

# НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ

УДК 664.65:664.765

**Михайло КРАВЧЕНКО,  
Мирослав КРИВОРУЧКО,  
Артем АНТОНЕНКО**

## СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРІСНОГО ТІСТА З БОРОШНА ПРОРОЩЕНОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

*Наведено результати досліджень щодо можливості виробництва борошна із зерна пшениці, пророщеного у розчині морської харчової солі. Визначено структурно-механічні показники тістових мас зі збагаченого борошна з карагінаном, його раціональну концентрацію. Розроблена технологія прісного тіста може використовуватися у виробництві борошняної кулінарної продукції підвищеної харчової цінності.*

*Ключові слова:* структурно-механічні властивості прісного тіста, борошно з пророщеного зерна пшениці, деформація тістових мас.

Прісне тісто є багатокомпонентною гетерогенною системою. Завдяки колоїдним складовим борошна воно має специфічну структуру й пружно-пластично-в'язкі властивості. Для такого тіста характерним є в'язка течія та пружно-пластичні деформації. Структурно-механічні властивості прісного тіста значною мірою залежать від температури, вологості, тривалості замішування, виду й сорту борошна та харчових добавок [1]. Ось чому при розробці технологій борошняних кулінарних виробів із прісного тіста з використанням нових рецептурних компонентів необхідно досліджувати їхній вплив на реологічні властивості тіста, оскільки додавання добавок не повинно знижувати якість готової продукції. До таких добавок належить біологічно активна сировина – борошно з пророщеного зерна пшениці.

Пророщування – один із методів підвищення харчової цінності зерна. Зміні кількісного та якісного складу при пророщуванні підлягають усі харчові речовини зернівки – вуглеводи (зменшується вміст

---

© Михайло Кравченко, Мирослав Криворучко, Артем Антоненко, 2012

крохмалю з одночасним підвищенням загального вмісту цукрів), білки (знижується вміст загального білка з одночасним підвищенням вмісту вільних амінокислот), жири (вміст вільних ліпідів дещо знижується, зв'язаних – зростає). Найціннішим при цьому є синтез вітамінів, вміст яких підвищується: С і В<sub>6</sub> – у 5 разів, В<sub>1</sub> – у 1.5, фолієвої кислоти – у 4, В<sub>2</sub> – у 13.5, Е – у 3 рази [2].

У роботах Г. О. Сімахіної та Г. Скарлатто [3; 4] досліджено вплив концентрації морської солі на час пророщування зерна пшениці. Відмічено, що найкращий вплив мають 1–2-процентні розчини; за концентрації 3–4 % пророщування гальмується, органолептичні показники зерна погіршуються, за 5 % і вище – процес припиняється.

Пророщування пшениці призводить до руйнування білків клейковини гліадину та глютеніну, що погіршує тістоутворення і потребує застосування структуроутворюючих добавок, зокрема полісахаридів. Відомо, що пектини покращують якість борошняних кулінарних виробів при концентрації 0.5–2.0 % від маси борошна, альгінати магнію і кальцію – 1–3 %, мікробні полісахариди (ксантан, поліміксан, етаполан) – 0.2–0.5 %, позитивний вплив на якість борошняних кулінарних виробів мають метилцелюлоза і карбоксиметилцелюлоза [5]. Перспективним поліпшувачем структури прісного тіста є карагінан – полісахарид, що міститься в бурих морських водоростях [6].

Мета роботи – наукове обґрунтування та розроблення технології прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці.

Об'єкт досліджень – структурно-механічні властивості (пружність, еластичність, деформація, в'язкість, напруга зсуву) прісних тістових мас з борошна пророщеного зерна пшениці.

Предмет досліджень – пророщене зерно пшениці (сорт Одеська 161, врожаю 2011 р.), сіль морська харчова *Salute di Mare*, карагінан, прісні тістові маси.

Прісне тісто виготовлено за рецептурою № 1040 [7].

Проведено попередні дослідження тістових мас на основі пшеничного борошна вищого ґатунку (контроль) і борошна з зерна пшениці, пророщеного в 2-процентному розчині морської харчової солі (збагачене борошно) за вмістом і якістю клейковини. Встановлено, що у контрольному зразку тіста вміст сирої клейковини – 24.2 %, вміст сухої клейковини – 13.0 %, показник приладу ІДК – 30.8 ум. од., розтяжність – 12.4 см, розпливання кульки клейковини протягом 60 хв. – 3.8 мм, а в тісті зі збагаченого борошна клейковина не відмивається.

