

## ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВИРОБІВ З БЕЗГЛЮТЕНОВОЇ БОРОШНЯНОЇ СИРОВИНИ

**Лобачева Н.Л., аспірант, Шаніна О.М., д.т.н., проф.**

*(Харківський державний університет харчування та торгівлі,  
Харківський національний технічний університет сільського  
господарства ім. Петра Василенка)*

*В статті розглянуто технологічні аспекти застосування ферменту трансглутаміназа (ТГ) як структуроутворювача безглютенових виробів з різним рецептурним складом (борошняною сировиною, рідкою фазою, білковими політишувачами). Доведено підвищення ефективності дії ферменту в продукті з комбінованим білковим складом*

### **Постановка проблеми.**

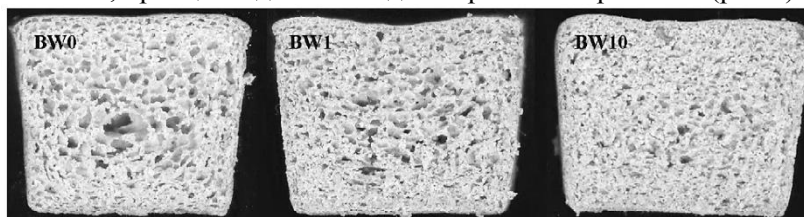
Споживання глютену і споріднених протеїнів може викликати глютенною ентеропатією у людей з певною генетичною схильністю. Єдиною можливою на сьогоднішній день формою лікування целиакиї є повне виключення з раціону харчування продуктів, що містять глютен.

Проте, клейковина володіє унікальними технологічними властивостями. Виробництво продуктів харчування без вмісту глютену зазнає серйозних труднощів. Наприклад, безглютенові хлібобулочні продукти мають більш низьку якість і часто поганий смак, суху і крихку структуру.

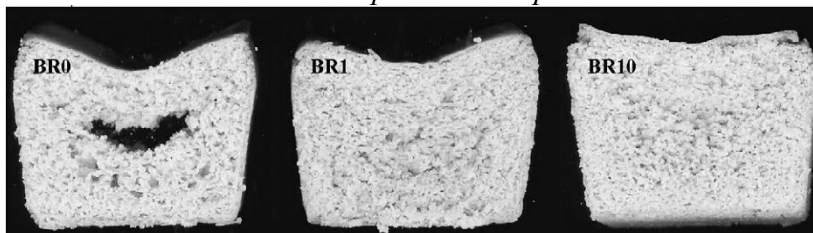
Трансглутаміназа – відносно новий засіб, що використовують у виробництві хлібобулочних виробів. Цей ензим може змінювати протеїни допомогою амінування, утворення поперечних зв'язків або дезамінування. Утворення поперечних зв'язків відбувається тоді, коли  $\epsilon$ -аміногрупи залишків лізину в протеїнах діють як ацилові акцептори. При цьому утворюються всередині-і міжмолекулярні  $\epsilon$ -( $\gamma$ -Glu) Lys-зв'язку (ізопептидного зв'язку) [1]. У відсутності первинних амінів в реакційній системі вода виконує функцію ацилового акцептора. Внаслідок цього відбувається дезамінування залишків глютаміну.

Трансглутаміназа може стати каталізатором вбудовування первинних амінів у протеїни. Трансглутаміназа здатна зв'язувати

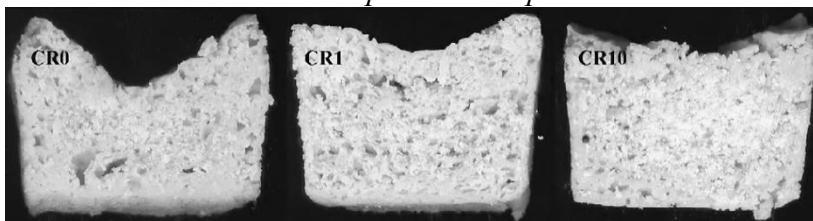
протеїни різного походження: казеїни і альбуміни з молока, тваринний білок з яєць і м'яса, соєвий і пшеничний протеїн [2,3]. Трансглютамінази, що використовують в хлібобулочному виробництві, походять з культур мікроорганізмів. Вони позитивно впливають на протеїни пшениці; додавання цих ферментів дозволяє домогтися більш високого об'єму тіста. Їх пропонують застосовувати для виробництва безглютенового хліба [4] для поліпшення структурно-механічних властивостей м'якушки. Проте, слід зазначити, що ефективність їх дії не можна вважати достатньо високою, про що свідчать наведені в роботі зображення (рис. 1).



