

THE SOFT WHEAT FLOUR USAGE IN THE WAFER SHEET AND SUGAR WAFERS TECHNOLOGY

K. Iorgachova, O. Makarova, K. Khvostenko, A. Fateeva

Odessa National Academy of Food Technologies

Key words:

*Soft white wheat flour
Batter
Wafer sheets and sugar wafers
Quality
Rheological characteristics
Physico-chemical and sensory characteristics*

Article history:

Received 11.03.2020
Received in revised form 24.03.2020
Accepted 16.04.2020

Corresponding author:

K. Iorgachova

E-mail:

iorgachova@gmail.com

ABSTRACT

The paper highlights the problem of pastry quality stabilization, particular wafers, without additional introduction of enhancers in terms of the hard wheat flour usage, the technological properties of which are more consistent with the requirements of the bakery industry. Due to this the possibility of a purposeful choice of raw materials by manufacturers of pastry products is limited.

The effect of flour quality on the batter properties and final products, experience and existing ways of rheological characteristics regulation of batter to improve the quality of products, including healthy products, for special purpose are considered, the priority of solving this problem with the purposed and technologically based usage of flour raw materials is shown.

On the basis of the experimental results the advantages of the soft white wheat flour usage (Bilyava variety) for the wafer sheets and sugar wafers production are substantiated. It is shown that this flour, compared to the hard wheat flour, is characterized by a lower content of weak gluten, a higher value of whiteness and a lower water binding capacity, which are important technological characteristics for batter kneading. The viscosity of the waffle dough based on Bilyava wheat flour, both for refined and whole grain flour samples, was lower compared to batter based on hard wheat flour. The replacement of hard wheat flour with soft wheat flour leads to 25%—38% decrease in the dough viscosity. It leads to a more even batter distribution in wafer molds and product quality improvement. Wafer sheets and sugar wafers, compared to samples based on wheat flour, were characterized by a lighter color, lower density and better porosity. Obtained results confirm the expediency of soft wheat Bilyava flour usage in the wafers production. Its adding leads to the desired batter's rheological characteristics formation and products quality stabilization without the usage of enhancers. Also, the wafers based on whole wheat flour are characterized with the increase of the fiber content by 2.5—2.7 times, phosphorus, zinc, iron, vitamin B — by 2.1—3 times.

ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНА З М'ЯКОЗЕРНОЇ ПШЕНИЦІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРОВИХ І ЛИСТОВИХ ВАФЕЛЬ

К. Г. Іоргачова, О. В. Макарова, К. В. Хвостенко, А. С. Фатєєва

Одеська національна академія харчових технологій

У статті висвітлюється проблема стабілізації якості борошняної кондитерської продукції, зокрема вафель, без додаткового внесення поліпшувачів з огляду на використання для виробництва борошна твердозерних пшениць, технологічні властивості якого більшою мірою відповідають вимогам хлібопекарської галузі. Це обмежує можливість цілеспрямованого вибору борошняної сировини виробниками кондитерської продукції.

Розглянуто вплив якості борошна на властивості вафельного тіста і випечених виробів, досвід та існуючі шляхи регулювання реологічних характеристик слабоструктурованого тіста для підвищення якості виробів, зокрема оздоровчого, спеціального призначення, показано пріоритетність вирішення цього завдання завдяки цільовому і технологічно обґрунтованому використанню борошняної сировини.

На основі проведених досліджень обґрунтовано переваги спрямованого використання борошна з білої м'якозерної пшениці сорту Білява для виготовлення листових і цукрових вафель. Встановлено, що це борошно, порівняно з борошном з хлібопекарської твердозерної пшениці, характеризується меншим вмістом слабкої за якістю клейковини, більшим значенням показника білості і меншою водозв'язувальною здатністю, що є важливою технологічною характеристикою при замісі тіста рідкої консистенції. В'язкість вафельного тіста у разі його приготування на основі борошна з пшениці Білява як вищого сорту, так і цільнозмеленого завжди була меншою, якщо порівняти з відповідними зразками на основі борошна з твердозерної пшениці. Заміна борошна вищого сорту з твердозерної пшениці на борошно з м'якозерної пшениці супроводжувалась зниженням в'язкості тіста на 25...38%. Це сприяло більш вільному і рівномірному заповненню вафельних форм і поліпшенню якості виробів. Листові і цукрові вафлі, порівняно зі зразками з хлібопекарського борошна, характеризувалися більш світлим кольором, меншою густиною та краще розвинутою пористістю. Це свідчить про доцільність використання борошна з м'якозерної пшениці Білява при виробництві вафель, адже забезпечує отримання тіста з бажаними реологічними характеристиками і стабілізацію якості виробів без внесення коректорів-поліпшувачів, а виготовлення вафель на основі цільнозмеленого борошна сприяє підвищенню в них вмісту харчових волокон у 2,5—2,7 раза, фосфору, цинку, заліза, вітамінів групи В — у 2,1—3 рази.

