

УДК 664.644

FEATURES OF MEDIA FERMENTATION IN BAKING INDUSTRY

O. Koval, V. Piddybny

National University of Food Technologies

Key words:

*Dough fermentation
Pressure
Elastic-plastic system
Mixing
Gas production
Energy
Temperature
Solubility*

ABSTRACT

The materials relating to dough pieces fermentation from the point of view of gas-retention capacity and energy that is introduced into the system are presented. The article provides the motivation and the modes of external influences for media fermentation in the form of variable pressure to achieve high quality kneading in addition to the existing technology of machine processes. Background characteristics of such approaches concern the dough pieces which are considered as a resilient system.

Article history:

Received 23.09.2014
Received in revised form
07.10.2014
Accepted 31.10.2014

Corresponding author:

O. Koval
E-mail:
npnuht@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ЗБРОДЖУВАННЯ СЕРЕДОВИЩ У ХЛІБОПЕКАРНІЙ ГАЛУЗІ

О.В. Коваль, В.А. Піддубний

Національний університет харчових технологій

У статті наведено матеріали, що стосуються збродження тістових заготовок з точки зору оцінки газоутримувальної здатності та енергії, що вводиться в систему. Викладено мотивацію і режими зовнішніх впливів на збродження середовища у формі змінних тисків для досягнення якісного замішування тіста на додаток до існуючих технологій машинних процесів. Підґрунтя таких підходів стосується особливостей тістових заготовок, які розглядаються як пружнопластичні системи.

Ключові слова: тісто, бродіння, тиски, пружно-пластичні системи, перемішування, газоутворення, енергія, температура, розчинність.

Завданням цієї обробки у виробництві хліба і хлібобулочних виробів є досягнення розпушування тіста для утворення його пористої структури. Такий процес здійснюється біохімічним, механічним або хімічним способами [1].

За використання біохімічного методу передбачається застосування пресованих або сушених хлібопекарських дріжджів, дріжджового молока, а також рідких дріжджів і дріжджових заквасок [2].

Утворення діоксиду вуглецю і спирту за зброджування цукрів дріжджами і деякими видами молочнокислих бактерій забезпечує розпушення тіста біохімічним способом [3].

Певною альтернативою біохімічному способу є механічний спосіб розпушення тіста, за якого діоксид вуглецю, кисень або повітря під тиском або за розрідження подаються у герметично закриту тістомісильну машину [2]. Хоча цей спосіб не знайшов широкого застосування, проте подальші заходи щодо удосконалення цієї технології є обнадійливим.

Завдання дослідження. Розробка технології поглибленого внутрішнього перемішування тіста при його приготуванні.

Хоча механічний і хімічний способи більш економічні, ніж біохімічний, однак при їх застосуванні вироби мають помітно гірший стан м'якушки і менший об'єм. Лише при біохімічному методі накопичуються продукти бродіння, які формують смак і аромат виробів, утворюється розпушена еластична м'якушка.

Хлібопекарські дріжджі зброджують всі основні цукри тіста: глюкозу, фруктозу, сахарозу і мальтозу після розкладання двох останніх на моносахариди. Сахароза під дією ферменту сахарози трансформується на глюкозу і фруктозу, а мальтоза під дією ферменту мальтази перетворюється на дві молекули глюкози.

Після замішування тіста протягом 1...1,5 год досягається зброджування власних цукрів борошна, а подальша життєдіяльність дріжджів пов'язана зі станом вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексу борошна. Таким чином забезпечується ферментативний гідроліз крохмалю, в тісті синтезується мальтоза, яка є основною речовиною живлення дріжджів.

Динаміка зброджування цукрів визначає динаміку газоутворення. Очевидно, що на неї впливає рецептура середовища. За час дозрівання тіста його маса зменшується на 1,5...3,5% за рахунок часткового випаровування, але, в основному, за втрат сухих речовин на бродіння. В оточуюче середовище виділяється певна частина діоксиду вуглецю, спирту та легких кислот, за кількістю CO_2 і $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, що утворилися, можна визначати загальні втрати сухих речовин. Вважається, що за технологій роботи на густих опарах втрати СР близькі до 3,0...3,3, а на рідких — 2,5...2,8%.

