

## **Вплив плазмохімічно активованої води на якість хліба із диспергованого зерна пшениці**

Миколенко С.Ю., Щербаков С.Р.

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Основна кількість сортів хліба виробляються в Україні за традиційними технологіями та із традиційної сировини. Сировина, яка використовується у технології хлібобулочних виробів, є доволі збідненою на вміст багатьох незамінних біологічно активних речовин, таких як незамінні амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини та харчові волокна.

Дослідження асортиментного складу хлібобулочних виробів показали, що населення отримує з вказаними продуктами харчування не більше 15–20% необхідної кількості харчових волокон, а виробництво хліба оздоровчого призначення складає не менше 1% при оптимальній добовій нормі харчових волокон для дорослої людини 25–30 г. Харчові волокна не засвоюються організмом людини, але стимулюють і нормалізують роботу шлунково-кишкового тракту завдяки високій гідрофільності і адсорбційній здатності зв'язувати у кишечнику солі важких металів, радіонукліди та сприяти їх виведенню з організму. Важливим джерелом харчових волокон є зернопродукти. Тому розширення асортименту хлібобулочних виробів за рахунок виробництва хліба із цілого зерна є на сьогодні актуальним завданням для вітчизняної промисловості.

Хліб на основі біологічно активованого зерна пшениці у порівнянні з традиційними сортами характеризується зниженою масовою часткою крохмалю, підвищеним вмістом білка та небілкових азотистих з'єднань, клітковини і, відповідно, є більшою мірою збалансованим за основними харчовими компонентами. Крім того, такий хліб містить водорозчинні вітаміни групи В ( В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub> ), а також вітаміни РР, жиророзчинні вітаміни групи А і Е, макро- і мікроелементи, зокрема есенціально важливі залізо, мідь, магній, калій, кальцій та інші.

Цільнозерновий хліб зберігає всі корисні компоненти зерна, а не його окремі частини. За харчовою і біологічною цінністю такий хліб перевищує хліб із традиційних сортів. Хліб, виготовлений із цілого зерна, має більш збалансований амінокислотний склад, оскільки у ньому збережені практично всі речовини, що містяться у цілому зерні.

Незважаючи на вказані переваги зернового хліба, безперечним фактом є те, що лише досить невелика кількість людей регулярно його споживає. На вибір того чи іншого продукту впливає безліч факторів, зокрема обмежена інформованість населення про основні принципи раціонального харчування та важливість їх дотримання для збереження здоров'я, недостатня рекламна забезпеченість продуктів функціонального призначення і, насамперед, знижені споживчі якості продукції, яка пропонується споживачу.

Наявні технології виробництва зернового хліба мають ряд недоліків, які пов'язані із особливостями реалізації технологічного процесу у ряді критичних точок виробництва (табл. 1). Найбільшими проблемами при виробництві хліба

зі диспергованої зернової маси є значна тривалість процесу, підвищений ризик мікробіологічної контамінації і висока активність ферментів [1]. Увагу привертають потенційні можливості позитивного впливу на технологічний процес на етапі вологотеплової обробки зерна як ключової стадії виробництва даного виду хлібопекарської продукції. Використання здобутків зернопереробної промисловості позитивних результатів не принесло, оскільки мета даного процесу для хлібопекарської і борошномельної промисловості певним чином різна. Для виробництва борошна важливим є збереження міцності оболонки і рихлості ендосперму, тоді як для зернового хліба слід забезпечити умови максимального здрібнення усіх частин зернівки для утворення диспергованої зернової маси.

**Таблиця 1 – Критичні точки окремих стадій виробництва зернового хліба**

Критична точка виробничого процесу	Проблеми, які виникають у критичній точці
Попередня підготовка сировини	Забрудненість зерна
	Мікробіологічна контамінація зерна
Замочування зерна	Значна тривалість процесу
	Розвиток мікроорганізмів
	Низька водопоглинальна здатність
Диспергування зерна	Нерівномірна дисперсність
	Нестабільність реологічних властивостей диспергованої маси
Бродіння тіста	Тривалість процесу
	Висока активність ферментів
Оброблення тіста	Висока адгезійна здатність
Випікання	Низька формостійкість
	Непропеченість

У роботі [2] виявлено підвищення активності амілолітичних ферментів зерна пшениці під впливом води, підданої дії контактної нерівноважної низькотемпературної плазми. При використанні плазмохімічно активованої води для замочування зерна також стає можливим покращення його фізіологічних властивостей за рахунок стимуляції біохімічних перетворень у зернівці. Особливістю даного методу додаткової підготовки є знезараження води із появою активного кисню у вигляді пероксиду і поліоксидів водню. Плазмохімічно активована вода проявляє антисептичні властивості і пригнічує розвиток патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. Враховуючи наявні

технологічні проблеми виробництва хліба із диспергованої зернової маси (табл. 1), експериментальні дослідження було присвячено визначенню впливу води, підданої дії контактної нерівноважної плазми, на якість хліба і ступінь збереження його споживчих якостей під час зберігання.

Відмінністю запропонованого технологічного підходу від традиційного стало використання плазмохімічно активованої води для замочування зерна, що здійснювали при гідромодулі 1:1 за температури  $t=18-22^{\circ}\text{C}$  з наступним застосуванням підготовленої води для замішування тіста із диспергованої зернової маси.

