

ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБА ЙОДОМ

Л.Ю. Арсеньєва, кандидат техн. наук, Л.О. Герасименко, М.М. Антонюк

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

РЕЗЮМЕ. Проведен анализ опыта йодирования продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий. Предложен системный подход к йодированию хлеба. На основе результатов серии технологических исследований сделан вывод о перспективности использования в хлебопечении Йодказеина — термостабильного йодированного молочного белка. Разработана минерально-витаминная смесь для обогащения хлебобулочных изделий, содержащая Йодказеин, соли железа, кальция, фолиевую кислоту и селен.

SUMMARY. The analysis of experience of joding food stuffs, including bakery products is lead (carried out). The system approach to joding bread is offered. On the basis of results of a series of technological researches the conclusion about perceptivity of use in baking Jodcasein — stable joding dairy protein is made. The mineral-vitamin mix for enrichment of the bakery products, containing Jodcasein, salts of iron, calcium, a folic acid and selenium is developed.

В організмі людини йод міститься в незначних кількостях — 15–20 мг. Більшу частину йоду (до 90%) людина отримує з продуктами харчування і лише незначну кількість — з водою та повітрям. Дефіцит йоду є причиною багатьох хвороб, найперше — збільшення щитовидної залози, що викликає затримку розумового та фізичного розвитку дітей, глухонімості, неврологічний кретинізм, погіршення зору. Йод-дефіцитні захворювання широко розповсюджені в усьому світі. За оцінкою ВООЗ і ЮНІСЕФ, понад мільярд людей мають ризик розвитку цих захворювань, 300 млн осіб — збільшення щитовидної залози, 30 млн страждають на кретинізм. Саме тому пріоритетні міжнародні програми містять заходи з профілактики та контролю за йод-дефіцитними захворюваннями поряд з програмами боротьби зі СНІДом, поліомієлітом, туберкульозом. У 1991 році ВООЗ запропонувала модель аналізу факторів, що впливають на якість корекції йодного дефіциту в країні (рис. 1).

Результати досліджень йодної забезпеченості населення України за останні десять років свідчать про наявність на території країни йодної недостатності різного ступеня — від легкої до важкої. В Україні на ендемічних щодо йоду територіях проживає близько третини населення [1]. Проблема посилюється негативними змінами в структурі харчування українців, особливо соціально незахищених груп населення. Не дивлячись на наявність в країні доступу до моря, в нових економічних умовах споживання багатих на йод риби та морепродуктів різко зменшилось.

Основний метод профілактики йод-дефіцитних захворювань — йодування продуктів харчування. У всьому світі для цього використовують кухонну сіль, додаючи до неї йодат калію з розрахунку 40 мг KIO_3 на 1 кг продукту. Розподілення та вжи-

вання йодованої солі у більшості Європейських країн базується на принципах добровільності та є обов'язковим в Австрії, Болгарії (в ендемічних районах), Чехії, Словаччині, Угорщині, Португалії (в ендемічних районах), Югославії. За оцінкою ВООЗ (рис. 1), відсутність йодування солі в країні або недостатній його рівень є однією з глибинних причин, що викликають фізіологічні порушення, пов'язані з недостатністю йоду в організмі.

Проте йодована сіль вирішує проблему лише частково. Йод у ній міститься у вигляді сполуки, не дуже стійкої при зберіганні та термічній обробці. Саме тому експерти ICCIDD збільшили стандарт йодування солі з 20 мкг/кг до 40 мкг/кг. Крім того, існують серйозні проблеми з технікою йодування — рівномірно розподілити йодат калію в об'ємі солі практично не вдається [2, 3].

Відомо, що при деяких захворюваннях сіль протипоказана, тому для певної категорії населення таке джерело йоду є неприйнятним. У іншій категорії населення вживання йодованої солі може викликати проблему шкідливого впливу на організм надлишку йоду, оскільки при вищевказаній нормі збагачення добову потребу в йоді (150–200 мкг) забезпечує вживання 3–5 г йодованої солі, але практика показує, що більшість людей має схильність до вживання надлишку солі. Вже є відомості про негативні наслідки багаторічної йодної профілактики ендемічного зоба йодованою сіллю — у США, Австралії, Німеччині відмічено збільшення до 1,5% захворювань гіпертиреозом після 11–15 років йодної профілактики йодованою сіллю або таблетками йоду [4]. Не випадково в Данії продаж йодованої солі заборонено [5].