Ключові слова: борошно з білої м'якозерної пшениці, вафельне тісто, листові і цукрові вафлі, якість, реологічні характеристики, фізико-хімічні і органолептичні показники.

Постановка проблеми. Завдання покращення, стабілізації якості борошняних кондитерських виробів не втрачає своєї актуальності для вітчизняних виробників галузі та тісно взаємопов'язане з проблемою забезпечення підприємств сировиною з необхідними якісними характеристиками, ефективним та цільовим її використанням. Так, технологічні властивості пшеничного борошна, обов'язкової складової цієї продукції, є вагомим фактором, що визначає перебіг технологічного процесу, його поточність і безперервність, якість напівфабрикатів і текстуру виробів.

У загальному об'ємі борошняної кондитерської продукції значна частка в структурі виробництва припадає на вироби з вафельного тіста, для виготовлення яких необхідно використовувати борошно зі слабкою клейковиною, тобто низькими хлібопекарськими властивостями. Проте на сьогодні в Україні вимог до технологічних властивостей борошна як сировини для кондитерських підприємств стандартами не передбачено. Це ускладнює отримання вафельних виробів стабільно високої якості, що, у свою чергу, ставить під загрозу конкурентоспроможність вітчизняної продукції та утримання виробниками своїх позицій на внутрішньому і зовнішньому ринку. У зв'язку з цим все частіше постає питання про необхідність брати до уваги потреби кондитерської галузі і її забезпечення пшеничним борошном, яке відповідає спеціалізованим, відмінним від хлібопекарських, вимогам.

Також одним із важливих напрямків розвитку кондитерської галузі є врахування вимог сьогодення щодо підвищення вмісту фізіологічно-функціональних складових у виробках, адже використання для виготовлення вафель борошна вищого сорту обумовлює низький вміст у них баластних речовин, мікронутрієнтів тощо. В той же час зміна рецептурного складу продукції, зазвичай, негативно позначається на їх якості, що також потребує пошуку заходів для мінімізації цього впливу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забезпечення населення високоякісними виробами, розширення їх асортименту та корекція їх харчової цінності є одними з пріоритетних напрямків розвитку кондитерської галузі. Українські споживачі все більше орієнтуються на натуральну, корисну і при цьому якісну вітчизняну продукцію. Тож як при випуску традиційних, так і при створенні нових кондитерських виробів зі зміненим хімічним складом, підвищеним вмістом дефіцитних макро- і мікронутрієнтів потребується збереження їхніх високих споживчих характеристик — органолептичних показників, звичних властивостей і текстури, що можливо завдяки цільовому й технологічно обґрунтованому використанню тільки натуральної сировини.

У структурі виробництва борошняної кондитерської продукції на вироби з вафельного тіста, навіть без урахування їх використання для виготовлення цукерок, тортів і морозива, припадає більше ніж 10% [1]. Популярність листових і цукрових, фігурних вафель серед широкого кола споживачів, незалежно від віку та соціального статусу, пояснюється їх гармонійним поєднанням з багатьма напівфабрикатами і продуктами, подібністю до снєків за зручністю споживання

і термінами зберігання, доступною ціною та характерними для них смаковими, хрусткими властивостями.

