

ПОВЫШЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Введение. Для увеличения производства продуктов питания, в том числе с белком животного происхождения, необходимо использовать всё больше растительных белков. В структуре необходимых для животноводства Беларуси кормов 45 % занимают концентрированные корма, среди которых основную массу составляют злаковые зерновые.

Доля зернобобовых в структуре зернофуража, производимого в сельхозпредприятиях Беларуси, неоправданно мала и они не могут обеспечить необходимый уровень содержания протеина и незаменимых аминокислот в комбикормах. Увеличение производства семян рапса и продуктов их переработки (жмыхов и шротов) из-за ограниченный их ввода в состав комбикормов не может полностью решить проблему обеспечения животноводства республики высокобелковыми концентрированными кормами.

Последние достижения в области биохимии кормов и физиологии питания животных, особенно моногастричных, показывают, что проблему кормового протеина следует считать в большей мере проблемой обеспеченности животных незаменимыми и заменимыми аминокислотами. Идеальный кормовой протеин должен содержать точное соотношение незаменимых аминокислот, необходимых для поддержания жизни и производства продукции. Применение концепции идеального протеина становится всё более важным условием для разработки высокоэффективных рецептов комбикормов, удовлетворяющих реальную потребность свиней в незаменимых и заменимых аминокислотах. Балансирование рационов по незаменимым аминокислотам в рамках концепции идеального протеина позволяет значительно увеличить продуктивность свиней, улучшить качество свинины, сократить расход кормов и повысить доходность свиноводства [1, 2].

Заменимые аминокислоты в процессе обмена веществ могут образовываться из незаменимых аминокислот. Но они также необходимы, как и незаменимые, для синтеза белков организма животных. Оптимальным соотношением суммы незаменимых аминокислот к сумме заменимых является 1:1,22, то есть потребность свиней в заменимых аминокислотах выше, чем в незаменимых [3].

Зерно злаковых культур содержит недостаточное количество протеина и с несбалансированным составом входящих в него незаменимых аминокислот. Ведутся постоянные поиски способов повышения

содержания протеина и аминокислот в зерне злаковых культур. Селекционерами выведены сорта кукурузы с высоким содержанием лизина [4]. Однако существенное снижение урожайности зерна высоколизиновых сортов кукурузы тормозит их широкое внедрение в производство.

Одним из приёмов повышения протеиновой и аминокислотной питательности зерна ячменя, ржи, пшеницы является использование повышенных доз азотных удобрений при их выращивании.

Применение высоких доз азотных удобрений позволило повысить содержание протеина в зерне ячменя с 11,5 до 14 %. При этом доля небелкового азота оставалась на прежнем уровне, а содержание заменимых и незаменимых аминокислот, соответственно, увеличилось [5, 6].

В настоящее время в практике приготовления кормов для свиней широко используются различные способы подготовки и переработки зерна с целью повышения его переваримости и питательной ценности. Применение влаготепловой обработки зерна позволяет провести декстринизацию крахмала, инактивировать ингибиторы пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта животных, нейтрализовать некоторые токсические вещества, вредные микроорганизмы [7]. Однако эти методы не решают проблему повышения содержания незаменимых аминокислот и витаминов в зерне злаковых культур, следовательно, и проблему полноценности протеинового и витаминного комплекса.

Одним из методов повышения аминокислотной и витаминной питательности злакового зерна является его проращивание. При проращивании зерна его химический состав сильно изменяется. Образуются так называемые ростовые вещества, специфические для каждого вида растений и имеющие очень большую биологическую силу. В зерне из запасных питательных веществ под влиянием его собственных ферментов в период начального роста зародыша происходит интенсивный синтез необходимых незаменимых аминокислот, разложение полисахаридов до моносахаров, жиров до жирных кислот, значительно увеличивается содержание всех витаминов [8, 9].

При проращивании зерна в нём преобразуется и клетчатка, грубая целлюлоза гидролизуется до мелких составляющих (например, пектинов), такая преобразованная клетчатка лучше усваивается организмом. Следовательно, пророщенное зерно является источником легкоусвояемых углеводов, аминокислот, витаминов для кормления животных [8, 10].

