

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЮ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРУЗІЙНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Наведено результати екструзування нативних крохмалів на двошнековому екструдері МПС-100. Визначено режими екструзійного розкладання кукурудзяного і картопляного крохмалів на низькомолекулярні сполуки. Встановлено факт зниження температури клейстеризації обробленого крохмалю.

Ключові слова: екструзування, кукурудзяний і картопляний крохмаль, в'язкість.

Останнім часом за кордоном приділяють велику увагу дослідженню і промислового застосуванню обробки крохмаломістких матеріалів екструзійним методом. Отримані при цьому продукти мають здатність набухати, розчинятися в холодній воді і набувати необчідної форми.

По здатності переходити в розчинений стан, загущуючій та стабілізуючій здатності екструдатів схожі з набухаючими крохмаллями, виготовленими клейстеризацією і сушкою клейстера на вальцевих сушарках. В зв'язку з цим вони можуть в ряді технологічних процесів замінювати набухаючі крохмалі.

В патентованій літературі є відомості про способи приготування екструзійним методом різних продуктів для технологічних цілей, однак великий практичний і науковий інтерес викликає характер змін фізико-хімічних властивостей сировини, які відбуваються при екструзії продукту, а також вплив цих змін на харчову придатність і цінність такої сировини.

Вологотеплова обробка крохмаломісткої сировини є одним з найпоширеніших методів переведення натуральної сировини в нову, більш придатну для харчування форму.

Внаслідок оброблення сировина зазнає глибоких змін, крохмаль повністю, або частково клейстерується, що суттєво змінює його властивості.

При гермічній і механічній обробці крохмалю не тільки руйнується структура його зерен, але й відбувається деструкція великих молекул полімеру, що змінює реологічні властивості крохмальних клейстерів. При цьому відбувається, головним чином, теполімеризація амілози і меншою мірою амілопектину до однієї структури з меншою молекулярною масою.

Руйнування структури крохмальних зерен при нагріванні відбувається через різні фази [1].

В першій фазі вода повністю поглинається крохмальними зернами і відбувається їх обмежене набухання. В'язкість суспензії помітно не підвищується, а зерна зберігають свій характерний вигляд і подвійне променезаломлення.

При підвищенні температури, приблизно до 65°C, починається друга фаза набухання. Зерна швидко набухають, збільшуються в розмірах в багато разів, поглинають велику кількість вологи і втрачають подвійне променезаломлення.

Це пов'язано з тим, що при зростанні температури нагрівання крохмальної суспензії водневі зв'язки, що утримують міцельярні структурні частини і молекули води розчинника в зв'язаному стані, руйнуються. Більш дисоційовані молекули води при більш високому рівні енергії здатні проникати в ослаблену структуру крохмалю і поступово гідратувати гідроксильні групи вздовж крохмальних молекул.

В період набухання вільні молекули амілози і деякі вільні молекули амілопектину з низьким ступенем полімеризації розчиняються і дифундують з крохмального зерна.

Під час третьої фази набухання, що відбувається при підвищенні температури, зерна крохмалю стають майже безформенними міпечками, відбувається клейстеризація зерен полімеру з руйнуванням кристалічної структури, що є позитивним явищем при виробництві харчових продуктів, які легко засвоюються людським організмом [1].

Для вивчення фізико-хімічних властивостей екструдатів, визначення ступеня впливу на них параметрів екструзійного оброблення були проведені дослідження змін, що відбуваються з крохмалем при екструзії.

Для дослідження були обрані кукурудзяний і картопляний крохмалі, як сировина, яку добувають у великих кількостях з широко культивованих рослин.

Екструзування нативних крохмалів проводили за допомогою двошнекового екструдера МПС-100 англійської фірми "Baker" при температурі 140-160°C.

Внаслідок руйнування крохмальних зерен під час вологотеплової обробки, кількість крохмалю в екструдатах зменшується, а кількість декстринів і цукрів зростає за рахунок протікання процесу гідролізу крохмалю під дією високої

температурі і інтенсивного механічного впливу.

Визначення масової частки декстринів проводили методом, заснованим на їх здатності осаджуватися при різних концентраціях етилового спирту в розчині.

