

ТЕХНОЛОГІЯ МАЛЬТОДЕКСТРИНІВ ІЗ КРОХМАЛЮ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Грабовська О.В., Штангеева Н.І., Майданець О.М. – *Український державний університет харчових технологій*

Петрушевський В.В. – *ТОВ ТД “Крохмалепродукт”*

За кордоном широко розповсюджене виробництво та використання мальтодекстринів, продуктів з низьким вмістом редукувальних речовин (2-20%), отриманих внаслідок гідролізу крохмалю [1,2]. В нашій країні ці крохмалепродукти майже не відомі, хоча спектр їх застосування досить широкий. Це продукти без смаку та запаху, які використовуються як наповнювачі та формуючі агенти, замітники жиру у низькокалорійних продуктах. Мальтодекстрини являють собою проміжний продукт між модифікованими крохмалями та крохмальною патокою. В останні роки виробництву харчових продуктів пониженої калорійності приділяється велика увага. Зростає інтерес до продуктів, що намазуються на хліб (“спредів”), для виробництва яких необхідні драглеутворюючі речовини. Вибір цих речовин є вирішальним для забезпечення необхідної стійкості емульсій масло-вода, стабільності у циклах заморожування – відтаювання. Більшість з них мають занадто високу температуру плавлення та надають неприємного присмаку продуктам. Використання мальтодекстринів, що мають температуру плавлення близьку до температури плавлення натуральних жирів, дозволяє отримувати продукти, що можна намазувати на

хліб. Вони можуть бути заміною маргарину та вершкового масла у широкому діапазоні умов зберігання та використання. Саме тому дослідження структури та властивостей мальтодекстринів, розроблення технологій виробництва, та вивчення їх застосування є досить актуальним.

На кафедрі технології цукристих речовин Українського державного університету харчових технологій проведені дослідження по розробленню технології драглеутворюючих мальтодекстринів з низьким вмістом редукувальних речовин 5-8%, які у розчині відповідної концентрації здатні утворювати драгли. В основі технології – ступінчастий гідроліз картопляного або кукурудзяного крохмалів термостабільною α -амілазою. Важливо забезпечити в процесі ферментативного гідролізу повноту клейстеризації крохмалю, та не допустити його ретроградацію (утворення нерозчинних конгломератів). У підготовлену суспензію картопляного, або суміші картопляного та кукурудзяного крохмалю (вміст сухих речовин 25-35%, рН=6) дозували ферментний препарат термостабільної α -амілази фірми Gammazim (Німеччина) з розрахунку $0,05 \div 0,1$ одиниць активності на 1 г сухих речовин крохмалю. Гідроліз проводили з підвищенням температури, починаючи від температури на декілька градусів нижче за температуру клейстеризації (59°C), та витримуванням декількох температурних пауз. По закінченні процесу гідролізу, який контролювали визначенням глюкозного еквіваленту (ГЕ), доводили гідролізат до температури кипіння. Коагульований білок відокремлювали сепаруванням та декантацією.

Отриманий продукт висушували у розприскувальній сушарці при температурі 120-140 °С. Таким чином отримували мальтодекстрини з вмістом редукувальних речовин від 3 до 13%. Продукт можна використовувати у вигляді гелю, що утворюється при охолодженні гідролізату.