Основною сировиною для виробництва вафель є пшеничне борошно. Однією з важливих передумов отримання тонких, пористих вафель є виготовлення їх зі слабоструктурованого однорідного тіста, що являє собою суспензію покритих гідратними оболонками частинок борошна, необхідної консистенції. Це досягається у разі використання пшеничного борошна зі слабкою за якістю клейковиною при одночасному забезпеченні відповідних параметрів замісу тіста для запобігання надмірному набуханню його гідроколоїдів і утворенню ниток (агрегатів) нерозчинних білків. Так, приготування вафельного тіста передбачає внесення значної кількості води, низьку температуру та мінімальну тривалість замісу, необхідну тільки для рівномірного розподілення рецептурних компонентів. Підвищення в'язкості вафельного тіста при недотриманні таких умов спричиняє забивання форсунок при його дозуванні, нерівномірне розтікання по поверхні вафельних форм, погіршення якості виробів тощо [2; 3]. Покращення властивостей тіста для вафель досягається авторами [4] при його приготуванні у вакуумованому середовищі, що також дає змогу інтенсифікувати заміс і знизити питомі енерговитрати. Завдяки замішуванню у вакуумі і відсутності повітряного прошарку навколо частинок борошна швидше утворюється гідратна оболонка, яка запобігає їх злипанню, що, поряд зі зменшенням тривалості замісу, обмежує набухання клейковини і сприяє підвищенню якості вафельних листів.

На забезпечення отримання вафельного тіста з бажаними реологічними характеристиками, що, звісно, позначається на якості виробів, спрямовані і дослідження, присвячені розробці вафель оздоровчого, спеціального призначення [5—10]. Регулювання консистенції вафельного тіста на основі безглютенових видів борошна — кукурудзяного, рисового, гречаного, запропоновано здійснювати завдяки визначенню оптимальної вологості напівфабрикату залежно від виду борошна, внесенню суміші ксантану і гуарової камеді. Крім того, зважаючи на різний вплив безглютенового борошна на в'язкісні властивості тіста, при розробці рецептур для вафельних листів можливо також використання їх суміші [5—7]. Для покращення розтікання тіста для вафель, збагачених харчовими волокнами в результаті додавання до 10% пшеничної клітковини або заміни цукру на порошок топінамбуру, внаслідок підвищення вологозв'язувальної здатності рецептурних компонентів, доведена доцільність використання фосфоліпідів і ферментних препаратів з геміцелюлазною активністю, що, у свою чергу, підвищує якість виробів [8; 10].

Коливання якості пшеничного борошна, що поступає на підприємства, спричиняє значні труднощі в роботі технологів при виробництві кондитерських виробів стабільної якості, в тому числі з вафельних напівфабрикатів. З огляду на відсутність у нашій країні класифікації і випуску пшеничного борошна за цільовим призначенням виробники кондитерської продукції змушені, на жаль, використовувати борошно з твердозерних пшениць, більш придатного для виготовлення хлібних виробів. Тим паче, що тривалий час робота селекціонерів була

спрямована на підвищення як опірності захворюванням і врожайності твердозерної пшениці, так і кількості та якості білка в ній.

При надходженні на підприємство борошна із сильною клейковиною для зниження в'язкості вафельного тіста виробникам кондитерської галузі доводиться використовувати харчові добавки-коректори [2; 3; 11; 12]. Дуже часто це мікроінгредієнти неорганічного походження, наприклад відновлювач піросульфід натрію, деякі емульгатори, що є фактором ризику для здоров'я населення. Складність застосування біохімічних коректорів-ферментів для регулювання технологічних властивостей борошна, призначеного для вафельної продукції, обумовлено важливістю дотримання обережності при роботі з ними, ретельного їх рівномірного розподілення у масі, дотримання температури й тривалості процесу для забезпечення дії цих препаратів. Це викликає ускладнення виробничого процесу, а можлива затримка при переробці тіста призведе до надмірного його розрідження і збільшення кількості відтіків.

Різні вимоги до якості борошна залежно від того, для виготовлення якої продукції воно призначене, вже давно існують за межами України [13—15], що надає можливість цілеспрямованого вибору підприємствами борошняної сировини. Вирішенням завдання забезпечення стабільності реологічних характеристик тіста, технологічного процесу та якості виробів при одночасному уникненні ризику негативного впливу на здоров'я штучних поліпшувачів є використання для виготовлення вафель борошна з м'язозерних пшениць, наприклад білозерної сорту Білява. Цей сорт пшениці селекціоновано одеськими науковцями з урахуванням потреб кондитерської галузі у борошні з бажаними технологічними властивостями [14]. Підвищенню вмісту у вафельних виробках, які переважно виготовляють із пшеничного борошна вищого сорту, дефіцитних нутрієнтів сприятиме використання при їх виробництві цільнозмеленого борошна з цього сорту пшениці.

Для обґрунтування переваг борошна з м'язозерних пшениць для використання при виготовленні вафель з рідкого, слабоструктурованого тіста необхідним є визначення зміни його реологічних характеристик і показників якості виробів при заміні ним борошна з хлібопекарських твердозерних сортів пшениці.

