

Өмүрбекова М.Ө., Акматов У.Н.

СЫРА КАЙНАТУУДАГЫ КОЛДОНУЛУУЧУ ФЕРМЕНТТЕР

Омурбекова М.О., Акматов У.Н.

ФЕРМЕНТЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПИВОВАРЕНИИ

M. Omurbekova, U. Akmatov

ENZYMES USED IN BREWING

УДК: 663.443.1

Ферменттер сыра кайнатуунун бардык этаптарында негизги ролду ойнойт. Сыранын классикалык технологиясы угут ферменттерин жана сахаромицеттик ачыткыларды колдонууга негизделген. Жогорку сапаттагы угуттан суусу алуу ферменттик препараттарды коюумча киргизүүнү талап кылбайт. Малттын курамында полимерлердин негизги топтору: крахмал, крахмал эмес полисахариддер жана белокту эритүү үчүн зарыл болгон гидролитикалык ферменттер бар. Алкоголь өндүрүшүнөн айырмаланып, сыра кайнатуу чийки заттык полимерлердин ажырашынын эң жогорку даражасына жетишүүгө умтулбайт, анткени пивонун толук даамы жана көбүгү жаралышы үчүн крахмалдын, глюкозанын жана белоктун толук эмес гидролизинин продуктулары керек. Бирок сапатын жана даамын жакшыртуу үчүн, ошондой эле экономикалык натыйжалуулук үчүн. Суслонун түшүмүн жогорулатуу үчүн ферменттер колдонулат. Эксперимент пиво өндүрүүдө жашоого жөндөмдүү жана рентабелдүүлүктү көрсөттү. 5 суусу кайнатмасы жасалып, ачытуу жана фильтрацияга жөнөтүлдү. Бардык продукция сооданын талабы боюнча сатылды. Бөтөлкө куюп жаткан учурда микробиологиялык анализдер боюнча куюуга уруксат кагазы болгон. Даяр продукциянын тандоолору сакталган кутуда жыйт жана даам жагынан эч кандай четтөөлөр табылган жок.

Негизги сөздөр: сыра, микроорганизмдер, ферменттер, суусу, крахмал.

Ферменты играют ключевую роль на всех этапах пивоварения. Классическая технология пива основана на использовании ферментов солода и дрожжей-сахаромицетов. Получение сууса из солода высокого качества не требует дополнительного введения ферментных препаратов. В солоде присутствуют гидролитические ферменты, необходимые для перевода в растворенное состояние основных групп полимеров: крахмала, некрахмальных полисахаридов и белка. В отличие от спиртового производства в пивоварении не стремятся достичь максимально возможной степени расщепления полимеров сырья, поскольку для создания полноты вкуса и пенообразования пива необходимы продукты неполного гидролиза крахмала, глюкозы, белка. Но для улучшения качества и вкуса, а также для экономической эффективности. Используют для большего выхода сууса ферменты. Эксперимент показал жизнеспособность и рентабельность при производстве пива. Было произведено 5 варок сууса и отправлено на брожение и фильтрацию. Вся продукция была реализована по заявке торговли. На момент розлива по микробиологическим анализам был допуск к розливу. На боксе где хранятся отборы готовых продукций, не выявлены никаких отклонений запаха и вкуса.

Ключевые слова: пиво, микроорганизмы, ферменты, суусу, крахмал.

Enzymes play a key role in all stages of brewing. The classical technology of beer is based on the use of malt enzymes and saccharomyces yeasts. Obtaining wort from high quality malt does not

require additional introduction of enzyme preparations. Malt contains hydrolytic enzymes necessary to dissolve the main groups of polymers: starch, non-starch polysaccharides and protein. In contrast to alcohol production, brewing does not strive to achieve the highest possible degree of splitting of raw material polymers, since products of incomplete hydrolysis of starch, glucan, and protein are needed to create the fullness of taste and foaming of beer. But to improve quality and taste as well as for cost-effectiveness. Enzymes are used to increase the yield of the wort. The experiment showed the viability and profitability in the production of beer. 5 wort brews were made and sent for fermentation and filtration. All products were sold at the request of trade. At the time of bottling, according to microbiological analyzes, there was a permit for bottling. On the box where the selections of finished products are stored, no deviations in smell and taste were revealed.

Key words: beer, microorganisms, enzymes, wort, starch.

Ферментация играет решающую роль в классическом пивоварении, превращая сахара сууса в алкоголь и углекислый газ. Ферменты солода и дрожжей определяют качество, вкус, аромат и текстуру пива.

