

Біотехнологія приготування функціонального хліба із дотриманням принципів циркуляційної економіки

Технологія приготування функціонального хліба із дотриманням принципів циркуляційної економіки набуває великої актуальності в контексті сучасних викликів. Спрямована на скорочення використання ресурсів, ця технологія втілює технічні та організаційні рішення для підвищення ефективності виробництва, реалізації та відповідального споживання. Зменшення використання природних ресурсів на одиницю продукції не лише сприяє зменшенню екологічного сліду, але й призводить до зниження собівартості виробленого товару. Такий підхід стає важливим елементом сталого розвитку та відповідальної виробничої практики в харчовій індустрії.

Принципи циркуляційної економіки в технології хлібопечення полягають у розробці рецептури та технологічних прийомів, направлених на збільшення терміну придатності хлібопродуктів, пов'язаних із упередженням розвитку хвороб хліба, які спричиняють патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. Також актуальною є підтримка зазначеної ваги продукту протягом терміну реалізації, що досягається шляхом уникнення відтермінування його черствіння та усихання внаслідок додавання специфічних БАР.

В країнах ЄС протермінований хліб рекомендують додавати в якості додаткового субстрату (на фермі Янісе Вінтера хліб додають до метантенку у кількості 10% відносно основної органічної маси відходів) в процесах біоконверсії органічних відходів, оскільки він стимулює процеси ферментації та сприяє нарощуванню працюючої біомаси задля отримання органічного біодобрива, яке використовуються для власних потреб [1]. Враховуючи вище вказане, відходи хліба не повинні бути джерелом мікробного забруднення, особливо грибами, оскільки це є неприпустимим для агроцілей. Тому в технологіях рециклінгу відходів треба звертати увагу на придатність хліба для таких цілей.

Нами проведено дослідження, направлене на усунення можливостей біозабруднення хліба, навіть після закінчення терміну його реалізації, враховуючи попередні дослідження, які пов'язані із виявленням біозабруднення борошна, зернових культур та хвороб хліба.

З мікробіологічної точки зору зниження терміну придатності хлібобулочних виробів в основному викликане нитчастими грибами або пліснявою. Розвиток цвілі в харчових продуктах становить важливу економічну проблему і є однією з головних скарг споживачів, особливо з тропічних країн, таких як Бразилія. У Європі економічні збитки, пов'язані з наявністю грибків у хлібі, оцінюють у понад 200 мільйонів фунтів на рік. Вона може коливатися від 1% до 5% залежно від пори року, виду продукції та способу виробництва. У тропічних країнах втрати, пов'язані з грибковим псуванням хлібобулочних виробів, становлять близько 11%. Грибкова проблема може початися, як тільки починається виробництво хлібобулочних výro-

бів. Харчові продукти, які використовуються як сировина для виробництва хліба, уразливі до зараження широким спектром грибкових патогенів у полі або під час зберігання. Зростання грибів у зернових культурах може вплинути на харчовий склад, призвести до забруднення мікотоксинами та спричинити високу кількість грибкових спор у борошні [2].

Результатами експерименту встановлено доцільність використання БАР у хлібній заквасці із підвищеним титром молочнокислих бактерій (МКБ) (МКБ володіють потужними антагоністичними властивостями по відношенню до багатьох патогенних та умовно патогенних культур), таких як *Camelina sativa* 5%, *Spinacia oleracea* 5%, *Spinacia oleracea* 10%, *Linum usitatissimum* 5%, *Linum usitatissimum* 10%, *Psyllium husk fiber* 5%, *Psyllium husk fiber* 3%, *Propolis* 1%, *Propolis* 3%, *Salvia Hispanica* 5%, *Lactulose* 5%, *Silybum marianum* 5% (рис. 1), та скорочення використання енергоресурсів, витрачених на одиницю виробництва готової продукції, що призводить до зменшення собівартості та збільшення часу терміну придатності хлібопродуктів. Експериментами встановлено, що використання БАР у складі рецептури хлібної закваски призводить до скорочення часу ферментації та вистоювання хлібопродуктів в часі на 10–25% (в залежності від виду доданих БАР), що пов'язано із збереженням енерговитрат, які витрачаються для забезпечення оптимальної температури ферментації борошняної складової та розстойки хлібних виробів.

