

Література

1. Банова, С.И. Совершенствование технологи сбивных кондитерских изделий [Текст] : дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.01. – Одесса, 2003. – 261 с.
2. Дідух, Н.А. Використання коренів солодки голої у виробництві молочних продуктів оздоровчого призначення [Текст] / Н.А. Дідух, С.І. Вікуль // Молочна промисловість. – 2006. – №4. – С. 38-40.
3. Просеков, А.Ю. Теоретическое обоснование и технологические принципы формирования молочных пенообразных дисперсных систем [Текст] : дис. ... доктора техн. наук : 05.18.04. – Кемерово, 2004. – 353 с.
4. Барановский В.А., Перетятко Т.И. Кондитер: Учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2001.
5. Сборник технологических карт на блюда и кулинарные изделия для заведений ресторанного хозяйства [Текст] / А.М. Беляева. — К. : издательство А.С.К., 2007. – 1248 с. – ISBN 978-966-319-140-9.

УДК 664.64.016

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНЯНО-ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ ЗАДАНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ

Арсиненко Н.О., аспірант, ст. викладач ЛДКХПП, Арсеньєва Л.Ю., д-р.техн.наук, проф.
Національний університет харчових технологій м. Київ

Проведено аналіз технологічних властивостей борошняно-зернової суміші «Гармонія», розробленої авторами для хлібопекарського виробництва. Визначено водопоглинальну здатність, крупність суміші, її цукроутворюючу та газоутворюючу здатність, активність амілолітичних і протеолітичних ферментів.

The technological properties of flour and grain mix "Harmony" for bread making are tested and analyzed. The grain-size distribution, the ability of mix to produce carbon dioxide and reducing simple carbohydrates, the amylolytic and proteolytic enzymes' activity are determined.

Ключові слова: суміш «Гармонія», крупність, водопоглинання, цукри, газоутворення, ферменти.

За рахунок споживання хліба людина майже наполовину задовольняє свою потребу у вуглеводах, на третину – в білках, більш ніж на половину – у вітамінах групи В, солях фосфору та заліза. Але хімічний склад хлібних виробів недосконалий і потребує збільшення кількості та ступеня збалансованості найважливіших нутрієнтів.

Для підвищення харчової та біологічної цінності, поліпшення смакових якостей хліба актуальним є розроблення композиційних борошняно-зернових сумішей. Проте підбір інгредієнтів сумішей, їх кількісне співвідношення найчастіше не обґрунтовано з точки зору оптимальності харчування. Отже, актуальним завданням є застосування наукового підходу до складання композитних сумішей для отримання хліба зі збалансованим складом, адже під час проектування функціональних хлібобулочних виробів має бути врахована потреба різних груп населення в окремих нутрієнтах.

За допомогою програмного комплексу «Optima» [1] нами розроблена борошняно-зернова суміш «Гармонія» (патент України на корисну модель № 46539), що складається з 11 компонентів [2]. Така рецептурна суміш підвищує харчову цінність хліба: збільшує кількість і якість білка, поліпшує склад ліпідів, збагачує продукт вітамінами та мінералами. Але значна кількість інгредієнтів, що входить у цю рецептурну композицію, є нетрадиційною для хлібопечення сировиною.

Метою наших досліджень було визначення технологічних властивостей розробленої суміші, що є необхідним підґрунтям для розроблення технології хліба з її використанням.

Рецептуру нового хліба розробляли на базі хліба пшеничного другого сорту, тому порівнювали технологічні властивості суміші «Гармонія» і борошна пшеничного другого сорту.

Хлібопекарські властивості борошна визначають за станом вуглеводно-амілазного та білково-протеїназного комплексів. Важливе значення також мають пов'язані між собою крупність помелу та водопоглинальна здатність борошна.

Водопоглинальну здатність (ВПЗ) визначали таким чином. Готували водну суспензію сировини з гідромодулем 5, перемішували в змішувачі 1хв при 50с⁻¹, ставили у термостат на 20 хв при температурі 30 °С, центрифугували 5 хв при 4 тис. хв⁻¹, зливали фугат, випарювали і визначали ВПЗ, % СР, за формулою:

$$\text{ВПЗ} = \frac{B - (\Phi - m)}{\frac{M(100 - w)}{100} - m} \cdot 100 \quad (1)$$

де В – маса води, яку вливали у центрифугальну пробірку, г;
 М – маса наважки продукту, яку вносили у центрифугальну пробірку, г;
 Ф – маса фугату, г;
 w – масова частка вологи продукту, %;
 m – маса сухих речовин у фугаті, г:

$$m = \Phi \cdot \text{CP}_\phi / 100 \quad (2)$$

CP_φ – вміст сухих речовин у фугаті, %.

