения потребности поросят в треонине // Интенсивному развитию животноводства - наши достижения: тез. докл. молодых ученых Сев. Кавказа. - Краснодар, 1987. - С. 87 - 93.

116. Омаров, М. О. Треонин в питании и обмене веществ у поросят: автореф. ... канд. биол. Наук / М. О. Омаров. - Боровск, 1988. - 25 с.

117. Омаров, М. О. Эффективность использования корма при разных уровнях триптофана в рационах молодняка свиней / М. О. Омаров // Актуал. проблемы науч. обеспечения увеличения качества кормов и эффективного их использования: (междунар. конф.). - Краснодар, 2001. - С. 254-255.

118. Омаров, М. О. Биологическая активность отечественного препарата треонина // Тез. докл. молодых. ученых Сев. Кавказа. - Краснодар, 1988. - С.108-109.

119. Омаров, М. О. Эффективность включения синтетических аминокислот- треонина, триптофана в рационе поросят раннего отъема / М. О. Омаров, В. И. Римаренко // Повышение биол. ценности кормов в питании с.-х. животных: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1986. - С. 127-132.

120. Омаров, М. О. Влияние сбалансированности рационов по незаменимым аминокислотам на продуктивность молодняка свиней / М. О. Омаров, Е. Н. Головкин, В. Г. Рядчиков // Науч.

основы ведения животноводства и кормопроизводства: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1999. - С. 244-251.

121. Омаров, М. О. Канюля / М. О. Омаров, Е. Н. Головки, В. Г. Рядчиков Патент №2302841 от 20.07.2007г Решение о выдаче патента от 7.11.2006 г., Приоритет от 31.03.2004 г., Заявка № 2004109886/14 (010497)

122. Омаров, М. О. Повышение эффективности использования кормов на основе балансирования рационов молодняка свиней по лизину и триптофану / М. О. Омаров, С. Л. Полежаев // Актуальные проблемы науч. обеспечения увеличения качества кормов и эффективного их использования: (международ. конф.). - Краснодар, 2001. - С. 253-254.

123. Омаров, М.О. Факториальный метод определения потребности поросят в незаменимых аминокислотах / М. О. Омаров, В. Г. Рядчиков // Науч. основы ведения животноводства и кормопроизводства: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1999. - С. 252-260.

124. Пахно, В. С. Процессы пищеварения у свиней при различном уровне и качестве протеинового питания: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. С. Пахно. – Дубровицы, 1970. - 17 с.

125. Петибская, В. С. Ж. Масличные культуры / В. С. Ж. Петибская // Науч.-техн. бюл. / ВНИИМК. – 2006. - Вып. 2. - С. 34.

126. Пилюк, Н. И. К вопросу о методиках определения антипитательных веществ соевых семян и шротов / Н. И. Пилюк // Сб. науч. тр. / ВНИИЖ. - 1963. - С. 94-105

127. Пирс Э. Гистохимия / Э. Пирс. - М.: ИЛ, 1962. - С. 171-192.

128. Питание свиней: теория и практика / пер. с англ. – М.: Агрпроммиздат, 1987. - 313 с.

129. Платиканов, Н. Д. Индикаторный метод определения переваримости рационов и кормов овцами и свиньями / Н. Д. Платиканов // Методики определения переваримости кормов и рационов. – М.: ВАСХНИЛ, 1969. - 156 с.

130. Плохинский, Н. А. Достоверность разности средних при коррелированных выборках / Н. А. Плохинский // Биометрия. - М., 1970. - С. 128-130.

131. Покровский, А. А. Ферментная адаптация к пище / А. А. Покровский // Вопр. Питания. – 1966. -№2.-С. 8-9.

132. Полежаев, С. Л. Молекулярно-биологические аспекты действия имбаланса незаменимых аминокислот на моногастричных животных / С. Л. Полежаев, М. О. Омаров, В. Г. Рядчиков // Науч. основы ведения животноводства и кормпроизводства: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. – 1999. - С. 345-354.

133. Полежаева, О. А. Токсическое действие рационов, содержащих пораженное микроскопическими грибами зерно, на цыплят бройлеров и свиней / О. А. Полежаева, Е. Н. Головкин, В. Г. Рядчиков // Рекомендации по применению современных методов селекции и технологий производства продукции животноводства и кормов: сб. тез. докл. участников конф. // Краснодар, 2000. – С.183-184

134. Поливода, Д. И. Аминокислотный состав кормов и проблемы белкового питания поросят раннего отъёма / Д. И. Поливода // Важнейшие проблемы увеличения производства растит. Белка и развитие научных исследований в этой области в свете решений 26 съезда КПСС: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Краснодар, 1981. – С. 217-218.

135. Полноценное кормление свиней и система нормирования // Животноводство. - 1975. - №11. - С. 61-64.

136. Получение и применение ферментов / М., 1979.- С. 56-59.

137. Понд ,У. Биология свиньи / У. Понд, К. Хаупт. - М.: Колос, 1983. - 350 с.

138. Попе, Э. Белковый обмен и питание / Э. Попе. - М.: Колос, 1980. - С. 259-279.

139. Попов, И. С. Кормление сельскохозяйственных животных / С. Попов. - М.: Сельхозиздат, 1937. - С. 259-271.

140. Попов, И. С. Повысить эффективность использования белковых кормов / И. С. Попов. - М., Сельхозиздат, 1963. - С. 13-31.

141. Попов, И. С. Кормление сельскохозяйственных животных / И. С. Попов. – М.: Сельхозгиз, 1957. - 471 с.

142. Попов, И. С. Протеиновое питание животных / И. С. Попов, А. П. Дмитроченко, В. М. Крылов. - М.: Колос, 1975. - 368 с.

143. Присяжный, В. А. Использование кормового белка чистопородными и помесными свиньями при разных типах кормления / В. А. Присяжный // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развитие науч. исследований в этой области в свете решений 26 съезда КПСС: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Краснодар, 1981. - С. 231.

144. Протасова, Т. Н. О путях ферментативного распада и регуляции обмена стереоизомеров треонина в печени крыс / Т. Н. Протасова // Биохимия. 1965. - Т. 30, вып. 4. - С. 836-843.

145. Пятницкая, И. Н. Определение доступности лизина для оценки качества белка / И. Н. Пятницкая, Н. А. Воробьева // Вопр. питания. – 1977. - №3. – С. 3-12.

146. Рыба, Е. Л. Биологические основы рационального использования протеина при беконном откорме свиней (применительно к условиям Латвийской ССР): Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / Е. Л. Рыба. - Елагава, 1975. - 60 с.

147. Рыба, Е. Л. Лизин как фактор в замене обрата при кормлении беконных свиней / Е. Л. Рыба // Аминокислоты в животноводстве (международ. симпоз.). - Боровск, 1973. - С. 63–76

148. Розенфильц, А. С. Коррекция посленагрузочного ацидоза с помощью янтарнокислого натрия и натриевой соли глутаминовой кислоты в эксперименте и спортивной практике / А. С. Розенфильц, Е. Н. Маевский // Терапевтическое действие янтарной кислоты: сб. - Пушино, 1976. - С.150-151.

149. Ромейс, Б. Макроскопическая техника / Б. Ромейс. - М.: ИЛ. 1954. - 715с.

150. Роскин, Г.И. Микроскопическая техника / Г. И. Роскин, Л. Б. Левинсон. - М.: Сов. наука, 1957. – 469с.

151. Рядчиков, В. Г. Влияние уровня и качества протеина на обмен и использование энергии у белых крыс / В. Г. Рядчиков // Сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1999. - С. 355-367.

152. Рядчиков, В. Г. Применение препаратов синтетических аминокислот в животноводстве / В. Г. Рядчиков. - М., 1971. - 79 с.

153. Рядчиков, В. Г. Применение препаратов аминокислот в животноводстве / В. Г. Рядчиков. – М.: Изд. СОНТИ Микробиопром, 1978. – С. 6-18.
154. Рядчиков, В. Г. Улучшение зерновых белков и их оценка / В. Г. Рядчиков. - М.: Колос, 1978. - 368 с.
155. Рядчиков, В. Г. Аминокислотное питание свиней: рекомендации / В. Г. Рядчиков. - М., 2000. - 44 с.
156. Рядчиков, В. Г. Лизин в кормлении свиней / В. Г. Рядчиков // Изв. ТСХА. – 1963. - Т54, вып. 5. – С. 148-165.
157. Рядчиков, В. Г. Потребность растущих свиней в переваримых аминокислотах / В. Г. Рядчиков // Животноводство России. – 2007. - №11. - С. 21-24.
158. Рядчиков, В. Г. Рациональное использование белка - концепция «идеального» протеина / В. Г. Рядчиков // Сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1999. – С. 192-208.
159. Рядчиков, В. Г. Аминокислотный состав молока свиноматок и нормы потребности аминокислот для поросят-отъемышей / В. Г. Рядчиков // Wissen schafliche zeitschrift dur Universitet Rostock. – 1969. – V.18. - S. 309-313.
160. Рядчиков, В. Г. Животноводство в продовольственном комплексе Северного Кавказа / В. Г. Рядчиков // Вестн. с.-х. науки. - 1984. - №10. -С. 91-97.
161. Рядчиков, В.Г. Лизин в кормлении свиней // Изв. ТСХА.- 1963.- Вып. 5.- С. 148-165.
162. Рядчиков, В. Г. Нормы потребности в аминокислотах для растущих свиней / В. Г. Рядчиков // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развитие науч. исследований в этой области в свете решений 26 съезда КПСС: тез. докл. Всесоюз. совещ. - Краснодар, 1981. - С. 221-222.
163. Рядчиков, В. Г. Об определении аминокислотного состава кормов / В. Г. Рядчиков // Животноводство. - 1964. - №9. - С. 75-79.
164. Рядчиков, В. Г. Обмен веществ у моногастричных животных при балансе и имбалансе аминокислот и пути повышения биологической ценности белка зерна злаковых культур: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В. Г. Рядчиков. - Краснодар, 1981. - 540 с.

165. Рядчиков, В. Г. Определение аминокислот в кормах / В. Г. Рядчиков // Изв. ТСХА. - 1962. - №4. - С. 218-227.

166. Рядчиков, В. Г. Определение метионина и цистина в кормах / В. Г. Рядчиков // Вестн. с.-х. науки. – М., 1967. - С. 92-97.

167. Рядчиков, В.Г. Проблема кормового белка в СССР и пути её решения // Резервы кормопроизводства в условиях Северного Кавказа: Сб. науч. тр. СКНИИЖ.- Краснодар, 1985.- С. 3-14.

168. Рядчиков, В. Г. Проблема лизина в животноводстве / В. Г. Рядчиков // Использование высоколизиновой кукурузы в кормлении с.-х. животных: дез. докл. науч. конф. - Харьков, 1973. - С. 61-63.

169. Рядчиков, В. Г. Пищевое поведение животных при разных формах баланса незаменимых аминокислот / В. Г. Рядчиков // С.-х. биология. -2005. - №2. - С. 3-13.

170. Рядчиков, В. Г. Факториальный метод определения потребности свиней в лизине / В. Г. Рядчиков // Повышение биолог. ценности кормов в питании с.-х. животных: Сб. научн. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1987. - С. 116-121.

171. Рядчиков, В. Г. Потребность в лизине и эффективность его препаратов при кормлении свиней / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров, В. И. Лесных // Эффективность использования кормовых средств: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1987. – С. 5-16.

172. Рядчиков, В. Г. Стабильность mРНК при имбалансе лизина и триптофана у моногастричных животных / В. Г. Рядчиков, В. К. Плотников, М. О. Омаров // Актуальные проблемы биологии в животноводстве (вторая междунар. конф.). - Боровск, 1995. - С. 156-157.

173. Рядчиков, В. Г. Обмен веществ, рост белых крыс и поросят при балансе и имбалансе аминокислот / В. Г. Рядчиков, В. К. Плотников, А. В. Плотникова // Повышение продуктивности свиноводства на Северном Кавказе: сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1986. - С. 39-57.

174. Рядчиков, В. Г. Методы определения аминокислот в кормах, животноводческой продукции и продуктах обмена / В.

Г. Рядчиков, Е. В. Андропова, Н. В. Дрозденко. - Дубровицы, 1965. - 83с.

175. Рядчиков, В. Г. Методы биологической оценки белков зерна при селекции на качество / В. Г. Рядчиков, С. В. Добровольская. – Краснодар: КНИИСХ, 1976. - 28с.

176. Рядчиков, В. Г. Разработать и внедрить рекомендации по применению новых кормовых препаратов аминокислот в животноводстве: заключит. отчёт о НИР, № госрегистрации 018600933189 / В. Г. Рядчиков. – Краснодар. - 1990. - 55 с.

177. Рядчиков, В. Г. Откорм свиней на рационах с высоколизиновой кукурузой опейк-2 / В. Г. Рядчиков, Г. В. Мирошниченко // Животноводство. - 1971. - № 1. - С. 50-54.

178. Рядчиков, В. Г. Аминокислотное питание свиней: (рекомендации) / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров. - Краснодар, 1995. - 32 с.

179. Рядчиков, В. Г. Потребность в лизине и эффективность его препаратов при кормлении свиней: рекомендации / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров. - Краснодар, 1987. - 16 с.

180. Рядчиков, В. Г. Способ кормления поросят: а. с. № 1801335 / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров. Оpubл. 1992.- 3 с.

181. Рядчиков, В. Г. Способ кормления поросят: пат. № 2083131 / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров. – Оpubл. 1997.- 3 с.

182. Рядчиков, В. Г. Способ кормления свиней: а. с. № 17.03034 / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров. – Оpubл. 08.09.991- 3 с.

183. Рядчиков, В. Г. Способ кормления свиней» авт. свидетельства на изобретение № 1825613 / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров. – Оpubл. 13. 10.1992 .

184. Рядчиков, В. Г. Аминокислотное питание свиней: рекомендации / В. Г.Рядчиков, М. О. Омаров, Н. П. Морозов. - М.: РАСХН, 2000. – 40 с.

185. Рядчиков, В. Г. Потребность в лизине и эффективность его препаратов при кормлении свиней / В. Г. Рядчиков, М. О. Омаров // Эффективность использования кормовых средств. - Краснодар, 1995. - С. 5-15.

186. Рядчиков, В. Г. Мировые ресурсы растительного и животного белка. Аминокислотный состав / В. Г. Рядчиков, Е. Н. Головки, И. К. Бескаравайная. - Краснодар, 2003. - 732 с.

187. Рядчиков, В.Г. Эффективность использования соевых бобов и соевого шрота после тепловой обработки в питании белых крыс и поросят раннего отъёма / В. Г. Рядчиков, А. Е. Чиков, А. В. Мехеда // Сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - Краснодар, 1978. - Вып. 3. - С. 165-177.
188. Салун, А. С. Новое о белковом питании свиней и птицы / А. С. Салун // Животноводство. – 1962. -№11. - С. 101-103.
189. Санцевич, Б. В ГК «Содружество» знают, как «управлять» птицей с помощью сбалансированных белковых добавок «Глория», «Виктория» и «Эра» / Б. Санцевич // Животноводство России. – 2001. - №11. - С. 12-14.
190. Северин, В. П. Кислотность и ферментативная активность содержимого пищеварительных органов и стимулирование роста поросят-отъёмышей / В. П. Северин // Биолог. основы высокой продуктивности с.-х. животных: тез. докл. - Боровск, 1990. - Ч.1. - С. 45-46.
191. Синещёков, А. Д. Биология питания сельскохозяйственных животных / А. Д. Синещёков. - М.: Колос, 1965. - 250 с.
192. Скоркин, Г. К. Определение доступного лизина / Г. К. Скоркин, В. Г. Рядчиков // Вестн. с.-х. науки. - 1970. - №7. - С. 128-130.
193. Солнцев, К. М. Повышение использования протеина корма / К. М. Солнцев, Н. В. Редько, П. Н. Котуранов // Проблема белка в сел. хоз-ве. - М.: Колос, 1975. – С. 371-375.
194. Степурин, Г. Ф. Обоснование рационального использования лизина в свиноводстве: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Г. Ф. Степурин. - Горки, 1973. - 52 с.
195. Степурин Г. Ф. Лизин в питании свиней. Сообщ. 2. Взаимосвязь лизина с энергией и биологически активными веществами / Г. Ф. Степурин // Аминокислоты в животноводстве: тез. докл. междунар. симпоз. – Калуга, 1971. - С. 134-135.
196. Тарабрин, И. В. Трансформация кормового протеина и потребление корма у свиней и цыплят-бройлеров при разной сбалансированности критических аминокислот в рационе / И. В.

Тарабрин, В. Г. Рядчиков, Е. Н. Головки // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2009. - №1. – С. 31-48.

197. Тащилин, В. А. Некоторые вопросы использования синтетических аминокислот при выращивании цыплят / В. А. Тащилин // Реф. докл. и сообщ. / X Менделеев. съезда по общей и прикладной химии. - М., 1965. – Т.3. – С. 179-182.

198. Ткачев, Е. З. Обмен аминокислот в пищеварительном тракте у свиней. - Аминокислоты в животноводстве / Е. З. Ткачев // Тез. докл. междунар. симпоз. - Калуга, 1971. – С. 136-137.

199. Ткачев, Е. З. Модификация наложения двойных кишечных анастомозов у свиней / Е. З. Ткачев // Физиол. Журн. СССР. - 1969. - №1. - С. 113-115.

200. Ткачев, Е. З. Пищеварительные и обменные функции желудочно-кишечного тракта свиней и эффективность использования кормов / Е. З. Ткачев // Материалы 13 съезда Всесоюз. физиол. об-ва им. И.П.Павлова, посвящ. 150-летию И.М. Сеченова.- Алма-Ата.- 1988. - Т.1.- С. 445-446.

201. Ткачев, Е. З. Физиология питания свиней /Е.З.Ткачев. - М., 1981. -120 с.

202. Ткачев, И.Ф. Вопросы аминокислотного питания сельскохозяйственных животных / И. Ф. Ткачев // Кормление с.-х. животных. - Л.: Колос, 1966. - С. 353-365.

203. Ткачев, И.Ф. Синтетические аминокислоты и микробные белки в питании птиц свиней / И. Ф. Ткачев // Тез. докл. междунар. симпоз. (ГДР, Росток). – 1969. - Т. 1-2, №11-14. - С. 257-266.

204. Ткачев, И.Ф. Вопросы протеинового и лизинового питания сельскохозяйственных животных / И. Ф. Ткачев, Г. А. Тараненко, А. П. Бачикало // Кормление с.-х. животных. - Л., 1966. - С. 381-389.

205. Ткачев, И. Ф. Кормовой концентрат лизина в рационах поросят при раннем отъеме // И. Ф. Ткачев, М. П. Чумак // Науч. тр. / Кубан.СХИ. – 1970. -Вып. 28 (56). - С. 228-232.

206. Томмэ М. Ф. Аминокислотное питание свиней и птицы: (метод. материалы) / М. Ф. Томмэ; сост. В. Г. Рядчиков, Н. Г. Григорьев, Н. В. Лобин. - М.: Колос, 1957. - 30 с.

