

¹Інститут продовольчих ресурсів НААН України²Національний університет харчових технологій

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ВІВСЯНИХ ТА ГРЕЧАНИХ ПЛАСТИВЦІВ У ХЛІБОПЕЧЕННІ

Досліджено хімічний склад, фізико-хімічні та технологічні властивості суцільнозмеленого пшеничного борошна, вівсяних, гречаних пластівців та їх сумішей. Визначено вплив пластівців на структурно-механічні властивості тіста, технологічний процес та якість хліба. Проаналізовано зміни в білково-протеїназному та вуглеводно-амілазному комплексах суцільнозмеленого пшеничного борошна з додаванням вівсяних та гречаних пластівців.

Ключові слова: суцільнозмелене борошно, вівсяні та гречані пластівці, якість хліба, білково-протеїназний та вуглеводно-амілазний комплекси.

Вступ. Епідеміологічні дослідження виявили, що вживання продуктів з цільного зерна захищає організм людини від онкологічних, серцево-судинних захворювань, діабету та ожиріння. Продукти переробки цільного зерна є концентрованими джерелами харчових волокон, резистентного крохмалю, олігоцукрів, вони містять антиоксиданти, в т. ч. вітаміни, мікроелементи та фенольні сполуки, ефективність яких доведена у профілактиці захворювань. Продукти з цільного зерна мають знижений глікемічний індекс та містять інші сполуки такі як фітати, фітостерини, фітоестрогени, лігнани, токоли, інозити, бетаїн, рослинні станоли та стерини, що захищають від хронічних захворювань [1].

Споживання хліба з суцільнозмеленого пшеничного борошна, збагаченого продуктами переробки круп'яних культур, є найпростішим способом профілактики зазначених вище захворювань, спричинених порушенням обміну речовин.

Серед продуктів переробки круп'яних культур в хлібопеченні використовують в основному борошно та пластівці. Сучасні технології їх виготовлення забезпечують максимальне збереження біологічно-активних речовин вихідної сировини. Однак, тонке подрібнення зерна в борошно, може відобразитися на збереженні вітамінів і мінеральних речовин. Під час зберігання борошна вітаміни групи В схильні до руйнування під впливом повітря і світла. Вітаміни А, D і фолієва кислота нестійкі до дії кисню, світла і тепла [2, 3]. Оскільки ферменти у великій кількості переходять в борошно з висівками і зародком, ліпіди в такому борошні більш податливі до ферментативної деградації. Як наслідок, руйнування ліпідів, призводить до втрати каротиноїдів і вітаміну Е [4].

На відміну від борошна, пластівці круп'яних культур не піддаються подрібненню і їх питома площа порівняно невелика. Більшість нутрієнтів знаходяться у внутрішніх шарах пластівців і, відповідно, захищені від впливу зовнішнього середовища. Тому, останнім часом, широкого застосування в хлібопеченні набули саме пластівці круп'яних культур. Серед продуктів переробки круп'яних культур, завдяки їх унікальному хімічному складу, особливої уваги заслуговують вівсяні та гречані пластівці.

Мета та задачі досліджень. Відомо, що додавання нетрадиційної сировини погіршує показники якості готових хлібобулочних виробів. Метою наших досліджень є вивчення показників технологічного процесу і якості хліба з пшеничного борошна та пластівців та впливу вмісту пластівців в борошняних сумішах на перебіг основних процесів в тісті.

Матеріали та методи досліджень. Під час проведення досліджень використовували борошно «Здоров'я» з суцільнозмеленого зерна пшениці ТМ «Мак-Вар», яке відповідає вимогам ГСТУ 46.004-99 на борошно пшеничне обойне; гречані пластівці ТМ «Сквирянка», що відповідають ТУ У 46.22.007 – 94; вівсяні пластівці ТМ «Добродія», що відповідають ТУ У 15.6-00952737-005-2001.

