

USING PHYTO-EXTRACTS FOR SOLVING BAKING INDUSTRY ISSUES

K. Iorgacheva, T. Lebedenko, V. Kozhevnikova, N. Sokolova
Odessa National Academy of Food Technologies

Key words:

*Herbal and aromatic raw materials
Phyto-extracts
Wheat flour
Dough
Bread quality stabilization
Physiological effect*

Article history:

Received 12.09.2017
Received in revised form 08.10.2017
Accepted 31.10.2017

Corresponding author:

K. Iorgacheva
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The relevance and importance of complex solutions to the problems of the industry and quality improvement of the bread products due to the use of biologically active substances of domestic phyto-materials are highlighted in this article. The selection of herbal and aromatic plant materials and rational method of their preparation (extraction) are substantiated and the parameters for forming the necessary functional, technological and physiological properties of phyto-extracts are given. Practical solutions for improving the existing technologies of bread products and stabilizing the product quality, increasing their safety and strengthening the protective properties by using phyto-extracts are given. Measures for improving the properties of the dough made from weak flour, improving the quality of products made by intensive technologies due to intensifying the technological process, stabilizing the biotechnological properties of wheat sourdough and using phyto-extracts as an alternative to improvers are proposed.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-5-2-24

ФІТОЕКСТРАКТИ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ І ЗАВДАНЬ ХЛІБОПЕЧЕННЯ

К.Г. Іоргачова, Т.Є. Лебеденко, В.О. Кожевнікова, Н.Ю. Соколова
Одеська національна академія харчових технологій

У статті висвітлено актуальність і значення комплексного вирішення проблем галузі, покращення якості хлібних виробів за рахунок використання біологічно активних речовин вітчизняної фітосировини. Обґрунтовано вибір лікарської, пряно-ароматичної рослинної сировини та раціональний спосіб її підготовки — екстрагування, наведено параметри для формування необхідних функціонально-технологічних і фізіологічних властивостей фітоекстрактів. Запропоновано практичні рішення з удосконалення існуючих технологій хлібних виробів і стабілізації якості продукції, підвищення її безпечності та посилення захисних властивостей шляхом використання фітоекстрактів. Розроблено заходи з покращання властивостей тіста зі слабого борошна, поліпшення якості продукції в інтенсивних технологіях завдяки інтенсифікації технологічного процесу, стабілізації біотехнологічних властивостей пшеничних заквасок і використання фітоекстрактів як альтернативи поліпшувачам.

Ключові слова: *пряно-ароматична сировина, фітоекстракти, борошно пшеничне, тісто, стабілізація якості хліба, фізіологічна дія.*

Постановка проблеми. Надважлива і виняткова роль хліба зумовила формування в суспільстві особливого ставлення до цього продукту, надала стратегічного значення та соціальної відповідальності підприємствам хлібопекарської галузі. З одного боку, масовість і постійність споживання хлібобулочних виробів (ХБВ) стали гарантом стабільності попиту на ринку. А з іншого, оскільки ціна і якість хліба, асортимент і об'єми випуску знаходяться в центрі постійної уваги і підвищеного контролю не тільки фахівців галузі, а й населення, органів держаної влади та засобів масової інформації, це призвело до спроб зовнішнього регулювання ціноутворення, суттєвого ускладнення роботи хлібозаводів, загострення проблем і необхідності їх вирішення [1—3].

По-перше, хлібопекарські підприємства працюють в умовах високої конкуренції, зростання вимог споживачів до органолептичних характеристик продукції, її свіжості, натуральності і корисності, стабільності якості при зберіганні та різноманітності асортименту. При цьому приготування хліба на вітчизняних хлібозаводах характеризується високими витратами енергії, матеріальних, трудових ресурсів, що ускладнюється диспаратом зростання цін на складові собівартості та продукцію і веде до низької рентабельності виробництва. Тому надзвичайно важливим є питання забезпечення конкурентоспроможності продукції на ринку, впровадження матеріало- та енергоощадних технологій, зниження трудомісткості та підвищення економічної ефективності й інвестиційної привабливості виробництва [1; 2; 4]. По-друге, стрімкі зміни у житті сучасної людини, зниження показників здоров'я населення обумовлюють актуальність формулювання більш жорстких вимог до показників харчової цінності і безпечності хлібних виробів як продуктів масового споживання, вмісту в них поживних і біологічно активних речовин, наявності синтетичних добавок, потенційно шкідливих сполук та алергенів. По-третє, з урахуванням значного природного потенціалу хліба у коректуванні харчового статусу українців, постійності його споживання всіма верствами населення нутриціологи наголошують на актуальності вивчення світового досвіду та активізації вітчизняних розробок технологій продукції із заданими фізіологічними властивостями, здатної зміцнювати і захищати здоров'я людини в сучасних умовах, запобігати поширенню неінфекційних, «екологічно обумовлених» і професійних захворювань [5—8].

