

3. Громцова, О. В. Инновационная активность персонала в условиях трансформации экономики : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / О. В. Громцова ; Томский гос. ун-т. — Томск, 2006. — 28 с.

4. Долгова, Н. Г. Сущность мотивации в системе управления организацией / Н. Г. Долгова, А. Г. Оганьян // Инновационные технологии в науке и образовании, 2015. — № 3. — С. 294—296.

5. Развитие персонала в китайских инновационно-активных компаниях [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-personala-v-kitayskih-innovatsionno-aktivnyh-kompaniyah/viewer>. — Дата доступа: 15.03.2023.

6. Исследование зарубежного опыта мотивации трудовой деятельности персонала [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://obe.ru/journal/vypusk-2021-1-mart/ilchenko-s-v-issledovanie-zarubezhnogo-opyta-motivatsii-trudovoj-deyatelnosti-personala/>. — Дата доступа: 15.03.2023.

УДК 664.66.016

**М. Хань, Б. Фэн**

*Северо-Западный университет сельского и лесного хозяйства,  
Янлин, провинция Шэньси, Китайская Народная Республика,  
[hanmengru@nwfufu.edu.cn](mailto:hanmengru@nwfufu.edu.cn)*

## **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ХЛЕБА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ СМЕСИ КИТАЙСКИХ КРУПЯНЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР С ПШЕНИЦЕЙ**

В Китае китайский хлеб в основном готовят из рафинированной белой муки. В настоящее время, с повышением уровня жизни людей, люди стремятся к здоровому питанию, разнообразию продуктов питания и разумной корректировке структуры рациона.

Белковая сеть является одним из важных аспектов, отражающих качество обработки теста, а характеристики теста играют важную роль в качестве хлеба. Зерна пшеницы, проса, гречихи и маша были отобраны и предоставлены Малой зерновой лабораторией Северо-Западного университета сельского и лесного хозяйства (КНР). Цель этого исследования состояла в том, чтобы изучить поведение белково-крахмального взаимодействия крупяных зерен и пшеничной муки во время приготовления хлеба.

**Ключевые слова:** хлеб; китайские крупяные культуры; белково-крахмальное взаимодействие.

**Mengru Han, Baili Feng**  
*Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi Province,  
the People's Republic of China, hanmengru@nwfau.edu.cn*

## **ANALYSIS OF THE QUALITY OF BREAD OBTAINED FROM A MIXTURE OF CHINESE CEREALS AND LEGUMES MIXTURE WITH WHEAT**

In China, Chinese bread is made mainly from refined white flour. Nowadays, as people's standard of living rises, they are striving for a healthy diet, a variety of foods, and reasonable adjustments to their dietary patterns.

Protein network is one of the important aspects reflecting dough processing quality, and dough characteristics play an important role in bread quality. Grains of wheat, millet, buckwheat, and mung bean were selected and provided by the Small Grain Laboratory of Northwestern University of Agriculture and Forestry (PRC). The purpose of this study was to investigate the protein-starch interaction behavior of cereal grains and wheat flour during bread making.

**Key words:** bread; Chinese cereals; protein-starch interaction.

**Введение.** В мировом земледелии по посевным площадям и валовому сбору зерна пшеница занимает первое место. В Республике Беларусь среди зерновых хлебов ведущее место принадлежит пшенице (*Triticum aestivum L.*) [1]. В Китае китайский хлеб в основном готовят из рафинированной белой муки. Есть сходство между китайским хлебом и европейским хлебом. Однако в последние годы степень изысканности пищи становилась все выше и выше. Низкое потребление большого количества белка, жира, витамина В, пищевых волокон и минеральных веществ в зернах пшеницы может привести к дисбалансу питания у человека при длительном потреблении, приводя к развитию различных заболеваний, таких как ожирение и диабет [1]. В настоящее время, с повышением уровня жизни людей, люди стремятся к здоровому питанию, разнообразию продуктов питания и разумной корректировке структуры рациона.

Белковая сеть является одним из важных аспектов, отражающих качество обработки теста, а характеристики теста играют важную роль в качестве хлеба. После добавления воды в муку и последующего механического перемешивания глютен действует как природный гидроколлоид, взаимодействуя с молекулами воды, образуя тесто, а гранулы крахмала упаковываются, образуя специфическую

трехмерную сеть. Однако в зерне крупяных культур отсутствуют глиадин и белок глютена, необходимые для других мучных изделий, а взаимодействие между белком глютена и крахмалом слабое, и сложно сформировать сетчатую структуру глютена. Поэтому люди исследовали использование ксантановой камеди, трансглутаминазы и аскорбиновой кислоты (витамин С) в качестве пищевых добавок для повышения стабильности белковой структуры, тем самым улучшая качество полученного хлеба [2]. Приготовление паровых булочек только из цельного зерна может быть сложной задачей.