Крім йодування солі існує практика йодування води, масла, молочних продуктів, плавлених сирів, кондитерських виробів тощо [4, 5, 6].

Одним із способів вирішення проблеми йодного



Рис. 1. Модель аналізу факторів, що впливають на якість корекції йодного дефіциту (ВООЗ, 1991 р.)

дефіциту є також збагачення йодом хліба та булочних виробів. Цей шлях має певні переваги. Хліб є традиційно доступним продуктом харчування, який вживається щоденно, до того ж не пізніше 1–2 днів після купівлі. Це вирішує проблему збереження йоду при зберіганні, а також витрат на пакування, які є істотними при йодуванні солі. Крім того, в усіх регіонах країни існує унікальна система постачання хліба в найвіддаленіші населені пункти.

Йодування хліба в нашій країні вперше було запропоновано в 1947 році В.Б. Хазаном. Згодом, у 1949 році, М.Г. Коломійцева повідомила про успішну профілактику ендемічного зоба в одному з районних центрів Таджикистану методом застосування йодованого йодидом калію (KI) хліба, а А.І. Остроглазов — про це ж саме у чотирьох населених пунктах Амурської області [7, 8].

У зв'язку з тим, що використання йодистого калію є найдоступнішим способом збільшення вмісту йоду в хлібі, в колишньому СРСР для профілактики захворювань щитовидної залози Міністерство охорони здоров'я рекомендувало додавати KI у масові сорти пшеничного хліба в кількості 0,00026% до маси борошна [9]. Тепер у Росії для профілактики ендемічного зоба в регіонах з помірним і легким дефіцитом йоду запропоновано додавати KI у кількості 0,00006% до маси борошна [10].

Йодид калію входить до складу харчової добавки „Амітон“ і хлібобулочних виробів під загальною назвою „Рябінушка“ — спільної розробки НПП „Аква-МТД“ і НДІ хлібопекарської промисловості Росії [11]. За ствердженням розробників, вживання 300 г цих виробів забезпечує 20–30 % добової потреби організму в йоді.

У середині 90-х років минулого століття в Росії за підтримки ЮНІСЕФ розроблена нормативна документація на батони та хліб, йодовані йодидом калію, які виробляються за традиційною технологією з пшеничного борошна вищого та першого сортів на підприємстві „Павлово-Посадський хлібокомбінат“ у Московській області [12].

Йодид калію дозують як у сухому, так і в розчинному вигляді. Розчин KI можна змішувати з дріжджовою суспензією, рідкими дріжджами, розчином солі та іншими інгредієнтами. Готують його з розрахунку 1,308 г KI на 1 л води. За такої концентрації 1 л розчину містить 1 г йоду. Витрати розчину становлять 200 мл на 100 кг борошна. Розчин готують один раз на добу і зберігають у закритій тарі з некорозійного матеріалу.

Проте відомо, що йодид калію є дуже нестійкою сполукою, яка руйнується в процесі випікання хліба, що призводить до значних втрат йоду. Ще А.І. Остроглазов вказував на те, що втрати йоду під час йодування хліба йодидом калію становлять не менше 60% [9].

Іншим неорганічним носієм йоду є йодат калію (KIO_3). Ця речовина є сильним окисником — її традиційно рекомендують використовувати у хлібопеченні в якості поліпшувача окисної дії, що сприяє зміцненню клейковинного каркаса тіста і зменшенню розпливання подових виробів, у кількості 0,0004–0,0008% до маси борошна. Під час переробки сильного борошна використання йодату калію може спричинити „затягування“ структури тіста і погіршення якості готових виробів, тому використовувати його для йодування хліба слід обережно.

Основним джерелом йоду органічної природи вважають морські водорості. Порошок із морської капусти містить не менше 0,2% йоду на суху речовину. У зв'язку з тим, що цей порошок має колір від жовто-зеленого до темно-зеленого та специфічний запах, властивий морським водоростям, спеціалісти НДІ хлібопекарської промисловості в часі СРСР розробили йодовані житні та житньо-пшеничні сорти хліба, до складу яких було включено 0,1–0,2 % порошку з морської капусти. Збагачувач для повнішого набухання вносили в опару. Готовий хліб мав занижений об'єм, ущільнену м'якушку темнішого кольору [8].

