

ВПЛИВ СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОЇ ДОБАВКИ КСАНТАНУ НА РЕОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РУХЛИВІСТЬ ВОДИ В ТІСТІ ДЛЯ ДІЄТИЧНОГО БЕЗБІЛКОВОГО ХЛІБА

Луньова О.С., аспірант, Кучерук З.І., канд. техн. наук, доцент
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Обґрунтовано актуальність розробки дієтичного безбілкового хліба для гіпопротеїнових дієт. Досліджено вплив структуроутворюючої добавки ксантану на реологічні показники та рухливість води в безбілковому тісті. Показано позитивний вплив цього гідроколоїду на формування структури тіста.

Actuality of development of dietary non protein bread for gipoprotein diets is grounded. Influence of structurizing addition – xanthan on reologic indexes and mobility of water in non protein dough is researched. Positive influence of this hydrocolloid on forming of dough structure is shown.

Ключові слова: дієтичний безбілковий хліб, структуроутворююча добавка ксантан, показники penetрації, адгезії, в'язкості, період релаксації, ЯМР-спектрометрія.

Збільшення випуску дієтичних хлібобулочних виробів – важливий резерв підвищення здоров'я нації. Лікувальний та профілактичний ефект від вживання дієтичних хлібобулочних виробів забезпечується або введенням до рецептури необхідних допоміжних компонентів, або виключенням небажаних. Так, наприклад, хліб для гіпопротеїнових дієт повинен бути із максимально зниженою кількістю білка [1].

Застосування гіпопротеїнової дієти дозволяє ефективно вирішити проблему профілактики та лікування захворювань, які пов'язані з порушеннями амінокислотного обміну (фенілкетонурія, алкаптонурия, цитрулінемія, гістидинемія, гомоцистинурия, тирозинемія, гіпергліцинемія, лейциноз, цистиноз та ін.), нирковою недостатністю, целіакією. Вживання хворими дієтичного хліба сприяє не тільки лікуванню порушень амінокислотного обміну, але й продовженню життя хворих людей, підвищенню працездатності, надає змогу для адекватної адаптації їх до навколишнього середовища. Адже хліб є одним із головних продуктів харчування [2].

Підприємства хлібопекарської промисловості України майже не випускають спеціального безбілкового хліба і його зовсім недостатньо для забезпечення усіх хворих потрібною кількістю продукції. Більшість родин зобов'язані замовляти життєво важливі безбілкові продукти за кордоном, які мають дуже високу ціну. Все це було поштовхом для розробки нового хлібобулочного продукту для гіпопротеїнових дієт та розширення асортименту безбілкових дієтичних виробів в Україні.

Відмінною рисою безбілкового хліба від традиційних сортів є відсутність в рецептурі пшеничного борошна та заміна його крохмалем. Внаслідок цієї заміни ускладнюється процес структуроутворення тіста, адже крохмаль не містить білків для утворення клейковинного каркасу. Тому необхідною умовою отримання тістової структури у безбілкових виробках є внесення до складу структуроутворюючих добавок. Серед найпоширеніших структуроутворювачів, які застосовуються у виробництві безбілкових дієтичних виробів, є модифіковані крохмалі, целюлоза та її похідні, альгінати, пектини, різні види камедей. Нами було проведено попередні дослідження щодо використання різних гідроколоїдів у безбілковій тістовій системі та було встановлено, що за органолептичними і деякими фізико-хімічними показниками найкращим структуроутворювачем у цій системі виступає ксантан (ксантанова камедь E415).

Метою подальших досліджень було визначення впливу ксантану на формування структури тіста. На даному етапі формування структури оцінювали за показниками penetрації тіста, адгезії, в'язкості та за рухливістю води, яку визначали на ЯМР-спектрометрі.

Об'єктами досліджень були зразки безбілкового тіста, виготовлені на основі сухої суміші компонентів (крохмаль кукурудзяний, борошно житнє (не більше 5 % до маси кукурудзяного крохмалю), цукор, сіль, сода, ксантан) шляхом замішування з попередньо активованими розчиненими у воді дріжджами. Структуруючу добавку вносили в концентраціях від 0,1 до 0,5 % до маси кукурудзяного крохмалю. Контрольним служив зразок без додавання ксантану. Тісто досліджували після його бродіння протягом (50...55) хв. при температурі (32...34) °С.