Мета дослідження: обґрунтування доцільності використання борошна з білої м'язозерної пшениці сорту Білява для забезпечення бажаних реологічних властивостей слабоструктурованого тіста та стабілізації якості листових і цукрових вафель.

Викладення основних результатів дослідження. При проведенні досліджень для приготування вафельного тіста та виробів використовували борошно вищого сорту з хлібопекарської твердозерної пшениці (ХПБ) та з білої м'язозерної пшениці сорту Білява (БПБ). Для підвищення харчової цінності вафель встановлювали можливість їх виробництва на основі цільнозмеленого борошна з білої м'язозерної пшениці сорту Білява (БЦБ), контрольний зразок готували з цільнозмеленого борошна з твердозерної (хлібопекарської) пшениці (ХЦБ).

При визначенні доцільності використання сировини для отримання напівфабрикатів з необхідними структурно-реологічними характеристиками та продукції високої якості провідна роль належить її технологічним властивостям. Насамперед це стосується вмісту і фізичних властивостей клейковинноутворювальних білків. Порівняльний аналіз технологічних властивостей борошна з різних сортів пшениці (табл. 1) показав, що борошно з пшениці Білява містить меншу кількість більш розтяжної за якістю клейковини. Пружність нерозчинних у воді білкових фракцій борошна вищого сорту і цілномеленого з м'якозерної пшениці, порівняно з аналогічними сортами борошна з хлібопекарської пшениці, нижча на 39 і 18%, відповідно.

Таблиця 1. Показники якості пшеничного борошна, $n=3, p \leq 0,05$

Найменування показників	ХПБ	БПБ	ХЦБ	БЦБ
Масова частка вологи, %	13,2	13,3	13,5	13,4
Кількість сирої клейковини, %	25,5	24,1	18,3	17,0
Пружність клейковини, од. пр. ІДК	65	90	55	65
Розтяжність над лінійкою, см	12,5	19,0	10,5	13,5

Зважаючи, що утворення і реологічні властивості тіста, яке для вафель повинно мати рідку консистенцію і добре розтікання, значно залежать від колоїдних властивостей сухих протеїнових гелей, крохмальних зерен і некрохмальних полісахаридів, при дослідженні технологічних властивостей різних видів борошна необхідним є визначення їх водозв'язувальної здатності (рис. 1).

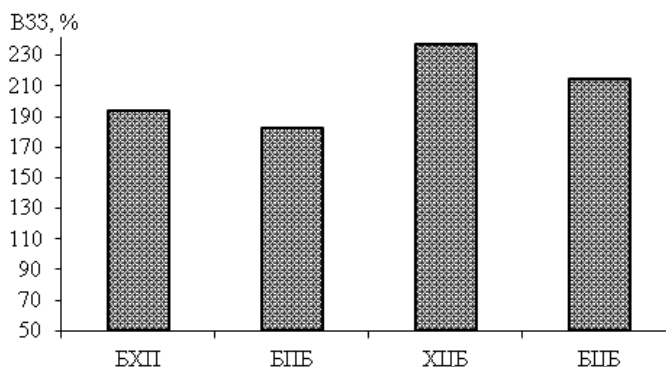


Рис. 1. Водозв'язувальна здатність пшеничного борошна

Отримані результати свідчать, що водозв'язувальна здатність (B33) цілномеленого борошна, звісно ж, більша, ніж борошна вищого сорту. Це пов'язано з великим вмістом у цілномеленому борошні зосереджених у поверхневих шарах зернівки некрохмальних полісахаридів з властивою для них здатністю фізично утримувати значну кількість вологи. При цьому встановлено, що, незалежно від сортності борошна, меншою B33 володіє борошно з пшениці сорту Білява. Так, водозв'язувальна здатність БПБ і БЦБ приблизно в 1,1 раза менша, ніж хлібопекарського борошна з твердозерної пшениці. Здатність борошна з пшениці сорту Білява меншою мірою зв'язувати й утримувати вологу, ймовірно,

