

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПІКАННЯ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ НА ОСНОВІ ЯЧМІННОГО БОРОШНА

**Сафонова О.М., канд. техн. наук, Чудік Ю.В., канд. техн. наук,
Полевіч В.В., д-р. техн. наук
(ХДУТХ, ХДУУСГ, м. Харків)**

У даній роботі розглянуті питання формування якості бісквітних напівфабрикатів на основі ячмінного борошна на етапі випікання.

Сучасним напрямком розвитку виробництва борошняних кондитерських виробів є створення нових ресурсозберігаючих технологій на основі борошняних сумішей. Використання нетрадиційних борошняних продуктів (борошна ячменю, сорго, кукурудзи, проса, бобових і ін.) для часткової або повної заміни пшеничного борошна вищого сорту дозволяє не тільки поширити асортимент продукції, що випускається, але й підвищити вміст у виробах вітамінів, мінеральних речовин, клітковини, збагачує їх амінокислотний склад [1-4].

Високими потенційними можливостями володіє ячмінь, переробка якого на борошно не передбачає видалення ендосперму [5,6], що дозволяє зменшити витрати мукомельного процесу і знизити собівартість продуктів помелу.

Ячмінне борошно, має такі смакові й ароматичні показники, які повною мірою можна реалізувати у виробництві бісквітного напівфабрикату.

Нами встановлено, що заміна в рецептурах бісквітних напівфабрикатів до 50 % пшеничного борошна борошном ячмінним дозволяє одержати продукцію з високими органолептичними і структурно-механічними властивостями. Введення ячмінного борошна в більш високих концентраціях потребує регулювання консистенції виробів шляхом введення ацетату натрію і гліцерину [7].

Можливість створення продуктів харчування з заданими властивостями визначається, з однієї сторони, відповідністю потенційних можливостей сировини вимогам якості готової продукції (відповідність якісних характеристик), а, з іншої сторони, знанням закономірностей протікання технологічних процесів при переробки сировини.

Важливою операцією в технологічному процесі виробництва

бісквітного напівфабрикату, яка визначає якість готового продукту, є процес випікання, який характеризується переміщенням тепла і вологи в колоїдних капілярно-пористих матеріалах під дією високої температури.

Під час випікання відбуваються процеси тепло- і вологообміну тістової заготовки з пароповітряним середовищем камери, які супроводжуються видаленням із тістової заготовки значної кількості вологи. На поверхні випікаємого виробу утворюється еластична плівка, яка обумовлює утримання газоподібної фази і збільшення тіста за об'ємом. Відбувається змінення структурно-механічних особливостей тістової заготовки – вона набуває твердість і пористість, поверхня її забарвлюється [8].

Кожна група борошняних кондитерських виробів потребує індивідуальних режимів проведення даної операції [9]. Для досліджень процесу випікання бісквітних напівфабрикатів, до рецептури яких входить ячмінне борошно, було встановлено температуру 180 °С, рекомендовану [10] за постійним режимом випікання.

Контролюєним параметром змінення напівфабрикатів в процесі випікання розглядали висоту підйому зразків (рис. 1).

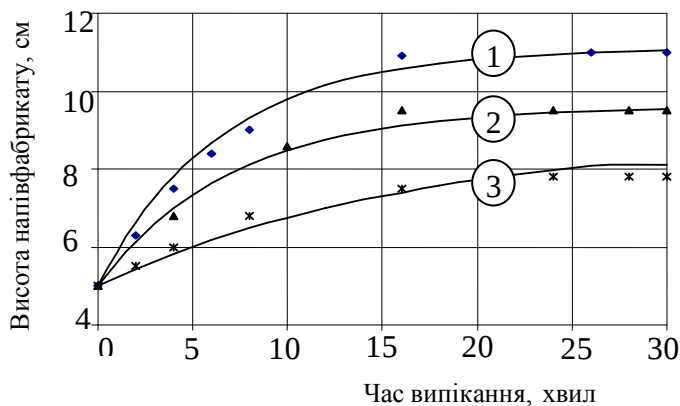


Рисунок 1 – Динаміка підйому бісквітних напівфабрикатів на основі пшеничного борошна (ряд1), суміші пшеничного і ячмінного борошна в співвідношенні 50:50 (ряд2), ячмінного борошна (ряд3)

Як свідчать дані рисунку 1, найбільший підйом напівфабрикату відзначається у зразка з пшеничного борошна – до 11 см., а найменший – у зразка з ячмінного борошна – до 8 см. Слід відзначити

східний характер змінення висоти напівфабрикатів під час випікання для всіх дослідних зразків: у початковий момент до 12...14 хвил – достатньо швидке збільшення висоти, потім – деяке уповільнення і, нарешті, повне припинення зростання зразків.

