

ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНА, ТІСТА ТА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ГОТОВИХ ВИРОБІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ЗАВАРНИХ ПРЯНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ «МАГНЕТОФУД»

Цихановська І. В.

1. Вступ

Кондитерська промисловість – це галузь, яка швидко розвивається та вимагає великої кількості ресурсів, в тому числі і різноманітності сировини, для можливості розширення асортименту продукції з урахуванням побажань споживача. Важливо дослідження нових видів сировини та харчових добавок-поліпшувачів, які надають нові функціонально-технологічні властивості кондитерським виробам. Ці харчові інгредієнти мають хімічний склад, структурні компоненти, що можуть активізувати технологічний процес виробництва, і економити сировину, а також покращувати харчову цінність, якісні показники та терміни зберігання готової продукції. А це є актуальною проблемою сьогодні [1, 2].

У зв'язку з цим представляється інтерес пошук нових технологічних рішень і технологічних прийомів для підвищення споживчих властивостей борошняної кондитерської продукції. В останні роки в технологіях борошняних кондитерських виробів відзначається тенденція розробки і впровадження виробництва кондитерської продукції з використанням різноманітних харчових добавок – поліпшувачів. Все це дозволяє створити цілий ряд нових вдосконалених технологій і продуктів, значно розширити їх асортимент, подовжити терміни зберігання [2, 3].

Тому актуальним є введення в рецептурний склад харчової добавки «Магнетофуд» комплексної дії для формування нових функціонально-технологічних властивостей борошняних кондитерських виробів, зокрема, пряників заварних з суміші борошна пшеничного та житнього. «Магнетофуд» – ультратонкий порошок з розміром частинок (70...80) нм та з великою питомою поверхнею, високою активністю та специфічними властивостями: відновними, антиоксидантними, бактеріостатичними, сорбційними, комплексоутворюючими, емульгуючими, вологоутримуючими, жирутримуючими, вологозв'язуючими. А також є додатковим джерелом легкозасвоюваного заліза (II) [4–6].

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є технологія заварних пряників з суміші житнього та пшеничного борошна з використанням харчової добавки «Магнетофуд». Для удосконалення технології та отримання якісної продукції з подовженим терміном збереження свіжості використовують різні технологічні прийоми, у тому числі

введення харчових добавок-поліпшувачів комплексної дії. Перспективними поліпшувачами харчових систем (зокрема, борошняних кондитерських мас) є нанодобавки, котрим притаманний широкий спектр функціонально-технологічних властивостей, в силу специфічності їх фізико-хімічних характеристик через внаслідок наномасштабного розміру і квантово-механічних ефектів.

Це зумовлює необхідність проведення комплексних досліджень: функціонально-технологічних, фізико-хімічних, структурно-механічних властивостей борошна, тістових мас і показників якості й безпечності готових виробів.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є формування функціонально-технологічних властивостей борошна, тіста та показників якості готових виробів у технології заварних пряників з використанням харчової добавки «Магнетофуд».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Дослідити вплив харчової добавки «Магнетофуд» на функціонально-технологічні властивості житньо-пшеничного борошна та функціонально-технологічні, фізико-хімічні та структурно-механічні характеристики пряникового тіста.

2. Дослідити вплив харчової добавки «Магнетофуд» на показники якості та безпечності готових пряникових виробів, у тому числі здатність пряників до черствіння та сорбційні характеристики.

3. Встановити раціональну кількість харчової добавки «Магнетофуд» та розробити рецептуру пряників заварних з суміші борошна пшеничного та житнього з внесенням добавки «Магнетофуд».

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Нині в практиці борошняного кондитерського виробництва використовують різноманітні харчові добавки-поліпшувачі [4, 5] для:

– розширення асортименту та поліпшення якості борошняних кондитерських виробів [1, 2];

– регулювання параметрів технологічних процесів [3].

Для поліпшення технологічних показників і подовження термінів збереження свіжості борошняних кондитерських виробів використовуються спеціальні групи харчових добавок: вітамінно-мінеральні премікси, вітаміни – антиоксиданти, харчові волокна, мікронутрієнтні добавки захисної дії [6, 7]. Недоліком цих добавок є вузька спрямованість дії.

У виробництві борошняних кондитерських виробів широко використовуються різноманітні біодобавки з рослинної сировини (женьшень, топінамбур, обліпіха та ін.). Вони покращують споживчі властивості готових виробів та сприяють збільшенню вологоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас [8, 9]. Недоліками цих добавок є низька функціональність щодо текстури і фізико-хімічних властивостей готових виробів.

