

Висновки

Таким чином, найбільший вплив на зміну в'язкості модельних систем для безбілкового тіста виявляє ксантан. Тому доцільним є введення саме цього мікробного полісахариду для покращення його технологічних властивостей. Ксантан рекомендується вносити в концентраціях не більше 0,3 % до маси кукурудзяного крохмалю.

Література

1. Гречанина, Е. Я. Наследственные нарушения метаболизма [Текст] /Е.Я. Гречанина // Медична газета «Здоров'я України». – 2003.– № 80-84 – Октябрь.
2. Гречанина, О. Я. Фенілкетонурия. Клініка, діагностика, лікування: Методичні рекомендації для фахівців [Текст] / О. З. Гнатейко, В. Д Отт, В. М. Кузнецов та ін. – Київ-Харків, 2001. – 115 с.
3. Вельтищева, Ю. Е. Наследственная патология человека [Текст] / Юлия Вельтищева, Наталья Бочкова. – М.: АСТ, 1992. – 503 с.
4. ГОСТ 27676-88. Метод определения числа падения [Текст]. – Введ. 1990-07-01.– Нормативні документи: довідник / За заг. ред. В.Л. Іванова. — Львів: НІЦ “Леонорм”, 2000. — Т. 1. — С. 220–222.

УДК 664.661:664.726.5

ВПЛИВ ВОЛОГОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА НА ХІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЗЕРНОВОГО ХЛІБА

Пшенишнюк Г.Ф., канд. техн. наук, доцент, Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент, Іванова Г.С., аспірант, Ширалієва А.М., магістр
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В статті наведені результати дослідження впливу масової частки вологотермічно обробленого при різних параметрах зволоженого зерна в рецептурі зернового тіста на хід технологічного процесу; показана доцільність використання вологотермічної обробки частини зерна при приготуванні зернового хліба.

In article results of researches of influence of a mass fraction of grain moisture-thermal processed at different parameters in a compounding of the grain dough for a course of technological process are resulted; the expediency of use moisture-thermal processing of a part of grain in preparation of grain bread is shown.

Ключові слова: вологотермічна обробка зерна, газоутворююча здатність, кислотонакопичення, розпльвання, зерновий хліб, органолептична оцінка.

Зростаючий темп життя призвів до негативного впливу на режим харчування та якісний склад їжі сучасної людини, але в останній час все більше уваги населенням України приділяється «здоровому харчуванню». Тому пріоритетним напрямком розвитку харчової промисловості є створення продуктів нового покоління, які відповідають вимогам та реаліям сьогодення, та удосконалення технології виготовлення традиційних виробів. Зерновий хліб відноситься до продуктів «преміум-класу» та завдяки збереженню периферійних шарів зернівки, в яких міститься значна частина дефіцитних мікронутрієнтів, рекомендується для профілактичного та дієтичного харчування. Високий вміст харчових волокон сприяє виведенню з організму людини токсичних речовин. Крім цього, використання цільного зерна для приготування хліба забезпечує маловідходну технологію переробки зернової сировини.

Однак, поряд з позитивними характеристиками, у порівнянні з пшеничним хлібом, виготовленим з сортового борошна, зерновий хліб відрізняється більш низькими органолептичними властивостями, що свідчить про необхідність удосконалення його технології.

Головною особливістю технологічного процесу приготування зернового хліба є підготовка зерна, яка включає його очищення, мийку, відволоження (замочування в воді) і наступне подрібнення. Найбільш тривалою стадією є замочування. Відомо, що при замочуванні зерна вміст вологи в ньому зростає приблизно з 12 % до 44 %. Це в значній мірі впливає на біохімічні процеси і змінює його структурно-механічні властивості. При цьому відбувається проникнення молекул води в простір між макромолекулами високополімерів, послабляються сполучення між ними, знижується міцність зернівки і полегшується її деформація за рахунок розм'якшення оболонки.