Тепер у Росії Білгородським ВАТ „Колос“ виробляється житньо-пшеничний хліб „Білгородський з морською капустою“, а ВАТ „Термес“ — хліб „Коза-

чий із морською капустою". Як збагачувач використовують суміш порошку з морської капусти та яблучного пектину. Вважають, що поверхнево-активні властивості пектину зберігають йод під час випікання хліба. Дозування "Суміші пектинової з морською капустою" становить 200 г на 100 кг борошна. Збагачувач попередньо змішують з водою і після набухання (10 хв) вносять у тісто. Триста грамів готових виробів містять до 110 мкг йоду, тобто більше 70% добової потреби [13, 14].

В Національному університеті харчових технологій досліджено доцільність використання в технології хлібобулочних виробів препаратів з водоростей вітчизняного виробництва: зостери та цистозіри. Розроблена рецептура та затверджена нормативна документація на хліб зостеровий, що містить 2% порошку зостери, з якою до хліба надходить не лише йод, а й цілий комплекс мікроелементів та інших біологічно активних речовин [15], а також хліб із цистозірою, яку додають у кількості 0,1–0,2% до маси борошна [16].

Морські водорості, безперечно, є багатим джерелом харчових волокон, альгінних кислот, солей багатьох мінеральних елементів, проте їх використання пов'язано з низкою труднощів. Внесення водоростей у хліб у кількості, що забезпечує суттєве підвищення харчової цінності виробів (3–5% до маси борошна), помітно відбивається на їхніх органолептичних характеристиках, тож споживач схильний сприймати такі зміни як негативні.

Хімічний склад морських водоростей неоднорідний, тому отримати з них продукт з гарантованим вмістом йоду проблематично. Погіршення екологічної ситуації сприяє накопиченню у водоростях афлатоксинів, радіонуклідів та інших забруднювачів. Крім того, є відомості, що засвоєння йоду з водоростей не перебільшує 5–7% від загального його вмісту, оскільки він блокуваний клітинними стінками рослини, що не гідролізуються ферментами шлунково-кишкового тракту людини [17].

У 1999 році на Московському експериментальному дріжджовому підприємстві "Дербеньовка" розпочато виробництво йодованих пресованих і сушених дріжджів, а також дріжджового молока. Виробник декларує вміст йоду в сухих дріжджах на рівні 140 мкг в 1 г, втрати йоду під час технологічного процесу виробництва хліба повністю виключаються, визнається можливість "механічних втрат" дріжджів із розрахунку 2% до їх маси. На українському ринку у 2000 році з'явилися переважно пресовані, а також сушені йодовані дріжджі. Було розроблено нормативну документацію на йодовані хліб, хлібці, батони, сайки, булочки, у тому числі висівкові, з борошна пшеничного вищого та першого сортів, а також суміші пшеничного борошна з житнім обдирним. Але через низьку лідоюну силу дріжджів, відсутність надійних та доступних методів контролю за вмістом йоду в дріжджах та готовій продукції виробництво цих видів виробів було призупинено, і тепер дріжджі йодовані "Московські" на ринку України відсутні.

З метою підвищення підйомної сили, ферментної активності, стійкості під час зберігання в Україні

запатентований спосіб йодування хлібопекарських дріжджів у два етапи.

На першому етапі — в лабораторних умовах — незначна за масою частина дріжджів (близько 0,05% від маси промислової партії) у спеціальних умовах примусово насичується йодистим калієм, у результаті чого, за твердженням розробників, йод міцно зв'язується ковалентним зв'язком з бензольним кільцем ароматичних амінокислот дріжджової клітини.

На другому етапі — у виробничих умовах — насичений йодом дріжджовий субстрат додається у дріжджове молоко, яке отримують після третього сепарування.

За рівномірного перемішування співвідношення в загальній масі дріжджових інтактних і йодованих клітин становить 1:2000, що практично не впливає на біологічну активність популяції дріжджів у цілому [18].

Враховуючи те, що оболонка дріжджової клітини складається з хітину та целюлози, які не піддаються біотрансформації травними ферментами людини, а також те, що під час випікання клітини дріжджів гинуть, що виключає перебіг обмінних процесів у них, остаточний висновок про рівень утилізації йоду з дріжджових клітин можна зробити лише після проведення відповідних медико-біологічних досліджень.