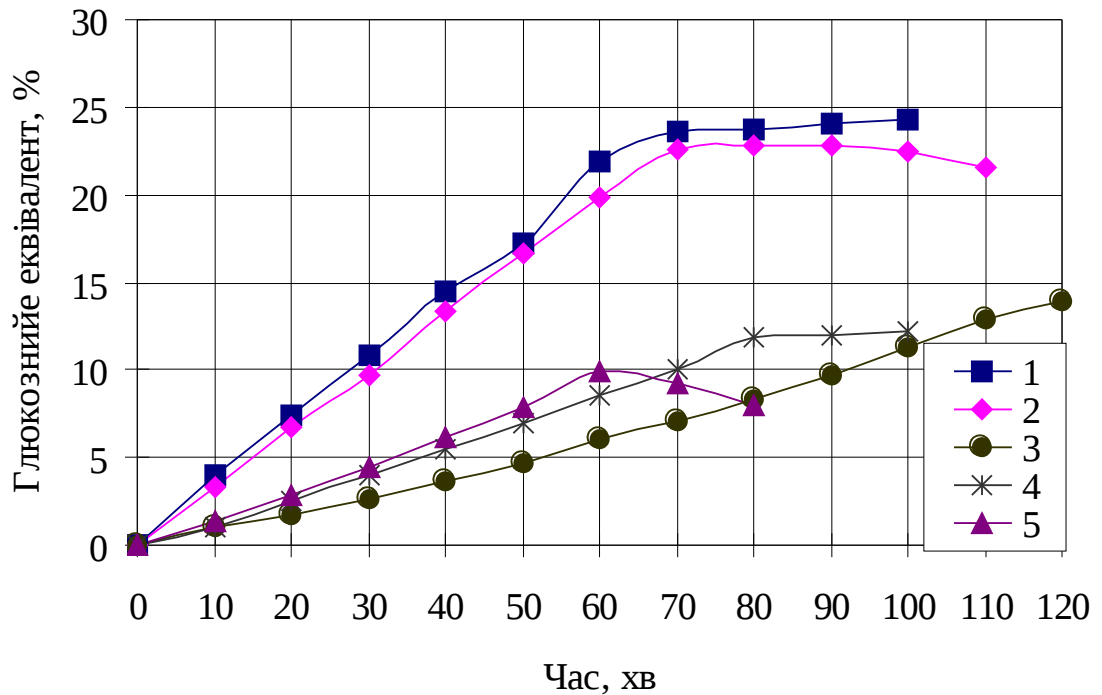


Рис.1. Кінетика ферментативного гідролізу суспензії картопляного крохмалю (концентрація 30%) в залежності від різних технологічних умов. З поступовим підйомом температури: **1, 3** - дозування α -амілази відповідно 0,075 од/г (одиниць активності /г СР) та 0,01 од/г; **2** - дозування термостабільної α -амілази 0,04 од/г; з витриманням температурних пауз: **4, 5** - відповідно дозування α -амілази 0,18 од/г та 0,09 од/г.

Проведені дослідження процесу ферментативного гідролізу суспензії картопляного крохмалю концентрацією 30% в залежності від дозування ферментного препарату (термостабільного, або звичайного) (рис.1). Ступінь гідролізу визначали як глюкозний еквівалент (ГЕ). Вміст редукувальних

речовин у гідролізатах визначали методами Лейна – Ейнана та Вільштеттера – Шудля. З наведених даних видно, що хід процесу залежить не тільки від дозування ферментного препарату, але й від температурного режиму гідролізу. При збільшенні кількості ферменту на грам сухих речовин суспензії, та поступовому підвищенні температури, збільшується швидкість розрідження крохмалю, швидше досягаються значення глюкозного еквіваленту 20-25%. По мірі температурної інактивації ферменту швидкість гідролізу поступово падає. Крім того, при ферментативному гідролізі, як і при кислотному водночас з реакцією гідролізу відбувається реакція реверсії, тобто полімеризації утворених продуктів, що на графіках демонструється зниженням глюкозного еквіваленту. Швидкість цих реакцій залежить від температурних умов гідролізу. При проведенні процесу з повільним підвищенням температури та витримкою деякий час при постійній температурі накопичення редукувальних речовин відбувається більш повільно, а отримані продукти мають особливі властивості. При охолодженні вони утворюють драгли. В наступному досліді було визначено вплив температурного режиму гідролізу на процес отримання мальтодекстрину. Проведення гідролізу суспензії картопляного крохмалю з однаковою концентрацією та кількістю ферменту за різних температурних умов представлено на рис.2. У підготовлену суспензію додавали препарат термостабільної бактеріальної α -амілази Крива 1 відповідає процесу, що проводився з повільним підвищенням температури (3°C у хвилину). Крива 2

