

# Переработка свекловичного жома в высокобелковые корма

А.П. ЛЕСНОВ, ООО НПО «Агрокорминвест», (495) 968-50-00

Внедрение инновационных технологий производства животноводческой продукции должно сопровождаться опережающим ростом кормовой базы, обеспечивающей высококачественными энергетическими и белковыми кормами животноводческие фермы и комплексы.

Одним из источников пополнения кормовой базы является свекловичный жом, представляющий собой стружку толщиной не более 2 мм с влажностью около 70%, из которой диффузионным способом извлечено основное количество сахара.

Свекловичный жом — ценный высокоуглеродистый продукт. По энергетической питательности сухого вещества он не уступает зерну злаковых культур. Главным недостатком жома, кроме отсутствия витаминов, является его низкая протеиновая ценность (60–70 г переваримого протеина на 1 корм. ед.) и повышенная кислотность. Эти свойства жома снижают его кормовую ценность и ограничивают возможность продолжительного скармливания животным [3].

Свежий жом не подлежит длительному хранению, поэтому для хранения и удобства транспортировки его высушивают и гранулируют. Высушенный продукт содержит протеина — 7–9%, клетчатки — 19–23, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) — 55–65, жира — 0,3–0,5%. По сравнению со свежим, высушенный жом имеет следу-

ющие преимущества: он более питателен (в 7–8 раз), чем сырой, меньше портится при хранении, более транспортабелен, особенно в гранулированном виде, затраты на его перевозку, по сравнению со свежим жомом, сокращаются более чем в 5 раз [4]. Сухой жом можно вводить в состав комбикормов. В сочетании с другими кормами он может заменять до 20–30% рациона свиней, крупного рогатого скота — до 50% ячменя или овса, способствуя повышению прироста их живой массы или надоев молока. Клетчатка сухого жома слабо лигнифицирована (1–2%), поэтому питательные вещества его хорошо переваривают не только жвачные, но и моногастричные животные.

Проблема заключается в том, что затраты на получение сухого жома высоки, поэтому нашей задачей был поиск путей снижения этих затрат либо повышение качественных показателей конечного сухого жома.

Для улучшения качественных показателей жома и, соответственно, увеличения коммерческой стоимости готового продукта предлагается применять перед высушиванием микробиологическую обработку жома, используя технологию твердофазной биоферментации. Данная технология позволяет снизить количество клетчатки и увеличить количество протеина в жоме.

Микробный синтез сегодня — один из наиболее перспективных путей получения белка. Микроор-

ганизмы могут накапливать с очень высокой скоростью до 70% (от сухой массы) микробного белка, усваиваемость которого в организме животных достигает 95%, используя при этом дешевые субстраты — отходы пищевой и перерабатывающей промышленности, в том числе и сырой свекловичный жом, из которого можно получать высококачественные углеводно-белковые корма с повышенным содержанием витаминов.

В 2008 г. на площадке Шебекинского биохимического завода (ШБХЗ) Белгородской обл. были проведены эксперименты по определению пригодности использования закваски Леснова для получения обелкованного свекловичного жома. Анализ исходного ферментированного и высушенного продукта осуществляли лаборатории ООО «Шебекинские корма».

Результаты экспериментов подтвердили снижение клетчатки на 18% и рост содержания протеина на 125% в ферментированном свекловичном жоме (табл. 1) по сравнению с нативным [6]. Увеличение содержания витаминов показано в табл. 2.