207. Томмэ, М. Ф. Использование синтетического лизина в кормлении поросят / М. Ф. Томмэ, Е. А. Махаев // Докл. ВАСХНИЛ. - 1967. - № 3. - С. 29-30.
208. Томмэ, М. Ф. Потребность свиней в лизине и метионине / М. Ф. Томмэ, Е. А. Махаев, В. А. Крохина // Аминокислоты в животноводстве: междунар. симп. - Калуга, 1971. - С. 20 - 21.
209. Томмэ, М. Ф. Заменители кормового протеина / М. Ф. Томмэ, А. В. Модянов. - М., 1963. - 351 с.
210. Томмэ, М. Ф. Потребность свиней в аминокислотах / М. Ф. Томмэ, Э. Г. Филиппович // Вестн. с.-х. наук. - 1975. - № 4. - С. 14-20.
211. Труженикова, Т. М. Активность ферментов белкового метаболизма в зависимости от аминокислотного питания: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. М. Труженикова. - Боровск, 1968. - С. 20-23.
212. Уголев, А. М. Организация и регуляция процессов мембранного гидролиза и транспорта / А. М. Уголев // Физиол. Журн. СССР. - 1970. - Т. 96, №4. - С. 651-662.
213. Уголев, А. М. Мембранное пищеварение / А. М. Уголев. - Л., 1972. - С. 11-14.
214. Уша, Б. В. Клиническое обследование животных / Б. В. Уша, М. А. Фельдштейн. - М.: Агропромиздат, 1986. - 125 с.
215. Филиппович, Э. Г. Влияние витамина В12 на потребность в метионине у растущих свиней и лабораторных животных: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Э. Г. Филиппович. - Дубровицы, 1968. - 16 с.
216. Филиппович, Э. Г. Эффективность добавок кормового концентрата L-лизина к монозерновым рационам растущих и откармливающих свиней / Э. Г. Филиппович // Лизин - получение и применение. - М.: Наука, 1973. - С. 82-92.
217. Филиппович, Э. Г. Пшеница в рационах свиней и жвачных / Э. Г. Филиппович, И. Р. Птак // Сел. хоз-во за рубежом. Животноводство. - 1973. - 2. - С. 10-14.
218. Филиппович, Э. Г. Условия эффективного использования синтетических аминокислот в рационах свиней / Э. Г. Фи-

липович, И. Р. Птак // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1972. – 3. – С. 2-8.

219. Филичкина, Т. П. Изучение переваримости белковых фракций обычной и opak-2 кукурузы ферментативным методом *in vitro* / Т. П. Филичкина, Т. Б. Филипас // Эффективность использования кормовых средств. - Краснодар, 1987. - С. 55-63.

220. Фисинин, В. И. Вступительное слово академика РАСХН / В. И. Фисинина // Проблемы биологии продуктив. животных. – 2007. - №1. - С.3-5.

221. Фицев, А. И. Балансирование аминокислотного питания растущих свиней с использованием синтетических аминокислот: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. И. Фицев. - Минск, 1970. - 27 с.

222. Фридман, Я. Д. Об устойчивости соединений солей металлов с аминокислотами / Я. Д. Фридман, Н. М. Кебез, Дж. У. Усубалиев // Журн. неорган. химии. – 1990. - Т.35, №1. - С.2868-2867.

223. Черепанов, Г. Г. О методологии системного подхода к разработке новой теории питания сельскохозяйственных животных / Г. Г. Черепанов // С.-х. биол. – 1996. - №6. – С. 34-45.

224. Черепанов, Г. Г. О взаимосвязи протеина и энергии при оценке потребностей и прогнозировании продуктивности животных / Г. Г. Черепанов, Б. Д. Кальницкий // С.-х. биология. – 1999. - №2. – С. 3-24.

225. Чиков, А. Е. Балансирование рационов по лизину – одно из важнейших условий рационального использования протеина в рационах свиней / А. Е. Чиков // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развитие науч. исследований в этой области в свете решений 26 съезда КПСС: тез. докл. всесоюз. совещ. - Краснодар, 1981. - С. 245-246.

226. Чиков А. Е. Приёмы повышения полноценности кормовых смесей для молодняка свиней / А. Е. Чиков // Повышение продуктивности свиноводства на Сев. Кавказе: Сб. науч. тр. / СКНИИЖ.- Краснодар, 1986. - С. 109-117.

227. Чиков, А. Е. Эффективность детализированных норм кормления для интенсивного выращивания поросят / А. Е. Чиков, Н. С. Садыев // Повышение продуктивности свиноводства

на Сев. Кавказе: Сб. науч. тр. / СКНИИЖ.- Краснодар, 1986. - С. 118-126.

228. Чикова, А. П. эффективность обогащения премиксами пшеничных монозерновых рационов при кормлении свиней / А. П. Чикова // Тр. / Кубан. СХИ. - 1974. - Вып. 96 (124). - С. 129-136.

229. Шатова, М. Опыт использования лизина и метионина в рационах свиней и птицы / М. Шатова // Междун. с.-х. журн. - 1964. - №6. - С.76 - 79.

230. Шевченко, В. П. Рост и развитие рано отнятых поросят при разных уровнях лизина в комбикормах / В. П. Шевченко // Сб. науч. тр. / СКНИИЖ. - 1980. - Вып. VI. - С. 102-105.

231. Шевченко, Н. А. Интенсивность включения С14 - глицина в РНК печени мясных цыплят при разном уровне лизина в рационе / Н. А. Шевченко, Н. Г. Григорьев // Бюл. / ВНИИФБиП с.-х. животных. - 1971. - Вып. 4 (23). - С. 12-14.

232. Шермен, У. Аминокислоты в питании домашних животных / У. Шермен // Сел. хоз-во за рубежом. - 1963. - № 2. - С. 3-8.

233. Шишова-Касаточкина, О. А. Некоторые вопросы всасывания аминокислот в кишечнике / О. А. Шишова-Касаточкина // Вопр. питания. - 1964. - Т.23,№6. - С. 3-16.

234. Шманенков, Н. А. Аминокислоты корма и организма поросят / Н. А. Шманенков // Свиноводство. - 1967. - № 6. - С. 30-32.

235. Шманенков, Н. А. Аминокислотный состав протеина тела животных / Н. А. Шманенков // Науч. тр. / ВНИИФБиП с.-х. животных. - 1967. -Т. 4. - С. 14-22.

236. Шманенков, Н. А. Достижения науки и практики в области белково-аминокислотного питания сельскохозяйственных животных / Н. А. Шманенков // Белково-аминокислот. питание с.-х. животных: материалы Всесоюз. совещ. - Боровск, 1987. - С. 3-10.

237. Шманенков, Н. А. Динамика содержания свободных аминокислот печени и грудных мышц при разном уровне лизина в рационе цыплят / Н. А. Шманенков, К. Абдулкадыров, К. Ф.

Каленюк // Физиол.-биохим. проблемы питания с.-х. животных. - Боровск, 1973. - С. 66-73.

238. Шманенков, Н. А. Обмен L-треонина в организме поросят в зависимости от уровня лизина в рационе / Н. А. Шманенков, Н. А. Алфимцев, В. Ф. Каленюк // Науч. тр. / ВНИИФБиП с.-х. животных. – 1977. – Т. XVII. - С. 11-16.

239. Шманенков, Н. А. Взаимосвязь обмена аминокислот корма и животного организма / Н. А. Шманенков, В. И. Бурин // С. -х. биология. – 1969. - Т.4, № 2. - С. 163-166.

240. Шманенков, Н. А. Метаболизм лизина и свободных аминокислот в организме поросят / Н. А. Шманенков, В. И. Бурин, Н. Н. Семина, // Материалы VII Всесоюз. конф. по физиол. и биохим. основам повышения продуктивности с.-х. животных. - Боровск, 1970. - С. 51-53.

241. Шманенков, Н. А. Аминокислотный состав органов и тканей поросят / Н. А. Шманенков, Н. Г. Григорьев // Науч. тр. / ВНИИФБиП с.-х. животных. – 1967. - Т. 4. - С. 37-47.

242. Шманенков, Н. А. Повышение эффективности использования белков растительного корма свиньями балансированием аминокислотного питания / Н. А. Шманенков, В. Ф. Каленюк // Важнейшие проблемы увеличения пр-ва растительного белка и развитие науч. исследований в этой области в свете решений XXVI съезда КПСС: тез. докл. Всесоюзн. совещ. - Краснодар, 1981. - С. 228.

243. Шманенков, Н. А. Повышение эффективности использования белков растительного корма свиньями балансированием аминокислотного питания / Н. А. Шманенков, В. Ф. Каленюк // Пр-во и использование растительного белка. - Краснодар, 1981. - С. 228.

244. Шманенков, Н. А. Эффективность использования азота и аминокислот поросятами при разном уровне лизина и метионина в рационе / Н. А. Шманенков, К. Ф. Каленюк, М. К. Ступак // Биосинтез продуктов животноводства: науч. тр. - Боровск, 1976. – Т. XV. – С. 22-31.

245. Шманенков, Н. А. Распределение углерода лизина в липидах тканей поросят / Н. А. Шманенков, Н. Н. Селина // Бюл. ВНИИФБиП. – 1973. - Вып. 3 (29). – С.15-17.

246. Щеглов, В. В. Белковое кормление свиней / В. В. Щеглов. – Минск: Урожай, 1966. - 120 с.

247. Щеглов, В. В. Синтетические аминокислоты в рационах животных / В. В. Щеглов // Белковое и аминокислотное питание животных. – Минск: Урожай, 1974. - С. 154-183.

248. Щеглов, В. В. Протеиновое питание и продуктивность свиней в связи с аминокислотной полноценностью рационов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / В. В. Щеглов. – Горки, 1970. - 52 с.

249. Щеглов, В. В. Белковое кормление свиней / В. В. Щеглов. - Минск, 1965. - 67 с.

250. Эванс, И. Потребность в незаменимых аминокислотах у поросят-отъемышей // И. Эванс // Сел. хоз-во за рубежом. – 1964. - № 6.- С. 30-31.

251. Эггум, Б. Методы оценки использования белка животными / пер. с англ.; под ред. А. Н. Кошарова. - М.: Колос, 1977. - 189 с.

252. Эггум, Б. Сравнение питательной ценности белка в опытах на крысах и поросятах / Б. Эггум // Аминокислоты в животноводстве. - Боровск, 1973. – С. 96-107.

253. Эрнст, Л. Перспективы развития свиноводства в XXI веке / Л. Эрнст // Комбикорма. - 2001. - №7. - С. 10-11.

254. Янушкевич, В. Г. Рост и обмен веществ у откармливаемого молодняка свиней при разной обеспеченности энергией, лизином и метионином: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. Г. Янушкевич. - Каменец-Подольский, 1974.- 24 с.

255. Яров, И. И. Влияние синтетических аминокислот на показатели крови у свиней / И. И. Яров, Е. Г. Калининкова. - С. - х. биология. - 1969. - Т. 4, № 5. - С. 785 - 789.

256. Яров, И. И. Аминокислотное питание свиней / И. И. Яров. – Сел. хоз-во за рубежом. – 1981. - № 10. - С. 33 - 40.

257. Яров, И. И. Использование подсвинками питательных веществ рационов при разном количестве в них дрожжей и лизина / И. И. Яров, Е. Г. Калининкова, К. А. Алексеев // 5 -ый Междунар. симпозиум по аминокислотам, февраль 21 - 26, Будапешт, 1977. - С. 13.

258. Яров, И. И. Использование кормового концентрата лизина при откорме свиней / И. И. Яров, Е. Г. Калининкова, Н. Д. Лобас // Лизин - получение и применение в животноводстве. - М.: Наука, 1973. - С. 158 - 162.

259. Яров, И. И. Потребность свиней в лизине и метионине при откорме на полнорационных комбикормах / И. И. Яров, Н. Д. Лобас // Физиолого – биохим. основы повышения продуктивности с.-х. животных. - М.: Колос, 1971. – С. 97 - 107.

260. Яров, И. И. Усвоение протеина и аминокислот растущими откармливаемыми свиньями в зависимости от уровня аминокислотного питания / И. И. Яров., Е. Г. Калининкова, Т. Д. Соколова // Важнейшие пробл. увеличения пр-ва растит. белка и развитие науч. исслед. в этой области в свете решений XXVI съезда КПСС: тез. докл. Всесоюзн. совещ.- Краснодар, 1981.- С. 225-226.

261. A.O.A.C. Official Methods of Analysis (13 th Ed) // Association of Official Analytical Chemists. - Washington, DC., 1980. – P. 23.

262. A.O.A.C. Official Methods of Analysis (12 th edn.) // Association of Official Analytical Chemists. - Washington, DC., 1975. - P. 16.

263. Adeola O. Comparative availability of amino acids in OAC Wintri triticale and corn for pigs. / O. Adeola, L. G. Young, E. G. McMillan // J. Anim. Sci. – 1986. - V.63.- P. 1862-1869.

264. Adeola O. Availability of amino acids for 10- to 20 kilogram pigs: lysine and threonine in soybean meal. / O. Adeola, O. B. Lawrence, T. R. Cline. // J. Anim. Sci. – 1994. – V. 72: - P. 2061-2067.

265. Adibi S. A. The influence of molecular structure of neutral aminoacids on their absorption kinetics in the jejunum and ileum of human intestine in vivo / S. A. Adibi. - Gastroenterol, 1969. - V.56. - P. 903-913.

266. Agar W. T. The active absorption of amino acids by the intestine / W. T. Agar, F. J. R. Hird, G. S. Sidhu // J.Physiol. - 1953. - V.121. - P.255-263.

267. Ajinomoto Eurolysine information. R No 25. Ajinomoto animal nutrition / Le Bellego L., Relandeau C., Van Cauwenberghe S. – March, 2002.-19p.

268. Allison V. B. Calories and protein nutrition / V. B. Allison // *Annals V.V. Acad Sci.* – 1958. – V.69. - P. 1009 - 1024.

269. Allison V. B. The efficiency of utilization protein. Protein and amino acid nutrition (by Albanese A.) / V. B. Allison // *Ac. Press.* - New York, 1959. – P. 45-47.

270. AmiPig. Ileal standardized digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs. Association Francaise de Zootechnie; Ajinomoto Eurolysine; Aventis Animal Nutrition; INRA;ITCF. - 2000. - 215p.

271. Anderson H. L. Associations among food and protein intake, serine dehydratase and plasma amino acids. / H. L. Anderson, N. V. Benevenga, A. E. Harper // *Amer.J. Physiol.* – 1968. – V.214. - P. 1008 - 1013.

272. Anthony L. E. Experimental protein and energy deficiencies in the rat. / L. E. Anthony, V.C. Edozien V.C. // *J. Nutrition.* – 1975. – V. 105. - P. 631 - 648.

273. Aoyama V. Ashiak Effect of deficiency in individual essential amino acids in diets on liver lipid content and serum triglyceride level of growing rats. / V. Aoyama, V. Hattori, A. Yoschida // *Nutr. Reports. Intern.* -1979. – V. 20. – P. 669 - 675.

274. Aoyama Y. Effect of dietary amino acid composition on lipid content of rat liver. / Y. Aoyama, K. Aghida // *Nutr.Repts. Intern.* – 1978. – V. 17. - P. 463 - 473.

275. ARC. The Nutrient. Requirements of pigs. Commonwealth Agricultural Bureau. - Slough, England, 1981. – 234p.

276. Argenzio R. A. Sites of organic acid production and absorption in gastrointestinal tract of the pig / R. A. Argenzio, M. Southworth // *American Journal of Physiology* 228 - 1975. - P.454-460.

277. Ashida K. Nutritional specificities of essential specificities of essential amino acids and their relations ship to evaluation of the nutritional quality of dietary proteins. / K. Ashida, A. Yoshida // *Proc. 9 -th int. Congr. Nutrition, Mexico, 1972.* – Karger:Basel, 1975. – V. 3. – P. 321 - 331.

278. Back N. Chemistry, pharmacology, and clinical applications of proteinase inhibitors / N. Back // *Annals of the New York Academy of sciences.* – 1986. -V. 146 (A 2). - P. 361-787.

279. Baidoo S. K. Hullless barley for swine: ileal and fecal digestibility of proximate components, amino acids and non-starch polysaccharides. / S. K. Baidoo, Y. G. Liu // *J. of Sc. of Food and Agric.* - 1998. - №76. – P. 397-403.

280. Baker D. H. Protein-amino nutrition of nonruminant animals with emphasis on the pig past, present and future / D. H. Baker, V. C. Speer // *J. of Animal Sc.* - 1983.- V. 57 (S2). - P. 284-296.

281. Baker D. H. Recent advances in use of the ideal protein concept for swine feed formulation / D. H. Baker // *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* – 2000. - №13. - P. 294-301.

282. Balle K. M. Is the rat a reliable model for the growing pig for estimating standardized digestibility of protein and amino acids? / K. M. Balle, S. Boisen, T. Larsen // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- *CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science.* – Uppsala: Sweden, 2002. - P. 160-162.

283. Barneveld R. J. Relationships between Nutrient digestibility, β -Glucan content and ileal Digesta viscosity in Pigs fed different australian barley cultivars / R. J. Barneveld, J. R. Pluske // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- *CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science.* - Uppsala: Sweden, 2002. - P. 148-150.

284. Barneveld R. J. The effect of heat on amino acids for growing pigs. 1. A comparison of ileal and faecal digestibilities of amino acids in raw and heat-treated field peas (*Pisum sativum* cv. Dundale) / R. J. Barneveld, E. S. Batterham, B.W. Norton // *British Journal of Nutrition*, - 1994.- № 72. - P.221-241.

285. Barneveld R. J. Range in digestible energy and true ileal digestible lysine content of Australian barley samples. / R. J. Barneveld, Y. R. Ru, S. R. Szarvas // Cranwell, P.D. (ed.) *Manipulating Pig Production VII.* Australian Pig Science Association. – Victoria: Australian, 1999. - P. 267.

286. Batterham E. S. Tryptophan content of feeds limitations in diets and requirement for growing pigs / E. S. Batterham, C. Watson // *Animal Feed Science and Technology*. - 1985. - V 13. - P. 171-182.
287. Batterham E. S. Utilisation of free lysine by pigs / E. S. Batterham // *Pig News and Information*. - 1984. - V.5 (2). - P. 85-88.
288. Batterham E. S. Tryptophan content of feeds limitations in diets and requirement for growing pigs / E. S. Batterham, L. M. Andersen, R. F. Lowe // *Brit. J. Nutr.* - 1986. - V. 56. - P. 645-659.
289. Batterham E. S., Giles R., Dittmann E.B. Amino acid and energy interactions in growing pigs. 1. Effects of food intake, sex live weight on the responses of growing pigs to lysine concentration / E. S. Batterham, R. Giles, E. B. Dittmann // *Anim. Prod.* - 1985. - V 40. - P. 331-343.
290. Batterham E. S. Availability of lysine in vegetable protein concentrates as determined by the slope-ratio assay with growing pigs and rats and by chemical techniques / E. S. Batterham, R. D. Murison, R. F. Lowe // *The Brit. J. of Nutrition*. - 1981. - V. 42, №2. - P. 401-410.
291. Becker D. E. Protein and amino acid in takes for optimum growth rate in the young pigs. / D. E. Becker, D. E. Ullrey, S. W. Terrill // *J. Anim. Sci.* - 1954. - V.13. - P. 346 - 352.
292. Beeson W. M. Quantitative threonine requirement of the weanling pig / W. M. Beeson, H. D. Gaskson, E. T. Mertz // *V. Anim. Sci.* - 1953. - V. 12. - P. 860 - 868.
293. Beker D. H. Quantitative Evaluation of the Tryptophan, Methionine and Lysine Needs of Adult Swine for Maintenance / D. H. Beker, D. E. Becker, H. W. Norton // *J. Nutr.* - 1966. - V. 89, №4. - P. 441 - 447.
294. Bellego L. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. *Livest* / L. Bellego, J. Noblet // *Prod. Sci.* In press. - 2002. - №4. - P.5.
295. Beltranea E. Defining the response of early weaned piglets to dietary lysine: energy ratios: Lysine for early weaned piglets. In. 2000. / E. Beltranea, J. F. Patience. // A non-numbered monograph published by Prairie Swine center. - Saskatoon, CA, 2000. - P. 34.