Значна кількість речовин у середовищі, зміна їх концентрацій, взаємодії між ними і мікроорганізмами, наявність стимуляторів тощо призводить до відносної нестабільності системи. За таких умов існує розуміння того, в якому напрямку слід оцінювати впливи окремих факторів. На перший погляд може здатися, що найкращому випадку має відповідати максимальне задоволення або забезпечення на верхніх рівнях факторів впливу. Проте негативні наслідки також слід програмувати, наприклад, за величинами осмотичних тисків, подвійних і потрійних впливів факторів, погіршення якісних показників продукції тощо.

Оцінювати впливи композицій факторів досить складно. Так, результатів трансформацій фізичних факторів, визначених з цієї точки зору, недостатньо. Якщо вплив температури ретельно відслідковано, то стосовно фізичного

тиску єдиної точки зору не існує [3]. Проте положення термодинаміки тісно пов'язують параметри тиску і температури, наприклад, у газових законах, рівнянні Менделєєва-Клайперона, законі Генрі тощо. З точки зору технічної доступності у впливах на зброджувані тістові масиви представляють інтерес адіабатні або політропні процеси [4]. У зв'язку зі стисканням системи, якою є зброджуваний тістовий масив, підвищується температура газової фази. Очевидно, що до стискання системи температури газової фази і тіста збігаються. Однак після стискання отримуємо таке співвідношення температур:

- в адіабатному процесі
$$T_2 = T_1(P_2/P_1)^{\frac{k-1}{k}}; \quad (1)$$

- у політропному
$$T_2 = T_1(P_2/P_1)^{\frac{m-1}{m}}, \quad (2)$$

де T_1 і T_2 — відповідно початкова і кінцева температура газової фази; P_1 і P_2 — відповідно початковий і кінцевий тиск; k і m — показники адіабати і політропи.

Енергія, що вводиться в систему за таких умов, дорівнює:

$$L = \frac{MR}{k-1}(T_2 - T_1), \quad (3)$$

де M — маса стискуваного газу; R — універсальна газова стала.

Введена таким чином енергія має перерозподілятися між диспергованою газовою фазою й тістом, при цьому загальна температура системи зростає. Відповідно до закону Генрі, зростання парціального (а в нашому випадку загального) тиску підвищує розчинність газу в рідинній фазі середовища, тоді як збільшення температури розчинність зменшує:

$$c_n = kp, \quad (4)$$

де k — константа Генрі. Цей показник враховує коефіцієнт пропорційності впливу температури та фізико-хімічні властивості складових системи. Збільшення температури розчинність c_n зменшує (рис.).

На рисунку наведені ізотерми T_1 та T_2 . Очевидно, що теоретично можливими є варіанти, за яких розчинність зростає, знижується або залишається сталою зі змінами тиску. Разом з тим температура середовища, відповідно до закону Вант-Гоффа впливає на осмотичний тиск розчину:

$$\pi = CRT, \quad (5)$$

де π — осмотичний тиск розчину, кПа; C — мольнооб'ємна його концентрація (молярність), кмоль/л; $R = 8,314$ Дж/(моль·К) — універсальна газова стала.

Молярність розчину C являє собою відношення кількості розчиненої речовини n до об'єму розчину V (л):

$$C = n/V, \quad (6)$$

а кількість речовини дорівнює її масі m , розділену на мольну масу M . Звідси маємо:

$$C = \frac{m}{MV}. \quad (7)$$

Рівняння Вант-Гоффа:

$$\pi V = \frac{mRT}{M}; \quad \pi = \frac{mRT}{MV}. \quad (8)$$

З останньої умови випливає, що, окрім впливу температури T середовища, яка може обиратися в достатньо помітному діапазоні, більш значний вплив на осмотичний тиск досягається за рахунок деструкції цукрів та інших органічних полімерів у процесі бродіння, оскільки кінцевими результатами трансформацій є спирт і діоксид вуглецю.