Группой учёных Кубанского аграрного университета в результате исследований по проращиванию зерна в растворе карбамида установлена возможность значительного обогащения зрелого, жизнеспособного зерна азотистыми веществами (протеином, аминокислотами) путём

управляемого преобразования биохимических процессов прорастания семени в систему повторного ферментативного синтеза всех аминокислот, в том числе и незаменимых. Опытами доказана возможность увеличения, с помощью биотехнологии, содержания незаменимых аминокислот в зерне кукурузы до уровня, соответствующего такой зерновой культуре, как горох. Содержание протеина увеличилось на 140, а сумма 15 аминокислот – на 119 %, в том числе незаменимых – на 129 %. Такая закономерность наблюдалась и по другим культурам [8].

В Одесском технологическом институте пищевой промышленности (1999 г) проводили опыты по проращиванию зерна ячменя в 0,1%-ном растворе едкого натра. Было установлено, что на 5-е сутки проращивания при $t=18\text{ }^{\circ}\text{C}$ доля солерастворимой фракции протеина возрастает в 4,5 раза, концентрация незаменимых аминокислот – в 1,4 раза. Ещё более существенно меняется состав углеводов, крахмал на 50 % превращается в декстрины, более чем в 3,5 раза увеличивается содержание сахара, повышается концентрация гидролитических ферментов – амилаз – в 6,5, протеаз – 2,9 раза, что способствуют повышению переваримости питательных веществ корма [9]. Сравнительное изучение динамики живой массы и среднесуточного прироста ягнят в молочный период выращивания при скармливании пророщенного зерна в составе концентратной подкормки с 3-недельного до 3-месячного возраста показало, что в опытной группе результаты были на 27,9 % выше, чем в контроле [11]. Таким образом, увеличение содержания низкомолекулярных органических соединений и биологически активных веществ в пророщенном зерне положительно сказывается на его кормовой ценности.

В связи с тем, что технологии получения пророщенного зерна, описанные в доступной литературе, существенно различаются, была поставлена цель – разработать технологические параметры получения БМКЗ (биохимически модифицированного кормового зерна) применительно к условиям существующего производства пищевого солода, определить его питательность и дать зоотехническую оценку.

Материал и методика исследований. Для решения поставленных задач в условиях лаборатории кормления свиней РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» была проведена серия лабораторных опытов по разработке технологии получения биохимически модифицированного кормового зерна тритикале. Изучалось влияние на биохимический состав проращиваемого зерна различных факторов: химического состава замачивающего раствора, температуры и продолжительности замачивания и проращивания, режимов сушки.

В ходе опытов проводился контроль за степенью поглощения вла-

ги, наклёвом и прорастанием зерна. Отбирались и анализировались средние пробы зерна на разных стадиях прорастания (2-6 суток). Отбираемые образцы исследовались на содержание сухого вещества, азота, жира, клетчатки, золы, кальция, фосфора, аминокислот, витаминов группы В. При разработке параметров сушки изучалась сохранность витаминов В₁ и В₂ в зависимости от температуры теплоносителя.

При разработке состава замачивающего раствора в качестве исходного был взят рецепт рабочего раствора, рекомендованный для исследований питания растений в искусственной беспочвенной среде [12]. Рецепт был дополнен йодом и селеном в количестве, обеспечивающем их соотношение с другими микроэлементами, в соответствии с нормами потребности молодняка свиней. Для повышения биологической ценности растворов были изучены варианты с различным уровнем содержания азота: вариант I – с увеличенным в 2 раза, вариант II – с увеличенным в 3 раза содержанием азота (таблица 1).

Таблица 1 – Состав питательных растворов

Ингредиенты	Варианты		
	контроль	I	II
Вода, л	1,00	1,00	1,00
Азот, мг	120,05	240,10	360,15
Фосфор, мг	60,00	60,00	60,00
Калий, мг	148,9	148,9	148,90
Кальций, мг	206,7	206,70	206,70
Магний, мг	70,9	70,9	70,9
Натрий, мг	0,022	0,022	0,022
Сера, мг	139,71	139,71	139,71
Железо, мг	8,08	8,08	8,08
Медь, мг	0,043	0,043	0,043
Цинк, мг	0,10	0,10	0,10
Марганец, мг	0,60	0,60	0,60
Кобальт, мг	0,02	0,02	0,02
Йод, мг	0,018	0,018	0,018
Молибден, мг	0,03	0,03	0,03
Бор, мг	0,50	0,50	0,50
Селен, мг	0,014	0,014	0,014

Для изучения кормовых достоинств БМКЗ тритикале проведён научно-хозяйственный опыт в условиях ЗАО «Хотюхово» Крупского района Минской области на откармливаемом молодняке свиней. В условиях солодового цеха ОАО «Минский дрожжевой комбинат» по технологии данного предприятия с использованием раствора для замачи-

вания зерна варианта № 2 была выработана опытная партия БМКЗ тритикале в количестве 1000 кг. Зерно тритикале имело всхожесть 92 %.