296. Bennke H. J. Zu einigen methodischen Problemen der Bestimmung der wahren Verdaulichkeit von Aminosäuren beim Schwein / H. J. Bennke, S. Poppe, H. Meier // 5th Int. Symposium Amino Acids . - Budapest, Proc., 1977. - P. 21 – 211.

297. Benton D. A. Leucine isoleucine and valine relationships in the rat. / D. A. Benton, A. E. Harper, H.E. Spiocy // Arch. Bioch. Biophys. – 1956. – V. 60. - . P. 147-155.

298. Bergamini E. The regulation of liver protein degradation by amino acids in vivo / E. Bergamini, H. Bombera, Del Roza // Effect of glutamine and leucine. Physiol abd Biochem.J. – 1995. – V. 66. - P. 1310-1314.

299. Bergen W. G. Feed intake and plasma amino acid levels in pig / W. G. Bergen, E. R. Miller // J.Anim. Sci. – 1970. – V. 31. - P. 1018 - 1019, (abstr.).

300. Berger H. Untersuchungen sur Bestimmung der Aminosäurenbilans der Magen-Darm- Traktes beim Hünergeflügel / H. Berger, T. Pahle, R. Köhler // Arh. Tier. – 1984. – V. 34, № 1. - P. 35-44.

301. Bergmeyer H. U. 1963 / Methods of Enzymatic Analysis / H. U. Bergmeyer // Academic Press Inc. - New York, 1963. – P. 47.

302. Binder H. I. Amino acid absorption in the mammalian colon / H. I. Binder // Biochim. Et biophys. - Acta, 1970. - V. 219. - P. 503-506.

303. Boisen S. A new protein evaluation system for pig feeds and its practical application / S. Boisen // Acta Agriculturae Scandinavica Section A. - Animal Science, 1998. - №48. - P. 1-11.

304. Boisen S. Prediction of the apparent ileal digestibility of protein and amino acids in feedstuffs and feed mixtures for pigs by in vitro analyses / S. Boisen, J. A. Fernandez // Animal Feed Science and Technology. - 1995. - №51. - P. 29-43.

305. Boisen S. / Dietary influences on endogenous ileal protein and amino acid loss in the pig – A review / S. Boisen, P. J. Moughan //Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. - 1995. - № 46. - P. 154-164.

306. Bolduan G. Recent advances in the nutrition of the weaned piglets / G. Bolduan, H. Jung, E. Schnabel // Pig News Info. – 1988. - № 9(4). – P. 381-385.

307. Bolduan G. R. Reduced crude protein feeding in early weaned piglets results in better performance and health. / G. Bolduan, R. Morgenthum, M. Beck // *Krafftutter*. – 1993. - № 4.- P. 134-136.

308. Braude R. Digestion of proteins in the duodenum and the jejunum of growing pigs / R. Braude, A. G. Low, G. W. Porter // *The proc. Of The Nutr. Soc.* - 1972. - № 2. - P. 97.

309. Braude R. A. A comparison of apparent digestibility values for nutritions from measurements in the ileum and feces of growing pigs / R. A. Braude, L. Low // *Proc.Nutr. Soc.* – 1975. – V. 34. - P. 46-47.

310. Braude R. A. Digestion of proteins in the duodenum and the jejunum of growing pigs / R. A. Braude, K. G. Mitchell, A. W. Myers // *Brit. J. of Nutr.* - 1972. – V. 27. - P. 169-178.

311. Bride B. W. Development of a technique for gastrointestinal endoscopy of domestic ruminants / B. W. Bride, R. Berzins, L. P. Milligan // *Can.J. Anim. Sci.* – 1983. – V. 63. -P. 349.

312. Breuer L. H. The role of dispensable amino acids in the nutrition of the rat / L. H. Breuer, W. G. Pong, R. G. Warner // *J. Nutr.* - 1964. – V. 82, № 4. - P. 99.

313. Brillouet D. Gerer la croissance en post-sevrage / D. Brillouet // *Porc Magazine*. - 2002. – V. 351. - P. 59-67.

314. Brundsá V. Investigations of digestibility of some protein feeds and resorption of amino acids in the digestive tract of pigs / V. Brundsá, T. Zebrowska // *Zb. Radova review of research work Novi Sad*. - 1981.- Br. 11/12. - P. 123-144.

315. Buraczewska L. The rate of absorption f degradation products of protein in different parts of the small intestine in pigs / L. Buraczewska // *V-th Int. Sym. On amino acids*. – Budapest, 1977. - D 5. - P. 1-4.

316. Buraczewska L. Desamination of amino acids in the intestinal digesta of pigs / L. Buraczewska, S. Buraczewski // *Proceedings of the 3rd Int. Sem. On Digestive Physiology in the Pig* , Copenhagen 16-th-18-th May. - Copenhagen , 1985. - P. 268-271.

317. Buraczewska L. Digestion and absorption in the small intestine of pigs. P.2. Amino acid content in digesta and their absorption / L. Buraczewska, S. Buraczewski, T. Zebrowska // *Rocz. Nauk Rol.* – 1975. – V. 97, №1. - P. 103-115.

318. Buraczewska L. Desamination of amino acids in the intestinal digesta of pigs / L. Buraczewska // *Acta Physiol. Pol.* – 1979. – V. 30. – P. 319-326.

319. Buraczewska L. Protein utilization of unsupplemented diet or diets supplemented with lysine in pigs fed once or four times daily / L. Buraczewska // *Proceedings of the, 3-th EAAP Simp. On Prot. Metab. And nutr.*, 5-9 May, EAAP Publ. – 1980. – № 27. – P. 29-30.

320. Buraczewska L. The apparent digestibility of amino acids in the small intestine and in the whole digestive tract of pigs fed diets containing different sources of protein / L. Buraczewska // *Rocz. Nauk roln.* - 1978. –V. 99, № 1. -P. 87-113.

321. Buraczewska L. Influence of dry matter intake on ileal nitrogen output and of protein intake on digestibility of amino acids in pigs / L. Buraczewska, H. Horacynski // *Les Coll. INRA.* - 1983. - № 16. - P. 381-384.

322. Buraczewska L. The rate of passage of synthetic Lysine and dietary protein from the stomach to the intestine in pigs / L. Buraczewska, T. Zebrowska, S. Buraczewski // *V-th Int. Simp. On amino acids*, febr. 21-26. - Budapest, 1977. - D.4. - P. 1-5.

323. Buraczewska L. Digestion and absorption in the small intestine of pigs. / L. Buraczewska, T. Zebrowska, J. Wünsche // *Arh. Tiernahrung.* - 1979. – V. 29, № 7/8. - P. 437-460.

324. Buraczewski S. Aspects of protein digestion and metabolism in monogastric animals / S. Buraczewski // *Proc. Of the 3-th EAAP Simp. On Protein metabolism and nutrition*, 5-9 May, EAAP Publ. - 1980. - № 27. - P. 1-16 (14).

325. Buraczewski S. The course of protein digestion and amino acid absorption in pigs / S. Buraczewski // *Advances in An. Physiol. Sc.* – 1981. – V. 20. - P. 237-245.

326. Buraczewski S. The course of digestion of different food protein in the rat. 2. The effect of feeding carbohydrate with proteins / S. Buraczewski, J. W. G. Porter, B. A. Rolls. // *Br.J. Nutr.* - 1971. – V. 25. - P.299-306.

327. Butts C. A. Endogenous amino acid flow at the terminal ileum of the rat determined under peptide alimentation / C. A. Butts,

P. J. Moughan, W. C. Smith // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. - 1991. - №5. - P. 175-187.

328. Calhoun W. K. The availability of lysine in wheat flour, bread and gluten / W. K. Calhoun, F. N. Hepburn, W. B. Bradley // &. - 1960. - P. 337-346.

329. Campbell G. L. Enzyme applications for monogastric feeds: a review / G. L. Campbell, M. R. Bedford // *Canadian J. of Animal Sci.* - 1992. - V. 72. - P. 449-466.

330. Carr J. R. Nitrogen retention in the pig / J. R. Carr, K. N. Boorman, D. J. A. Cole // *Br.J.Nutr.* - 1977. - V. 37. - P. 143-145.

331. Castaing J. Interet de la supplementation en L-tryptophane de l'aliment porcelet deuxieme age a base de maïs / J. Castaing, D. Cambeilh, C. Relandeau // *Journee des Recherches Porcines en France*. - 2002. - V. 34. - P. 115-120.

332. Chaing C. J. Effects of different heat treatments during processing on nutrient digestibility of soybean meal in growing swine / C. J. Chaing, T. D. Tanksley, D. A. Knabe // *J. Anim. Sc.* - 1987. - V. 65. - P. 1273-1282.

333. Chang Y. O. Paper electro-phoresis of serum in rats fed various carbohydrate diet / Y. O. Chang, T. R. Varnell // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* - 1966. - V. 121. - P. 524-529.

334. Charkey L. W. Effects of fasting on free amino acid levels in chick blood as modified by vitamin B₁₂. / L. W. Charkey, A. K. Kano, J. A. Anderson // *J.Biol. Chem.* - 1954. - V. 210. - P. 627-632.

335. Chavez E. R. Amino acid metabolism in the piglet. 3. Influence of lysine level in the diet on energy metabolism and vivo oxidation / E. R. Chavez, H. S. Bayliy // *Brit. J. Nutrition*. - 1976. - V. 36. - P. 369-380.

336. Chector I. M. Animal longevity and protein turnover rats / I. M. Chector // *Nature*. - 1974. - V. 249. - P. 66.

337. Cherian G. Effect of predigestion factors on the apparent digestibility of protein for swine determined by the mobile nylon bag technique / G. Cherian, W. C. Sauer, P. A. Thacker // *J. Anim. Sci.* - 1988. - V. 66. - P. 1963-1968.

338. Chesson A. Feed enzymes / A. Chesson // *Animal Feed Science and Technology*. - 1993. - V. 45. - P. 65-79.

339. Christensen H. N. Free amino acids and peptides in tissues / H. N. Christensen // *Mammalian Protein Metabolism*. - Ac. Press New York, 1964. - V.1. - P. 105 - 124.

340. Chu S. H. W. Protein utilization and lysine metabolism in obese and non obese growing rats / S. H. W. Chu, K. W. Samonds, J. Seronde // *J.Nutrition*. - 1978. - V. 108. - P. 567-577.

341. Chung T. K. Ideal Amino acid Pattern for 10-kilogram Pigs / T. K. Chung, D. H. Baker // *J. Anim. Sci.* - 1992. - V. 70. - P. 3102-3111.

342. Cinq-Mars D. Response of piglets to suboptimal protein diets supplemented with lysine, methionine, threonine and tryptophan / D. Cinq-Mars, G. Goulet, G. J. Brisson // *Can. J. Anim. Sci.* - 1988. - V. 68. - P. 311-313.

343. Clark S. L. The ingestion of proteins and colloidal materials by columnar absorptive cells of the small intestine in suckling rats and mice / S. L. Clark // *J. Crll.Biol.* - 1959. - V. 5, №1. - P. 41-49.

344. Clausen H. The protein requirements of growing meat type pigs. European Association for Animal Production / H. Clausen. - Rome, 1963. - 50 p.

345. Clean D. Effects of processing of raw materials on digestibility of diets for weaned pigs / D. Clean // Ph.D. thesis, The Queen's University of Belfast. - 1993. - №2. - P. 45.

346. Clemens M. J. Influence of amino supply on protein synthesis by rat liver in vitro / M. J. Clemens // *Biochem. J.* - 1972. - V. 129. - P.3.

347. Cohen H. P. Response of rats to diets high in methionine and related compounds / H. P. Cohen, H. C. Choitz, C. P. Berg // *J.Nutrition*. - 1958. - V. 64. - P. 555-569.

348. Cohen H. P. Response of rats to diets high in methionine and compounds / H. P. Cohen, H. C. Choitz, C. P. Berg // *J.Nutr.* - 1958. -V. 64. - P. 555-559.

349. Cohen R. S. Threonine requirements of growing and finishing swine fed sorghum - soybean meal diets / R. S. Cohen, T. D. Tanksley // *J.Anim, Sci.* - 1977. - V. 45. - P.1079 - 1083.

350. Cole D. J. A. Recent Developments in pig nutrition / D. J.A. Cole, W. Haresign. - Butlenworths London Boston, 1985. - 313 p.

351. Combs D. K. Sample Prequency required for estimation of digestibility by the rare earth marker technique / D. K. Combs, H. Tagari, S. Reddy // &/- Abstr. – 1982. - V. 55, № 723. - P. 414.

352. Combs G. E. Effect of raw and heated soybeans on gain, nutrient digestibility, plasma amino acids and other blood constituents of growing swine / G. E. Combs, R. G. Connes, T. H. Berry // J. Anim. Sc. - 1967. – V.26. - P. 1067-1076.

353. Corbett J. L. Excretion of chromium sesquioxide administered as a component of paper to sheep / J. L. Corbett, J. F. D Creenhalgh // Br. J. Nutr. -1960. – V. 14, № 3. - P. 289-299.

354. Cori C. F. The absorption of glycine and dl-alanine / C. F. Cori // Proc. Soc. Exptl. Biol. a. Med. - 1926. - V. 24, №2. - P. 125-126.

355. Corring T. Ensyne digestion in the proximal digestive tract of the pig / T. Corring // Livestock Prod. Sc. – 1982. - V. 9. - P. 581-590.

356. Cosson T. Enzymatic assays for xylanase and β -glucanase feed enzymes / T. Cosson , A. M. Perez Vendrell, B. Gonzalez Tereza // Animal Feed Science and Technology. - 1999. – V.77. - P. 345-353.

357. Dammers J. Verteringesstudies bij het varken Faktoren van invloed op de vertering der voeder-componenten en de verterbaarheid der aminosuren / J. Dammers // Thesis Lenven. Inst. Veeve edingsonderzoek, Hoorn. - 1964.- P. 152.

358. Daniel R. G. The effects of excess amino acids on the growth of the young rat / R. G. Daniel, R. A. Waiaman // Growth. – 1968. – V. 32. - P.255-265.

359. Darcy B. Food passage and digestion in the small intestine of the pig / B. Darcy // Les Colloques de l'INRA. - 1982. - № 12. - P. 45-59.

360. Darcy B. Obtention des digesta parvenant an gros intestine par fistulation ileo-colique post-valvulaire: Not preliminaire / B. Darcy // Reprod. Nutr. Develop. – 1980. – V. 20. - P. 1197-1202.

361. Darcy B. Digestion des proteïns dans l'intestin grêle chez le porc 1. Digestibilit  des acides amin s selon la source de proteïns d'un r gime   base d'amidon de ma s purifi e / B. Darcy, J. P. Laplace, P. H. Duee // *Ann.Zootech.* - 1982. - V.31, N  3. - P. 279-300.

362. Darcy B. Digestion des proteïns dans l'intestin grêle chez le porc 2. Composition en acides amin s des digesta: influence de la source de proteïns d'un r gime   base d'amidon de ma s purifi e et variations postprandiales / B. Darcy, J. P. Laplace, P. H. Duee // *Ann. Zootech.* - 1983. - V. 32, N  3. - P. 315-340.

363. Darcy B. Cin tique compare de passage des digesta selon le mode de fistulation, ileocaecale ou ileocolique post valvulaire, dans diverses conditions d'alimentation / B. Darcy, J. P. Laplace // *Ann. Zootech.* - 1980. - V. 29, N  2. - P. 147-177.

364. Darcy B. Protein digestion and absorption of the hydrolysis products in the small intestine of the pig / B. Darcy, A. Rerat // *IV-th Int. Simp. Protein metabolism and nutrition, Clermont-Ferrand 5-9 sept.* Ed. INRA Publ. - 1983 V. 1, N  16. - P. 233-244.

365. Darcy-Vrillon B. Digestion of proteins in the pig: ileal and faecal digestibility and absorption coefficients of amino acids / B. Darcy-Vrillon, W. B. Souffrant, J. P. Laplace // *Proceed of the 3rd Int. Semin. On Digestive Physiology in the Pig*, Copenhagen 16 th-18 th May. - 1985. - P. 326-328.

366. Davies M. G. Changes in the amino acid content of young growth rats after weaning / M. G. Davies, A. J. Thomas // *Nutz. Repts. Intezn.* - 1975. - V. 11. - P. 3-11.

367. Davidek J. Srovn n  slo en  extrahovan ho  rotu z  epky bezerukov e a z  epky tradi n pro krmiv rske ucely / J. Davidek // *Krmiv rstvi Slu by.* - 1979. - N  15. - S. 116-117.

368. Decuypere J. Protein digestion in pigs measured in vivo and in vitro / J. Decuypere, H. Henderichx // *Proceedings of the 3rd Int. Sm. On Digestive Physiology in the Pig*. - Copenhagen, 1985. - P. 329-332.

369. Dent C. E. Studies on the absorption of proteins: the amino acid pattern in the portal blood / C. E. Dent, J. A. Schilling // *Biochem. J.* - 1949. - V. 44, N  3. - P. 318-333.

370. Denton A. E. Amino acid concentration in the portal vein after ingestion of amino acid / A. E. Denton, C. A. Elvehjem // *J. Biol. Chem.* – 1954. – V. 206. – P. 455-460.

371. Deren J. J. Development of intestinal structure and function / J. J. Deren // *Hand-book of physiology.* - Washington, 1968. – V. 3, № 6. - P. 1099-1124.

372. Devegowda G. Shielding the consumer from the threat of mycotoxin contamination / G. Devegowda // 14th European, Middle Easten and African Lecture. - Tour, 2000. – P. 47.

373. Dierick N. A. Digestion ileale et fécale de la matière sèche des protéines et des acides aminés de quelques rations conventionnelles pour les porcs à l'engrais / N. A. Dierick, J. A. Decuypere, J. Lannoye // *Revue de l'Agriculture.* - 1983. – V. 36, № 6. – P. 1713-1726.

374. Donkoh A. Comparison of Methods to Determine the Endogenous Amino Acids Flow at the terminal ileum of the Growing Rat / A. Donkoh, P. J. Moughan, P. C. H. Morel // *J. Sci. Food Agric.* - 1995. – V. 67, № 3. - P. 359-366.

375. Duè P. H. Digestibility and availability of amino acids in the growing pig / P. H. Duè, A. Rerat, D. Bourdon // *Proc. Of the VI Int. Simp. On amino acid / Polish Sc. Publ.* – 1984. - P. 98-102.

