

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ ЗЦУКРЮЮЧИХ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ВУГЛЕВОДНИЙ СКЛАД МАЛЬТОЗНИХ СИРОПІВ

Грабовська О.В., д.т.н., доц., Сабадаш Н.І., асп.
(Національний університет харчових технологій, м.Київ),

У статті наведено результати досліджень щодо впливу комбінацій ферментних препаратів, їх дозування та часу введення у технологічний процес зцукрювання крохмалю, на накопичування мальтози у гідролізатах.

Виробництво крохмалю із кукурудзяного зерна і його подальше перероблення на цукристі сиропи є перспективною галуззю харчової промисловості України. Попит на крохмальну патоку, глюкозні, мальтозні та глюкозно-фруктозні сиропи з кожним роком зростає, що стимулює дослідження пов'язані з удосконаленням та інтенсифікацією технології їх отримання.

Високомальтозну патоку разом з іншими продуктами гідролізу крохмалю використовують у виробництві м'яких цукерок, рулетів, тістечок, глазури для тортів. Отримані вироби мають гарний смак, добре зберігаються. У виробництві пива мальтозна патока дає змогу зменшити витрати дорогого солоду та цукру.

Виробництво цукристих сиропів базується на ферментативному гідролізі крохмалю. Використання різних ферментних композицій дає можливість отримувати сиропи визначеного вуглеводного складу. Метою роботи було дослідження впливу різних комбінацій ферментних препаратів на кінетику накопичування мальтози в гідролізатах для отримання високомальтозних сиропів.

Зазвичай гідроліз кукурудзяного крохмалю для отримання мальтозних продуктів здійснюють за допомогою мальтогенних ферментів: мальтази, β -амілази, грибною α -амілази та ферменту, що руйнує розгалуження – пуллулази. Проте, кількість та співвідношення цих ферментних препаратів, а також час

введення кожного з них в технологічний процес зцукрювання крохмалю суттєво впливає на склад сахаридів гідролізату. Попередніми дослідженнями було встановлено оптимальне дозування ферментних препаратів β -амілази та пуллуланази [1] і визначено, що на збільшення вмісту мальтози в гідролізаті значною мірою впливає час введення і кількість грибної α -амілази.

Ферментативне зцукрювання розрідженого кукурудзяного крохмалю (субстрату) проводили протягом 48 год. в термостаті EL-20R за температури 57° С при постійному перемішуванні. Процес зцукрювання розпочинали із одночасного додавання в усі зразки субстрату β -амілази Optimalt ВВА фірми Genencor (США) (0,03 од.ак./г СР крохмалю) та пуллуланази Gamylzym KPU-L фірми Gammazym (Німеччина) (0,0006 од.ак./г СР крохмалю). Грибну α -амілазу Gammafungase-A фірми Gammazym (Німеччина) дозували у кількостях 0; 0,6; 3; 6; 9; 12; 15; 18 од.ак./г СР крохмалю (рис. 1.) і вводили через 9 годин після початку процесу зцукрювання. Це пояснюється тим, що введена на початку процесу грибна α -амілаза буде конкурувати з β -амілазою, виявляючи спорідненість до високомолекулярного субстрату, тому краще цей фермент вводити в реакцію, коли вже сформувалась значна кількість мальтози [1, 2]. В контрольний зразок грибну α -амілазу не додавали. Проби гідролізатів відбирали через 24 і 48 год. зцукрювання, витримували на киплячій водяній бані протягом 15 хв для інактивації ферментів і визначали глюкозний еквівалент (ГЕ) за методом Вільштеттера та Шудля [3]. Вуглеводний склад гідролізатів досліджували на хроматографі “Agilent 1100”.

За експериментальними даними було визначено кінетику накопичення мальтози, глюкози, розкладання трисахаридів та тетрасахаридів в зразках гідролізатів відібраних через 24 та 48 годин. Внаслідок узагальнення дослідних даних було побудовано графік (рис. 1), на якому наведено вуглеводний склад високомальтозних гідролізатів, отриманих за різного дозування грибної α -амілази за 48 годин зцукрювання.