Наразі широке поширення отримали різноманітні полісахаридні добавки,

одержані з натуральних інгредієнтів: цитрусові волокна; гідроколоїди рослинного походження, ефіри целюлози [10, 11]. Цитрусові волокна – джерело корисної для здоров'я клітковини. Зміст харчових волокон в них становить від 88 % до 93 %, в тому числі розчинних – близько 20 % [3, 12]. Завдяки таким добавкам стало можливим створення низькокалорійних продуктів, що зберігають структурно-механічні та органолептичні характеристики традиційних аналогів. Однак, вони не забезпечують достатню пористість печива. Гідроколоїди: бананові і яблучні порошки; обліпиховий шрот; гуарова і ксантанова камеді [3, 11]; полідекстроза – полісахарид, що складається з полімерів глюкози з низькою молекулярною вагою [3, 10]. Гідроколоїди використовують для надання бажаної в'язкості або консистенції, а також для стабілізації харчових дисперсних систем (емульсій, суспензій). Багато гідроколоїдів, наприклад, гуарова і ксантанова камеді, відносяться до розчинних харчових волокон. І є функціонально-технологічними інгредієнтами, які сприяють покращенню водоутримуючої здатності й показників якості. Але їх вплив на технологічні властивості тістових кондитерських мас і готових виробів недостатній.

З метою покращення реологічних властивостей борошняних кондитерських мас та підвищення водопоглинаючої здатності борошна використовують натуральні порошкоподібні компоненти, отримані з молочних і яєчних продуктів [9, 13]. Їх недолік – відсутність поліфункціональності.

Останнім часом в виробництвах борошняних кондитерських виробів знайшли застосування різноманітні харчові добавки, отримані з продуктів вторинної переробки:

- шкіри, копита, пір'я [14];
- субпродукти [15];
- насіння, висівки [16];
- сироватка [17] та ін.

Однак, ці біодобавки характеризуються вузькою спрямованістю та не проявляють комплексної дії.

З метою поліпшення водоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас та готових виробів використовуються біодобавки на основі пшениці [18]. Однак вихід і структурно-механічні показники готових виробів не покращуються.

Для підвищення водопоглинаючої здатності борошна та водоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас у кондитерських виробництвах запропоновані також біодобавки різного походження: соя, нут [19]; ензими, мікроводорості та ін. [20]. Однак, ці добавки мають недостатню функціональність щодо пористості і формостійкості готових виробів.

В кондитерському виробництві в останні роки для підвищення водоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас використовують сполуки рослинного походження, що містять феноли [21]. Їх недоліки – недостатній вихід і термін зберігання готових виробів.

Таким чином, аналіз літературних джерел показує відсутність даних про використання нанопорошкових інгредієнтів у технологіях борошняних

кондитерських виробів. Для поліпшення якості, подовження термінів зберігання, створення нових функціонально-технологічних властивостей борошняних кондитерських виробів може бути запропонована харчова добавка «Магнетофуд». У харчових системах «Магнетофуд» проявляє водоутримуючу, жирутримуючу, жироемульгуючу та стабілізуючу здатність [22, 23]. Таким чином, значний функціонально-технологічний потенціал наночастинок «Магнетофуд» дозволяє рекомендувати цю харчову добавку в якості покращувача харчових систем в борошняних кондитерських виробках.

5. Методи досліджень

В роботі досліджували вплив харчової добавки «Магнетофуд» на функціонально-технологічні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості борошна, тіста та показники якості готових виробів. Предмети досліджень – дослідні зразки заварних пряників, виготовлені за традиційною рецептурою пряників «Ленінградських» (контроль – *зразок 1*) [24], – табл. 1.

Таблиця 1

Зведена рецептура пряників «Ленінградських»

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на напівфабрикат на 1 т готової продукції (без матеріалів для упаковки), кг	
		В натурі	У сухих речовинах
Борошно пшеничне 1 гат.	85,50	413,36	353,42
Борошно житнє сіяне	85,50	95,71	81,83
Цукор-пісок	99,85	230,89	230,54
Мед натуральний	78,00	221,95	173,12
Маргарин	84,00	56,00	47,04
Меланж	27,00	11,70	3,16
Сода харчова	85,00	1,54	0,77
Вуглекислий амоній	–	7,28	–
Какао-порошок	95,00	11,19	10,63
Кориця	100,00	3,05	3,05
Паленка	78,00	10,18	7,94
Всього	–	1068,97	917,62

Для розробки системи з необхідними показниками якості були обрані масові частки добавки «Магнетофуд» – 0,10 % (*зразок 2*), 0,15 % (*зразок 3*) і 0,20 % (*зразок 4*) від маси рецептурної суміші.

У процесі виконання експериментальних робіт використовувалися стандартні та загально прийняті методи дослідження:

– вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ) борошна і борошняних сумішей визначали методом Ямазакі [25];

– набухаючу здатність (НЗ) – щодо зміни об'єму (до і після набухання) заданої маси борошна; водопоглинальну здатність (ВПЗ) і реологічні властивості на фарінографі Брабендера (Німеччина) згідно ДСТУ 4111.1-2002 (ISO 5530-1:1997.MOD) [26];

– водоутримуючу (ВУЗ) та жирутримуючу здатність (ЖУЗ) центрифугуванням;

– вологість напівфабрикатів для заварних пряників і готової продукції визначали прискореним гравіметричним методом згідно ДСТУ 4910:2008 [27].

