

О.М. Шаніна, д-р техн. наук, проф. (*ХНТУСГ ім. П. Василенка, Харків*)

Н.Л. Лобачова (*ХДУХТ, Харків*)

А.О. Ліфенцева (*ХНТУСГ ім. П. Василенка, Харків*)

ВИВЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У БЕЗГЛЮТЕНОВОМУ ТІСТІ

При виробництві хлібобулочних продуктів з борошна без глютену виникають труднощі щодо створення структури продукту, подібної тій, до якої звикли споживачі – пористої, пружно-еластичної. Тому детального дослідження потребує перебіг деформаційних процесів, що є визначальними під час замішування і бродіння, формування і розстоювання тіста, теплової обробки тістової заготовки.

Будь-яке борошняне тісто, у тому числі безглютенове, володіє водночас пружно-еластичними та пластично-в'язкими властивостями, що знаходяться в певному ступені збалансованості і дозволяють вирішувати різні технологічні завдання. Явище пружності сприяє збереженню заданої форми заготовок після формування, але перешкоджає розвитку об'єму тіста, процесу формування заготовок. Еластичність тіста зумовлює утворення та збереження піноподібної структури при бродінні тіста, розробці та випічці тістових заготовіть, але перешкоджає розділенню на шматки та збереженню створеної форми шматка тіста.

Хлібне тісто з безглютенової борошняної сировини характеризується виявленим дисбалансом між пружно-еластичними і пластично-в'язкими властивостями. Переважання в рецептурі рисового борошна посилює в тісті пластичні властивості, кукурудзяного борошна – пружні. Проте, якісну структуру тіста та м'якушки хліба, його зовнішній вигляд і форму тощо можуть забезпечити розвинені еластичні властивості, забезпечені модифікацією білкових речовин борошна (як основної сировини у виробництві хліба).

Метою досліджень було вивчення можливості регулювання пружно-еластичних і пластично-в'язких властивостей безглютенового борошняного тіста за допомогою концентратів тваринних білків і ферменту трансглютаміназа.

Об'єктами досліджень обрано різну борошняну сировину – рисове (БРс) та кукурудзяне (БКк) борошно, концентрати тваринних білків (желатин, Сканпро Т95, Геліос 11) та фермент трансглютаміназа (ТГ). Структурно-механічні властивості тіста досліджували при навантаженні-розвантаженні на напівавтоматизованому текстурометрі для визначення структурно-механічних показників харчових

продуктів. Досліджували криві залежностей деформації ϵ від її тривалості τ для свіжезамішаного тіста (через 15 хв після замісу), зокрема деформація початкова E_0 , максимальна E_m , залишкова $E_{\text{зал.}}$. Концентрація добавок вказана у % до маси борошна. Результати даних, що наведені в табл., свідчать, що тісто з безглютеновою сировиною характеризується високою відносною пластичністю (зокрема, з рисового борошна, для якого $E_{\text{зал.}} = 3,01 \cdot 10^{-4}$ м. Застосування желатину зумовлює зниження податливості тіста та зростання модуля еластичності. Застосування ферменту ТГ посилює вказані тенденції – модуль еластичності тіста з рисового борошна за сумісного введення желатину та ензиму зростає від $1,77 \times 10^3$ до $2,55 \times 10^3$ Па або на 44 %, з кукурудзяного борошна – від $1,07 \times 10^3$ до $1,77 \times 10^3$ Па або на 65 %. За використання концентратів тваринних білків відмічаються подібні залежності.

Таблиця – Характеристика реологічних показників тіста з желатином та трансглютаміназою (рівень надійності 0,95)

Вид і кількість добавки	E_0 , $\times 10^{-4}$, м	E_m , $\times 10^{-4}$, м	$E_{\text{зал.}}$, $\times 10^{-4}$, м	Подат- ливість, $\times 10^{-3}$, Па ⁻¹	Модуль еластич- ності, $\times 10^3$, Па	Умовно миттєвий модуль пружності, Па
Борошно рисове						
Без добавок	1,54	3,38	3,01	5,17	1768	425
0,1% ТГ	1,27	2,63	2,33	4,02	2180	515
3% Ж	1,32	2,61	2,34	3,99	2422	495
3% Ж; 0,1% ТГ	0,88	1,57	1,31	2,40	2515	743
Борошно кукурудзяне						
Без добавок	1,43	2,76	2,15	4,22	1072	457
0,1% ТГ	0,90	2,36	1,75	3,61	1172	727
3% Ж	0,73	2,70	2,26	4,13	1486	896
3% Ж; 0,1% ТГ	0,62	2,31	1,94	3,53	1768	1055

Таким чином, має місце посилення пружно-еластичних властивостей білків борошна й тіста в цілому, а також зниження податливості тіста. Ми припускаємо можливість зміни конфірмаційного стану білкових речовин борошна та утворення додаткових міжмолекулярних зв'язків за сумісного використання білкової добавки тваринного походження до рослинних білків під впливом ферменту. Просторова структура білкових макромолекул являє собою більш жорсткі та міцні конфірмаційні утворення з більш упорядкованою просторовою структурою та набагато більш низькою текучістю.