376. Dydley W. A. Crystalline amino acid mixtures as the sole source of nitrogen for the baby pig / W. A. Dydley, D. E. Becker, A. H. Jensen // *J. An. Sci.* - 1962. - V. 21, №3. - P. 33.

377. Easter R. A. Uplate on protein nutrition in swine / R. A. Easter // *Proc. Georgia Nutrition conference for the Feed Industry.* - 1984. - P. 15-17.

378. Easter R. A. A technique for re-entrant ileocecal cannulation of swine / R. A. Easter, T. D. Tanksley // *J. of Anim. Sc.* - 1973. – V. 36, № 6. - P. 1099-1103.

379. Edozien J. C. Diet-Hormone interrelation ship in the rat / J. C. Edozien, N. Nielhaus, H. H. Mar // *J. Nutrition.* – 1978. – V. 108. - P. 1767-1776.

380. Eggum B. O. The effect of protein quality and fiber level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats / B. O. Eggum, R. M. Beames // *Br. J. of Nutr.* - 1984. - V. 51. - P. 305-314.

381. Eggum B. O. The effect of dietary antibiotics on protein and energy metabolism in rats and roosters: possible significance of the gut microflora / B. O. Eggum, L. D. Campbell // Proc. Of the 3-th EAAP Symp. On Protein metabolism and nutrition, EAAP Publ. - 1980. - № 27. - P. 33.

382. Eggum B. O. A discussion of certain factors which may influence amino acid digestibility in common feedstuffs / B. O. Eggum // V th Int. Symp. on amino acids . - Budapest, 1977. - P. C1-C7.

383. Eggum B. O. Beretning fra Forsqslaboratoriet / B. O. Eggum. - Kobenhavn, 1973. - 406 p.

384. Eggum B. O. The levels of blood amino acid and blood urea as indicator of protein quality. Proteins in Human Nutrition / B. O. Eggum // Ed J.W.G. Porter and B.A.Rolls. Acad. Press. - New York, 1973. - P. 317-328.

385. Eggum B. O. Nitrogen retention and energy cost of protein deposition in growing rats / B. O. Eggum, K. Christensen // Proc. Of the 3-th EAAP Symp. On Protein metabolism and nutrition / EAAP Publ. - 1980. - № 27. - P. 1-6 (12).

386. Eggum B. O. The influence of dietary concentration of amino acids on protein and energy utilization in rats and piglets 3. Diets of high biological value but with different protein concentrations / B. O. Eggum, A. Chwalibog, V. Danielsen // J.Anim. Physiol. Anim. Nutr. - 1987. - V. 57. - P. 52-64.

387. Eggum B. O. The influence of dietary concentration of amino acids on protein and energy utilization in rats and piglets 2. Fortification with lysine, methionine and threonine / B. O. Eggum, A. Chwalibog, V. Danielsen // J.Anim. Physiol. Anim. Nutr. - 1985. - V. 53. - P. 124-134.

388. Eggum B. O. Amino acid digestibility in cereal grains / B. O. Eggum // Proc. of the second Intern. Symp. On protein metabolism and nutrition the Netherlands / European associations for animal production Publ. - 1977. - № 22. - P. 73-75.

389. Elevehiem C. A. Amino acid balance in nutrition / C. A. Elevehiem // J.Amer. Diet. Assos. - 1956. - V. 4. - P. 305-308.

390. Elnif J. Intestinal Nutrient Absorption in Newborn pigs in Response to Enteral Nutrition or Treatment with Glucagon-like Peptide 2 / Digestive Physiology of pigs / J. Elnif, R. K. Buddington, Y.

M. Petersen // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala: Sweden, 2002. - P. 37-39

391. Elwyn D. H. the role of the liver in regulation of amino acid and protein metabolism / D. H. Elwyn // Mammalian protein metabolism. Ed. H.N.Munro. - Ac. Press. - New York, 1970. - V.IV. - P. 523-559.

392. Evans R. E. Nutrition of the bacon pig. XIX. The requirement of the bacon pig for certain essential amino acids / R. E. Evans // J.Agr. Sci. - 1958. - V. 50. - P. 231-244.

393. Fan M. Z. Estimation by regression analysis of endogenous amino acid levels in digesta collected from the distal ileum of pigs / M. Z. Fan, W. C. Sauer, M. I. McBurney // Journal of Animal Science. - 1995. - V. 73. - P. 2319-2328.

394. FAO/WHO/UNU, Energy and Protein Requirements, Report of Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Tech.Rept., WHO. - Geneva, 1985. - Ser. 724.

395. Farrell D. J. Amino acid balance in nutrition / D. J. Farrell, K. A. Johnson // Anim. Prod. - 1972. - V. 4. - P. 209-211.

396. Fawcett J. K. A rapid and precise method for the determination of urea / J. K. Fawcett, J. E. Scott // J. Clin. Pathol. - 1960. - V. 13/ - P. 156.

397. Fekete L. On one of the methodological problems to determine the endogenous excrement-N (Metabolism-N) in the endogenous excrement-N in the N-balance, set up to ascertain the biological value of protein / L. Fekete // 6-th Int. Symp. On amino acids. - Budapest, 1977. - P.C-B, 1-10.

398. Fenton T. W. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces / T. W. Fenton, M. Fenton // Can. J. Anim. Sci. - 1979. - №59. - P. 631-634.

399. Fernández J. A. Comparative digestibility experiments with growing pigs and adult sows / J. A. Fernández, H. Jorgensen, A. Just // Anim. Prod. - 1986. - V.43. - P. 127-132.

400. Fernández H. Ileal Digestibility Determination of Different Diets by Two Fistulation Techniques (T-cannula vs. Steered Ileocaecal Valve Cannula) and Two Markers (Chromic Oxide vs. Tita-

nium Oxide) Digestive Physiology of pigs / H. Fernández, S. Jørgensen, S. A. W. Jongbloed // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala Sweden, 2002. - P. 154-156.

401. Feseca J. B. Further studies on the nutrition / J. B. Feseca, J. C. Rogler, W. R. Featherston // Eds. J.W.G. Portes, B.A.Rolls. - Acad Precc. - New York, 1973. - P. 515-529.

402. Fitzgerald J. F. Amino acid transport pathways in the small intestine of the neonatal rat / J. F. Fitzgerald, S. Reiser, P. A. Christiansen // *Pediat.Res.* - 1972. - V. 6, № 9. - P.713-719.

403. Fleck A. Protein synthesis in rat liver: influence of amino acids in diet on microsomes and polysomes / A. Fleck, J. Shepherd, H. N. Munro // *J.Sci.*, 1965. – V. 150, № 3696. - P. 628-629.

404. Fonseca J. B. Further studies on the nutritive value of opaque - 2 corn for the chick / J. B. Fonseca, J. C. Rogler, W. R. Featheraton // *J.Poyltry Sci.* – 1970. - V. 49, №6. - P. 1518-1525.

405. Forbes R. M. Dependence of biological value on protein concentration in the diet of the growing rat / R. M. Forbes, L. Vaugham, M. Vohe // *J.Nutr.* – 1958. – V. 64. - P. 291-302.

406. Free A. H. Studies on the ingestion of large quantities of protein and amino acids / A. H. Free, I. R. Leonards // *J. Lab.Clin.Mrd.* – 1944. - V.29. - P. 963-969.

407. Fuller M. F. Effects of omitting lysine from diets conforming to agricultural research council. Standards for pigs / M. F. Fuller, A. Cadenhead, K. Rennie // *Anim. Prod.* – 1984. – V. 39. - P. 449-453.

408. Fuller M. F. Evaluation of proteins for growing pigs by reference to ARC ideal protein / M. F. Fuller, A. Cadenhead // *Les Coll. De l'INRA.* - 1983. - P. 427-430.

409. Fuller M. F. Protein requirements of pigs / M. F. Fuller, A. G. Chamberlain // *Resent Developments in pig nutrition, Butterworth's.* – 1985. - P. 85-96.

410. Fuller M. F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue accretion / M. F. Fuller, R. McWilliam // *Brit. J.Nutr.* – 1989. – V. 62. - P. 255-267.

411. Fuller M. F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pig. 2. Requirements for maintenance and for tissue assertion / M. F. Fuller, R. McWilliam // Br. J.Nutr. - 1989. - V. 62. - P. 255-267.

412. Fuller M. F. The amino acid supplementation of barley for the growing pig 2. Optimal additions of lysine and threonine for growth / M. F. Fuller, J. Mennie, R. M. J. Crofts // Brit. J.Nutrion. - 1979. - V. 41. - P. 333-340.

413. Fuller M. F. Effect of the amino and quality of dietary protein on nitrogen metabolism and protein turnover of pigs / M. F. Fuller, J. Mennie, R. M. J. Crofts // Brit. J.Nutr. - 1987. - V. 58. - P.287-300.

414. Fuller M.F. Amino acid requirements of the growing pig / M. F. Fuller, T. C. Wang // Manipulation pig production. Proc. Inland. Conf. Austr. Pig. Sci. Ass. - Australia, 1987. - P. 97-111.

415. Furuya S. Estimation of the true ileal digestibility of amino acids and nitrogen from their apparent values for growing pigs / S. Furuya, Y. Kaji // Animal Feed Science and Technology. - 1989. - V. 26. - P. 271-285.

416. Furuya. S. True ileal digestibility of crude protein and amino acids in protein sources as determined by a regression method for growing pigs / S. Furuya, R. Nagano, Y. Kaji // Jpn.J.Zootech. - 1986. - Sci.57. - P. 859-870.

417. Furuya S. The establishment of T-piece cannula fistulas into the small intestine of the pig / S. Furuya, S. Takahashi, S. Omori // Jpn.J.Zootech. - 1974. - V. 45. - P. 42-44.

418. Gabert V. M. The ileal and faecal digestion of monosaccharides in 12 different pea samples determined in growing pigs / V. M. Gabert, K. A. Lien, M. Z. Fan // Digestive Physiology of pigs / Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala: Sweden, 2002. - P. 201-203.

419. Gabert V. M. Exocrine pancreatic secretions in young pigs fed diets containing faba beans (*Vicia faba*) and peas (*Pisum sativum*): concentrations and flows of total? protein-bound and free

amino acids / V. M. Gabert, W. C. Sauer, S. Li. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 1996. – V. 70. - P. 256-262.

420. Gaetani S. Long term protein deficiency and rat liver ribosome cycle / S. Gaetani., E. Mengheri, S. Scapin // *J.Natrition*. – 1977. – V. 107. - P. 1035 - 1043.

421. Gaetani S. Activity of amino acid - activating enzymes in tissues from Protein - depleted rats / S. Gaetani, A. M. Paolucci M. A. Spadoni // *J.Nutrition*. – 1964. – 84. - P. 173-184.

422. Gallo J. T. Amino acid supplementation to all-corn diet for pigs / J. T. Gallo, W. C. Pond // *J.Anim. Sci*. – 1968. – V. 27. - P. 73-80.

423. Ganfield L. M. Effect of low lysine diet on rat protein metabolism / L. M. Ganfield, F. Chytil // *J.Natrition*. - 1978. – V. 108. - P. 1343 - 1347.

424. Gardner M. L. G. Intestinal assimilation of intact peptides and proteins from the diet.- a neglected field? / M. L. G. Gardner // *Biol. Rev*. - 1984. – V. 59. - P. 289-331.

425. Garlick P. J. Protein synthesis and RNA in tissues of the pig / P. J. Garlick, T. L. Burk, P. J. Swick Garlick // *Amer. J. Physiol*. – 1976. – V. 230. - P. 113-118.

426. Garlick P. J. An appraisal of techniques for the determination of protein turnover in vivo / P. J. Garlick, D. J. Millward // *Proceed. Nutr. Soc*. – 1972. – V. 31. - P. 249-255.

427. Gatel F. Lysine and Threonine Balance and Requirements for Weaned Piglets 10-25 Kg Liveweight Fed Cereal-Based Diets / F. Gatel, J. Fekete // *Livest. Prod. Sci*. – 1989. – V. 23. – P. 195-206.

428. Gatel F. G. Total amino acid requirements of weaned piglets 8 to 25 kg live weight given diets based on wheat and soya-bean meal fortified with free amino acids / F.G. Gatel Buron, J. Fekete. // *Anim. Prod*. – 1992. – V. 54. - P. 281-287.

429. Gebhardt G. Der Verlauf der ¹⁵N Markierung im chymus, Harn und Blut / G. Gebhardt, R. Köhler, T. Zebrowska // *Arch. Tier*. – 1978.- V.28, №.1.- P.11-20.

430. Gebhardt G. Der Verlauf der ¹⁵N Markierung im chymus, Harn und Blut / G. Gebhardt, W. B. Souffrant // *Proc. Of 6th Int. Symp. On amino acids*. - Warsaw, 1981. - P. 1-4.

431. Gebhardt G. Determination of nitrogen absorption and endogenous nitrogen secretion in the digestive tract of pigs fed with nitrogen-15-labelled dried whey / G. Gebhardt, T. Zebrowska // Stable Isotopes in the Life Sciences: Proc. Of a techn. Commit. Met. - Leipzig, 1977. - P. 383-392.

432. Gehrke C. W. The quantitative determination of chromic oxide in feeds and feces / C. W. Gehrke, D. T. Mayer. - Columbia MO, 1950. - 16p.

433. Gibson Q.H. Selective absorption of stereoisomers of amino acid from loops of the small intestine of the rat / Q. H. Gibson, G. Wisman // Biochem.J. - 1951. - V. 48, №4. - P. 426-429.

434. Girard-Globa A. Long term adoption of weanling rats to high dietary levels of methionine and serine / A. Girard-Globa, P. Robin, M. Forestier // J.Nutrition. - 1972. - V. 102. - P. 209-218.

435. Godel H. Measurement of free amino acids in human biological fluids by high-performance liquid chromatography / Godel, H., Graser, T., Foldi, P. // J. Chromatogr. - 1984. - V. 297. - P. 49-61.

436. Goldberg A. L. Hormonal regulation of protein degradation and synthesis in skeletal muscle / A. L. Goldberg, M. Tischier, G. Demartino // Federation Proceeding. - 1980. - V. 39. - P. 31-36.

437. Graham H. Circadian variation in composition of duodenal and ileal digesta from pigs fitted with T-cannulas / H. Graham, P. Åman // Anim. Prod. - 1986. - V. 43. - P. 133-140.

438. Graham H. Use of a nylon-bag Technique for pig feed digestibility studies / Graham H., Åman P. // Br. J. of Ntr. - 1985. - P. 719-726.

439. Graham H. Effect of supplementation on digestion of a barley/ pollard-based pig diet / H. Graham, W. Lowgren, D. Pettersson // Nutrition Reports International. - 1988. - V. 38. - P. 1073-1079.

440. Green S. Digestibility of Amino acids in Maise, Wheat and Barley Meal, Measured in pigs with ileo-rectal Anastomosis and Isolation of the Large Intestine / S. Green, S. L. Bertrand // J.Sc. Food Agric. - 1987.- V. 41, №1. - P. 29-43.

441. Green S. Digestibilities of nitrogen and amino acids in soya-bean meal, sunflower meal, meat and rapeseed meals measured

with pigs and poultry / S. Green, T. Kiener // *Animal Prod.* – 1989. - V. 48. - P. 157-179.

442. Greer H. E. Relative nutritive value of soya, peas and field beans in diets for growing pigs / H. E. Greer // M.Sc. thesis, The Queens University of Belfast. - 1992. – P. 67.

443. Guilloteau P. Protein digestion in the distal ileum and the terminal gut of the preruminant calf / P. Guilloteau // 3-th Symp. EAAP. - 1980. - P. 1-6 (19).

444. Guilloteau P. Amino acid composition of ileal digesta and faeces and blood levels of free amino acids / P. Guilloteau, P. Patureau – Mirand // *Reprod. Nutr. Develop.* – 1980. – V.20 (3A). – P. 615-629.

445. Guilloteau P. Digestion of milk protein and methanol-grown bacteria protein in the preruminant calf. I. Kinetics and balance in the terminal small intestine and faecal balance / P. Guilloteau, R. Toullec // *Reprod. Nutr. Develop.* – 1980. - V20 (3A). - P. 601-613.

446. Guthbertson D. P. Amino acid and protein metabolism in the gut / D. P. Guthbertson, W. J. Tilstone // E.G. Bigwood. S. *En cycl. Food and Nutr.* - 1972. – V. 11. - P. 119-155.

447. Hajjar J. J. Characteristics of the amino acid transport system in the mucosal border of rabbit ileum / J. J. Hajjar, P. F. Curran // *J. Gen. Physiol.* – 1970. - V. 56, № 6. - P. 673-691.

448. Hagihira H. Intestinal absorption of amino acid. III. Interference between amino acids during intestinal absorption / H. Hagihira, M. Ogata, H. Takedatsu // *J. Biochem (Tokio).* – 1960. – V. 47. - P.139-141.

449. Hansen B. C. Effect of different heat treatments during processing of soybean meal on nursery and growing pig performance / B. C. Hansen, E. R. Flores, T. D. Tanksley // *J. Anim. Sc.* - 1987. – V. 65. - P. 1283-1291.

450. Hansen, J. A. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5- to 20- Kilogram swine / J. A. Hansen, D. A. Knabe, K.G. Burgoon // *J. Anim. Sci.* – 1993. – V.71. - P. 452-458.

451. Harper A. E. Amino acid balance and imbalance. I. Dietary level of protein and amino acid imbalance / A. E. Harper // J. Nutrition. - 1959. - V. 63. - P. 405-418.

452. Harper A. E. Effect of variations in protein intake on enzymes of amino acid metabolism / A. E. Harper // Can.J. of bioch. - 1965. - V.43. - P. 1589-1603.

453. Harper A. E. Effect of ingestion of disproportionate amounts of amino acids / A. E. Harper, N. J. Benevenga, B. M. Wohlhueter // Physiological Reviews. - 1970. - V. 50. - P. 428-558.

454. Harper A. E. Antilipotropic effect of methionine in rate fed threonine - deficient diets containing choline / A. E. Harper, D. A. Benton, M. E. Winje // J.Biol Chem. - 1954. - V. 209. - P. 159-163.

455. Harper A. E. On the lipotropic action of protein / A. E. Harper, D. A. Benton, M. E. Winje // J.Biol. Chem. - 1954. - V. 209. - P. 171-177.

456. Harper A. E. Amino acid balance and protein requirement / A. E. Harper, U. S. Kumta // Federation Proc. - 1959. - V. 18. - P. 1136-1142.

457. Harper A. E. Some new Thoughts on amino acid imbalance / A. E. Harper, R. Leung, A. Yoshida // Federation Proc. - 1964. - V. 23. - P. 1087 - 1092.

458. Hartman D. R. Assimilation by rats of limiting amino acid into protein from imbalance dietary sources / D. R. Hartman, K. W. King // J.Nutrition. - 1967. - P. 455 - 459.

459. Hasem A. S. Extracorporaler ileocaecaler Bypass unter Umgehung des Ostium ileocaecale beim Schein / A. S. Hasem, W. Drochner // Z. Versuchstierk. - 1976. - Bd. 18. - S. 303-306.