Опыт с включением БМКЗ тритикале проводился по нижеследующей схеме (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опыта с БМКЗ тритикале

Группа	Количество голов	Особенности кормления
I контрольная	33	Основной рацион (ОР) комбикорм СК-26Б
II опытная	33	ОР с 20 % БМКЗ тритикале

Отбор молодняка в группы осуществляли методом пар-аналогов с учётом происхождения, возраста, живой массы. Всего для проведения опыта использовалось 66 голов молодняка свиней со средней живой массой 41,6 кг. Продолжительность опыта составила 55 дней. Поросята контрольной группы получали стандартный комбикорм СК-26Б. Особенностью кормления свиней опытной группы явилась замена 20% зерна тритикале на адекватное количество биохимически модифицированного зерна этой культуры.

Условия содержания животных обеих групп были одинаковые, т. е. животные находились в одном помещении, в котором установлено оборудование, позволяющее осуществлять ежедневный контроль выдаваемых кормов по каждой группе в отдельности. Комбикорма, предварительно затаренные в мешки, доставлялись в помещение заранее и, по мере поедания животными, засыпались в кормушки вручную.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Первым этапом технологии проращивания зерна, который в значительной степени определяет его качество, является предварительное замачивание. В основу методики замачивания зерна был положен воздушно-водяной способ, используемый для производства солода. Он базируется на том, что клеточные оболочки зерна, протоплазма и запасные вещества, находящиеся в ней и представляющие собой обезвоженные коллоидные студни, с большой силой притягивают к себе влагу. Исследованиями установлено, что степень поглощения влаги зерном, прежде всего, зависит от температуры замачиваемого раствора, с повышением температуры воды повышается набухаемость белков, крахмала и клетчатки, а также возрастает скорость диффузии воды вследствие понижения её вязкости. Процесс замачивания проводили при трёх температурных режимах: 10-12 °С, 14-15 °С и 17-20 °С. Установлено, что при замачивании зерна в растворе при температуре 18 °С насыщение зерна влагой до 44 % достигается в два раза быстрее, чем при температуре раствора 10-12 °С.

Исследования аминокислотного состава проращиваемого зерна показали, что максимальный синтез незаменимых аминокислот приходится на 3-и сутки замачивания и проращивания (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание аминокислот в зерне тритикале в зависимости от продолжительности проращивания

Зерно	Сутки проращ.	Содержится г/кг натурального корма									
		лизин	гистидин	аргинин	треонин	аланин	валин	метионин	изолейцин	лейцин	фенилаланин
Тритикале исх. зерна	-	4,6	3,4	8,3	4,6	7,3	7,0	2,5	7,0	10,3	8,0
Тритикале про-рощ.	2	6,0	4,5	10,6	6,1	9,9	9,0	3,2	9,0	14,4	10,5
Тритикале про-рощ.	6	5,8	4,3	10,5	5,9	9,8	8,9	3,1	8,8	14,1	10,3

С ростом зародышевого корня и листа в семени при проращивании усиливается дыхание и возникают новые структуры и ткани, в том числе и целлюлоза. Увеличение затрат углеводов в процессе дыхания при проращивании на 5-6-е сутки на 15 %, образование клетчатки более чем на 10 %, снижение содержания незаменимых аминокислот указывают на нецелесообразность дальнейшего проращивания зерна для использования его в кормовых целях.

Исключительно интересные результаты были выявлены при проращивании зерна, замоченного в питательных растворах с различным содержанием азота (таблица 4).

Из данных таблицы 4 следует, что в процессе проращивания содержание жира возросло незначительно, содержание клетчатки снизилось на 8,6-19,0 %, а золы увеличилось на 34,5 %. Наиболее существенные изменения произошли в азотистой части зерна. Содержание азота в сухом веществе зерна, замоченного в растворе № 1, увеличилось почти в 1,5 раза, а в растворе № 2 – в два раза. Следует отметить, что поглощённый при замачивании азот способствовал наращиванию синтеза незаменимых аминокислот. Так, содержание лизина в зерне, замоченном в растворе № 1, увеличилось в 2 раза, а в растворе № 2 –

2,5 раза. Аналогичные изменения произошли в содержании других аминокислот. Увеличение содержания аминокислот сопровождалось значительным уменьшением доли безазотистых экстрактивных веществ. Их количество за двое суток проращивания сократилось на 6,1-11,4 %. При увеличении азотного питания зародыша в процессе проращивания запасные углеводы семени расходовались на синтез аминокислот.

