

Доведена перспективність використання сухого білково-вуглеводного напівфабрикату (СБВН) у технології дріжджового тіста, отриманого прискореним способом. Досліджено структурно-механічні, пружньо-еластичні та реологічні властивості тіста в залежності від концентрації СБВН. Встановлено, що використання СБВН в технологічному процесі виробництва дріжджового тіста надає можливість корегувати силу борошна та цілеспрямовано впливати на реологічні властивості тіста

Ключові слова: сухий білково-вуглеводний напівфабрикат, суха картопляна добавка, дріжджове тісто, структурно-механічні властивості, реологічні властивості

Доказана перспективність використання сухого белково-углеводного полуфабриката (СБУП) в технологии дрожжевого теста, полученного ускоренным способом. Исследованы структурно-механические, упруго-эластичные и реологические свойства теста в зависимости от концентрации СБУП. Установлено, что использование СБУП в технологическом процессе производства дрожжевого теста дает возможность корригировать силу муки и целенаправленно влиять на реологические свойства теста

Ключевые слова: сухая белково-углеводная смесь, сухая картофельная добавка, дрожжевое тесто, структурно-механические свойства, реологические свойства

УДК 664.664.4 *6 – 042.3:(664.65:664.642 – 021.321:664.654.3)

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.81212

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СУХОГО БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОГО НАПІВФАБРИКАТУ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА, ОТРИМАНОВОГО ПРИСКОРЕНИМ СПОСОБОМ

С. Ю. Попова

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: Rez_ok@mail.ru

А. В. Слащева

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: sl-alina-2011@ya.ru

Р. П. Никифоров

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: nikradion@yandex.ua

Ю. М. Коренець*

E-mail: yuriy_korenc@mail.ru

*Кафедра технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи
Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського
вул. Островського, 16, м. Кривий Ріг, Україна, 50005

1. Вступ

Значні зміни умов життя та праці суспільства спричинили дисбаланс між споживчим попитом та пропозиціями на ринку хлібо-булочних виробів, що зумовлює необхідність розширення їх асортименту для виробництва нової продукції з поліпшеними споживчими властивостями [1].

Хлібобулочні вироби мають величезне фізіологічне значення в харчуванні людини, оскільки відносяться до продуктів масового споживання та мають засвоюваність, яка не знижується при щоденному вживанні. Для хліба характерна сприятлива консистенція та структура, що забезпечує найбільш ефективну роботу травної системи та сприяє більш повному засвоєнню організмом інших продуктів. Хліб забезпечує близько 50 % добової потреби в енергії, вітамінах групи В та до 75 % потреби в рослинному білку.

Асортимент хлібобулочних виробів останнім часом активно розширюється, але популярністю у споживачів найбільше користуються вироби середнього та низького цінових сегментів. Дані вироби мають незбалансований амінокислотний склад та нестабільну якість через низькі технологічні властивості основної сировини, що негативно впливає на процес дріжджового бродіння.

Вирішенню даних проблем у хлібопекарній промисловості сприяє широке застосування добавок різноманітних принципів дії [2]. Їх використання дозволяє усунути точки ризику технологічного процесу, обумовлені однофазністю приготування тіста, нестабільністю якості борошна, різноманітністю функціональних властивостей сировини [3].

Перспективним напрямом розвитку технологій хліба є застосування малоцінної вторинної сировини рослинного і тваринного походження, яка є джерелом збагачення харчової та біологічної цінності продукції [4] та сприяє інтенсифікації дріжджового бродіння [5, 6].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Проблема збагачення хлібобулочних виробів протягом декількох останніх десятиріч є актуальною і досі невирішеною для фахівців хлібопекарської галузі [7, 8]. Перспективним напрямком вирішення даної проблеми є використання побічних та вторинних продуктів переробки молочної сировини, які збагачують хлібобулочні вироби повноцінними білками, есенціальними макро- і мікроелементами [9], та позитивно впливають на їх якісні показники [10].

Дослідження технології застосування продуктів переробки молочної сировини у хлібопеченні проводились багатьма дослідниками [3, 7, 11].

Запропоновано технологію дріжджового тіста з підвищеною біологічною цінністю, виготовленого за прискороною технологією. Технологія базується на використанні двох добавок – сухої картопляної добавки (СКД) [12] та сухого білково-вуглеводного напівфабрикату (СБВН) [13]. СКД, яку отримують із вторинних продуктів переробки картоплі, містить значну кількість редуруючих цукрів та сприяє активації дріжджів у дріжджовому тісті. СБВН дозволяє збагатити хлібо-булочні вироби повноцінним молочним білком, пектинами, вітамінами, есенціальними макро- і мікроелементами.