Подолання проблем і вирішення завдань галузі суттєво ускладнюється особливостями організації, багатогранністю і динамічністю виробничого процесу, унікальністю характеристик борошняних систем, зниженням і суттєвими коливаннями якості сировини, включенням до рецептур нетрадиційних функціональних інгредієнтів з різними функціонально-технологічними властивостями.

Зважаючи на вищевикрешлене, для інноваційного динамічного розвитку підприємств хлібопекарської галузі, зростання їх конкурентоспроможності необхідно застосування комплексних підходів при розробці та впровадженні технологічних рішень, що забезпечить баланс формування всіх критеріїв якості продукції із сучасних позицій споживачів, нутриціологів і виробників [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При вирішенні проблем і завдань хлібопекарської галузі альтернативою поширеним харчовим добавкам синтетичного походження може стати фітосировина. Вона є справжньою скарбницею БАР з цінними фізіологічними властивостями, в ній містяться високоактивні порівняно зі складовими борошняних систем речовини.

Вивчення досвіду використання фітосировини в хлібопеченні вказує на ефективність і комплексність отриманих результатів. Вони поєднують можливості коригування фізіологічних властивостей продукції з технологічною значимістю розробок, що спрямована на покращання її споживчих характеристик шляхом: 1) нівелювання негативного впливу коливань технологічних властивостей борошна, дріжджів на реологічні властивості тіста і якість ХБВ; 2) інтенсифікації процесів приготування тіста, покращення біотехнологічних властивостей напівфабрикатів (заквасок, опар, тіста); 3) подовження строків зберігання свіжості, підвищення мікробіологічної безпеки ХБВ, запобігання або гальмування інших видів псування; 4) розширення асортименту, надання оригінальних смаку, аромату [9; 10]. Проте провівши аналіз технологій застосування лікарської, пряно-ароматичної рослинної сировини (ЛПАРС) і продуктів її переробки, зокрема хмелю, кропиви, звіробою, глоду у хлібопеченні, можна резюмувати, що широкому їх впровадженню, незважаючи на всі позитивні сторони, перешкоджає низка проблем.

Нестабільність хімічного складу і технологічних властивостей фітодобавок, які можуть змінюватись в різних сортах, партіях, у процесі зберігання і формуються під впливом численної кількості об'єктивних та суб'єктивних чинників, що зумовлює проблеми стандартизації їх якості. Необхідно відмітити недостатність практичного досвіду і відсутність наукового обґрунтування виду, сорту, анатомічних частин ЛПАРС, ступеня її обробки, профілю діючих речовин для використання у хлібопеченні. Актуально сформулювати вимоги до якості фітосировини з урахуванням особливостей борошняних систем, організації хлібопекарського виробництва та вирішуваних проблем, що стане важелем її ефективності, безпечності і відтворюваності впливу на хід технологічного процесу та характеристики продукції. Дискусійним залишається питання раціонального способу підготовки фітосировини, важлива проблема неоднозначності рекомендованих у різних роботах параметрів процесу. Зокрема, параметри екстрагування різняться за видом рекомендованого екстрагенту (вода, олія, CO₂), діапазоном гідромодуля (від 1:10 до 1:400), температурними (від 28 до 100° С) та часовими параметрами (від кількох хвилин до 24 год) [9].

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка практичних заходів зі стабілізації якості ХБВ, регулювання перебігу процесів їх приготування за рахунок використання фітосировини.

Викладення основних результатів дослідження. На підставі аналізу й узагальнень літературних даних щодо хімічного складу, вмісту БАР і реакційно здатних до складових тістових систем сполук, за медико-біологічними та техніко-економічними критеріями, а також з урахуванням особливостей процесів, що забезпечують формування якості хлібопекарської продукції, обрано

перспективну для вирішення проблем галузі фітосировину — це плоди глоду криваво-червоного, горобини звичайної, шипшини коричної, трави кропиви дводомної, меліси лимонної, листя м'яти перцевої, шишок хмелю звичайного.

За особливостями гістологічної будови, результатами макро- та мікроскопічного аналізу подрібненої ЛПАРС, оцінки фізико-хімічних характеристик і хімічного складу встановлено (табл. 1), що обрані фітодобавки є цінним джерелом БАР, характеризуються високим вмістом активних порівняно зі складовими борошняних систем сполук — пектинів (ПР), поліфенолів (ПФ), органічних кислот (ОргК) (лимонної, яблучної та янтарної), вітамінів і мінеральних речовин тощо. Проте така сировина не може використовуватись при виготовленні традиційних ХБВ у вигляді фітопорошків, що зумовлено значно більшим розміром часточок, ніж у борошна, високою їх твердістю, особливо для плодкових фітодобавок, і темним кольором, які проявляються і в готовій продукції.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз подрібненої фітосировини і пшеничного борошна