Таблица 4 – Содержание питательных веществ в зерне тритикале пророщенного на разных питательных растворах

Показатели	Содержится в 1 кг абсолютно сухого вещества, г		
	исх	№1	№2
СВ	1000	1000	1000
Сж	11,1	12	12,9
Общий азот	16,9	25,1	32,0
Скл	25,7	23,5	20,8
БЭВ	844,0	792,5	748,0
Сырая зола	13,6	15,1	18,3
Са	4,3	5,1	5,4
Р	3,1	2,3	2,6
Лизин	5,11	10,6	12,9
Гистидин	3,8	8,3	10,1
Аргинин	9,3	17,7	22,4
Треонин	5,3	10,3	13,2
Аланин	8,3	15,2	19,4
Валин	7,9	13,4	17,7
Метионин	2,7	5,4	7,5
Изолейцин	7,9	14,1	18,2
Лейцин	8,6	22,5	30,2
Фенилаланин	9,0	15,8	21,0

Исследования по сушке производились на экспериментальной сушильной установке при разной температуре агента сушки.

Процессы расщепления под действием ферментов продолжают до тех пор, пока снижение влажности и повышение температуры не приведут к их инактивации. Чем быстрее происходит удаление влаги в период сушки, тем менее энергично протекают биологические и ферментативные процессы в пророщенном зерне и тем меньше в нём накапливаются продукты гидролиза.

Наиболее приемлемым является режим сушки: с температурой воздуха 70-75 °С в течении 20 минут, затем 60 °С в течении 50 минут до

достижения конечной влажности зерна 10-12 %. Такой режим практически полностью сохраняет полученные биологически активные вещества пророщенного зерна (таблица 5).

Таблица 5 – Сохранность витаминов группы В в пророщенном зерне в зависимости от температуры агента сушки

Содержание витаминов мг/кг натур. корма	Режимы сушки					
	t 110 °С в течение 13 мин.		t 75 °С – 15 мин. t 70 °С – 15 мин. t 60 °С – 60 мин.		t 70 °С – 20 мин. t 60 °С – 50 мин.	
	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
В1 мг/кг	2,59	1,37	6,42	5,16	4,15	2,68
В2 мг/кг	4,58	1,76	4,62	4,42	4,96	4,55

Наиболее чувствительным к повышенной температуре и длительности ее воздействия был витамин В1. Содержание аминокислот при сушке пророщенного зерна в изучаемых режимах практически не изменилось.

Для проведения опыта по испытанию комбикормов с БМКЗ тритикале в ОАО «Борисовский КХП» было выработано две партии комбикормов рецепта СК-26 Б по пять тонн каждая. В опытном комбикорме 20 % тритикале было заменено 20 % БМКЗ тритикале (таблица 6).

Таблица 6 – Состав и питательность комбикормов для молодняка свиней I периода откорма

Показатели	Комбикорм СК-26Б	
	контроль	опыт
1	2	3
Отруби пшеничные, %	5,05	5,05
Шрот подсолнечный, %	3,8	3,8
Шрот соевый, %	4,0	4,0
Мука мясо-костная, %	4,0	4,0
Премикс КС-4, %	1,0	1,0
Провит, %	2,0	2,0
Соль поваренная, %	0,4	0,4
Мел, %	0,4	0,4
Тритикале, %	35,0	15,0
Липрот СГ-9; СП-9, %	0,2	0,2
Ячмень, %	43,2	43,2
Визим АКЗ, %	0,05	0,05
Масло подсолнечное, %	0,9	0,9

Продолжение таблицы 6

1	2	3
В 1 кг комбикорма содержится:		
БМКЗ тритикале, %	-	20,0
кормовых единиц	1,11	1,12
обменной энергии, МДж	12,21	12,31
сухое вещество, г	860	860
сырой протеин, г	151,3	153,6
сырая клетчатка, г	47,1	49,8
сырой жир, г	39,0	38,0
лизин, г	6,4	7,3
метионин + цистин, г	4,6	5,1
триптофан, г	1,7	1,7
кальций, г	7,9	7,9
фосфор, г	6,0	6,3

В ходе проведённых в ЗАО «Хотюхово» Крупского района исследований на откармливаемом молодняке свиней были получены следующие результаты (таблица 7).