СБВН отримують за рахунок осадження білкових речовин із вторинних продуктів переробки молока за використанням в якості підкислювача та осаджувача пюре з плодів кизилу та терену, які містять значні кількості органічних кислот, білків, пектинових речовин та кальцію, що є додатковими центрами коагуляції. Технологічний процес виробництва СБВН включає пастеризацію знежиреного молока при температурі 80 ± 2 °C з витримкою 5 хв. та охолодження до $10 \dots 12$ °C, наступну його коагуляцію з використанням коагулянта (пастеризованого при температурі 90 °C протягом 5...7 хв. та гомогенізованого пюре з плодів кизилу або терену, або їх суміші в кількості 40...50 % від маси знежиреного молока), витримування протягом 3...4 год, відділення сироватки самопресуванням протягом 30 хв., гомогенізацію білково-вуглеводного згустку, його сушіння гарячим повітрям при температурі $85 \dots 90$ °C до вмісту сухих речовин 92...94 %, подрібнення гранул до розміру часток 20...40 мкм, додавання цукру в кількості 10 % методом купажування, перемішування та фасування. Готова суха суміш являє собою порошок біло-рожевого кольору, без грудок, вологістю не вище 8 %, з кислувато-солодким смаком, із запахом, властивим молоку та кизилу або терену, або суміші кизилу та терену, має хорошу розчинність навіть в холодній воді.

Більшість дослідників відзначають [14], що використання молочних білків позитивно впливає на харчову цінність хліба та його органолептичні характеристики, збільшуючи питомий об'єм, поліпшуючи стан м'якушки і забарвлюючи скоринку. Поряд з тим, неможливо не враховувати значний вплив білків молочних продуктів на процеси бродіння, властивості клейковини та реологічні властивості дріжджового тіста. З одного боку, молочні білки сприяють підвищенню активності дріжджів, а, з іншого, призводить до деякого погіршення якості

клейковини, що пояснюється дегідративним впливом лактози на клейковину та її укріпленням [15]. Зміна клейковини призводить до зниження в'язкості та еластичності тіста [16]. Двоакційний вплив молочного білка на властивості дріжджового тіста та готових виробів [17] вимагає правильного підходу до використання цього інгредієнта.

Молочні білки мають високу буферність, що є істотною причиною зниження інтенсивності бродіння тіста, так як внаслідок цього рН тіста залишається в межах, при яких дія амілолітичних ферментів і накопичення необхідних для бродіння водорозчинних вуглеводів обмежені [18]. Застосування СКД у комплексі із СБВН має сприяти усуненню цієї проблеми, оскільки підвищує життєдіяльну активність дріжджів, інтенсифікує процес газоутворення в тісті, забезпечує підвищення його питомого об'єму при бродінні. До складу СКД входять редуруючі цукри, необхідні для протікання біохімічних і мікробіологічних процесів. Прискоренню процесу бродіння тіста також сприяє внесення з СБВН значної кількості азотистих і мінеральних речовин, які покращують харчування дріжджів.

Використання білків молока приводить до збільшення водопоглинальної здатності дріжджового тіста при одночасному підвищенні його характеристик міцності: зростання стійкості, пружності, зниження розрідження [19].

Встановлено [20], що зниженню негативного впливу молочних білків на структурно-механічні властивості тіста сприяє введення їх у суміші із органічними кислотами, які мають велику реакційну здатність та діють як окисники SH-груп молочних білків. При цьому групи $-SH$ перетворюються в $-S-S-$, в результаті чого і відбувається окислююча інактивація $-SH$ груп молочних білків, самої протеїнази та її активаторів. Внаслідок «зшивання» білка утвореними дисульфідними зв'язками-мітками спостерігається зміцнення його внутрішньоглобулярної структури, яка робиться більш щільною і жорсткою. Це і приводить до поліпшення структурно-механічних властивостей тіста, його газо- та формоутримуючої здатності, що в кінцевому результаті надає можливість отримати готову продукцію високої якості.

Наявність у СБВН органічних кислот плодів кизилу та терену дають можливість прогнозувати відсутність суттєвого негативного впливу СБВН під час виробництва тіста прискореним способом за рахунок активації дріжджів СКД.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що молочний білок має суттєвий вплив на реологічні показники тіста, як позитивний, так і негативний, що обумовлює необхідність ретельних досліджень раціональної кількості сухого молочно-рослинного напівфабрикату. Таким чином, введення СБВН до дріжджового тіста потребує обов'язкових досліджень їх впливу на структурно-механічні властивості тіста.

3. Мета та задачі дослідження

Метою проведених досліджень є наукове обґрунтування структурно-механічних властивостей дріжджів

дріжджового тіста, виготовленого прискореним способом за рахунок попередньої активації дріжджів у середовищі сухої картопляної добавки в залежності від концентрації сухого білково-вуглеводного напівфабрикату.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- дослідити фізичні властивості тіста під час замішування у залежності від концентрації СБВН;
- надати комплексну оцінку впливу СБВН на структурно-механічні властивості тіста в процесі його ферментації;
- дослідити зміни ефективної в'язкості та напруження зсуву від швидкості зсуву в залежності від концентрації СБВН до маси борошна.