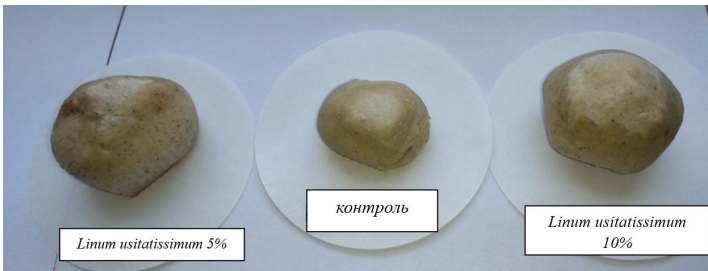


Рис. 1. Деякі зразки хлібопродуктів власного виробництва із додаванням БАР

Встановлено, що час черствіння хлібопродуктів, виготовлених на основі власної хлібної закваски із додавання вище перерахованих БАР, перевищив час черствіння та пліснявіння магазинного дріжджового хліба, як контрольного зразку. Також виготовлені хлібопродукти за власною рецептурою не проявили ознак біозабруднення протягом 24 діб зберігання, що свідчить про відсутність екзоабруднення (внутрішнього забруднення хліба) за більший проміжок часу зберігання, порівняно із магазинним зразком, котрий проявив ознаки хвороби хліба на прикінці 3 доби його зберігання в оригінальній упаковці. На нашу думку, прояви хвороби хліба за короткий термін його зберігання свідчить про наявність екзоабруднення та недосконалість обраної технології його виробництва, враховуючи якість борошна та умови його зберігання. За результатами мікробіологічних досліджень, зазначено що хліб був заражений грибами таких видів: *Ascospores and globose conidia Chaetomium*, *Chaetomium torulosum*, *Cylindrocarpon didyrum*, *Nectria asakawaensis*, *Chaetomium torulosum*, *Robillarda* sp),

Chaetomium homopilatum, Oidiodendron spp.

Аналізуючи представлені результати досліджень, можна зробити висновки, що завдяки розробці рецептури хлібної закваски, до якої було додано пробіотичні культури МКБ, котрі володіють антагоністичним властивостями по відношенню до грибів та сприяють підвищенню терміну придатності готових виробів, в технології хлібопечення вирішується питання уникнення його біозабруднення протягом 24 діб, яке є небезпечним не лише для споживачів, але і дозволяє використовувати протермінований продукт в технології біоконверсії овочевих відходів у біодобриво та біогаз. Це свідчить про можливість безпечного використання даного відходу, у разі його неповної реалізації в мережах магазинів, для потреб агропідприємств у якості біодобрива, або у подальшому використанні на фермах по вигодовування домашніх тварин у якості добавки до кормів [3].

Список використаних джерел

1. Корнієнко І. М., Ястремська Л. С., Кузнєцова О. О., Барановський М. М., Візер А. К. Біоконверсія органічних відходів — європейський досвід та українські практики // Хімічні та біофармацевтичні технології та інжиніринг. — 2022. — № 3 (8). <http://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.3.4>
2. Marcelo Valle Garcia, Angelica Olivier Bernardi, Marina Venturini Copetti The fungal problem in bread production: insights of causes, consequences, and control methods // Current Opinion in Food Science. — 2019. — Vol. 29. — P. 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.06.010>
3. Директива Європейського парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та про скасування деяких директив.
4. Кононенко Л. В. Глобальна циркулярна економіка як засіб побудови нового екологічно стійкого суспільства // Світ фінансів. — 2016. — Вип. 4 (49).
5. Закон України «Про відходи» № 187/98-ВР від 05.03.1998 р. зі змінами та доповненнями. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 02.02.2024)



Co-funded by
the European Union

Фінансується Європейським Союзом. Однак висловлені думки та погляди належать лише авторам і не обов'язково передають погляди Європейського Союзу або Європейського виконавчого агентства з питань освіти та культури. Ні Європейський Союз, ні орган, що надає грант, не можуть нести за них відповідальність.