Организация крупнотоннажного производства биокормов методом твердофазной биоферментации из отходов сахарной промышленности и повышения белковой составляющей в свекловичном жоме и внедрение таких производств при сахарных заводах позволяют решить задачу по существенному снижению (в 2 раза) стоимости производства сухого жома и вводу

**Таблица 1.** Сравнительные результаты анализов ферментированного и нативного свекловичного жома

Показатель	Жом			
	табличные данные	нативный	6 ч ферментации	9 ч ферментации
Массовая доля влаги, %	13,2	8,14	25,91	12,68
Сырая клетчатка на АСВ, %	19,0	23,69	19,40	19,42
Сырой протеин на АСВ, %	7,7	9,81	22,44	21,68

**Таблица 2.** Содержание витаминов в нативном и ферментированном свекловичном жоме

Свекловичный жом	Витамины						Угле- воды	Крах- мал	БЭВ
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>5</sub>	В <sub>12</sub>	Д			
	мг/кг								
Нативный	0,4	0,2	1,5	1,6	Отсутствует		6,2	Отсут- ствует	55,0
Ферментированный	5,25	0,58	20,2	39,8	0,003	1,65	12,8	10,6	38,0

его в комбикорма, а также сделать сушку жома наиболее рентабельной за счет более высокой коммерческой стоимости обелкованного корма из свекловичного жома (ри-сунок).

Разработка технологии включает в себя новое современное технологическое оборудование, обеспечивающее получение высокобелкового кормового продукта как для мо-

ногостричных, так и для жвачных животных [6].

Если хранение сухого обелкованного жома организовано правильно, то он может храниться долгое время с небольшими потерями питательных веществ. По своим кормовым достоинствам сухой жом занимает среднее положение между овсом и хорошим луговым сеном (0,85–0,9 корм. ед. на 1 кг абсолютно сухого вещества (АСВ)). При скармливании животным он хорошо переваривается. Сушеный жом относится к группе капиллярно-пористых гигроскопических материалов. Во влажном воздухе он способен либо поглощать, либо отдавать влагу вплоть до достижения состояния равновесия, устанавливающегося в зависимости от относительной влажности окружающей среды [4]. При изменении относительной влажности и температуры воздуха равновесная влажность сушеного жома меняется. Для большинства растительных материалов, в том числе и для жома, показатель ее колеблется в пределах 12–15%.

Ферментация жома обусловлена, главным образом, жизнедеятельностью целлюлозолитических, пектолитических и амилалитических

микроорганизмов, индуцируемых технологическим процессом при внесении закваски в обрабатываемое сырье.

Интенсивность ферментации объясняется рядом факторов, из которых основными являются:

- *состав и качество исходного сырья:* биоферментации легче подвергаются растительные материалы, которые могут служить питательной средой для разного рода микроорганизмов, входящих в состав закваски;

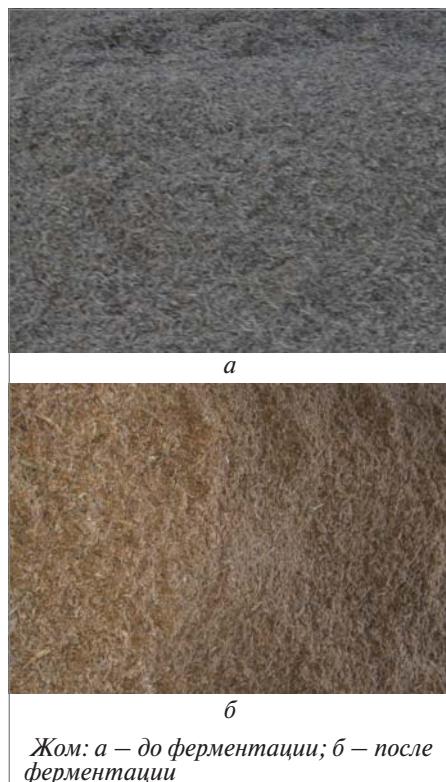
- *влажность субстрата:* с её повышением уменьшается водоудерживающая способность, понижается осмотическое давление клетчаточного сока, а это, в свою очередь, позволяет успешно развиваться микроорганизмам, входящим в состав закваски, введенной в жом;

- *структура (пористость) продукта:* ферментации легче всего подвергаются продукты, внутри которых имеется определенное количество воздуха для воздухообмена и наращивания микробного белка;

- *размер ферментационного аппарата:* чем больше масса жома, тем меньше отношение его поверхности к стенкам ферментационного аппарата, соответственно меньше теплоотдача, медленнее осуществляется воздухообмен, а следовательно, выше интенсивность ферментации в микроаэрофильном режиме;

- *атмосферная температура воздуха:* температура воздуха в производственном помещении и температура жома во время загрузки также влияют на интенсивность развития микроорганизмов закваски и скорость ферментации при периодическом культивировании.