Залежність підйому h від часу τ для кожного зразка може бути адекватно описано функцією виду:

$$h = \alpha_0 + \alpha_1 (1 - e^{-\beta \tau})$$

Сталі α_0 , α_1 , β наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення α_0 , α_1 , β , які прийняті при обчислюванні

Зразок	α_0	α_1	β
1	5	6,1	0,15
2	5	4,6	0,14
3	5	3,9	0,06

Форсоване збільшення висоти в початковий момент обумовлено тепловим розширенням пухирців повітря, а уповільнення – утворенням кірочки на поверхні зразка. М'якуш, що утворюється при подальшому прогріванні зразка, в меншому ступені здатний до змінення об'єму внаслідок клейстеризації крохмалю і коагуляції білків.

Методами багатовимірного статистичного аналізу одержано модель залежності висоти бісквітного напівфабрикату на основі ячмінного борошна $h = h(C_{\text{гл}}, C_{\text{ац}})$ від концентрацій добавок гліцерину $C_{\text{гл}}$ та ацетату натрію $C_{\text{ац}}$ ($C_{\text{гл}}, C_{\text{ац}} \in (0, 1,2)$) (рис.2).

Зв'язок між параметрами може бути описано наступною функцією:

$$h = 8,5 C_{\text{гл}}^{0,06} e^{-0,2 \cdot C_{\text{гл}}} + (6,92 + 7,21 C_{\text{гл}}^2 - 4,47 C_{\text{гл}}^4) C_{\text{ац}} + (3,74 C_{\text{гл}}^4 - 6,11 C_{\text{гл}}^2 - 4,10) C_{\text{ац}}^2$$

Розраховано двовимірну функцію регресії, яка за критерієм Фішера описує не менше 94 % кореляційної залежності висоти напівфабрикату від концентрацій добавок. Параметри функції регресії визначені (критерій Стюдента) з надійністю ≥ 91 %.

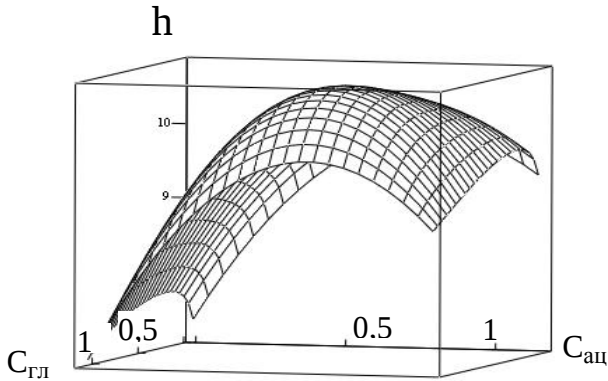


Рисунок 2 – Залежність висоти бісквітного напівфабрикату на основі ячмінного борошна від концентрацій добавок під час випікання

Згідно даних динаміки підйому бісквітних напівфабрикатів на основі ячмінного борошна в присутності ацетату натрію і гліцерину одержана математична модель, яка дозволяє визначити висоту бісквітних напівфабрикатів Z , см залежно від концентрації добавок X , % і часу випікання Y , хвил (рис.3).

$$\begin{cases} Z = AY^3 + BY^2 + CY + D \\ A = 0.0006x^3 - 0.0015x^2 + 0.0009x + 0.0001 \\ B = -0.0031x^3 + 0.0312x^2 - 0.033x - 0.0108 \\ C = -0.1654x^3 - 0.0441x^2 + 0.4012x + 0.300 \\ D = 0.2043x^3 - 0.4711x^2 + 0.3676x + 7.9732, \end{cases}$$

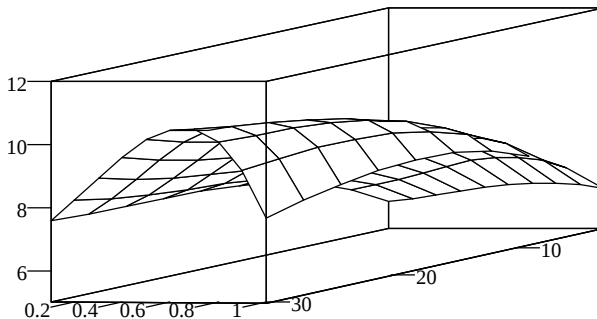


Рисунок 3 – Залежність висоти бісквітних напівфабрикатів на основі ячмінного борошна від концентрації добавок і часу випікання

Для кожного фіксованого значення h можна одержати сукупність концентрацій гліцерину $C_{\text{гл}}$ та ацетату натрію $C_{\text{ац}}$, за яких буде реалізовано цей показник. Аналіз ліній рівня $h(C_{\text{гл}}, C_{\text{ац}}) = \text{const}$ показує, що найбільших значень висоти досягає бісквітний напівфабрикат за додавання ацетату натрію та гліцерину в концентраціях 0,5...0,6 % кожного.