При замочуванні зерно переходить зі стану спокою в фазу біологічної активності. Під впливом ферментного комплексу зерна відбувається гідроліз більшості вуглеводів і білкових речовин, які містяться в ньому. Завдяки цьому, з одного боку, поліпшується засвоюваність білків, підвищується кількість цукрів, доступних для зброджування, а з іншого — спостерігається розрідження структури тіста за рахунок розщеплення білкових речовин. Внаслідок цього структурно-механічні властивості тіста в процесі замісу і бродіння швидко погіршуються: тісто в кінці бродіння дуже розріджується, стає малоеластичним, липким і мазеподібним, що призводить до отримання хліба з липкою, заминаючою м'якушкою, а низька газоутворююча здатність, незважаючи на високу активність ферментів — до нерозвиненої пористості м'якушки. У результаті недостатнього кислотонакопичення випечений хліб характеризується не яскраво вираженим ароматом і смаком.

В напрямку поліпшення якості зернового хліба багато років працюють вчені різних країн. Деякими авторами для підвищення газоутворюючої здатності рекомендується зерно піддавати світлодіодному опроміненню [1], під впливом якого відбувається гідроліз високомолекулярних білкових сполук, а також утворення простих цукрів, що інтенсифікують процес спиртового і молочнокислого бродіння. Додавання зернових пластівців в тісто для зернового хліба, які в значній мірі перевищують за вмістом декстринів і цукрів вихідне зерно, також сприяє інтенсифікації газоутворення [2, 3].

Для зниження активності ферментів і, як наслідок, гальмування розрідження зернового тіста, пропонують вносити при його замісі борошняну закваску, молочну сироватку тощо [2, 4, 5]. Використання цих інгредієнтів підвищує вміст органічних кислот у тісті, які сприяють покращенню його водоутримуючої здатності та надають виробам специфічного смаку. Одним із способів збільшення доступних для зброджування цукрів у зерновому тісті та зниження негативного впливу ферментів на структурно-механічні властивості тістових заготовок є вологотермічна обробка (ВТО) зерна.

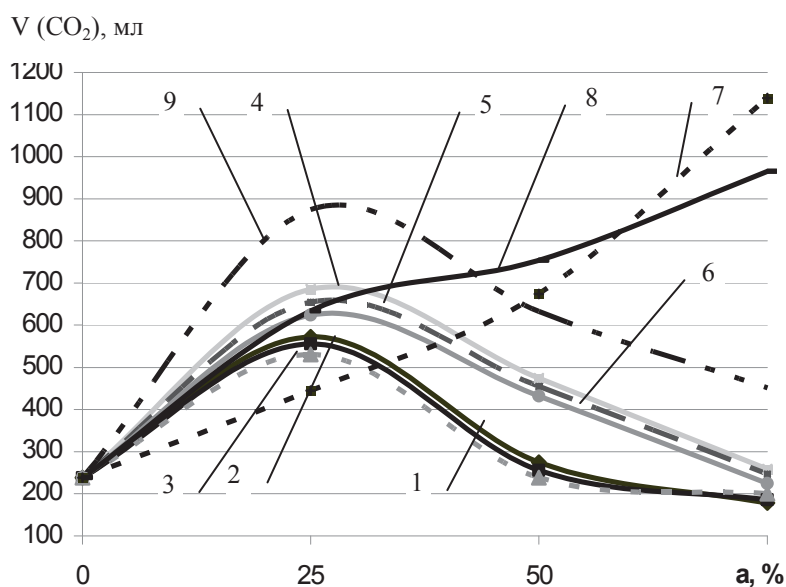
Тому метою роботи було дослідження впливу масової частки внесеного в рецептуру тіста вологотермічно обробленого при різних параметрах зволоженого зерна на хід технологічного процесу при виробництві хліба, структурно-механічні властивості тіста та якість готових виробів.

Промите зерно пшениці попередньо замочували для набухання і розм'якшення оболонок у воді температурою (18-20) °C [6] протягом 12 год. Після набухання частину зерна піддавали термічній обробці при температурі води 60 °C, 80 °C і 100 °C протягом 5, 10 і 15 хв. В рецептуру зернового тіста вносили

25 %, 50 % і 75 % диспергованого ВТО зерна. Для контрольного зразка тісто готували з відволоженого диспергованого зерна, яке не піддавалося вологотермічній обробці.