Для визначення крупності борошна пшеничного другого сорту аналіз проводили на ситах згідно ГОСТ 46.004-99, для решти сировини підбирали сита залежно від розміру частинок.

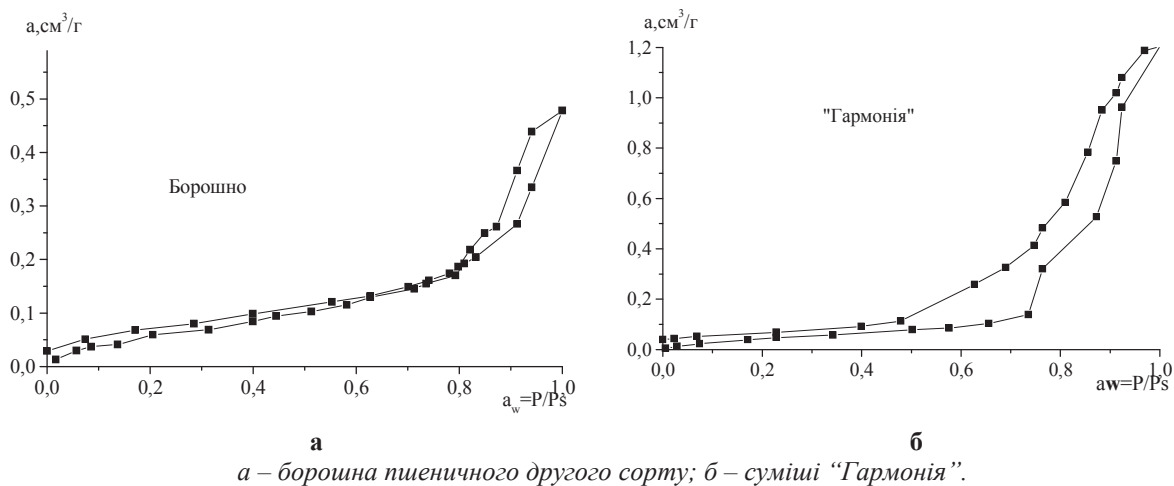
За результатами визначення (табл.1), найбільшу водопоглинальну здатність мають: клейковина пшенична суха, білок молочний сухий, зерно сої дроблене, білок яечний сухий і ячмінне борошно. У цілому, суміш «Гармонія» має на 49 % більшу водопоглинальну здатність, порівняно з борошном пшеничним другого сорту, і на 7,4 % більшу, ніж суміш разом з борошном другого сорту у співвідношенні 40:60.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні характеристики складових суміші «Гармонія»

Назва сировини	Масова частка вологи, %	Розмір частинок, d·10 ⁻³ м	Водопоглинальна здатність, % CP
Борошно II сорту	12,0±0,5	0,03...0,15	120,6±2,5
Клейковина пшенична суха	6,5±0,5	0,03...0,15	399,4±4,0
Борошно кукурудзяне	14,0±0,5	0,16...0,20	190,5±2,5
Борошно ячмінне	11,0±0,5	0,16...0,20	209,2±2,5
Зерно сої дроблене	6,0±0,5	1,0...2,5	255,6±4,0
Зародки смажені	2,5±0,5	1,0...2,0	173,4±2,5
Насіння льону	7,0±0,5	1,0...2,0	152,1±2,5
Насіння соняшнику	6,0±0,5	3,0...4,5	87,4±2,0
Сироватка молочна суха	4,0±0,5	0,03...0,16	50,6±1,5
Пластівці вівсяні	9,5±0,5	3,0...4,5	180,1±3,0
Білок яечний сухий	9,0±0,5	0,16...0,20	239,5±4,0
Білок молочний (казеїн) сухий	9,0±0,5	0,15...0,20	265,3±4,0
Суміш «Гармонія»	8,0±0,5	0,95...1,05	180,0±3,0
Борошно пшеничне II сорту (60%) + суміш «Гармонія» (40%)	9,5±0,5	0,3...0,6	166,7±3,0

Як видно з табл.1, при однаковому середньому розмірі частинок борошна пшеничного, сухої сироватки і сухої клейковини їх водопоглинальна здатність суттєво відрізняється. Те ж можна сказати і про вівсяні пластівці та насіння соняшника, зерно сої та зародки пшеничні.

