

ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

УДК 664.523.12

П.П. Пивоваров, д-р техн. наук, проф.

В.О. Захаренко, канд. техн. наук, доц.

Ю.К. Кірьяков, канд. техн. наук, доц.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА ПОРИСТУ СТРУКТУРУ ХЛІББУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Створено програму для розрахунків фізичних величин під час визначення диференціальної функції розподілу пор за радіусами (ДФР) для м'якушки хлібобулочних виробів. Досліджено вплив різних харчових домішок, їх дозування, тістоведення, які знижують калорійність виробів та підвищують їх біологічну цінність на ступінь монодисперсності м'якушки. Показано, що вплив перерахованих чинників неоднозначний: деякі з них підвищують ступінь монодисперсності, а більшість її знижують.

Создана программа для расчетов физических величин при определении дифференциальной функции распределения пор по радиусам (ДФР) для мякучи хлебобулочных изделий. Исследовано влияние разных пищевых добавок, их дозирования, тестоведения, которые снижают калорийность изделий и повышают их биологическую ценность на степень монодисперсности мякучи. Показано, что влияние перечисленных факторов неоднозначно: некоторые из них повышают степень монодисперсности, а большинство ее снижает.

The program for calculating physical quantities when determining differential function of pores distribution along the radii (DFD) for bread crumb was elaborated. The effect of different nutritive additives and their dosage were surveyed as well as dough development that reduce calorie content of a product and increase their biological value at the degree of crumb monodispersion. It is shown that the effect of the given factors is diverse: some of them increase the degree of monodispersion, but majority reduces it.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Більшість харчових продуктів мають капілярно-пористу структуру, що містить суху матрицю і значну кількість води з розчиненими в ній сухими речовинами, що знаходиться в різних формах з частинками продукту.

Численні експертизи підтверджують, що при отриманні полікомпонентних систем, введення до складу продуктів тонкодисперсних добавок (круп, муки, порошоків) а також різного роду функціональних речовин, що мають велику здібність до скріплення і утримування вологи, приводить до істотних змін характеристик текстури продуктів, у тому числі і їх пористої структури і перерозподілу вологи в різних формах зв'язку, що обумовлює і відповідні зміни структурно-механічних властивостей та консистенції продукту. Усе це диктує необхідність підвищення рівня контролю, а точніше експертизи, пов'язаних саме з фізичними властивостями продуктів, що визначають їх текстурність.

Традиційні продукти – хлібобулочні, борошняні кондитерські вироби, – до яких звикло населення, характеризуються унікальною індивідуальною структурою, яка визначає їх якість. Тому зусилля направлені на збереження цієї структури є зусиллями по збереженню якості цих продуктів. Сучасна тенденція регулювання харчових властивостей і якості продуктів шляхом введення різного роду домішок, а також індустрія створення структурованих продуктів повинна узгоджуватися, як правило, з кінцевою структурою продукту і не повинна бути направлена тільки на регулювання харчової цінності.

Моніторинг показників якості хлібобулочних виробів показує, що при ситуації, що склалася, з постачанням хліба на ринок численними постачальниками різних форм власності найважливішою умовою є контроль якості виробів. Особливою умовою сьогодення є наявність на ринку хлібобулочних виробів, вироблених по власній нормативній документації (НД), що робить неприйнятним використання існуючих ГОСТів на хлібобулочні вироби. У цій ситуації особливої актуальності набувають об'єктивні методи дослідження показників якості, де, разом з експертною оцінкою, повинні використовуватися об'єктивні методи фізико-хімічних випробувань, а також необхідно задати основні критерії оцінки якості продуктів, тобто ввести еталонний (базовий) зразок. Більшість дослідників розглядають як основний критерій якості базового зразка його збалансованість за основними інгредієнтами (білки, жири, вуглеводи, амінокислоти) згідно з вимогами нутріціології, а органолептичні і структурно-механічні показники базового зразка повинні відповідати кращим показникам відповідної групи виробів.

