

ЗМІНА ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЮ КАРТОПЛІ ПРИ КРІООБРОБЦІ

Доценко Н.В., канд. техн. наук, доцент, Подорога В.І., інженер
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати розробки способу низькотемпературної обробки продуктів із картоплі з метою зниження глікемічного індексу продукту для використання у профілактичному та лікувальному харчуванні.

The article presents the results of development method of low-temperature processing of potato products in order to reduce the glycemic index of the product for use in preventive and clinical nutrition.

Ключові слова: картопляний крохмаль, кріообробка, глікемічний індекс.

Більша частина вуглеводвмісних продуктів, що входить до раціону сучасної людини, являє собою складні вуглеводи, які переважно складаються із крохмалю.

Продукти такого роду можна умовно поділити на чотири групи, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація рослинної сировини за вмістом крохмалю

Злаки	Клубні	Бобові	Фрукти
Пшениця твердих і м'яких сортів	Картопля	Квасоля	Банан
Рис	Батат	Горох	Манго
Кукурудза	Маніок	Нут	Яблуко
Овес	Ямс	Чечевиця	
Ячмінь		Боби	
Жито			
Просо			

Для того щоб крохмаль, який входить до складу цих продуктів, поглинався стінками кишківника і надходив у кров, він попередньо повинен перетворюватися в глюкозу. Розщеплення здійснюється завдяки ферментам, зокрема амілазі. Переварювання крохмалів починається в ротовій порожнині за допомогою слини і продовжується в тонкому кишківнику після їх проходження через шлунок.

Про рівень всмоктування глюкози і, відповідно, про рівень засвоюваності крохмалю свідчить величина гіперглікемії [1].

Глікемічні індекси відображають величину підвищення глікемії після переварювання визначеного продукту. Численні дослідження показали, що за однакової кількості вуглеводів у різних продуктах рівень гіперглікемії після їх споживання істотно різниться. Більший чи менший ступінь засвоюваності вуглеводвмісної їжі пов'язано з тим, що частина крохмалю не піддається розщепленню.

Зерна крохмалю складаються із молекулярних з'єднань двох типів: амілози та амілопектину. Вони можуть супроводжуватися невеликою кількістю неуглеводних компонентів (білків, ліпідів та ін.).

Фізико-хімічна природа крохмалевмісних продуктів і їх вплив на організм людини визначаються в основному кількісним співвідношенням між амілозою та амілопектином, які присутні в цих продуктах.

Крохмаль картоплі, наприклад, містить 17–22 % амілози, а в крохмалі бобових (чечевиці, квасолі та нуту) її набагато більше – від 33 до 66 % [2].

Було досліджено, що чим нижчий вміст амілози в продукті, тим легше гідролізується крохмаль під дією травних ферментів і більша його частина перетворюється в глюкозу, що значно підвищує глікемію.

Метою роботи було дослідження впливу низьких температур на картоплю для зниження її глікемічного індексу і підвищення виходу стійкого крохмалю.

Об'єктом досліджень було обрано картоплю, як один з основних харчових продуктів населення України з високим вмістом крохмалю. В середньому картопля містить 18–25 % сухих речовин, з яких 13–20 % складає крохмаль. Крохмаль міститься у вигляді крохмальних зерен розміром від 1 до 100 мкм, що нерівномірно розподіляються в плодах. Хімічний склад картоплі залежить від сорту, умов вирощування, термінів зберігання тощо.

Досліди проводили з клубнями картоплі сорту Слов'янка. В сирій картоплі, яка слугувала контрольним зразком визначили вміст крохмалю (в перерахунку на суху речовину) [3] – 18,3 % та фракційний вміст крохмалю: амілози – 19,5 % і амілопектину – 80,5 % (в перерахунку на крохмаль). Крім крохмалю зразки містили: 1 % клітковини; 1,3 % білків; 1,5 % цукрів; 1 % мінеральних речовин, сліди жирів.

Основними видами переробки картоплі є отримання сухого картопляного порою у вигляді гранул та пластівців. За традиційною технологією передбачається процес бланшування за температури 65–80 °С протягом 15 хв. Саме таку обробку досліджували у порівнянні із кріообробкою.