4. Матеріали та методи дослідження використання СБВН у прискорених технологіях дріжджового тіста

Методичною основою виконання комплексних досліджень є встановлення оптимальної концентрації СБВН у залежності від показників структурно-механічних та реологічних властивостей дріжджового тіста, що виготовлене прискореним способом за рахунок попередньої активації дріжджів у поживному середовищі СКД. З методикою дослідження використання СБВН у прискорених технологіях дріжджового тіста більш детально можна ознайомитись в роботі [21].

5. Результати досліджень впливу СБВН на структурно-механічні властивості тіста виготовленого прискореним способом

У попередній роботі [12] було проведено ряд досліджень у напрямку інтенсифікації процесу дозрівання дріжджового тіста. В результаті запропоновано використовувати СКД, отриману із вторинних продуктів переробки картоплі (ВППК) на етапі активації дріжджів у технологіях виробів з дріжджового тіста. В результаті проведених досліджень доведена ефективність використання СКД на перебіг технологічного процесу приготування дріжджового тіста, більш того, встановлено, що попередня активація дріжджів дозволяє скоротити час приготування дріжджового тіста на 35–40 % [12].

Також було досліджено хімічний склад СБВН, встановлено, що добавка містить у своїй сполуці повноцінний молочний білок (понад 10 %), пектин, легкозасвоювані цукри, вітаміни, макро- і мікроелементів. Також доведено, що використання СБВН не гальмуватиме технологічні процеси, які протікають у тісті, що виготовлене на попередньо активованому дріжджовому середовищі [6].

Формування фізичних властивостей тіста залежить від багатьох факторів, в основному – від співвідношення біополімерів борошна, стану його білково-протеїназного комплексу та від рецептури тіста. СБВН містить у своїй сполуці повноцінний молоч-

ний білок, цукри, вітаміни, макро- і мікроелементи, які можуть суттєво впливати на формування структурно-механічних властивостей тіста. Із зазначеного вище впливає доцільність дослідження впливу СБВН та його концентрації на структурно-механічні властивості дріжджового тіста. Фізичні властивості тіста визначали як під час замішування на динамічних реєструючих приладах (фаринограф Brabender), так і в процесі його ферментації протягом 135-60 с (екстенсограф Brabender). Це дозволило дати комплексну оцінку впливу СБВН на структурно-механічні властивості дріжджового тіста. Результати цифрової розшифровки динаміки утворення дріжджового тіста із додаванням СБВН різної концентрації, формування та руйнування його структури в процесі механічної обробки за даними фаринографа Брабенера наведено у табл. 2.

Результати досліджень показали, що підвищення концентрації СБВН сприяє збільшенню показника водопоглинальної здатності на 9 % для партії борошна № 1 та на 12 % для партії борошна № 2. Такий результат пояснюється наявністю у складі СБВН білків та гідрофільних полісахаридів. З технологічної точки зору підвищення водопоглинальної здатності тіста дозволить збільшити вихід готових виробів.

Показник розрідження характеризує співвідношення твердої та рідкої фаз, стан та стійкість білків у тісті. Отримані результати свідчать про позитивний вплив СБВН на структурно-механічні властивості тіста в ході його замішування. Відзначається зменшення показника розрідження на 3–10 % для партії борошна № 1 та 3–8 % для партії № 2 із концентрацією СБВН 5–15 %. Наявність у складі СКД кислот а також у складі СБВН білків та пектинів, які інтенсифікують набрякання і пептизацію білкових речовин та збільшують гідрофільність колоїдів тіста, очевидно сприяють зниженню показників розрідження тіста тобто роблять його міцнішим.

За результатами аналізу отриманих фаринограм виявлено, що додавання СБВН незначно впливає на час утворення тіста, проте дозволяє подовжити показники його стабільності по відношенню до обох контрольних зразків.

У зразках тіста з концентрацією СБВН 20 % показник розрідження підвищується на 17 % для партії борошна № 1 та на 10 % для партії борошна № 2, що свідчить про те, що така концентрація добавки раціональна лише у випадку використання борошна із задовільно слабкою клейковиною.

Відомо, що в процесі бродіння тісто підлягає деформації розтягування. Для забезпечення збільшення газо- та формоутримувальної здатності тіста необхідно оптимальне співвідношення пружності та розтяжності тіста. У зв'язку з цим, проведено дослідження впливу СБВН на реологічні властивості тіста за допомогою екстенсографа Брабенера. Результати цифрового розшифрування екстенсограми наведено в табл. 3.

Отримані результати свідчать, що збільшення концентрації СБВН сприяє укріпленню тіста. Зміни такого показника, як енергія, в процесі ферментації пшеничного тіста, дає можливість оцінити силу борошна: енергія прямо пропорційна силі борошна.

