

## Реологічні характеристики пряничного тіста з біодобавками

Н. Ю. Ярошенко

Херсонський державний університет, м. Херсон, Україна

\*Corresponding author. E-mail: ynatalya@mail.ua

Paper received 15.06.2016; Accepted for publication 01.07.2016.

**Анотація.** Проведено дослідження впливу біодобавок на реологічні властивості пряничного тіста і його структурні характеристики. Визначено зниження пластичної та збільшення пружної деформації. Встановлено, що співвідношення між пружними і пластичними компонентами деформації не зберігається постійним, і в тісті відбувається процес релаксації напружень. Аналіз отриманих даних показав, що ефективна в'язкість зменшується при збільшенні швидкості зсуву, причому найбільш інтенсивно в дослідних зразках з додаванням біодобавок.

**Ключові слова:** деформація, релаксація, в'язкість, напруга зсуву, температура, вологість.

**Вступ.** З фізико-хімічної точки зору тісто для борошняних кондитерських виробів можна віднести до структурованим масам. Змінюючи співвідношення сировини і параметри технологічного процесу, отримують тісто з різними властивостями і структурою. Однак включення в рецептуру нових компонентів призводить, як правило, до зміни реологічних властивостей тіста і вимагає коректування параметрів технологічного процесу [1].

Пряничне тісто відноситься до складних багатокомпонентних дисперсних систем. У процесі виробництва пряників нерідко відбувається руйнування дисперсної системи тіста, в результаті чого властивості випеченого напівфабрикату й приготовленого з нього пряника зазнають значні зміни. Ці зміни виявляють істотний вплив на процеси, енергетичні втрати й інші показники роботи устаткування. При цьому реологічні властивості тіста залежать не тільки від зміни градієнта швидкості, але й від температури. При технологічній обробці тісто піддається впливу зовнішніх навантажень, що викликають його деформацію, внаслідок якої в тісті виникає внутрішня напруга. Для вибору технологічних режимів виробництва й удосконалення технологічного обладнання важливо знати закономірні зміни реологічних властивостей тіста [4].

У працях багатьох вітчизняних і закордонних дослідників відзначається вплив ніоногенних емульгаторів на зміну структурно-механічних властивостей тістових мас і готових кондитерських виробів. На основі проведених досліджень розроблено композиційні суміші структурно-механічних властивостей емульсій та тістових мас при виробництві борошняних кондитерських виробів.

У практику сучасного пряничного виробництва при замісті й обробленні усе більш впроваджуються різні способи механічних впливів на тісто. Ці впливи повинні бути правильно розподілені в тісті по швидкості деформації і температурі, щоб, наприклад, відформовані заготовки зберігали свою вихідну форму протягом усього процесу формування.

**Мета.** Дослідження залежностей реологічних характеристик пряничного тіста (пластичних і пружних деформацій, напруги зсуву й в'язкості) від швидкості деформації при різних значеннях температур.

**Матеріали і методи.** Предмет дослідження – кедровий шрот, кунжутне борошно, фітопорошок з коріння гірчака зміїного.

Для визначення адгезійних властивостей, пружних

і пластичних деформацій, напружень зсуву і часу релаксації використовували прилад Структурометр. Дослідження зміни в'язкості пряничного тіста при різних вологості і температурі від швидкості зсуву проводили на вантажному капілярному віскозиметрі – ВІРТ тому, що діапазон швидкостей зсуву, які реалізуються в даному приладі, співпадає з тим діапазоном швидкостей, який реалізується при формуванні напівфабрикатів методом екструзії [3].

### Результати досліджень та їх обговорення.

Пряничне тісто має пухку і разом з тим в'язку консистенцію за рахунок значного вмісту цукру в рецептурі, який обмежує набухання клейковини борошна. В ході дослідження нами була вивчена можливість зниження кількості борошна в рецептурі пряників за рахунок введення кедрового шроту, кунжутного борошна і гірчака зміїного. Кедровий шрот в пряниковий напівфабрикат вводили в кількості 12-16%; кунжутне борошно в пряниковий напівфабрикат вводили в кількості 10-14%; фітопорошок з коріння гірчака зміїного в пряниковий напівфабрикат вводили в кількості 6-10%.

Пряничне тісто відноситься до категорії пружно-в'язко-пластичних тіл, для яких характерне поєднання пружної і пластичної деформації.