В основі процесів, що відбуваються під час дозрівання тіста, лежать життєдіяльність мікроорганізмів, активність ферментів, взаємодія біополімерів тіста з водою. Основними показниками, які характеризують хід технологічного процесу є газоутворююча, газо — і формотримуюча здатності, від яких залежить об'єм хліба, розпушеність м'якушки, забарвлення скоринки, а також кислотонакопичення, яке в значній мірі обумовлює смак і аромат випечених виробів [7].

Отримані результати досліджень впливу масової частки ВТО при різних технологічних параметрах зерна у зерновому тісті на газоутворюючу здатність за 5 год. бродіння (рис. 1) свідчать, що при внесенні 25 % ВТО зерна в усіх зразках порівняно з контролем відбувається підви-



зернове тісто з внесенням зерна після ВТО при: 1 — $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 хв, 2 — $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10 хв, 3 — $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 хв, 4 — $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 хв, 5 — $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10 хв, 6 — $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 хв, 7 — $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 хв, 8 — $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10 хв, 9 — $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 хв.

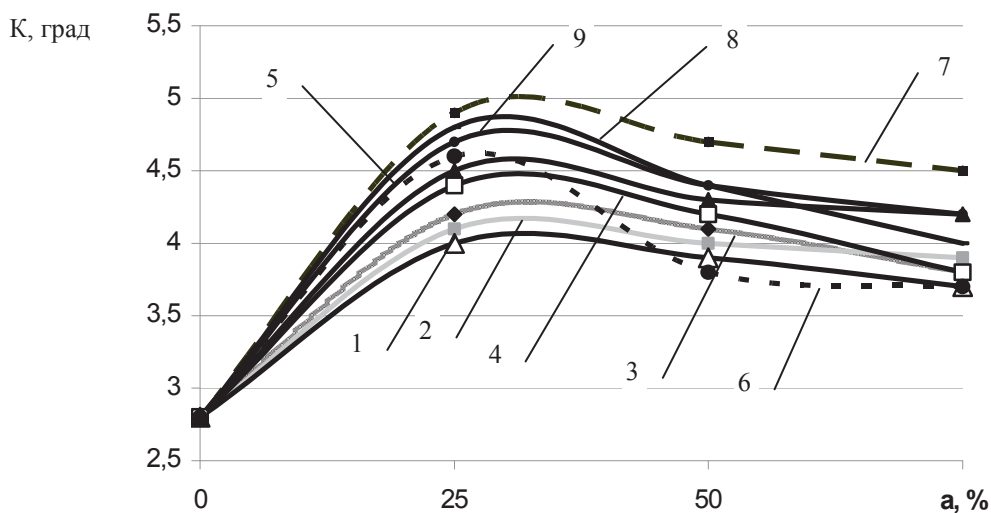
Рис. 1 — Вплив масової частки ВТО зерна на газоутворюючу здатність зернового тіста

щення газоутворюючої здатності. Це, ймовірно, пов'язано з клейстеризацією набряклих крохмальних зерен під час ВТО, що робить їх більш доступними для дії амілолітичних ферментів необробленої частки зерна. У результаті цього підвищується інтенсивність гідролітичного розщеплення крохмалю та утворення мальтози — основного цукру, що забезпечує процес спиртового бродіння. Подальше збільшення масової частки ВТО зерна, за винятком зерна обробленого при температурі 100 °C протягом 5 хв і 10 хв, призводить до зниження газоутворення. Це, можливо, пов'язано зі зменшенням кількості активних амілаз у результаті зниження масової частки необробленого зерна у тісті, і, як наслідок, інтенсивності накопичення мальтози. Встановлено, що збільшення температури та тривалості обробки зерна супроводжується, в основному, підвищенням газоутворюючої здатності, що, очевидно, пов'язано з більш повною клейстеризацією та частковим гідролізом крохмалю. При підвищенні температури обробки зерна до 100 °C спостерігається зростання газоутримуючої здатності зернової маси у порівнянні з іншими зразками не зважаючи на інактивацію амілаз. Це, можливо, пояснюється достатньо глибоким термічним гідролізом крохмалю і утворенням значної кількості доступних для зброджування цукрів, що нівелює часткову інактивацію ферментного комплексу у зерновому тісті. Зниження газоутворюючої здатності при внесенні більше 25 % зерна обробленого при температурі 100 °C протягом 15 хв, ймовірно, обумовлено, інактивацією гідролітичних ферментів під впливом тривалої термічної обробки.

