



УКРАЇНСЬКА
ІНФОРМАЦІЙНА КОРПОРАЦІЯ «УкрНТІ»
УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ (УкрІНТЕІ)
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В. М. КОВБАСА, Н. Г. МИРОНОВА, О. В. КОВАЛЬОВ
Н. В. ШЕПЕЛЯ

**ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ЕКСТРУЗІЇ
І МЕТОДІВ ЕКСТРУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ
У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Київ 1996

УКРАЇНСЬКА ІНФОРМАЦІЙНА
КОРПОРАЦІЯ «УкрНТІ»
УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ
ІНФОРМАЦІЇ (УкрІНТЕІ)
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НОВЕ У НАУЦІ, ТЕХНІЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

С е р і я. Промислова переробка та зберігання харчових продуктів

О Г Л Я Д О В А І Н Ф О Р М А Ц І Я

В И П У С К 3

**В. М. КОВБАСА, Н. Г. МИРОНОВА, О. В. КОВАЛЬОВ,
Н. В. ШЕПЕЛЯ**

**ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ЕКСТРУЗІЇ
І МЕТОДІВ ЕКСТРУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ
У ХЛІБОПЕКАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

ПЕРЕТВОРЕННЯ СКЛАДОВИХ КОМПОНЕНТІВ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРУЗІЇ

Вологотермомеханічна обробка – один з найефективніших методів переводу натуральної сировини в нову, більш придатну до споживання, форму.

Основу зернової сировини, що використовується для обробки в екструдері, складає вуглеводний комплекс, він же підлягає найбільшим змінам в процесі екструзії. Вирішальний вплив на умови обробки і якість екструдату справляє кількість і якість крохмалю.

Крохмальні зерна під час нагрівання в присутності вологи перетворюються на крохмальний клейстер. Процес клейстеризації має дві стадії: набухання і власне клейстеризація. На першій стадії крохмальні зерна збільшують свій об'єм; на другій – руйнуються і перетворюються в однорідну рідину желеподібної консистенції. Набухання зерна супроводжується розрихленням структури полісахаридів, що відбувається шляхом

проникнення дисоційованих молекул гарячої води між щільно упакованими крохмальними полісахаридами (в результаті зменшення міцності водневих зв'язків при підвищенні температури). Крохмальні зерна збільшуються в об'ємі, зберігаючи при цьому форму, просторову орієнтацію і шарову будову. На другій стадії відбувається більш сильне порушення нативної структури зерен (шарова будова зникає і порушується просторова орієнтація). Подальше підвищення температури супроводжується розкладом крохмальних зерен, клейстер набуває властивостей гелю (що є наслідком утворення міцел з'єднанням декількох зруйнованих зерен) [3].

Процес клейстеризації, що відбувається в звичайних умовах, відрізняється від процесу клейстеризації в екструдері (оскільки в ньому вологотермічна обробка поєднується з інтенсивною механічною). При термічній і механічній обробці крохмалю не тільки руйнується структура його зерен, а й відбувається деструкція великих молекул полісахаридів, що полегшує їх ферментативну «атакованість», а також суттєво змінює реологічні властивості крохмальних клейстерів. Тобто відбувається, насамперед, деполімеризація амілози і амілопектину.

Одна з особливостей природних крохмалів – їх здатність при нагріванні утворювати дуже в'язкі клейстери, що мають відносно низьку концентрацію крохмалю у воді (як правило, не більше 7,0% сухих речовин). Приготування клейстерів з підвищеним вмістом крохмалю потребує попередньої його модифікації, або присутності реагентів, що розщеплюють полісахариди крохмалю, або інтенсивної механічної обробки. Комплексна вологотермічна обробка в екструдері знижує максимальну в'язкість крохмалю. В такому випадку клейстеризація відбувається в обмеженому об'ємі, при невеликому вмісті води (до 30%) і високій температурі (130–200° С). В процесі екструзії розщеплюються в основному α -1,4-зв'язки [4].

Мікроскопічним аналізом встановлено, що під час проведення обробки в м'яких умовах основні зміни структури відбуваються в аморфній частині крохмальних зерен. Виявлено, що амілопектин відіграє важливішу роль у вибухові крохмальної зернини, ніж амілоза. Це пов'язано з тим, що після вибуху кількість амілопектину зменшується на 10–12%, а кількість амілози – незначно [5]. При розщепленні амілози і амілопектину збільшується кількість декстринів, що й зумовлює значне підвищення вмісту водорозчинних речовин.