– дослідження адгезійної міцності тіста засновано на способі рівномірного відриву [28];

– реологічні властивості тіста визначали на ротаційному віскозиметрі Воларовічем РВ-8 (Росія) відповідно до методики, наведеної в [26];

– визначення міцностних властивостей дослідних зразків тіста проводили на пенетрометрі АР-4/1 (Росія) методом занурення конуса, з кутом розкриття конуса 30° і 60° за стандартною методикою [28];

– визначення твердості пряників вироблялося методом вдавлення штампу [29, 30];

– лужність визначали титруванням з індикатором згідно ДСТУ 5024:2008;

– намоцувальність, крошливість та разжевиваємість визначали згідно ДСТУ 5023:2008 та [29, 30];

– масу випечених виробів визначали відповідно до ДСТУ EN 45501:2007, упік – згідно [25, 26].

Перелік мікробіологічних показників, за якими проводили контроль якості зразків заварних пряників, встановлювали, керуючись вимогами ГОСТ 10444.12-88, ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 26668-85, ГОСТ 26669-85, ГОСТ 26670-91, ГОСТ 27543-87, ДСТУ ISO 9308-1:2005. Мікробіологічний аналіз зразків пряників проводився виходячи з нормативів СанПіН 42-123-4940-88. Для органолептичної оцінки виробів була застосована 5-ти бальна шкала ДСТУ 4683:2006.

6. Результати досліджень

З метою обґрунтування раціональної масової частки харчової добавки «Магнетофуд» в заварних пряниках були оцінені функціонально-технологічні характеристики житньо-пшеничного борошна, фізико-хімічні та реологічні властивості виготовленого з нього пряникового тіста й показники якості готових виробів.

Досліджували водоутримуючу здатність (ВУЗ), жирутримуючу здатність (ЖУЗ), вологозв'язуючу здатність (ВЗЗ), водопоглинальну здатність (ВПЗ), набухаючу здатність (НЗ) дослідних зразків житньо-пшеничних борошна і реологічні властивості тіста, виготовленого з нього.

У табл. 2 наведено функціонально-технологічні показники дослідних зразків житньо-пшеничного борошна та виготовленого з нього тіста з різним вмістом харчової добавки «Магнетофуд».

Таблиця 2

Функціонально-технологічні показники дослідних зразків
житньо-пшеничного борошна та тіста

Найменування показника	Дослідні зразки житне-пшеничного борошна			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
ВЗЗ, %	232±1	250±1	256±1	254±1
ЖУЗ, %	82,0±0,8	89,0±0,8	92,0±0,8	91,0±0,8
НЗ, см ³ /г	2,65±0,02	4,18±0,02	4,25±0,02	4,21±0,02
ВПЗ, %	67,0±0,2	73,0±0,2	73,8±0,2	73,6±0,2
ВУЗ, %	87,0±0,9	100,0±0,9	104,0±0,9	102,0±0,9
Час утворення тіста, τ-60 с	6,0±0,2	4,6±0,2	4,4±0,2	4,2±0,2
Стійкість тіста, τ-60 с	7,9±0,1	8,5±0,1	8,7±0,1	8,6±0,1
Ступінь розрідження тіста, одиниць фарінографа	70±2	49±2	45±2	47±2

Як видно з табл. 2 внесення добавки «Магнетофуд» у кількості 0,10 %, 0,15 %, 0,20 % до маси рецептурної суміші у порівнянні з контролем (зразок 1) збільшує:

- ВЗЗ – на (21±1) %;
- ЖУЗ – на (8,8±0,8) %;
- НЗ – на (1,56±0,02) см³/г;
- ВПЗ – на (6,6±0,2) %;
- ВУЗ – на (15,0±0,9) %;
- стійкість тіста – на (0,7±0,1)·60 с.

Це пояснюється структуроутворюючою здатністю наночастинок «Магнетофуд», що сприяє кращому зв'язуванню води і жиру та більш міцному утриманню вологи і жиру в структурі продукту. З даних табл. 2 також слід, що у порівнянні з контролем зменшується час утворення тіста на (1,6±0,2)·60 с та ступінь розрідження тіста – на (23±2) од. ф. Це пов'язано зі координаційною та електростатичною дією наночастинок «Магнетофуд».

Кращий ефект відзначається при кількості добавки «Магнетофуд» 0,15 % від маси рецептурної суміші.

Результати досліджень фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей дослідних зразків пряникового тіста з різною кількістю добавки «Магнетофуд» наведені в табл. 3.

З даних табл. 3 видно, що введення добавки «Магнетофуд» у кількості 0,10 %, 0,15 %, 0,20 % до маси рецептурної суміші:

- зменшує час утворення тіста на (1,8±0,2)·60 с;
- підвищує вологість на (1,3±0,2) %;
- зменшує густину тіста на (0,7±0,1) г/см³ у порівнянні з контролем (зразок 1).