*з гречаного борошна*



*з рисового борошна*



*з кукурудзяного борошна*

Рис.1. Зображення безглютенового хліба (переріз) з різних видів борошняної сировини без (ліворуч) та з додаванням ферменту ТГ в кількості 1 та 10 U/г за даними авторів [4]

Тому для поліпшення споживчих властивостей безглютенового хліба і кулінарних виробів вважали за мету дослідити вплив ферментного препарату трансглютаміназа (ТГ) на технологічні

властивості безглютенової борошняної сировини залежно від її складу, виду та складу рідкої фази, а також наявності тих чи інших добавок структуроутворювачів.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Об'єктами дослідження було обрано наступні види досліджуваної сировини: борошно рисове, борошно ячмінне, борошно вівсяне, борошно кукурудзяне, дріжджі вода питна; фермент трансглютаміназа Revada TG; молоко коров'яче; тваринний білок Геліос-11 (ТУ У 15.8 – 13848909-001-2008). желатин швидкорозчинний (ГОСТ 11293).

Відбір і підготовку проб сировини для лабораторних досліджень проводили згідно єдиної методики вивчення харчових продуктів за ГОСТ 26668-85 (СТ СЭВ 3013-81), ГОСТ 26669-85 (СТ СЭВ 3014-81), ГОСТ 27668-88. Дослідні та контрольні зразки готували з однієї партії сировини. Органолептичні та фізико-хімічні показники борошняних виробів оцінювали за стандартною методикою. Для отримання візуального зображення досліджуваних зразків використовували камеру NICON COOLPIX P7100.

### **Результати дослідження.**

На першому етапі досліджень аналізували роль складу борошняної сировини у формуванні органолептичних властивостей продукції. Результати представлені на рис.2.

Як видно, склад борошняної суміші суттєво впливає на якість виробів. Змінюється колір м'якушки (жовтий – за використання кукурудзяного борошна як головного компонента, світло-жовтий – рисового, сіруватий – вівсяного).

Відрізняється пористість м'якушки і форма хліба (стан поверхні і корки є найліпшими – для рисового борошна, найгіршими – для вівсяного борошна).

Таким чином, можна вважати, що основою борошняної суміші можна рекомендувати рисове борошно в кількості не менше 50% із додаванням інших видів безглютенового борошна.

Наступним кроком дослідження було завдання визначити вплив рідкої фази на якість хлібобулочних та кулінарних виробів з безглютенової борошняної сировини.

Зразки готували із застосуванням в якості рідкої фази таких складових: вода, молоко та їх суміші молока з водою у певному співвідношенні. Зовнішній вигляд хлібців (переріз) наведено на рис.3.