Для посилення клейковини та покращення структурно-механічних характеристик тіста зі збагаченого борошна використано карагінан, який додавали в концентрації 1.0; 2.0; 3.0 і 4.0 % від маси борошна

Дослідження структурно-механічних властивостей прісного тіста з карагінаном і контрольного зразка проведено на плоскопаралельному еластопластометрі Толстого й пенетрометрі *Labor* із подальшим математичним моделюванням у табличному редакторі *Excel*.

Встановлено, що за концентрації карагінану 3 % значення відносної деформації цього зразка наближене до контролю ( $362 \cdot 10^{-3}$  ум. од.) і становить  $404 \cdot 10^{-3}$  ум. од. (рис. 1).

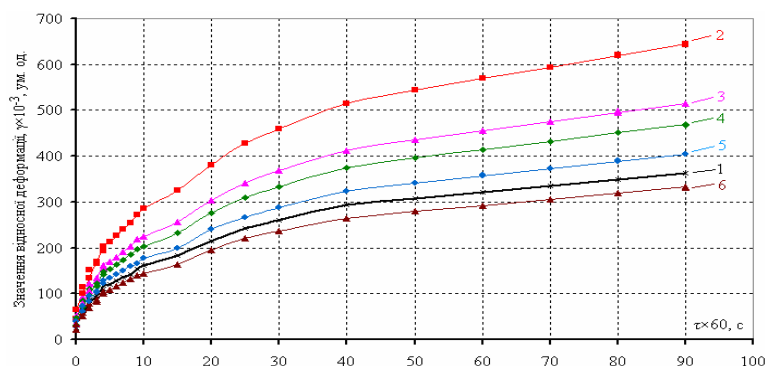


Рис. 1. Відносна деформація тістових мас залежно від часу:

1 – прісне тісто з пшеничного борошна; 2 – прісне тісто зі збагаченого борошна;  
прісне тісто зі збагаченого борошна з вмістом карагінану:  
3 – 1 %; 4 – 2 %; 5 – 3 %; 6 – 4 %

Зворотна (пружна) деформація ( $\gamma_{зв}$ ) спостерігається, якщо після зняття навантаження, яке спричинило деформацію, тіло повністю відновлює початкову форму й розміри. Чим більша зворотна деформація, тим вища пружність тіла. Незворотна (залишкова) деформація ( $\gamma_{незв}$ ) – коли після усунення прикладених сил тіло не відновлює початкової форми й розмірів, а її зростання свідчить про підвищення пластичності тіста [8]. Залежність між показниками зворотної й незворотної деформації та концентрацією карагінану є оберненою: при підвищенні вмісту гідроколоїду від 1 до 4 % показник зворотної деформації знижується відповідно на 19.8, 27.5, 37.3 і 49.2 %. У той же час показник незворотної деформації знижується на 20.2, 26.6, 37.1 і 46.8 %. Значення зворотної і незворотної деформації цього зразка наближене до контролю за концентрації карагінану відповідно 3 і 4 % (табл. 1, рис. 2).

Модуль пружності ( $G_{np}$ ) характеризує здатність тіла чинити опір пропорційно його деформації і є мірою пружності, тобто спроможності тіла повертатися до початкового стану після припинення дії напруження. Модуль еластичності ( $G_{ел}$ ) характеризує зникнення деформації в тілі з часом після зняття напруження і при підвищенні його значення свідчить про зменшення часу, необхідного для зникнення деформації тіла [8]. Залежність між вмістом карагінану й цими показниками є прямою: при збільшенні концентрації гідроколоїду від 1 до 4 % значення модуля пружності зростає відповідно на 25.6, 39.7, 62.0 і 97.6 %. У той же час показник модуля еластичності зростає на 24.6, 37.7, 58.9 і 96.9 %. За концентрації карагінану 3 % значення модуля пружності й модуля еластичності цього зразка наближене до контролю (табл. 2, рис. 3).

Таблиця 1

Зворотна та незворотна деформація тістових мас,  $\gamma \cdot 10^{-3}$  ум. од.

Показник	Конт- роль	Вміст карагінану в збагаченому борошні, %				
		0	1	2	3	4
Зворотна деформація, $\gamma_{зв}$	240.4	420.8	337.4	305.0	264.0	213.6
Незворотна деформація, $\gamma_{незв}$	122.4	223.2	178.2	163.8	140.4	118.8