Під час дослідження хімічного складу борошна та пластівців вміст основних речовин, які характеризують харчову цінність визначали: масову частку білкових речовин - методом Кь'ельдаля, жиру - методом Сокслета, крохмалю - методом Еверса, цукрів - йодометричним методом, харчових волокон за ГОСТ Р 54014 – 2010, клітковини і пентозанів - методами, описаними в [5], зольність - згідно з ГОСТ 27494-87.

Борошно пшеничне аналізували за загальноприйнятими методиками: масову частку вологи - згідно з ГОСТ 9404-88, кислотність - згідно з ГОСТ 27493-87. Кислотність пластівців визначали за ГОСТ 26312.6-84, вологість – за ГОСТ 26312.7-84. Масову частку клейковини та її якість визначали згідно з ДСТУ ISO 21415-1:2009, газоутворювальну здатність - волюмометричним методом на приладі АГ-1М [6], газоутримувальну здатність - спостерігаючи за зміною об'єму зразків тіста в мірних циліндрах, при температурі 30°C, відносній вологості повітря в термостаті 75%, від початку бродіння і до моменту опадання тіста, автолітичну активність - відповідно до ДСТУ ISO 3093:2009, цукроутворювальну здатність – йодометричним методом [6]. Водопоглинальну здатність борошна визначали на фаринографі фірми «Брабендер» за ДСТУ 4111.1-2002, водопоглинальну здатність та набухливість пластівців за методикою, розробленою в Білоруському філіалі в ВНДМІ, описаними в [7, 8]. Зміну структурно-механічних

властивості тіста з сумішшю визначали за фаринографом, амілографом та методом распливання кульки тіста, спостерігаючи за зміною його діаметру в процесі ферментації при температурі 30°C, протягом 180 хв.

Для аналізу споживчих властивостей готових виробів було проведено лабораторне випікання досліджуваних зразків. Хліб випікали з сумішшю борошна з пластівцями безопарним способом. Тісто замішували за рецептурою: борошно (контроль) або суміш – 100,0 кг, пресовані дріжджі – 3,0 кг, сіль – 1,5 кг, вода – за розрахунком. Заміс проводили за допомогою лабораторної тістомісильної машини марки ЛТ-900. Час бродіння становив 210 хв за температури 28°C і відносної вологості в термостаті 80 %. Обминання проводили через 120 хв після замісу. Після бродіння тісто піддавали поділу і формуванню. Сформовані тістові заготовки вистоявали за температури 35-40°C. Випікання хліба проводили в лабораторній печі марки ЕШ-3 за температури 200 - 210°C протягом 30-35 хв.

Об'єм хліба визначали за допомогою приладу марки ОХЛ. Формостійкість (відношення висоти подового хліба (Н), до його діаметра (D)) вимірювали на приладі ИФК. Фізико-хімічні показники якості готових виробів (вологість, кислотність, пористість) визначали за ДСТУ 7045:2009.

Результати досліджень та їх обговорення. Фізико-хімічні показники пластівців та пшеничного борошна суттєво відрізняється (табл. 1). Разом з пластівцями до тіста надходять їх складові, які впливають на фізико-хімічні, колоїдні та біохімічні процеси пшеничного тіста. І, чим більше їх вноситься до тіста, тим виразніше помітні зміни показників технологічного процесу та якості хліба.

Таблиця 1. Хімічний склад, фізико-хімічні та технологічні властивості суцільнозмеленого пшеничного борошна та круп'яних пластівців (% на СР)

Показники	Суцільнозмелене пшеничне борошно	Пластівці	
		вівсяні	гречані
Білки, г	13,67	15,48	16,52
Жири, г	2,01	8,78	2,43
Вуглеводи, г, в т.ч.	81,73	69,12	76,61
крохмаль	62,98	49,23	53,75
цукри	3,94	4,08	5,76
харчові волокна	12,61	14,62	15,86
клітковина	3,3	8,52	9,73
пентозани	4,81	3,72	5,61
Зола	1,62	3,11	2,32
Вологість, %	12,2	10,6	11,8
Кислотність, град	4,2	5,6	6,8
Набухливість, %	—	195	305
Водопоглинальна здатність, %	65	209	316
Автолітична активність за числом падіння, с	311	20	22
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози / 10,0 г борошна	13,67	15,48	16,52

З метою з'ясування впливу пластівців на технологічний процес та якість виробів готували суміші з суцільнозмеленого пшеничного борошна з заміною його 10, 15, 20 % пластівцями. Контролем був зразок з суцільнозмеленого борошна без додавання пластівців.