Це пов'язано з «кластерофільністю» наночастинок «Магнетофуд». Також, підвищує: граничне напруження зсуву на (23±2) Па; пластичну в'язкість на (2,2±0,4) кПа·с у порівнянні з контролем. Тобто, введення добавки «Магнетофуд» призводить до позитивних змін реологічних властивостей тіста, що виражається в

зменшенні величини опору дослідних зразків тіста деформуючому навантаженню, тобто збільшенню пластичності пропорційно масовій частці добавки «Магнетофуд». Також, зі збільшенням масової частки добавки «Магнетофуд» знижується адгезійна міцність в порівнянні з контролем на $(14,8 \pm 0,1) \%$ при внесенні $0,1 \%$ «Магнетофуд», на $(25,9 \pm 0,1) \%$ – $0,15 \%$ «Магнетофуд» і на $(22,2 \pm 0,1) \%$ – $0,2 \%$ «Магнетофуд». Це пояснюється водоутримуючою здатністю наночастинок добавки.

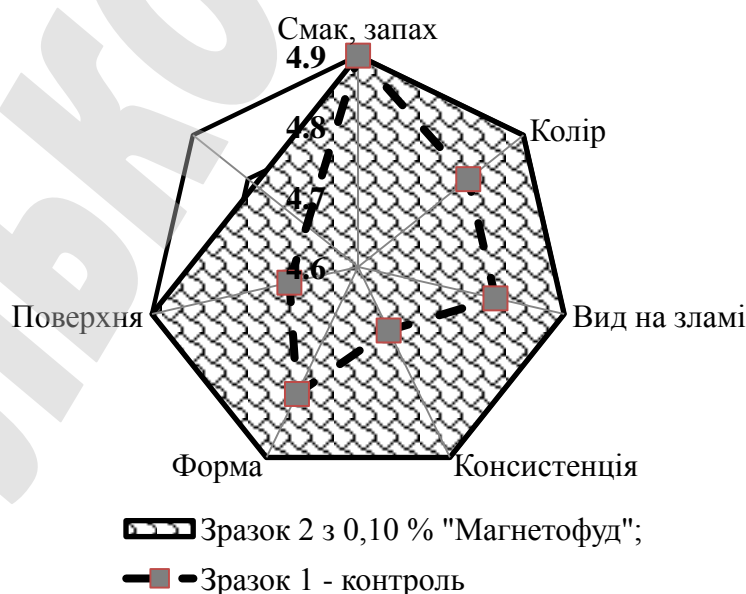
Таблиця 3

Фізико-хімічні та структурно-механічні властивості пряникового тіста з різними масовими частками харчової добавки «Магнетофуд»

Найменування показника	Дослідні зразки пряникового тіста			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Масова частка вологі, %	$24,3 \pm 0,2$	$25,5 \pm 0,2$	$25,7 \pm 0,2$	$25,6 \pm 0,2$
Густина, г/см^3	$1,29 \pm 0,1$	$1,23 \pm 0,1$	$1,20 \pm 0,1$	$1,21 \pm 0,1$
Пластичність (граничне напруження зсуву), Па	505 ± 2	525 ± 2	529 ± 2	530 ± 2
Адгезійна міцність (сталь), кПа	$2,7 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$
Пластична в'язкість, кПа·с (при $\dot{\gamma} = 0,02 \text{ с}^{-1}$)	$7,5 \pm 0,4$	$9,4 \pm 0,4$	$9,9 \pm 0,4$	$9,8 \pm 0,4$
Час утворення тіста, τ -60 с	$6,5 \pm 0,2$	$4,9 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$

З даних табл. 3 слід, що кращі характеристики пряникового тіста отримані при масовій частці добавки «Магнетофуд» $0,15 \%$ до маси рецептурної суміші.

Результати органолептичної оцінки якості дослідних зразків готових пряників показані на рис. 1.



