

# ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ОПАР

**О. ЧЕПЕЛЮК,**  
кандидат технічних наук  
**О. ЧЕПЕЛЮК,**  
кандидат технічних наук, доцент  
Національний університет  
харчових технологій  
(м. Київ)

**Т**ехнічний прогрес у хлібопеченні спрямований на інтенсифікацію процесів приготування хлібобулочних виробів з метою підвищення ефективності виробництва й скорочення витрат сировини при одночасному підвищенні якості продукції. Однією з ділянок, які потребують заміни і модернізації обладнання, є ділянка тістоприготування. Процеси, які відбуваються на цьому етапі, є найбільш тривалими, а якість їх проведення визначає хід наступних технологічних операцій.

Останніми роками на хлібопекарських підприємствах найчастіше виготовляють хлібні вироби однофазним способом, оскільки це економічно вигідніше. При цьому зменшується тривалість приготування хліба, а також його собівартість, однак погіршується якість. Двофазний спосіб тістоприготування на сьогодні, як правило, використовують при виробництві масових сортів хлібних виробів (хліб "Український", батон). Тому важливою задачею є розробка і впровадження ефективного обладнання для двофазного тістоприготування.

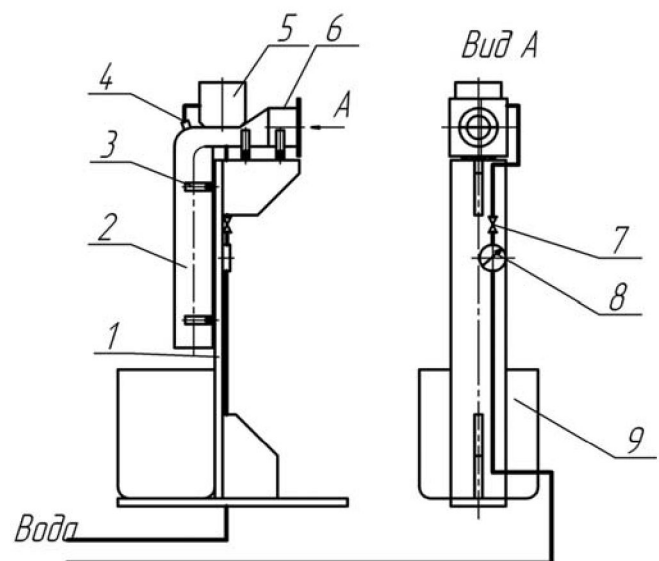
За кордоном розроблений і впроваджений у виробництво інноваційний спосіб приготування заквасок і рідких опар. При цьому сипкі компоненти, перебуваючи в завислому стані, в змішувальній камері інтенсивно зволожуються струменем води або дріжджової емульсії, що перебуває під високим тиском, внаслідок чого відбувається значне поглинання вологи. Протягом декількох секунд утворюється гомогенний тістовий напівфабрикат, який може використовуватися для приготування тіста одразу або направлятися на виброджування [1].

На сьогодні на хлібопекарських підприємствах України такий спосіб приготування рідких тістових напівфабрикатів не впроваджений. Однією з найголовніших причин цього є вартість відповідного закордонного обладнання. Тому є необхідність розробити його вітчизняні аналоги, **відпрацювати конструкцію і рекомендувати раціональні режими роботи.** З цією метою здійснено фізич-

не моделювання процесу приготування рідких опар з використанням енергії потоку повітря і води під тиском.

Фізичне моделювання дозволяє набути нові і поглибити існуючі знання про комплекс явищ, що відбуваються в об'єкті дослідження, а також полегшити математичний опис окремих сторін процесу. Методи фізичного моделювання краще і наочніше відтворюють процеси, що відбуваються в оригіналі, порівняно з іншими методами [2]. Об'єктом досліджень є процес приготування рідкої опари, що базується на зволоженні сипких компонентів струменем рідини під тиском. **Мета роботи - проаналізувати якісні показники отриманого тістового напівфабрикату.**

Основні конструктивні елементи установки (рис. 1) змонтовано на станині 1. Змішувальною камерою є дугоподібна труба 2 ( $\varnothing 100$  мм). Вентиліатором 6, що працює від електромережі, здійснюється подача повітря, яка регулюється заслінкою. Борошно та інші сипкі компоненти подаються в бункер 5, звідки надходять до змішувальної камери і внаслідок взаємодії із потоком повітря переходять в завислий стан. **Завислі часточки сипких компонентів зволожуються струменем води, що надходить через механічну форсунку 4.** Витрата води контролюється лічильником 8. Внаслідок



**Рис. 1. Схема установки для фізичного моделювання:** 1 - станина; 2 - труба; 3 - кріплення; 4 - розпилююча форсунка; 5 - бункер для борошна; 6 - вентилятор; 7 - вентиль; 8 - витратомір ВКМ-10; 9 - ємність для опари

## Над чим працюють науковці

інтенсивного рівномірного зволоження сипких компонентів на виході зі змішувальної камери маємо гомогенну рідку опару вологістю 70 %, яка подається на подальше виброджування.

