

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУСЛА И БРАЖКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЗЕРНОВЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

С.В. Волкова, Е.А. Цед, В.А. Новикова, Ю.В. Ивчина

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Могилёв

Аннотация: В ходе проведенных исследований установлено, что приготовленные различными биохимическими способами образцы сусла и бражки повысили физико-химические показатели. В образцах сусла качественные показатели статистически значимых различий не имели, увеличились показатели сухих веществ на 11%, и сбраживаемых углеводов на 8,8% во втором образце сусла. В образцах бражки сухих веществ в первом образце на 14, 3% больше, чем во втором. А по показателю концентрации спирта – первый образец бражки на 22,9 % больше, чем во втором.

Ключевые слова: сусло, брожение, бражка, зерновой дистиллят, осахаривание, кислотность, сухие вещества.

Введение. В последние годы исследования, проводимые в области совершенствования технологии производства сусла, направлены не только на интенсификацию технологических процессов, но и на получение качественного продукта с улучшенными свойствами: пониженным содержанием побочных продуктов брожения, повышенной пищевой ценностью, антиоксидантными, гепатопротекторными и др. свойствами. Одним из путей выполнения этой задачи является улучшение технологии биохимических процессов приготовления сусла и бражки при получении зерновых дистиллятов. Технология производства дистиллятов основана на ферментативном гидролизе крахмалсодержащего сырья, прошедшего водно-тепловую обработку и ферментативную обработку, и сбраживании образующихся сахаров дрожжами в этиловый, т. е. является биохимической технологией.

Технологический процесс изготовления дистиллятов включает следующие стадии:

- приемка и хранение сырья;
- подготовка (измельчение) сырья;
- приготовление замеса (далее сусла) и его тепловая и ферментативная обработка;
- осахаривание и сбраживание сусла;
- фракционная перегонка бражки с получением зернового дистиллята.

Материалы и методы. На первом этапе производится подготовка солода, дробление осуществляли на молотковой дробилке. Качество дробления охарактеризовали следующими показателями: проход через сито с диаметром отверстий 1 мм – 90%, остаток частиц на сите с диаметром отверстий 2 мм- отсутствовал.

На всех технологических стадиях использовали подготовленную питьевую воду, прошедшую стадию умягчения, содержащая в себе общую жесткость $0,25 \text{ ммоль}/\text{м}^3$.

На стадии приготовления замеса необходимо обеспечить полное осахаривание сусла и необходимое содержание сухих веществ. Это достигалось путем подбора оптимального гидромодуля и температурных режимов. Одно из преимуществ использования солода, в качестве основы для производства дистиллятов является наличие собственных ферментов, способных осуществлять процесс гидролиза полимеров сырья. При переработки других зерновых культур появляется необходимо использовать эндоферменты.

Приготовление замеса. Для приготовления сусла использовали низкотемпературную схему разваривания, которую осуществляли в заторном баке.

Низкотемпературная схема обработки зернового сырья предусматривает постадийный нагрев и выдержку замеса в диапазоне температур $45 - 95^\circ\text{C}$ для разжижения крахмала, охлаждение декстринизированного сусла до температуры осахаривания, осахаривание, охлаждение осахаренного сусла до температуры складки, задачу посевного материала дрожжей и брожение.

Приготовление замеса производили путем смешивания измельченного солода с горячей водой (52°C) через дисмембратор-смеситель в соотношении 1:3 и направляли в заторный бак, снабженный мешалкой, обеспечивающей эффективное перемешивание технологической среды. Скорость вращения мешалки устанавливали на стадии приготовления замеса в зависимости от подвижности среды.

В заторном баке на стадии приготовления замеса происходило активное перемешивание зернового замеса, протекало растворение сухих веществ зерна, осуществлялась начальная стадия разжижения крахмала, гидролиз некрахмалистых полисахаридов.

Далее технологический процесс переходил непосредственно в фазу водно-тепловой и ферментативной обработки.

Водно-тепловая обработка. После стадии приготовления замеса температура в аппарате повышается с 40 – 50 °С до 80 – 97 °С, проходя от 2 до 3 технологических пауз, после чего по результатам контроля глубины декстринизации сусла происходит охлаждение сусла до температуры осахаривания.

Первый образец выдерживали на первой паузе при температуре 52°С в течение 20 минут. Далее температуру повышали до 62°С и выдерживали 40 минут. Следующую паузу проводили при температуре 80°С в течение 40 мин. По мере завершения стадии водно-тепловой обработки в период протекания температурной паузы осуществляли мониторинг качества декстринизации сусла по йодной пробе. При хорошем качестве декстринизации массы фильтрат сусла с йодом должен иметь окрашивание от коричневого до темно-коричневого.

Наличие фиолетового и синего окрашивания требует удлинения времени и температурной паузы стадии механико-ферментативной обработки.

Появление светло-коричневого и желтого окрашивания у проб сусла с йодом свидетельствует об избыточности его декстринизации, что является отрицательным фактором для последующих этапов осахаривания и сбраживания.

Для первого образца использовали осветление сусла перед подачей на брожение. Фильтрацию осуществляли в фильтрчане, контроль процесса осветления контролировали визуально. Далее переходили к захолаживанию сусла до температуры осахаривания. Охлаждали сусла до температуры 50 – 60°С и выдерживали 5 – 10 минут. При недостаточном осахаривании сусла вносили глюкомицелазу.

