

## RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BISCUIT DOUGH MADE OF ZDOROVYA FLOUR

M. Kravchenko, O. Romanovska

*Kyiv National University of Trade and Economy*

S. Boruk

*Yuriy Fedkovych National University of Chernivtsi*

---

**Key words:**

*Biscuit dough  
Zdorovya flour  
Rheological  
characteristics  
Structurization*

**Article history:**

Received 18.07.2015

Received in revised form

29.07.2015

Accepted 16.08.2015

**Corresponding author:**

S. Boruk

**E-mail:**

boruk\_s@hotmail.com

---

**ABSTRACT**

An influence of the Zdorovya flour content on rheological characteristics of biscuit dough has been investigated. It was found that viscosity and shearing stress values rise as the flour content increases. Higher shearing rates result in partial failure of the dough continuity. However, the continuity restores fast after discontinuation of the external influence.

## РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІСКВІТНОГО ТІСТА З БОРОШНОМ «ЗДОРОВ'Я»

М.Ф. Кравченко, О.Л. Романовська

*Київський національний торговельно-економічний університет*

С.Д. Борук

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

*У статті досліджено вплив концентрації борошна «Здоров'я» на структурно-реологічні властивості бісквітного тіста. Встановлено, що збільшення концентрації борошна супроводжується зростанням в'язкості та напруги зсуву. Збільшення швидкості зсуву супроводжується частковим руйнуванням структури тіста. Після зняття зовнішнього впливу структура швидко відновлюється.*

**Ключові слова:** бісквітне тісто, борошно «Здоров'я», реологічні характеристики, структуроутворення.

**Постановка проблеми.** Природа борошна значною мірою визначає властивості бісквітного тіста та якість напівфабрикатів на його основі. Використовується переважно пшеничне борошно вищого та 1-го сорту, а

також інші види борошна: ячмінне, житнє, гречане, вівсяне, кукурудзяне та рисове. Використання різних видів борошна в технології бісквітів надає можливість отримати бісквітні напівфабрикати із заданими властивостями, покращеними органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Використання борошна «Здоров'я» дає змогу підвищити харчову цінність виробів з бісквітного тіста. На відміну від борошна пшеничного вищого гатунку, борошно «Здоров'я» містить більше вітамінів групи В, А, D і мінеральних речовин [2].

Фізико-хімічні властивості бісквітних виробів, їх структура значною мірою визначаються реологічними властивостями вихідного тіста. Визначити фактори, які впливають на властивості тіста, встановити їх значення, за яких властивості тіста є оптимальними, можна методами ротаційної віскозиметрії.

**Мета статті.** Визначити вплив концентрації борошна на реологічні властивості тіста, встановити критичну концентрацію, за якої рівномірного розподілу інгредієнтів за об'ємом практично не можливо досягти, дослідити можливість використання борошна «Здоров'я» для розроблення нових видів випечених бісквітних напівфабрикатів.

**Матеріали і методи.** Об'єктом дослідження було обрано бісквітне тісто, виготовлене за традиційною технологією [1], з розрахунковою вологістю 38 %, із використанням борошна пшеничного вищого гатунку та борошна «Здоров'я». Дослідження проводились в лабораторії Харківського державного університету харчування та торгівлі на кафедрі Технології харчування згідно з технологічними інструкціями [3].

Дослідження проводились на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2» на системі циліндрів  $S_1, S_3$  за температури 20 °С. Напругу зсуву і в'язкість розраховували за формулами для відповідних значень швидкості зсуву. Напругу зсуву  $\tau_r$  визначали за формулою:

$$\tau_r = z \cdot a,$$

де  $z$  — константа циліндра, дин/см<sup>2</sup>;  $a$  — значення поділки шкали на приладі.

