

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО КОРМОВОГО ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

В.М. ГОЛУШКО, доктор сельскохозяйственных наук

Е.Ф. ШЕВЦОВА

РУП «Институт животноводства НАН Беларуси»

Реферат: Разработаны основные технологические параметры получения биохимически модифицированного кормового зерна (БМКЗ), включающие: требования к исходному зерну, состав водно-солевых растворов макро- и микроэлементов для замачивания зерна, влаготемпературные режимы замачивания и проращивания зерна, оптимальный режим сушки, позволяющий максимально сохранить синтезированные в процессе биохимических преобразований аминокислоты и витамины. Содержание лизина в БМКЗ ячменя увеличивается с 5,8 до 11 г/кг, абсолютно сухого вещества в зерне ржи – с 4,14 до 7,38 г/кг, пшеницы – с 5,04 до 10,22 г/кг, тритикале – с 5,11 до 10,6 г/кг. Количество аргинина, треонина, лейцина, изолейцина, метионина, гистидина и валина повышается в 1,7-2,2 раза, а витаминов группы В – 1,5-4,5 раза.

Ключевые слова: биохимически модифицированное кормовое зерно (БМКЗ), режимы проращивания, сушки, аминокислоты, витамины, водно-солевые растворы макро- и микроэлементов.

Введение. Злаковый зернофураж является источником обменной энергии и, в меньшей степени, протеина и незаменимых аминокислот для сельскохозяйственных животных. Одним из методов повышения питательности зерна является его проращивание. В зерне под влиянием эндогенных ферментов в период начального роста зародыша происходит синтез незаменимых аминокислот, разложение полисахаридов до моносахаридов, жиров – до жирных и глицериновых кислот, значительное увеличение содержания витаминов [1].

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 азотистых веществ в зерне кукурузы до уровня, соответствующего такой зерновой культуре, как горох. Содержание протеина увеличилось на 140, а сумма 15-ти аминокислот – на 119 %, в том числе незаменимых – на 129 %. Такая закономерность наблюдается и по другим культурам [2].

В Одесском технологическом институте пищевой промышленности

проводили опыты по проращиванию зерна ячменя в 0,1%-ном растворе едкого натра. Было установлено, что на 5-е сутки проращивания при $t=18^{\circ}\text{C}$ 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 3,5 раза увеличивается содержание сахара, повышается концентрация гидролитических ферментов: амилаз – в 6,5, протеаз – в 2,9 раза, что способствует повышению переваримости питательных веществ корма [3]. Сравнительное изучение динамики живой массы и среднесуточного прироста ягнят в молочной 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 [4].

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 биохимически модифицированного кормового зерна, описанные в доступной нам литературе, существенно различаются, была поставлена цель – разработать технологические параметры получения БМКЗ применительно к условиям существующего производства пищевого солода.

Материалы и методика исследований. В условиях лаборатории кормления свиней РУП «Институт животноводства НАН Беларуси» и солодовенного цеха Минского дрожжевого комбината были проведены опыты по получению БМКЗ зерна злаковых культур. Учитывалось влияние различных факторов: химического состава замачивающего раствора, температура и продолжительность замачивания и проращивания, разрабатывались режимы сушки. Были проведены исследования по разработке солевого состава для предварительного замачивания зерна. В качестве контрольного был взят рецепт рабочего раствора, рекомендованный для исследования питания растений на искусственной беспочвенной среде. Данный рецепт был дополнен солями йода и селена в количестве, обеспечивающем их оптимальное соотношение с другими микроэлементами. Была разработано 8 опытных рецептов солевых растворов, различающихся по содержанию азота, фосфора, калия, а так же микроэлементов (табл. 1).