Методи, що дають змогу визначити гідратаційну здатність речовин та їх термодинамічні властивості – це аналіз ізотерм сорбції. Сорбційні характеристики окремих видів сировини і суміші “Гармонія” визначали на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена. Зразки попередньо зневоднювали і здійснювали сорбцію водяної пари до досягнення гігроскопічної вологості. Потім проводили десорбцію в рівноважних умовах. Для порівняння сорбції та десорбції на рисунках приведені дві ізотерми: борошна пшеничного другого сорту (рис.1а) і суміші “Гармонія” (рис.1б).



а – борошна пшеничного другого сорту; б – суміші «Гармонія».

Рис.1 – Ізотерми сорбції та десорбції

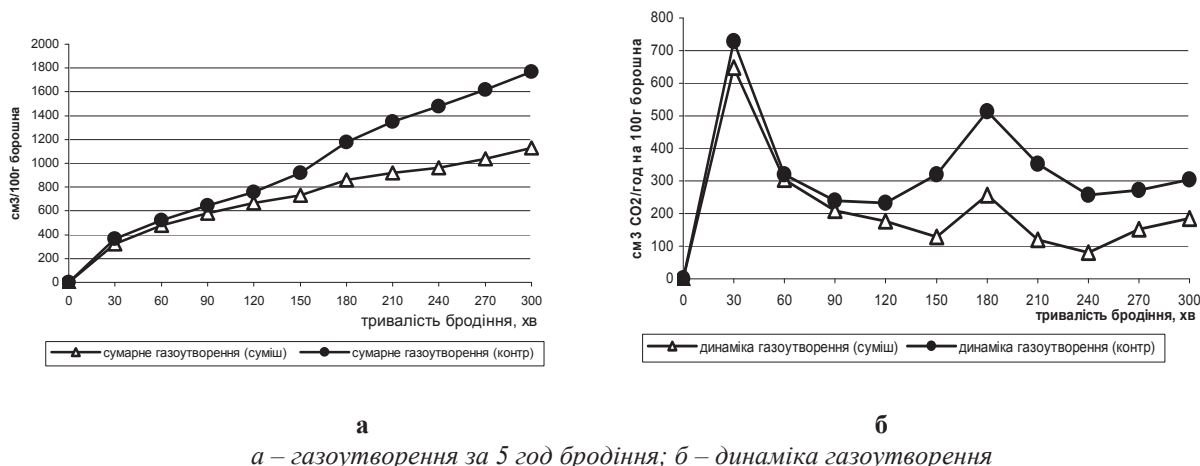
Ізотерми сорбції-десорбції води (рис.1) наведені в координатах: кількість адсорбованої води (*a*) – її активність (*a_w*), яка безпосередньо зв’язана з відносним рівноважним тиском парів (*a_w=P/P_S*).

Отримані результати свідчать, що суміш «Гармонія» має у (2,0...2,4) рази вищу гідратаційну здатність, порівняно з пшеничним борошном другого сорту, що суттєво впливає на структурно-механічні властивості тіста. Спостерігається також різний розподіл вологи в суміші та борошні пшеничному, і це пояснює значну липкість тіста, у рецептуру якого входить суміш «Гармонія», після замісу та на початку процесу бродіння.

Оскільки швидкість адсорбції вологи пшеничним борошном і сумішшю «Гармонія» у діапазоні активності води від 0 до 0,7 приблизно однакова, логічно припустити, що компоненти суміші створюватимуть конкуренцію клейковині борошна у поглинанні води під час замісу тіста, що може погіршити його структурно-механічні властивості. У зв’язку з цим доцільним є попереднє гідратування суміші.