Встановлено, що додавання круп'яних культур призвело до погіршення питомого об'єму та пористості, і тим більше чим більша частка борошна замінена пластівцями.

Таблиця 2. Показники технологічного процесу та якості готових виробів з суцільнозмеленого пшеничного борошна та круп'яних пластівців.

Показники	Контроль	Внесено пластівців, %, замість маси борошна					
		вівсяних			гречаних		
		10	15	20	10	15	20
Тісто							
Вміст сирої клейковини,%	23,8	21,9	20,9	19,2	21,1	20,3	19,1
Масова частка вологи, %	45,0	46,0	46,3	46,5	46,6	46,9	47,0
Кислотність, град.	початкова	3,2	3,2	3,4	3,6	3,4	3,6
	кінцева	4,2	4,4	4,6	4,8	4,6	4,8
Тривалість вистоювання, хв	70	68	65	60	65	62	58
Хліб							
Питомий об'єм, см ³ /г	2,61	2,55	2,43	2,31	2,45	2,38	2,22
Кислотність, град	3,6	3,8	4,0	4,2	4,0	4,2	4,4
Пористість, %	72	70	69	65	68	66	62
Формостійкість подового хліба, Н/D	0,34	0,37	0,42	0,44	0,36	0,38	0,39

Аналіз отриманих даних (табл. 2) показав, що збільшення частки заміни борошна пластівцями призводить до зростання початкової кислотності на 0,2 – 0,6 град внаслідок більш високої, ніж борошно,

кислотності пластівців та кінцевої на 0,2 – 0,8 град, що, очевидно, пов'язано з підвищенням інтенсивності бродіння в тісті з пластівцями. Про це свідчить скорочення тривалості вистоювання тістових заготовок з суміші пшеничного борошна і вівсяних пластівців на 2 – 10 хв, гречаних пластівців – на 5 – 12 хв.

При заміні 10 – 15 % пшеничного борошна вівсяними пластівцями питомий об'єм і пористість хліба знижується на 2,3 – 11,5 % та 2,8 – 10 % відповідно, а при заміні гречаними пластівцями – на 6,2 – 15 % та 2,8 – 9,8 % відповідно. Збільшення дозування як вівсяних так і гречаних пластівців до 20 % призводить до значного зниження якості хліба.

Формостійкість хліба покращується завдяки внесенню з пластівцями підвищеної кількості харчових волокон та пентозанів, які володіють високою водопоглинальною та водоутримувальною здатністю. Кислотність м'якушки досліджуваних виробів вища за контроль, що пояснюється більш високою кислотністю пластівців.

Проте, слід відмітити, що якість виробів з композицій з гречаними пластівцями була нижчою, ніж з вівсяними пластівцями, в середньому за питомим об'ємом на 6,6 %, пористістю – 4,9 %. Більш низькі показники питомого об'єму та пористості зразків хліба з гречаними пластівцями, порівняно з вівсяними, можна пояснити специфікою їх набухання. Вівсяні пластівці вбираючи воду перетворюються в однорідну суміш, і в тісті їх дрібні частинки рівномірно розподіляються по всій масі. Гречані пластівці набухаючи не втрачають форму і в тісті знаходяться у вигляді включень. В процесі бродіння та вистоювання набухлі гречані пластівці вбудовуються в клейковинний каркас тим самим руйнуючи його цілісність.

Для з'ясування причин негативного впливу пластівців на якість готових виробів нами було досліджено структурно-механічні властивості тіста.