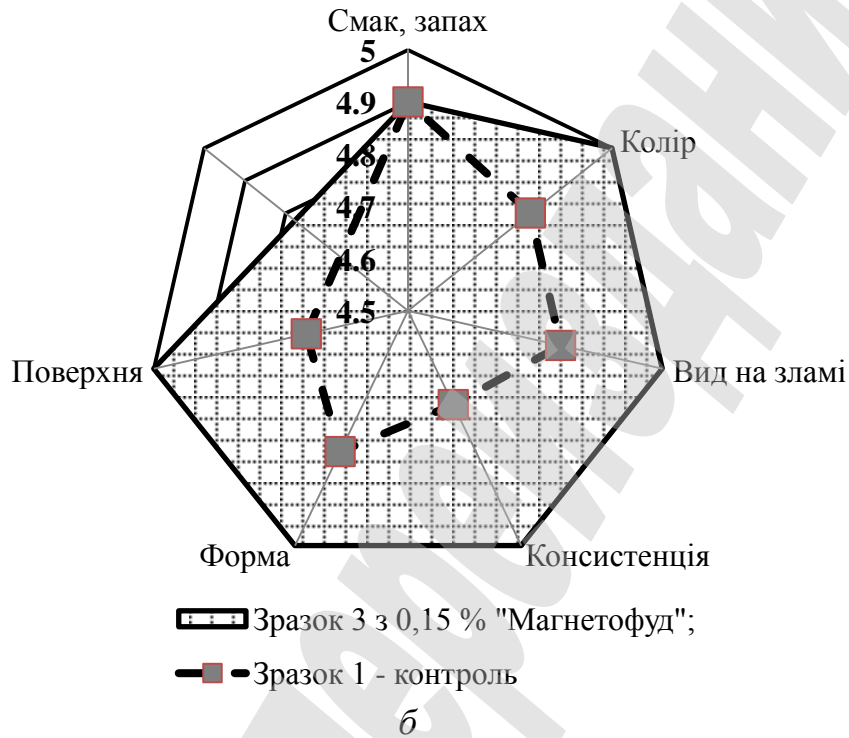


Рис. 1. Рівень якості органолептичних властивостей дослідних зразків пряників заварних в порівнянні з контролем з різною масовою часткою харчової добавки «Магнетофуд»: *a* – 0,1 %; *б* – 0,15 %; *в* – 0,2 %

Як видно з рис. 1, кращими за органолептичними показниками якості визначені вироби з 0,15 % харчової добавки «Магнетофуд» до маси рецептурної

суміші. Використання більш високих масових часток харчової добавки істотно не відбивається на показниках якості, а також призводить до небажаного затемнення виробів на зламі.

За результатами досліджень запропонована зведена рецептура заварних пряників «Харківських» з добавкою «Магнетофуд» – табл. 4.

Таблиця 4

**Зведена рецептура пряників заварних «Харківських»
з харчовою добавкою «Магнетофуд»**

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на напівфабрикат на 1 т готової продукції (без матеріалів для упаковки), кг	
		В натурі	У сухих речовинах
Борошно пшеничне 1 гат.	85,50	412,36	352,42
Борошно житнє сіяне	85,50	95,71	81,83
Цукор-пісок	99,85	229,29	228,95
Мед натуральний	78,00	221,95	173,12
Маргарин	84,00	56,00	47,04
Меланж	27,00	11,70	3,16
Сода харчова	85,00	1,54	0,77
Вуглекислий амоній	–	7,28	–
Какао-порошок	95,00	9,99	9,45
Кориця	100,00	3,05	3,05
Паленка	78,00	10,18	7,94
Харчова добавка «Магнетофуд»	99,95	1,6	1,59
Всього	–	1068,97	917,62
Вихід	88,0	1000,00	880,00
Вологість (12,0 ± 2,5) %			

У табл. 5 наведені якісні характеристики зразків пряників «Харківських» (з раціональним вмістом добавки «Магнетофуд» – 0,15 % до маси рецептурної суміші) у порівнянні з контролем – пряниками «Ленінградськими».

Аналіз даних табл. 5 показує, що пряники «Харківські» мають кращі показники якості в порівнянні з пряниками «Ленінградськими», виготовленими за традиційною технологією:

– збільшується вихід на (4,3±0,5) %, вологість на (2,4±0,1) %, намоцуваність – на (20±2) %, разжевиваємість – на (0,5±0,2) бали;

– зменшується густина на (0,11±0,02) г/см³; крошливість – на (1,0±0,2); втрати при термообробці – на (1,8±0,2) %; лужність – на (0,4±0,1).

Таблиця 5

Показники якості заварних пряників «Харківських» у порівнянні з заварними пряниками «Ленінградськими», виготовленими за традиційною технологією

Найменування показника	Дослідні зразки заварних пряників	
	Пряники «Ленінградські»	Пряники «Харківські» з 0,15 % «Магнетофуд»
Масова частка вологі, %	9,8±0,1	12,2±0,1
Лужність, %	2,0±0,1	1,6±0,1
Густина, г/см ³	0,52±0,02	0,41±0,02
Намочуваність, %	195±2	215±2
Крошливість, %	1,6±0,2	0,6±0,2
Разжевиваємість, бали	4,5±0,2	5,0±0,2
Вихід, %	84,4±0,5	88,7±0,5
Втрати при термообробці, %	9,9±0,2	8,1±0,2

Здатність до черствіння пряників «Харківських» в процесі зберігання досліджена тензометричним методом. Вироби зберігали протягом регламентованих термінів – 30 діб при температурі (18±2) °С. Сорбційні характеристики пряників «Харківських» і «Ленінградських», приготованих за традиційною рецептурою, наведені на рис. 2.

