

# СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПУТЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА НУЖДЫ ЖИВОТНОВОДСТВА

***В.Н. БОЛЬШАКОВ, Е.А. ЛАПИЦКАЯ,  
Л.А. КРЯЖЕВСКИХ,***

*аспиранты*

***И.Н. НИКОНОВ (фото),***

*гл. специалист по координации НИОКР*

***В.В. СОЛДАТОВА,***

*кандидат сельскохозяйственных наук, гл. специалист*

***Т.Н. ГРУДИНИНА,***

*гл. микробиолог*

***В.И. ПРОКОПЬЕВА,***

*гл. технолог*

***Г.Ю. ЛАПТЕВ,***

*кандидат биологических наук, директор, ООО «БИОТРОФ»*

***Ключевые слова: пивная дробина, бычки, утилизация  
отходов пивоварения, кормление сельскохозяйственных  
животных.***

Утилизация органических отходов промышленности и сельского хозяйства является одной из важнейших проблем современности. На нынешнем этапе развития науки и техники, видимо, только микробиологическая переработка отходов может обеспечить, с одной стороны, выравнивание экологических нагрузок производств на окружающую среду, а с другой – получение практически зна-

чимых веществ различного назначения (кормовой и пищевой белок, ценные целевые продукты, биологически активные соединения и т.д.).

Работа предприятий пивоваренной промышленности приводит к появлению значительного количества различного рода отходов, таких как дробленый солод, шелуха, пыль, промывные воды, дрожжи пивные остаточные, лагерные



192288, Санкт-Петербург,  
а/я 183, ООО «БИОТРОФ»;  
тел. 8-9052136960

осадки и др. Основную часть отходов (82-87%) пивоваренных заводов занимает солодовая (пивная) дробина. Из-за сезонности в работе пивоваренных компаний, когда пик производства приходится на весенне-летний период, происходит накопление больших объемов дробины (млн т/год) на предприятиях, полигонах и в местах сваливания. Пивная дробина является скоропортящимся продуктом и подвергается быстрому процессу гниения, сопровождающемуся выделением токсичных продуктов распада (аммиак, скатол, индол, микотоксины и др.). При этом степень экологической опасности дробины в течение месяца возрастает с V класса до IV. Это приводит к увеличению экологической нагрузки на окружающую среду. Поэтому разработка технологических основ для утилизации пивной дробины явля-

***Beer pellet, bull-calves,  
brewing waste recycling,  
feeding of agricultural  
animals.***

## Инновационные технологии - Биология

ется актуальной в настоящее время.

Сегодня известно несколько направлений утилизации пивной дробины (на полигонах, в сельском хозяйстве, в пищевой промышленности, в производстве строительных материалов). Практически все они имеют ряд недостатков, препятствующих широкому использованию. Простая утилизация пивной дробины на полигонах не оправдана экономически и экологически. Дробина, складированная на открытых площадках и в котлованах полигонов, уже на третий день начинает выделять в биосферу ядовитые продукты гидролиза и гниения (в том числе газы с дурными запахами: скатол, индол, аммиак). В таком состоянии отходы способны лежать в могильниках до 50 лет, активно загрязняя биосферу своими выделениями. Химические продукты распада, постепенно проникая в почву, отравляют грунтовые воды. Земли становятся непригодными к хозяйственному использованию на десятки лет (причем с непредсказуемыми экологическими последствиями). Сушка пивной дробины – энергозатратный и дорогостоящий процесс, который требует наличия специального оборудования на предприятии. Кроме того, высушивание пивной дробины приводит к потере ценных питательных веществ.

Существенным препятствием на пути утилизации больших объемов дробины в животноводстве является быстрая порча этого сырья. Свежая дробина может быть утилизирована в качестве корма сельскохозяйственным животным не позднее 24-36 часов после выработки из-за быстрого обсеменения спорами бактерий и грибов, которые загрязняют ее микотоксинами, экзотоксинами и другими вредными продуктами метаболизма. Необходимо отметить, что пик выработки пивной дробины совпадает с пиком сезонных работ предприятий АПК, что также затрудняет возможности ее своевременной и быстрой утилизации (И.Ф. Драганов, 1986).