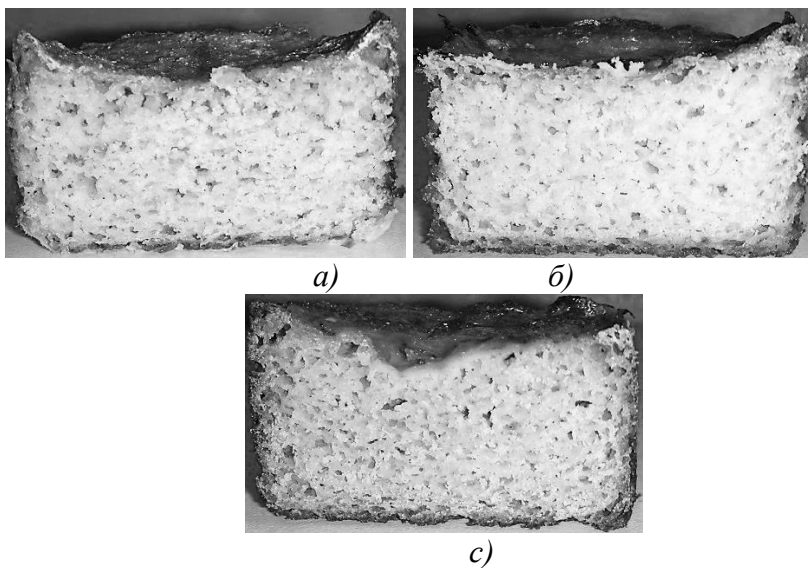


Рис.2. Зовнішній вигляд хлібців (переріз) зі складом борошняної сировини: а – 50% кукурудзяного борошна, 25% рисового борошна, 25% вівсяного борошна; б – 50% рисового борошна, 25% кукурудзяного борошна, 25% вівсяного борошна; в – 50% вівсяного борошна, 25% кукурудзяного борошна, 25% рисового борошна

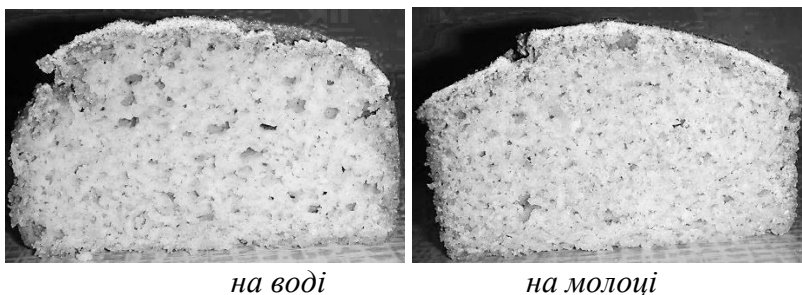


Рис.3. Зовнішній вигляд хлібців (переріз) з безглютенової борошняної сировини

Встановлено, що за використання молока структура м'якушки дещо покращується – пористість стає більш рівномірною та дрібною. Крім того, змінюється колір скоринки – вона стає більш яскравою. Скоринка набуває приємного яскраво-золотавого кольору. Проте, м'якушка суттєво за кольором не змінюється.

В разі застосування води та молока у співвідношенні 1:1 отримували показники якості, які займали проміжне положення між результатами за використання води або молока окремо.

Досліджували також вплив добавки-структуруювача на якість хлібців з безглютенової борошняної сировини. В якості структуруювачів використовували желатин в концентрації 3%-вого водного розчину та Геліос 11 – 1%, які порівнювали з контрольним зразком без добавок (рис.4).

Як видно з результатів пробних лабораторних випічок, ці добавки досить ефективно діють на якість безглютенових хлібців – помітно зростає їх об'єм, поліпшуються форма і зовнішній вигляд, пористість тощо. При цьому, найбільш ефективно діє Геліос-11, хоча пористість є дещо нерівномірною.

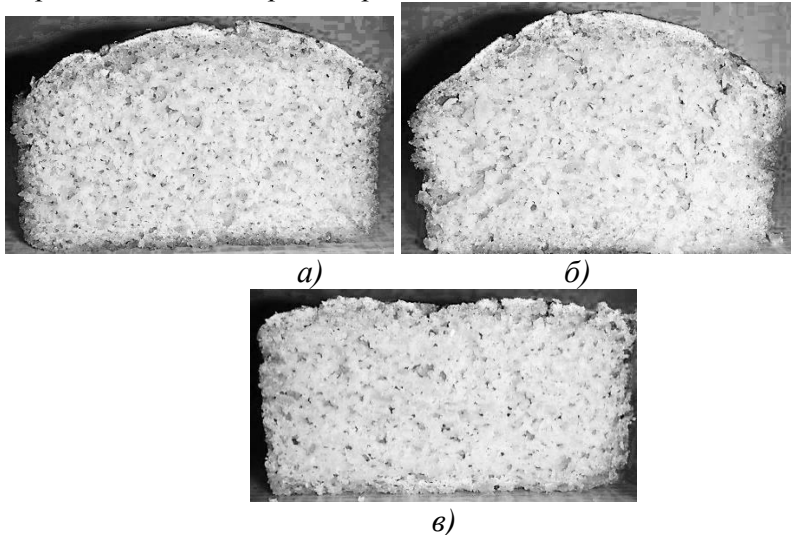


Рис.4. Зовнішній вигляд хлібців (переріз) з використанням в якості рідкої фази: а) 3%-вого водного розчину желатину; б) 1%-вого водного розчину Геліос 11; в) води

Вважали за необхідно також дослідити вплив ферменту трансглютаміназа (ТГ) на якість безглютенових виробів різного рецептурного складу. Основною метою застосування ферменту ТГ є поліпшення структури продукту.