Вплив ксантану на реологічні властивості безбілкового тіста в першу чергу визначали за показником penetрації. Як відомо, penetрацією називається метод дослідження властивостей продуктів шляхом визначення опору продуктів проникненню в них інденторів (конусу, кулі, голки, циліндра) зі суворо визначеними розмірами, масою і матеріалом з точно визначеною температурою і за визначений час [3].

Дослідження були проведені з постійною швидкістю занурення індентора, зусилля реєструвалося залежно від глибини занурення. Використовувався індентор у вигляді конусу (кут з вершиною конуса α мав 30°). Результати досліджень наведені на рис. 1.

З рис. 1 видно, що при збільшенні концентрації структуроутворювача показник penetрації знижується. Так, введення ксантану в концентрації 0,5 % до маси крохмалю призводить до зниження величини penetрації майже в 3 рази. Це засвідчує про формування і зміцнення структури тіста.

Для подальшого дослідження впливу ксантану на формування структури безбілкового тіста було проведено визначення залежності адгезії тіста від внесення добавки в різних концентраціях. За означенням, адгезія – це властивість, що ґрунтується на взаємодії поверхневих шарів або фаз двох різних тіл на межі розділу, яка викликає зчеплення тіл. Під час розділення тіл необхідно подолати сили зчеплення [3].

Адгезію визначали прямим методом за силою відриву контактної поверхні від зразка тіста [4]. Отримані дані представлені на рис. 2.

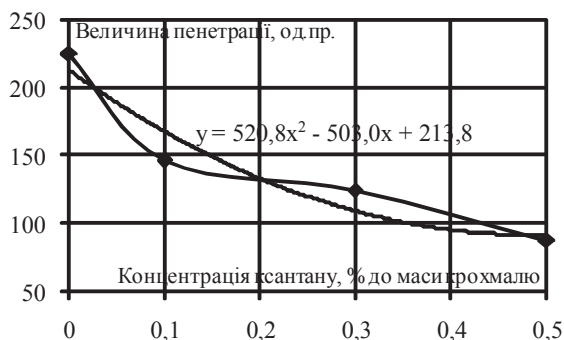


Рис. 1 – Залежність величини penetрації від концентрації ксантану

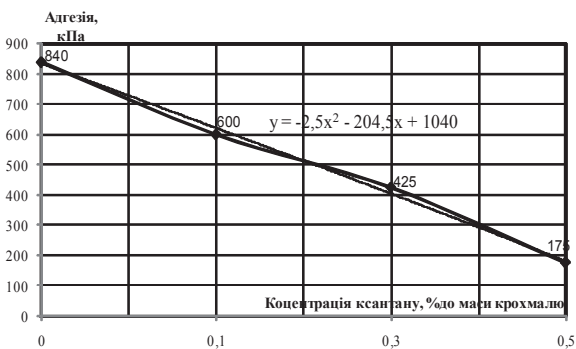


Рис. 2 – Залежність адгезії від концентрації ксантану у безбілковому тісті

З рис. 2 видно, що при збільшенні концентрації ксантану адгезія безбілкового тіста знижується. За концентрації ксантану 0,5 % до маси крохмалю адгезія була у 5 разів меншою у порівнянні з контролем. Це свідчить про збільшення сил зчеплення між структурними компонентами тіста і зниження сил взаємодії тіста з поверхнею обладнання, що має позитивний ефект при виробництві безбілкового хліба (зменшується налипання тіста на робочі органи обладнання, засмітнення обладнання та ін.).

Однією із найважливіших реологічних характеристик тіста є в'язкість. Вимірювання проводили на ротатійному віскозиметрі з розширеним діапазоном швидкостей обертання ротора (0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 100 с^{-1}). Відомо, що в'язкість за нескінченно малої швидкості зсуву характеризує гідродинамічні взаємодії між елементами тіста та зв'язками з полімерами щільної структури тіста. Отримані дані представлені на рис. 3.