При такому підході до введення еталонного зразка, явно недостатньо уваги приділено розробці об'єктивних методів оцінки стану м'якшки, зовнішнього вигляду, забарвлення, тобто тим показникам, які традиційно визначаються органолептичним методом. Тоді як

об'єктивна оцінка таких показників стану м'якушки, як ступінь однорідності пор, дисперсність його пористої структури, визначення ДФР (диференціальній пористості) дозволяє істотно підвищити якість продукції, що випускається, особливо за новими технологіями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1-3] було показано, що для визначення диференціальної пористості випечених виробів можна використовувати метод продавлювання повітря через пористий зразок, просочений інертною рідиною (гасом). Для цієї мети в роботі [3] з булочки вирізали зразки з різних ділянок: вгорі (поблизу скориночки), в середині і внизу (поблизу поду).

З метою зниження калорійності булочних виробів і підвищення біологічної цінності, в даний час у рецептуру вводять різні харчові добавки, у тому числі і овочеві, зменшуючи при цьому вміст жиру, цукру, муки [4; 5; 6]. У роботі [7] вивчався вплив способу тістоведення, різних дозувань вівсяної муки (20...50%) і способу її попередньої обробки на макропористу структуру виробів з дріжджового тісту. Модифікований спосіб тістоведення передбачав введення вівсяної муки безпосередньо в опару без попередньої обробки.

Мета та завдання статті. З введенням добавок відбуваються істотні зміни в пористій структурі, причому, змінюється не тільки загальна пористість, а головним чином, диференціальна, для визначення якої необхідно виконати цілу низку розрахунків у відповідній послідовності, і яка відповідає за цілу низку показників якості харчових продуктів [1]. Для спрощення цих розрахунків необхідно створити алгоритм (програму) дій, які зручно виконувати з використанням ПК.

Аналіз впливу різних найбільш розповсюджених харчових домішок на текстуру хлібобулочних виробів і є метою статті.

Виклад основного матеріалу дослідження. Послідовність дій при обчисленні диференціальної пористості матричних харчових продуктів легко спостерігати, якщо привести таблицю фізичних величин, що використовуються для обчислення диференціальної функції розподілу (ДФР) пор за радіусами хлібобулочних виробів та коефіцієнта варіації площі фільтруючих пор – табл. 1. Коефіцієнт варіації V визначається як відношення середнього відхилення показника властивостей S (площі фільтруючих пор), до його середнього значення \bar{X} .

$$V = \frac{S}{\bar{X}}. \quad (1)$$

Він характеризує мінливість показника, в даному випадку, площі фільтруючих пор м'якушки хлібобулочних виробів, і дозволяє оцінити ступінь однорідності пор м'якушки об'єктивно, використовуючи інструментальні методи.

Таблиця 1– Значення параметрів експериментальних вимірів

Тиск (P), Па	Час (τ), с	Радіус пор (r), мкм	Проміжок часу ($\Delta\tau$), с	Тиск повітря (\sqrt{P}), Па	Різниця тиску ($\Delta\sqrt{P}$), Па	Площа пор S, мкм ²	Площа в інтервалі радіусів Δr , мкм ²	ДФР пор за радіусами, мкм ⁻¹
3900	0	12,82		62,45	-	-	-	-
3500	19	14,29	19	59,16	3,29	0,173	0,0072	0,0279
3100	40	16,13	21	55,68	3,48	0,165	-	-
2700	62	18,52	22	51,96	3,72	0,168	0,0087	0,0207
2300	87	21,74	25	47,96	4,00	0,160	0,0094	0,0165
1900	116	26,32	29	43,59	4,37	0,150	-	-
1500	148	33,33	32	38,73	4,86	0,151	0,0224	0,0180
1100	191	45,45	43	33,17	5,56	0,129	0,0156	0,0072
700	250	71,43	59	26,46	6,71	0,113	0,0112	0,0024
500	290	100	40	22,36	4,10	0,102	0,1024	0,0202
Сума площі пор = 0,1773 мкм ²								
Коефіцієнт варіації		0,34						