Вже відомо, що трансглютаміназа може змінювати протеїни за допомогою амінування, утворення поперечних зв'язків або дезамінування. Утворення поперечних зв'язків відбувається тоді, коли  $\epsilon$ -аміногрупи залишків лізину в протеїнах діють як ацілові

акцептори. При цьому утворюються внутрішньо- і міжмолекулярні  $\epsilon$ -( $\gamma$ -Glu) Lys-зв'язки (ізопептидні зв'язки). У відсутності первинних амінів в реакційній системі вода виконує функцію ацилового акцептора. Внаслідок цього відбувається дезамінування залишків глютаміну.

В цілому, транsgлютамінази вступає в реакцію з різними білками і має різну реакційну здатність: дуже добру – з казеїном та Na-казеїнатом молока, з 115 глобуліном та 75 глобуліном сої, желатином м'яса тощо; добру – з білком яєчного жовтка, колагеном, пшеничним гліадином або глютеніном; залежну від умов – з  $\alpha$ -лактальбуміном та  $\beta$ -лактоглобуліном, овоальбуміном, міоглобіном. Для забезпечення найвищої реакційної здатності з ферментним препаратом транsgлютаміназою нами обрано білки, які відносяться до першої групи.

Таким чином, метою варіювання рецептурного складу виробів був пошук можливих ефективних комбінацій білкових поліпшувачів з ферментом ТГ для борошняних сумішей. Дані представлені на рис.5-8.

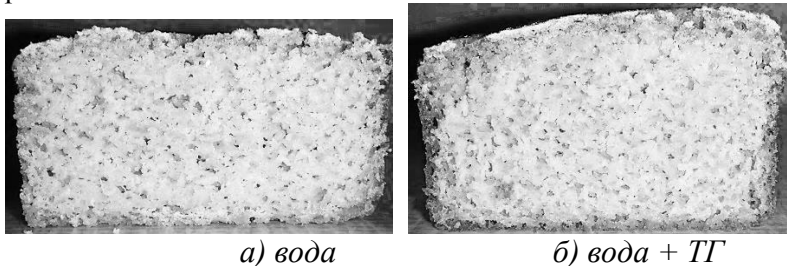


Рис.5. Зовнішній вигляд хліба (переріз) зі складом борошняної сировини 50% вівсяного борошна, 25% кукурудзяного борошна, 25% рисового борошна з використанням транsgлютамінази (ТГ)

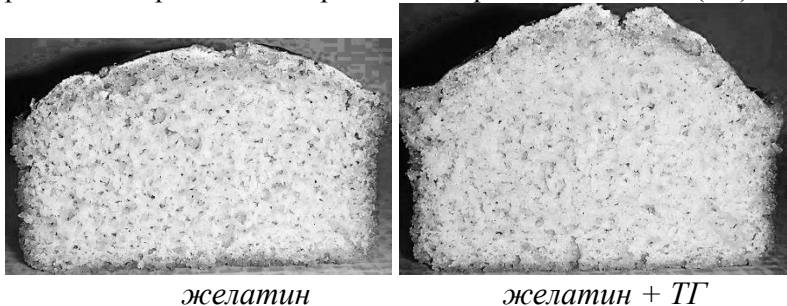
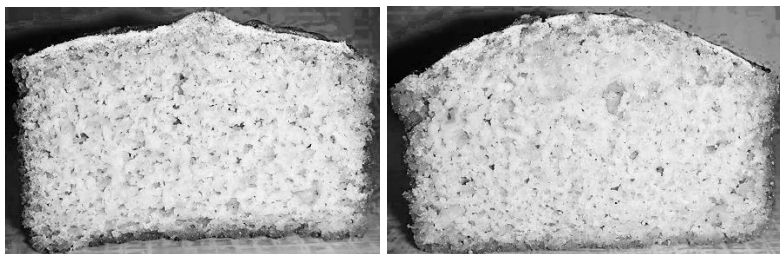