Успішний перебіг технологічного процесу значною мірою залежить від цукрів, що є живленням для дріжджових клітин. Незначна частина власних цукрів міститься в борошні та інгредієнтах суміші, а частина утворюється з крохмалю під дією амілази.

Для визначення спроможності борошна і суміші забезпечити цукрами процеси дозрівання та вистоявання тіста визначалась газоутворююча здатність. Газоутворення – основний показник, що характеризує інтенсивність спиртового бродіння під час приготування тіста. Рівень його залежить від вмісту зброджуваних моно- та дисахаридів, а також від азотистого харчування мікрофлори тіста. З рис.2а видно, що суміш «Гармонія» має на (36...40) % нижчу газоутворюючу здатність, ніж борошно пшеничне другого сорту.



а – газоутворення за 5 год бродіння; б – динаміка газоутворення

Рис.2 – Графіки виділення діоксиду вуглецю

Аналіз динаміки газоутворення в процесі бродіння (рис.2б) вказує на однаковий час зброджування дріжджами власних цукрів і перехід їх на зброджування мальтози – перший і другий екстремум співпадають у часі (30 хв і 180 хв відповідно). Але зменшення на 50 % виділення діоксиду вуглецю на 180-й хвилині вказує на дефіцит цукрів у середовищі з «Гармонією».

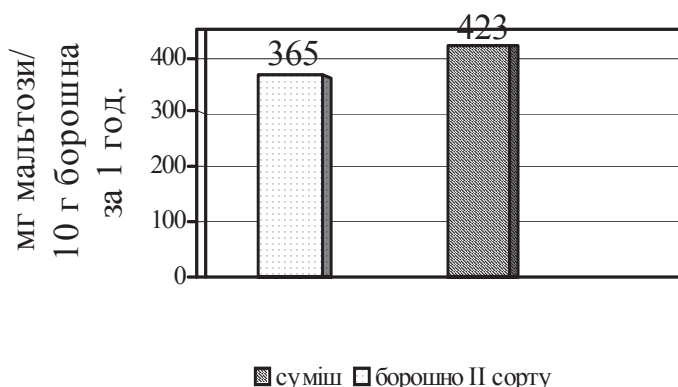


Рис. 3 – Цукроутворююча здатність борошна другого сорту та суміші «Гармонія»

гого сорту, на (15...16) %. Це може бути пов'язано з меншою активністю α -амілази, а також з високою водопоглинальною здатністю складових суміші.

Таким чином, застосування загальноприйнятих методів для характеристики активності β -амілази ("цукроутворююча здатність") та α -амілази (число падіння) у разі роботи з борошняно-зерною сумішшю не дає достовірних результатів. У зв'язку з цим у подальшій роботі спиралися на результати, наведені у табл. 2. α і β -амілази екстрагували із суміші та визначали їх активність методом взаємодії екстракту з клейстеризованим розчином крохмалю [5]. Встановлено, що α -амілаза суміші на (31...42) % менш активна, ніж α -амілаза борошна пшеничного II сорту, β -амілаза суміші "Гармонія" на 65 % менш активна, ніж у борошні II сорту.

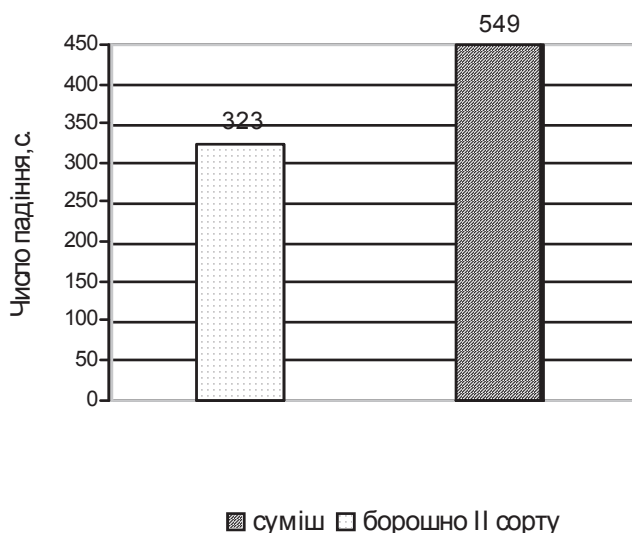


Рис. 4 – Число падіння борошна другого сорту та суміші "Гармонія"