460. Haydon K. D. On the lipotropic action of protein / K. D. Haydon // J. Anim. Sc. - 1984. - V. 59, № 3. - P.717-724.

461. Haubrich W. S. Anatomy of small intestine / W. S. Haubrich // Gastroenterol. - 1969. - V. 4, № 41. - P. 1.

462. Hegsted D. M. Protein utilization in growing rats at different levels of intake / D. M. Hegsted, Yet-Oy-Chang // J.Nutrition. - 1965. - V. 87. - P. 19-25.

463. Hegsted D. M. Protein utilization in growing rats. I. Relative growth index as a bioassay procedure / D. M. Hegsted, Yet-Oy-Chang // *J. Nutrition*. – 1965. – V. 85. - P. 159-168.

464. Henry Y. Affinement du concept de la proteine ideale pour le porc en croissance / Y. Henry // *INRA Prod. Anim.* – 1993. – V. 6. - P. 199-212.

465. Henry Y. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin / Y. Henry, B. Seve, Y. Colleaux // *J. Anim. Sci.* – 1992. – V. 70. - P. 1873-1887.

466. Hess Vincent. The ¹⁵N Amino acid dilution method allows the determination of the real digestibility and of the ileal endogenous losses of the respective amino acid in pigs / Hess Vincent, Jean Noel Thibault, Bernard Sève // *American Society for Nutritional Sciences*. - 1998. - P.1969-1977.

467. Hess V. Effects of body weight and feed intake level on basal ileal endogenous losses in growing pigs / V. Hess, B. Seve. // *J. Anim. Sci.* – 1999. – V. 77. - P. 3281-3288.

468. Hesselman K. The effect of β-glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of low- or high-viscosity / K. Hesselman, P. B. Åman // *Animal Feed Science and Technology*. - 1986. – V. 14. - P. 283-291.

469. Hill D. C. Influence of dietary zein on the concentration of amino acids in the plasma of chicks / D. C. Hill, E. M. McIldoo, E. M. Olsen // *J. Nutrition*. - 1961. - V. 74. - P. 16-22.

470. Holmes J. H. G. Digestion and absorption of dry and high-moisture maize diets in the small and large intestine of the pig / J. H. G. Holmes, H. S. Bayley, F. D. Horney // *Br. J. Nutr.* – 1973. – V. 30, № 3. - P. 401-410.

471. Holmes J. H. G. Digestion of protein in small and large intestine of the pig / J. H. G. Holmes, H. S. Bayley, P. A. Leadbeater // *The British J. of Nutr.* 1974.- V. 32, № 3. - P. 479-489.

472. Horaczynski H. Badania nad wartością odżywczą białka ziarna jęczmienia III Ocena usupelnniania białka jęczmienia niektórymi aminokwasami egzogennymi przeprowadzona na swiniach I por-

ownanie z wynikam, etrzymanym na szczurach / H. Horaczynski // Roczn. Nauk. Rol. - 1983. - V. 101, № 4. - P. 125-134.

473. Horszczaruk F. Trwale przetoki jelitowe do badan had trawieniem u swin czese III. Wykonanie przetok mostkowych jelita cienkie / F. Horszczaruk, T. Zebrowska // Roc. N. Rol. - 1973. - V. 95. - P. 157-168.

474. Horvath B. J. Microflora of intestinal contents and feces of pigs fed different diets including pigs showing parakeratosis / B. J. Horvath, Seeley H. W. // J. Anim. Sc. - 1958. - V. 17. - P. 714-723.

475. Hutchinson H. D. The Lysine requirement of the weaning pig / H. D. Hutchinson, A. H. Jensen, S. W. Terrill // J. Anim. Sc. - 1957. - V. 16, №3. - P. 558-561.

476. Inbarr J. Effect of enzyme treatment of piglet feeds on performance and post-weaning diarrhea / J. Inbarr, R. B. Ogle // Swedish J. of Agricultural Research. 1988. - V. 18. - P. 129-133.

477. Inbarr J. Glucanase and xylanase activities in stomach and ileum of growing pigs fed wheat bran based diets with and without enzyme treatment / J. Inbarr, J. Puhakka, J. G. M. Bakker // Archives of Animal Nutrition. - 1999. - V. 52. - P. 263-274.

478. Ivan M. Nutritional evaluation of wheat. 5. Disappearance of components in digesta of pigs prepared with two re-entrant cannulae / M. Ivan, D. J. Farrell // Anim. Prod. - 1976. - V. 23. - P. 111-119.

479. Ivan M. Fully automated system for aerobic or anaerobic sampling of duodenal digesta in sheep or cattle equipped with duodenal reentrant cannulas / M. Ivan, D. J. Buckley, G. S. Amour // J. of Anim. Sc. - 1985. - V. 60, № 5. - P. 1359-1366.

480. Jacobs F. A. Primary and secondary transport system for aminoacids ur the intestine tract / F. A. Jacobs, W. G. Taranasky // JAMA. - 1963. - V. 183, №9. - P. 765-767.

481. Jagger S. Evaluation of inert markers for the determination of ileal and faecal digestibility values in the pig / S. Jagger, J. Wiseman, D. J. A. Cole // British Journal of Nutrition. - 1992. - V. 68. - P. 729-739.

482. James N. A. The Rapid Determination of Chemically Reactive Lysine in the Presence of Carbohydrates by a Modified Tri-

nitrobenzenesulphonic Acid Procedure / N. A. James, J. Ryley // J. Sc. Food Agric. - 1986. – V. 37. - P. 151-156.

483. Jansman A. J. M. Effect of the level of branch chain amino acids (BCAA) and tryptophan in the diet on the performance of piglets / A. J. M. Jansman, G.W.P. Kemp, S. van Cauwenberghe // Book of abstracts of the 51 st EAAP congress, The Hague, The Netherlands. - 2000. - P. 396.

484. Jast A. The role of the large intestine in the digestion of nutrients and amine acid utilization in monogastric / A. Jast // IV-th Int. Symp. Protein metabolism and nutrition / Clermont-Ferand, Ed. I'INRA Publ. - 1983. - №16. - P. 289-309.

485. Jensen A. H. Dietary nutrient allowances for swine / A. H. Jensen // Feed stuffs. - 1984. – V. 56. – P. 30.

486. Jensen A. H. Nutrient requirement of swine / A.H. Jensen // Feed stuffs. – 1977. – V. 49. - P. 41-44.

487. Jin C. F. Effects of supplemental synthetic amino acids to the low protein diets on the performance of growing pigs / C. F. Jin, I. H. Kim, K. Han // AJAS. - 1998. – V. 11. - P.1-7.

488. Jin C. F. Lysine Requirements of Piglets / C. F. Jin, I. H. Kim, W. T.Cho // AJAS. – 1998. – V. 11. - P. 89-96.

489. Johns D. C. Composition of amino acid digestibility using the ileal digesta from growing chickens and cannulated adult cockerels / D. C. Johns, C. K. Low, K. A. C. James // British Poultry Science. - 1986. – V. 27. - P. 679-685.

490. Johnson D. E. Rate of Passage of Chromic Oxid and Composition of Digesta along the Alimentary tract of Wethere / D. E. Johnson, D. Dinusson, D.W. Bolin // J. of Anim.Sc. - 1964. – V. 23, №2. - P. 499-505.

491. Jones J. D. The mechanism of the lysine-arginine antagonism in the chick: effect of lysine digestion, kidney arginase and liver transaminase / J. D. Jones, S. J. Petersburg, P. C. Burnett // J.Nutrition. – 1964. – V. 93. - P. 103-116.

492. Jong F. A. Messenger RHA levels of plasma proteins following fasting / F. A. Jong, G. Howlett // Brit. J. Nutr. - 1988. – V. 55. - P. 81-86.

493. Jong F. A. Messenger RNA levels of plasma proteins in rat liver during protein depletion and referring / F. A. Jong, G. Schreiber // *J. Nuts.* – 1987. – V. 177. – P. 1795 - 1800.

494. Jørgensen H. The Ileal Digestion of semipurified diets containing increasing levels of casein and the use of the regression method to estimate the endogenous flow of amino acids at the distal ileum of growing pigs / H. Jørgensen, V. M. Gabert // *Digestive physiology of pigs* . Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle. CABI Publishing. - 2002. - P.198-200.

495. Jørgensen H. Amino acid availabilities in soybean meal, sunflower meal, fish meal and meat and bone meal fed to growing pigs / H. Jørgensen, W.C. Sauer, P. A. Thacker // *J. Anim. Sci.* – 1984. – V. 58. - P.926-934.

496. Just A. Nitrogen balance studies and nitrogen retention / A. Just, J. A. Fernandes , H. Jorgensen // *Les Colloques de l'INRA. 2 Int.Sem. Physiologie digestive ches le porc.* – 1982. - №12. - P. 111-122.

497. Just A. Correlation of protein deposited in growing female pigs to ileal and faecal digestible crude protein and amino acids / A. Just , H. Jorgensen // *Livestock Produkt Sc.* - 1985.- V.12, № 2. - P. 145-159.

498. Just A. Forewerd / A. Just, H. Jorgensen // *Proceedings of the 3-rd Int. Seminar on Digestive Physiology in the Pig* . – Copenhagen, 1985. - P. 5-6.

499. Just A. Prediction of metabolizable energy for pigs on the basis of crude nutrients in the feeds / A. Just, H. Jorgensen // *Livestock Prod. Sc.* - 1984. - V. 2. - P. 105-128.

500. Just A. The digestive capacity of the caecum-colon and the value of the nitrogen absorbed from the hind gut for-protein synthesis in pigs / A. Just, H. Jorgensen // *Br. Nutr.* - 1981. – V. 46, №18. - P. 209-219.

501. Just A. The influence of differently treated strain on the ileal and faecal digestibility of nutrients and the utilization of digested protein and energy / A. Just, H. Jorgensen // *Proceedings of the/rd Int. Seminar on Digestive Physiology in the Pig* . – Copenhagen, 1985. - P. 211-214.

502. Just A. The relation between diet composition and the amount of crude protein (amino-acid) disappearing in the hind gut with and without addition of antibiotics to the diets/ A. Just, H. Jorgensen // Proceedings the VI Int.Symp. on amino acids / Polish sc. Publ. - 1984. - P. 140-146.

503. Just A. The influence of the hind gut microflora on the digestibility of the protein and amino acids in growing pigs elucidated by addition of antibiotics to different fractions of barley / A. Just, W. C. Sauer, S. Bech – Andersen // Z. Tierphys. Tierernähr. Und Futterm. – 1980. – V. 43, №2. - P. 83-91.

504. Just A. The influence of diet composition on the apparent ileal and faecal digestibility of protein and amino acids in pigs / A. Just, W. C. Sauer, H. Jorgensen // Proceedings of the 3-th EAAP Simp. On Protein metabolism and nutrition. EAAP Publ. - 1980. - P 1-4.

505. Kaplan J. H. The regulation of intermediate amino acid metabolism in animal tissues: Mammalian Protein Metabolism. Ed. H.N. Munro / J. H. Kaplan, H. C. Pitut // Ac.Press. - New York, 1970. – V. 4. - P. 388-444.

506. Katsumi S. Reverse relation ship between protein intake and the conversion ratio of Tryptophan to niacin Bio / S. Katsumi // Factors J. – 1995. – V. 2. - P. 67-71.

507. Katz R. S. Efficiency of supplemental lysine methionine and rolled tats for weanling pigs fed a low protein corn-soybean meal diet / R. S. Katz, D. H. Baker, C. E . Sasse // J.Anim. Sci. - 1973. – V. 37. - P. 1165-1168.

508. Kendall D. C. Evaluation of the lysine requirement for 11 to 25 kg barrows / D. C. Kendall, G. F. Yi, A. M. Gaines // Abstract From Midwest Animal Science Meetings, Des Moines. – 2002. – P. I.

509. Kerr B. J. Effect of performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets / B. J. Kerr, F. K. McKeith, R. A.Easter // J. Anim. Sci. – 1995. – V. 73. - P. 433-440.

510. Kidder D. E. Digestion in the Pig / D. E. Kidder, M. J. Manners // Kingston Press. - Bath. UK, 1978. – P. 123.

511. Kies A. K. The apparent and true ileal digestibility of nitrogen and amino acids in lactic casein for the growing pig / A. K. Kies, P. J. Moughan, W. C. Smith // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 1986. – V. 16. – P. 169-178.

512. Kita K. Effect of dietary protein and energy intakes on whole-body protein turnover and its contribution to heat production in chicks / K. Kita, S. Matsunami, J. Okumura // *Br. L. Nutz.* – 1993. – V. 69. – P. 681-688.

513. Kita K. Protein synthesis in liver and breast muscle of chicks fed a high protein diet / K. Kita, J. Okumura // *Br. Poult. Sci.* – 1993. – V. 34. – P. 553-558.

514. Kozłowska H. The effect of texturing on some biologically active compounds in soyabean and rapeseed flours / H. Kozłowska, K. Elkowicz, B. Lossow // *Acta aliment. pol.* – 1983. – 9. – P.15-21.

515. Kuiken K. A. Availability of amine acids in some Feeds / K.A. Kuiken, C. M. Lyman // *The J. of Nutr.* - 1948. – V. 26, № 1. - P. 359-368.

516. Kumta U. S. Amino acid balance and imbalance on blood amino acid pattern / U. S. Kumta, A. E. Harper // *Proc. Sci. Exp. Biol. Med.* – 1962. – V. 111. - P. 512-517.

517. Kumta U. S. Amino acid balance and imbalance. VII. Effects of dietary additions of amino acid on food intake and blood urea concentration of rats fed low-protein diets containing fibrin / U. S. Kumta, A. E. Harper // *J. Nutrition.* – 1961. – V. 74. - P. 139-147.

518. Laplace J. P. Amino acid availability in pig feeding / J. P. Laplace // *Proc. 4-th World congress of animal feeding* . – Madrid, 1986. - P. 109-111.

519. Laplace J. P. Gastric function in the pig Revision of current concepts on digestion in the stomach and its emptying / J. P. Laplace // *Les Colloques de l'INRA.* - 1982. - № 12. - P. 29-44.

520. Laplace J. P. Digestion dans l'intestin grele chez le porc V. Importance de la variabilite non contrôlée modélisation des profils moyens de transit ileo-caeco-colique par regression polynomial / J. P. Laplace, B. Darcy, O. Pons // *Annales de zootechnie.* - 1983. – V. 32, № 2. - P. 201-214.

521. Leeuwen P. Apparent ileal dry matter and crude protein digestibility of rations fed to pigs and determined with the use of chromic oxide (Cr_2O_3) and acid-insoluble ash as digestive markers / P. Leeuwen van, A. Veldan, S. Boisen // *British Journal of Nutrition*. – 1996. – V. 76. – P. 551-562.
522. Leeuwen P. The post-valve T-caecum cannulation technique: an alternative method for chyme collection in pig / P. Leeuwen, D. van Kleef, G. van Kempen // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 1996. – V. 65. – P. 183-193.
523. Leone J. L. Collaborative study of the quantitative determinations of titanium dioxide in cheese / J. L. Leone // *J. of Association of Analytical Chemistry*. – 1973. – V. 56. – P. 535-537.
524. Lepkovsky S. The physiological basis of voluntary food intake / S. Lepkovsky // *Advance Food Rss.* - 1948. - V. 1. - P. 106-121.
525. Lepkovsky S. The effect of raw Soya beans upon the digestion of proteins and upon the function of the pancreas of intact chickens and of chickens with ileostomies / S. Lepkovsky, F. Furuta, K. Krause // *Brit. J. Nutr.* – 1965. - V. 19, № 1. - P. 41-56.
526. Leterme P. The Current ^{15}N - Leucine Infusion Technique Is Not Suitable for Quantitative Measurements of ileal Endogenous Amino Acid Flows in Pigs / P. Leterme, Bernard Sève, André Théwis // *American Society for Nutritional Sciens.*- Manuscript received 17 March 1998, Initial review completed 19 May 1998, Revision accepted 6 July. - 1998. - P. 1961-1968.
527. Leung P. M. B. Food intake: regulation by plasma amino acid pattern / P. M. B. Leung, Q. R. Rogers // *Life Sci.* – 1969. – V. 8, № 2. - P. 1-9.
528. Leung P. M. B. Effect of amino acid imbalance on dietary choice in the rat / P. M. B. Leung, Q. R. Rogers, A. E. Harper // *J. Nutrition*. – 1968. – V. 95. – P. 483-492.
529. Leung P. M. B. Effect of amino acid imbalance on plasma end tissue-free amino acids in the rat / P. M. B. Leung, Q. R. Rogers, A. Harper // *J. Nutrition*. – 1968. – V. 96. – P. 303-318.
530. Lewis D. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg. / D. Lewis, D. J. A. Cole // *Proc. Nutr. Soc.* – 1976. - V. 35. - P. 87.

531. Lewis A. J. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg. / A. J. Lewis, E.R. Peo Jr. // *J. Anim. Sci.* – 1986. - № 62. - P. 1617-1623.

532. Li D. Effects of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs / D. Li, X. Changting, Z. Qshyan // *Animal Feed Science & Technology.* – 2001. – V. 78. - P. 179-188.

533. Lieden S.-A. Removal of antinutritive substance from rapeseed and nutritive properties of proteins / S.-A. Lieden // *Proceedings of the 5th International rapeseed conference.* - Malmö, 1979. – V. 2. - P.138-140.

534. Lin F. D. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs / F. D. Lin, D. A. Knabe, T. D. Tanksley // *J. Anim. Sci.* 1987. – V. 64. - P.1655-1663.

535. Longenecke J. B. Relation ship between plasma amino acids and composition of the ingested protein / J. B. Longenecke, N. L. Hause // *Arch. Biochem. Biopgys.* – 1959. – V. 84. - P. 46-55.

536. Lounnon J. Proteinas y aminoacidos en la alimentacion porcina. Del papel nutricional de la materias nitrogenadas se desprende la conveniencia de una distincion entre una necesidad protidica global y las necesidades especificas en aminoacidos indispensables / J. Lounnon // *Zootechnia.* - 1974. – V.2 3. – P. 112-133.

537. Low A. G. Digestibility at several intestinal sites in pigs / A. G. Low // *Proc. Nutr. Soc.* - 1977. – V. 36, № 2. - P.189-194.

538. Low A. G. Endogenous nitrogen evaluation from absorption studies / A. G. Low // *Les Colloques de l'INRA: 2 Seminaire intern. Physiologie digestive ches le porc.* - 1982. - №12. - P. 189-198.

539. Low A. G. Nutrient absorption in pigs / A. G. Low // *Journal of the Science of Food and Agriculture.* - 1980. - V.31, №2. - P. 1087-1130.

540. Low A.G. Studies on digestion and absorption in the intestines of growing pigs. 6. Measurements of the flow of amino acids / A. G. Low // *Br. J. Nutr.* -1979. – V. 41. - P. 147-156.

541. Low A. G. Studies on digestion in the intestines of growing pigs.5. Measurements of the flow of nitrogen / A. G. Low // Br. J. Nutr. – 1979. - V. 42, №41. - P. 137-146.

542. Low A. G. Effect of a dietary fibre (guar-gum) on endogenous nitrogen secretion on in the Jejunum of pigs / A. G. Low, A. L. Rainbird // IV-th Int. Symp. Protein metabolism and nutrition.- Clermont- Ferrand.- Ed INRA Publ / Les Colloques de l'INRA. - 1983. - №16. - P. 343-346.