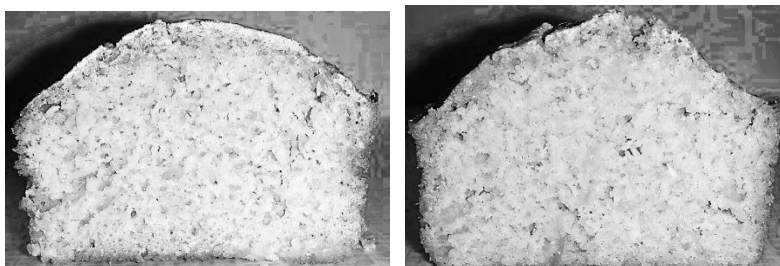
Рис.6. Зовнішній вигляд хлібців (переріз) з використанням 3%-вого водного розчину желатину та транsgлютамінази (ТГ)



*молоко*

*молоко + ТГ*

Рис.7. Зовнішній вигляд хлібців на молоці з використанням трансглютамінази (ТГ)



*1% Геліос-1*

*1% Геліос-11+ ТГ*

Рис.8. Зовнішній вигляд хліба (переріз) зі складом борошняної сировини 50% вівсяного борошна, 25% кукурудзяного борошна, 25% рисового борошна з використанням 1%-вого водного розчину Геліос-11 та трансглютамінази (ТГ)

Як бачимо, за додавання ТГ структура м'якушки покращується та збільшується формостійкість виробів, їх загальний об'єм. Як у складі хліба застосовані будь-які джерела додаткового білка (желатин, молоко, Геліос 11), фермент ТГ діє помітно ефективніше. Найкращі результати отримані за використання концентратів тваринних неповноцінних білків з колагенвмісної вторинної сировини – Геліос 11 та желатин.

Для обраної рецептурної композиції проведено оцінку органолептичних і фізико-хімічних показників якості (табл.1).

Таблиця 1. Показники якості готових виробів

Показники	Характеристика
Органолептичні показники	
Стан поверхні	Гладка, без тріщин
Колір м'якушки	Еластична, тонкостінна, дрібна, рівномірна пористість
Смак та запах	Приємний, без стороннього
Фізико-хімічні	
Кислотність хліба, град	1,3
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,4-2,6

Вироби у вказаному інтервалі концентрацій добавок мають гладку поверхню без підривів та тріщин, еластичну м'якушку з приємним світло-жовтим кольором, пористість виробів рівномірна.

### **Висновки.**

Проведені дослідження доводять ефективність застосування ферментного препарату трансглютаминаза, найбільшою мірою в композиції з білками тваринного і рослинного походження (молока, желатина, Геліос-11, борошна різних видів), покращуючи структурно-механічні та органолептичні характеристики безглютенових виробів.

### **Список літератури**

1. Transglutaminases: family of enzymes with diverse functions / volume editors, Kapil Mehta, Richard Eckert. – 2005. - 265 p. ; см. – (Progress in experimental tumor research ; v. 38.
2. Ando H, Adachi M, Umeda K, Matsuura A, Nonaka M, Uchio R, Tanaka H, Motoki M: Purification and characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms. Agric Biol Chem 1989;53:2613–2617.
3. Soeda T, Sakai T, Toiguchi S: Effects of microbial transglutaminase on the texture of surimi gels prepared from various kinds of fishes. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 1996;43: 787–795.
4. Stefano Renzetti, Fabio Dal Bello Elke K. Arendt. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters



and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase / Journal of Cereal Science. - 48 (2008). – p.33–45

## **Аннотация**

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО МУЧНОГО СЫРЬЯ**

*В статье рассмотрены технологические аспекты применения фермента трансглутаминаза (ТГ) как структурообразователя безглютеновых изделий с различным рецептурным составом (мучное сырье, жидкая фаза, белковые улучшители). Доказано повышения эффективности действия фермента в продуктах с комбинированным белковым составом*

## **Abstract**

### **TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMING STRUCTURE OF PRODUCTS FROM GLUTEN-FREE FLOUR RAW MATERIALS**

*The article deals with the technological aspects of the using the enzyme transglutaminase (TG) as an additives for structure forming gluten-free products with different formulations (raw flour, the liquid phase, protein enhancers). It was proven that TG improved the efficiency of the enzyme in the products combined with protein composition.*