Максимальна газоутворююча здатність спостерігається у тісті з додаванням 75 % ВТО зерна при температурі 100 °C протягом 5 хв. Це, можливо, обумовлено збереженням у певній мірі активності термо-стабільної α -амілази, більш повною клейстеризацією крохмалю, який у такому стані найбільш піддатливий до амілолізу, та, як наслідок, збільшенням інтенсивності утворення цукрів і поживних речовин, що в значній мірі підвищує газоутворюючу здатність тіста.

Окрім спиртового бродіння невід'ємним та важливим процесом під час дозрівання тіста є молочнокисле бродіння. Інтенсивність кислотонакопичення суттєво впливає на реологічні властивості тіста та активність ферментів, що має особливе значення при дозріванні зернового тіста, в якому висока активність гідролітичних ферментів.

Аналіз результатів дослідів по впливу масової частки ВТО зерна на кислотонакопичення у зерновому тісті протягом 3 год (рис. 2) показав, що внесення ВТО зерна призводить до інтенсифікації молочнокислого бродіння у порівнянні з контрольним зразком. Встановлена закономірність обумовлена, ймовірно, тим, що у результаті ВТО кількість водорозчинних речовин, які необхідні для життєдіяльності мікроорганізмів, збільшується. Крім того, під час термічної обробки відбувається денатурація білків, які у такому стані більш піддатливі до дії протеолітичних ферментів необробленого зерна. Це призводить до збільшення продуктів гідролізу білкових сполук під час дозрівання тіста, які використовуються для живлення молочнокислих бактерій.



зернове тісто з внесенням зерна після ВТО при: 1 — $t=60$ °C 5 хв, 2 — $t=60$ °C 10 хв, 3 — $t=60$ °C 15 хв, 4 — $t=80$ °C 5 хв, 5 — $t=80$ °C 10 хв, 6 — $t=80$ °C 15 хв, 7 — $t=100$ °C 5 хв, 8 — $t=100$ °C 10 хв, 9 — $t=100$ °C 15 хв.

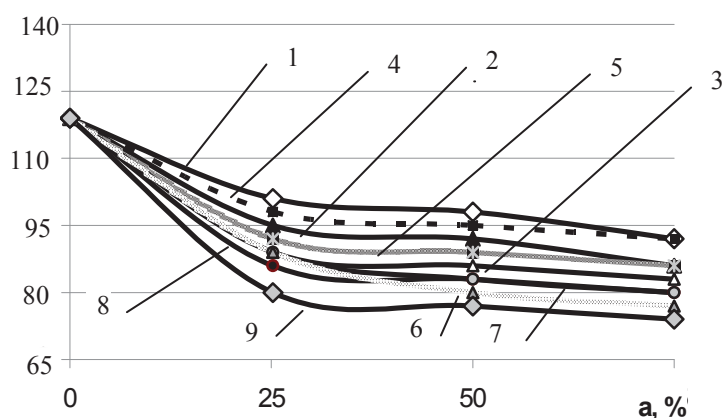
Рис. 2 — Кислотонакопичення у зерновому тісті при внесенні ВТО зерна

Найбільш раціональним співвідношенням обробленого та необробленого зерна для приготування тіста за значенням кислотності є 25:75. При внесенні більшої кількості ВТО зерна у зернове тісто спостерігається зниження кислотонакопичення, що, можливо, обумовлено зменшенням активності мікрофлори тіста та може негативно вплинути на смак і аромат хліба. Така тенденція зберігається поза залежністю від температури та тривалості обробки зволоженого зерна, що, очевидно, пов'язано зі зменшенням кількості молочнокислих та інших кислотоутворюючих бактерій у тісті з необробленого та ВТО зерна у результаті їх знищення під час термічної обробки зволоженого зерна.