543. Low A.G. Dry matter and nitrogen in the duodenal contents of growing pig a discrepancy explained / A. G. Low, T. Zebrowska // Br. J. Nutr. - 1977. - V. 38. - P. 145-147.

544. Lunen T. A. The effect of dietary energy concentration and lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of young hybrid pigs / T. A. Lunen, D. J. A. Cole // Anim. Sci. – 1998. – V. 67. - P.117-129.

545. Lynch B. S. Response of weaned pigs to the level of tryptophan / B. S. Lynch // Trial report, Teagasc; Moorepark, Fermoy. - Co. Cork, Ireland, 2001. – P. 234.

546. Lynch B. Response of weaned pigs to dietary level of tryptophan / B. Lynch, S. van Cauwenberghe, P. Fullarton // Book of abstracts of the 51 st EAAP congress, The Hague, The Netherlands. – 2000. – P. 396.

547. Magruder N. D. Evaluation of supplemental lysine for practical swine rations / N. D. Magruder, W. C. Sherman, W. M. Reynolds // J.Anim.Sci. – 1961. – V. 20, № 3. - P. 573-577.

548. Mahan D. C. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight / D. C. Mahan, A. J. Lepine // J. Anim. Sci. – 1991. – V. 69. – P. 1370-1378.

549. Makinen M. Apparent ileal digestibility of amino acids in wet wheat protein and soya bean meal for growing pigs / M. Makinen, Siljander-Rasi Hikka // Arg. And Food Sci. Finl. -1996. – P. 547-555.

550. Mason V. C. Current concepts of digestion and absorption in pigs / V.C. Mason // Low A.G., Partridge I.G. Technical Bulletin. – 1980. - № 3. - P. 112-129.

551. Mauron J. Nutritional evaluation of proteins by enzymatic methods / J. Mauron // Evaluation of novel protein products. - Oxford, Pergamon Press, 1970. - P.211-234.

552. Mauron J. The value of measuring enzyme activities in assessing the adequacy of a protein diet / J. Mauron // Proc. 7-th Intern. Congr. Nutrition. - Hamburg, 1966. - P.3 67-380.

553. Mertz E. T. The amino acid requirement of swine lysine / E. T. Mertz, D. C. Shelton, W. M. Beson // J.Anim.Sci. - 1949. - V. 8. - P. 524-530.

554. Metz S. H. Nutritional evaluation of proteins by enzymatic methods / S. H. Metz, R. A. Dekker. - 1985. - 325p.

555. Meulen J. Soluble Saccharides, Volatile fatty acids and lactic acid in stomach and ileum of pigs fed wheat bran-based diets with and without enzyme treatment / J. Meulen, J. Inborr, J. G. M. Bakker // Digestive Physiology of pigs. Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala: Sweden, 2002. - P. 157-159.

556. Michael L. Intestinal assimilation of intact peptides and proteins from the diet – A neglected field? / L. Michael, G. Gardner // Biol. Rev. - 1984. - V. 59. - P. 289-331.

557. Miller L. Vpina nahrada bilkovinnych krniv syntetickyni aminokyslnami ve vykrmu pprassat / L. Miller // Biologizace a chemizace. - 1969. - № 5. - P. 133-153.

558. Miller P. S. Problems in the prediction of protein vaults of diets. The use of food composition tables / P. S. Miller, P. R. Payne // J. Nutrition. - 1961. - V. 74. - P. 413-419.

559. Millword D. J. Effect of nutrition protein turnover in skeletal muscle / D. J. Millword, J. C. Waterlow // Federation Proceedings. - 1978. - V. 37. - P. 2283-2290.

560. Millword D. J. Skeletal muscle growth and protein turnover / D. J. Millword, P. J. Garlick, A. Stewart // Biochem.J. - 1975. - V. 150. - P. 235-243.

561. Milner D. S. Dietary factors influencing nitrogen balance / Milner D. S., Payne P. R. // Proc. Nutr. Soc. - 1964. - V. 23. - P. 11-18.

562. Mink C. J. K. Estimation of chromic oxide in faeces by dry ashing / C. J. K. Mink, R. H. G. C. Neer, L. Habets // *Clinica Chemica Acta.* – 1969. – V. 24. – P.183-185.

563. Mitaru B. N. The binding of dietary protein by sorghum tannins in the digestive tract of pigs / B. N. Mitaru, R. D. Reichert // *J. Nutr.* – 1984. – V. 114, №10. – P. 1787-1796.

564. Mitraru B. Tannin and fiber contents of rapeseed and canola hull / B. Mitraru // *Canad. J. Anim. Sci.*, 1982, - 62, - P.661-663.

565. Mitchell H. H. A method of determination the biological value of protein / H.H. Mitchell // *The J. of Biol. Chem.* - 1923-1924.- V. 48 . - P. 873-903.

566. Mitchell H. H. Species and age differences in amino acid requirements. P.11. Protein and amino acid nutrition. Ed. A.A. Albanese / H.H. Mitchell // *Acad. Press.* - New York; London, 1959. - P. 604.

567. Mitchell H. H. The supplementary relations among proteins / H.H. Mitchell // *J.Biol. Chem.* – 1921. - P. 58.

568. Mitchell J. R. Dietary Lysine need of the pig at different stages of development / J. R. Mitchell, D. E. Beccer, A. H. Jensen. // *J.Anim. Sci.* – 1962. - V.21, №4. - P. 1007-1018.

569. Mitchell J. R. Caloric density of the diet and the lysine need of growing swine / J. R. Mitchell, D. E. Becker, R. G. Harmon // *J.Anim. Sci.* - 1965. – V. 24, № 4. - P. 977-980.

570. Mitchell J. R. Lysine need of swine at two stages of development / J. R. Mitchell, D. E. Becker, R. G. Harmon // *J.Anim.Sci.* – 1965. – V. 24, № 2. - P. 409-415.

571. Mitchell J. R. Determination of amino acid needs of the young pig by nitrogen balance and plasma-free amino acid / J. R. Mitchell, D. E. Becker, A. H. Jensen // *J.Anim. Sci.* – 1968. – V. 27. - P. 1327-1331.

572. Monghan P. L. Simulation of the daily partitioning of lysine in the 50 kg live weight pig. A factorial approach to estimating amino acid requirements for growth and maintenance / P. L. Monghan // *Res. Dev. Agric.* – 1989. – V. 6, № 1. - P. 422-434.

573. Morrison A.B. Blood amino acid studies. II. Effect of dietary Lysine concentration, sex and growth rate on plasma - free lysine

and threonine levels in the rat / A. B. Morrison, E. J. Middleton, J. M. McLaughlan // *Can.J. Bioch. Physiol.* – 1961. – V. 39, №11. - P. 1675-1680.

574. Mroz Z. Application of the steered ileo-caecal valve cannulation (SICV) technique to measure digesta kinetics and ileal digestibility in pigs fed high fibrous diets (3). / Z. Mroz, G. C. M. Bakker, R. A. Dekker // Souffrant, W.-B. and Hagemeister, H. (eds) *Vth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs* EAAP Publication no. - 1994. – V. 80. - P. 57-59.

575. Muelenaere M. L. Chen Assessment of Factors Influencing Estimation of lysine Availability in Cereal Products / M. L. Chen Muelenaere, A. E. Harper // *J. Agr. Food Chem.* – 1967. – V. 15, №2. - P. 310-317.

576. Munaver S. M. Amino acid balance and imbalance . II. Dietary level of protein and lysine requirement / S. M. Munaver, A. E. Harper // *J.Nutrition.* – 1959. – V. 69. - P. 58-64.

577. Mungi Sohn. Ammonia Generation during Thermal Degradation of Amino Acids / Mungi Sohn, Chi-Tang Ho // *J. of Agricultural and Food Chemistry.* - 1995.- V. 43, № 12. - P. 3001-3003.

578. Munro H. M. Amino acid requirements and utilization by individual mammalian tissues. Protein and Amino Acid Function. Intern. Encycl / H. M. Munro // *Food and Nutrition.* - Oxford, Chapter, 1972. - V. 2, №4. – P. 157-195.

579. Munro H. N. Free Amino Acid Pools. - Protein and Amino Acid Function. Intern. Encycl / H. N. Munro, F. N. Portugal // *Food and Nutrition.* Ed E.J.Bigwood. - Oxford, 1972. – V. 2. - P. 197-213.

580. Muramatsu K. Effect of dietary protein level on growth and liver enzyme activities of rats / K. Muramatsu, K. Ashida // *J.Nutrition.* – 1962. – V. 76. - P. 143-150.

581. Muramatsu T. Influence of dietary protein intake on whole-body protein turnover in chicks / T. Muramatsu, K. Kita, I. Tasaki // *Br.Poult. Sci.* – 1987. – V. 28. - P. 471-482.

582. Murray M. G. Nucleic acid Quantization by continuous Flow Fluorometry / M. G. Murray, H. E. Pearen // *Anal. Biochem.* - 1986. – V. 154. - P. 638-642.

583. Naughton Mc. J. L. Effect of moisture content and cooking time on soy bean meal urease index, trypsin inhibitor content and broiler growth / Mc. J. L. Naughton, F. N. Reece // *Poul. Sci.* – 1980. – V. 59. – P. 2300-2309.

584. Neale R. J. Adaptation of amino acid metabolism in protein - depleted rat / R. J. Neale // *Nature New Biology.* – 1971. – V. 231. – P. 117-118.

585. Neale R. J. Critical evaluation of method for maintenance in the rat by measurements of the rate of ^{14}C -labelled amino acid oxidation in vivo / R. J. Neale, J. C. Waterlow // *Brit. J.Nutr.* - 1974. – V. 32. - P. 257-272.

586. Neilage E. M. / Effect of Converting Lysine in Barley and Canola Meal into Homoarginine on Nutrient Composition and Ileal Amino Acid Digestibilities in Growing Pigs / E. M. Neilage, C. M. Nyachoti, C. F. M. de Lange // *Digestive Physiology of pigs* // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala: Sweden, 2002. - P. 142-144.

587. Nesheim M. C. Genetic variations in arginine and lysine utilization / M. C. Nesheim // *Federation Proc.* – 1968. – V. 27. - P. 1210-1214.

588. Newport M. J. Protein digestion and metabolism in neonatal pigs of milks containing different proportions of casein and whey proteins / M. J. Newport, M. J. Henshel // *Proc. Of the 3-rd Int. Sem. On Digestive Physiology in the Pig.* – Copenh, 1985. - P. 139-142.

589. Nielsen H. E. Lysine supplementation of corn and barley - base diets growing-finishing swine / H. E. Nielsen, V. W. Hays, V. W. Speer // *J.Anim. Sci.* – 1963. – V. 22, № 2. - P. 454-457.

590. Njaa L. R. Determination of protein digestibility with titanium dioxide as indicator substance / L. R. Njaa // *Acta Agriculturae Scandinavica.* - 1961. – V. 11. - P. 227-241.

591. Nordstrom J. W. Influence of site of blood withdrawal and stage of fast on concentration of plasma-free amino acids in the growing pig / J. W. Nordstrom, H. F. Windels, J. T. Typpo // *J.Anim. Sci.* – 1970. – V. 31. - P. 874-880.

592. Notes an improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces // *Can.J. of Anim. Sc.* - 1979. – V. 59, № 3. - P. 631-634.

593. NRC Nutrient Requirements of Swine (8th Rev. Ed.) // National Academy Press. – Washington D.C., 1979. – P. 47.

594. NRC Nutrient Requirements of Domestic Animals // National Academy Press. - Washington, 1988. – P. 112.

595. NRC. Nutrient Requirement of Swine (tenth edition) // National. Academy. Press. - Washington D.C., 1998. – P. 59.

596. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Number 2, Nutrient Requirements of Swine. Seventh revised addition, Nac - NRC. - Washington D.C., 1973. - 55 p.

597. Nyachoti C. M. Estimating endogenous amino acid flows at the terminal ileum and true ileal amino acid digestibilities in feedstuffs for growing pigs using the homoarginine method / C. M. Nyachoti, C. F. M. de Lange, H. Schulze, // *Journal of Animal Science.* - 1997. – V. 75. - P.3206-3213.

598. Nyachoti C. M. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: A review / C. M. Nyachoti, C. F. M. de Lange, B. W. McBride // *Canadian J. of animal science.* - 1977. – V. 77, №1. - P. 149-163.

599. Ocestemer G. A. Reevaluation of the isoleucine requirement of the young pig / G. A. Ocestemer, L. E. Hanson, R. J. Meade // *J.Anim. Sci.* – 1973. – V. 36. - P. 679-683.

600. Ohara I. Influence of supplementation of Tryptophan to diets two protein levels on growth food efficiency and carcass characteristics of growing swine / I. Ohara, S. Otauka, Y. Vugari // *Jap, J.Zootechn. Sci.* – 1977. – V. 48. - P. 538-544.

601. Olszewski A. Interrelationships between amino acids absorbed from the isolated pig caecum in situ / A. Olszewski // *Acta Phys. Pol.* - 1978. – V. 29, № 2. - P. 167-176.

602. Omstedt P. T. Dietary amino acids: effect of depletion, end recovery on protein synthesis in vitro in rat skeletal muscle and liver / P. T. Omstedt, Von der Decken A. // *Brit. J. Nutr.* - 1974. – V. 31. - P. 67-76.

603. Omstedt P. T. The influence of the nutritive value of protein on the level of protein synthesis in vitro in rat skeletal muscle.

Brit / P. T. Omstedt, Von der Decken A. // *J. Nutrition.* – 1972. – V. 27, №3. – P. 467-474.

604. Osborne J. B. The choice between adequate and inadequate diets, as made by the rat / J. B. Osborne, C. B. Mendel // *J. Biol. Chem.* – 1918. – V. 35. – P. 19-28.

605. Ostrowski H. T. Effect of dietary lysine imbalance on the apparent digestibility of protein, organic matter, and ether extract for pigs / H. T. Ostrowski // *New Zealand J. of Agric. research.* - 1975. – V. 18, № 1. - P.12-18.

606. Ocestemer G. A. Leucine-isoleucine inter relationship in the young pig / Ocestemer G. A., Hanson L. E., Meade R. J. // *J Anim. Sci.* – 1973. – V. 36. - P. 674-678.

607. Partridge I. G. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine / I. G. Partridge, A. G. Low, H. D. Keal // *Anim. Prod.* – 1985. – V. 40, № 2. - P. 375-377.

608. Passille A. M. B. Relationships of weight gain and behavior to digestive organ weight and enzyme activities in piglets / A. M. B. Passille, G. Pelletier, J. Menard // *J. Anim. Sci.* – 1989. – V. 67. - P. 2921-2929.

609. Payne J. W. Peptide transport in protein nutrition / J. W. Payne // *Associated Sc., Publ.* – Amsterdam, 1975. - P. 283-364.

610. Peddie J. The use of titanium dioxide for determining apparent digestibility in mature domestic flows / J. Peddie, W. A. Dewar, A. B. Gilbert // *J. of Agr. Sci.* – 1982. – V. 99. - P. 233-236.

611. Peer D. J. Nutrient and Trypsin inhibitor content of hydroponically sprouted soya beans / D. J. Peer, S. Leeson. // *Animal Feed Science and Technology.* - 1985. - V. 13. - P. 203-214.

612. Peng V. Amino acid balance and food intake. Effect of previous diet on plasma amino acids / V. Peng, N. J. Benevenga, A. E. Harper // *Amer.J. Physiol.* – 1969. – V. 216. - P. 1020-1025.

613. Peng Y. Amino acid balance and food intake: effect of different dietary amino acid patterns on the plasma amino acid pattern of rats / Y. Peng, A. E. Harper // *J. Nutrition.* – 1970. – V. 100. - P. 429-437.

614. Peng Y. Amino acid balance and food intake: effect of amino acid infusions on plasma amino acids / Y. Peng, A. E. Harper // *Amer. J. Physiol.* – 1969. – V. 217. - P. 1441-1445.

615. Peng Y. Amino acid imbalance, protein intake, and changes in, rat brain and plasma amino acids / Y. Peng, J. K. Tews, A. E. Harper // *Amer. J. Physiol.* – 1972. – V. 222. - P. 314-321.

616. Pinnet P. A. Disponibilit e biologique et transit m tabolique des acides amin s modifi s Par les Traitements technologiques / P. A. Pinnet, Edith Magnenat, Francoise Mottu et Eliane Bujard // *J. Ann. I. Nutr. Et de L'Alimentation.* - 1978. - № 32. - P. 325-338.

617. Pion R. The relationship between the levels of free amino acids in blood and muscle and the nutritive value of protein. Protein in Human Nutrition / R. Pion // Ed. J.W.G. Porter, B.A. Rolla National Int Research in Deiryngs, Shinfield, Reading, Engl, Ac. Press. - 1973. - P. 329-342.

618. Pluske J. R. Determining the optimum tryptophan: lysine ratio in diets for weaner pigs / J. R. Pluske, B. P. Mullan // Trial report from Murdoch University. – Australia, 2000. – P. 78.

619. Pluske J. R. Nutrition of the neonatal pig / J. R. Pluske, I .H. Williams, F. X. Aherne // *The Neonatal Pig: Development and Survival.* CAB International. - Wallingford U.K., 1995. – P. 187-235.

620. Poppe S. Assessment of true digestibility and its value in swine / S. Poppe, H. Meier // Second intern. Symposium on protein metabolism and nutrition the Netherlands, may 2-6 / European associations for animal production Publication. - 1977. - № 22. - P. 79-81.

621. Poppe S. Untersuchungen  ber den Amino sauren bedarx washsen der Schweine / Poppe S., Wisemuller W. // *Archiv fur Tierernahr.* – 1968. – V. 18. - P. 5.

622. Portygal F. H. Free lysine compartments in rat liver cells / F. H. Portygal, D. H. Elwyn, H. Jeffay. // *Biochim. Biophys. Acta.* - 1970. – V. 215. - P. 339-347.

623. Powlak M. Influence of supplementary wheat proteins with increasing amounts of lysine on the free amino acid content of blood and muscle of growing rats / M. Powlak, R. Pion // *Annals. Biol. Anim. Biochem. Biophys.* - 1968. – V. 8. - P. 517-530.

624. Prokop V. Bestimmung des lysin und Methionin bedarfs bei Ferkeln. - 5-th Intern. Symp / V. Prokop // Amino Acids. - Budapest, 1977. – Bd. 9. - S. 1-14.

625. Pujol S. Ileal and Faecal Digestibility of Nutrients in Piglets fed non-supplemented and enzyme-supplemented barley diets // Digestive Physiology of pigs / S. Pujol, D. Torrallardona // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium. Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala Sweden, 2002, P. 181-183.

626. Quiniou N. Influence de la temperature ambiante et de la concentration en nutriments de l'aliment sur les performances de lactation de la truie primipare / N. Quiniou, D. Gaudre S. Rapp, D. Guillou. // Journee des Recherches Porcines en France. – 2000. – V. 32 . - P. 275-282.

627. Raczynski G. Relationship between rate of passage through the intestinal tract and utilization of diets supplement with their amino acid / G. Raczynski, L. Buraczewska // IV th Int. Symp. Prot. Met. And nutr. Clermont-Ferrand / Les Coll. De l'INRA. - 1983. - № 16. - P. 369-371.