Результати дослідження пружних і пластичних деформацій пряничного тіста для серцевих пряників представлені на діаграмах (рис. 1-2).

Як видно з діаграми, при внесенні біодобавок в тісто відбувається зниження пластичної та збільшення пружної деформації. Подальше збільшення концентрації біодобавок призводить до збільшення пластичних властивостей і зменшення пружних. Ці процеси пояснюються особливостями хімічного складу внесених добавок, який є дуже важливим фактором, що впливає на співвідношення в тісті пружних і пластичних компонентів деформації.

Внесені біодобавки мають в своєму складі великий вміст білкових речовин і клітковини, які мають високу адсорбуючу та водоутримуючу здатність, що також сприяють підвищенню пластичності і еластичності тіста.

Співвідношення між пружними і пластичними компонентами деформації не зберігається постійним, і в тісті відбувається процес релаксації напружень.

Тому при дослідженні реологічних властивостей харчових продуктів крім пластичних і пружних властивостей необхідно визначати такий показник як

тривалість релаксації (або швидкість релаксації) внутрішньої напруги, створених в зміненому зразку за умови постійної величини деформації. Релаксація – процес зниження і вирівнювання внутрішніх напру-

жень внаслідок переходу пружної частини деформації в пластичну. Це має дуже велике значення при формуванні пряничного тіста [5].

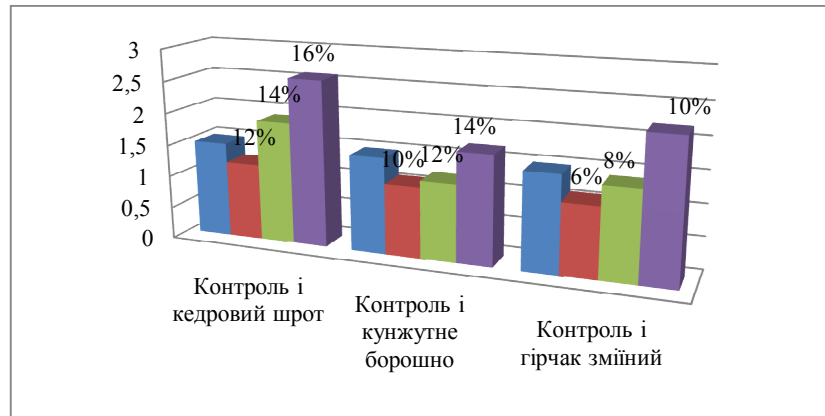


Рис. 1. Залежність пластичних деформацій від вмісту біодобавок

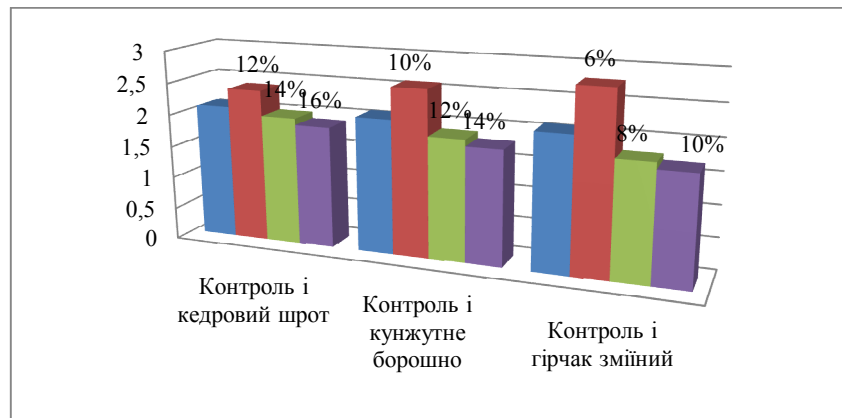


Рис. 2. Залежність пружних деформацій від вмісту біодобавок

Отже, представляло інтерес вивчити вплив різних біодобавок на релаксаційні процеси в пряничному тісті.

Відповідно до сучасних уявлень, під релаксацією розуміють процес поступового розсіювання запасеної в тілі енергії пружною деформацією шляхом переходу її в тепло. В результаті релаксації напруги знижуються. При цьому відбувається зниження пружних властивостей і одночасне збільшення пластичних властивостей тіста.