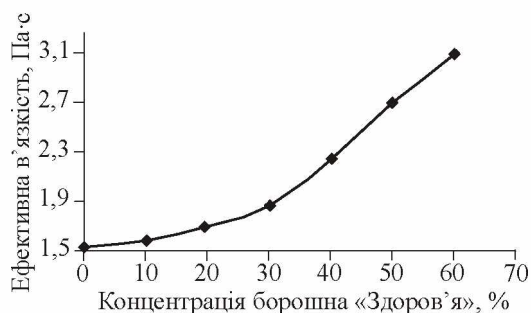
В'язкість  $\eta$  визначали за формулою:

$$\eta = \tau_r / D_r \cdot 100,$$

де  $\eta$  — ефективна в'язкість, Па·с,  $\tau_r$  — напруга зсуву, дин/см<sup>2</sup>,  $D_r$  — швидкість зсуву, с<sup>-1</sup>.

**Результати і обговорення.** Однією з важливих технологічних характеристик бісквітного тіста є в'язкість. За її значеннями можна оцінити інтенсивність перебігу в системі процесів утворення та руйнування структури. Ефективна в'язкість є підсумковою характеристикою, яка описує рівноважний стан між процесами відновлення і руйнування структури [4, 5].

На рис. 1 показана залежність ефективної в'язкості бісквітного тіста від концентрації борошна «Здоров'я» за швидкості зсуву 27 с<sup>-1</sup>. Залежності, одержані для інших швидкостей зсуву в інтервалі значень від 0,1667 до 145,8 с<sup>-1</sup>, повністю аналогічні за характером і відрізняються лише абсолютними значеннями в'язкості.



**Рис. 1.** Залежність ефективної в'язкості тіста від концентрації борошна за швидкості зсуву  $27 \text{ с}^{-1}$

Як вихідну систему використовували ячну суміш, яка в умовах експерименту внаслідок насичення пухирцями повітря перетворювалась на дисперсну систему типу рідина-повітря. В'язкість такої системи визначається властивостями полімерних молекул білка. Пухирці повітря асиметричні, легко змінюють форму й об'єм, внаслідок чого мало впливають на внутрішнє тертя у системі. У разі введення до ячної суміші борошна «Здоров'я» в'язкість системи зростає. Пухирці повітря стають меншого розміру і набувають кулеподібної форми. На графіку чітко виділяються дві ділянки (рис. 1). За вмісту борошна «Здоров'я» до 30 % зростання в'язкості відбувається несуттєво (на  $0,1—0,15 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ). Імовірно в даному діапазоні концентрацій борошна «Здоров'я» кількість частинок недостатня для утворення стійкої просторової структури, у вузлах якої знаходяться частинки дисперсної фази. Зростання в'язкості системи зумовлене дією двох факторів. Перший фактор — зміна розміру та форми пухирців повітря, внаслідок чого вони стають більш «жорсткими» і в разі накладання на систему зовнішнього градієнта сил здатні гальмувати рух одного шару системи відносно другого. Наступний фактор — наявність у середовищі гідрофільного білка борошна, що призводить до структурування системи, утворення додаткових зв'язків між частинками, що також супроводжується збільшенням внутрішнього тертя. Разом із тим, утворення єдиної структури в повному об'ємі системи не відбувається, про що свідчить незначне збільшення в'язкості. Такі системи седиментаційно нестійкі і, незважаючи на значну в'язкість білка, швидко розшаровуються.

У разі збільшення концентрації борошна «Здоров'я» понад 30 % характер залежності в'язкості від концентрації змінюється — за підвищення концентрації борошна на кожні 10 % в'язкість тіста збільшується на  $0,4—0,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$ . Це свідчить про початок утворення у системі стійкої коагуляційної структури, у вузлах якої знаходяться частинки борошна або їх агрегати. У міжвузловому просторі розташовуються пухирці повітря, які запобігають безпосередньому контакту частинок борошна. Така система седиментаційно стійка та, як показали дослідження, здатна швидко відновлювати свої властивості після руйнування. За збільшення концентрації борошна «Здоров'я» більше 40 % в'язкість системи перевищує  $2—2,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , що ускладнює рівномірний розподіл компонентів тіста і робить процес його