Характеристика сировини	Подрібнені фітодобавки			Борошно пшеничне першого сорту
	Плодові	Шишки та гранульований хміль	Трави, листя	
Фізико-хімічні показники:				
середній розмір частинок, мкм	325...464	$2,21 \cdot 10^3$	580...897	40...60
насіпна густина, кг/м ³	380...450	150...180	160...310	550
ступінь набухання, см ³ /г	3,60...4,47	3,39...4,33	2,48...3,32	1,78...2,05
Складові, що зумовлюють формування актуальних властивостей:				
- основні технологічно значимі речовини	Цукри, ПР, аскорбінова, органічні, сорбінова (для горобини) кислоти, амінокислоти, вітаміни, макро-, мікроелементи	Гіркі, ПФ, ефірні олії, ПР, аскорбінова, ОргК, вітаміни, макро-, мікроелементи	Ефірні олії, ПФ, Пн, ОргК, вітаміни, макро-, мікроелементи	Клейковинні білки, крохмаль, цукри, амінокислоти, ліпіди, вітаміни групи В, солі Р, К, Mg, Ca

Для максимального збагачення ХБВ ПР, ПФ, ОргК, вітамінами, які більшою мірою представлені в плодкових фітодобавках і локалізовані в щільних оболонках, що важче подрібнюються і складають крупнішу фракцію фітопорошків, розглянуто можливість проведення попередньої вологотермічної і механічної обробки плодів і подальше використання їх у вигляді пюре.

Такий спосіб дав змогу частково нівелювати негативний вплив на споживчі властивості продукції, зокрема консистенція при розжовуванні була одно-

рідною, вироби мали кращі показники об'єму (П) та формостійкості (Ф), пористості і кислотності, проте відмічалось зниження білизни м'якушки, деякі зміни смаку та аромату виробів (рис. 1). Тому використання пюре плодкових фітодобавок рекомендовано при розробці виробів спеціального призначення з посиленими антитоксичними властивостями, а також у технології хліба із вмістом житнього борошна.

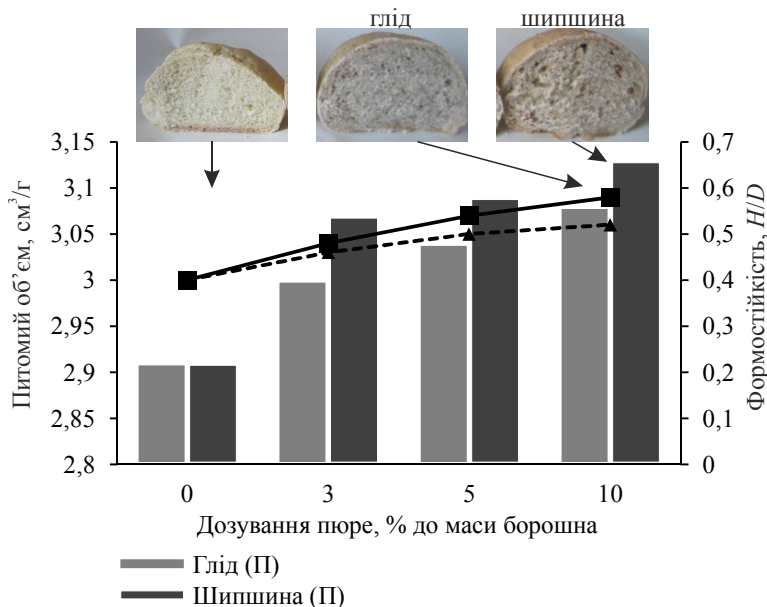


Рис. 1. Вплив пюре фітопорошків глуду та шипшини на якість пшеничного хліба

За спосіб формування заданих для хлібопечення функціонально-технологічних властивостей фітосировини, усунення зазначених недоліків обрано екстрагування з використанням як екстрагенту традиційних для хлібопечення рідин — води (В) та молочної сироватки (МС). При проведенні досліджень із встановлення раціональних параметрів приготування фітоекстрактів і виборі контрольованих показників враховували, що подрібнені фітодобавки — плоди, листя, трави, шишки суттєво різняться за будовою, дисперсністю, формою часточок, щільністю, гідродинамічними характеристиками шару сировини, хімічним складом і переліком технологічно значимих сполук, на вилучення яких спрямовано процес. За загальними підходами і специфічністю організації екстракційного процесу (табл. 2) запропоновано поділ ЛПАРС на групи: А-1 — плоди; А-2 — шишки хмелю; А-3 — трави, листя з основною діючою речовиною: А-3а — ефірні олії; А-3б — ПФ. Для кожної з цих груп виокремлено загальні характеристики та індивідуальні особливості вихідних властивостей подрібненої фітосировини, конкретизовано завдання даного етапу, встановлено групові раціональні параметри екстракційного процесу, які забезпечують формування заданих фізіологічних і функціонально-технологічних властивостей, названо основні вимоги до якості екстрактів.