Вивчення змін вуглеводних компонентів різних зернових продуктів після екструзійної обробки свідчить, що зі зростанням температури в екструдері збільшується кількість вуглеводів, які легко гідролізуються α -амілазою, і підвищується початкова швидкість їх гідролізу. Слід також зазначити, що природні

властивості різних крохмалів мають великий вплив на фізико-хімічні показники екструдатів. Так, значне збільшення об'єму екструдатів амілопектинового крохмалю відбувається при 135° С, звичайного кукурудзяного крохмалю – при 170° С і високоамілазного (52% амілози) – при 225° С. Отже, результати вивчення одного виду крохмалю не можуть бути перенесені на інші, тобто необхідно досліджувати кожний вид крохмалю [6].

Таким чином, зміни крохмального комплексу в процесі екструзії супроводжуються певними процесами: клейстеризація з утворенням крохмальних клейстерів високих концентрацій; термічна і механічна деструкція полісахаридних ланцюгів, наслідком якої є збільшення водорозчинних речовин, що в цілому позитивно впливає на ступінь засвоюваності готового продукту.

Моноцукри під впливом температури карамелізуються і вступають у взаємодію з іншими компонентами сировини – білками, ліпідами, утворюючи складні комплекси.

Білкові речовини рослинної сировини в процесі екструзії також підлягають певним змінам. Під впливом підвищеного тиску і температури, а також механічної дії робочих органів екструдера білкові речовини денатурують. У багатьох випадках денатурація білка підпорядковується кінетиці реакцій 1-го порядку.

Вважається, що під час нагрівання збільшується тепловий рух пептидних ланцюгів і це викликає розрив водневих зв'язків між ланцюгами, зв'язки між гідрофобними групами починають «плавитися». Звільнені пептидні ланцюги набувають ще більшої теплової рухомості, в результаті чого втрачається специфічна нативна конфігурація білкового конгломерату, тобто білок денатурує.

Теплова денатурація в екструдері супроводжується ще й механічною, наслідком якої є деструкція білкового агрегату, розгортання молекул, витягування, переорієнтація і з'єднання їх у волокна. Всі ці перетворення зумовлюють зниження «структурного бар'єра», в результаті чого білок легше піддається дії протеолітичних ферментів [2]. Зерно і продукти його переробки за швидкістю перетравлення ферментами шлункового тракту людини відносяться до третьої групи і характеризуються повільними процесами розщеплення білка (за рахунок наявності інгібіторів тваринних протеїназ, яких в злакових, а також бобових культурах найбільше). Високомолекулярна обробка ферментів сировини, які мають білкову природу, сприяє їх денатурації. Вони втрачають свою активність, що також підвищує засвоюваність білкового компонента, обробленого в екструдері.

Встановлено, що кількість білка до і після екструзії практично не змінюється (тільки певна його частина втрачається внаслідок глибокої денатурації, яка веде до розриву пептидних

зв'язків). Більш значних змін зазнає фракційний склад білкових речовин: під впливом високої температури внаслідок денатурації зменшується кількість водо- і солерозчинних білків, збільшується кількість нерозчинного залишку [7].

В процесі екструзії змінюється амінокислотний склад продуктів. Найбільш термолабільною амінокислотою є лізин. Її втрати під час обробки досягають до 40% [2]. Зниження вмісту амінокислот, насамперед незамінних, знижує біологічну цінність продуктів екструзії. В зв'язку з цим проводяться наукові дослідження з метою визначення режиму обробки, який позитивно впливає на зберігання лізину.

Втрати деяких амінокислот пояснюються утворенням складних комплексів між різними компонентами сировини під впливом високої температури. Зокрема, можлива взаємодія амінокислот і цукрів, яка призводить до утворення складних комплексів – меланоїдів (реакція Майяра), що надають готовому екструдату приємного кольору і аромату.

Дослідженнями, що були проведені в ряді країн, доведено, що екструзійна обробка підвищує перетравність не тільки крохмалю і білка, а й клітковини. Наприклад, перетравність харчової клітковини пшеничного борошна після екструзії зростає на 10–35%, збільшується кількість розчинних баластних речовин, що пов'язано з розкладанням геміцелюлоз та пектинових речовин [8].

В процесі екструзії руйнується така важлива група харчових речовин, як вітаміни. В основному це відбувається під впливом високих температур. Найбільш термолабільними є вітаміни А, Е. Стабільними є вітаміни групи В (втрати вітамінів В₁, В₆, В₁₂ практично такі самі, як і при випіканні хліба, а втрати фолієвої кислоти – дещо вищі) [4].

Дослідженнями процесу екструзійного варіння зернових продуктів встановлено, що найважливішими змінами, які відбуваються під час обробки вихідної сировини, є клейстеризація і деструкція крохмального компоненту, денатурація білків, утворення продуктів реакції Майяра та амілозно-ліпідних комплексів.