#### Цель исследований

Создание технологических основ процесса утилизации пивной дробины, обеспечивающего возможность квалифицированного использования пивной дробины в животноводстве независимо от сезона. В ходе выполнения работ решались следующие задачи: исследование химического состава пивной дробины, изучение микробиологических процессов при консервировании биопродуктами, оптимизация норм ввода дробины в рационы бычков на откорме и молочных коров.

#### Материалы

#### и методы исследований

В работе использовали сырую пивную дробину, полученную с различных пивоваренных предприятий Санкт-Петербурга.

Штаммы молочнокислых бактерий для консервирования пивной дробины

отбирали из коллекции производственных штаммов ООО «Б иотроф».

Определение общей влажности и сухого вещества проводили по ГОСТ 13586.5-85. Определение сырого протеина проводили по ГОСТ 10846-91. Определение сырого жира выполняли по ГОСТ 13496.15-97. Содержание сырой клетчатки определяли по ГОСТ 13496.2-91. Концентрации органических кислот (молочная, уксусная, масляная) определяли в соответствии с ГОСТ 23638-79. Концентрацию растворимых углеводов определяли по ГОСТ 26176-91. Показатели (обменная энергия и кормовые единицы) рассчитывали по стандартной методике (Калашников, 2003).

Анализ микробиологических процессов, протекающих в консервированной пивной дробине, проводили с использованием метода высева на селективные среды с использованием предельных разведений (Нетрусов, 2005). Учитывали общую численность следующих групп микроорганизмов на стандартных средах (Теплер, 1987): уксуснокислые бактерии выявляли на селективной среде с пенициллином и нистатином; гнилостную микрофлору выявляли на мясо-пептонном агаре; молочнокислые бактерии учитывали на среде сусло-агар с мелом; грибное сообщество пивной дробины определяли на агаре Чапека (Билай, 1982).

Токсичность образцов пивной дробины (исходной и консервированной) определяли биологическим методом на простейших (инфузории-стелоники) и пробами на белых мышах (Билай, 1982). Содержание микотоксинов оценивали методом иммуноферментного анализа по ГОСТ 52471-2005.

Ошибку средней арифметической величины определяли как стандартное отклонение (Г.Ф. Лакин, 1980). Достоверность различий между пробами определяли по критерию Фишера (Г.Ф. Лакин, 1980).

#### Результаты и их обсуждение

Образцы сырой пивной дробины получили с пивоваренных заводов ОАО «Балтика», ЗАО «Степан Разин», ЗАО «САН ИнБев», ОАО «Хайнекен». Проводили оценку образцов по основным физико-химическим показателям питательности корма. Результаты представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что питательность дробины варьирует незначительно и составляет в пересчете на сухое вещество от 0,16 до 0,22 кормовых еди-

ниц. Результаты проведенных нами химических исследований образцов свежей пивной дробины, полученных с ряда пивоваренных заводов, показали отсутствие существенной разницы по основным показателям питательности корма.

Из коллекции производственных штаммов ООО «Биотроф» были отобраны перспективные штаммы молочнокислых бактерий, не подвергавшихся генно-инженерным модификациям. В работе использовали *Lactobacillus plantarum* 60 и *Streptococcus faecium* 50. Отобранные штаммы обеспечивали быстрое подкисление среды за счет накопления молочной кислоты и подавляли нежелательную микрофлору в консервирующей массе. Разработанные штаммы широко применяются в сельском хозяйстве. Их производителем также является ООО «Биотроф». Данные консерванты являются полностью безопасными для персонала, проводящего консервирование, поскольку не содержат токсичных компонентов. Титр бактерий в биопродукте для пивной дробины составил не менее 10<sup>6</sup> кл/л.

Был заложен лабораторный опыт по консервированию пивной дробины с использованием препаратов на основе перспективных штаммов (3 мл/кг), химического консерванта АИВ (3 мл/кг), соли NaCl (20 г/кг). Для постановки опыта использовали свежую дробину, полученную с пивоваренного завода «Тинькофф». Результаты представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, во всех опытных вариантах начинается развитие микрофлоры через 30 суток. Штамм *S. faecium* 50 проявляет себя лучше, чем *L. plantarum* 60, эффективно подавляет гнилостную микрофлору и грибы. Использование для консервирования препарата АИВ (на основе органических кислот) и поваренной соли также приводит к снижению патогенной микрофлоры по сравнению с контролем. Однако у химических консервантов есть ряд существенных недостатков. Соль и АИВ являются дорогостоящими препаратами по сравнению биологическими консервантами. Химический консервант АИВ является токсичным веществом и требует строго соблюдения техники безопасности для персонала при применении. Кроме того, корма, законсервированные при помощи химического консерванта, допускаются к скармливанию сельскохозяйственным животным только по истечении 2 месяцев после распада токсичного действующего вещества