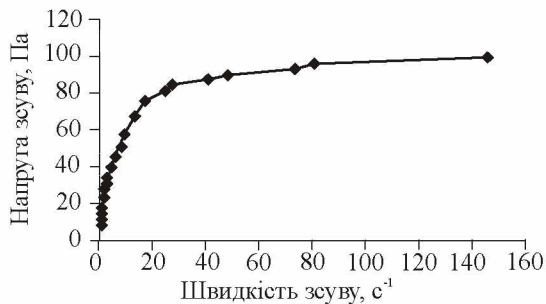
перемішування енергоємним. Отже, можна стверджувати, що в бісквітному тісті оптимальна концентрація борошна «Здоров'я» складає 30—40 %.

Встановлено, що в'язкість системи, навіть за концентрацій борошна понад 40 %, зростає повільніше, ніж повинна зростати за умов, коли всі частинки дисперсної фази беруть участь в утворенні структури (рис. 1). Така залежність свідчить про те, що в процесах структуроутворення в тісті лише певна частка борошна розташовується у вузлах структури. Інші розміщуються в комірках між вузлами та безпосередньої участі у структуроутворенні не беруть. Тобто у дисперсній системі встановлюється динамічна рівновага між частинками, що знаходяться у каркасі структури, та «вільними» частинками, які розташовані у міжструктурному просторі:

дисперсні частинки (структурний вузол) ↔ дисперсні частинки  
(міжструктурний простір).

Частинки, що знаходяться у міжструктурному просторі, також беруть участь у процесах міжчастинкової взаємодії, забезпечуючи фіксовану відстань між вузлами, але провідну роль відіграють частинки, що утворили у дисперсній системі просторову сітку. Реалізація цього ефекту пояснює причини стійкості дисперсних систем лише у певному, строго визначеному діапазоні концентрацій дисперсної фази. Для бісквітного тіста за концентрацій борошна «Здоров'я» менше 30 % системи мають меншу в'язкість, але швидко й незворотно розшаровуються. Для концентрацій понад 40 % у системі збільшується в'язкість, втрачається стійкість до зовнішніх впливів. Імовірно, що після досягнення вказаної концентрації існує достатня кількість частинок, здатних повністю заповнити «вузли» структури. Подальше їх збільшення не призводить до утворення нових координаційних зв'язків. Розташовуючись у міжструктурному просторі, такі частинки збільшують навантаження на структуру.

Встановлено (рис. 2), що з підвищенням швидкості зсуву напруга зсуву зростає, а в'язкість створених систем зменшується. Це дає змогу стверджувати, що досліджуване тісто за своїми реологічними характеристиками можна віднести до неньютонівських в'язко-пластичних тіл. Такі системи можна характеризувати граничною напругою зсуву, яка відповідає пружній складовій деформації.

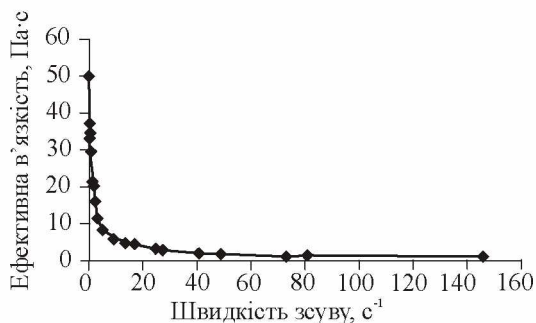


**Рис. 2. Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву для бісквітного тіста з концентрацією борошна «Здоров'я» 30 %**

Пружна деформація накопичується в тісті внаслідок того, що пухирці повітря, а також частинки борошна «Здоров'я» під час руху дисперсійного

середовища деформуються. Саме наявність пружних деформацій перешкоджає повному руйнуванню структури бісквітного тіста. Внутрішні зв'язки частково зберігаються, внаслідок чого після зняття зовнішніх сил відбувається відновлення каркасу структури в цілому (рис. 3).