пояснюється відмінністю від хлібопекарської як за структурою білкових речовин, так і за фізичним станом крохмальних зерен, адже, наприклад, кількість водонерозчинних фракцій білка у досліджуваній м'язозерній пшениці менша. Крім того, менша ВЗЗ борошна з пшениці Білява, на нашу думку, обумовлена і меншим ступенем пошкодження крохмальних зерен при помелі внаслідок її м'язозерності, адже непошкоджені крохмальні зерна значно менше і повільніше поглинають вологу. Про менший ступінь пошкодження зерен крохмалю у борошні з м'язозерної пшениці, що, у свою чергу, обумовлює меншу доступність крохмалю дії амілолітичних ферментів, опосередковано свідчить і більше значення числа падіння — для хлібопекарського борошна вищого сорту воно становить 362 с, тоді як для БПБ — 417 с. Це свідчить про пріоритетність спрямованого використання борошна з пшениці Білява для виготовлення вафель, адже менша кількість води, що поглинається його речовинами, має велике технологічне значення при замісі тіста рідкої консистенції.

Отже, за визначеними показниками якості борошна з різних сортів пшениці борошно з пшениці Білява можна віднести до слабкого за силою, що узгоджується також з отриманими авторами [16] результатами визначення його хлібопекарських властивостей на альвеографі.

Різні технологічні характеристики використовованого борошна — вміст і фізичні властивості клейковини, водозв'язувальна здатність, істотно впливатимуть на характер формування вафельного тіста. При дослідженні впливу виду борошна на властивості тіста та якість виробів заміну борошна з твердозерної пшениці на борошно з білозерної пшениці сорту Білява здійснювали при приготуванні цукрових і листових вафель.

Визначення реологічних характеристик вафельного тіста за зміною ефективної в'язкості проводили за температури $(19 \pm 1)^\circ\text{C}$, вологість напівфабрикатів для цукрових і листових вафель знаходилась у передбачених технологією межах і становила 43,5—44,5% і 63,0—64,0% відповідно.

Встановлено, що ефективна в'язкість усіх досліджених зразків тіста із збільшенням швидкості зсуву знижується (рис. 2) внаслідок порушення сил зв'язку між частками та ослаблення структури вафельного тіста, тому що найбільшою в'язкістю володіє незруйнована структура.

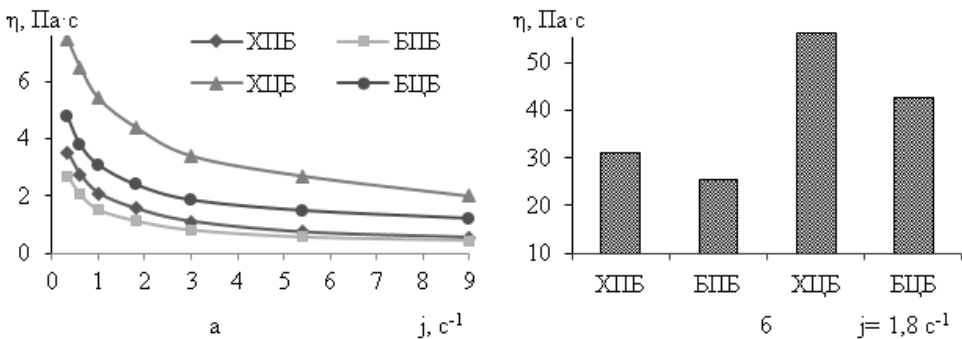


Рис. 2. В'язкість тіста для листових (а) і цукрових (б) вафель

При малих швидкостях зсуву структура характеризується руйнуванням і відновленням окремих зв'язків, при цьому тісто має більшу в'язкість. Збільшення швидкості зсуву супроводжується тим, що руйнування структури починає переважати над відновленням, в'язкість різко зменшується. При подальшому підвищенні швидкості зсуву — більше ніж $3,0 \text{ c}^{-1}$ для тіста з борошна вищого сорту і $5,4 \text{ c}^{-1}$ для тіста з цільнозмеленого борошна, спостерігається наближення в'язкості тіста до сталого значення, адже під впливом зростаючої швидкості зсуву відбувається зменшення взаємодії між частками і все більша їх орієнтація у напрямку течії.