Таблиця 2. Організація процесу екстрагування і групові особливості формування функціонально-технологічних властивостей фітоекстрактів

Характеристика сировини	Подрібнені фітодобавки		
	Плодові (група А-1)	Шишки хмелю (група А-2)	Трави, листя (група А-3а,б)
Досліджувані (раціональні*) параметри екстракційного процесу:			
вид екстрагенту	(Вода*), (МС*)	(Вода*), (МС*)	Вода, (МС*)
гідромодуль, мас. частин	(1:10*); 1:20; 1:30	1:40; 1:70; (1:100*); 1:150	(1:20*)
температура, °С	80; 90; (100*)	(100*)	80; (90*); 100
тривалість, хв	0; 15; (30*); 45; (60*); 90	30; 60; (90*); 120; 150	15; (30*); 45; 60
замочування, хв	(60*)	—	—
Властивості екстрактів, за якими визначали ефективність екстракційного процесу:			
загальні	Органолептичні показники, вихід СР, коефіцієнт виснаження сировини, активна і титрована кислотність, густина, в'язкість, поверхневий натяг екстрактів, мікробіологічні показники		
індивідуальні	Вміст цукрів, ПР, ПФ, ОргК в екстрактах, їх антиоксидантна активність, вплив на клейковину тіста та підйомну силу дріжджів	Концентрація ізогумулону, вміст гірких речовин, ПР, ПФ, ОргК, БА	Вміст ПФ, ПР, аскорбінової кислоти, оптична щільність (для м'яти), біологічна активність

Для фітопорошків шипшини і глоду (група А-1), в яких за рахунок високої щільності шару сировини, мілких пор у часточках, високого вмісту полісахаридів тощо, характерні складні гідродинамічні умови і низька ефективність екстрагування, важливим є проведення попереднього замочування. На формування технологічних властивостей плодкових фітоекстрактів суттєво впливає тривалість процесу: екстракти, отримані за 30 хв екстрагування, підвищували бродильну здатність дріжджів, у результаті вилучення за цей період дефіцитних для борошняних систем низькомолекулярних поживних речовин і біостимуляторів мікрофлори; в екстрактах при 60-хвилинному екстрагуванні посилюється здатність до укріплення клейковини, а властивості біостимуляторів дріжджів знижуються, що пов'язано з вищим переходом у розчин ПР, ПФ, дубильних речовин — сполук, здатних до взаємодії з білками тіста. Рекомендовані параметри екстрагування хмелю (група А-2) обрані для забезпечення інтенсивної ізомеризації α -гірких смол, флавоноїдів хмелю, і більш ефективного переходу ізогумулонів та ізоксантогумолів в екстракт, часткового вилучення летких сполук, які зумовлюють формування цінних фізіологічних і технологічних властивостей. Запропоновані раціональні параметри екстрагування фітопорошків групи А-3а, А-3б — температура 90° С та тривалість 30 хв при інтенсивнішому вилученні флавоноїдів, ПР, дубильних речовин, ефірних олій молочною сироваткою, що підтверджує її сорбційні властивості.

Серією пробних випікань пшеничного хліба, контролю властивостей напівфабрикатів, оцінки органолептичних і фізико-хімічних характеристик про-

дукції, її мікробіологічної стабільності при зберіганні комплексно визначенні функціонально-технологічні властивості фітоекстрактів, встановлено дозування фітоекстрактів: раціональні, що забезпечують покращення якості продукції; гранично допустимі для коригування фізіологічної цінності ХБВ (табл. 3).

Таблиця 3. Підходи до використання фітоекстрактів для вирішення технологічних проблем хлібопечення

Показники та критерії поділу	Фітоекстракти									
	хмелю	глоду ($\tau_{\text{екстр}}=30$ хв)	глоду ($\tau_{\text{екстр}}=60$ хв)	шипшини ($\tau_{\text{екстр}}=30$ хв)	горобини звичайної	шипшини ($\tau_{\text{екстр}}=60$ хв)	кропиви	м'яти	меліси	шавлії
За впливом на фізичні властивості тіста	Б-І	Б-ІІ	Б-І	Б-ІІ	Б-ІІ	Б-І	Б-ІІІ	Б-ІІІ	Б-ІІ	Б-ІІ
За змінами перебігу бродіння тіста	В-І/ В-ІІІ	В-І	В-ІІ	В-І	В-ІІ	В-ІІ	В-І	В-ІІ	В-ІІ	В-ІІ
За антимікробною активністю	Г-І/ Г-ІІ	Г-ІІІ	Г-ІІІ	Г-ІІІ	Г-І/ Г-ІІ	Г-ІІІ	Г-ІІІ	Г-ІІ	Г-ІІ	Г-ІІ
За змінами традиційних ознак ХБВ	Д-ІІ	Д-І	Д-І	Д-ІІ	Д-ІІ	Д-ІІ	Д-ІІ	Д-ІІІ	Д-ІІІ	Д-ІІ
Дозування екстрактів, % до маси борошна:										
раціональні (В)	30	45	45	30	30	30	10	10	15	10
граничні (В)	заміна всієї води			45	45	45	45	15	20	15
раціональні (МС)	20	15	15	15	15	15	10	15	15	15
граничні (МС)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Для ефективного використання в хлібопеченні і вирішення проблем галузі доведено доцільність поділу фітоекстрактів за критеріями впливу на якість хлібопекарських напівфабрикатів і ХБВ та перебіг технологічного процесу. Так, за функціонально-технологічними властивостями виокремлено такі групи фітоекстрактів: Б) за критеріями впливу на фізичні властивості тіста: група Б-І — поліпшувачі тіста і ХБВ зі слабого борошна, які дають змогу збільшити пружність клейковини на 21,1...36,8%, зменшити її розтяжність на 22,0...35,0%; посилити водопоглинання на 3,8...5,2%; подовжити тривалість стабільності тіста, зменшити його розрідження під час замісу та після ферментації впродовж 180 хв відповідно на 20,8...35,0 і 17,1...21,9%; Б-ІІ — не зумовлюють суттєвих змін і не потребують коригування параметрів технологічного процесу при переробці борошна з середніми хлібопекарськими властивостями; Б-ІІІ — інтенсифікують процеси дезагрегації і розрідження тіста; В) за впливом на інтенсивність процесів приготування тіста, біотехнологічні характеристики хлібопекарських напівфабрикатів: група В-І — перспективні біостимулятори дріжджів, інтенсифікатори спиртового і молочнокислого бродіння, використання яких покращує підйомну силу дріжджів на 20,0...47,1%,