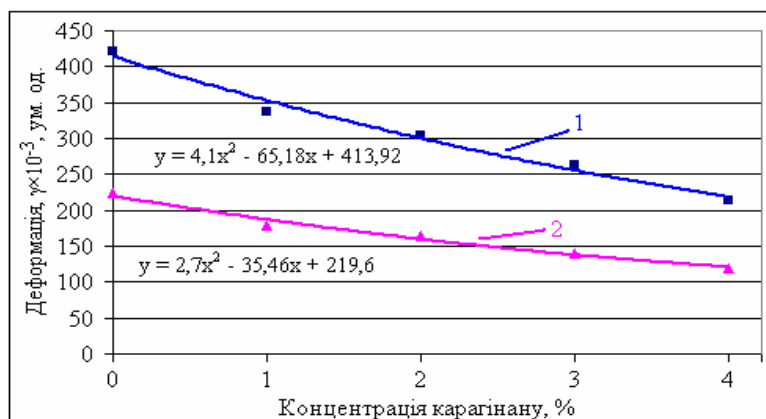


Рис. 2. Деформація тістових мас залежно від концентрації карагінану: 1 – зворотна деформація; 2 – незворотна деформація

Таблиця 2

## Модулі пружності та еластичності тістових мас, Па

Показник	Конт- роль	Вміст карагінану в збагаченому борошні, %				
		0	1	2	3	4
Модуль пружності, ( $G_{np}$ )	898.4	504.6	633.7	704.7	817.5	997.0
Модуль еластичності, ( $G_{ев}$ )	1602.9	918.5	1144.2	1264.5	1459.8	1808.6

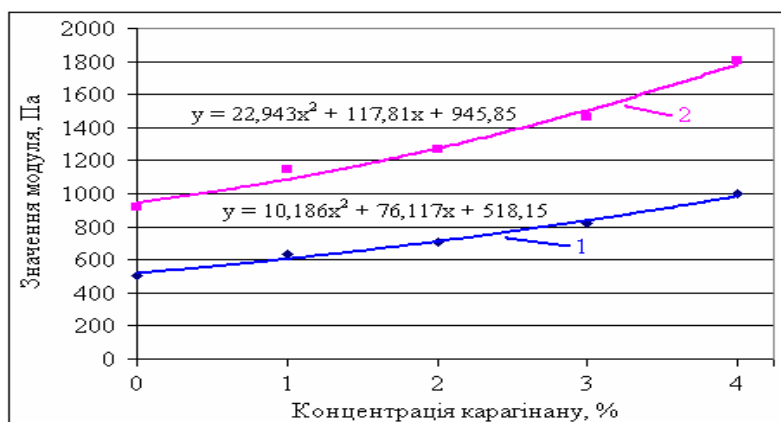


Рис. 3. Модулі пружності та еластичності тістових мас залежно від концентрації карагінану: 1 – модуль пружності; 2 – модуль еластичності

Пластична в'язкість ( $\eta_0$ ) характеризує властивість структурованого матеріалу текти без руйнування під дією постійного напруження. В'язкість пружної післядії ( $\eta_{np}$ ) характеризує внутрішнє тертя з градієнтом швидкості, що відповідає області пружної деформації. Підвищення обох показників свідчить про збільшення опору, що перешкоджає переміщенню шарів відповідно текучого й пружного матеріалу [8]. Залежність між вмістом карагінану та цими показниками є прямою: при підвищенні концентрації гідроколоїду від 1 до 4 % значення в'язкості пружної післядії зростає відповідно на 26.8, 39.3, 60.7 і 96.4 %, а показник пластичної в'язкості – на 25.3, 36.3, 59.0 і 87.9 %. За концентрації карагінану 3 % значення в'язкості пружної післядії цього зразка наближене до контролю. За концентрації карагінану 4 % значення пластичної в'язкості цього зразка наближене до контролю (табл. 3, рис. 4).

Таблиця 3

**В'язкість пружної післядії та пластична в'язкість тістових мас, Па·с**

Показник	Конт- роль	Вміст карагінану в збагаченому борошні, %				
		0	1	2	3	4
Пластична в'язкість, ( $\eta_0$ )	144.3	79.1	99.1	107.8	125.8	148.6
В'язкість пружної післядії, ( $\eta_{np}$ )	9.9	5.6	7.1	7.8	9.0	11.0

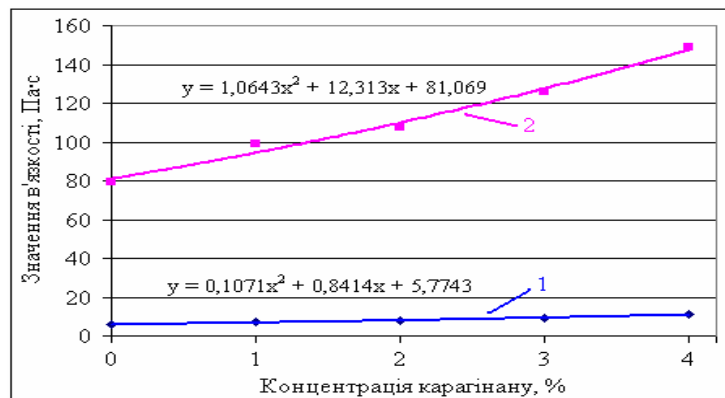


Рис. 4. В'язкість тістових мас залежно від концентрації карагінану:  
1 – в'язкість пружної післядії; 2 – пластична в'язкість