В основу методики по замачиванию зерна положен воздушно-водяной способ, используемый при получении пищевого солода. Был изучен метод замачивания зерна в замочном чане с периодическим барботированием (продувка воздухом) и разной температурой замачиваемого раствора. В ходе опытов проводился контроль за степенью поглощения влаги, наклевом и прорастанием зерна. Отбирались и анализировались средние пробы зерна на разных стадиях прорастания

Таблица 1

Состав опытных солевых растворов для проращивания зерна

Ингредиенты	Ед. изм.	Контрольный	Опытные								
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Вода	л	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Азот	мг	120,05	240,10	120,05	120,05	120,05	240,10	350,00	350,00	360,15	
Фосфор	мг	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	82,10	158,64	60,00	
Калий	мг	148,90	148,90	152,30	150,61	150,04	148,90	176,83	296,40	148,90	
Кальций	мг	206,70	206,70	206,70	206,70	206,70	229,60	229,63	229,63	206,70	
Магний	мг	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9	
Натрий	мг	0,022	0,022	2,014	1,014	0,685	0,022	0,022	0,022	0,022	
Сера	мг	139,71	139,71	2290,0	1207,0	844,60	139,71	139,71	139,71	139,71	
Железо	мг	8,08	8,08	1020,0	429,00	340,00	8,08	8,08	8,08	8,08	
Медь	мг	0,043	0,043	552,00	261,00	174,00	0,043	0,043	0,043	0,043	
Цинк	мг	0,10	0,10	1020,0	510,00	340,00	0,10	0,10	0,10	0,10	
Марганец	мг	0,60	0,60	920,00	460,00	306,00	0,60	0,60	0,60	0,60	
Кобальт	мг	0,02	0,02	19,10	9,55	6,36	0,02	0,02	0,02	0,02	
Йод	мг	0,018	0,018	11,000	5,500	3,660	0,018	0,018	0,018	0,018	
Молибден	мг	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Бор	мг	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Селен	мг	0,014	0,014	3,440	1,720	1,146	0,014	0,014	0,014	0,014	

(2-6 суток). Данные пробы исследовались на содержание сухого вещества, азота (протеина), жира, клетчатки, золы, кальция, фосфора, аминокислот, витаминов группы В. При разработке параметров сушки БМКЗ учитывалась сохранность витаминов В₁ и В₂ в зависимости от температуры агента сушки.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Для проращивания использовалось чистое зерно с хорошей всхожестью (не менее 90-92%) без грибковых заболеваний и механических повреждений (табл. 2).

Анализ полученных образцов БМКЗ указывает на существенные изменения в составе органических веществ и аминокислот в зависимости от концентрации солей макро- и микроэлементов в питательном растворе. Установлено, что применение для приготовления растворов дозировок микроэлементов, соответствующих нормам их содержания в комбикормах (вариант III), оказывает угнетающее действие на зародыш бесплеччатых культур (пшеницы, ржи, тритикале). Увеличение концентрации азота, фосфора, калия благоприятно сказывалось на накоплении незаменимых аминокислот. Так, содержание лизина в сухом веществе зерна ячменя через двое суток проращивания увеличилось с 5,8 до 11 г/кг, гистидина, аргинина, треонина, аланина, валина, метионина, лейцина, изолейцина – в 2,2 раза. Аналогичная закономерность наблюдается и при проращивании зерна ржи, пшеницы, тритикале.

Исследования показали, что продление экспозиции проращивания до 6 суток приводит к снижению содержания аминокислот.

Таблица 2

Содержание питательных веществ в зерне ячменя пророщенного на разных питательных растворах