Отримані під час досліджень результати впливу суміші борошна пшеничного вищого гатунку з борошном «Здоров'я» на реологічні властивості бісквітного тіста показали, що збільшення частки борошна «Здоров'я» призводить до зниження ефективної в'язкості бісквітного тіста. Таким чином, ефективна в'язкість бісквітного тіста з концентрацією борошна «Здоров'я» 30 %, порівняно з контролем, зменшується за збільшення швидкості зсуву, що зумовлено певною неупорядкованістю розташування частинок тіста та пухирців повітря у системі, яка знаходиться у стані спокою, та виникненням їх певної орієнтації у напрямку його руху під дією зовнішньої сили.



**Рис. 3.** Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву для бісквітного тіста з концентрацією борошна «Здоров'я» 30 %

Встановлено, що в'язкість системи, навіть за концентрацій борошна понад 40 %, зростає повільніше, ніж повинна зростати за умов, коли всі частинки дисперсної фази беруть участь в утворенні структури.

Перспективами подальших досліджень з цього напрямку є дослідження впливу порошку кербора на реологічні властивості бісквітного тіста з борошном «Здоров'я» при концентрації 30 %. Це надасть можливість значно зменшити калорійність напівфабрикатів за рахунок зменшення масової частки жиру та низької калорійності порошку кербора.

### Висновки

Отже, проведені дослідження впливу концентрації борошна «Здоров'я» на структурно-реологічні властивості бісквітного тіста показали, що підвищення концентрації більше 40 % є небажаним, оскільки спричиняє погіршення структурно-реологічних характеристик тіста. Збільшення концентрації борошна супроводжується зростанням в'язкості та напруги зсуву. Встановлено, що в'язкість системи, навіть за концентрацій борошна понад 40 %, зростає повільніше, ніж повинна зростати за умов, коли всі частинки дисперсної фази беруть участь в утворенні структури. Використання борошна «Здоров'я» є одним з найкращих напрямків в поліпшенні виробництва бісквітних напівфабрикатів. Одержані дані свідчать, що використання борошна «Здоров'я»

дозволяє поліпшити реологічні властивості бісквітного тіста при виготовленні бісквітних напівфабрикатів.

### Література

1. Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий [Текст] / А.В. Павлов. — Спб.: ПрофиКС, 2010. — 296 с.
2. Борошно «Здоров'я». Технічні умови: ТУ У 10.6-05476322-001:2013 [Чинний від 2013-01-28]. — ЧТЕІ КНТЕУ, 2013. — 18 с.
3. Пат. 75226, МПК А21D 2/00. Спосіб отримання борошна з зерна пшениці, пророщеного у розчині морської харчової солі / Заявник та патентовласник М.Ф. Кравченко, М.Ю. Криворучко, Т.М. Поп, А.В. Антоненко, О.Ю. Гаврилук (UA). — № u201405636; заявл. 08.05.2012; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
4. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. [Текст] / А.В. Горбатов — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 384 с.
5. Арет В.А. Реологические основы расчёта оборудования для производства жиросодержащих пищевых продуктов. [Текст] / А.В. Арет, Б.Л. Николаев, Г.К. Забровский, Л.К. Николаев. — С.-Пб: изд. СПбГУН и ПГ., 2007. — 272 с.

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИСКВИТНОГО ТЕСТА С МУКОЙ «ЗДОРОВЬЕ»

**М.Ф. Кравченко, О.Л. Романовская**

*Киевский национальный торгово-экономический университет*

**С.Д. Борук**

*Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича*

*В статье исследовано влияние концентрации муки «Здоровье» на структурно-реологические свойства бисквитного теста. Показано, что увеличение концентрации муки сопровождается возрастанием вязкости и напряжения сдвига. Увеличение скорости сдвига приводит к частичному разрушению структуры теста. При снятии внешнего влияния структура быстро восстанавливается.*

**Ключевые слова:** *бисквитное тесто, мука «Здоровье», реологические характеристики, структурообразование.*