Програма автоматичного розрахунку ДФР та коефіцієнта варіації реалізована на мові Visual Basic for Application (VBA) в середовищі MS Excel. Робота з програмою здійснюється наступним чином. Після натискування на кнопку «Старт» виводиться вікно – рис. 1, де приведені текстові поля, куди потрібно ввести необхідні вхідні данні: параметричного тиску та параметричного часу. Якщо в яке-небудь текстове поле не введено числові дані, то виводиться повідомлення про наявність помилки. Після натискання у вікні «ОК» у вікні повідомлення устанавлюється фокус – активізуються необхідні текстові поля, де треба виправити помилку. Також процедура перевірки вхідних даних притаманна і другій колонці у вікні для параметрів часу.

Якщо не буде помилок, то відкривається друга форма – рис. 2, де виведено: площу пор, площу пор в інтервалі радіусів,

диференціальну функцію розподілу, стандартне відхилення і коефіцієнт варіації. Після натиснення кнопки «Обчислити» здійснюється обчислення результатів за заданим вище алгоритмом і виводяться необхідні результати обчислення.

Параметри тиску	Параметри часу
39	0
35	19
31	40
27	62
23	87
19	116
15	148
11	191
7	250
5	290

Рисунок 1 –Діалогове вікно для введення вихідних даних

Для здійснення повторного введення вихідних експериментальних даних необхідно натиснути на кнопку введення даних. Після цього знову відкривається діалогове вікно (рис 1), куди потрібно ввести нові вихідні дані. Щоб закінчити роботу з цією програмою необхідно натиснути на кнопку «Вихід». Програма використовувалась нами для визначення ДФР та коефіцієнта варіації хлібобулочних виробів в ряді випадків при визначенні впливу топографії, домішок, тістоведення на текстурність хлібобулочних виробів. Установка для визначення диференціальної пористості цих виробів має наступний вид – рис 1. Вона складається із скляного циліндра 2 і чарунки 6 для кріплення металевої шайби 7 із зразком 5, які з'єднуються між собою гумовою трубкою 9. Шайба із зразком у чарунці ущільнюється за допомогою гумової прокладки 5, кріпиться за допомогою металевого кільця 7 та накидної гайки 8.

Установка працює в такий спосіб. Через кран 1 у циліндр наливають воду до визначеного рівня. Зразок наклеюють на металеву шайбу, підсушують і розміщують в осередку. Діаметр отвору в металевій

шайбі відомий – 5 мм, а значить відома «робоча» площа зразка, через яку проходить повітря, –19,6 мм².

Рисунок 2 Діалогове вікно для виведення результатів обчислення

мірного циліндра 50 см, що дозволяє робити виміри при тисках від $4,9 \cdot 10^2$ Па до $45 \cdot 10^2$ Па. Це відповідає, виходячи із формули Лапласа, радіусам пор 10...100 мкм. Послідовність розрахунків наведена вище в таблиці 1.

У табл. 2 наведено значення загальної пористості та коефіцієнтів варіації хлібобулочних виробів. Коефіцієнтів варіації, як відомо, характеризує відносну мінливість показника властивостей, у даному випадку коливання площі фільтруючих пор, яка пропорційна кількості пор.

Аналіз першого зразка показує, що диференціальна пористість зразків, взятих із різних топографічних ділянок булочки «До чаю» [3], виявилася різною, причому найбільшу площу фільтруючих пор має зразок вирізаний з середини булочки, - 0,38 (для верху 0,35, низу булочки 0,28), він же мав і найменше значення коефіцієнта варіації 0,62, тобто краю «ступінь однорідності пор».