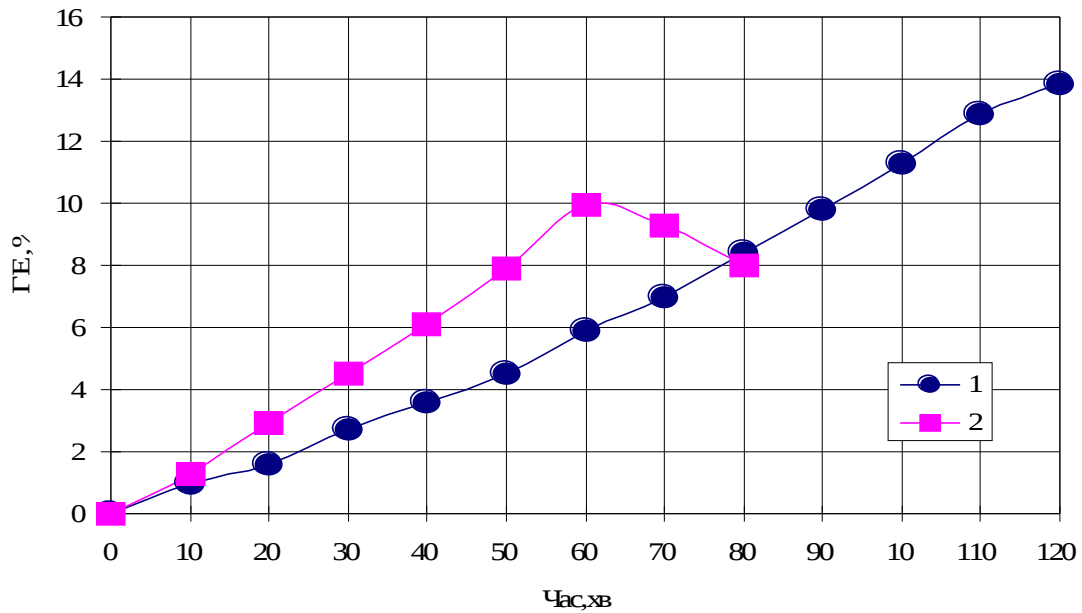


Рис.2. Залежність зміни глюкозного еквіваленту від часу (1 - при поступовому збільшенні температури, 2 – при витримуванні температурних пауз) в процесі одержання мальтодекстрину з картопляного крохмалю (концентрація суспензії 30%, дозування ферменту 0,1 од/г).

ілюструє процес, який проводили з витримуванням температурних пауз, починаючи від 59°C, з підігрівом маси до 90°C. Гідролізат доводили до кипіння для коагуляції білку в обох дослідях, фільтрували та охолоджували. Отримані у дослідях мальтодекстрини з однаковим показником глюкозного еквіваленту, мають різні властивості, одні здатні утворювати драглі при охолодженні (отриманий з витримкою температурних пауз), другі – ні. Під час досліду було помічено, що ступінчастий підйом температури уповільнює розрідження крохмалю, гідроліз відбувається за умов підвищеної в'язкості. З використанням приладу "Реотест 2" вивчали зміни в'язкості суспензії картопляного крохмалю 30%-ї концентрації в процесі біоконверсії бактеріальною α -амілазою (0,1 од/г) з поступовим підйомом температури

(1,5°C у хвилину), та з витримкою температурних пауз (рис.3). Як можна спостерігати на графіку при швидкому підйомі температури крива (2) не має вираженого піка в'язкості, крохмаль поступово розріджується, поки не відбувається температурна інактивація ферменту. У випадку з ступінчастим підйомом температури присутній різко зростаючий пік в'язкості у проміжку температур 74-76°C, який при збільшенні температури швидко спадає. Кінцева в'язкість гідролізату значно нижча за в'язкість суспензії у попередньому випадку. Це, вочевидь, пов'язане з фізико-хімічними процесами, які відбуваються при біоконверсії крохмалю за даних температурних умов. З наведеного вище ступінчастого температурного режиму видно, що спочатку суспензія нагрівається до температури, при якій набухають крохмальні зерна (до 70°C), далі відбувається клейстеризація і гідроліз крохмалю, причому крохмаль, що вже перейшов у розчин розщеплюється ферментом значно швидше ніж той, що ще залишається у вигляді твердої фази. Тобто, поряд з гомогенним гідролізом відбувається і гетерогенний. Саме цей факт зумовлює отримання продуктів гідролізу з відповідними властивостями.