Найбільш поширений спосіб отримання замороженої картоплі передбачає, що відсортовані, очищені та промиті клубні подають на різання, після чого їх бланшують протягом 15–30 хв за температури 75–90 °С. Як правило, у традиційних технологіях проводять додаткову обробку картоплі хімічними розчинами для желатинування крохмалю чи інгібування ферментів.

Як альтернативу тривалому бланшуванню було запропоновано використовувати дію низьких температур (обробка в парах рідкого азоту -90 °С), яку випробовували на зразках картоплі протягом 30 с та 60 с. Завдяки надшвидкому заморожуванню в нарізаному напівфабрикаті без використання попередніх обробок суттєвих органолептичних змін не виявлено. Після заморожування напівфабрикат подрібнювали і визначали фракційний вміст крохмалю. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вплив різних видів обробки на крохмаль картоплі

Умови обробки	Тривалість	Масова частка крохмалю (в перерахунку на суху речовину,%)	Масова частка амілози (в перерахунку на крохмаль, %)	Масова частка амілопектину (в перерахунку на крохмаль, %)
Необроблена сировина	–	18,3	19,5	80,5
Бланшування при 65 °С	15 хв	11,5	7,1	92,9
Бланшування при 75 °С	15 хв	10,2	7,6	92,4
Бланшування при 80 °С	15 хв	9,7	7,8	92,2
Заморожування при -90 °С	30 с	16,8	23,7	76,3
Заморожування при -90 °С	60 с	16,5	24,5	75,5

Бланшування – складний багатостадійний процес, в результаті якого стінки рослинної клітини (целюзна основа) зберігаються, а у внутрішньоклітинному просторі відбуваються процеси клейстеризації крохмалю і денатурації білка. Тому виникає необхідність у розробці технології, яка б дозволила зберегти ензимрезистентний крохмаль [4] при переробці картоплі на виробництві.

При нагріванні з водою структура крохмалю змінюється. Зерна крохмалю, вбираючи воду, поступово набухають, і частина амілопектину переходить у розчин. При подальшому нагріванні в розчин переходить і частина амілози. Результатом є підвищення в'язкості суспензії. Це явище називається желатинуванням крохмалю.

Нагрівання у водному середовищі підвищує глікемічний індекс (ГІ) продукту. Наприклад, морква в сирому вигляді має ГІ 20, а після варки її глікемічний індекс піднімається до 50 через желатинування крохмалю, що міститься в ній [1].

Отримані дані щодо фракційного складу співвідношення амілози (23,7 і 24,5 %) і амілопектину (76,3 і 75,5 %) після обробки низькими температурами свідчать про суттєві зміни у структурі крохмалю. Можна стверджувати, що низькотемпературна обробка картоплі призводить до реградації крохмалю, при якій збільшується вміст амілози, а це в свою чергу знижує глікемічний індекс продукту. Ретроградація процесує з часом і в міру зниження температури.

Для визначення стійкого крохмалю, який є важливим субстратом для мікрофлори кишківника, що попереджає розвиток раку товстої кишки, визначали масову частку цукрів до гідролізу амілазою та після нього [5]. Результати представлені на діаграмі (рис. 1).

Після ферментативного гідролізу картопляного крохмалю вміст цукрів у контрольному зразку підвищується з 0,7 % до 3,0 %. У бланшованих зразках картоплі від 0,4–0,55 % до 2,1–2,8 %, тобто тривале бланшування при 80 °С призводить до значного зростання цукрів, що свідчить про руйнацію крохмальних структур.