Таблиця 3. Кількість та якість клейковини з сумішей суцільнозмеленого пшеничного борошна та круп'яних пластівців

Назва показників	Контроль	Внесено пластівців замість маси борошна, %					
		вівсяних			гречаних		
		10	15	20	10	15	20
Вміст сирової клейковини, %	24,5	22,2	21,1	20,2	21,9	20,9	19,6
Пружність, од. пр. ІДК-2	70	65	64	61	69	68	66
Гідратаційна здатність, %	174	170	169	167	172	170	168
Розтяжність, см	14,5	14,0	13,0	12,0	14,2	13,5	12,5
Еластичність	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша	Хороша

Встановлено (табл. 3), що додавання пластівців до борошна призводить до зменшення кількості клейковини, її пружності та розтяжності у всіх зразках сумішей. Це призводить до зменшення газоутримувальної здатності, що позначається на об'ємі хліба.

Дані, отримані за допомогою фаринографа, показали, що додавання пластівців призводить до зростання водопоглинальної здатності тіста у всіх зразках.

Збільшення водопоглинальної здатності пояснюється тим, що білок гречки володіє більш високою водоутримуючою здатністю ніж клейковина пшениці, структурою крохмальних зерен гречки та високим вмістом некрохмальних поліцукрів. Овес містить велику кількість слизеутворюючого полісахариду – ліхеніну, який активно набухає та утримує велику кількість вологи. Овес, як і гречка, містить пентозани та харчові волокна, що володіють високими водопоглинальними властивостями. Тісто з пластівцями більше розріджується внаслідок збільшення в ньому рідкої фази.

Таблиця 4. Структурно-механічні властивості тіста з суміші суцільнозмеленого пшеничного борошна та круп'яних пластівців за фаринографом.

Показники	Контроль	Суміш, що містить пластівців, %					
		вівсяних			гречаних		
		10	15	20	10	15	20
Водопоглинальна здатність, %	65,0	68,0	70,0	71,4	68,8	71,2	71,6
Час утворення тіста, хв	6,0	7,0	7,5	8,0	10,0	11,0	12,5
Стійкість, хв.	1,0	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5
Розрідження, од. приладу	85,0	95	110	120	90,0	105	115
Еластичність, од. приладу	130	110	90	80	100	80	70

Результати визначення питомого об'єму тіста з пластівцями (рис. 1) підтвердили зниження газоутримувальної здатності тіста, що цілком корелює з результатами попередніх лабораторних випікань та аналізу кількості та якості клейковини в сумішах з пластівцями.

Додавання круп'яних культур покращило формоутримувальну здатність всіх зразків тіста (рис. 2), яку визначали за ступенем розпливання кульки тіста, що також можна пояснити високими сорбційними властивостями компонентів гречки та вівса.

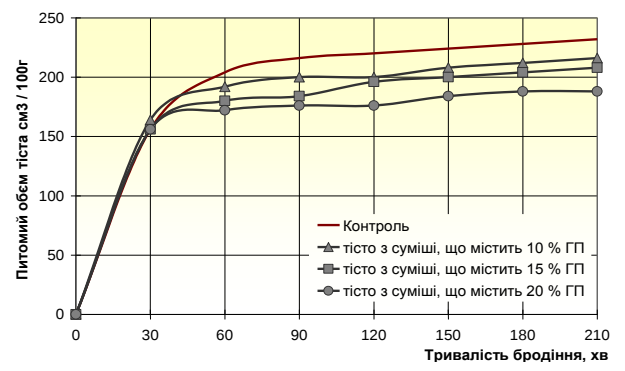
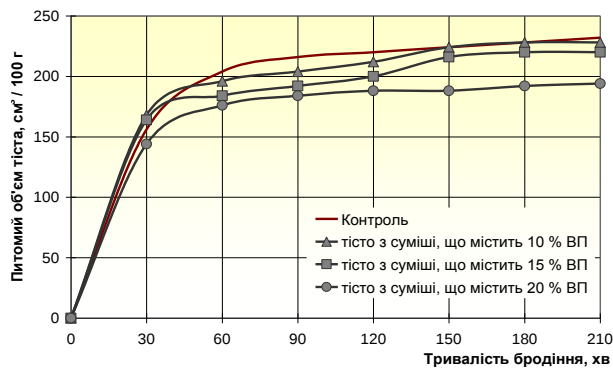


Рис. 1. Питомий об'єм тіста з сумішшю суцільнозмеленого пшеничного борошна з вівсяними (ВП) та гречаними (ГП) пластівцями.