Максимальне кислотонакопичення та газоутворення спостерігається при внесенні у тісто 25 % вологотермічно обробленого зерна при температурі 100 °С протягом 5 хв. Це, можливо, обумовлено тим, що при ВТО за такими параметрами відбувається гідроліз білкових сполук, полісахаридів і утворення в результаті цього низькомолекулярних декстринів, простих цукрів, амінокислот, що інтенсифікують взаємопов'язаний процес спиртового та молочнокислого бродіння, і, не дивлячись на інактивацію ферментів та загибель мікрофлори у обробленому зерні, сумарна кількість активних ферментів та кислотоутворюючих бактерій у даного зразка зернового тіста достатньо висока для забезпечення більш інтенсивного у порівнянні з контрольним зразком бродіння.

Відомо, що хліб отриманий з цілого зерна, відрізняється від виготовленого з сортового борошна низькою формостійкістю та нерозвиненою структурою пористості м'якушки, нестабільністю реологічних властивостей диспергованої маси. Це обумовлено тим, що в диспергованій масі зерна утворюється недостатньо розвинений клейковинний каркас, а під впливом гідролітичних ферментів при дозріванні тіста відбувається розщеплення білкових речовин, в тому числі і клейковини. Внаслідок цього у тісті зростає кількість рідкої фази, воно розріджується, що призводить до розпливання тістової заготовки. Тому доцільним було б дослідити вплив масової частки ВТО зерна в рецептурі зернового тіста на розпливання тістової заготовки за 3 год бродіння (рис 3).

P , мм



зернове тісто з внесенням зерна після ВТО при:

1 — $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 хв, 2 — $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10 хв, 3 — $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 хв, 4 — $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 хв, 5 — $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10 хв, 6 — $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 хв, 7 — $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 5 хв, 8 — $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10 хв, 9 — $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 хв.

Рис. 3 — Вплив масової частки ВТО зерна на розпливання (P) кульки тіста

Аналіз отриманих даних показав, що при збільшенні масової частки ВТО зерна у рецептурі зернового тіста, а також при збільшенні температури і тривалості обробки розпливання тістової заготовки зменшується. Найменше розпливання тістової заготовки спостерігаються при збільшенні масової частки до 75 % обробленого зерна при температурі до 100°C і тривалості 15 хв. Така залежність, можливо, обумовлена тим, що в результаті ВТО, особливо при підвищених температурах, відбувається інактивація протеолітичного та амілолітичного ферментного комплексу зерна, що супроводжується зменшенням гідролізу біополімерів зернової маси та призводить до гальмування розрідження тіста під час дозрівання, меншого розпливання тістової заготовки, тобто дозволяє отримати тісто з більш стабільними структурно-механічними властивостями. Крім того, як відмічалось раніше, при ВТО зерна відбувається часткова клейстеризація крохмалю, який у результаті трансформації в процесі теплової обробки проявляє загущуючі та структуроутворюючі властивості, що, можливо, також сприяє зменшенню розпливання тісто-

вої кульки. Зниження розпливання тістової заготовки при збільшенні масової частки у рецептурі тіста ВТО зерна, очевидно, обумовлено зменшенням загальної кількості активних гідролітичних ферментів у зерновій масі.