Таблица 1

Химический состав и питательность свежей пивной дробины

Показатель, ед. изм.	Пивоваренный завод			
	«САН ИнБев»	«Степан Разин»	«Балтика»	«Хайнекен»
Общая влажность, %	81,6	83,4	76,4	78,2
Сухое вещество, %	18,4	16,6	23,6	21,8
Сырой протеин, %	3,78	4,12	5,63	4,93
Сырая клетчатка, %	3,37	3,24	4,69	3,98
Сырой жир, %	1,76	1,5	2,13	1,8
Обменная энергия, МДж/кг	1,98	1,79	2,47	2,32
Кормовые единицы, к. ед./кг	0,18	0,16	0,22	0,21

## Инновационные технологии - Биология

химического консерванта.

Недостаток поваренной соли в качестве консерванта для кормов заключается в том, что для эффективного сохранения корма требуется высокая (3 массовых процента) доза NaCl. Эта высокая доза негативно влияет на физиологические процессы у животных. Для сельскохозяйственных животных допустима доза NaCl в корме, не превышающая 1,8-2,0%.

В производственном опыте, поставленном на базе СПК «Племенной завод «Пламя» (Ленинградская обл.), впервые в России отработали технологию консервирования пивной дробины в силосной траншее и провели исследования по использованию силосованной дробины в животноводстве. В качестве исходной массы для силосования в опыте использовали смесь дробины с двух пивоваренных заводов Санкт-Петербурга: «Вена» 1 часть и «Балтика» - 3 части. Дробину закладывали в бетонированную силосную траншею и равномерно распределяли по всей площади за счет самопресса. В качестве биоконсерванта для силосования использовали препарат на основе штамма молочнокислых бактерий *S. faescium* 50, изготовленный в ООО «Биотроф». Готовили рабочий раствор биоконсерванта из расчета 1:20, который затем вносили в количестве 2,6 л на 1 т дробины насосом-дозатором непосредственно при выгрузке в траншею. Расход биоконсерванта составил 1 л на 8 т сырья. Анализировали основные показатели питательности корма (общая влаж-

ность, сухое вещество, сырой протеин, сырая клетчатка, сырой жир, растворимые углеводы, крахмал, обменная энергия, кормовые единицы) и токсичность. Процесс ферментации проходил в течение 30 суток.

Консервированную дробину вводили в общехозяйственный рацион бычков на откорме в течение 3 суток и скармливали в течение 30 суток. Исследования проводили на бычках-аналогах (черно-пестрая порода) по 10 голов в каждой группе. Животных содержали беспривязным способом. В рационе бычков опытной группы комбикорм полностью заменяли силосованной пивной дробинкой в количестве 10 кг на голову.

Результаты исследования по консервированию дробины показали хорошую сохранность питательных веществ в консервированной дробине по сравнению с исходной массой. Данные представлены в таблице 3. Температурные колебания воздуха не оказали существенного влияния на процесс ферментации, протекающей в силосной траншее.

Акт экспертизы образцов консервированной пивной дробины, представленный ФГУ «Ленинградская межобластная ветеринарная лаборатория», свидетельствовал о полном отсутствии токсичности.

Результаты по откорму бычков консервированной пивной дробинкой показали, что общий прирост массы животных опытной группы на 13,8% превысил этот показатель в контрольной группе.

Полная замена комбикорма на кон-

сервированную пивную дробину в рационах бычков на откорме не оказала отрицательного воздействия на физиологическое состояние животных. Животные опытной группы охотно поедали рацион с дробинкой и получили прибавку среднесуточного привеса на 13,9% выше, чем бычки контрольной группы. Ввод силосованной дробины в рацион бычков на откорме привел к снижению себестоимости 1 ц прироста живой массы на 4,5%.

Полученные результаты аналогичны данным Воробьевой и сотрудников (Воробьева, 2005), изучивших влияние пивной дробины на бычках. Скорее всего, положительное влияние пивной дробины на рост бычков связано с повышением потребления сухого вещества, оптимизацией процессов рубцового пищеварения и созданием благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры.