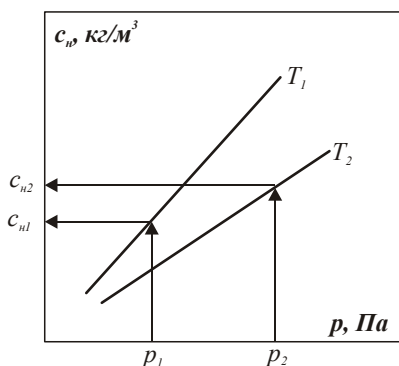


Рис. Графік залежності між параметрами c_n та P відповідно до закону Генрі

Таким чином, вторинним наслідком зміни тисків у зброджуваній системі є зміна температур диспергованої газової фази, введення додаткової енергії в систему, зміни осмотичних тисків. Первинним же наслідком зміни тиску в середовищі є активне перемішування тіста. Його перебіг відбувається в умовах об'ємного напруженого стану за рахунок стискання або розширення газової фази. При цьому важливо, що за таких умов виникає взаємодія між локальними зонами, центрами яких є газові каверни. Виникнення останніх

за фізичною суттю відповідає явищу розриву суцільності середовища на основі трансформації хімічної енергії з'єднань середовища у механічну, потенціальну й одночасно кінетичну енергію зміни форм і розмірів.

Перехідний процес активного газоутворення означає зростання габаритних розмірів масиву середовища і його об'єму, однак швидкість таких змін є достатньо обмеженою. Зміни об'єму середовища відбуваються в потенціальному полі сил тяжіння, подолання яких здійснюється рушійним фактором потенціальної енергії газової фази.

Однак за використання технологій зміни зовнішніх для системи тисків перебіг таких швидкоплинних процесів може бути достатньо швидкоплинним, тоді як у широкому діапазоні може бути частота імпульсів. Цілком очевидно, що спостерігається поєднання двох процесів, оскільки до імпульсного перемішування додається збродження цукрів середовища. Наслідком такого поєднання є інтенсифікація масообмінних і біохімічних процесів.

Механічне перемішування системи не тільки інтенсифікує бродіння, а й покращує структурно-механічні властивості тіста. Така операція має назву обминання. В існуючих технологіях процес обминання є коротким і складає 1,5...2,5 хв. При цьому досягається видалення надто великих каверн CO_2 , відбувається перерозподіл у тісті мікробних клітин після їх брунькування, перебудова клейковинного каркасу з утворенням дрібнішої білкової сітки. У результаті перемішування тісто досягає більшого об'єму, покращується його газо- і формоутримувальна здатність. Таке перемішування здійснюють один або два рази, при цьому значення мають частота й амплітуда силових впливів.

Наведена частина аналізу приготування і особливостей бродіння тіста однозначно призводить до висновку про можливість і доцільність застосування імпульсних впливів. Останні можуть застосовуватися безпосередньо під час бродіння, або замість традиційних операцій обминання, чи як їх доповнення.

На основі феноменологічних міркувань і з урахуванням викладеного аналізу слід підкреслити, що для вирішення поставленого завдання замішування тіста, дозрівання, бродіння й обминання доцільно здійснювати за тисків, більших за атмосферні, що при подальших процесах з переходом до атмосферних тисків призводить до різкого збільшення газоутримувальної здатності середовища.

Висновки

Імпульсні енергетичні впливи на основі накопичених енергетичних потенціалів диспергованої газової фази в опарі, тістових масивах і заготовках у хлібопекарській галузі мають призвести до обмеження матеріальних втрат. Такій технології відповідає організація бродіння опари і тіста під тиском.

Література

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. — К.: Техніка, 2006. — 408 с.
2. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. / В.И. Дробот. — К.: Урожай, 1988. — 150 с.
3. Білик О.А. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Білик Олена Анатоліївна: — К., НУХТ, 2006. — 146 с.
4. Соколенко А.І. Енергетичні трансформації і енергозбереження в харчових технологіях: монографія / А.І. Соколенко, А.А. Мазаракі, В.А. Піддубний та ін. — К.: Фенікс, 2012. — 484 с.

ОСОБЕННОСТИ СБРАЖИВАНИЯ СРЕД В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ

О.В. Коваль, В.А. Поддубный

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены материалы, касающиеся сбраживания тестовых заготовок с точки зрения оценки газоудерживающей способности и энергии, вводимой в систему. Изложены мотивация и режимы внешних воздействий на сбраживаемые среды в форме переменных давлений для достижения качественного замеса теста в дополнение к существующим технологиям машинных процессов. Подоплека таких подходов касается особенностей тестовых заготовок, которые рассматриваются упругопластическими системами.

Ключевые слова: *тесто, брожение, давления, упруго-пластические системы, перемешивание, газообразование, энергия, температура, растворимость.*