За органолептичними показниками хліб, виготовлений з внесенням вологотермічно обробленого диспергованого зерна, відрізнявся меншою «волоконистістю» та більш ніжною текстурою. Це, імовірно, пов'язано, з тим, що ВТО з попереднім замочуванням сприяє розрихленню структури зерна, підвищенню його гігроскопічності за рахунок проникнення молекул води усередину зернівки, і, послабляючи зв'язки між макромолекулами полісахаридів, знижує твердість та міцність зернівки. У результаті відволоження в зерні активізуються біохімічні процеси, а ВТО призводить до теплової клейстеризації крохмальних зерен та трансформації харчових волокон зерна і надає необхідну пластичність для проведення процесу подрібнення зерна для отримання однорідної маси, що сприяє поліпшенню консистенції зернового тіста, його реологічних властивостей та сенсорної оцінки готового продукту — зовнішнього вигляду, текстури, розпушеності м'якушки, приємного відчуття при розжовуванні.

Внесення при виробництві зернового хліба ВТО зерна сприяло отриманню виробів з більш вираженим смаком та ароматом, яскравим забарвленням скоринки у порівнянні з контролем. Це обумовлено достатнім для меланоїдиноутворення під час випікання вмістом у тісті цукрів та продуктів гідролізу білків, що додатково утворюються у результаті термічного гідролізу крохмалю та білкових речовин під час ВТО, накопиченням більшої кількості органічних кислот, які приймають участь у формуванні смаку та аромату готових виробів.

Аналіз отриманих у результаті проведених досліджень даних показав, що внесення вологотермічно обробленого зерна при виробництві зернового хліба дозволяє підвищити газоутворюючу здатність тіста і інтенсивність кислотонакопичення при його дозріванні, покращити формостійкість тістових заготовок. Це обумовлено частковою інактивацією гідролітичних ферментів, клейстеризацією крохмалю, збільшенням частки доступних для зброджування цукрів, а також руйнуванням клітинних структур зерна, що сприяє кращому перетравленню та більш повному засвоєнню його основних харчових речовин. За органолептичними показниками найкращою якістю відрізнявся хліб, до складу якого входило 25 % ВТО зерна при температурі 100 °С протягом 5 хв. Подальше збільшення масової частки обробленої зернової маси у рецептурі хліба та тривалості ВТО, не дивлячись на покращення газоутворювальної здатності та кислотонакопичення зернового тіста, призводить до отримання хліба з непропеченою м'якушкою за рахунок утворення значної кількості низькомолекулярних декстринів.

Висновки

1. Показана доцільність вологотермічної обробки частини зерна при виробництві зернового хліба, що дозволяє підвищити засвоюваність хліба, покращити текстуру готових виробів, удосконалити технологію виробництва зернового хліба.
2. Встановлено, що внесення ВТО зерна при виробництві зернового тіста сприяє підвищенню його газоутворюючої здатності, інтенсивності кислотонакопичення, зменшенню розпливання тістової заготовки під час технологічного процесу.
3. Встановлено, що оптимальним є внесення у рецептуру зернового хліба 25 % ВТО зерна при температурі 100 °С протягом 5 хв.

Література

1. Пат. 2344611 Россия, МПК51 А21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба: Орел. ГТУ, Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Гончаров Ю.В., Бобров А.В. № 2007126494/13; Заявл. 11.07.2007; Опубл. 27.01.2009 Бюл. № 3
2. Тертычная Т.Н. Разработка нового способа производства зернового хлеба // Хранение и переработка зерна . – 2009. – № 3. – С. 53-56.
3. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Черепнина Л.В., Щербакова А.А. Использование зерна тритикале в технологии зернового хлеба. // Хранение и переработка зерна. – 2008, – № 1. – С. 42-43.
4. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А. Инновационная технология хлеба из пророщенного зерна пшеницы.//Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 3. – С. 51-53.
5. Г.Ф. Пшенишнюк/ Технология хлеба на основе целого зерна пшеницы/ Г.Ф. Пшенишнюк, О.В. Макарова, А.С. Иванова// Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1. – С. 75-79.
6. Пшенишнюк Г.Ф./ Використання непродовольчого зерна пшениці в технології зернового хліба/ Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Иванова Г.С., Костюченко І.В. // Наукові праці. – 2009. – № 36. С. 198-202.
7. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: Логос, 2002. – 363 с.