В настоящее время проведено мало исследований белково-крахмального взаимодействия злаков, таких как злаки (*Gramineae*), гречишные (*Polygonaceae*) и бобовые, на хлебе. В этом исследовании использовались просо с большим потенциалом, гречиха, которая обычно используется в производстве хлеба, и высокобелковая маш или фасоль азиатская. Зерна этих культур богаты микроэлементами, витаминами, пищевыми волокнами и другими.

Просо (*Panicum miliaceum L.*) как древняя культура используется более 10 000 лет, и в настоящее время несколько исследователей изучают его питательные свойства для широкого использования в пищевой промышленности. Однако пригодность муки проса для обработки и использования в хлебе тщательно не изучалась. Белок гречихи (*Fagopyrum esculentum*) содержит лизин, железо, марганец, цинк и другие микроэлементы и содержит более чем в 10 раз больше пищевых волокон по сравнению с рафинированным рисом. Таким образом, гречка имеет очень высокую питательную ценность и может оказывать ряд полезных эффектов на здоровье человека. Есть некоторые исследования с использованием гречневой муки для замены пшеничной муки в ингредиентах для хлеба, которые показали, что хлеб, приготовленный из гречневой муки, имеет более высокое содержание рутина и кверцетина, а также обладает лучшими антиоксидантными свойствами [3]. Высококачественный белок в маше (*Vigna radiata*) способствует физическому развитию и защищает сердечно-сосудистую систему. Все эти исследования показывают, что все зерна содержат основные элементы, необходимые для поддержания роста и здоровья человека, поэтому исследования и разработки грубых зерен становятся основным направлением исследований в области зерновой промышленности.

Цель этого исследования состояла в том, чтобы изучить поведение белково-крахмального взаимодействия крупяных зерен и пшеничной муки во время приготовления хлеба. Поэтому, чтобы визуализировать взаимодействие белок-крахмал, микроструктуру глютена наблюдали с помощью конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM).

**Основная часть.** Зерна пшеницы, проса, гречихи и маша были отобраны и предоставлены Малой зерновой лабораторией Северо-Западного университета сельского и лесного хозяйства (КНР).

Конфокальный лазерный сканирующий микроскоп CLSM (LEICA TCS SPB, Gernang) использовали для наблюдения за свежеприготовленными образцами теста и анализа структуры белковой сетки замешанного теста. Для этого к 10 г муки добавляли 4 мл воды и 1 мл раствора родамина Б (0,1 мг/мл) и равномерно перемешивали. Образцы выдерживали в течение 1 ч для равномерного окрашивания теста, затем образец теста переносили на предметное стекло и закрывали покровным стеклом и микроструктуры сканировали с помощью CLSM. Изображения CLSM анализировали с помощью AngioTool 64 версии 0.6a (рисунок 1).

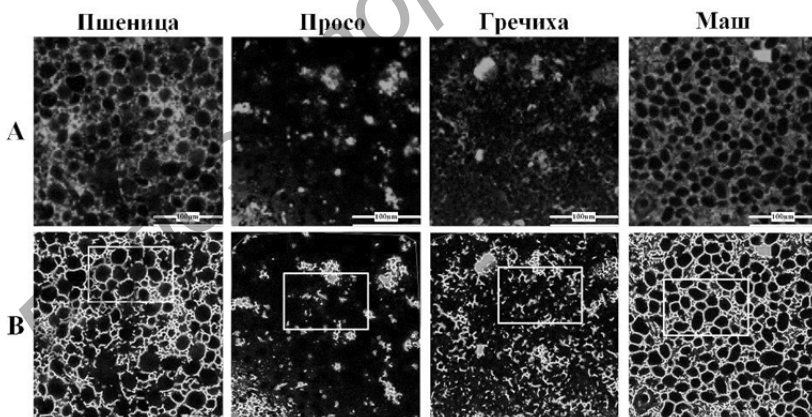


Рисунок 1 — Анализ белковой сети образцов теста из чистой муки с помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (CLSM). (А): исходное изображение CLSM с масштабной линейкой 100 мкм; (В): Изображение после обработки изображения с помощью AngioTool (белый = соединения, синий = скелет белка, желтый = контур/область белка).