Аналіз результатів реологічних властивостей вафельного тіста залежно від виду використовуваного борошна свідчить, що в'язкість напівфабрикатів з цільнозмеленого борошна, передбачувано, була набагато вища, ніж із борошна вищого сорту, що пов'язано з наявністю в ньому значної кількості харчових волокон, для яких характерна підвищена водозв'язувальна здатність. При цьому у разі його приготування на основі борошна з пшениці Білява в'язкість завжди була меншою порівняно зі зразками на основі борошна з твердозерної пшениці. Так, заміна ХПБ на БПБ при виробництві цукрових і листових вафель сприяло зниженню в'язкості тіста на 25...38% (при $j = 1,0 \text{ c}^{-1}$), завдяки чому у подальшому спостерігалось краще його розподілення по поверхні вафельних плит. Отримані закономірності зміни реологічних характеристик вафельного тіста від виду борошна, яка більшою мірою спостерігалась у разі виготовлення листових вафель, пояснюються більш слабкою за якістю клейковиною борошна з м'якозерної пшениці, що закладено в ній генетично, та меншим ступенем поглинання ним води (рис. 1), що впливає на консистенцію отриманих напівфабрикатів. Наявність у рецептурі цукрових вафель цукру та жиру, ймовірно, внаслідок їх здатності обмежувати набухання біоколоїдів борошна, дещо згладжувала вплив технологічних властивостей борошна на реологічні характеристики тіста.

Використання цільнозмеленого борошна з твердозерної пшениці замість ХПБ для підвищення вмісту у виробках дефіцитних у харчуванні населення макро- і мікронутрієнтів призводило до підвищення в'язкості напівфабрикатів практично в 2 рази, тоді як використання цільнозмеленого борошна з пшениці Білява дає змогу отримати менш в'язке тісто — його в'язкість порівняно з тістом на основі ХЦБ менша майже в 1,5 рази.

Встановлений вплив виду борошна на консистенцію тіста пояснюється більшою мірою відмінностями у співвідношенні твердої і рідкої фаз тіста в результаті різної водозв'язувальної здатності борошняної сировини. Менша ВЗЗ борошна з пшениці сорту Білява і, як наслідок, більша кількість рідкої фази в тісті на його основі сприяє кращому покриттю частинок борошна гідратною оболонкою і більш вільному, без злипання, їх переміщенню при механічному впливі.

Дослідження якості вафель показало, що за вологістю всі зразки відповідають передбаченим стандартом значень, яка становила для листових вафель 2,0...3,0%, для цукрових знаходилась в межах 2,1...3,9%.

Висновки про зміну пористості вафель робили на підставі визначення їх густини (рис. 3). Результати досліджень показали, що густина виробів, незалежно

від виду вафель, була більша у разі використання для їх приготування цільно-змелених сортів борошна, а використання борошна з м'язозерної пшениці, незалежно від його сортності і виду вафель, навпаки, сприяло зменшенню густини порівняно з відповідними зразками на основі борошна з твердозерних сортів пшениці.

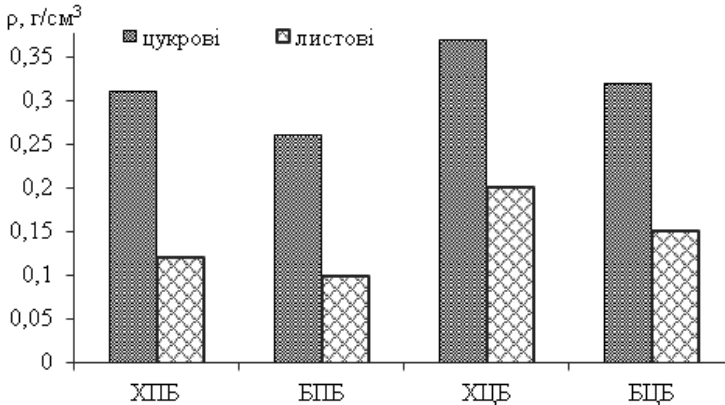


Рис. 3. Густина вафель

Отримані залежності, на нашу думку, обумовлені декількома факторами. По-перше, більша густина і, як наслідок, гірша пористість вафель з цільно-змеленого борошна, порівняно з виробами на борошні вищого сорту та зразків на основі хлібопекарського борошна у разі їх порівняння з аналогічними виробами на борошні з м'язозерної пшениці, ймовірно, пов'язані з більш високою в'язкістю цих зразків тіста, яке важче піддається розпушуванню під час випікання. По-друге, більша ВЗЗ відповідних сортів борошна цільнозмеленого порівняно із сортовим або хлібопекарського порівняно з борошном з пшениці Білява зумовлює зниження частки рідкої фази у тісті і, як наслідок, зменшення кількості перетвореної з вільної вологи пари при випіканні, яка завдяки миттєвому прогріванню тіста бере значну участь у розпушуванні вафель. Саме завдяки цьому процесу забезпечується пористість вафельних листів без наявності у рецептурі хімічних розпушувачів.