При аналізі фракційного складу декстринів можна помітити відносно високий вміст високомолекулярних декстринів, амілодекстринів, вміст яких в кукурудзяному крохмалі нижчий (8,50-9,05%), ніж в картопляному (9,10-9,17%), а вміст низькомолекулярних декстринів в кукурудзяному крохмалі дещо вищий (3,60-5,10%) в порівнянні з картопляним (3,20-4,78%). Таке співвідношення високомолекулярних і низькомолекулярних декстринів в кукурудзяному крохмалі в порівнянні з картопляним є результатом більш жорстких умов оброблення кукурудзяного крохмалю, тобто вищої температури екструзії ($t=160^{\circ}\text{C}$) і інтенсивнішої механічної дії.

Неважаючи на те, що структура кукурудзяного крохмалю міцніша і компактніша, ніж картопляного, цей продукт за рахунок жорсткішого режиму оброблення в екструдері зазнав глибших змін, ніж картопляний крохмаль, про це свідчать результати, які були отримані при визначенні масової частки цукрів, за допомогою йодометричного напівмікрометоду. За результатами досліджень кількість цукрів в кукурудзяному крохмалі вища, ніж в картопляному, і становить $0,033-0,034\%$. Вміст цукрів в картопляному крохмалі становить $0,027-0,029\%$.

Якщо ж порівнювати масову частку цукрів в нативних крохмалях і в екстудованих, то таких цукрів, як мальтоза і глюкоза в продукті до екструзійної обробки не виявлено, а після екструзії їх кількість зростає ($0,027-0,034\%$). Ці результати можуть змінюватися в залежності від зміни режиму вологотеплової обробки, при різних режимах оброблення кількість утворених цукрів менша, а при жорсткіших умовах кількість цукрів більша.

Одним з показників фізико-хімічних властивостей клейстерів, по якому можна оцінювати здатність крохмальних зерен до набухання в залежності від температури - є в'язкість.

Дослідження зміни в'язкості крохмального клейстера при підвищенні температури здійснювали на амілографі "Брабендера". Застосування даного прибору для дослідження в'язкості водних дисперсій екструдатів високої концентрації дає можливість визначити зміни реологічних властивостей дисперсій в результаті екструзії і характер їх поведінки при кулінарній обробці.

Такі дослідження дозволяють оцінити динаміку зміни в'язкості водної дисперсії при нагріванні її з певною швидкістю росту температури від температури навколишнього середовища до температури близької до температури клейстеризації нативного крохмалю. По цьому можна оцінити ступінь клейстеризації крохмалю під час екструзійного оброблення.

Характерним для кукурудзяного і картопляного крохмалів є те, що вони мають початкову в'язкість, а при нагріванні дисперсій в'язкість крохмальних клейстерів починає збільшуватися і при температурі 25°C досягає максимального значення для картопляного крохмалю (480 ум.од.ам.), а при температурі $32,5^{\circ}\text{C}$ досягає максимального значення для кукурудзяного крохмалю (460 ум.од.ам.). Це свідчить про певну клейстеризацію крохмальних зерен під час екструзії.

В інтервалі температур від 40 до 70°C відбувається майже повне руйнування нативних зерен полімеру, які залишилися і в'язкість поступово зменшується.

В результаті екструзійної обробки зменшується і температура клейстеризації крохмалю. Якщо до екструзійного оброблення температура клейстеризації нативних крохмальних зерен картопляного крохмалю становила $52,0^{\circ}\text{C}$ і кукурудзяного - $62,5^{\circ}\text{C}$, то після екструзії температура клейстеризації зменшилася на $25,0^{\circ}\text{C}$. Це можна пояснити тим, що не клейстеризовані зерна крохмалю в результаті вологотеплової обробки все-таки зазнають суттєвих змін.

Отже, під час екструзії крохмалюмісткої сировини кількість високомолекулярних сполук (амілози і амілопектину) зменшується, однак зростає кількість низькомолекулярних структур (декстринів, цукрів).

Розкладання крохмалю на низькомолекулярні сполуки є позитивним процесом для сировини, яка використовується при створенні продуктів швидкого приготування, оскільки низькомолекулярні сполуки краще, ніж високомолекулярні, засвоюються людським організмом, і продукти, вироблені з такої сировини, придатні до вживання навіть без тривалої термічної обробки.

Отримані результати дають можливість розробляти рецептури нових виробів, зокрема виробів для дитячого харчування, в склад яких будуть входити екстудовані продукти, як високоенергетичні і легкозасвоювані складові харчоконцентратних страв, які прості у виробництві і не потребують високих енергетичних витрат.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Керр В.Р. Химия и технология крахмала. М.: Пищепромиздат, 1956. - 579с.