628. Radhuramulu N. Amino acid imbalance and Tryptophan-niacin metabolism. I. Effect of excess leucine on the urinary excretion of Tryptophan-niacin metabolites in rats / N. Radhuramulu, B.S.N. Rao, C. Gopalan // J.Nutrition. – 1965. – V. 86. - P. 100-107.

629. Rao M. N. Evaluation of protein in foods. XII. Effects of caloric restriction / M. N. Rao, A. B. Morrison // Can.J.Biochem. – 1966. – V. 44. - P. 1365-1375.

630. Ratcliff The influence of the digestive processes // Proceeding of the 3-rd International Seminar on Digestive Physiology in the Pig / CopenHagen *16-th May. - 1985. - P. 245-267.

631. Renaudeau D. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets / D. Renaudeau, J. Noblet. // J. Anim. Sci. – 2001. – V. 79. - P. 1540-1548.

632. Rerat A. Digestion and absorption of carbohydrates and nitrogenous matters in the hindgut of the omnivorous non ruminant

animal / A. Rerat // J. of Animal Sc. – 1978. - V. 46, № 6. - P. 1808-1837.

633. Rerat A. Nutrition azotée chez le porc en croissance / A. Rerat // X-th Int. Congress of animal production. - Reports Paris, 1971. - P. 21-49.

634. Rerat A. Absorption of amino acids of different dietary origin in the pig / A. Rerat, J. Kande // Proc. Of the 3/-th EAAP Simp. On Protein metabolism and nutrition. - 1980. - № 27. - P. 243-251.

635. Rerat A. Les besoins en amino-acides du Porc en croissance / A. Rerat, J. Lougnow // Amino acides -peptides-proteines. - A.E.C. – 1966. – V. 6. - P. 343-422.

636. Rerat A. Determination of nature and quantity of endogenous nitrogen absorbed during the digestion of a protein-free meal in the pig. V-th Intern. Symp. Amino / A. Rerat, P. Vaissade, P. Vaygelaide // Acids, Budapest. – 1977. – V. 3. - P. 1-8

637. Rjadchikov V. G. Aminosäurenzusammensetzung der Sauenmilch und Aminosäurebedarf von Absatzferkeln / V. G. Rjadchikov // Internationales Aminosäuren-Symposium. Teil II Univ. Rostock, Februar. – 1969. - P. 309-313.

638. Rogers Q. R. Significance of tissue pools in the interpretation of changes in plasma amino acid concentrations. Protein Nutrition and Free Amino Acid Patterns. J. VI. Leatham, ed. / Q. R. Rogers, A. E. Harper // Rutgers Univ. Oress. - New Brunswick. New Jersey, 1968. - P. 107-126.

639. Rogers Q. R. The influence of amino acid on the neuroregulation of food intake / Q. R. Rogers, P. M. B. Leung // Federation Proc. - 1973. – V. 32 - P. 1709-1719.

640. Rose W. C. Nutritive significance of the amino acids / W. C. Rose // Physiol. Rev. – 1938. – V. 18. - P. 109-136.

641. Rudolph B. C. Digestibility of nitrogen and amino acids in soybean products for pigs / B. C. Rudolph, L. S. Boggs, D. A. Knabe // J. of Anim. Sci. - 1983. – V. 57, № 2. - P. 373-386.

642. Russek M. Hepatic receptors and neurophysiological mechanisms controlling feeding behavior / M. Russek // Neuro-Sci. – 1971. – V. 4. - P. 213-227.

643. Saha D. C. Analytical recovery of chromium from diet and faeces determined by colorimetry and atomic absorption spectrophotometry / D. C. Saha, R. L. Gilbreath // *Journal of Science of Food and Agriculture*. - 1991. - V. 55. - P.433-446.

644. Said A. K. Response of adult rats to low dietary levels of essential amino acids / A. K. Said, D. M. Hegsted // *J.Nutrition*. - 1970. - V. 100. - P. 1363-1376.

645. Said A. K. Response of adult rats to deficiencies of deficient essential amino acids / A. K. Said, D. M. Hegsted, K. C. Kayes // *Brit.J.Nutr*. - 1974. - V. 31. - P. 47-57.

646. Salmon R. E. True Metabolizable Energy and Total and Available Amino Acids of landle altex and Regent Canola Meals / R. E. Salmon // *Poultry Sc.* - 1984. - V. 63, № 1. - P. 135-137.

647. Salmon W. D. The significance of amino acid imbalance in nutrition / W. D. Salmon // *Am.J.Clin.Nutr*. - 1958. - V. 6. - P. 487-494.

648. Sanahuja J. C. Effect of Dietary amino acid pattern on plasma amino acid pattern and food intake / J. C. Sanahuja, A. E. Harper // *Amer.J.Physiol*. - 1963. - V. 204. - P. 686-690.

649. Sanahuja J.C. Decrease in appetite and biochemical changes in amino acid imbalance in the rat / J. C. Sanahuja, N. E. Rio, M. N. Lede // *J.Nutrition*. - 1968. - V. 86. - P. 424-432.

650. SAS /SAS User's Guide, Version 6.03.SAS / Institute, Cary. - North Carolina, 1991. - 128p.

651. Sauborlich H. E. Studies on the toxicity and antagonism of amino acids for weanling rats / H. E. Sauborlich // *J.Nutrition*. - 1961. - V. 75. - P. 61-72.

652. Sauer W. C. Digestive physiology of the pig / W. C. Sauer // *Less coll. De l'INRA*. - 1982.- №12. - P. 199-204.

653. Sauer W.C. Digestibility of amino acids in swine: results and their practical applications / W. C. Sauer, L. Ozimek // *A review. Livest. Prod. Sci.* - 1986. - V. 15. - P. 367-388.

654. Sauer W.C. Apparent ileal and faecal digestibility of amino acids in barley-based diets supplemented with soya bean meal or canola meal for growing pigs / W. C. Sauer, P. A. Thacker // *Anim. Feed Sc. And Technol.* - 1986. - V.14. - P. 183-192.

655. Sauer W. C. A modified nylon bag technique digestibilities of protein in feed stuffs for pigs / W. C. Sauer, H. Jorgensen, R. Berzins // *Can. J. Anim. Sci.* – 1983.- V. 63. - P. 233-237.

656. Sauer W. C. Amino acid availability and protein quality of canola and rapeseed meal for pigs and rats / W. C. Sauer, R. Cichon, R. Misir. // *J. Anim. Sci.* – 1982. – V. 54. - P. 292-301.

657. Sauer W. C. Factors affecting amino acid availabilities for cereal grains and their components for growing monogastric animals. Ph.D.Dissertation / W. C. Sauer // Univ. of Manitoba, Winnipeg. - Manitoba, Can., 1986. – P. 67.

658. Sauer W. C. Protein and amino acid digestibility in pigs / W. C. Sauer, C. F. M. Lange // In *Modern methods in protein nutrition and metabolism* (ed. S. Nissen), Academic Press, Inc. – NY, 1992. - P. 87-120.

659. Sauer W. C. Apparent and true availabilities of amino acids in wheat and milling by-products for growing pigs / W. C. Sauer, S. C. Stothers, R. J. Parker // *Can. J. Anim. Sci.* – 1977. – V. 57. - P. 775-784.

660. Shelton D. C. Growth of weanling pig on a diet containing ten purified amino acids / D. C. Shelton, W. M. Bieson, E. T. Mertz. // *Aech. Biochem.* – 1950. - V. 29, № 1. - P. 446.

661. Shelton D. C. The quantitative threonine requirement of the suckling pig / D. C. Shelton, W. M. Bieson, E. T. Mertz // *J.Nutr.* - 1951. - P.49.

662. Schimke R. T. Why is there protein turnover? - Protein Metabolism and Nutrition / R. T. Schimke // *Proc 2-nd Intern. Symp. held at Flevehof the Netherlands May 2-6, 1977.* - Wageningen, 1977. - P.15-16.

663. Schneider B. H. The evaluation of feeds Through Digestibility Experiments / B. H. Schneider, W. P. Flatt // *The Univ. of Georgia Press.* – Athens, 1975. – P. 78.

664. Schulz E. Nutritive value of Protein Feed-stuffs from oilseed Crops / E. Schulz, U. Petersen // *World Crops: production, Utilization* . - 1981. – V. 5. - P. 243-262.

665. Schurig J. Über die Konstans der Darmverlustaminosäuren in Abhängigkeit von der Aminosäureuzam-

mensetzung der Ration / J. Schurig, S. Poppe // Arch. Tier. – 1975. – V. 26, № 7-8. - P. 475-482.

666. Schutte J. B. Tryptophan requirement of pigs in the live weight period of 10 to 25 kg. / J. B. Schutte, E. J. Van Weerden, J. de Jong. // ILOB report 1 89-3637. - The Netherlands, 1989. – P. 34.

667. Schutte J. B. Threonine requirement of pigs in the live weight ranges of 10-20 and 20-40 kg. / J. B. Schutte, J. de Jong, D. J. Langhout. // ILOB report No. 1 95-3936. - The Netherlands, 1995. – P. 177.

668. Schutte J. B. Nutritional implications of D-xylose in pigs. / J. B. Schutte, J. de Jong, J. Polziehn R. // British Journal of Nutrition. - 1991. – V. 66. - P.83-93.

669. Schutte J. B. Nutritional implications of L-arabinose in pigs / J. B. Schutte, J. de Jong, E. J. van Weerden // British Journal of Nutrition . - 1992. – V. 68. - P. 195-207.

670. Scisel W. R. Prospective overview to nutrition/metabolism classic / W. R. Scisel // J.Nutr. – 1992. – V. 8. - P. 126-128.

671. Sève B. Measuring ileal basal endogenous losses and digestive utilization of amino acids through ileorectal anastomosis in pigs: ring test between three laboratories: Digestive Physiology of pigs / B. Sève, G. Tran, C. Jondreville // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle. CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium. Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. – Uppsala: Sweden, 2002. - P. 195-197.

672. Shao T. C. A comparison of the effect of dietary fat and carbohydrate on free amino acids in blood plasma of chicks / T. C. Shao, D. C. Hill // Canad. J. Physiol, Pharmacol. - 1967. – V. 45. - P. 225-234.

673. Sharda D. P. Limiting amino acids in low-protein corn-soy bean meal diets for growing-finishing swine / D. P. Sharda, D. C. Mahan, R. T. Wilson // J.Anim., Sci. – 1976. – V. 42. - P. 1175-1181.

674. Shelton D. C. The effect of methionine and cystine on the growth of weanling pigs / D. C. Shelton, W. M. Bieson, E. T. Mertz // J.Anim. Sci. – 1951. – V. 10. - P. 57-63.

675. Shieres A. Apparent metabolizable energy value of canola meals for chickens and turkeys / A. Shieres // 62 Annual feeders day report / Agr. Forestry. Bull. – 1983. - №6. - P. 151-153.

676. Sibbald I. R. The effect of heat on the clearance time, true metabolizable energy and true availability amino acids of raw soybean flakes / I. R. Sibbald // Poultry. Sc. - 1980. – V. 59. – P. 2358-2367.

677. Siddens R.C. Ytterbium acetate as a particulate- phase digesta-flow marker / R. C. Siddens, J. Panadine, D. E. Beaver // Brit. J. of Nutr. - 1985. – V. 54. - P. 509-519.

678. Sidransky H. Chemical pathology of acute amino acid deficiencies. III. Morphologic and biochemical changes in young rats fed valine - or lysine - devoid diets / H. Sidransky, T. Baba // J.Nutrition. – 1960. – V. 70. - P. 463-471.

679. Sidransky H. Chemical pathology of acute amino acid deficiencies. II. Biochemical changes in rats fed threonine - and methionine - devoid Diets / H. Sidransky, E. Farber // Arch. Pathol. – 1958. – V. 66. - P. 135-149.

680. Sidransky H. Chemical pathology of acute amino acid deficiencies. VI. Influence of rat intake on the morphologic and biochemical changes in young rats force-fed a threonine-devoid diet / H. Sidransky, E. Verney // J.Nutrition. – 1964. – V. 82. - P. 269-276.

681. Sidransky H. Chemical pathology of acute amino acid deficiencies. VII. Morphological and biochemical changes in young rats force-fed arginine, - liucine, - isoleucine, - or phenylalanine-devoid diets / H. Sidransky, E. Verney // Arch. Pathol. – 1964. – V. 78. - P. 134-140.

682. Sigimura T. Quantitative nutritional studies with water-soluble chemically defined diets. VIII. The forced feeding of each lacking in one essential amino acid / T. Sigimura, S. M. Bienbaum, M. Winitz // Ach. Biochem. Biophys. – 1959. – V. 81. - . 448-458.

683. Simon O. Investigation on the pancreatic and stomach secretion in pigs by means of continuous infusion of ¹⁴C- aminoacids / O. Simon, T. Zerbrowska, H. Bergner // Arch. Tier. - 1983. – V. 33, № 1. - P. 9-22.

684. Skiba F. Callu Effects of Heat Treatment or Pelleting on the nutritional value of a cereal-based diet for piglets: Digestive

Physiology of pigs / F. Skiba Callu, D. Guillou // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium.- Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. – Uppsala: Sweden, 2002. - P. 189-191.

685. Skilton G. A. Determination of Endogenous Amino Acid Flow at the Terminal Ileum of the rat / G. A. Skilton, Paul J. Moughan, William C. Smith // *J. Sci. Food Agric.* – 1988. – V. 44. - P. 227-235.

686. Slinger S. Rapeseed meal for poultry / S. Slinger // *Proceed. Nut. Conf. Feed Man. Toronto.* – 1979. - P. 133-147.

687. Slominski B. A. Non-starch polysaccharides of canola meal: quantification, digestibility in poultry and potential benefit of dietary enzyme supplementation / B. A. Slominski, L. D. Campbell // *Journal of Science of Food and Agriculture.* - 1990. – V. 53. - P. 175-184.

688. Smith R. E. Use of free amino acid concentrations in blood plasma in evaluating the amino acid adequacy of intact proteins for chick growth. II. Free amino acid pattern of blood plasma of chicks fed sesame and raw / R. E. Smith, H. M. Scott // *J.Nutrition.* - 1965. – V. 86. - P. 45-50.

689. Snedecor, G. W. *Statistical Methods.* 5th edn / G. W. Snedecor // Iowa State University Press. - Ames. IA., 1956. – P. 168.

690. Soest P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous materials. IV. Determination of plant cell wall constituents / P. J. Soest, R. H. Wine // *J.Assoc. Off. Anal. Chem.* – 1967. - V. 50. – P. 50-55.

691. Soldevila M. The influence of L-lisine and DL-methionine supplementation of barley-soybean meal diets upon rate and efficiency of grain and upon nitrogen retention of growing swine / M. Soldevila, R. Meade // *J.Anim.Sci.* – 1964. – V. 23, № 2. - P. 397-403.

692. Souffrant W. B. Untersuchungen sur Stickstoff – und Aminosäurenresorption in Dünndärm von wachsenden Schweinen / W. B. Souffrant, B. Schumann, R. Matkowitz // *Arch. Tier.* - 1985. – V. 35, № 11. - P. 781-789.

693. Southern L. L. Chemical pathology of acute amino acid deficiencies / L. L. Southern, D. H. Baker // *Can.J. Anim. Sc.* - 1984. - V. 64. - P. 1067-1069.

694. Sower J. E. Effect of protein level on the threonine requirement of the pig / J. E. Sower, R. J. Meade // *J. Anim. Sci.* - 1972. - V. 35. - P. 224-225 (fbstr.).

695. Spiekers H., Reduction of N-excretion of piglets and fattening pigs by feeding synthetic amino acids / H. Spiekers, K. H. Grunewald, C. Seiwert // *Agribiological Research Zeitschrift fur Agrarbiologie Agrikulturchemie Okologie.* - 1991. - V. 44. - P. 235-246.

696. Spolter P. D. Leucine-isoleucine-valine antagonism in the rat / P.D. Spolter, A. E. Harher // *Am. J. Physiol.* - 1961. - V. 200. - P. 513-518.

697. Staples C. R. Effect of intake of a Mixed Diet by Dairy steers on Digestion Events / C. R. Staples, R. L. Fernando, G. C. Fahey // *J. Dairy Sc.* - 1984. - V. 67. - P. 995-1006.

698. Stein H. H. The effect of feeding level and physiological status on total flow and amino acid composition of endogenous protein at the distal ileum in swine / H. H. Stein, N. L. Trotter, C. Bel-laver // *J. Anim. Sci.* - 1999. - V. 77. - P. 1180-1187.

699. Stockland W. L. Meat and bone meals as sources of amino acid for growing swine: use of reference diet to predict amino acid adequacy by plasma levels / W. L. Stockland, R. J. Meade, J. W. Nordstrom. // *J. An. Sci.* - 1970. - V. 31. - P. 1142-1155.

700. Sugahara M. Effect of ambient temperature and dietary amino acid on carcass fat deposition in rats / M. Sugahara, D. H. Baker, B.G. Harman // *J. Natrition.* - 1969. - V. 98. - P. 344-350.

701. Sugimure K. Effects of severed amino acid difiesite on free amino acid concentration in the organs of rat / K. Sugimure, X. Tashima // *J. Toxyo Nutr.* - 1933. - V. 3. - P. 371-376.

702. Summers D. J. Comparison of Apparent Amino Acid Digestibilities in anesthetized versus Sacrificied Chickens using Diets containing Soybean meal and Canola meal / D. J. Summers, A. R. Robblee // *Poultry Sci.* - 1985. - V. 64, № 5. - P. 536-541.

703. Swenseid M. E. Effect of negative nitrogen balance on plasma amino acids / M. E. Swenseid, B. W. Friedrich, S. G. Tuttle // Federation Proc. – 1961. – V. 20, part 1. - P. 8 (abstr.).

704. Swenseid M. E. Ratios of essential-to-nonessential amino acids in plasma from rats fed different kinds and amounts of proteins and amino acids / M. E. Swenseid, J. Villalobos, B. Friedrich // J.Nutrition. – 1963. – V. 80. - P. 99-102.

705. Tanksley T. D. Researchers outline aminoacid digestibilities of some high-protein feedstuffs and use in swine diet formulations / T. D. Tanksley, D. A. Knabe // Feedstuffs.- 27 des. – 1982. - V. 54. - P. 28-31.

706. Tanksley T. D. Ileal digestibilities of amino acids in pig feeds and their use in formulating diets / T. D. Tanksley Jr., D.A. Knabe // Haresign and D. J. A. Cole (Editors). Recent Advances in Animal Nutrition. – Butterworths; London, 1984. - P. 75-95.

707. Tanksley T. D. Apparent digestibility of amino acids and nitrogen in three cotton-seed meals and one soybean meal / T. D. Tanksley Jr., D. A. Knabe, K. Purser // J. Anim. Sci. - 1981. – V. 52. - P. 769-777.

708. Tanksley T. D. Ileal digestibility's of amino-acids in pig feeds and their use in formulating diets / T. D. Tanksley, D. A. Knabe // Proc. Of the VI Int. Symp. On amino acids: Polish. Sc. Publ. - 1984. - P. 98-102.