Таблиця 2

Вплив СБВН на процес тістоутворення ($\bar{X} \pm m, m \leq 0,05$)

Назва зразка	Назва показника					
	Водопоглинальна здатність, $\text{cm}^3/100\text{g}$	Час утворення тіста, хв.	Стабільність, хв.	Еластичність, хв.	Розрідження протягом замісу, од. пр.	Консистенція тіста, од. пр.
борошно пшеничне (партія № 1)						
Контроль	65	2,5	2,8	71	55	500
5 % СБВН	67	3,0	3,0	72	52	500
10 % СБВН	69	3,0	3,5	73	49	500
15 % СБВН	71	3,0	4,0	79	45	500
20 % СБВН	74	3,5	4,5	80	38	500
борошно пшеничне (партія № 2)						
Контроль	55	1,5	1,5	60	40	500
5 % СБВН	59	2,0	2,0	62	37	500
10 % СБВН	61	2,0	2,5	65	35	500
15 % СБВН	63	2,0	3,0	67	32	500
20 % СБВН	67	2,6	3,5	70	30	500

Таблиця 3

Вплив СБВН на властивості тіста за даними екстенсографу Брабендера ($\bar{X} \pm m, m \leq 0,05$)

Назва зразка	Опір розтягування (пружність) P_c , од. екст.	Розтяжність L, мм	Енергія, cm^2	Співвідношення опору розтягування до розтяжності P_c/L
Борошно пшеничне (партія № 1) Через 45-60 с ферментації				
Контроль	620	169	81,1	3,6
5 % СБВН	650	167	82,4	3,9
10 % СБВН	670	166	84,2	4,0
15 % СБВН	690	165	89,3	4,2
20 % СБВН	710	164	92,5	4,3
Через 90-60 с ферментації				
Контроль	600	178	78,0	3,3
5 % СБВН	640	175	83,0	3,5
10 % СБВН	630	174	84,5	3,6
15 % СБВН	640	172	85,9	3,7
20 % СБВН	690	170	89,5	4,0
Через 135-60 с ферментації				
Контроль	570	197	67,5	2,8
5 % СБВН	590	195	70,0	3,0
10 % СБВН	600	194	72,5	3,1
15 % СБВН	610	191	78,3	3,2
20 % СБВН	660	190	80,0	3,4
Борошно пшеничне (партія № 2) Через 45-60 с ферментації				
Контроль	630	170	76,5	3,7
5 % СБВН	650	168	79,0	3,9
10 % СБВН	660	166	81,0	4,0
15 % СБВН	670	164	82,5	4,1
20 % СБВН	680	160	84,0	4,2
Через 90-60 с ферментації				
Контроль	540	181	70,5	2,9
5 % СБВН	560	179	74,0	3,1
10 % СБВН	570	177	76,5	3,2
15 % СБВН	580	174	77,8	3,3
20 % СБВН	600	172	80,0	3,5
Через 135-60 с ферментації				
Контроль	530	184	65,0	2,8
5 % СБВН	550	180	69,3	3,0
10 % СБВН	560	178	71,4	3,1
15 % СБВН	570	176	73,6	3,2
20 % СБВН	580	174	75,3	3,3

Додавання СБВН підвищує показники енергії тіста в процесі його ферментації, яка має певну залежність від кількості СБВН, що вноситься, це явище свідчить про підвищення показників сили борошна. Підвищення опору розтягування свідчить про процес укріплення клейковинного каркасу тіста, що підтверджує результати попередніх досліджень. Процес укріплення тіста сприяє підвищенню показників розтяжності та енергії тіста в процесі ферментації.

Аналіз даних табл. 3 свідчить, що концентрація СБВН 20 % занадто підвищує показник енергії тіста, що призводить до пропорційного зростання показників сили борошна. Зразки тіста з концентрацією СБВН 20 % мають занадто пружну структуру, тому подальше дослідження зразків тіста за такою концентрацією добавки не раціонально.

Недоліком екстенсографу є неточність результатів, тому що дослідження за допомогою цього приладу проводяться у бездріжджовому тісті та не дозволяють враховувати фактори, які виникають у результаті спиртового бродіння дріжджового тіста.

Враховуючи вищевикладене, подальші дослідження проводили за допомогою віскозиметру Rheotest RN4.1, який забезпечив можливість одержання абсолютних значень показників за швидкостей зсуву 0,3–6,5 с⁻¹.

Дослідження проводили у напрямку визначення в'язкості та напруги зсуву дріжджового тіста контрольного зразка вологістю 38 % та досліджуваних зразків з додаванням СБВН у концентрації 5; 10 та 15 % до маси борошна. Температура зразків (32 °С) була однорідною по всьому об'єму, коливання температури склали 0,1 °С протягом експерименту, зразки мали однорідну консистенцію.