Встановлено, що всі зразки тіста з пластівцями мають більш високий показник газотворення (рис. 3), порівняно з контролем. Це може бути пояснено технологією виготовлення пластівців, за якою застосовується гідротермічна обробка, що сприяє інтенсифікації ферментативного гідролізу їх полімерів і збільшенню кількості поживних речовин для дріжджів.

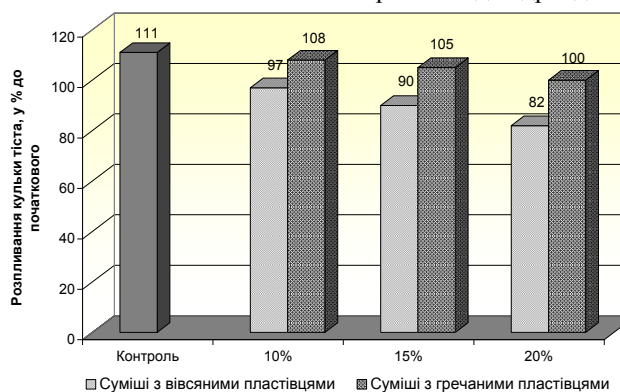


Рис. 2 Розпльованість кульки тіста з сумішшю

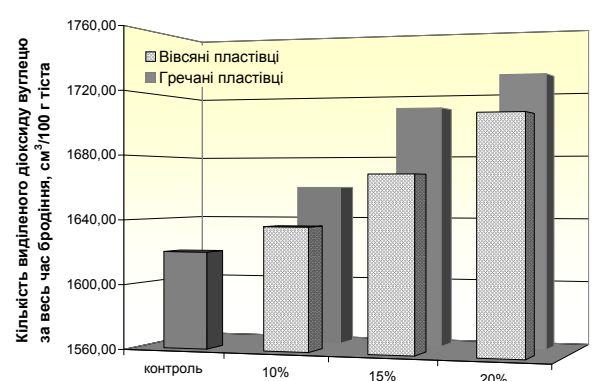


Рис. 3. Питомий об'єм тіста з сумішшю з гречаними та вівсяними пластівцями

За даними графіку динаміки газотворення (рис. 4) можна простежити, що всі зразки досягли першого піку через 60 хв від початку бродіння. Це свідчить про достатній вміст моно- та дисукрів в сумішах з пластівцями на основі пшеничного борошна.

Другий пік газотворення в тісті з пластівцями досягається на 15 – 30 хв пізніше, тобто після того як пластівці набухнуть та їх складові стануть доступними до дії амілаз борошна.

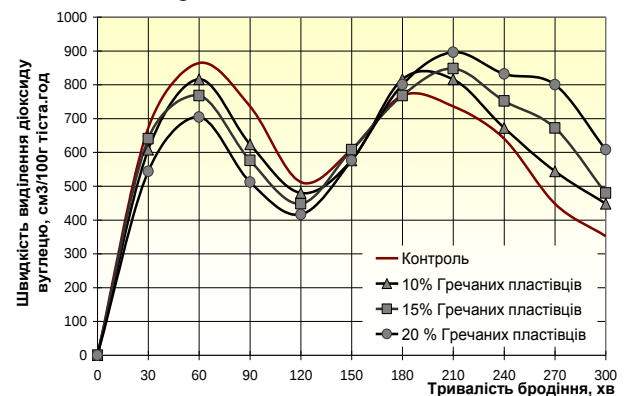
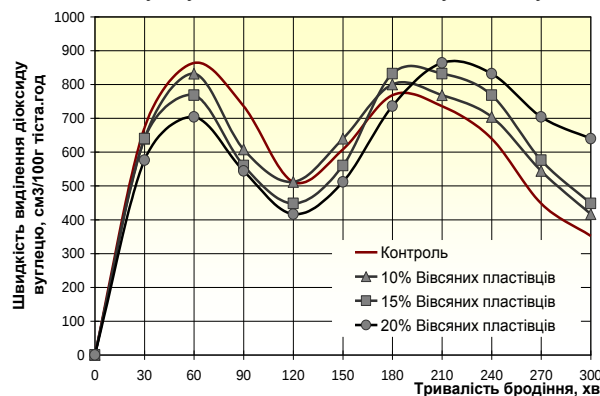