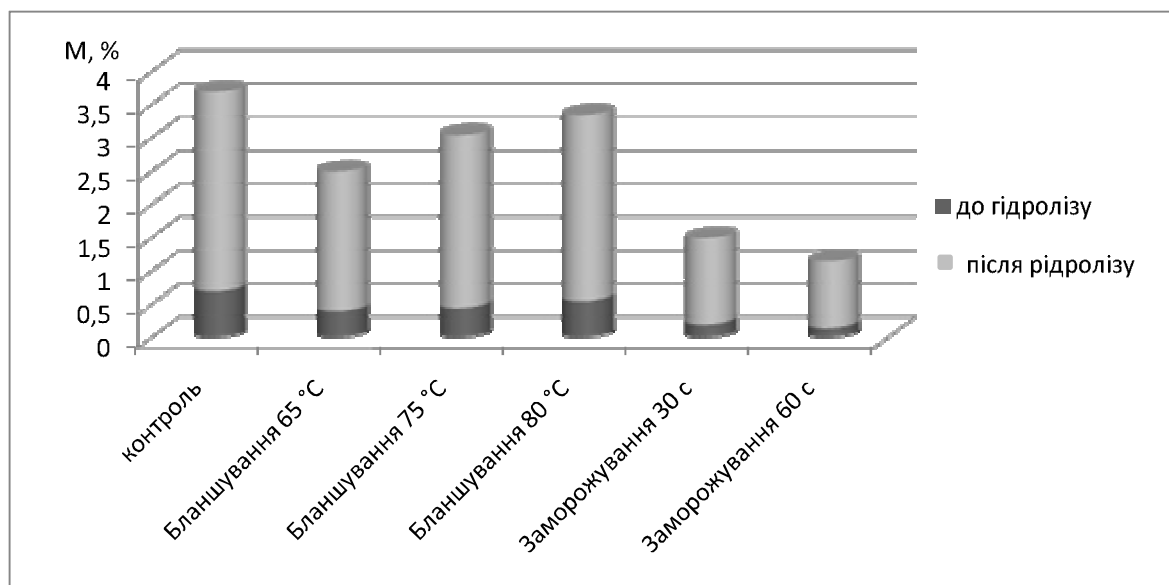


Рис. 1 – Діаграма співвідношення масової частки цукрів (%) до та після гідролізу амілазою

Найкращі результати щодо зниження ферментативного розпаду крохмалю отримані при низькотемпературній обробці – вміст цукрів після гідролізу найменший 1,0–1,3 %.

Таким чином, поживні властивості вуглеводів можуть значно змінюватися під дією різних факторів. Будь-яка гідротермічна обробка промислова або кулінарна приводить до суттєвих змін молекулярної структури крохмалю (змінюється співвідношення амілози і амілопектину), що в свою чергу впливає на процеси травлення організму людини.

Для дієтичного харчування людини велике значення мають такі показники, як глікемічний індекс та стійкість крохмалю. Для профілактики діабету та серцево-судинних захворювань найбільш корисні продукти з низьким глікемічним індексом, а в картоплі ця величина значно вища за необхідну, тому способи, що дозволяють знизити цей показник у процесі виробництва продуктів на основі картоплі, є досить актуальними.

Ензимрезистентний крохмаль картоплі – важливий субстрат для мікрофлори кішківника, який попереджає розвиток раку товстої кишки. Стійкий крохмаль у неперевареному вигляді потрапляє в товсту кишку, де виступає як субстрат для мікроорганізмів. Фізіологічна дія його полягає в обміні речовин кишківникових бактерій і утворенні бутирату, який попереджає утворення ракових клітин [1]. Стійкий крохмаль прискорює проходження їжі через травний тракт людини.

Дослідження показали, що обробка картоплі за допомогою низьких температур (у парах рідкого азоту) дозволяє зберегти ензимрезистентний крохмаль та знизити глікемічний індекс продукту. Тому отриманий продукт може бути рекомендований для використання в профілактичному та лікувальному харчуванні.

Література

1. Ефимов А.С., Скробонская Н.А. Клиническая диабетология. – К.: Здоровье, 1998. – С. 273-277.
2. Гудима А.И. Изменение углеводного комплекса сахарной кукурузы при замораживании и хранении / Гудима А.И., Фрампольская Т.В., Кожухова М.А., Павлова Г.Н. // Изв. вузов. Пищ. техн. – Краснодар, 1997 – С. 8.
3. Рихтер М. Избранные методы исследования крахмала / М. Рихтер, З. Аугустат, Ф. Ширбаум – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 182 с.
4. Павловская Н.Е. Влияние ультразвука на крахмал картофеля / Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Горькова И.В. и др. // Пищевая пром-сть. – 2012. – № 12. – С. 52-53.
5. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков и др. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.