У табл. 4 наведені експериментальні результати дослідження ефективної в'язкості $\eta_{\text{ЕФ}}$ та напруження зсуву θ зразків тіста залежно від швидкості зсуву.

Обробка результатів експерименту дозволила отримати залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву:

$$\eta_{\text{ЕФ}} = a \cdot e^{\frac{b}{\dot{\gamma}+c}}, \tag{3}$$

де $\eta_{\text{ЕФ}}$ – ефективна в'язкість; $\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву; a, b, c – емпіричні коефіцієнти.

Для всіх досліджуваних зразків криві залежності напруження зсуву від швидкості зсуву апроксимуються функцією закону Гершеля-Балклі:

$$\theta = \theta_0 + k \cdot \dot{\gamma}^n, \tag{4}$$

де θ – напруження зсуву; θ_0 – границя текучості; k – коефіцієнт консистенції; n – показник текучості.

На рис. 1, 2 наведено криві зміни ефективної в'язкості та напруження зсуву досліджуваних зразків тіста.

Треба відзначити, що закономірність змін ефективної в'язкості та напруження зсуву однакова для контрольного і досліджуваних зразків тіста.

Додавання у тісто СБВН за такої концентрації незначним чином впливає на показники ефективної в'язкості, а залежно від концентрації добавки значення напружень зсуву за однієї швидкості зростають, оскільки напруження зсуву є найбільш чутливою характеристикою змін властивостей сировини. Зі збільшенням вмісту добавки спостерігається покращення показників формуючості здатності на 10–18 %.

На наступному етапі вивчено характер зміни напруження зсуву від швидкості зсуву контрольного і досліджуваних зразків.

Наведені на рис. 2 графіки мають вигляд, характерний для в'язко-пластичних твердоподібних систем. Результати експериментальних досліджень всіх зразків показали, що вони володіють стійкою структурою, руйнування якої починається тільки після досягнення визначеного напруження.

Таблиця 4

Вплив СБВН на зміни ефективної в'язкості та напруження зсуву від швидкості зсуву ($\bar{X} \pm m, m \leq 0,05$)

Швидкість зсуву, 1/с	Контроль		СБВН 5 %		СБВН 10 %		СБВН 15 %	
	Ефективна в'язкість, Па·с	Напруження зсуву, Па	Ефективна в'язкість, Па·с	Напруження зсуву, Па	Ефективна в'язкість, Па·с	Напруження зсуву, Па	Ефективна в'язкість, Па·с	Напруження зсуву, Па
0,33	7350	2460	7100	2140	8560	3350	8920	3060
0,88	4800	4210	4660	4100	5220	4650	5710	5020
1,32	3810	5040	3860	5100	4500	5950	4830	6390
1,83	2890	5300	3020	5530	3790	6940	4250	7530
2,34	2420	5660	2720	6270	3400	7870	3550	8470
2,85	2210	6300	2610	7450	2960	8630	3340	9520
3,36	2060	6940	2480	8320	2850	9560	3070	10300
3,87	2000	7720	2360	8850	2840	9890	3050	10680
4,38	2030	8300	2040	9040	2660	10030	3030	11100
4,89	1740	8520	1870	9130	2400	10140	2620	11100
5,43	1530	8470	1750	9200	1730	10210	1840	10930
5,92	1300	8250	1590	9180	1650	10190	1580	10740
6,44	1170	7970	1280	9260	1240	10080	1210	10400

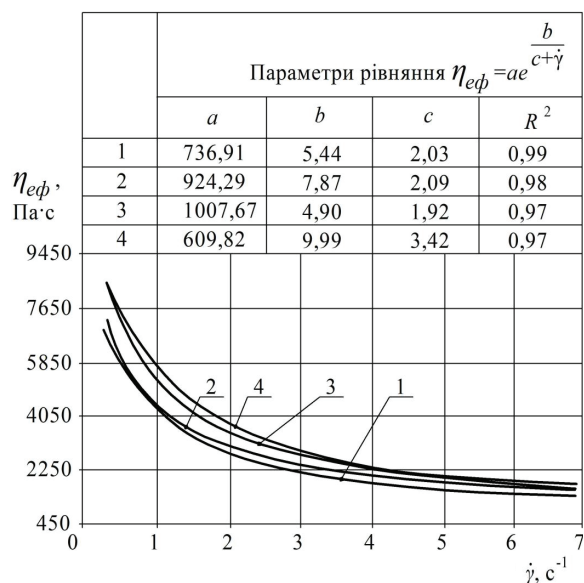


Рис. 1. Залежність ефективного в'язкості від швидкості зсуву: 1 – контрольний зразок; 2 – 5 % СБВН; 3 – 10 % СБВН; 4 – 15 % СБВН до маси борошна