В останні роки активно проводяться розробки способів одержання органічних сполук йоду з білком або амінокислотами. Для цього білок тваринного, рослинного або мікробного походження попередньо модифікують ферментативним чи хімічним способом, після чого проводять йодування амінокислотних залишків тирозину та гістидину [19]. Цю ідею покладено в основу способів одержання таких продуктів як "Тиреоїд", "Вітайод", "Йодказеїн" тощо, що запатентовані в Росії та багатьох країнах світу.

За умов поширення спектра продуктів, що містять йод і можуть бути використані як сировина хлібопекарського виробництва, для розробки технології збагачення хліба цим елементом, одержання продукції високої якості з гарантованим вмістом йоду нами запропоновано системний підхід, що враховує усі аспекти проблеми (рис. 2).

Успіх йодування хліба значною мірою зумовлюється правильним вибором джерела йоду. Для того, щоб обрати носій йоду, необхідно всебічно оцінити відомі продукти, що містять йод, за критеріями, які об'єднані нами у три групи:

- ♦ медико-біологічні;
- ♦ технологічні;
- ♦ економічні.

Медико-біологічні аспекти збагачення (фортificaції) харчових продуктів мікронутрієнтами складаються з вимог до безпеки БАД-нутрицевтика, рекомендацій щодо рівня вживання мікронутрієнта, його біодоступності та засвоєваності.

Безпека біологічно-активних і харчових добавок, які будь-яких інших харчових продуктів, сировини і супутніх матеріалів, згідно із Законом України про якість та безпеку харчових продуктів і продоволь-

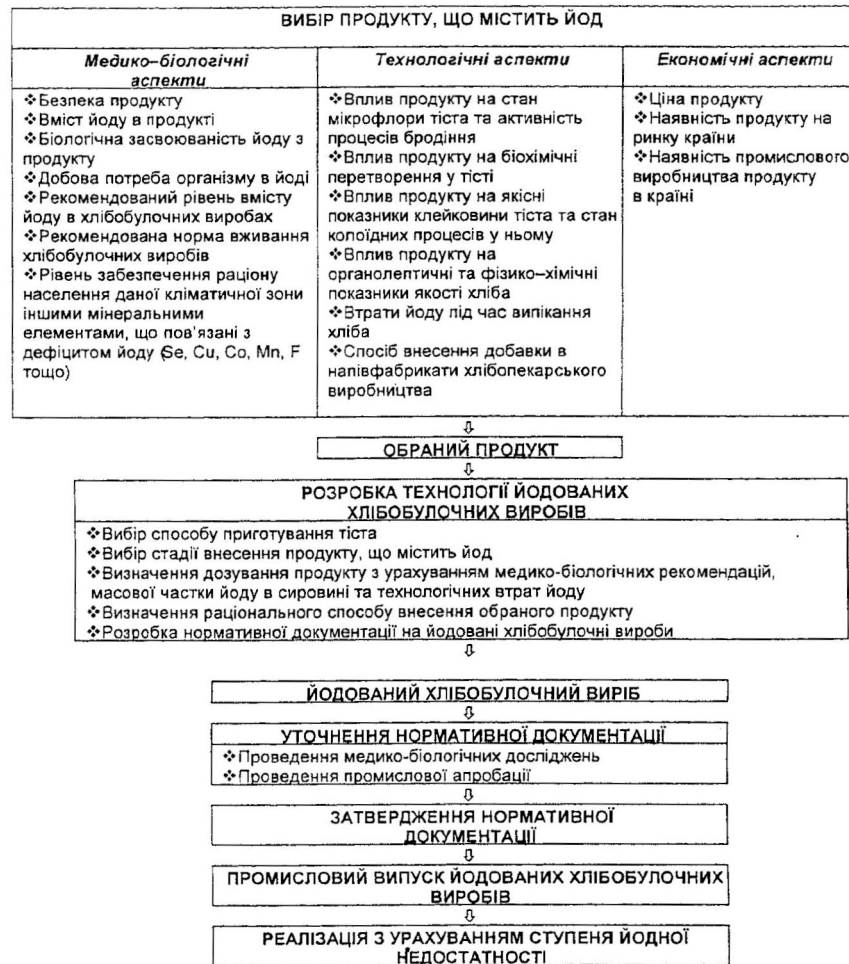


Рис. 2. Схема системного підходу до збагачення хлібобулочних виробів йодом

чої сировини (№ 771/97-ВР від 23.12.1997 р.), підтверджується такими документами:

- сертифікатом відповідності;
- Державним реєстром або висновком санітарно-гігієнічної експертизи;
- ветеринарним дозволом для харчових продуктів тваринного походження;
- карантинним дозволом для продукції рослинного походження.