В отечественной практике невыбродившее пиво обрабатывается суусом, содержащим солод с гидролитическими ферментами. Эти ферменты переводят полимеры в растворенное состояние, обеспечивая стабилизацию пива и усиление активности дрожжей. Происходит частичный гидролиз крахмала, глюкозы и белка, формируя продукты неполного гидролиза, которые придают пиву полноту вкуса и создают пену. Ферментные препараты добавляют в охмеленное суусу при определенной температуре (30-40 °C), а их действие приостанавливается охлаждением сууса до температуры брожения.

Ферменты в солоде. Солод содержит в себе множество разнообразных ферментов, углубляться в них мы не будем, а рассмотрим только те, которые представляют для нас, как для пивоваров, особый интерес.

При затирании солода делаются определенные температурные паузы, во время которых, ферменты делают свое дело. Основными ферментами солода, представляющими для нас интерес, являются фитаза, бета-глюкоказа, пептидаза, протеиназа, бета-амилаза, альфа-амилаза.

Ферменты в пивоварении выполняет роль ускорителя естественных процессов. Для достижения полноты вкуса и образования пены в пиве необходимы продукты неполного гидролиза полимеров, таких как крахмал, глюкоза и белок. Полное расщепление этих полимеров может привести к потере важных компо-

нентов, которые влияют на вкус и текстуру пива. В процессе затирания дробленый солод смешивается с водой и подогревается, чтобы получить сусло, которое является основой для дальнейшей ферментации и производства пива.

В производстве пива наряду с солодом используются не соложенные материалы – это злаковые культуры, которые не прошли биохимический процесс проращивания до определенной состояния и сушки.

Использование цитолитических ферментных препаратов улучшает качество сусла и облегчает процесс фильтрации некондиционного солода. Особенно эффективно применение препарата «Целловиридин Г20х» при использовании сибирского ячменного солода. При переработке такого солода рекомендуется вводить добавку полуторачасовую паузу при температуре 45°C для гидролиза полисахаридов. Использование препарата позволяет увеличить выход экстракта на 2-3%, повысить степень сбраживания с 72,7% до 76,8%, увеличить объемную долю спирта с 3,8% до 4,5%, снизить содержание белковой фракции А с 10,7 до 8,9 мг/100 см³ и снизить содержание полифенолов с 72,0 до 57,4 мг/дм³. Дозировка препарата зависит от типа сырья и составляет 100 г/т для солода, а для смесей с несоложенным ячменем - 150 г/т, 220 г/т и 300 г/т для смесей с 30%, 40% и 50% не соложенного ячменя соответственно. Частицы ячменя имеют плотную структуру и меньшую поверхность, что затрудняет проникновение экстрагента и извлечение экстракта. «Целловиридин» эффективно разлагает целлюлозу и полисахариды в частицах ячменя, но проникновение экстрагента медленнее из-за различий в структуре и композиции ячменя и солода.

Отмечается, что скорость проникновения экстрагента для частиц ячменя значительно ниже, чем для частиц солода. Это связано с тем, что частицы ячменя имеют более плотную структуру и меньшую поверхность, что затрудняет доступность питательных веществ и извлечение экстракта во время затирания и брожения.

Скорость диффузионных процессов лимитирует ферментативный гидролиз не соложенного сырья. Ферментативный гидролиз крахмала в частицах не соложенного ячменя является определяющим фактором для доступности питательных веществ, в то время как диффузия экстрактивных веществ на поверхность частиц ограничивает скорость их извлечения.

После обогащения ферментами молотых зерен ячменя обычно производится выделение фракций тонкого помола. Осахаривающая способность увеличивается на 4-5%, степень гидролиза крахмала и количество свободной мальтозы повышается в 1,4 раза. Во

фракциях с диаметром частиц менее 500 мкм содержится больше ферментов, поэтому у этих частиц отмечается наиболее высокая амилалитическая и протеолитическая способности. Наилучшее извлечение питательных веществ отмечается при помоле частиц солода с размером частиц 13-300 мкм, ячменя – 29-300 мкм, получаемый при температуре не выше 100 °С.

При измельчении зерна с тонким помолом возможно повреждение или деструкция белковых структур, кроме этого белки, содержащиеся в зерне, могут быть разрушены при повышении температуры от 7 до 100°C, появляющемся в процессе измельчения. Совершенствование техники помола позволит минимизировать тепловыделение и предотвращают перегрев зерна.

Перед добавлением дрожжей охмеленное сусло не обладает ферментативной активностью. На этапе главного брожения необходимо создать условия для активного размножения дрожжей, обеспечить их высокую способность к брожению, а также для расщепления высокомолекулярных коллоидов, таких как белки и глюканы, которые выделяются в процессе жизнедеятельности и автолиза дрожжевых клеток.