Якщо аналізувати пористу структуру решти виробів, де використовуються різного виду домішки, то можна зазначити наступне. Додаток морквяного і яблучного пюре істотно змінює дисбаланс в розпо-

Закривають кран 1 і відкривають кран 3, одночасно включають секундомір; частина води з мірного циліндра виливається в склянку 4. У циліндрі утвориться розрідження, що дорівнює висоті води у мірному циліндрі. Експериментально визначають кінетику тиску $P=f(\tau)$ до тих пір, поки не виникне мінімальне розрідження в циліндрі 10...20 мм. Висота

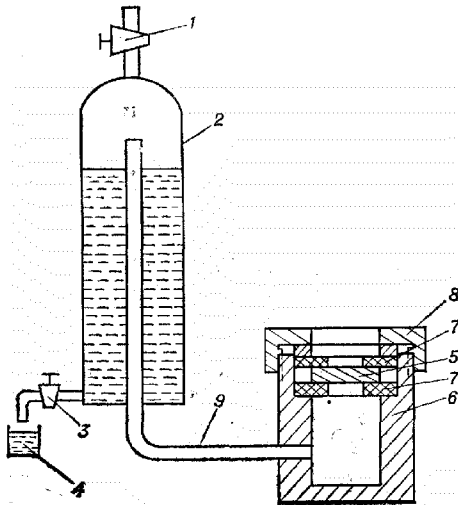


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд установки для визначення диференціальної пористості хлібобулочних виробів

ділі пор – практично замість дрібних (16,4; 18,8 мкм) з'являються крупніші пори (26,8; 102 мкм), що є негативним чинником. Розрахунок коефіцієнта варіації показує, що внесення овочевих добавок до рецептури погіршує рівномірність в розподілі пор, – коефіцієнт варіації зростає для всіх добавок, за винятком морквяного пюре. Оскільки енергія зв'язку води зменшується із збільшенням радіусу пор, то це повинно негативно позначитися на термінах зберігання таких виробів. Сумарна пористість, досліджуваних зразків, практично не

змінилася в порівнянні з контрольним (декілька менше у зразків з добавкою яблучного і морквяного пюре).

Аналіз результатів дослідження пористої структури при внесенні в рецептуру булочки КСБ-УФ показує, що практично при цьому не змінюється загальна пористість зразків. Визначення коефіцієнта варіації показує, що внесення в рецептуру концентрату КСБ-УФ позитивно впливає на рівномірність розподілу пор: для зразків з 9% та 10% вмістом концентрату коефіцієнт варіації знижується, а для зразка з 8% вмістом КСБ-УФ незначно підвищується.

Макропористість виробів істотно залежить від кількості введеної добавки вівсяної муки. М'якуш дослідних зразків є монодисперсною системою з крупнішими порами в порівнянні з контрольним зразком – в середньому в 1,3 разу. Характер розподілу пор є рівномірним – площі фільтруючих пор, відповідні різним радіусам пор, близькі по величині. Аналіз значень коефіцієнта варіації показує, що добавка вівсяної муки без зміни тістоведення не покращує пористу структуру булочних виробів – коефіцієнт варіації навіть декілька збільшується при внесенні 20% вівсяної муки замість пшеничної

Таблиця 2 – Вплив харчових добавок на пористу структуру м'якушки хлібобулочних виробів

№ з/п	Харчова добавка	Пористість	Коефіцієнт варіації
1	Верх булочки	0,33	0,82
	Середина булочки	0,38	0,62
	Низ булочки	0,28	0,81
2	Овочеві домішки, пюре:		Контроль – 0,415
	морквяне,	0,54 – зменшується	0,40 – не змінюється
	яблучне, гарбузове	0,56 – зменшується 0,59 – не змінюється	0,64 – збільшується 0,73 – збільшується
3	КСБ- УФ: контроль	0,32	1,0
	8%	0,29 – зменшується	1,10 – збільшується
	9%	0,32 – не змінюється	0,80 – зменшується
	10%	0,29 – зменшується	0,82 – зменшується
4	Вівсяна мука:		
	контроль	0,71	0,813
	Без зміни тістоведення Із зміною тістоведення	0,80 – збільшується 0,78 – збільшується	0,85 – збільшується 0,09 – зменшується
5	Na-КМЦ	0,78 – збільшується	0,72 – зменшується
	Na-КМЦ + гліцерин	0,70 – збільшується	0,70 – зменшується
6	При зберіганні булочок	Зменшується	Зменшується