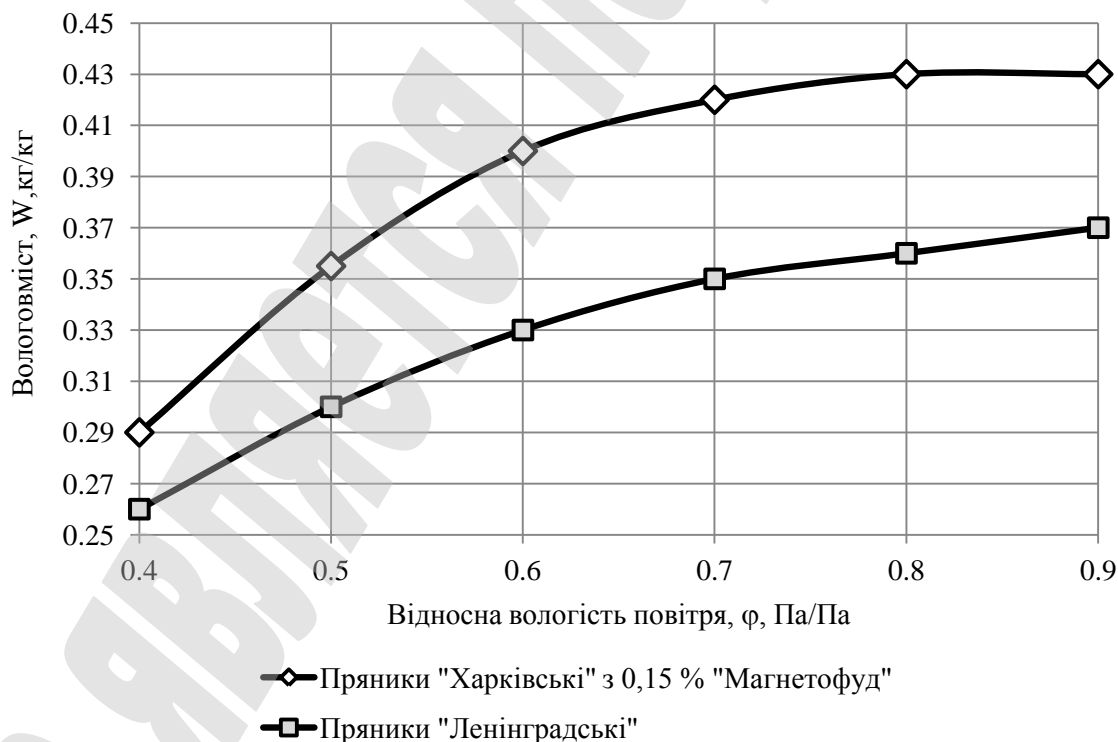


Рис. 2. Ізотерми сорбції пряників «Ленінградських» і «Харківських» при температурі (20±2) °С

Аналіз ізотерм сорбції пряників «Харківських» і «Ленінградських» (рис. 2) показує, що введення добавки «Магнетофуд» сприяє утриманню в продукті зв'язаної води. При $\varphi=0,7$ (70 % відносної вологості повітря в приміщенні) кількість зв'язаної води в пряниках «Харківських» становить 42 %, а в пряниках «Ленінградських» – 35 %. Це сприяє подовженню терміну зберігання свіжості виробів з харчовою добавкою «Магнетофуд».

Досліджено мікробіологічні показники якості зразків заварних пряників. В табл. 6 наведено результати по мікробній контамінації поверхні зразків пряників відразу після виготовлення та після зберігання при температурі $(18\pm 5)^\circ\text{C}$ протягом 30 діб при відносній вологості повітря $\varphi=(75\pm 2)\%$.

Таблиця 6

Мікробіологічні показники заварних пряників «Харківських» з харчовою добавкою «Магнетофуд» у порівнянні з пряниками «Ленінградськими», виготовленими за традиційною технологією, в процесі зберігання

Найменування показників	Норматив	Зразки заварних пряників, $\varphi=(75\pm 2)\%$	
		Пряники «Ленінградські»	Пряники «Харківські»
КМАФАнМ (кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів), КУО (колонієутворювальних одиниць)/г, відразу/через 30 діб	$1,0 \cdot 10^3$	не виявлено/ $4,0 \cdot 10^2$	не виявлено/ $4,0 \cdot 10^1$
Дріжджі КУО/г, відразу/через 30 діб	50	не виявлено/8,0	не виявлено/2,0
БГКП (бактерії групи кишкових паличок) (коліформи), в 1,0 г, відразу/через 30 діб	не дозволяється	не виявлено	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у тому числі бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25г, відразу/через 30 діб	не дозволяється	не виявлено	не виявлено
Плесняві гриби КУО/г, не більше, відразу/через 30 діб	50	не виявлено/12,0	не виявлено/4,0

З даних табл. 6 слід, що введення харчової добавки «Магнетофуд» зменшує контамінацію поверхні пряників «Харківських»: КМАФАнМ в 10 разів, дріжджів – в 4 рази, пліснявих грибів – в 3 рази у порівнянні з контролем (пряниками «Ленінградськими»).

Тобто харчова добавка «Магнетофуд» пригнічує розвиток мікроорганізмів на поверхні пряників «Харківських».

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. Установлено, що найбільш сильними сторонами борошняної кондитерської продукції з використанням харчової добавки «Магнетофуд» є:

- унікальність пропозиції;
- патентна захищеність;
- покращення споживчих характеристик;
- подовження терміну збереження свіжості, ресурсозбереження;
- зниження собівартості та оптимізація ваги і обсягу готових виробів за рахунок «кластерофільності», водо- і жируотримуючої здатності наночастинок (сприяючої зменшенню втрат при термообробці й збільшенню виходу).