Результати дослідів показують, що при збільшенні кількості грибної α -амілази накопичення мальтози зростає (рис. 1.) і при дозуванні 9 од.ак./г СР крохмалю є максимальним (74,3 % мальтози до маси вуглеводів). Ця кількість ферменту є оптимальною, подальше її збільшення не призводить до

підвищення вмісту мальтози.

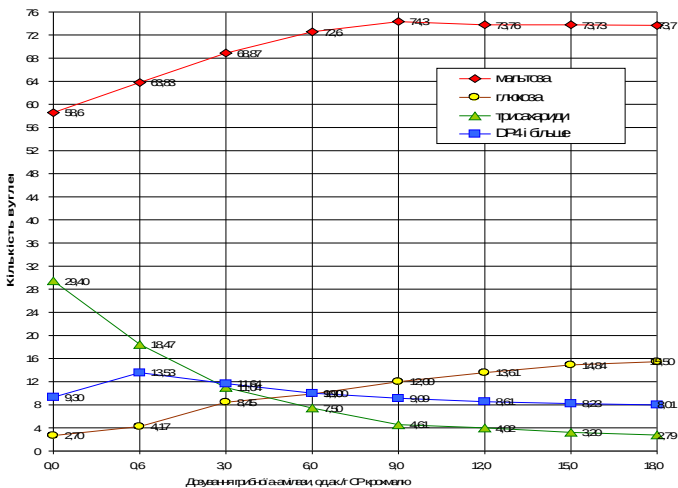


Рис. 1. Вплив комплексу ферментних препаратів β -амілази (0,03 од.ак./г СР крохмалю), пуллулани (0,0006 од.ак./г СР крохмалю) та грибної α -амілази, введеної через 9 год від початку процесу, на вуглеводний склад гідролізатів через 48 годин зцукрювання

При збільшенні кількості грибної α -амілази разом з накопиченням мальтози спостерігається і приріст глюкози (рис. 1). Так, при дозуванні грибної α -амілази 18 од.ак./г СР крохмалю кількість глюкози в гідролізаті за 48 годин зцукрювання досягає значення 15,5 %, порівняно з 10 % за дозування 6 од.ак./г СР крохмалю, також уповільнюється розкладання три- та тетрасахаридів (DP4 і більше).

Грибна α -амілаза активно гідролізує трисахариди, свідченням цього є те, що при введенні у гідролізат навіть незначної її кількості (0,6; 3 од.ак./г СР крохмалю), крива, яка відображає вміст трисахаридів, починає стрімко рухатись вниз (рис. 1). Це пояснюється тим, що β -амілаза не діє на три- та тетрасахариди з α -1,6-глюкозидними зв'язками, а при гідролізі грибною α -амілазою від три- та тетрасахаридів відщеплюється глюкоза з утворенням мальтози та ізомальтози. Важливим є час введення грибної α -амілази від початку процесу зцукрювання, тобто, який склад субстрату буде на момент введення даного

ферменту.

Було сплановано серію дослідів для з'ясування впливу часу введення грибної α -амілази на вуглеводний склад кінцевого продукту. Процес зцукрювання проводили за тих самих умов, що і у попередніх дослідах. Спочатку у розріджений крохмаль додавали ферментні препарати β -амілази (0,03 од.ак./г СР крохмалю) та пуллулази (0,0006 од.ак./г СР крохмалю). Грибну α -амілазу дозували в гідролізат з розрахунку 9 од.ак./г СР крохмалю відразу та через 3; 6; 9; 12; 15 годин після початку процесу зцукрювання. Проби гідролікатів відбирали через 24 та 48 годин, витримували на киплячій водяній бані протягом 15 хв. для інактивації ферментів. В охолоджених пробах визначали глюкозний еквівалент. На рис. 2 представлено дані щодо результату зцукрювання крохмалю ферментними препаратами β -амілази, пуллулази та грибної α -амілази в залежності від часу введення грибної α -амілази.