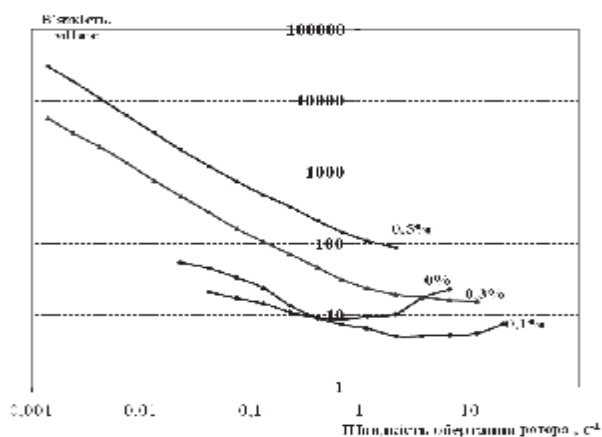


Рис. 3 – Залежність в'язкості безбілкового тіста за різної концентрації ксантану від швидкості обертання ротора циліндра

Виходячи з даних, які наведені на рисунку 3, можна сказати, що при дослідженні контрольного зразка спостерігаються реопексні властивості тіста: на малих швидкостях обертання циліндра (від 0,06 до 0,8 с⁻¹) зразок проявляє в'язко-пластичні властивості, а при збільшенні швидкості обертання відбувається руйнування структури тіста, при цьому в'язкість системи починає різко зростати. Таке тісто дуже складно використовувати на виробництві, тому що неможливо передбачити його поведінку при обробці, а це може призвести до виходу з ладу обладнання, його засмітнення та ін.

Аналогічним чином веде себе дослідний зразок із концентрацією ксантану 0,1 %. Властивості цього тіста дуже близькі до контролю, але реопексні властивості починають проявлятися на більших швидкостях ніж у контрольного зразка (6,5 с⁻¹).

При дослідженні тіста з концентрацією ксантану 0,3 % та 0,5 % до маси крохмалю спостерігається наявність в'язко-пластичних властивостей і в'язкість тіста зростає із збільшенням концентрації ксантану.

Крім того, вплив ксантану на формування структури тіста було досліджено за рухливістю води, яку визначали методом ядерно-магнітного резонансу «Спінове ехо». Цей метод дозволяє одночасно одержувати інформацію про кількість резонуючих ядер, що характеризує кількість води, а також про характер молекулярної рухливості води, що характеризує її стан в системі.

В результаті досліджень було отримано значення періоду спіно-спінової релаксації (T₂). Враховуючи те, що для рідин значення T₂ завелике, а для твердих тіл – замале, можна говорити про тенденцію зв'язаної або вивільненої води у дослідних зразках. Отримані дані наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Величини значень періоду T₂ для безбілкового тіста з різною концентрацією ксантану, визначені на ЯМР-спектрометрі

| Концентрація ксантану (C), % до маси крохмалю | 0 % (Контроль) | 0,1 % | 0,3 % | 0,5 % |
|--|-------------------|-------|--------|-------|
| Період спіно-спінової релаксації (T ₂) | 0,028 | 0,027 | 0,0257 | 0,024 |

Отримані дані свідчать про наявність квадратичної залежності періоду спіно-спінової релаксації від концентрації ксантану в тісті. Цю залежність можна виразити рівнянням:

$$T_2(C) = a_0 + a_1 \cdot C + a_2 \cdot C^2;$$

$$T_2(C) = 0,028 - 9 \cdot C + 2 \cdot C^2.$$

Видно, що при збільшенні концентрації ксантану період спіно-спінової релаксації зменшується, що свідчить про зменшення рухливості води і наявність більшої кількості зв'язаної води. Це ще раз підтверджує, що ксантан виступає в тісті в якості структуроутворювача.

Висновок

Таким чином, проведені дослідження впливу концентрації ксантану на реологічні властивості тіста свідчать про позитивний вплив цього гідроколоїду на формування структури безбілкового тіста для дієтичного хліба.

Література

1. Пискунов, С. В. О направлениях развития производства диетических хлебобулочных изделий [Текст] / С.В. Пискунов // Хлебопечение России. – 2002. – №6. – С. 6-7.
2. Пискунов, С. В. Об анализе потребления диетических хлебобулочных изделий [Текст] / С.В. Пискунов // Хлебопечение России. – 2002. – №2. – С 7.
3. Горальчук, А. Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник [Текст] / А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Грінченко, М.І. Погожих та ін. / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Харків, 2006. – 63с.
4. Дятлов, А. Д. Об адгезии теста [Текст] / А. Д. Дятлов, Н. Я. Мазур // Пищевая технология. – 1988. – №1. – С. 114-117.