Ферменты пива. Фитаза – это первый из ферментов, о котором хотелось бы сказать. Фитаза понижает pH затора, однако действует достаточно медленно, да и необходимости в ее применении у домашних пивоваров практически нет. Вряд ли вы следите за щелочностью воды. В производстве же, подготовка воды происходит иначе, так что необходимости в применении фитазы, по большому то счету и нету. Температура работы этого фермента от 30 до 53 градусов по Цельсию. Оптимальная температура работы Фитазы – 35 градусов. В этот температурный диапазон попадает и еще один фермент – Бета-глюканаза.

Бета-глюканаза. Рабочий диапазон бета-глюканазы составляет от 35 до 55 градусов по Цельсию, оптимальной же является температура в 45 градусов. Бета-глюканаза разрушает полисахариды глюканы, что приводит к более легкой фильтрации и более чистому суслу. Помогает избавиться от помутнения сусла. Особенно актуально применение этой паузы, в случае применения несоложенки (ржи, овса, кукурузы). Оба этих фермента работают во время кислотной паузы.

Пептидаза и протеиназа работают во время белковой паузы. Но, если вы обратили внимание, то, проводя эту паузу при температуре выше 53 градусов, дрожжи лишатся азота, так что я рекомендую, поддерживать минут 10-15 на 50 градусах и столько же на 58, разбив таким образом белковую паузу на 2 части.

Стоит также оговориться, что чем гуще будет за-

тор, тем лучше будут работать эти ферменты, в отличие от следующих двух.

Бета-амилаза. Этот фермент расщепляет молекулу крахмала на сбраживаемые сахара. Причем отщепления идет с конца молекулярной цепочки, а значит, чем дольше будет работать этот фермент, тем больше будет сбраживаемых сахаров и тем крепче будет пиво. Рабочий диапазон от 54 до 67 градусов, оптимальная температура – 63 градуса.

Альфа-амилаза. Альфа-амилаза, тоже расщепляет крахмал на сахара, но делает это не с конца молекулы, а в произвольном месте. При работе этого фермента, в сусле появляются не сбраживаемые сахара (декстрины) – это делает пиво более мягким и полнотелым.

Температурный режим у альфа-амилазы составляет от 66 до 73 градуса, оптимум 70 градусов.

Важно понимать, что отклонение от оптимальной температуры не приведет к инактивации фермента, а лишь снизит его эффективность.

Также важно знать, что в домашних условиях, вы вряд ли сможете точно контролировать и поддерживать температуру, да это и не нужно. Отклонение в 1-2 градуса от оптимальной температуры не нанесут вреда вашему суслу.

Ферменты останавливают свою работу при повышении температуры затора до определенной отметки: бета-амилаза – 52°C, фитаза – 60°C, бета-клякоказа – 60°C, пептидаза – 63°C, протеиназа – 69°C, альфа-амилаза – 77°C.

Для того, чтобы остановить работу всех ферментов применяется последняя температурная пауза – мэшаут.

Зная, когда работают и что именно делают те или иные ферменты, мы можем сварить действительно потрясающее пиво. А изменяя длительность температурных пауз, можно значительно изменить вкус и плотность пива, не меняя при этом набор солодов и хмеля.

Наш опыт начался с забора суслу по 20 литров, с каждой технологической паузы.

Было отобрано с 4 технологических пауз 80 литров. Налили на стеклянные емкости в горячем виде до краев и закупорили крышкой. Крышка с обратным клапаном выпускает давление с сосуда, а обратно ничего не выпускает. Дозревала сусле в комнатной температуре при 20-22°C. В течении 20 дней. Сусле поменялось в цвете, а самое главное в нем прошли все биохимические процессы и превратилось в ферменты.

Было разработано методика внесения ферментов в сусле. Согласовано и утверждено главным технологом. Наметили и выбрали экспериментальную варку.

Варка суслу длится в течении суток, варится на 1 бродительный чан 5 варок. Это считается одной партией. Первая варка началась без особых отклонений. Задачу первой партии ферментов на 52°C задали 300 грамм на 100 грамм больше чем аналогичный типовой от поставщиков продукта. Через 40 минут белковая пауза прекратилась и начали проверять на микроскопе. Анализ показал полное превращение суслу, где крахмал превратился на сахара содержащее вещество.

Далее идет подогрев на 63°C – это мальтозная пауза, сюда задали фермент 160 грамм на 40 грамм больше стандарта. Через 30 минут проверили на микроскопе с 18000 кратным увеличением. Простые сахара распались на ди сахар – фруктозу и глюкозу.