Час релаксації дослідних зразків пряничного тіста при внесенні біодобавок зменшується зі збільшенням їх дозування. Це, обумовлено тим, що біодобавки в своєму складі містять значну кількість клітковини і нерозчинних у воді білків, які сприяють зниженню в'язкості і еластичності тіста. Що, в свою чергу, дозволяє краще зберігати форму тістових заготовок і не розпливатися при випічці.

При приготуванні пряничного тіста велике значення має його консистенція, яка обумовлює його якісні та технологічні показники, а також поведінку в процесах деформації. Однією з механічних характеристик тіста, що визначають його консистенцію, є в'язкість, що залежить від природи і хімічного складу рецептурних компонентів. Тому були проведені дослідження впливу біодобавок на в'язкість тіста для пряників. Результати дослідження впливу біодобавок на пластичну в'язкість пряничного тіста (рис. 3).

З наведених діаграм видно, що введення, в пряничне тісто біодобавок, знижується ступінь структуроутворення в дослідних зразках по порівняно з контрольним, що дозволяє рекомендувати біодобавки для регулювання технологічного процесу.

Щоб встановити оптимальні параметри процесу, тісто замішували різною вологістю (22-26%), при різній температурі (22-30°C) і тривалості замісу (3-13 хв.). При цьому визначали максимальне напруження зсуву, що характеризує пластичну міцність тіста, тобто його консистенцію.

Встановлено, що максимальне напруження зсуву тіста залежить від виду внесеної добавки. При одній і тій же вологості і температурі тісто для пряників з кедровим шротом мають менше значення напруги зсуву, ніж тісто з кунжутним борошном. Найбільше значення граничної напруги зсуву відзначено у тісті з гірчаком зміїним, що найімовірніше пов'язано з речовинами, що володіють природними емульгуючими властивостями.

Тісто, приготовлене з внесенням біодобавок, має добру консистенцію при більш високій його вологості. Отримане тісто пластичне, добре формується, що обумовлено більш повним розчиненням цукру.

Як видно з діаграми (рис. 4-5) пряничне тісто отримане з вологістю вище 19%, має обтічну форму і невеликий підйом.

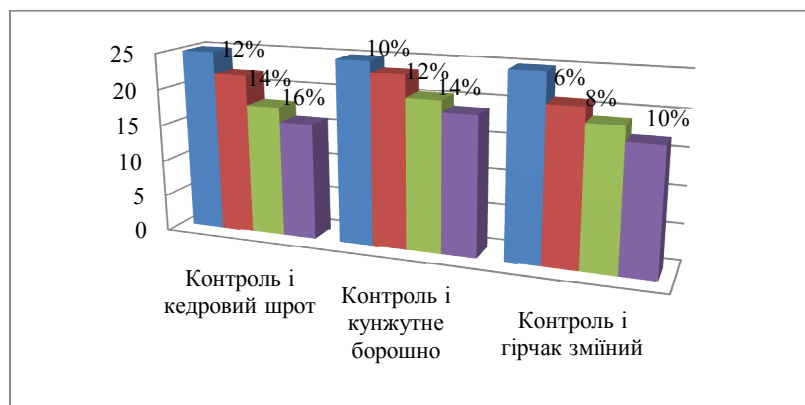


Рис. 3. Вплив біодобавок на пластичну в'язкість пряничного тіста

З підвищенням вологості тіста до 24% його граничне напруження зсуву знижувалося, а якість пряничного тіста поліпшувалося. Подальше збільшення вологості тіста призводило до його зайвого розрідження, вироби з нього виходили розпливчастої форми з низьким підйомом. Вологість тіста нижче 22% приводила до зниження якості пряників.

При підвищенні температури серцевого тіста до 22°C його гранична напруга зсуву знижується, причому найбільше зниження відзначається в тісті з додаванням гірчака зміїного. Подальше підвищення температури призводить до зтягування тіста, про що говорить підвищення його пластичної міцності, що приводить до отримання пряників стягнутої форми. При температурі тіста нижче 20°C воно має велику величину граничної напруги зсуву, а якість готових виробів з нього значно гірше.

Таким чином, отримання готових виробів високої якості забезпечується при вологості сирцевого пря-

ничного тіста 23-24% і температурі 22-24°C.

Знаючи про характер зміни пружно-пластичних деформацій пряничного тіста можна визначити його поведінку в ході технологічного процесу приготування, на стадії оброблення і формування тістових заготовок.