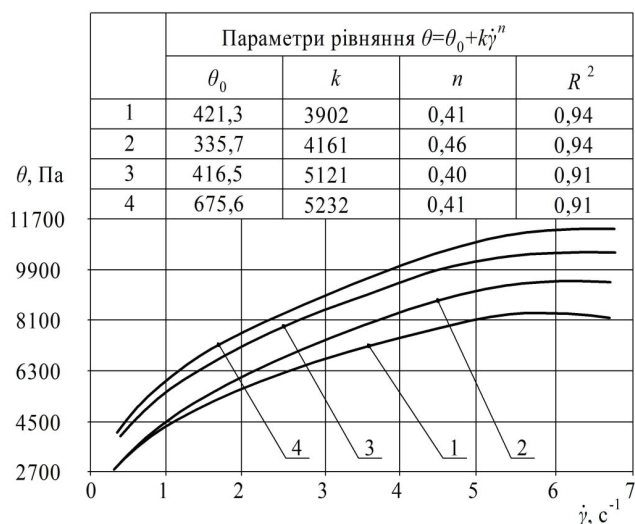


Рис. 2. Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву: 1 – контрольний зразок; 2 – 5 % СБВН; 3 – 10 % СБВН; 4 – 15 % СБВН до маси борошна

Зі зростанням швидкості зсуву в'язкість падає для всіх зразків, які досліджувалися. За підвищення швидкості зсуву більш різке зниження в'язкості відбувається при зміні малих швидкостей. При збільшенні швидкості зсуву до 3 с⁻¹ в'язкість зменшується приблизно на 65–70 %, а у діапазоні швидкостей 3...6,5 с⁻¹ – на 15–20 %. Як видно з графіків, зображених на рис. 1, ефективна в'язкість падає зі збільшенням швидкості зсуву, досягаючи найменшого значення при швидкості порядку 6,5...7 с⁻¹, що відповідає найбільшому руйнуванню структури.

Швидкість зміни значень напруження зсуву найбільша на ділянці зміни швидкостей зсуву також до 3 с⁻¹. При підвищенні швидкості зсуву зміни значень напружень зсуву стають майже постійними.

При напруженнях нижче граничного, яке характеризує міцність просторової структури, спостеріга-

ється повільна течія типу повзучості. При такій дуже повільній течії структура руйнується, але встигає знову відновлюватись. Ця течія обумовлена практично постійною найбільшою в'язкістю в області малих напружень зсуву.

При підвищенні процентного вмісту СБВН збільшуються абсолютні значення величин ефективної в'язкості та напруги зсуву тіста у порівнянні з контрольним зразком.

Проведеними вище дослідженнями встановлено, що кращими показниками структурно-механічних властивостей тіста володіють зразки із концентрацією СБВН 15 % до маси борошна. Таким чином, вважаємо раціональним внесення СБВН у кількості 15 % до маси борошна, оскільки ця концентрація не погіршує органолептичні показники, покращує структурно-механічні та реологічні властивості тіста.

Таким чином, досліджувані зразки тіста з СБВН мають стійку структуру,

що забезпечить відсутність налипання тіста на робочі органи технологічного обладнання та сприятиме ефективності його роботи.

6. Обговорення результатів дослідження впливу СБВН на структурно-механічні властивості дріжджового тіста виготовленого прискореним способом

Питання розвитку шляхів регулювання та інтенсифікації технологічних процесів при приготуванні виробів із дріжджового тіста, розробки безпечних заходів покращання їх споживчих властивостей, харчової цінності та мікробіологічних показників залишається актуальним.

В роботі запропоновано використання СКД, отриманої із ВППК у якості активатора дріжджового середовища, яка сприяє інтенсифікації процесу тістоведіння на (60...90)-60 с. Також для підвищення харчової та біологічної цінності готової продукції запропоновано використання СБВН, що містить у своїй сполуці повноцінний молочний білок (понад 10 %), пектин, легкозасвоювані цукри, вітаміни, макро- і мікроелементи. Розроблено рецептурний склад тістових напівфабрикатів виготовлених за скороченою технологією із додаванням СБВН з концентрацією 5, 10, 15 та 20 % до маси борошна. Досліджено структурно-механічні та реологічні властивості тістових напівфабрикатів, контрольного та досліджуваних зразків.

В результаті проведених досліджень структурно-механічних та реологічних властивостей дріжджового тіста встановлено, що додавання СБВН до рецептурного складу дріжджового тіста сприяє укріпленню клейковинного каркасу просторової сітки тістових напівфабрикатів. Укріплення тіста знаходить своє відображення в підвищенні стабільності тіста з додаванням СБВН та зменшенню його розрідження. Також, процес укріплення тіста сприяє підвищенню показників розтяжності та енергії тіста в процесі ферментації. Доведено, що досліджувані зразки тіста з СБВН мають стійку структуру, що забезпечить відсутність налипання тіста на робочі органи технологічного обладнання.