Weaknesses. До слабких сторін дослідження відносяться:

- низький рівень інформативності споживачів про нові продукти та ризики виробників у разі впровадження нової продукції, зокрема трудомісткість обчислення;
- збільшення енерговитрат на виробництво харчової добавки.

Opportunities. Щодо стратегічних перспектив просування нової продукції на ринку, то вони зумовлені переважно зростанням ринку нанотехнологій та нанопродукції, а також попитом на впровадження результатів нанодосліджень у сферу харчування.

Threats. Основними загрозами для реалізації продукції з використанням харчової добавки «Магнетофуд» є невисокий рівень фінансування інноваційних проектів і нерегульованість питань щодо трансферу технологій.

8. Висновки

1. Встановлено, що введення добавки «Магнетофуд» в кількості 0,10 %; 0,15 %; 0,20 % до маси рецептурної суміші у порівнянні з контролем:

- 1) житньо-пшеничного борошна збільшує: ВЗЗ – на (21 ± 1) %; ЖУЗ – на $(8,8 \pm 0,8)$ %; НЗ – на $(1,56 \pm 0,02)$ см³/г; ВПЗ – на $(6,6 \pm 0,2)$ %; ВУЗ – на $(15,0 \pm 0,9)$ %;
- 2) житньо-пшеничного тіста:

– збільшує: стійкість тіста на $(0,7 \pm 0,1) \cdot 60$ с, вологість на $(1,3 \pm 0,2)$ %, граничне напруження зсуву на (23 ± 2) Па та пластичну в'язкість на $(2,2 \pm 0,4)$ кПа·с;

– зменшує час утворення тіста на $(1,6 \pm 0,2) \cdot 60$ с, ступінь розрідження тіста на (23 ± 2) одиниць фарінографа, густину тіста на $(0,7 \pm 0,1)$ г/см³, адгезійну міцність на $(14,8 \dots 25,9)$ % до поверхні зі сталі.

2. Доведено, що пряники «Харківські» з використанням добавки «Магнетофуд» мають кращі органолептичні властивості та показники якості і безпечності в порівнянні з пряниками «Ленінградськими», виготовленими за традиційною технологією:

– збільшується вихід на $(4,3 \pm 0,5)$ %, вологість на $(2,4 \pm 0,1)$ %, намочуваність – на (20 ± 2) %, разжевиваємість – на $(0,5 \pm 0,2)$ бали;

– зменшується густина на $(0,11 \pm 0,02)$ г/см³; крошливість – на $(1,0 \pm 0,2)$; втрати при термообробці – на $(1,8 \pm 0,2)$ %; лужність – на $(0,4 \pm 0,1)$.

Визначено, що наночастинки «Магнетофуд» сприяють утриманню вологи в продукті, збільшуючи кількість зв'язаної води на $(7,0 \pm 1)\%$ у пряниках «Харківських» у порівнянні з пряниками «Ленінградськими».

3. Визначена раціональна кількість харчової добавки «Магнетофуд», яка становить 0,15 % до маси рецептурної суміші. Складено рецептуру пряників заварних «Харківських» з суміші борошна пшеничного та житнього з внесенням харчової добавки «Магнетофуд».

Отримані результати дають підставу рекомендувати харчову добавку «Магнетофуд» в якості стабілізатора, структуроутворювача та поліпшувача борошняної кондитерської продукції.

Література

1. Панов, Д. П. (2007). Обогащение продуктов питания массового потребления. *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки*, 1, 30–31.
2. Обзор рынка хлебобулочных и кондитерских изделий Украины. (2012). *Хлебопекарское и кондитерское дело*, 3 (6).
3. Рензяева, Т. В., Тубольцева, А. С., Понкратова, Е. К., Луговая, А. В., Казанцева, А. В. (2014). Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий. *Техника и технология пищевых производств*, 4, 43–49.
4. Цихановська, І. В., Демидов, І. М., Барсова, З. В., Павлоцька, Л. Ф. (2015). Дослідження процесів окиснювальних та термічних перетворень в системі: олійно-ліпідом-магнетитова суспензія. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, 1 (21), 353–362.
5. Илюха, Н. Г., Барсова, З. В., Коваленко, В. А., Цихановская, И. В. (2010). Технология производства и показатели качества пищевой добавки на основе магнетита. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 6 (10 (48)), 32–35. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/5847>
6. Цихановська, І. В., Александров, О. В., Евлаш, В. В., Лазарева, Т. А., Свидло, К. В., Гонтар, Т. Б. (2017). Розробка технології житньо-пшеничного хліба «Харківський родничок» з додаванням поліфункціональної харчової добавки «Магнетофуд». *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 6 (11 (90)), 48–58. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.117279>
7. Мингалеева, З., Старовойтова, О. и др. (2007). Использование антиокислительных добавок в производстве мучных кондитерских изделий. *Хлебопродукты*, 11, 52–53.
8. Тамазова, С. Ю., Лисовой, В. В., Першакова, Т. В., Казмирова, М. А. (2016). Пищевые добавки на основе растительного сырья, применяемые в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. *Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ*, 122 (08), 1–8.
9. Росляков, Ю. Ф., Вершинина, О. Л., Гончар, В. В. (2016). Научные разработки для хлебопекарной и кондитерской отраслей. *Технологии пищевой и*

перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания, 6, 1–6.