їх генеративні функції — на 27...50%, інтенсифікує бродіння на 17,4...60,0% в перші 90 хв і 17,9...23,6% на наступному етапі процесу; В-II — не викликають суттєвих змін у ході технологічного процесу; В-III — здатні гальмувати бродіння напівфабрикатів (в групу В-III віднесено екстракти горобини звичайної і хмелю, спрямованість впливу яких залежить від концентрації діючих речовин); Г) за антимікробною активністю: група Г-I — активні стосовно збудників мікробіологічного псування ХБВ при резистентності в певних концентраціях бродильної мікрофлори; група Г-II — із загальними антисептичними властивостями; Г-III — не проявляють антимікробної активності; Д) залежно від впливу фітоекстрактів на органолептичні показники продукції група Д-I, що не викликають змін традиційних характеристик продукції при внесенні в гранично допустимих дозуваннях; Д-II — залежно від дозувань можуть зумовлювати набуття нехарактерних органолептичних ознак; Д-III — надають виробам оригінальні притаманні фітосировині смак, аромат або колір м'якушці.

За результатами комплексної оцінки технологічної ефективності використання фітоекстрактів різних груп, їх впливу на перебіг колоїдних, біохімічних, мікробіологічних процесів приготування та якість продукції встановлено раціональні способи тістоприготування, рекомендовані дозування й етапи внесення, необхідні коректування параметрів технологічного процесу (табл. 4), що стало підґрунтям для розробки практичних заходів зі стабілізації та підвищення якості ХБВ у сучасних динамічних умовах виробництва.

Підтверджено зміцнювальний вплив фітоекстрактів групи Б-I під час замісу тіста та його бродіння за різних способів тістоприготування. При цьому доцільно подовження тривалості замісу тіста на 3,5...4,0 хв для формування заданих структурно-механічних властивостей. Встановлено зменшення розпливання тістових заготовок, виготовлених зі слабого борошна, впродовж усього технологічного процесу на 18,6...29,9%. Крім того, за рахунок інтенсифікації бродіння тісто швидше набуває необхідних біотехнологічних властивостей, з'являється можливість скорочення тривалості його дозрівання на 30...60 хв при безопарному способі та на 20 хв при приготуванні на КМКЗ.

Таблиця 4. Рекомендації і практичні рішення щодо використання фітоекстрактів

Фіто-екстракти	Група	Призначення	Спосіб приготування тіста		Етап внесення		Дозування, % до маси борошна	
							В	МС
1	2	3	4		5		6	7
глоду*	Б-I	Регулювання фізичних властивостей тіста	Безопарний, на КМКЗ		в тісто (ТО)		45	15
шипшини*							30	15
хмелю							30	15
глоду**	В-I	Інтенсифікація бродіння, покращення властивостей бродильної мікрофлори	1) безопарний на АПД	2) на АПД і густій опарі (ГО)	1) в АПД + ТО	2) в АПД + ГО + ТО	1) 5 ^{АПД} + 25 ^{ТО}	1) 5 ^{АПД} + 10 ^{ТО}
шипшини**							2) 5 ^{АПД} + 10 ^{ГО} + 25 ^{ТО}	2) 5 ^{АПД} + 10 ^{ГО}
хмелю								
кропиви			Безопарний		в ТО		—	15

1	2	3	4	5	6	7
хмелю	Г-I	Коректування видового складу і якості заквасок	КМКЗ	в КМКЗ	3,5	4,0
			РПСЗ	в РПСЗ	6,8	5,1
хмелю	Г-II	Гальмування або запобігання мікробіологічному псуванню продукції	Безопарний, прискорені на КМКЗ, опарні	в ТО	30	15
горобини зв.					30	15
шавлії					15	—
меліси					15	15
м'яти					10	15