Таблиця 2 – Активність α - і β -амілаз борошна II сорту і суміші "Гармонія", % мальтози до маси крохмалю

Амілази	Борошно другого сорту	Суміш "Гармонія"
α -амілаза		
- через 1 год експозиції при 50 °С	19,2±0,4	11,2±0,4
- через 3 год експозиції при 50 °С	23,2±0,6	16,0±0,5
β -амілаза		
- через 1 год експозиції при 38 °С	1,80±0,05	0,63±0,04

Результати досліджень накопичення та зброджування цукрів в тісті з борошняно-зерною сумішшю і пшеничним борошном II сорту показали (табл. 3), що в тісті з борошняно-зернової суміші початковий вміст мальтози дещо вищий за рахунок внесення власних цукрів суміші. Проте в цьому тісті накопичується на 27,0 % менше цукрів, ніж у контролі, що пояснюється меншою активністю амілолітичних

ферментів. Інтенсивність зброджування цукрів у цьому тісті зменшується на 18,6 %. Таким чином, у тісті з борошняно-зерною сумішшю процеси накопичення та асиміляції цукрів перебігають повільніше, ніж у контрольному тісті.

Таблиця 3 – Накопичування та зброджування мальтози в тісті, %

Технологічні параметри	Тісто з борошна II сорту		Тісто з борошна II сорту і борошняно-зернової суміші (60:40)	
	з дріжджами	без дріжджів	з дріжджами	без дріжджів
Вміст мальтози:				
- початковий,	1,04±0,03	0,47±0,02	1,48±0,04	0,79±0,02
- через 3 год бродіння/ автолізу	0,90±0,02	1,44±0,03	1,28±0,03	1,51±0,04
Накопичення мальтози, %	–	0,99±0,02	–	0,72±0,02
Зброджування мальтози, %	1,13±0,02	–	0,92±0,02	–

Досліджували активність протеолітичних ферментів в суміші «Гармонія» порівняно з борошном пшеничним другого сорту методом дії водної витяжки протеолітичних ферментів на «чужий субстрат» (10%-й розчин яєчного білка) [3]. Активність протеїназу характеризували за накопиченням вільних амінокислот за 1 год експозиції. Кількість азоту амінокислот визначали методом формольного титрування. Встановлено (табл. 4), що протеолітичні ферменти в суміші на 60 % менш активні, ніж у борошні II сорту. Це має бути враховано під час розроблення технології хлібобулочних виробів з використанням суміші «Гармонія».

Таблиця 4 – Характеристика активності протеолітичних ферментів у борошні II сорту та суміші «Гармонія»

Показник	Борошно пшеничне II сорту	Суміш «Гармонія»
Кількість азоту вільних амінокислот, мг /100г білка	350±53	166±26

Висновки

1. Борошняно-зернова суміш «Гармонія», що складається з 11 компонентів, має на (36...40) % більшу водопоглинальну здатність, ніж борошно II сорту, що пояснюється високою водопоглинальною здатністю її складових.
2. Швидкість адсорбції вологи пшеничним борошном і сумішшю «Гармонія» у діапазоні активності води від 0 до 0,7 приблизно однакова, тому можна рекомендувати окрему попередню гідратацію суміші та борошна перед замісом тіста.
3. Суміш «Гармонія» має нижчу активність технологічно важливих ферментів, порівняно з борошном другого сорту: α -амілази – на (31...42) %, β -амілази – на (60...65) %, протеолітичних ферментів – на (55...60) %. Це необхідно враховувати під час розроблення технології хліба з використанням суміші «Гармонія».

Література

1. Арсеньєва Л.Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами. Дисертація на здоб. наук. степ. д.т.н./ Наук. консультанти: В.І. Дробот, В.Н. Корзун - К.:2007. – 300 с. НУХТ
2. Арсеньєва Л.Ю., Арсінєнко Н.О., Бондар Н.П. Розроблення композитних сумішей для хлібобулочних виробів зі збалансованим хімічним складом //Вісник Харків. НТУСГ ім. П.Василенка. -2008. - Вип.74. - с. 103-111.
3. Ройтер И.М., Демчук А.П., Дробот В.И., Новые методы контроля хлебопекарного производства – К.: «Техника», 1977. – 192 с.