Мальтодекстрини містять полісахариди крохмалю середньої молекулярної маси, включаючи невелику кількість коротких амілозоподібних молекул з прямим ланцюгом. Ці молекули мають тенденцію асоціювати у водній емульсії формуючи драглі. Проте молекулярні ланцюги надто короткі, щоб сформувати незворотні драглі, як це відбувається у крохмальних

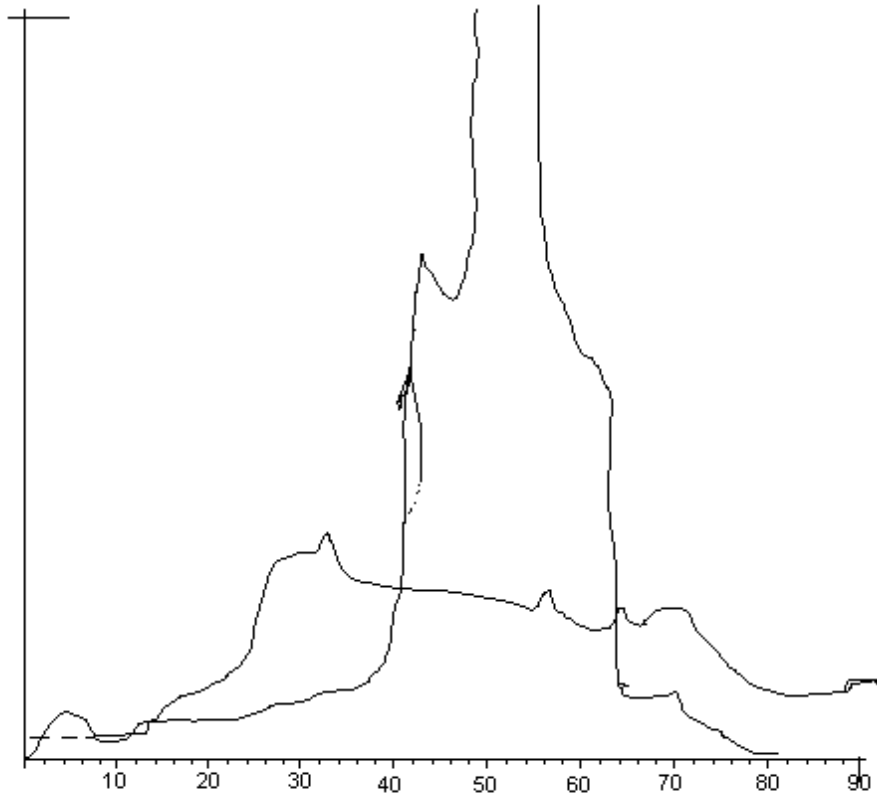


Рис.3. Зміна умовної в'язкості 30%-ї суспензії картопляного крохмалю в процесі ферментативного розрідження (1 – при ступінчастому підйомі температури; 2 – при швидкому підйомі температури).

молекул великої молекулярної маси. Відомо, що нативні крохмалі після клейстеризації при концентрації 8–12% утворюють стійкі драгли. Цією властивістю володіють також різні модифікації крохмалю [3,4]. Проте ці продукти не можна використовувати у якості носіїв консистенції, або добавок у різні харчові продукти, тому що в процесі приготування під впливом температур їхня структура руйнується, вони мають клейкі властивості та характерний крохмальний смак. Мальтодекстрини з низьким глюкозним еквівалентом (5-8%) містять невелику кількість олігосахаридів, що затримують формування драглів. Внаслідок такої будови, при концентрації мальтодекстрину у розчині вище 25% утворюються пластичні

термореверсивні драгли, які плавляться подібно харчовим жирам та відновлюються при охолодженні. Саме ці властивості зумовлюють використання мальтодекстринів в якості замітника жиру.