По сравнению с пшеницей непрерывность и однородность структуры белковой сети проса и гречихи с высоким содержанием крахмала и низким содержанием белка клейковины были плохими на рисунке 1. Маш с более высоким содержанием белка имеют лучшую однородность структуры белковой сети.

Добавление пшеничной муки приводит к существенному изменению структуры белковой сетки муки грубого помола на рисунке 2.

Пшеничная мука улучшала непрерывность и однородность клейковинной сети в пшенинном и гречневом тесте, увеличивая при этом содержание крахмала в тесте из маша.

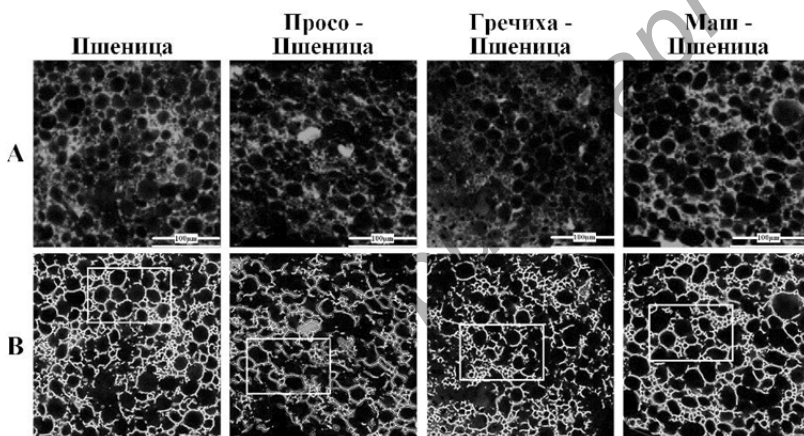


Рисунок 2 — Анализ белковой сети образцов теста из смешанной муки с помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (CLSM). (А): исходное изображение CLSM с масштабной линейкой 100 мкм; (В): Изображение после обработки изображения с помощью AngioTool (белый = соединения, синий = скелет белка, желтый = контур/область белка).

Белок глютена может образовывать непрерывную трехмерную сетчатую структуру за счет перекрестной полимеризации. Остатки цистеина, присутствующие в высокомолекулярной субъединице глютенина, могут быть сшиты друг с другом или с низкомолекулярной глютениновой субъединицей с образованием эластичных полимеров.

**Заключение.** Результаты показали, что замена пшеничной муки мультзерновой мукой улучшила питательные элементы и содержание белка в хлебе, а также способствовала формированию сетчатой

структуры клейковины. Эксперимент дает представление о пригодности мультизерновой муки для производства хлеба и о разнообразии потребительского выбора.

#### Список цитируемых источников

1. Биологические основы эффективного применения фунгицидов в защите листового аппарата и колоса зерновых культур от болезней : рекомендации / С. Ф. Буга [и др.] ; Ин-т защиты раст. — Минск, 2013. — 60 с.

2. *Monro, J. A. Glycaemic glucose equivalent: combining carbohydrate content, quantity and glycaemic index of foods for precision in glycaemia management / J. A. Monro // Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. — 2015. — 11(3). — P. 217—225.*

3. The effects of vital wheat gluten and transglutaminase on the thermomechanical and dynamic rheological properties of buckwheat dough / L. Han [et al.] // Food and Bioprocess Technology. — 2013. — 6 (2). — P. 561—569.

УДК 69.002.5

**А. В. Шах, Е. Г. Шапович**

*Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,  
Барановичи, Республика Беларусь, shah.al.vas@gmail.com*

## СТРОИТЕЛЬНАЯ 3D-ПЕЧАТЬ: БЕРЕМ НА ВООРУЖЕНИЕ ОПЫТ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

В настоящее время строительная отрасль производит огромное количество отходов, и прогресс в области устойчивого развития идет медленно. Из-за сложности цепочек поставок в строительной отрасли меры по охране окружающей среды оказали ограниченное влияние. В строительных проектах могут участвовать тысячи различных компаний, что крайне затрудняет обеспечение устойчивого подхода во всей цепочке поставок.

Но прорывные технологии, такие как 3D-печать, могут изменить способ проектирования и производства продуктов, коренным образом изменив структуру цепочек поставок. Мировой опыт показывает, что 3D-печать может помочь строительной отрасли стать экономичнее, эффективнее и устойчивее.

**Ключевые слова:** строительство; 3D-принтер; технологии; инновации; Китайская Народная Республика.