Розроблена прискорена технологія дріжджового тіста із використанням СБВН дозволить налагодити випуск широкого асортименту продукції на підпри-

емствах невеликої потужності, як-то: міні-пекарні, борошняні цехи при супермаркетах та на підприємствах ресторанного господарства. А також, хімічний склад добавки дозволить підвищити харчову та біологічну цінність готової продукції.

7. Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що СБВН позитивно впливає на структурно-механічні та реологічні властивості тіста, отриманого прискореним способом:

1. За результатами аналізу отриманих фаринограм, виявлено, що додавання СБВН до рецептурного складу дріжджового тіста сприяє збільшенню показника водопоглинальної здатності, що в кінцевому результаті дозволить збільшити вихід готових виробів. Отримані результати показника розрідження тіста свідчать про позитивний вплив СБВН на структурно-механічні властивості. Наявність у складі СКД кислот а також у складі СБВН білків та пектинів сприяє зниженню показників розрідження тіста тобто роблять його міцнішим. За результатами аналізу отриманих фаринограм виявлено, що додавання СБВН незначним чином впливає на час утворення тіста, проте дозволяє подовжити показники його стабільності по відношенню до обох контрольних зразків. Укріплення тіста, зниження податливості його високомолекулярних полімерів (білків) дії протеолітичних ферментів знаходить своє відображення в підвищенні стабільності тіста з додаванням СБВН та зменшенню його розрідження.

Також виявлено, що концентрація СБВН у кількості 20 % до маси борошна надає посилення для подальших досліджень такої концентрації добавки у

поєднанні з борошном із задовільно слабкою та слабкою клейковиною.

2. Для дослідження властивостей тіста під час змісу та ферментації використали реєструючі прилади фаринограф і екстенсограф Brabender. Встановлено, що додавання СБВН підвищує показники енергії тіста в процесі його ферментації, яка має певну залежність від кількості СБВН, що вноситься, це явище свідчить про підвищення показників сили борошна. Підвищення опору розтягування свідчить про процес укріплення клейковинного каркасу тіста, що підтверджує результати попередніх досліджень. Процес укріплення тіста сприяє підвищенню показників розтяжності та енергії тіста в процесі ферментації.

3. Додавання у тісто СБВН незначним чином впливає на показники ефективної в'язкості, а залежно від концентрації добавки значення напружень зсуву за однієї швидкості зростають, оскільки напруження зсуву є найбільш чутливою характеристикою змін властивостей сировини. Зі збільшенням вмісту добавки спостерігається покращення показників формоутримуючої здатності на 10–18 %. При підвищенні процентного вмісту СБВН збільшуються абсолютні значення величин ефективної в'язкості та напруги зсуву тіста у порівнянні з контрольним зразком. Таким чином, досліджувані зразки тіста з СБВН мають стійку структуру, що забезпечить відсутність налипання тіста на робочі органи технологічного обладнання що сприятиме ефективності його роботи.

На даному етапі досліджень оптимальною концентрацією СБВН до маси борошна виявлено 15 %.

У подальших дослідженнях планується встановлення впливу СБВН на реологічні властивості тіста в процесі його ферментації, дослідження споживчих властивостей виробів виготовлених за прискореною технологією із додаванням СБВН.

Література

1. Cauvain, S. P. Bread: Breadmaking Processes [Text] / S. P. Cauvain. – Encyclopedia of Food and Health, 2016. – P. 478–483. doi: 10.1016/b978-0-12-384947-2.00087-8
2. Huang, S. Optional Ingredients for Dough [Text] / S. Huang, D. Miskelly // Steamed Breads. – 2016. – P. 47–63. doi: 10.1016/b978-0-08-100715-0.00004-5
3. Rosell, C. M. Nutritionally enhanced wheat flours and breads [Text] / C. M. Rosell // Breadmaking. – 2012. – P. 687–710. doi: 10.1533/9780857095695.4.687
4. Rodriguez Furlán, L. T. Improvement of gluten-free bread properties by the incorporation of bovine plasma proteins and different saccharides into the matrix [Text] / L. T. Rodriguez Furlán, A. Pérez Padilla, M. E. Campderrós // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 170. – P. 257–264. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.033
5. Лебеденко, Т. Є., Кожевникова, В. О., Соколова, Н. Ю. (). Удосконалення процесу активації дріжджів шляхом використання фітодобавок [Текст] / Т. Є. Лебеденко, В. О. Кожевникова, Н. Ю. Соколова // Харчова наука і технологія. – 2015. – Т. 2, № 31. – С. 25–33. doi: 10.15673/2073-8684.31/2015.44264
6. Slashcheva, A. Study of the protein-carbohydrate mix effect on the technological properties of short yeast-leavened dough [Text] / A. Slashcheva, R. Nykyforov, S. Popova, Y. Korenets // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 2, Issue 11 (80). – P. 24–31. doi: 10.15587/1729-4061.2016.64294
7. Hager, A.-S. Formulating breads for specific dietary requirements [Text] / A.-S. Hager, E. Zannini, E. K. Arendt // Breadmaking. – 2012. – P. 711–735. doi: 10.1533/9780857095695.4.711
8. Лебеденко, Т. Є. Современные представления о пищевой ценности хлебобулочных изделий. Основные направления для их коррекции [Текст] / Т. Є. Лебеденко, Н. Ю. Соколова, В. О. Кожевникова // Зерновые продукты и комбикорма. – 2015. – Т. 2, № 58. – С. 19–25. doi: 10.15673/2313-478x.58/2015.46011
9. O'Regan, J. Milk proteins [Text] / J. O'Regan, M. P. Ennis, D. M. Mulvihill. – Handbook of Hydrocolloids, 2009. – P. 298–358. doi: 10.1533/9781845695873.298