Многие специалисты с осторожностью применяют пивную дробину в кормлении молочного стада. Существенным препятствием на пути ввода больших объемов дробины в состав рациона является высокое содержание клетчатки. Системные изменения в микрофлоре рубца и в процессах метаболизма могут негативно влиять на продуктивность и физиологическое состояние животного. Аналогичные процессы возникают у высокоудойных лактирующих коров и являются следствием насыщенности рационов комбикормом. Поэтому поиск способа оптимизации и повышения норм ввода пивной дробины в рационы молочного стада является актуальным.

Одним из решений проблемы нормального усвоения и переваривания пивной дробины стал ввод в организм животного целлюлозолитических микроорганизмов, способствующих повышению целлюлазной активности. Такими свойствами на сегодняшний день обладает препарат целлобактерин, который разработан на основе консорциума целлюлозолитических бактерий. Кроме того, препарат обладает пробиотической активностью, эффективно подавляет условно-патогенную микрофлору в рубце и оптимизирует процессы метаболизма.

Изучение влияния ферментативного пробиотика целлобактерин на молочную продуктивность лактирующих коров проводили на базе хозяйства СПК «Кобраловский» Ленинградской области. По принципу аналогов сформировали 3 группы животных по 10 голов в каждой. 1-я группа получала рацион, содержащий концентрированные корма, во 2-й группе 1,22 кг концентрированных кормов заменили на 7 кг пивной дробины, 3-я группа имела такой же рацион, как и 2-я, но с добавлением 25 г целлобактерина на голову в сутки. Все рационы были сбалансированы по питательности и рассчитаны на получение удоев 20 кг на 1 фуражную корову. Проводили учет основных показателей молочной продуктивности, определяли биохимические

Таблица 2

Сравнение микробиологических показателей при использовании различных штаммов бактерий, соли и АИВ в качестве консервантов

Варианты	Молочнокислые бактерии	Гнилостные бактерии	Уксуснокислые бактерии	Грибы	
Исходная масса	0	0	0	0	
1/3 30 суток	ПД	$3,1 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$
	ПД+NaCl	$5,9 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$
	ПД+ <i>L. plantarum</i> 60	$5,5 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^3$
	ПД+ <i>S. faescium</i> 50	$1,5 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$
	ПД+АИВ	$2,5 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	0

Таблица 3

Питательность исходной и консервированной дробины

Показатели	Ед. изм.	Исходная (натур.)	Исходная (на сух. в-во)	Консервированная (натур.)	Консервированная (на сух. в-во)
Общая влажность	%	76,34	—	75,16	—
Сухое вещество	%	23,66	—	24,84	—
Сырой протеин	%	5,63	23,98	5,77	23,23
Сырая клетчатка	%	4,69	19,18	6,00	24,15
Сырой жир	%	2,13	8,93	2,51	10,10
Растворимые углеводы	%	0,39	1,83	0,48	1,93
Крахмал	%	1,49	6,48	1,38	5,55
Фосфор	%	0,14	0,61	0,15	0,6
Кальций	%	0,10	0,30	0,08	0,32
pH	ед. pH	3,40	—	3,8	—
Витамин В <sub>2</sub>	мг/кг	2,8	—	1,31	—
Обменная энергия	МДж/кг	2,47	10,53	2,56	10,3
Кормовые единицы	к. ед./кг	0,22	0,94	0,23	0,95

## Инновационные технологии - Биология

показатели молока и рассчитывали экономическую эффективность использования пивной дробины в рационах.

По результатам опыта (табл. 4) было получено, что интродукция целлюлозолитических бактерий, содержащихся в препарате целлобактерин, положительно влияла на содержание жира и белка в молоке. Содержание жира в 3-й группе было выше на 9% по сравнению с контролем и на 4,2% по сравнению со 2-й группой. Содержание белка в 3-й группе было выше контрольной на 14,4% и на 13,2 по сравнению со 2-й группой. В пересчете на молоко 4%-ной жирности увеличение по 3-й группе в абсолютной величине по сравнению с контролем было выше на 2,11 кг и на 1 кг по сравнению со 2-й группой.

Применение пивной дробины совместно с целлобактерином способствовало снижению затрат на производство молока (табл. 5).