Розробка рекомендацій щодо рівня вживання окремих нутрієнтів є надзвичайно складною проблемою, для вирішення якої необхідно враховувати вік, стать, спосіб життя окремої людини, біологічну забезпеченість певним нутрієнтом за

рахунок звичайного раціону харчування, збільшення потреби в разі певних хвороб, у зв'язку з генетичним профілем, синергізм певного нутрієнту з іншими компонентами раціону, взаємодію між нутрієнтом та лікувальними препаратами тощо.

Можливо, в майбутньому харчові раціони визначатимуться для кожної окремої людини з урахуванням її індивідуальних генетичних характеристик та обміну речовин, але сьогодні основою для визначення рівня вмісту йоду в хлібі є "Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії", затверджені Наказом № 272 Міністерства охорони здоров'я України від 18 листопада 1999 року, згідно з якими, добова по-

потреба дорослої людини в йоді становить 150 мкг.

За сучасними науковими принципами збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами, хлібобулочні вироби з добавками, що містять йод, мають забезпечувати 25–30% добової потреби у цьому елементі (38–45 мкг) за рахунок вживання рекомендованої добової кількості хліба. Добовою нормою вживання хлібобулочних виробів, затвердженою Кабміном України за розрахунком "споживчого коштика", прийнято 277 г.

Ступінь використання йоду в організмі значною мірою залежить від рівня забезпечення раціону населення даної кліматичної зони іншими мінеральними елементами, що пов'язані з дефіцитом йоду (селену, міді, кобальту, марганцю, фтору тощо). Відомо, що території, ендемічні за йодом, бідні також селеном, а ступінь зобної ендемії зворотно пропорційний величинам співвідношень елементів $\text{Cu}:\text{I}$ і $\text{Co}:\text{I}$ [4, 20]. Фортифікація продуктів харчування і, найголовніше, реалізація цих продуктів має бути проведена з урахуванням синергізму або антагонізму окремих мінеральних елементів.

Метою дослідження було системне проведення вибору збагачувача широкого спектра хлібобулочних виробів (від житніх та житньо-пшеничних доздобних), який містить йод у легко засвоюваній формі та не змінює органолептичних показників готових виробів.

На основі аналізу медико-біологічних і економічних критеріїв вибору добавок до групи об'єктів дослідження включено продукти порошкоподібної консистенції, характеристика яких наведена в таблиці 1.

Виробником продуктів Тирейод та Вітайод є ТОВ "Техновіта" (м. Боровськ, Росія). Збагачувачі випускають у флаконах, в кожному з яких міститься 37,5 мг йоду. Дозують продукти у вигляді водного розчину, який зберігають у холодильнику не більше 2-х діб за температури від 0 до 4°C.

Розробником Йодказеїну є НВП "Медбіофарм" при Медичному радіологічному науковому центрі РАМН (м. Обнінськ, Росія). В Україні Йодказеїн реалізує ПП "Олімпія Трейдінггруп" (м. Ужгород). Йодказеїн випускають у паперових пакетах, у кожному з яких міститься 5 г продукту, що відповідає 35–45 мг йоду. Йодказеїн попередньо розчиняють

у невеликій кількості слаболужного розчину (наприклад, розчину харчової соди), після чого змішують з будь-яким технологічним розчином — цукру, солі, дріжджовою суспензією і дозують після ретельного перемішування. Розчин можна зберігати 3 доби за температури від 0 до 3°C.