10. Цитрусовые волокна *Herbacel AQ Plus* – тип N: спецификации для пищевых добавок и рецептуры. (2013). Available at: <http://specin.ru/kletchatka/109.htm>

11. Горшунова, К. Д., Семенова, П. А., Бессонов, В. В. (2012). Взаимодействие гидроколлоидов и водорастворимых витаминов при конструировании обогащенных пищевых продуктов. *Пищевая промышленность*, 11, 46–49.

12. Рензяева, Т. В., Позняковский, В. М. (2009). Вододерживающая способность сырья и пищевых добавок в производстве мучных кондитерских изделий. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 8, 35–38.

13. Булдаков, А. (2008). *Пищевые добавки: Справочник*. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: СПб, 280 с.

14. Martins, Z. E., Pinho, O., Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 106–128. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.003>

15. Lai, W. T., Khong, N. M. H., Lim, S. S., Hee, Y. Y., Sim, B. I., Lau, K. Y., Lai, O. M. (2017). A review: Modified agricultural by-products for the development and fortification of food products and nutraceuticals. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 148–160. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.014>

16. Dziki, D., Różyło, R., Gawlik-Dziki, U., Świeca, M. (2014). Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 40 (1), 48–61. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010>

17. Torres-León, C., Rojas, R., Contreras-Esquivel, J. C., Serna-Cock, L., Belmares-Cerda, R. E., Aguilar, C. N. (2016). Mango seed: Functional and nutritional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 55, 109–117. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.06.009>

18. Bharath Kumar, S., Prabhasankar, P. (2014). Low glycemic index ingredients and modified starches in wheat based food processing: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 35 (1), 32–41. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.10.007>

19. Ngemakwe, P. N., Le Roes-Hill, M., Jideani, V. (2014). Advances in gluten-free bread technology. *Food Science and Technology International*, 21 (4), 256–276. doi: <http://doi.org/10.1177/1082013214531425>

20. Bird, L. G., Pilkington, C. L., Saputra, A., Serventi, L. (2017). Products of chickpea processing as texture improvers in gluten-free bread. *Food Science and Technology International*, 23 (8), 690–698. doi: <http://doi.org/10.1177/1082013217717802>

21. García-Segovia, P., Pagán-Moreno, M. J., Lara, I. F., Martínez-Monzó, J. (2017). Effect of microalgae incorporation on physicochemical and textural properties in wheat bread formulation. *Food Science and Technology International*, 23 (5), 437–447. doi: <http://doi.org/10.1177/1082013217700259>

22. Цихановська, І. В., Евлаш, В. В., Александров, О. В., Лазарева, Т. А., Свидло, К. В., Гонтар, Т. Б., Юрченко, Л. І., Павлоцька, Л. Ф. (2018). Обґрунтування механізму взаємодії біополімерів житньо-пшеничного борошна з наночастинками харчової добавки «Магнетофуд» для підвищення

вологоутримуючої здатності тіста. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2 (11 (92)), 70–80. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126358>

23. Цихановська, І. В., Евлаш, В. В., Александров, О. В., Лазарева, Т. А., Свидло, К. В., Гонтар, Т. Б., Юрченко, Л. І., Павлоцька, Л. Ф. (2018). Исследование водопоглощающей способности ржано-пшеничной клейковины и ржано-пшеничной муки с добавлением полифункциональной пищевой добавки «Магнетофуд». *EUREKA: Life Sciences*, 2, 67–76. doi: <http://doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00611>

24. Павлов, А. В. (1998). *Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания*. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 450.

25. Ройтер, И. М., Демчук, А. П., Дробот, В. И. (1977). *Новые методы контроля хлебопекарного производства*. Киев: Техника, 191.

26. Пащенко, Л. П., Санина, Т. В., Столярова, Л. И. и др. (2007). *Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий)*. Москва: Колос, 215.

27. ДСТУ 4910:2008. *Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин*. (2008). Взамен ГОСТ 5900-73; введ. 2009-01-01. Киев: Держспоживстандарт України, 14.

28. Пивоваров, П. П., Погожих, М. І., Полевич, В. В. та ін. (2006). *Методичний посібник з реологічних методів дослідження сировини та харчових продуктів, автоматизація розрахунків реологічних характеристик*. Харків: ХДУХТ, 150.

29. ГОСТ 24901-2014. *Печенье. Общие технические условия*. (2015). Москва: Стандартинформ, 12.

30. Хвостенко, Е. В., Солоденко, Г. С. (2013). Стабилизация качества заварных пряников из безамилзной муки в процессе хранения. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю, Одеса, 5–6 листопада 2013 р.* Одеса: ОНАХТ, 143–144.