Примітка: *; ** — тривалість екстрагування відповідно 60* і 30** хв; КМКЗ — концентрована молочнокисла закваска; АПД — активовані пресовані дріжджі; РПСЗ — рідка пшенична спонтанна закваски

За наявності фітоекстрактів групи В-I на стадії активації пресованих дріжджів за 60—90 хв відмічено збільшення біомаси дріжджів на 10,5...15,6%, покращання бродильної активності тіста з АПД на 11,8...28,6% порівняно з АПД на воді. Можливим є скорочення тривалості дозрівання тіста при безопарній технології до 60...90 хв. При внесенні АПД в опару число дріжджових клітин перевищує контроль на 38...64%, опара і тісто дозрівають протягом 190...220 хв замість 300...360 хв в контролі.

Використання екстрактів хмелю групи Г-I при приготуванні поживних середовищ для поповнення пшеничних заквасок у розвідному і виробничому циклах дає змогу забезпечити пригнічення розвитку сторонньої і шкідливої мікрофлори, створити кращі умови для розмноження технологічно значимої мікрофлори, стабілізувати біотехнологічні властивості напівфабрикатів. Це надає можливість запропонувати підприємствам, для яких характерні відсутність антисептичних умов, контамінація сировини сторонньої мікрофлорою, коливання температур тощо, технологію рідких пшеничних спонтанних заквасок (РПСЗ) із хмелевими екстрактами, а також рекомендації щодо стабілізації якості КМКЗ з 80 діб у контролі до 160 (хміль-В) і 180 (хміль-МС) діб.

У результаті лабораторного випікання підтверджено, що використання фітоекстрактів за різних умов виробництва дає змогу покращити якість ХБВ, гальмувати процеси, які зумовлюють їх черствіння і мікробіологічне псування (табл. 5).

Таблиця 5. Технологічна ефективність використання фітоекстрактів

Фітоекстракти	Покращання/стабілізація якості продукції, % до контролю					
	Фізико-хімічні показники				Збереження свіжості	Ознаки захворювань, через год
	Кислотність	Пористість	Питомий об'єм	Формостійкість		
1	2	3	4	5	6	7
Групи Б-I						
глоду, шипшини (В)*	+11,1...55,0 ¹	+4,5...7,8 ¹	+10,9...16,5 ¹	+34,5...72,0 ¹	+13,4...18,5 ¹	Δ/— ◆/—
глоду, шипшини (МС)*	+3,6...7,1 ¹	+4,8...5,1 ¹	+11,1...11,4 ¹	+43,8...53,1 ¹	+14,2...16,8 ¹	
хмелю (В)	+3,7...10,0 ¹	+3,7...4,7 ¹	+8,3...10,7 ¹	+24,1...39,4 ¹	+12,4 ¹	
хмелю (МС)	-3,6 ¹	+2,4 ¹	+6,2 ¹	+37,5 ¹	+14,2 ¹	

1	2	3	4	5	6	7
Групи В-I						
глоду (В)**	+7,1...21,7	+5,6...8,2	+3,1...14,3	+7,2...44,4	+9,0...12,5	Δ/96; ♦ / —
шипшини (В)**	+26,7...52,2	+2,8...5,5	+1,1...8,5	+10,9...51,1	+2,4...9,8	Δ / —; ♦ / —
глоду, шипшини (МС)**	-3,3...+28,6	+0,7...6,8	+3,1...18,4	+1,8...23,5	+8,4...21,4	Δ / —; ♦ / —
хмелю (В)	~	+2,8...4,1	+6,2...9,5	+2,2...11,1	+3,5...12,7	Δ / —; ♦ / —
хмелю (МС)	+6,7...13,3	+2,7...8,3	+12,5...16,4	+1,8...15,7	+7,8...19,6	Δ / —; ♦ / —
кропиви (МС)	+2,9...6,5	+5,9...7,1	+9,6...11,0	+1,4...6,2	~	Δ / 48; ♦ / —
Групи Г-I						
хмелю (В)	до +5,9	+7,4...10,3	+14,3...15,7	+6,3...14,6	до +7,1	Δ / 144; ♦ / —
хмелю (МС)	+5,6...14,7	+8,8...13,2	+17,1...20,1	+12,5...18,8	до +10,1	Δ / 168; ♦ / —
горобини (В)	+1,6...3,5	+6,2...7,6	+8,5...9,2	+11,2...13,2	до +4,3	Δ / —; ♦ / —
горобини (МС)	+2,4...4,9	+5,8...6,1	+11,4...14,5	~	до +6,5	Δ / —; ♦ / —
Групи Г-II						
шавлії	до +3,3	~	до +2,2	~	-2,6	♦ / 48; Δ / —
меліси	+3,3...16,7	+2,1...3,3	+5,4...11,0	до +8,3	+9,8...10,4	♦ / 72; Δ / —
м'яти	-3,6...+10,0	+2,4...4,7	+6,2...10,7	+24,1...39,4	+12,4...14,2	— / —

Примітка: 1 — порівняно з контролем зі слабого борошна; * — тривалість екстрагування 60 хв; ** — тривалість екстрагування 30 хв; Δ — ознаки пліснявіння; ♦ — ознаки картопляної хвороби; Δ / —; ♦ / — — відповідно до ознаки пліснявіння, картопляної хвороби не виявлені; ~ — суттєвих змін не встановлено.