Податливість (1) характеризує здатність тіла до деформації під дією прикладеного напруження. Збільшення значення цього показника свідчить про зниження прикладеного до тіла навантаження [8]. Залежність між вмістом карагінану й податливістю є оберненою: при збільшенні концентрації гідроколоїду від 1 до 4 % значення показника знижується відповідно на 19.8, 27.4, 37.1 і 48.2 %. За концентрації карагінану 4 % значення податливості цього зразка наближене до контролю (1.11 Па-1) і становить 1.02 Па-1 (рис. 5).



Рис. 5. Податливість тістових мас залежно від концентрації карагінану

Гранична напруга зсуву ( $\tau_0$ ) – мінімальне дотичне напруження, яке необхідне для здійснення зсуву й призводить до незворотної деформації [8]. Залежність між вмістом карагінану та граничною напругою зсуву є прямою: при підвищенні концентрації гідроколоїду від 1 до 4 % значення показника збільшується відповідно на 10.7, 17.2, 30.9 і 42.9 %. За концентрації карагінану 3 % значення граничної напруги зсуву цього зразка наближене до контролю (9355.5 Па) і становить 9123.5 Па (рис. 6).



Рис. 6. Гранична напруга зсуву тістових мас залежно від концентрації карагінану

Отже, на основі експериментальних досліджень встановлено, що значення більшості структурно-механічних показників прісного тіста зі збагаченого борошна з 3-процентним вмістом карагінану наближені до контрольного зразка, виготовленого з пшеничного борошна вищого гатунку. Це дає підстави стверджувати, що така концентрація гідроколоїду є раціональною. Розроблена технологія прісного тіста може використовуватися при виробництві борошняної кулінарної продукції підвищеної харчової цінності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузнецов О. А. Реология пищевых масс : учеб. пособ. / О. А. Кузнецов, Е. В. Волошин, Р. Ф. Сагитов. — Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. — 106 с.

2. Шаран А. В. Розроблення технології оброблення пророслих зерен та рекомендацій щодо їх використання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.02 "Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів" / А. В. Шаран ; Нац. ун-т харчових технологій. — К. : НУХТ, 2004. — 19 с.
3. Сімахіна Г. О. Використання високомінералізованої зернової сировини у вирішенні проблеми мікроелементної нестачі / Г. О. Сімахіна, Т. І. Миколів // Наукові праці Нац. ун-ту харчових технологій. — К. : НУХТ, 2009. — № 28. — С. 10—13.
4. Скарлато Г. Географічний "чемпіонат". — Режим доступу : [http://abetka.ukrlife.org/geo\\_champ.htm](http://abetka.ukrlife.org/geo_champ.htm).
5. Дробот В. І. Харчові добавки та їх функціональна роль у технологічному процесі / В. І. Дробот // Хранение и переработка зерна. — 2003. — № 9. — С. 25—27.
6. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / [М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова та ін.]. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. — 718 с.
7. Здобнов А. І. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко, М. И. Пересичный. — К. : А.С.К., 1998. — 656 с.
8. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик : навч. посіб. / А. Б. Горальчук, П. П. Пивоваров, О. О. Грінченко та ін. — Х. : Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі, 2006. — 63 с.

Стаття надійшла до редакції 21.02.2012.

*Кравченко М., Криворучко М., Антоненко А. Структурно-механические свойства пресного теста из муки пророщенного зерна пшеницы. Приведены результаты исследований возможности производства муки из зерна пшеницы, пророщенного в растворе морской пищевой соли. Определены структурно-механические показатели тестовых масс с обогащенной муки с каррагинаном, его рациональная концентрация. Разработанная технология пресного теста может быть использована в производстве мучной кулинарной продукции повышенной пищевой ценности.*

*Ключевые слова:* структурно-механические свойства пресного теста, мука из пророщенного зерна пшеницы, деформация тестовых масс.

*Kravchenko M., Kryvoruchko M., Antonenko A. Structural and mechanical properties of unleavened dough made of sprouted wheat flour. The results of studies on production possibilities of flour, made of wheat sprouted in sea salt solution, are given in the article. The structural and mechanical parameters of unleavened dough samples made of enriched flour and carageenan, and efficient concentration of carageenan are identified. The developed unleavened dough technology can be implemented in production of mealy products possessing improved nutritious value.*

*Key words:* structural and mechanic peculiarities of unleavened dough, sprouted wheat flour, deformation of dough.