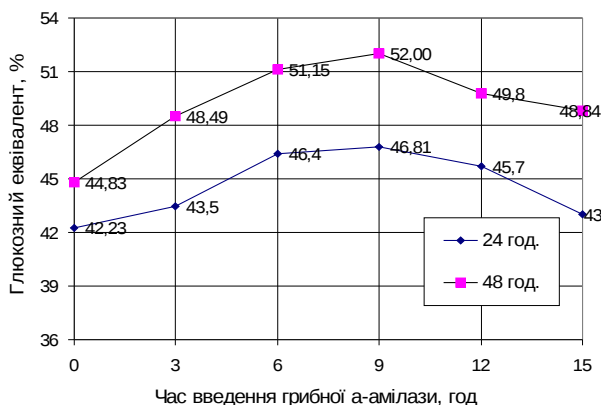


Рис. 2. Вплив часу введення грибної α -амілази в процес зцукрювання крохмалю на глюкозний еквівалент гідролізату через 24 та 48 год від початку процесу

З рис. 2 видно, що найкраще дозувати грибну α -амілазу через 9 годин від початку зцукрювання, коли в гідролізаті вже сформувалась значна кількість мальтози внаслідок дії β -амілази. За цих умов показник ГЕ відповідає значенню 46,8 % вже через 24 години зцукрювання, через 48 годин – він складає 52 %. При

введенні грибної α -амілази через 12 та 15 годин показник ГЕ знижується. Це можна пояснити відсутністю достатньої кількості високомолекулярного субстрату, до якого вона виявляє більшу спорідненість. Але, не зважаючи на зниження ГЕ за вказаних умов, він має вище значення ніж сироп, в який ввели всі три ферменти одночасно.

З результатів попередніх досліджень [1] встановили, що для більшого накопичення мальтози в гідролізатах при виробництві мальтозних сиропів найвпливовішим ферментним препаратом є грибна α -амілаза. Нами проведено серію експериментів по зцукрюванню сиропів без застосування ферментного препарату β -амілази, з використанням для гідролізу лише грибної α -амілази та пуллулази.

Процес зцукрювання розпочинали із додавання ферментного препарату пуллулази у кількості 0,0006 од.ак./г СР крохмалю. Грибну α -амілазу додавали в гідролізат з розрахунку 6 (рис. 3) та 9 од.ак./г СР крохмалю (рис. 4) відразу та через 3 і 6 годин після початку процесу. В два контрольні зразки разом з пуллулазою дозували також β -амілазу (0,03 од.ак./г СР крохмалю), а грибну α -амілазу вводили через 9 годин після початку процесу зцукрювання в кількостях 6 та 9 од.ак./г СР крохмалю, відповідно (рис. 3 та 4). В третю контрольну пробу дозували лише грибну α -амілазу з розрахунку 6 од.ак./г СР крохмалю (рис.3). Проби гідролізатів відбирали через 24 та 48 годин зцукрювання, витримували на киплячій водяній бані протягом 15 хв. для інактивації ферменту. Вуглеводний склад отриманих гідролізатів визначали на рідинному хроматографі.

З результатів досліджень видно, що при введенні грибної α -амілази у більшій кількості (9 од.ак./г СР крохмалю) вплив часу введення препарату на накопичення мальтози зменшується. Так, при додаванні зцукрюючого ферменту в кількості 6 од.ак./г СР крохмалю вміст мальтози через 2 доби зцукрювання складає 63,5 %, а при додаванні грибної α -амілази у кількості 9 од.ак./г СР крохмалю, кількість мальтози за той же час складає 65,1%.

Основне зцукрювання гідролізатів проходить за 24 год. Протягом другої доби, за дозування 6 од.ак./г СР, вміст мальтози та глюкози в сиропах зростає майже однаково: вміст мальтози – на 4 %, глюкози – на 3,6 %, що свідчить про досить інтенсивне накопичення глюкози в результаті розкладання

трисахаридів під дією грибної α -амілази наприкінці процесу. При збільшенні кількості грибної α -амілази до 9 од.ак./г СР,