коефіцієнт варіації показує, що добавка вівсяної муки без зміни тістоведення не покращує пористу структуру булочних виробів – коефіцієнт варіації навіть декілька збільшується при внесенні 20% вівсяної муки замість пшеничної. Використання ж модифікованих способів тістоведення призводить до зниження коефіцієнта варіації до прийнятого рівня 0,09.

Висновки. Розроблено програму для розрахунків ДФР пор за радіусами та коефіцієнта варіації для пористих харчових продуктів (на прикладі хлібобулочних виробів). Показано, використовуючи для цієї мети коефіцієнт варіації, що харчові домішки, що вносяться в рецептуру з метою підвищення біологічної цінності продуктів або для зниження калорійності неоднозначно впливають на якість їх пористої структури: в ряді випадків підвищуючи її ступінь однорідності, а в деяких випадках її знижуючи.

Список літератури

1. Пивоваров, П. П. Роль пористості у формуванні товарознавчих показників харчових продуктів [Текст] / П. П. Пивоваров, В. О. Захаренко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / ХДУХТ – Харків, 2008. – Вип. 2(8). – С. 481–490.
 2. Исследование размеров пор яичной скорлупы. [Текст] / В. А. Захаренко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология, 1978. – № 6. – С. 139–143.
 3. К исследованию макропористой структуры булочных изделий пониженной калорийности [Текст] / Э. В. Юрина [и др.] // Топливно-энергетические ресурсы в торговле и их рациональное использование : сб. науч. трудов / ХИОП. – Харьков, 1998. – С. 53–55.
 4. Яковенко, Н. Г. Исследование качества изделий из теста физическими методами [Текст] / Н. Г. Яковенко, В. А. Захаренко, В. В. Жуков // Прогрессивные технологии и формирование рыночных отношений в общественном питании : сб. науч. тр. / ХИОП – Харьков, 1992. – С. 216.
 5. Изучение физическими методами влияния добавок на некоторые свойства изделий из теста [Текст] // В. В. Жуков [и др.] // Проблемы индустриализации общественного питания страны : 2-я Всесоюз. науч. конф. / ХИОП. – Харьков, 1989. – С. 552.
 6. Захаренко, В. А. Влияние добавок пищевых волокон на дисперсность булочных изделий из дрожжевого теста [Текст] / В. А. Захаренко [и др.] // Общественное питание. – К. : Техника, 1991. – Вып. 27. – С. 125–130.
 7. Влияние овсяной муки на макропористую структуру изделий из дрожжевого теста [Текст] / И. Н. Лапикова [и др.] // Новые технологии пищевых производств и актуальные проблемы развития торговли и общественного питания : сб. науч. трудов / ХГАТОП. – Харьков, 1995. – С. 165–168.
- Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.
© П.П. Пивоваров, В.О. Захаренко, Ю.К. Кірьяков, 2009.

УДК 613.292:678.048

Г.В. Дейниченко, д-р техн. наук (ХДУХТ, Харків)

Л.Л. Івашина, асист. (ДНУ ім. Олеса Гончара, Дніпропетровськ)

О.М. Півень, канд. техн. наук (НТУ «ХПИ», Харків)

ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДОРОСТІ ЗОСТЕРИ

Проаналізовано ефективність інгібіторів окиснення, що містяться у водорості зостері, методом перевірки їхньої антиокиснювальної активності на модельній системі, а саме: вивчено вплив 5 екстрактів з водорості зостери на швидкість окиснення кумолу та визначено ефективні константи швидкості реакції між інгібітором та пероксидним радикалом.