Таблица 7 – Продуктивность подопытных животных.

Группы	Средняя живая масса 1 гол., кг		Среднесуточный прирост живой массы, г.	Затраты корма на 1 кг прироста живой массы кг/к. ед.	Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.
	в начале опыта	в конце опыта			
Контроль	41,7±0,43	73,9±0,96	585±16	3,68/4,08	951,2
Опыт	41,6±0,45	75,4±1,12	614±17	3,55/3,97	922,6

Наивысший среднесуточный прирост живой массы получен в опытной группе при скармливании комбикорма с включением БМКЗ тритикале – 614 г. В контрольной он оказался на 5 % ниже, что в итоге привело к снижению средней живой массы одной головы к концу опыта на 1,5 кг. Отмечен более низкий расход корма на единицу прироста в опытной группе – 3,55 кг против 3,68 кг в контроле.

Расчёт экономической эффективности использования БМКЗ в комбикормах для свиней I периода откорма показал, что стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста живой массы поросят в опытной

группе, составляет 922,6 руб., что на 28,5 рублей дешевле, чем в контроле.

Заключение. 1) Разработаны рецепты водно-солевых растворов макро- и микроэлементов для замачивания БМКЗ. Изучены и оптимизированы технологические параметры производства БМКЗ, включающие в себя режимы замачивания и проращивания зерна. Разработаны оптимальные режимы сушки БМКЗ, позволяющие максимально сохранить синтезированные витамины и аминокислоты.

2) Включение БМКЗ тритикале в состав комбикорма для откармливаемого молодняка свиней способствует повышению его продуктивного действия, снижению затрат кормов на получение 1 кг прироста живой массы и их стоимости.

Литература

1. Baker, D.H. Ideal amino acid profile for maximal protein accretion and minimal nitrogen excretion in Swine and poultry / D.H. Baker // Proceedings Cornell Nutrition Conference. – 1994. – P. 134-139
2. Концепция идеального протеина для свиней / М. Pack [и др.] // Аминокислоты в кормлении животных : сб. обзоров и отчетов. – Degussa, 2008. – С. 123-128.
3. Радчиков, В. Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и переваримых аминокислотах / В. Г. Радчиков // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 34(10). – С. 1-29.
4. Вербицкая, Н. М. Пути увеличения сбора белка зернофуражных культур : обзорная информация / Н. М. Вербицкая ; ВНИИТЭИагропром. – М., 1986. – 44 с.
5. Голушко, В. М. Использование ячмень с повышенным содержанием протеина на корм / В. М. Голушко, В. К. Пестис // Кормопроизводство. – 1981. – № 1. – С. 30-31.
6. Голушко, В. М. Питательная ценность некоторых кормов для свиней / В. М. Голушко, Г. Л. Папковский // Зоотехническая наука Белоруссии : сб. науч. тр. – Минск : Ураджай, 1981. – Т. 22. – С. 51-55.
7. Голушко, В. М. Приготовление кормов для свиней / В. М. Голушко, В. Б. Иоффе, В. Н. Гутман. – Мн. : Ураджай, 1990. – 154 с.
8. Викторов, П. И. Повышение протеиновой питательности кормов и белкового питания животных / П. И. Викторов // Зоотехния. – 1997. – № 7. – С. 9-12.
9. Подобед, Л. И. Технологические основы получения комплексных кормовых добавок и эффективность их применения в кормлении свиней и птицы : автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук / Подобед Л.И. – Харьков, 1997. – 40 с.
10. Аскоченский, Н. А. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / Н. А. Аскоченский, Н. А. Гумишвили // Сб. науч. тр. – М. 1982. – С. 42-44.
11. Егоров, С. В. Эффективность использования пророщенного зерна для яглят в подсосный период / С. В. Егоров, С. С. Мегель, С. М. Фомин // Сб. научных трудов. – Новосибирск, 1999. – С. 80-85.
12. Ягодина, Б. А. Агрохимия : учебник / Б. А. Ягодина. – М., 1982. – 675 с.

(поступила 25.02.2011 г.)