По мере повышения температуры жизнедеятельность микроорганизмов усиливается: они интенсивнее размножаются и становятся



Жом: а — до ферментации; б — после ферментации

наиболее активными при оптимальной температуре 50–60 °С. При повышении температуры процесс замедляется и останавливается. По отношению к низким температурам микроорганизмы устойчивы. Между тем, охлаждение оказывает отрицательный эффект и вызывает остановку процессов биоферментации.

Биоферментация протекает в несколько стадий: первая — индукционный период (начальная фаза); вторая — фаза экспоненциального роста; третья — фаза линейного роста; четвертая — фаза замедленного роста; пятая — фаза стационарная (равновесие); шестая — фаза отмирания (завершение процесса). В начальной фазе, благодаря наличию в массе жом кислорода, начинают развиваться аэробные микроорганизмы, нередко доводящие окисление органических веществ субстрата до конечных продуктов с выделением большого количества тепла [1].

Будучи материалом с малой теплопроводностью, жом начинает усиленно разогреваться. Жизнедеятельность аэробных микроорганизмов обуславливает довольно быстрое повышение температуры жома. При этом выделяющаяся влага при аэробной стадии ферментации постепенно передается в верхние слои обрабатываемого жома и увлажняет его. Далее, вслед за прекращением аэробной стадии процесса начинают развиваться анаэробные термофильные микроорганизмы, особенно активно — при температуре 50–55 °С. В результате их жизнедеятельности наблюдается дальнейшее увеличение температуры жома.

Температура 65–70 °С подавляет жизнедеятельность всех микроорганизмов. Анаэробные бактерии гиб-

нут и в том случае, если в ферментационный аппарат поступает воздух.

При анаэробном разложении веществ образуется большое количество кислот (главным образом муравьиной, уксусной, масляной) и различных газообразных продуктов (сероводорода, аммиака, метана, альдегидов, аминов — индола, скатола). Все эти вещества обладают резко выраженным и, чаще всего, неприятным запахом. Поэтому по запаху можно определить, какой процесс преобладает — аэробный или анаэробный [4]. При контролируемом ведении ферментации запах готового продукта — хлебный. Важно регулировать процессы ферментации и создавать в ферментационных аппаратах микроаэрофильные условия для получения высокобелковых кормов из жома.

При биоферментации пектиновые вещества растворяются с выделением клейкой массы — пектинового клея, который способствует образованию сильно спрессованных или монолитных участков, что затрудняет равномерное высушивание жома.

С точки зрения способности к сушке и хранению, пересушенный жом так же нежелателен, как и недосушенный. Жом влажностью ниже 8–10% очень ломок, легко крошится и истирается как в сушильной машине, так и в транспортирующих устройствах, образуя при этом много мелких комочков и пыли [4]. Пересушенный обелкованный жом плохо гранулируется (брикетируется), причем понижается производительность прессов и повышается истирание гранул (брикетов).

Следовательно, промышленное производство высокобелковых кормов на основе свекловичного жома имеет следующие преимущества:

- значительно меньшая трудоемкость по сравнению с получением сельскохозяйственной продукции. В табл. 3 приведено время удвоения биомассы различными микроорганизмами, растениями и животными нашей природы: микроорганизмы вырабатывают углеводы, липиды, витамины, их продуктивность превышает продуктивность растений и сельскохозяйственных животных во много раз. Из приведенных данных видно, что микроорганизмы растут в 500 раз быстрее самых урожайных сельскохозяйственных культур и в 1000–5000 раз быстрее самых высокопродуктивных пород животных [2];

- возможность организации производства в любой географической точке Земли, так как микроорганизмы выращивают в компактных автоматизированных установках, не требующих больших площадей, а получение микробного белка не зависит от климата, плодородия почв и времени года;