709. Tasaki J. Effect of dietary protein level on plasma-free amino acids in the chicken / J. Tasaki, T. Ohno // J.Nutrition. – 1971. – V. 101, №9. - P. 1225-1232.

710. Taverner M. R. Availability to pigs of amino acids in cereal grains / M. R. Taverner, D. J. Farrel // Br. J. Nutr. – 1981. – V. 46. - P. 181-192.

711. Taverner M. R. Availability to pigs of amino acids in cereal grains. 1. Endogenous levels of amino acids in ileal digesta and faeces of pigs given cereal diets / M. R. Taverner, I. D. Hume, D. J. Farrell // Br. J. Nutr. – 1981. – V. 46. - P. 149-158.

712. Taverner M. R. The effects of protected dietary enzymes on nutrient absorption in pigs / M. R. Taverner, R. G. Campbell // Proceedings of the fourth international symposium on digestive physiology in pigs. – Jablonna: Poland, 1988. - P. 357-359.

713. Taylor A. Effect of negative nitrogen balance on plasma amino acids / A. Taylor // Proc.Brit. Soc.Anim. Prod. - 1974. – V. 3. - P. 111.

714. Taylor A. J. Amino acid requirements of growing pigs: Threonine / A. J. Taylor, J. A. Cole , D. Lewis // Anim. Prod. – 1982. – V.34. - P. 1.

715. Tews Jean K. Induction in rats of lysine imbalance by dietary Homoarginine / K . Jean Tews, A. E. Harper // J. Nutr.. - 1986 . – V. 116. - P. 1910-1921.

716. Thomas K. Über die biologische Wirrtig keit der sticstoff - Substanzen in verschiedenen Nahrungsmitteln / K. Thomas // Arch. Anat. Physiol.. – 1909. – V. 25. - P. 219-235.

717. Torrallardona D. Apparent ileal digestibility of protein and amino acids in wheat supplemented with enzymes for growing pigs / D. Torrallardona, J. E. Nielsen, J. Brufau // Digestive Physiology of pigs . Edited by J. E. Lindberg and B. Ogle. CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium / Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science. - Uppsala: Sweden, 2002. - P. 184-186.

718. Torrallardona D. Apparent ileal digestibility of protein and amino acids in digestible energy in barley supplemented with enzymes for growing pigs / D. Torrallardona, J. E. Nielsen, J. Brufau // Digestive Physiology of pigs // Edited by J.E. Lindberg and B. Ogle. CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium / Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science Uppsala Sweden, 2002. - P. 187-189.

719. Twombly J., Meyer J.H. Endogenous nitrogen secretion in the digestive tract / J. Twombly, J. H. Meyer // J. Nutr. – 1961.- V. 74. - P. 453-461.

720. Typpo J. T. Influence of time of fast on the concentrations of free amino acids in plasma and total amino acids in liver protein of young swine / J. T. Typpo, R. J. Meade, J. W. Nordstrom // J. Anim. Aci.. – 1970. – V. 31. - P. 885.

721. Uden P. Investigation of Chromium, Cerium, and Cobalt as Markers in Digesta. Rate of Passage studies / P. Uden, P. E. Colucci, P. J. Van Soest // J. of the Sc. Of Food and Agric. - 1980. – V. 31,№ 7. - P. 625.

722. Ugolev A .M. Hydrolysis of dipeptides in cell of the small intestine / A. M. Ugolev, R. I. Kooshuck // *Nature*. – 1966. - V. 212, № 5064. - P. 859-860.

723. Ullrey I. E. Methionine hidroxy analogue or DL-metionine supplements for larly-weaned pigs / I. E. Ullrey, J. G. Bradbury, E. R. Miller // *J. Anim. Sci.* - 1967. – V. 26. - P. 1476 (abstr.).

724. Usry, J. L. FCR is minimized at a THR:LYS ratio of 64% for 25-50 lb pigs fed a corn. soybean meal diet / J. L. Usry // *Swine Research Report*. - 1999.

725. Usry, J. L. Performance of 25-60 lb pigs is optimized at 58% true ileal digestible (TID) M+C: lysine / J. L. Usry // *Swine Research Report*. - 2000.

726. Vamashita K. Effect of excessive levels of lysine and threonine on the metabolism of these amino acids in rats / K. Vamashita, K. Ashida // *J. Nutrition*. – 1971. – V. 101. - P. 1607-1614.

727. Vamashita K. Lysine metabolism in rats fed lysine - free diet / K. Vamashita, K. Ashida // *J. Nutrition*. – 1969. – V. 99. - P. 267-273.

728. Vandergrift W. L. Digestibility of nutrients in raw and heated soybeans for pig / W. L. Vandergrift, D. A. Knabe, T. D. Tanksley // *J. of Am. Sc.* – 1983. – V. 56, 57. - P. 1215-1224.

729. Volf P. Estimation of optimum lysine and threonine levels in low-protein diets for weaned piglets / P. Volf, J. Heger, P. Lindner // *Biopharm.* – 1991. – V. 1. - P. 191-198.

730. Vong V. R. The role of skeletal and cardiac muscle in the regulation of protein metabolism / V. R. Vong // *Mammalian Protein Metabolism* H.N.Munro, ed / *Acad. Press*. - New York, 1970. - V. 4 - P. 585-674.

731. Voshida A. Effect of amino acid imbalance on the fate of the limiting amino acid / A. Voshida, M. B. Leung, R. Q. Rogers // *J.Nutr.* – 1966. – V. 89. - P. 80.

732. Wahlstrom R. C. Lisine supplementation of Barley-Soybean Meal Diets for Growing Pigs / R. C Wahlstrom, R. C. Thaler, B.S. Borg // *Annual Swine Day*. - 1984. - P. 25-27.

733. Waibel P. E. Methionine and lysine in rations for turkey poults under sci., various dietary condition / P. E. Waibel // Poultry. – 1959. – V. 38, № 3. - P. 712-721.

734. Wakita M. Factors affecting the accumulation of amino acid by the chick intestine / M. Wakita, S. Hoshino, K. Moromoto // Poult. Sci. – 1970. - V. 49. - P. 1046-1050.

735. Walker W.R. Ileal cannulation in baby pigs with a Simple T-Cannula / W. R. Walker, G. L. Morgan, C. V. Maxwell // J. Anim. Sc. – 1986. – V. 62, № 2. - P. 407-411.

736. Wang T. C. An optimal dietary amino acid pattern for growing pigs / T. C. Wang, M. F. Fuller // Anim. Prod. – 1987. – V. 44. - P. 476.

737. Wang T.C. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs.. Experiments by amino acid deletion / T. C Wang, M. F. Fuller // J. Anim. Sci. – 1989. – V. 62, № 1. - P. 77-89.

738. Warnants N. Study of the optimum ideal protein level for weaned piglet / N. Warnants , M. J. Van Oeckel, M. De Paepe. // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. - 2001. – V. 85. - P. 1-13.

739. Waterlow J. C. Effect of protein depletion on the distribution of protein synthesis / J. C Waterlow. // Nature. – 1959. – V. 84. – P. 1875.

740. Waterlow J. C. The effect of low protein diets on the turnover rates of serum, liver and muscle proteins in the rat, measured by continuous infusion of L-(¹⁴C) lysine / J. C Waterlow, J. M. L Stephen // Clinical Sci. – 1968. – V. 35. - P. 287-305.

741. Wenk C. Interactions between a phytase and a carbohydrase in a pig diet. In Enzymes in animal nutrition (ed. C. Wenk and M. Boessinger) / C. Wenk, E. Weiss, G. Bee. - ETH, Zürich, Switzerland, 1993. - P. 160-164

742. Wergedal J. E. Metabolic adaptations in higher animals. Effect of high protein intake on amino nitrogen catabolism in vivo / J. E. Wergedal, A.E. Harper // J. Biol. Chem.. – 1964. – V. 239, № 9. - P. 1156-1161.

743. Weisemuller W. Physiological basis of the protein requirements of pigs. Critical analysis of allowances. / W. Weisemuller // Metabolism et nutrition azote. Intern. Symp. Prot. Metab.Nutr., INRA. - Paris, 1983. - V. 1, № 4. - P. 405-431.

744. Wiesemüller W. W. Physiological basis of the protein requirements of pigs. Critical analysis of allowances / W. W. Wiesemüller // IV Int. Symp. Protein metabolism and nutrition. Clermont Ferrand. - 1983. - P.405-431.

745. Williams H. H. Estimation of growth requirements for amino acids by assay of the carcass / H. H. Williams, L. W. Curtin, J. Abraham // J. Biol. Chem. – 1954. – V. 208, № 1. - P. 277.

746. Wiseman G. Preferential transference of amino acids from aminoacids mixtures by sacs of everted small intestine of the golden hamster / G. Wiseman // J. Physiol. - 1955. - V. 127. - P. 414-422.

747. Woodham A. A. The nutritive value of mixed protein / A. A. Woodham // Nutr. Improv. Food and Feed Proteins. Proc. Symp. Chicago, III, 1977. - New York-London, 1978. - P. 305-378.

748. Woodham A. A. Cerels as protein sources / A. A. Woodham // Proc. Nutr. Soc. – 1977. – V. 36. – P. 134-142.

749. Wright K. N. Soybean meal processing and quality control / K. N. Wright // J. Amer. Oil Chem. Soc. - 1981. – V. 58. - P. 249-298.

750. Wrong O. M. The large intestine, M.T.P. press limited, O. M. Wrong, C. J. Chadwick. – Lancaster: England, 1981. – 217 p.

751. Yin Y.L. Methodological aspects of in vivo measurement of ileal amino acid digestibility in pigs – a review/Y. L. Yin// McCracken, Asian-Australasian Journal of Animal Science. – 1996. – V. 9. - P. 495-502.

752. Yin Y. L. Effect of Enzyme Supplementation of Different Quality Hulless Barley on Apparent (Ileal and Overall) Digestibility of Nutrients in Young Pigs :digestive Physiology of pigs / Y. L. Yin, S. K. Baidoo, K. Y. G. Liu. // Edited by J. E. Lindberg and B. Ogle.- CABI Publishing Proceedings of the 8-th Symposium / Department of Animal Nutrition and Management Swedish University of Agricultural Science . – Uppsala: Sweden, 2002. - P. 145-147.

753. Yin Y. L. Studies on cannulation method and alternative indigestible markers and the effect of food enzyme supplementation in barley-based diets on ileal and overall digestibility in growing pigs. / Y. L. Yin, J. D. G. McEvoy, H. Schulze // Animal Science. - 2000. –V. 70. - P. 63-72.

754. Yongqing Hou. Zhongguo xumu zazhi / Hou Yongqing. // Chin.J.Anim.Sci. – 1996. – V. 32, № 6. – P. 8-11

755. Yoshida M. A new procedure for the determination of chromic oxide with potassium phosphate reagent / M. Yoshida, K. Kosaka, S. Horii // Jpn. Poult. Sci. – 1967. - V. 4. - P. 24-29.

756. Zebrowska T. Protein digestion and absorption in the stomach and the small intestine of pigs / T. Zebrowska, L. Burachewska // Rocz. Nauk. Roln. – 1972. – V. 94, № 1. - P. 91-95.

757. Zebrowska T. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs / T. Zebrowska // Rocz. Nauk. Roln. - 1973. – V. 95, № 3. - P. 85-90.

758. Zebrowska T. Wpływ poziomu białka w diecie na przebieg trawienia w jelicie cienkim awin 1. Ilosci sklad tresci / T. Zebrowska // Rocz. Nauk Roln. - 1973. – V. 96, № 1. SB- Zootech. - P. 115-133.

759. Zebrowska T. Protein digestion and absorption in the stomach and the small intestine of pigs / T. Zebrowska // A. G. Low, I. G. Partridge (Editors), Current Concepts of Digestion and Absorption in Pigs. / National Institute for Research in Dairying. – Reading, 1979. - P. 52-62.

760. Zebrowska T. The influence of differently processed soybean meals on the endocrine pancreatic secretion of growing pigs / T. Zebrowska, T. D. Tanksley, D. A. Knabe // Proc. Of the 3-th Int. Semin. On Digestive Physiology in the Pig / Rep-from the National Institute of Animal Sc. Denmark, Copenhagen 16-th – 18-th May. - 1985. - P. 149-151.

761. Zebrowska T. Nitrogen digestion in the large intestine / T. Zebrowska // 2-th Seminaire internat. / Less. Colloques de l'INRA, 27-29 oct. - 1982. - P. 225-236.

762. Zebrowska T. Osnaczenie strawnosci aminokwasow w paszach dla swin / T. Zebrowska // Postepy nauk rolniczych. - 1984. – V. 31, № 1. - P. 121-137.

763. Zebrowska T. The apparent digestibility of nitrogen and individual amino acids in the large intestine of pigs / T. Zebrowska // Rocz. Nauk. Roln. - 1975. – V. 97, № 1. - P. 117-123.

764. Zebrowska T. The course of digestion of different food proteins in the rat. Fractionation of the nitrogen in intestinal contents / T. Zebrowska // *Br. Nutr.* – 1968.- V. 22, № 3. - P. 483-491.

765. Zebrowska T. Wpływ poziomu białka w diecie na przebieg trawienia w jelicie cienkim swin / T. Zebrowska, L. Buraczewska // *Roczniki nauk Roln.*- 1972. – V. 94, № 1. - P. 97-109.

766. Zebrowska T. Digestion and absorption in the small intestine of pigs.1. Digestion and absorption of dry matter and nitrogen / T. Zebrowska, L. Buraczewska, S. Buraczewski // *Rocz. Nauk Roln.* - 1975. – V. 96, № 3. - P. 79-90.

767. Zebrowska T. Influence of crude fiber on apparent digestibility of nitrogen and amino acids in growing pigs / T. Zebrowska, L. Buraczewska, H. Zebrowska // *Intern, Symp. On amino acids.* - 1984. - P. 142-146.

768. Zebrowska T. Investigation on the amino acids secretion and absorption in the stomach of the growing pig / T. Zebrowska, O. Simon, R. Münchmeyer // *Arch. Tier.* – 1982. – V. 32, № 10,11. - P. 703-710.

769. Zebrowska T. Flow of endogenous and exogenous nitrogen and amino acids / T. Zebrowska, O. Simon, R. Münchmeyer // *Arch. Tierer.* - 1982.- V. 32, № 10, 11. - P. 431-444.

770. Zimmerman R. A. Interrelationship of plasma amino acid levels and weight gain in the chick as influenced by suboptimal and dietary concentration of single amino acid / R. A Zimmerman, H. M. Scott // *J.Nutrition.* – 1965. – V. 87. - P. 13-18.

771. Zimmerman D. E. Tryptophan requirement of the 5-12 kg pigs with semi-practical pig starters / D. E Zimmerman // *J. Anim. Sci.* - 1975. – V. 40. - P. 875-879.

16. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Истинная илеальная переваримость протеина и доступность аминокислот зерна злаков по ОПХ «Ладожское», урожая 1989-1990 гг., % (M±m)

Аминокислоты	Ячмень	Пшеница	Овёс	Кукуруза
Лизин	82,5±1,5	93,2±1,0	68,9±2,4	61,2±2,0
Треонин	85,6±1,8	84,2±0,5	69,1±1,0	53,4±1,7
Метионин + цистин	78,8±1,2	87,6±0,9	86,9±2,2	75,0±0,3
Изолейцин	85,3±2,0	87,0±0,2	71,7±1,1	67,8±2,7
Триптофан	75,5±0,9	66,2±1,2	60,8±0,7	65,9±1,7
Протеин (N*6.25)	84,0±0,2	82,5±2,1	75,2±0,1	66,6±0,6

Приложение 2

Истинная илеальная доступность лизина побочных продуктов производства растительных масел

Соя		шрот		Соя		шрот		Соя		шрот							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Наименование культуры	Продукт	Хозяйство или производитель	Особенности переработки	Сорт	Активность ингиб. протеаз (ТИА, мг/кг)	Сырого протеина	Лизина	Сырой протеин	Доступность, %	Сырой протеин	Доступность, %						
Краснодарский МЖК	ООО «Асоя», Брюховецкая	Усть-Лабинский МЭЗ	холод. экстр.	Быстрица Юг-30, Лань, Веста	Ходсон	Хэмптон	холод. экстр.	холод. экстр.	7,0	11,2	18,0	11,7	83,6	88,5	87,0	49,0	
холод. экстр.	холод. экстр.	холод. экстр.	холод. экстр.	б/с	7,0	83,6	86,5	40,2	83,6	86,5	40,2	83,6	86,5	40,2	83,6	86,5	40,2

Продолжение приложения 2

Рапс		Наименование культуры	
жмых		Продукт	
1	2	3	4
ООО «Юг-Полимер», Ново-Титаровская	ОПХ «Ладожское» Усть-Лабинского р-на	Арма-вирский МЖК	Хозяйство или производитель
холодн. отжим	горячий отжим	холод. экстр.	Особенности переработки
б/с	б/с	б/с	Сорт
10,0	6,0	7,5	Активность ингиб. протеаз (ТИА, мг/кг)
83,0	85,0	85,0	Сырого протеина
81,0	87,4	85,5	Доступность, %
41,5	41,8	40,5	Лизина
		40,0	Сырой протеин

Продолжение приложения 2

Подсолнечник		Рапс	1	Наименование культуры
шрот		жмых	2	Продукт
СПК «Красная звезда», Динской р-н	Абинский МЖЦ	ККЗ «Южная корона», Брюховицкий р-н	3	Хозяйство или производитель
холод. экстр.	холод. экстр.	холод. экстр.	4	Особенности переработки
б/с	б/с	б/с	5	Сорт
		малоэруковый и малогликозино-латный сорт	6	Активность ингиб. протеаз (ТИА, мг/кг)
89,0	78,5	92,0	7	Сырого протеина
91,5	78,0	91,0	8	Лизина
40,0	34,7	36,8	9	Сырой протеин
				Доступность, %

Продолжение приложения 2

Подсолнечник		Подсолнечник	Подсолнечник	1	Наименование культуры
жмых		жмых	жмых	2	Продукт
ККЦ СПК «Дружба» Калинин-ского р-на	ООО «Юг-Полимер», Ново-Титаровская	ККЗ «Южная корона», Брюховецкий р-н	ГУП ОПХ «Рассвет», Краснодар	3	Хозяйство или производитель
Горяч. отжим	не известны	не известны	не известны	4	Особенности переработки
				5	Сорт
				6	Активность ингиб. протеаз (ТИА, мг/кг)
76,0	78,0	85,0	87,0	7	Сырого протеина
85,0	83,0	90,0	80,1	8	Лизина
38,5	39,0	40,0	39,8	9	Сырой протеин

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Авторы: Головки Елена Николаевна д. б. н.
Рядчиков Виктор Георгиевич д. б. н., профессор,
академик РАН
Забашта Николай Николаевич д. с.-х. н.

Адрес редакции и издательства
350055, Г.Краснодар, пос. Знаменский,
ул. Первомайская, д. 4, СКНИИЖ
т/ф (861) 260-87-72; 260-90-20

Сдано в набор 05.09.14 г. Подписано в печать 16.09.2014 г.
Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. п.л. 18,75

Тираж 500

Отпечатано ИП Тимонова И.В.
г. Краснодар, ул. Ращпилевская.142а