10. Singh, H. Functional Properties of Milk Proteins [Text] / H. Singh. – Reference Module in Food Science, 2016. – P. 358–402. doi: 10.1016/b978-0-08-100596-5.00934-3
11. Van Riemsdijk, L. E. A novel method to prepare gluten-free dough using a meso-structured whey protein particle system [Text] / L. E. Van Riemsdijk, P. J. M. Pelgrom, A. J. van der Goot, R. M. Boom, R. J. Hamer // Journal of Cereal Science. – 2011. – Vol. 53, Issue 1. – P. 133–138. doi: 10.1016/j.jcs.2010.11.003
12. Попова, С. Ю. Оптимізація процесу попередньої активації дріжджів [Текст] / С. Ю. Попова, Р. П. Никифоров, А. В. Слашчева // Технологічний аудит і резерви виробництва. – 2015. – Т. 5, № 4 (25). – С. 29–35. doi: 10.15587/2312-8372.2015.51760
13. Спосіб отримання сухої суміші: Пат. 27201 Україна, МПК СА23С 23/00, А23С 9/152 [Текст] / Коршунова Г. Ф., Никифоров Р. П., Гнідєвич В. А. – заявник та патентовласник Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (Україна). – № u200705242; заявл. 14.05.2007; опубл. 25.10.2007, Бюл. № 17. – 3 с.
14. Hadiyanto, A. A. Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design [Text] / A. A. Hadiyanto, G. van Straten, R. M. Boom, D. C. Esveld, A. J. B. van Boxtel // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2007. – Vol. 8, Issue 2. – P. 285–298. doi: 10.1016/j.ifset.2007.01.006
15. Ronda, F. Rheological Properties of Gluten-Free Bread Doughs: Relationship With Bread Quality [Text] / F. Ronda, S. Pérez-Quirce, M. Villanueva // Advances in Food Rheology and Its Applications. – 2017. – P. 297–334. doi: 10.1016/b978-0-08-100431-9.00012-7
16. Sanz, T. Creep–Recovery and Oscillatory Rheology of Flour-Based Systems [Text] / T. Sanz, A. Salvador, M. J. Hernández // Advances in Food Rheology and Its Applications. – 2017. – P. 277–295. doi: 10.1016/b978-0-08-100431-9.00011-5
17. Heertje, I. Structure and function of food products: A review [Text] / I. Heertje // Food Structure. – 2014. – Vol. 1, Issue 1. – P. 3–23. doi: 10.1016/j.foostr.2013.06.001
18. Kinsella, J. E. Physical Properties of Food and Milk Components: Research Needs to Expand Uses [Text] / J. E. Kinsella // Journal of Dairy Science. – 1987. – Vol. 70, Issue 11. – P. 2419–2428. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(87)80304-1
19. Kneifel, W. Water-Holding Capacity of Proteins with Special Regard to Milk Proteins and Methodological Aspects – A Review [Text] / W. Kneifel, P. Paquin, T. Abert, J.-P. Richard // Journal of Dairy Science. – 1991. – Vol. 74, Issue 7. – P. 2027–2041. doi: 10.3168/jds.s0022-0302(91)78373-2
20. Пат. 104091 Україна, МПК А21D 8/02 (2006.01). Спосіб виробництва дієтичного пшеничного хліба [Текст] / Доценко В. Ф., Іщенко Т. І., Шидловська О. Б., Івахно О. О. – заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій (Україна). – № а 2012 12522; заявл. 02.11.2012; опубл. 25.12.2013, Бюл. № 24. – 8 с.
21. Popova, S. Study of rheology of yeast dough with protein-carbohydrate additive [Text] / S. Popova, A. Slashcheva, R. Nykyforov, Yu. Korenets // EUREKA: Life Sciences. – 2016. – Vol. 4 (4). – P. 37–44. doi: 10.21303/2504-5695.2016.00190