Зменшення ж в'язкості тіста і збільшення кількості вільної вологи у напівфабрикатах на основі борошна з пшениці Білява, у свою чергу, позитивно відбилося і на якості випечених вафель — виробі характеризувалися меншою густиною та краще розвинутою пористістю (рис. 4), адже підвищення текучості тіста обумовило зменшення його кількості, яка необхідна для заповнення плити й отримання повного листа після дозування. Крім того, покращення якості вафель обумовлено і меншою пружністю клейковинної сітки в тісті на основі борошна з м'язозерної пшениці, на запобігання надмірному розвитку якої спрямовані технологічні параметри виготовлення тіста для цих виробів.

Органолептичний аналіз зразків (рис. 4) також свідчить, що кращими характеристиками відрізнялись вафлі на основі борошна з м'язозерної пшениці.

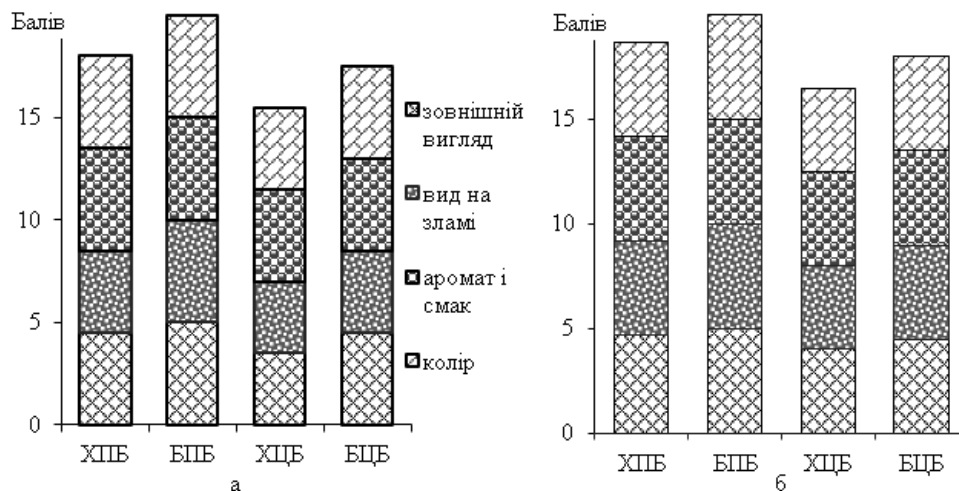


Рис. 4. Органолептична оцінка вафель листових (а), цукрових (б)

Вафлі з БПБ мали добре розвинену пористість, чіткий малюнок на поверхні, рівномірну товщину і більш світле, порівняно з виробами на ХПБ, забарвлення, що пояснюється різною білістю самого борошна (білість ХПБ 59 од. прил., БПБ — 73 од. прил.). Колір листових вафель з БПБ був світло-солон'яний, цукрових — світло-бежевий. Смак і аромат виробів при однаковій сортності борошна практично не відрізнявся, а залежав від виду вафель і сорту борошна.

Використання для приготування вафель цільнозмеленого борошна призвело до зниження їх якості, проте сприяло підвищенню в них кількості баластних речовин і мікронутрієнтів — вміст харчових волокон, порівняно з виробами на борошні вищого сорту, збільшився в 2,5—2,7 раза, вітамінів групи В, фосфору, цинку, заліза — в 2,1—3 рази. При чому в більшій мірі підвищення харчової цінності спостерігається у листових вафлях у результаті більшої частки в їх рецептурі борошна. Заміна борошна з цільнозмеленої хлібопекарської пшениці на борошно з цільнозмеленої пшениці сорту Білява дає змогу отримати вироби кращої якості, а внаслідок відсутності кольорового пігменту у її зерні забезпечується виготовлення вафель світлішого кольору, навіть при високому вмісті багатих на цінні речовини поверхневих шарів зернівки.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що борошно з білої м'якозерної пшениці Білява, порівняно з борошном з хлібопекарської твердозерної пшениці, характеризується меншою водозв'язувальною здатністю, містить меншу кількість більш розтяжної, слабкої за якістю клейковини.

Заміна борошна з хлібопекарської пшениці на борошно з пшениці Білява при виробництві листових і цукрових вафель сприяла зниженню в'язкості тіста, завдяки чому спостерігалася краще розподілення його по поверхні вафельних плит. Зменшення в'язкості тіста, у свою чергу, позитивно відбилося і на якості випечених вафель — вироби на основі борошна з цієї м'якозерної пшениці характеризувалися однорідним кольором, меншою густиною та краще розвинутою пористістю.