Органолептичні і фізико-хімічні показники пшеничного хліба за рекомендованими способами приготування тіста при внесенні фітоекстрактів суттєво покращувались. При переробці слабого борошна зростав об'єм виробів з вмістом фітоекстрактів групи В-I на 6,2...16,5%, формостійкість — на 24,1...72,0%. Використання фітоекстрактів групи В-I при можливості скорочення тривалості технологічного циклу на 15...40% за умови переробки борошна із середніми хлібопекарськими властивостями забезпечує покращення зазначених показників продукції відповідно на 1,1...18,4 і 1,4...51,1%.

Вироби з фітоекстрактами довше зберігали свіжість, були стійкішими до мікробіологічного псування, ознаки шкідливої мікрофлори не зафіксовані при зберіганні в провокуючих умовах протягом 168 год або з'являлись значно пізніше, ніж у контролі. Для порівняння в останньому ознаки картопляної хвороби було виявлено через 36 год зберігання, а пліснявіння — через 48 год. Доведено високу ефективність фітоекстрактів групи Г-I і Г-II з антисептичними властивостями у попередженні мікробіологічного псування продукції при незначних змінах її фізико-хімічних характеристик.

Розроблено технологію пшеничного хліба на РПСЗ з хмелевими екстрактами (групи Г-I), формування якості якого забезпечується активністю природної мікрофлори. За смаком, ароматом, зовнішнім виглядом, фізико-хімічними показниками, стабільністю при зберіганні, засвоюваністю вироби суттєво перевищували хліб, отриманий за опарною технологією, а також виготовлений на промисловій сухій заквасці «O-Tentic Durum» (фірма «Puratos»).

Фізико-хімічними методами «in vitro» підтверджено високу біологічну активність фітоекстрактів, посилення з їх включенням здатності ХБВ із пшеничного борошна позитивно впливати на стан редокс-пар, підтримувати величину $NAD \cdot H_2 / NAD$, запобігати негативним змінам клітинних структур у результаті окиснення. Найвищі показники БА характерні для виробів із вмістом екстрактів хмелю, глоду і шипшини в 2,0...2,4 раза порівняно з контролем.

Медико-біологічними дослідженнями доведено безпечність ХБВ з фітоекстрактами, виявлені позитивні зміни в роботі системи антиоксидантного захисту лабораторних щурів, в раціон яких включено хліб із вмістом фітоекстрактів хмелю, глоду і шипшини, показано відсутність негативних змін у функціонуванні організму, побічних ефектів у роботі серцево-судинної й нервової систем. У продукції з пюре й екстрактами глоду встановлено радіопротекторні властивості, здатність знижувати накопичення важких металів в органах і тканинах тварин, прискорювати їх виведення з організму у 7,0 та 4,5 раза відповідно, нейтралізувати негативний вплив, зокрема кардіотоксичну дію. За фізіологічними властивостями фітоекстрактів запропоновано виокремити групи, перспективні для отримання ХБВ спеціального спрямування, посилення/надання заданої профілактичної дії: група Е-I — хміль та інші фітодобавки з антиоксидантною активністю для ХБВ з підвищеними профілактичними властивостями; група Е-II — глід та інші пектинвмісні фітодобавки для створення ХБВ із захисними властивостями, зокрема рекомендовані при контактуванні з важкими металами.

Основні результати дослідження (рис. 2) знайшли впровадження в технології ХБВ для вирішення основних проблем і завдань галузі. Запропоновано рекомендації щодо удосконалення існуючих технологій ХБВ та покращення їх якості, вирішенню низки проблем за рахунок потенціалу фітоекстрактів. Розроблено інструкції з використання фітоекстрактів Б-I для стабілізації якості ХБВ, збільшення виходу та скорочення тривалості дозрівання тіста на 15...25% при переробці слабкого і середнього за силою борошна. Удосконалено спосіб активації пресованих дріжджів (АПД) з включенням фітоекстрактів групи В-I та технологію хліба і булочних виробів на АПД, що дає змогу при економії витрат енергії зі скороченням тривалості дозрівання тіста на 25...40% отримати продукцію з високими споживчими характеристиками, стабільнішу при зберіганні. Розроблено рецептури і технологічні параметри КМКЗ, рідких пшеничних спонтанних заквасок з використанням фітоекстрактів групи Г-I, приготування на їх основі ХБВ високої якості та стабільнішої до мікробіологічного псування. Запропоновано рецептури, технологічні параметри виробництва хліба у булочних виробів з оригінальними органолептичними характеристиками, розширено асортимент продукції більш стійкої при зберіганні.