Як видно з рис. 1, використання води, підданої дії контактної нерівноважної плазми, дозволяє за скорочений на 8 годин термін отримати продукт зі збільшеним до 15% об'ємним виходом і поліпшеними органолептичними показниками якості на 5–15% порівняно із використанням магістральної води без додаткової обробки.

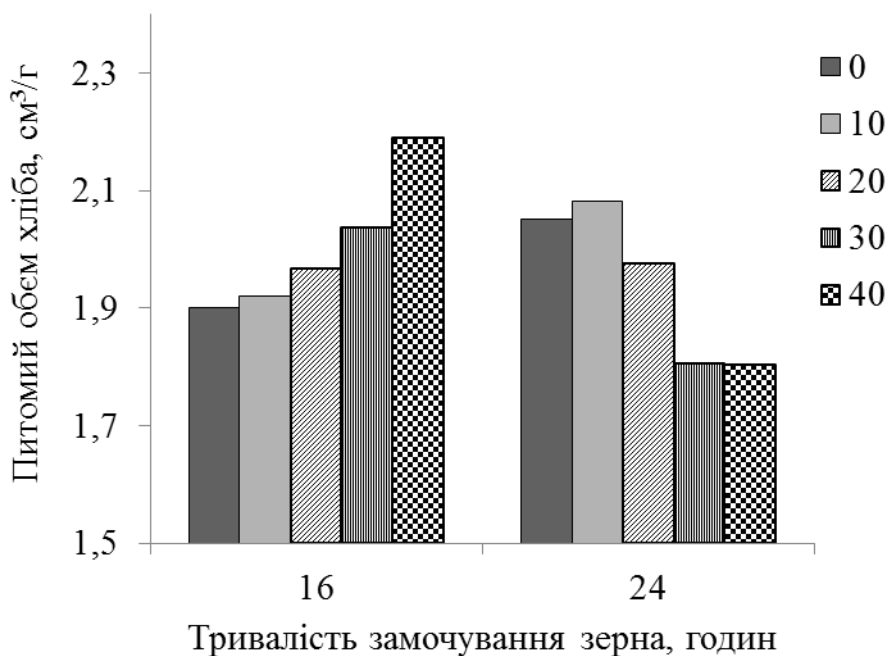


Рис. 1 – Вплив плазмохімічно активованої води на питомий об'єм хліба із диспергованої зернової маси

Зміна споживчих характеристик хліба під час зберігання зумовлена головним чином процесами, пов'язаними із міграцією вологи всередині продукту і змінами біополімерів м'якушки. Процеси черствіння протікають із різною швидкістю, що залежить від рецептурного складу хлібобулочних виробів. Провідну роль у черствінні відіграють зміни крохмалю. Плазмохімічно активована вода впливає на вуглеводно-амілазний комплекс борошна. Зважаючи на можливості досить суттєвого скорочення процесу виробництва хліба із диспергованої зернової маси за рахунок використання води, підданої дії контактної нерівноважної плазми, необхідним є виявлення ступеню зберігання хлібом свіжості.

Результати досліджень, відображені у табл. 2, свідчать, що вологість усіх досліджених зразків під час зберігання зменшується у межах 0,5–1%. Слід відзначити, що кришкуватість м'якушки для дослідних зразків, виготовлених за запропонованою технологією, є набагато нижчою порівняно із контролем. Під час зберігання кришкуватість швидше зростає для хліба, виготовленого з використанням води без обробки. При цьому зі збільшенням тривалості обробки води контактною нерівноважною плазмою ефект від застосування такої води зростає. Набухання м'якушки також суттєво залежить від води, використаної для замочування зерна і замішування тіста. Наприклад, ступінь набухання м'якушки для хліба, виготовленого за умови обробки води протягом 30 хв., після 3 діб зберігання знаходиться на рівні контролю на першу добу після випікання.

Таблиця 2 – Зміна показників свіжості хліба під час зберігання

Тривалість зберігання, діб	Тривалість обробки води плазмою, хв.				
	0	10	20	30	40
Вологість хліба, %					
1	48,3	48,9	49,0	48,6	48,6
2	47,9	48,7	48,8	48,2	48,2
3	47,6	48,6	48,7	48,1	48,1
Кришкуватість м'якушки, %					
1	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3
2	3,8	2,4	2,3	2,2	2,1
3	4,3	2,8	2,7	2,6	2,4
Ступінь набухання м'якушки, % на СР					
1	276	262	300	311	335
2	181	215	240	291	255
3	176	211	224	280	247

Таким чином технологія хліба із диспергованої зернової маси має критичні технологічні етапи, які потребують вдосконалення для отримання привабливої для споживача кінцевої продукції та можливості скорочення виробничого циклу. Застосування води, підданої дії контактної нерівноважної плазми, дозволяє скоротити технологічний процес, забезпечити підвищення якості готової продукції та затримати втрату споживчих характеристик хліба із цілого зерна пшениці під час зберігання.

#### Список використаної літератури:

1. Махинько В. М. Перспективи та проблеми виробництва зернового хліба / В.М. Махинько, Л.В. Махинько, О.М. Яценко // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 3. – С. 54–56.
2. Вплив плазмохімічно активованої води на вуглеводно-амілазний комплекс зерна пшениці / С.Ю. Миколенко, Ю.О. Чурсінов, В.Ю. Соколов, А.М. Пугач, С.Ю. Діденко // Зернові продукти і комбікорми. – 2016. – № 1. – С. 11–16.