Рис. 4 Динаміка газотворення тіста з сумішшю суцільнозмеленого пшеничного борошна з вівсяними (ВП) та гречаними (ГП) пластівцями.

Формування стану м'якушки хліба в значній мірі залежить від здатності крохмальних зерен набухати і клейстеризуватись під час випікання. Про вплив додання круп'яної сировини на процес клейстеризації крохмалю судили по величині максимальної в'язкості суспензії за амілографом.

Встановлено, що клейстеризація крохмальної суспензії з пластівцями відбувалась при більш низькій температурі. Ця суспензія мала більш високу в'язкість ніж в'язкість контрольної зразки. Це є наслідком того, що пластівці мають меншу дисперсність і меншу питому поверхню ніж борошно. Тому, крохмаль пластівців менше піддається амілолізу і клейстеризована суспензія не розріджується. Це має позитивно впливати на стан і структуру м'якушки.

Таблиця 5. Показники амілограм сумішей суцільнозмеленого пшеничного борошна та пластівців

Показники	Контроль	Суміш, що містить пластівців, %					
		вівсяних			гречаних		
		10	15	20	10	15	20
Максимальна в'язкість суспензії, од. пр.	305	535	620	640	385	415	435
Температура початку клейстеризації, °C	52,0	50,5	49,0	48,3	48,3	47,6	47,0
Час до початку клейстеризації, хв	5,0	5,0	4,0	3,5	5,0	4,5	4,0

Висновки. Основною причиною зниження показників якості готових виробів є особливості вуглеводно-амілазного та білково-протеїнажного комплексів суцільнозмеленого пшеничного борошна та вівсяних і гречаних пластівців, що потребує застосування певних технологічних заходів направлених на покращення якості продукції.

Література:

1. Gani A. Whole-Grain Cereal Bioactive Compounds and Their Health Benefits: A Review / A. Gani, SM Wani, FA Masoodi, G Hameed // J Food Process Technol. – 2012. – 3:146. doi:10.4172/2157-7110.1000146
2. Fortification Basics: Maize Flour/M Meal. Roche/USAID. Roche/USAID. IDPAS#1155
3. Aubert C. «Farine fraîche et moulins familiaux» / C. Aubert // Les quatre saisons du jardinag – 1989. – 56
4. Galliard, T. Enzymic Degradation of Cereal Lipids (In: Lipids in Cereal Technology) / T. Galliard // edited by Barnes, PJ. London: Academic Press, 1983: 111-148.
5. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств : учеб. для студ. вузов / [А.А. Виноградова, Г.М.Мелькина, Л.А. Фомичева и др.] ; под ред. Л. П. Ковальской. - М. : Агропромиздат, 1991. - 335 с.
6. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва : навч. посіб. / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, О.А. Білик та ін.] ; за ред. В.І. Дробот. - К. : Центр навчальної літератури, 2006. - 341 с.
7. Стабровская О.И., Морозова Е.В., Короткова О.Г., Романов А.С. Исследование влияния пшеничных хлопьев на качество хлеба из многокомпонентных смесей / Техника и технология пищевых производств. 2010. № 2. – с. 26 – 29
8. Шуляк Т. Л. Использование пшеничных зародышевых хлопьев в производстве молочных продуктов / Т. Л. Шуляк, Н. Ф. Коротченко, А. А. Стриханова // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы VIII Международной научно-практической конференции (8-9 октября 2009 г.) / Национальная академия наук Беларуси, РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию". - Минск, 2009. - С. 366-373