Готовність опари визначають за її кислотністю і підйомною силою. Кінцева кислотність опар з пшеничного борошна першого сорту повинна становити 3,5-5; другого - 5-6,5; обойного - 8-9 Н. Підйомна сила за спливанням кульки - 17-25 хв.

При дозріванні опари відбувається спиртове і молочнокисле бродіння. В результаті спиртового бродіння, яке викликається дріжджами, цукри перетворюються на спирт і вуглекислий газ. Крім етанолу, утворюються вищі спирти, які беруть участь у створенні смаку і аромату хліба. Внаслідок діяльності молочнокислих бактерій утворюються кислоти, які суттєво впливають на смак і аромат хліба [3]. При цьому важливі не тільки кількість, але й склад кислот тіста.

Відомо, що молочна, яблучна і лимонна кислоти надають хлібу приємний смак, притаманний пшеничному хлібу, а оцтова - різко виражений кислий. Зі збільшенням кислотності прискорюється набухання білків, сповільнюється розкладання крохмалю до декстринів і мальтози. Тому кислотність опари і тіста є ознакою їх дозрівання, а кислотність хліба - одним з показників його якості, який включено в стандарт. У тістових напівфабрикатів, виготовлених з пшеничного борошна, переважає спиртове бродіння.

Титрована кислотність контролювалася для двох зразків рідкої опари - виготовленої традиційним способом і з використанням енергії потоку повітря і води під тиском (рис.2).

З рис. 2 видно, що кислотність опари, приготовленої способом, що розглядається, досягає необхідних значень - 3,5 Н - вже через 3,25 години виброджування, що менше на 0,5 години, ніж при приготуванні опари традиційним способом. Такі результати можна пояснити більш рівномірним розподілом компонентів при приготуванні опари, інтенсивнішим поглинанням вологи, що створює більш сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів.

Скорочення тривалості приготування опари збільшує продуктивність лінії виробництва хлібобулочних виробів, що доводить доцільність впровадження агрегатів такого типу для приготування рідких опар. Перехід від однофазного тістоприготування до двофазного, при якому приготування першої фази (опари або головки) здійснюється з використанням енергії стисненого повітря і води під тиском, покращить якість виготовленої продукції при менших, порівняно з впровадженнями на сьогодні в Україні схемах, витратах.

Процес приготування рідких опар з використанням енергії потоків повітря і води під тиском пот-

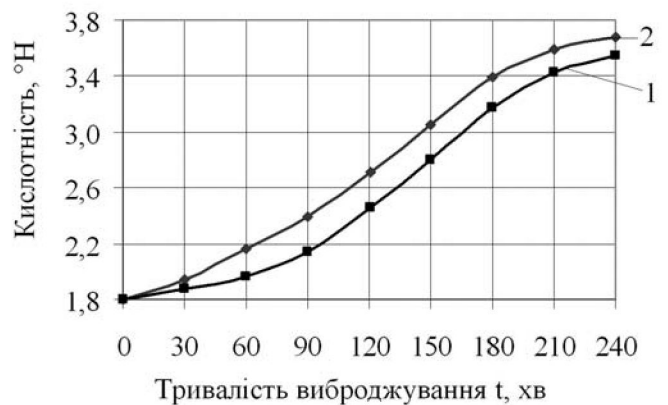


Рис. 2. Залежність кислотонакопичення в рідкій опарі від тривалості бродіння: 1 - традиційний спосіб приготування опари; 2 - використання зволоженої сипких компонентів струменем води під тиском

ребує подальших як теоретичних, так і практичних досліджень, основними завданнями яких є:

- 1) відпрацювання конструкції агрегату для приготування рідких тістових напівфабрикатів;
- 2) визначення раціональних значень тисків води і повітря, швидкостей цих потоків, за яких процес, що розглядається, буде найбільш ефективним;
- 3) розробка математичної моделі процесу приготування рідких тістових напівфабрикатів.

## Висновки.

Хліб, виготовлений з використанням будь-яких інтенсифікованих способів приготування тіста, повинен бути не тільки добре розпушений, мати гарну форму, великий об'єм і тонкостінну, дрібну й рівномірну пористість, але й бути повноцінним по смаку й аромату, не поступаючись цим хлібу з тіста, приготовленого традиційними, в основному двофазними, способами.

Розглянутий спосіб приготування рідких опар, який базується на використанні енергії потоку повітря і води під тиском, скорочує тривалість процесу тістоприготування, зменшує потребу у виробничих площах і забезпечує отримання необхідних органолептичних властивостей готової продукції.

## Використана література.

1. Опис агрегату "РапідДжет" [Електронний ресурс] // Сайт фірми "Diosna". - Режим доступу: [http://www.diosna.de/data/media/documents/pr\\_image.pdf](http://www.diosna.de/data/media/documents/pr_image.pdf)
2. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основи моделювання технічних систем. - Львів: Бескид Біт, 2003. - 176 с.
3. Ауэрман Л.Я. Технологія хлебопекарного производства / Л.Я Ауэрман. - СПб.: Професия, 2002. - 416 с.