Показатели (г)	Содержится в абсолютно сухом веществе											
	исх.	№ 1	№ 2	исх.	№ 3	№ 4	№ 5	исх.	№ 6	№ 7	исх.	№ 8
Сухое вещество	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Сырой жир	2,17	2,11	3,5	4,46	3,57	2,97	2,94	2,72	2,53	2,65	4,46	4,32
Общий азот	1,81	2,22	2,64	3,02	3,23	3,6	3,19	2,26	2,58	2,49	3,02	1,33
Сырая клетчатка	4,41	5,53	5,08	3,38	4,07	3,96	4,14	1,97	6,02	4,09	3,38	3,96
Сырая зола	1,67	2,16	2,71	3,27	3,62	3,61	3,62	2,17	2,03	2,03	2,27	1,39
Кальций	0,29	0,25	0,26	0,53	0,32	0,26	0,32	0,2	0,24	0,29	0,53	0,43
Фосфор	0,42	0,53	0,42	0,57	0,46	0,49	0,46	0,46	0,47	0,48	0,57	0,56
Лизин	5,32	8,86	9,40	5,80	9,76	9,90	9,50	5,36	8,43	8,72	5,80	11,00
Гистидин	3,16	5,14	5,20	3,16	5,48	5,74	5,12	2,68	4,30	4,88	3,16	6,00
Аргинин	6,90	9,70	10,80	6,87	11,40	11,60	11,00	6,20	10,14	10,20	6,87	12,40
Треонин	4,54	8,90	8,80	4,90	9,50	9,80	9,20	5,05	8,16	8,47	4,90	10,00
Аланин	7,00	11,10	12,50	8,40	13,80	14,00	13,60	7,10	11,40	11,80	8,40	15,50
Валин	7,20	10,20	11,00	7,70	12,00	13,00	12,00	6,49	10,10	10,25	7,70	14,70
Метионин	2,10	3,50	3,80	2,40	4,00	4,95	4,10	2,03	3,16	3,38	2,40	4,70
Изолейцин	6,10	9,50	10,20	6,40	10,70	10,30	10,30	5,61	8,43	9,54	6,40	12,20
Лейцин	8,70	14,00	14,80	10,10	17,00	16,50	16,00	8,71	13,10	13,80	10,10	16,50
Фенилаланин	6,80	9,10	10,70	7,70	10,44	11,70	10,00	6,64	10,00	10,30	7,70	14,70

Изучено влияние температуры замачиваемого раствора на продолжительность процесса замачивания. Процесс замачивания проводили по трём температурным режимам: холодному (10-12°C), нормальному (14-15°C) и тёплому (17-18°C). Анализ полученных результатов позволил считать, что кондиционной влажности (42-44 %), при которой идёт интенсивный процесс проращивания, зерно достигает при температуре замачиваемого раствора 18°C. В ходе исследований так же установлено, что отсутствие у зерна пшеницы, ржи и тритикале цветочной плёнки существенно ускоряет процесс замачивания.

Исследования по сушке БМКЗ проводились в ИТМО НАН Беларуси на экспериментальной сушильной установке при разной температуре агента сушки (табл. 3).

Таблица 3

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

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

Из табл. 3 видно, что наиболее приемлемым является режим сушки: температура воздуха 70-75°C в течение 20 мин, затем 60°C в течение 50 мин до достижения конечной влажности зерна 10-12 %. В результате исследований были разработаны технологические параметры получения БМКЗ (табл. 4).

Таблица 4

Технологические параметры получения БМКЗ

Культура	Замачивание		Проращивание	Сушка	
	t замачива- емого рас- твора, t°C	влажность замоченно- го зерна, %	t°C в сере- дине вороха	t°C агента сушки не более	t°C зерна на выходе из сушилки не более
Ячмень	18	42-44	18-20	70-75	60
Пшеница	18	42-44	18-20	70-75	60
Рожь	18	42-44	18-20	70-75	60
Тритикале	18	42-44	18-20	70-75	60

Выводы. Разработаны рецепты водно-солевых растворов макро- и микроэлементов для производства БМКЗ. Установлены технологические параметры получения БМКЗ, включающие в себя режимы замачивания и проращивания зерна разных видов злаковых культур. Разработаны оптимальные режимы сушки БМКЗ.

Литература

1. Околелова, Т. Повышение ценности зерна проращиванием / Т. Околелова, В. Раздуб // Комбикорма. – 1999. – № 2. – С. 36-37.
2. Викторов, П. И. Повышение протеиновой питательности кормов и белкового питания животных / П. И. Викторов // Зоотехния. – 1999. – № 7. – С. 9-10.
3. 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. – 43 с.
4. Егоров, С. В. Эффективность использования пророщенного зерна для ягнят в подсосный период / С. В. Егоров, С. С. Мегель, С. М. Фомин // Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1999 – С. 80-85.