Зіставлення теоретичних і експериментальних даних свідчить, що розроблені моделі (рис.2,3) адекватні реальному процесу.

В процесі випікання зі збільшенням об'єму зразків відбувається зменшення їх маси, кількісною характеристикою якого є упік. Упік характеризує втрати води за рахунок переходу вологи, що випаровується, у газове середовище пекарної камери та невеликої кількості летючих речовин і обумовлює технологічні втрати під час випікання. Результати вивчення упіку бісквітних напівфабрикатів на основі різної борошняної сировини представлено на рис.4.

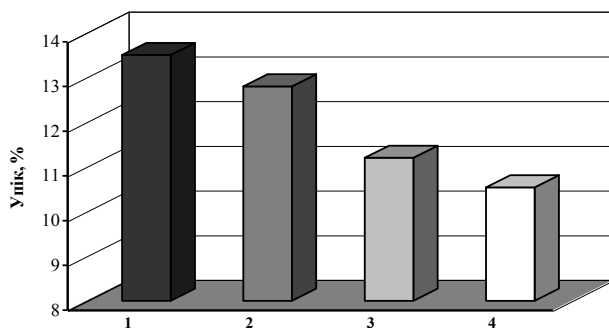


Рисунок 4 – Упік бісквітних напівфабрикатів з пшеничного борошна (ряд1), суміші пшеничного і ячмінного борошна в співвідношенні 50:50 (ряд2), ячмінного борошна (ряд3), ячмінного борошна в присутності ацетату натрію і гліцерину (ряд4)

Як свідчать дані рисунку додавання ячмінного борошна сприяє зниженню упіку від 13,58 % (у традиційних виробів) до 12,8 % (при 50 %-ній заміні пшеничного борошна) і до 11,2 % (у зразка на основі ячмінного борошна).

Введення ацетату натрію і гліцерину в бісквітний напівфабрикат на основі ячмінного борошна приводить до подальшого зниження упіку – до 10,5 %.

Таким чином, результати проведених досліджень дозволяють зробити наступний висновок. Введення ячмінного борошна в

рецептури бісквітних напівфабрикатів для заміни пшеничного борошна знижує висоту віпикаємих зразків пропорційно збільшенню концентрації ячмінного борошна. Додавання ацетату натрію і гліцерину, оказуючи позитивний вплив, сприяє підвищенню ступеня підйому бісквітних напівфабрикатів на основі ячмінного борошна, більшою мірою – в концентраціях по 0,5...0,6 %. Поряд з цим відбувається зниження упіку готової продукції, що є важливим як в технологічному, так і в економічному аспектах.

Список літератури

1. Скорє Т.В., Каркляня Д.Я. Изменение свойств пшеничного теста при добавлении овсяной и гречневой муки // Труды III Междунар. практич. конф. «Продовольственный рынок и проблемы здорового питания». – Орел. – 2000. – С. 115–116.
2. Уварова И.М., Прокопец А.С., Мартыненко Я.Ф., Руденко И.В. Использование просяной муки в производстве печенья // Изв. вузов. Пищ. технологии, 1999. – № 1 – С. 13–14.
3. Биологически активные вещества пищевых продуктов: Справочник / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладкий, Е.Г. Винокурова. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.
4. Кветный Ф.М., Кузнецова Н.И., Маслова И.И. Изделия диетического и профилактического назначения // Хлебопродукты, 1996. – № 6 – С. 16–17.
5. Пузік Л.М. Переробка зерна на крупи та борошно. – Харків: ХДАУ ім. Докучаєва, 1999. – 28 с.
6. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производств. – М.: Агропромиздат, 1989. – 463 с.
7. Захаренко В.А., Сафонова О.Н., Чудик Ю.В. Влияние улучшающих добавок на пористую структуру бисквитных полуфабрикатов // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв: Зб. наук. пр. – Харків: ХДАТОХ, 2000. – Ч I. – С. 41-47.
8. Драгилев А.И., Маршалкин Г.А. Основы кондитерского производства. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
9. Дорохович А.Н. Разработка научных основ технологии различных мучных кондитерских изделий улучшенного качества: Автореф. дис...д-ра техн. наук: 05.18.01 / Моск. технол. ин-т пищ. пр-сти. – М., 1988. – 50 с.
10. Бондаренко Е.Г. Исследование кинетики процесса выпечки бисквитных полуфабрикатов. Дис...канд. техн. наук. К., 1979. – 136 с.