Второй образец выдерживали в трех паузах. На первой пазе замес подогревали до температуры 60°С в течение 25 минут. Далее температуру повышали до 78°С и выдерживали 40 минут. На третьей пазе сусло охлаждали до температуры 58°С и выдерживали в течение 25 мин. По мере завершения всех стадий осуществляли мониторинг качества декстринизации сусла по йодной пробе. Масса фильтрата сусла с йодом имела коричневый цвет. По окончании 3 стадии механико-ферментативной обработки декстринизированное сусло охлаждали через рубашку заторного бака и/или теплообменник.

Результаты исследования и их обсуждение. Нами были получены два образца сусла и определены физико-химические показатели, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Качественные характеристики сусла

Показатель	Образец 1	Образец 2
Сухие вещества, %	14,5	16,1
Кислотность, град.	0,30	0,32
Активная кислотность (рН)	5,8	5,5
Сбраживаемые углеводы, г/100 см ³	13,7	14,9
Аминный азот, мг/100 см ³	17,2	17,8

Далее технологический процесс переходит на стадию охлаждения осахаренного сусла до температуры складки 28 – 32°С.

Понижение температуры складки замедляет процесс возбраживания сусла, удлиняет общую продолжительность стадии брожения, минимизируя риски его контаминации в ходе биосинтеза этилового спирта. Регулируя температуру складки, добиваемся требуемой динамики протекания процесса возбраживания и главного брожения сусла.

В подготовленную питательную среду вносили расчетное количество засевных дрожжей. После внесения засевных дрожжей содержимое осторожно перемешивали до равномерного распределения и получения однородной суспензии, которую оставляли в покое на 15 минут для возбраживания. После разведенную дрожжевую суспензию вносили в ферментативный бак и перемешивание производили мешалкой.

В первые минуты проявлялась метаболическая активность дрожжей, приводящая к увеличению объема сусла и значительному пенообразованию, что является нормальным процессом.

На жизнеспособность дрожжей может оказывать отрицательное влияние повышение температуры выше 38°C во время подготовки посевного материала.

На стадии брожения происходили процессы превращения моносахаридов в спирт и расщепления декстринов, белков и других соединений. Эффективность процесса сбраживания зависит от химического состава сусла, его концентрации, степени гидролиза полимеров зернового сырья, в первую очередь крахмала, некрахмалистых полисахаридов, белков; от используемых дрожжей, их физиологического состояния и особенностей метаболизма; от продолжительности и температурных режимов проведения процесса сбраживания.

Процесс брожения проводили при температуре 28 – 33°C. Не допускали увеличение температуры брожения более 35°C. Поддержание более низких температур замедляет динамику протекания процесса брожения, удлиняя в целом продолжительность стадии сбраживания. Более низкие температуры сбраживания позволяют получить более развитый и гармоничный ароматический профиль сбраженного зернового сусла.

Соблюдение температурного режима и жесткие условия пониженных значений pH позволили значительно замедлить рост посторонней микрофлоры и создать условия для доминирования дрожжевой клеточной биомассы. Ввиду повышения температуры сусла в аппарате до 80°C в ходе водно-тепловой обработки зернового сырья, обеспечивалось пастеризационный эффект при подготовке технологической среды, что минимизирует риски влияние посторонней микрофлоры в ходе брожения на качественные характеристики сбраженного зернового сусла.

После окончания главного брожения осуществляли дальнейшее перемешивание среды 3 – 5 раз по 10 – 20 минут, число оборотов мешалки – 5 – 30 минут. При перемешивании контролировали вспенивание технологической среды (визуально). Если сбраживаемое сусло (брожка) активно пенилось, перемешивание прекращали.

Продолжительность брожения сусла зависело от концентрации сухих веществ сусла и температуры.

Брожение производили до минимального значения плотности при температуре 28-32°C. Эффективность процесса сбраживания сусла оценивали по накоплению этилового спирта в зрелой бражке.

При проведении процесса брожения производили контроль изменения сухих веществ при брожении и изменения концентрации этилового спирта в зрелой бражке.

Качественные характеристики 2 образцов бражки представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Качественные характеристики образцов бражки

Показатель	Образец 1	Образец 2
Сухие вещества, %:		
видимые	3,2	2,8
истинные	2,5	2,2
Активная кислотность (pH)	4,0	4,0
Концентрация спирта, % масс.	7,0	8,6

Заключение. Таким образом, изучение биохимических изменений при получении сусла и бражки для приготовления зерновых дистиллятов является неотъемлемой частью в биотехнологическом процессе производства зерновых дистиллятов и служит надежной основой в технологии получения качественных продуктов.

Список использованных источников

1. Шаршунов В.А. Технология и оборудование для производства спирта спирта и ликеро-водочных изделий: в 2ч. Ч. I. Производство спирта: пособие/ В.А. Шаршунов, Е.А. Цед, Л.М. Кучерявый, А.В. Киркор. – Минск: Мисанта, 2013. – 783 с.
2. Шаршунов В.А. Технология и оборудование для производства спирта спирта и ликеро-водочных изделий: в 2ч. Ч. II. Производство ликеро-водочных изделий: пособие/ В.А. Шаршунов, Е.А. Цед, Л.М. Кучерявый, А.В. Киркор. – Минск: Мисанта, 2013. – 580 с.