В даному випадку пластичність характеризує здатність серцевого пряничного тіста до формування, тобто до отримання окремих тістових заготовок заданого розміру без ушкоджень і розривів, пружність вказує на здатність відформованих тістових заготовок зберігати надану форму. Тривалість замісу тіста буде залежати від факторів визначальних протікання колоїдних процесів в тісті, його фізичних властивостей.

Для утворення пластичного тіста з обмежено набираючими білками борошна тривалість повинна бути достатньою для формування однорідного тіста. Чим більше маса вільної води в тісті, тим за інших рівних умов коротше тривалість замісу.

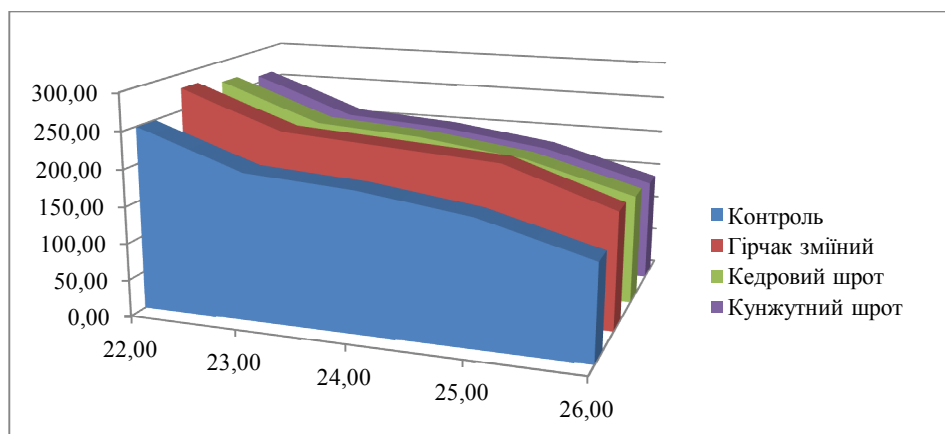


Рис. 4. Залежність граничного напруження зсуву пряничного тіста від його вологості

Аналіз досліджень показав, що пружно-пластичні деформації пряничного тіста, з введення біодобавок скорочує процес утворення пластичних властивостей тіста з 10 до 6 хвилин. Сильне структурування прошарків рідкої фази на поверхні борошна викликає початкове зміцнення структури тіста. При внесенні біодобавок екстремум знижується, міцність тіста зменшується.

Внесення біодобавок сприяє руйнуванню особливої структури граничних шарів рідини, послаблює міжмолекулярні водневі зв'язки, відповідальні через

дальню дію структурних сил. Що в свою чергу викликає їх ослаблення [2].

У процесі формування пряничне тісто постійно знаходиться в стані руху, яке супроводжується його деформацією. Для того щоб викликати течю тіста по каналах формуючих машин із заданою швидкістю, необхідно прикласти до нього певні зусилля, які будуть залежати від в'язкості тіста. Пряничне тісто має аномальну в'язкість, тобто величина в'язкості змінюється при зміні швидкості зсуву.

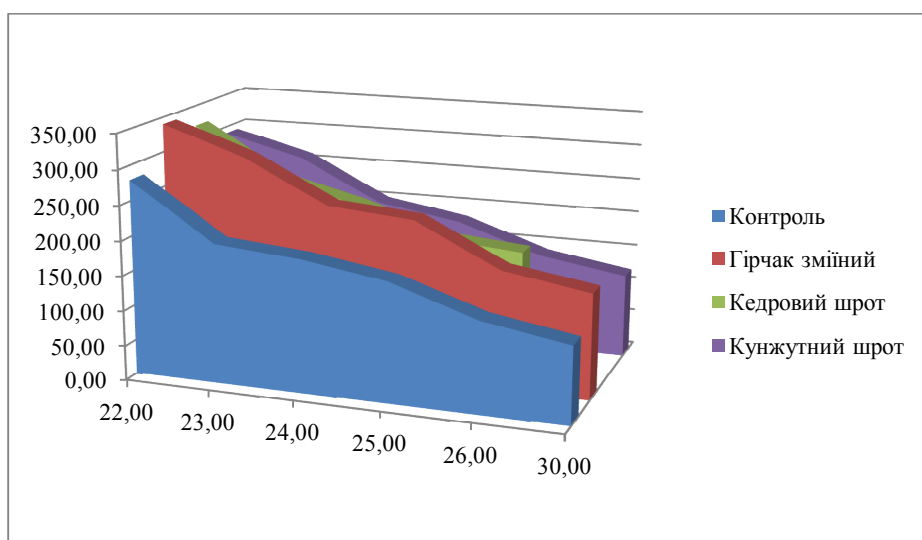


Рис. 5. Залежність граничного напруження зсуву пряничного тіста від його температури

**Висновки.** Як показали дослідження, реологічні характеристики пряничного тіста залежать від багатьох параметрів і, в першу чергу, від швидкості зсуву, температури і вологості.