- высокие продуктивность, КПД превращения субстрата в обелкованный конечный продукт;

- получение кормов с высоким содержанием белка;

- возможность всестороннего контроля качества получаемого продукта;

- эффективность и экономич-

**Таблица 3.** Удвоение биомассы различными биоорганизмами Земли

Биоорганизм	Время удвоения биомассы
Бактерии	20 мин
Дрожжи	2 ч
Грибы и водоросли	6 ч
Лиственные растения, травы	2 нед.
Птица	4 нед.
Поросята	6 нед.
Телята	2 мес

ность метода твердофазной ферментации в сравнении с глубинным культивированием, например дрожжей, так как последний имеет некоторые недостатки. Из них следует отметить значительные размеры установок для ферментации; огромную металлоемкость; высокую стоимость аппаратуры, особенно для перемешивания и аэрации культуральной среды; большой расход электроэнергии для сушки и сбора готовой продукции; загрязнение окружающей среды сточными водами; высокую стоимость транспортировки готового продукта. При выборе продуцента кормового белка микробного происхождения важным доводом в пользу универсальной закваски Леснова явилась высокая экономическая составляющая, которая выгодно отличает её от других продуцентов при биосинтезе кормового белка из свекловичного жома [5];

- минимально расходуется закваска — 5 г на 1 т обрабатываемого сырья;

- белковая биомасса увеличивается в течение 8–12 ч;

- не требуется предварительный гидролиз полисахаридов для ферментации;

- не требуется стерилизация, так как микрофлора не синтезирует патоген-

ных и токсичных микроорганизмов, а наоборот, подавляет их развитие;

- не требуются асептические условия и применение дорогостоящего оборудования и операций при изготовлении кормов и кормовых добавок;

- для осуществления биоферментации затрачивается небольшое количество энергии при периодическом культивировании в микроаэрофильном режиме.

Такие перерабатывающие цеха могут быть реализованы на предприятиях, расположенных в непосредственной близости от доступных источников малоценного кормового сырья и растительных отходов различных видов и животноводческих ферм и комплексов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев С.Д. Биотехнология: кинетические основы микробиологических процессов / С.Д.

Варфоломеев, С.В. Калюжный. — М. : Высшая школа, 1990. — 296 с.

2. Кантаре В.М. Теоретические основы технологий микробиологических производств. — М. : Агропромиздат, 1990. — 271 с.

3. Колесников Н.В. Оптимальные параметры аммонизации кислого свекловичного жома / Н.В. Колесников, В.Ф. Рашин // Кормопроизводство. — 1999. — № 9. — С. 26–28.

4. Колесников Н.В. Хранение и использование свекловичного жома. — М. : Россельхозиздат, 1980 — 155 с.

5. Леснов А.П. Производство ферментированного корма из свекловичного жома / А.П. Леснов, С.В. Леонтьев, В.М. Ткаченко // Комбикорма. — 2010. — №3. — С. 50–51.

6. Мхитарян Г.А. Современные технологии переработки свекловичного жома / Г.А. Мхитарян, А.П. Леснов, В.М. Ткаченко // Сахарная свекла. — 2009. — №2. — С. 33–35.

**Аннотация.** Для улучшения качественных показателей жома и, соответственно, увеличения коммерческой стоимости готового продукта предлагается применять перед высушиванием микробиологическую обработку жома, используя технологию твердофазной биоферментации. Данная технология позволяет в технологическом процессе снижать количество клетчатки и увеличивать количество протеина в жоме.

**Summary.** In order to improve the qualitative indices for this fodder and to increase, therefore, the commercial value of the final product, it's offered to use the microbiological processing of the beet marc before drying it. Thus, utilization of the solid-phase biofermentation technology can be implemented. This technology allows both to decrease the amount of fiber and to increase the content of protein in the dry beet pulp.

**Ключевые слова:** ферментация, бактерии, жом, корм, белок, жир, углеводы, витамины, клетчатка, закваска.

**Key words:** fermentation, bacterium, marc, feed, fat, carbohydrates, vitamins, fiber, ferment.