Проведено промислову апробацію та комплекс заходів із впровадження розроблених технологій ХБВ на вітчизняних підприємствах галузі.

Інвестиційна привабливість удосконалених технологій полягає у простоті й ефективності вирішення проблем галузі при можливості заміни фітосиро-

виною дорогих і потенційно шкідливих для здоров'я людини хлібопекарських поліпшувачів, наявність яких у складі продукції є першопрчиною відмови від її покупки. Конкурентоспроможність розроблених ХБВ підвищується за рахунок привабливості для споживачів за якістю, безпечністю, посиленими загальнозміцнювальними, захисними властивостями при збільшенні виходу продукції, технологічності і зменшенні повернень з торговельної мережі в результаті сповільнення черствіння та зменшення ризиків мікробіологічного псування. Соціальне значення розроблених технологій полягає у підвищенні доступності споживачів до якісних, безпечних ХБВ із затребуваними сучасністю харчовою цінністю і фізіологічною дією. Їх впровадження дає змогу відповідно коригувати раціони широких верств населення.

Висновки

Таким чином, доведено ефективність використання фітоекстрактів для подолання проблем і завдань хлібопечення, розроблено класифікацію фітосировини за підходами до організації її підготовки (критерій А); за технологічним завданням (критерії Б, В, Г); за асортиментною направленістю (критерій Д); за безпечністю і фізіологічною дією (критерій Е). Запропоновано практичні рішення зі стабілізації, покращення якості продукції: за умов погіршення властивостей сировини (сили борошна, біохімічних характеристик, підвищеної мікробіологічної контамінації) шляхом регулювання структурно-механічних характеристик тіста з використанням фітоекстрактів групи Б-І, покращення біотехнологічних показників напівфабрикатів — групи В-І, Г-І і запобігання псуванню ХБВ — група Г-ІІ; при впровадженні прискорених технологій за рахунок удосконалення способу активації дріжджів, інтенсифікації й підвищення економічності спиртового і молочнокислого бродіння, покращення біотехнологічних характеристик тістових напівфабрикатів — група В-І, коригування видового складу й активності мікрофлори пшеничних заквасок — група Г-І.

Показано, що ЛПАРС є цінною сировиною для розширення асортименту ХБВ, зокрема виробництва лінійки «преміум-класу» на хмелевих пшеничних спонтанних заквасках (група Г-І), продукції з оригінальними органолептичними характеристиками та цінними фізіологічними властивостями за рахунок включення нових природних інгредієнтів групи Д-ІІІ, виробів профілактичного спрямування, здатної зберігати здоров'я людини, запобігати поширенню неінфекційних, «екологічно» зумовлених і професійних захворювань (група Е-І, Е-ІІ).

Література

1. Васильченко А.В. Хлебный бизнес: новые реалии — новые задачи [Электронный ресурс] / А.В. Васильченко // Хлебный и кондитерский бизнес. — 2014. — № 8. — Режим доступа : http://ukrhlbiprom.org.ua/ua/publikaciii/jurnal_hlebniy-i-konditerskiy-biznes_8-oktyabr-2014.html.
2. Бойко І.А. Дослідження ризиків підприємств хлібопекарської галузі України [Текст] / І.А. Бойко // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. — 2015. — № 12. — С. 73—77.

3. *Навольська Н.В.* Дослідження ринку хліба і хлібобулочних виробів в Україні [Текст] / Н.В. Навольська // Вісник Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського. — 2016. — № 11. — С. 438—441.
4. *Федорова Т.В.* Конкурентоспроможність переробних підприємств агропродовольчого підкомплексу та чинники її підвищення в умовах трансформації економіки [Текст] / Т.В. Федорова // Економіка та управління підприємствами. — 2017. — № 9. — С. 690—697.
5. Венская декларация по питанию и неинфекционным заболеваниям в контексте политики «Здоровье-2020» [Текст]. — Вена : ЕРБ ВОЗ, 2013. — 6 с.
6. План действий в области пищевых продуктов и питания на 2015—2020 гг. [Текст]. — Копенгаген : ЕРБ ВОЗ, 2014. — 24 с.
7. Здоровье-2020: основы европейской политики в поддержку действий всего государства и общества в интересах здоровья и благополучия [Текст]. — Мальта : ЕРК ВОЗ, 2012. — 18 с.
8. *Жулінська О.В.* Визначення нормативних параметрів якості і безпечності функціональних харчових продуктів [Текст] / О.В. Жулінська, К.В. Сідло, Б.А. Половін // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2017. — Том 23, № 2. — С. 217—225.
9. *Іоргачова К.Г.* Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використанням фітодобавок [Текст] / К.Г. Іоргачова, Т.Є. Лебеденко. — Київ : К-Прес, 2015. — 464 с.
10. *Ковалева А.В.* Совместное использование фитодобавок и пробиотиков в технологии хлебобулочных изделий, обладающих антимикробными и антиоксидантными свойствами [Текст] / А.В. Ковалева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2016. — №1(36) — С. 70—72.