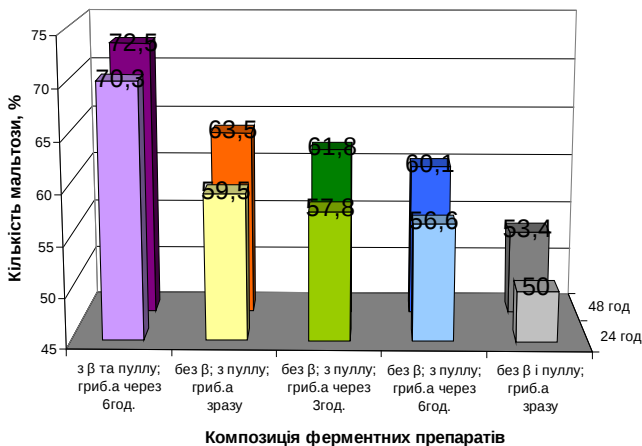


Рис. 3. Вплив комплексу ферментних препаратів пуллулази та грибної α -амілази введеної одночасно та через 3 і 6 год після початку зцукрювання (6 од.ак./г СР крохмалю) на накопичення мальтози в гідролізатах

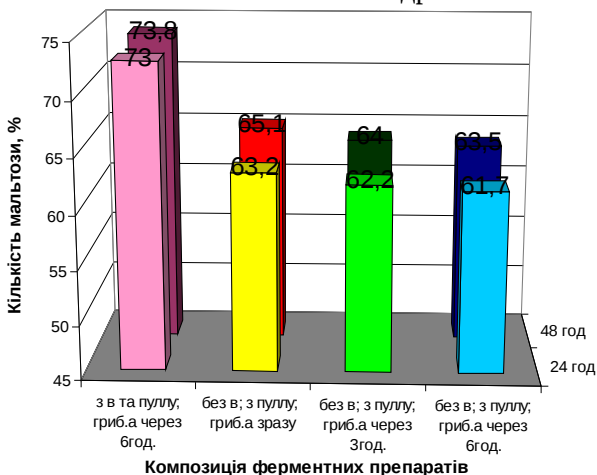


Рис. 4. Вплив комплексу ферментних препаратів пуллулази та грибної α -амілази введеної одночасно та через 3 і 6 год після початку

зцукрювання (9 од.ак./г СР крохмалю) на накопичення мальтози в гідролізатах

Вміст мальтози протягом другої доби зростає лише на 1,9 %. Т. ч., збільшення дозування ферменту є не доцільним, оскільки протягом 48 год зцукрювання ми можемо досягти такого ж значення ГЕ при меншому дозуванні ферменту (рис. 3, 4).

За результатами досліджень було встановлено, що процес зцукрювання можна проводити грибною α -амілазою без додавання інших ферментних препаратів, це дозволить одержати сиропи з досить високим вмістом мальтози (53,4 %) та глюкози (15,1 %). Використання грибною α -амілази в комплексі з пуллуланазою, дає змогу отримувати гідролізати з високим вмістом мальтози наступного складу: мальтози – 63,5 %, глюкози – 13,4 %. Загальна тривалість процесу зцукрювання до 48 год. Для отримання високомальтозних сиропів (більше 65 % мальтози) необхідно використовувати три ферментні препарати у визначеній кількості з додаванням грибною α -амілази через 9 год від початку процесу зцукрювання.

Список літератури

- 1.Гордійчук Н.І., Грабовська О.В., Штангесва Н.І., Розборський Є.В. Вивчення кінетики зцукрювання крохмалю до мальтози шляхом застосування комбінацій ферментних препаратів// Цукор України. – 2006. – №6. – с. 26-29
2. Гулюк Н.Г., Жушман А.И., Ладур Т.А., Штыркова Е.А. Крахмал и крахмалопродукты. -М.: Агропромиздат, 1985.-238с.
3. Трегубов Н.Н., Костенко В.Г. Технохимический контроль крахмало-паточного производства. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 270 с.

Аннотация

**„Исследование комплексного действия
осахаривающих ферментных препаратов
на углеводный состав мальтозных сиропов.”**

В статье приведены результаты исследований относительно влияния комбинаций ферментных препаратов, их дозирования и времени введения в технологический процесс осахаривания крахмала, на

накопление мальтозы в гидролизатах.