Приведенные основные экономические показатели по молочной продуктивности свидетельствуют, что в 3-й группе по сравнению с контролем и 2-й группой наряду с увеличением валового удоя молока базисной жирности произошло снижение себестоимости производства 1 кг молока. Прибыль от реализации молока по 2-й группе составила 1551,94 руб. По 3-й группе прибыль составила 2190,5 руб. Необходимо отметить убыточность при реализации молока в контрольной, 1-й группе. Уровень рентабельности по сравнению с контрольной группой (которая являлась убыточной) увеличился до 10,6% во 2-й и до 14,4% в 3-й.

Результаты проведенных исследований показали, что ввод больших объемов пивной дробины в рационы лактирующих коров возможен при использовании ферментативного пробиотика целлобактерин. Рациональное использование пивной дробины в кормлении молочного стада позволяет получить молоко повышенного качества. Добавление целлобактерина в состав рациона приводит к по-

вышению рентабельности производства молока за счет получения дополнительных объемов продукции и снижения стоимости кормов в составе рациона.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в ходе проведенных исследований были созданы технологические основы процесса утилизации пивной дробины в животноводстве, включающие стадию консервирования посредством био-консервантов на основе молочнокислых бактерий и стадию скармливания с оптимизацией рационов при помощи ферментативного пробиотика. Процесс утилизации пивной дробины

путем микробиологической переработки экологически безопасен. Его внедрение в сельском хозяйстве позволит повысить рентабельность производства за счет уменьшения объемов дорогостоящих комбикормов в рационах животных и получения дополнительной продукции животноводства.

Работа выполнена при поддержке государственного контракта №02.515.12.5007 Федерального агентства по науке и инновациям в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы».

Таблица 4

## Основные показатели молочной продуктивности

Показатель	Группа		
	I (контроль)	II (1-я опытная)	III (2-я опытная)
Валовый удой натурального молока, кг /гол.	1474,6	1481,9	1489,2
Среднесуточный удой натурального молока, кг	20,2	20,3	20,4
Содержание в молоке жира, %	3,49	3,67	3,83
Содержание в молоке белка, %	2,96	3,0	3,46
Среднесуточный удой молока 4%-ной жирности, кг	17,62	18,74	19,74
Выход молочного жира, кг	51,46	54,51	57,04
Выход молочного белка, кг	43,65	44,01	45,56

Таблица 5

## Экономическая эффективность использования целлобактерина

Показатель	Ед. изм.	Группа		
		I	II	III
Валовый удой молока базисной жирности	кг	1513,6	1599,6	1677,5
Цена реализации на 1 кг молока с учетом содержания в нем жира и белка	руб.	11	11	11
Выручка от реализации молока	руб.	16649,6	17595,6	18452,5
Затраты на производство молока, всего	руб.	16727,0	16043,66	16262,0
Стоимость кормов	руб.	9109,67	8425,66	8644,66
Себестоимость 1 кг молока	руб.	11,1	10,0	9,7
Прибыль от реализации	руб.	-77,4	1551,94	2190,5
Дополнительная прибыль по сравнению с контролем	руб.		1629,34	2267,9
Рентабельность производства молока	%	-1,0	9,6	13,4

## Литература

1. Воробьева С., Драганов И., Боголюбова Н. Пивная дробина в рационах бычков // Животноводство России. 2005. № 3. С. 31-32.
2. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.
3. ГОСТ 10847-74. Зерно и продукты его переработки. Методы определения зольности.
4. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Методы определения сырой клетчатки.
5. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Методы определения сырого жира.
6. ГОСТ 13586.5-85. Зерно. Методы определения влажности.
7. ГОСТ 26176-91. Корма. Комбикорма. Методы определения растворимых углеводов.
8. ГОСТ 23638-79. Силос из зеленых растений.
9. ГОСТ 52471-2005. Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов.
10. Драганов И. Ф. Барда и пивная дробина в кормлении скота и птицы. М. : Россельхозиздат, 1986. 136 с.
11. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1980. 293 с.
12. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / под ред. А.П. Калашникова. М., 2003. 456 с.
13. Методы экспериментальной микологии / под ред. В. И. Билай. Киев : Наукова Думка, 1982. 551 с.
14. Практикум по микробиологии / под ред. А. И. Нетрусова. М. : Академия, 2005. 608 с.
15. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М. : Агропромиздат, 1987. 239 с.
16. Щеглов В. В., Боярский Л. Г. Корма: приготовление, хранение, использование : справочник. М. : Агропромиздат, 1990. 255 с.