Виготовлення вафель на основі цільнозмеленого борошна сприяло підвищенню в них вмісту харчових волокон в 2,5—2,7 раза, в 2,1—3 рази вітамінів групи В, фосфору, цинку, заліза. Проте використання цільнозмеленого борошна з твердозерної пшениці замість ХПБ призводило до значного підвищення в'язкості напівфабрикатів і зниження якості продукції. В той же час використання цільнозмеленого борошна з пшениці Білява дає змогу отримати менш в'язке тісто та виробити кращої якості і світлішого кольору.

Отже, вказані переваги свідчать про доцільність виготовлення вафель на основі борошна з м'якозерної пшениці Білява, адже це забезпечує стабілізацію реологічних характеристик тіста і якості виробів без додаткового внесення коректорів-поліпшувачів, а при використанні борошна з цільнозмеленої пшениці — підвищення вмісту баластних речовин і дефіцитних мікронутрієнтів.

Література

1. Кільницька О. С., Кравчук Н. І., Куцмус Н. М. Ринок кондитерської продукції в Україні: тенденції та перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2018. № 11. С. 29—32.
2. Мэнли Д. Мучные кондитерские изделия с рецептурами. СПб: Профессия, 2013. 759 с.
3. Tiefenbacher K. The Technology of Wafers and Waffles I: Operational Aspects. Academic Press, 2017. 679 p.
4. Старшов Д. Г., Седелкин В. М., Старшов Г. И. Исследование и разработка вакуумной тестомесильной машины. *Техника и технология пищевых производств*. 2017. Вып. 45, № 2. С. 99—105.
5. Dorohovych V., Hrytsevich M., Isakova N. Effect of gluten-free flour on sensory, physico-chemical, structural and mechanical properties of wafer batter and waffles. *Ukrainian Food Journal*. 2018. Вып. 7, № 2. С. 253—263.
6. Dogan I. S., Yildiz O., Meral R. Optimization of corn, rice and buckwheat formulations for gluten-free wafer production. *Food Science and Technology International*. 2016. Вып. 22, № 5. С. 410—419.
7. Mert S., Serpil S., Gulum S. Development of gluten-free wafer sheet formulations. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. Вып. 63, № 2. С. 1121—1127.
8. Прянишников В. В., Банщикова Т. А., Шестерова С. В. Пищевые растительные волокна Витацель в производстве вафельной продукции. *Научное обозрение. Технические науки*. 2017. № 1. С. 84—87.
9. Tufan B., Gulum S., Sahin S., Sumnu G. Utilization of legume flours in wafer sheets. *Legume Science*. 2019. P. 1—9.
10. Тамазова С. Ю. Исследование влияния пищевых добавок на технологические свойства полуфабрикатов вафельного производства. *Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ*. 2017. № 128. С. 1—12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-pishevyyh-dobavok-na-tehnologicheskie-svoystva-polufabrikatov-vafelnogo-proizvodstva>.
11. Уайтхерст Р., Оорт М. В. Ферменты в пищевой промышленности; за ред.: Макарова С. В. СПб: Профессия, 2013. 408 с.
12. Moisture resistant wafer [Веб-сайт]. U.S. Patent office, 2007. URL: <https://patents.google.com/patent/US20100092612A1/en>.
13. Types of wheat flour: [Веб-сайт]. Berkeley Wellness, University of California, 2016. URL: <http://www.berkeleywellness.com/healthy-eating/food/article/types-wheat-flour>.
14. Моргун В. В., Рибалка О. І. Стратегія генетичного поліпшення зернових злаків з метою забезпечення продовольчої безпеки, лікувально-профілактичного харчування та потреб переробної промисловості. *Вісник НАН України*. 2017. № 3. С. 54—64.
15. Step by Step. Wheat Farming, Milling & Quality Requirements: [Веб-сайт]. URL: <http://www.iaom-mea.com/wp-content/uploads/2016/07/Tech-03-Grain-Corp-IAOM-Jordan-2011.pdf>.
16. Жигунов Д. О. та ін. Дослідження технологічних властивостей пшениці та спельти як сировини для виробництва борошна і крупи. *Наукові праці НУХТ*. Том 24, № 5. С. 208—217.