Завдяки двом різним формам фізичного стану субстрату ферментативна біоконверсія призводить до отримання продуктів з специфічним розподілом молекул за розмірами. За допомогою гел'єхромотографії на сефадексі G-25, визначили приблизний розподіл полісахаридів за фракційним складом в залежності від ступеню гідролізу крохмалю. Приблизний розподіл молекул за розмірами у низькомолекулярних мальтодекстринів (ГЕ 5-8%) такий: глюкози близько 0,3%, мальтози та олігосахаридів – 1,5-2%, декстринів – 40-45%, високомолекулярної фракції близько 50%. Отримані продукти утворюють термореверсивні драгли, стійкі до охолодження, та здатні плавитися подібно до харчових жирів. Вони можуть замінити до 50% олії або жиру у майонезі, молочних десертах, кремах, дозволяють знизити вміст яєчного порошку та цукру. Розроблено рецептуру низькокалорійного майонезу “Легкий” з мальтодекстрином, у якому вміст олії знизили на 50%, а також зменшили вміст цукру та виключили з рецептури яєчний порошок. За смаковими якостями майонез не поступається традиційному, має стійку пастоподібну консистенцію, не розшаровується. Калорійність драглеутворюючих мальтодекстринів у сухому вигляді 17 кДж (в два рази менше ніж у жирів). Використання їх у виготовленні низькокалорійних продуктів дозволяє зменшувати вміст цукру, за рахунок посилення мальтодекстрином смакових

відчуттів, виключити повністю з рецептури яйця, що понижує вміст холестерину, та приводить до здешевлення продукції.

Мальтодекстрини відрізняються від традиційного крохмалю ступенем гідрофільності, здатністю до клейстеризації та драглеутворення, умовами розчинення, тому при використанні у якості стабілізаторів забезпечують кращий технологічний ефект. На кафедрі молока та молочних продуктів проведені дослідження по використанню мальтодекстринів у молочних продуктах. Встановлено, що мальтодекстрини мають гарну здатність до розчинення у молоці та сироватці, тобто основі, яка потрібна для виготовлення молочних продуктів. При визначенні в'язкості та плинності модельних розчинів мальтодекстринів з молочною основою у в'язкозиметрі з падаючою кулькою встановлено, що ці розчини мають меншу в'язкість порівняно з розчинами нативного крохмалю, при цьому доза введення мальтодекстрину майже не впливала на в'язкість та плинність розчинів. При виготовленні збитих десертів використання мальтодекстрину дозволяє підвищити ступінь збитості вершкових десертів на 15-20%, уникнути характерного присмаку крохмалю та отримати продукт ніжної однорідної консистенції. Таким чином, використання мальтодекстрину у виробництві молочних продуктів дозволяє замінити традиційні дорогі стабілізатори, та покращити якість продукції. Запропоновані варіанти використання мальтодекстринів у виробництві низькокалорійних продуктів. Дослідження властивостей мальтодекстринів свідчать про те, що це перспективний вид крохмалепродуктів для харчової та переробної промисловості.

Налагоджування виробництва мальтодекстрину в нашій країні дозволить розширити асортимент низькокалорійних продуктів дієтичного призначення.

ЛІТЕРАТУРА.

1. Жушман А.И., Коптелова Е.И., Быкова С.Т. Новые виды модифицированных крахмалов и их применение. –М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1976, с.37.
2. Гулюк Н.Г., Жушман А.И., Ладур Т.А., Штыркова Е.А. Крахмал и крахмалопродукты. -М.: Агропромиздат, 1985.-238с.
3. Керр В. и др. Химия и технология крахмала. –М.: Пищепромиздат, 1956.-580с.
4. Рихтер М., Аугустат З. Ширбаум Ф. Избранные методы исследования крахмала. –М.: Пищевая промышленность, 1975.-182с.