После идет подогрев на 72°C, это заключительный этап превращения ди сахаров на сбраживаемые сахара. После 20 мин паузы был проверено состояние суслу на 5% йодной пробе, показавшей полное осахаривание.

Данная партия суслу было отправлено на бродительный танк. Партия успешно прошла все стадии брожения и дображки. После чего сусле было отфильтровано и розлито по бутылкам.

При охлаждении пива образуется коллоидное помутнение, содержащее полисахариды, белки, полифенолы и ионы металлов. Углеводы, особенно глюкозы, составляют до 80% коллоидных частиц мути. Белки включают глобулины (9,4% суммы цистеина и цистина и 3,2% метионина), альбумины и гордеин ячменя, которые способствуют формированию перекрестных связей между белками. Коллоидный осадок также содержит 16 различных щелочноземельных и тяжелых металлов. Эти металлы участвуют в образовании комплексов с белками и дубильными кислотами, а также катализируют окисление дубильных веществ перед их полимеризацией. Зольность коллоидного осадка составляет до 14%, обычно в пределах 0,7-3,3%.

В ходе проведения были получены хорошие результаты. Выбранная технология получения ферментов для сбраживания пива показала свою экономическую эффективность. Расходы на покупку ферментов уменьшились в 10-11 раз.

Выводы. Ферменты в солоде и дрожжах играют ключевую роль в формировании вкуса, аромата и текстуры пива. Использование цитолитических ферментных препаратов, таких как «Целловиридин Г20х», при обработке некондиционного солода улучшает фильтрацию суслу, повышает степень сбраживания и увеличивает выход экстракта в пиве. Контроль температуры во время затора играет важную роль в активности ферментов. Методика внесения ферментов может отличаться для достижения желаемых результа-

тов. Ферменты и другие факторы влияют на образование комплексов и помутнение пива при охлаждении. Взаимодействие ферментов, сахаров и других веществ в сусле может влиять на формирование коллоидных частиц и их состав.

Литература:

1. Неверова О.А., Гореликова Г.А., Позняковский В.М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник. - Новосибирск, 2007. - 415 с.: ил.
2. Минходжов С.Н., Ермолаева Г.А. Улучшение качества солода из ячменя республики Таджикистан ферментным препаратом Бирзим БГ Супер // Пиво и напитки. - 2008. - №4. - С. 64-65.
3. Ермолаева Г.А., Будакова Э.Д. Получение пивоваренного солода с применением биокатализаторов из ячменя Республики Башкортостан // Пиво и напитки. - 2008. - №5. - С. 34-35.
4. Минходжов С.Н., Ермолаева Г.А. Влияние биокатализаторов на качество солода из ячменя Республики Таджикистан // Пиво и напитки. - 2009. - №1. - С. 46-48.
5. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения. - СПб.: Профессия, 2007. - 640 с., табл.
6. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 336 с.
7. Лысюк В.М., Шаненко Е.Ф., Гернет М.В. и др. Практические аспекты применения активации ферментных препаратов при получении пивного сусла // Пиво и напитки. - 2010. - №2. - С. 14-15.
8. Иванова Л.А. Разработка и обоснование способов совершенствования биотехнологии и повышения качества светлого пива. / Автореф. дис. докт. техн. наук. - М., 1999. - 49 с.
9. Калунянц К.А. Химия солода и пива. - М.: Агропромиздат, 1990. - 176 с.
10. Яковлев А.Н., Востриков С.В., Корнеева О.С. и др. Влияние мультиэнзимного комплекса на вязкость ячменных замесов. // Хранение и перераб. сельхозсырья. - 2009. - №9. - С. 46-47.
11. Киселев И.В., Беспалова О.В., Лодыгин А.Д. и др. Инновационная технология низкокалорийного светлого пива с использованием овса и цикория // Пиво и напитки. - 2011. - №6. - С. 28-29.
12. Кислухина О.В., Калунянц К.А., Аленова Д.Ж. Ферментативный лизис микроорганизмов. - Алма-Ата, 1990. - 200 с.
13. Карманова Л.В. Применение ферментного препарата Коллагеназы в пивоварении // Пиво и напитки. - 2000. - №5. - С. 44-45.
14. Fillaudeau L., Blanpain-Avet P., Daufin G. Water, wastewater and waste management in brewing industries // J. Cleaner Prod. - 2006. - №14. - С. 463-471.
15. Элеманова Р.Ш., Мусульманова М.М. Повышение функциональности сывороточно-зернового сусла при его ферментации комбинированной закваской. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2017. №. 4. С. 32-34