Аналіз отриманих даних показав, що ефективна в'язкість зменшується при збільшенні швидкості зсуву, причому найбільш інтенсивно в дослідних зразках з додаванням біодобавок. Це пов'язано з тим, що збільшення діючих напруг і відповідних градієнтів

швидкості деформації поступово руйнує структуру тіста. Зменшення в'язкості пряничного тіста в результаті рекомбінації структури після її руйнування може привести до зниження обсягу і збільшення щільності готових виробів. Реологічні характеристики дають змогу формалізувати багато технологічних операцій і оптимізувати їхнє протікання, а також оцінити в комплексі структуру виробів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пересічний М.І. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок/ М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, П.О. Карпенко. ~ К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003.-321 с.
2. Лавринов, А. Свойства компонентов биологически активных добавок / А. Лавринов. -М., 1999. 54с.
3. Кузнецов О.А., Волошин Е.В., Сагитов Р.Ф. Реология пищевых масс: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 106 с.
4. Е. И. Реология кондитерских масс: монография/ Е. И. Муратова, П. М. Смолихина. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 188 с.
5. Мачихин, Ю. А. Релаксация давления в тестовых и кондитерских массах при объемном нагружении/ Ю. А. Мачихин, Ю. Ф. Белокрылов, С. М. Калинина// Известия вузов. Пищевая технология. –2005. – №2–3. – С. 84 – 87.

#### REFERENCES

1. Peresichniy M.I. Tehnologiya produktiviyi gromadskogo harchuvannya z vikoristannyam biologichno aktivnih dobavok/ M.I. Peresichniy, M.F. Kravchenko, P.O. Karpenko. ~ K.: KiYiv. nats. torг.-ekon. un-t, 2003.-321 s.
2. Lavrinov, A. Svoystva komponentov biologicheskii aktivnyih dobavok / A. Lavrinov. -M., 1999. 54s.
3. Kuznetsov O.A., Voloshin E.V., Sagitov R.F. Reologiya pischevyyih mass: Uchebnoe posobie. – Orenburg: GOU OGU, 2005. - 106 s.
4. E. I. Reologiya konditerskih mass: monografiya/ E. I. Muratova, P. M. Smolihina. – Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2013. – 188 s.
5. Machihin, Yu. A. Relaksatsiya davleniya v testovyih i konfetnyih massah pri ob'Yomnom nagruzhenii/ Yu. A. Machihin, Yu. F. Belokryilov, S. M. Kalinina// Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. –2005. – #2–3. – S. 84 – 87.

#### The rheological characteristics of gingerbread dough bioadditives

Yaroshenko N.

**Abstract.** The influence of dietary supplements on rheological properties dough and gingerbread its structural characteristics. Determined reduce plastic and elastic deformation increase. It is established that the ratio between elastic and plastic deformations of the components is not stored permanently, and in the test is the process of relaxation of tensions. Analysis of the data showed that the effective viscosity decreases with increasing shear rate, with the most intense in the experimental samples with the addition of supplements. As shown by studies the rheological properties of dough gingerbread depends on many parameters and, above all, on shear rate, temperature and humidity.

**Keywords:** deformation, relaxation, viscosity, shear stress, temperature, humidity.

#### Реологические характеристики пряничного теста с биодобавками

Н. Ю. Ярошенко

**Аннотация.** Проведено исследование влияния биодобавок на реологические свойства пряничного теста и его структурные характеристики. Определено снижение пластической и увеличения упругой деформации. Установлено, что соотношение между упругими и пластическими компонентами деформации не сохраняется постоянным, и в тесте происходит процесс релаксации напряжений. Анализ полученных данных показал, что эффективная вязкость уменьшается при увеличении скорости сдвига, причем наиболее интенсивно в опытных образцах с добавлением биодобавок.

**Ключевые слова:** деформация, релаксация, вязкость, напряжение сдвига, температура, влажность.