Для визначення оптимальної дози збагачувачів, що забезпечуватиме гарантований вміст у 277–300 г хлібобулочної продукції 37,5–50 мкг йоду (близько 30% добової потреби), визначали вміст основного елемента у збагачувачі та його втрати під час випікання хлібобулочних виробів за температури 210–220°C протягом 25–35 хв. Використовували методи визначення масової частки йоду в йодованій солі за ГОСТ 13685–84 (KI) і ТУ У 18.446–97 (KIO₃) та метод визначення вмісту йоду в хлібі на вольтамперометричному аналізаторі "АВА-2".

Вибір добавки, що містить йод, проводили за технологічними критеріями, визначаючи вплив об'єктів дослідження на інтенсивність перебігу колоїдних, біохімічних і мікробіологічних процесів у напівафабрикатах хлібопекарського виробництва.

Водопоглинальну здатність та структурно-механічні властивості тіста з добавками вивчено за допомогою валориграфу (табл. 2). Біохімічні трансформації характеризували за накопиченням кінцевих продуктів: редукувальних цукрів (табл. 3) і водорозчинного азоту (табл. 4).

З наведених даних видно, що добавки у мікроскількостях, в яких вони використовуються, несуттєво впливають на колоїдні та біохімічні процеси в тісті. Можна відмітити лише певне прискорення утворення тіста з усіма носіями йоду та збільшення його еластичності. Накопичення редукувальних цукрів та водорозчинного азоту під час автолізу, адекватного за тривалістю бродінню безопарного тіста, дещо зменшується. Це може спричинити зниження об'єму хліба, але не погіршує органолептичних показників якості готових виробів, перш за все, ступеня забарвлення скоринки (табл. 5).

Істотне значення у формуванні якості готових виробів з добавками, що містять йод, мають мікробіологічні процеси в тісті, що зумовлені життєдіяльністю молочнокислих бактерій (МКБ) та хлібопекарських дріжджів.

Таблиця 1

Характеристика носіїв йоду

Збагачувач	Вміст йоду в носії, %	Технологічність добавки	Характеристика засвоюваності	Втрати елемента під час випікання, %	Дозування збагачувача, мг/кг до маси борошна	Вміст елемента в хлібі з добавкою, мг/кг
Йодид калію (KI)	76,5±1,2	Не потребує окремого підготування	Легко та повністю засвоюється	86,0±2,0	0,200	0,018±0,005
Йодат калію (KIO ₃)	59,3±1,0			73,0±1,5	0,130	0,018±0,005
Тирейод	8,0±1,0	Потребує попередньої підготовки для дозування	Засвоюється індивідуально залежно від ступеня недостатності	1,5±0,3	0,290	0,018±0,005
Вітайод	8,0±1,0			1,5±0,3	0,290	0,018±0,005
Йодказеїн	8,0±1,0			1,5±0,3	0,290	0,018±0,005

Таблиця 2

Водопоглинальна здатність і пружньо-еластичні характеристики тіста

Зразок	Водопоглинальна здатність, см ³ /100 г борошна	Тривалість утворення тіста, хв	Еластичність тіста од. приладу	Стабільність тіста, хв	Розрідження, од. приладу	
					Протягом 12 хв замішування	Після 20 хв відлежування та 6 хв обминання
Без добавок (контроль)	68,8±0,1	2,5±0,25	110±5	4,5±0,5	100±5	180±10
З добавкою: Тиреойоду	68,8±0,1	1,0±0,25	120±5	5,5±0,5	80±5	180±10
Вітайоду	68,8±0,1	0,5±0,25	130±5	5,5±0,5	100±5	190±10
Йодказеїну	68,8±0,1	1,0±0,25	125±5	5,0±0,5	80±5	180±10
KI	68,8±0,1	1,0±0,25	120±5	4,5±0,5	100±5	200±10
KIO ₃	68,8±0,1	0,5±0,25	110±5	5,0±0,5	100±5	200±10

Таблиця 3

Вміст редукованих цукрів у тісті, % до маси СР

Зразок	Відразу після замішування	Через 3 год автолізу	Накопичено
Без добавок (контроль)	1,70±0,05	3,29±0,06	1,59±0,01
З добавкою: Тиреойоду	1,70±0,05	3,03±0,05	1,33±0,01
Вітайоду	1,70±0,05	3,04±0,05	1,34±0,01
Йодказеїну	1,70±0,05	3,06±0,06	1,36±0,02
KI	1,70±0,05	3,08±0,06	1,38±0,02
KIO ₃	1,70±0,05	3,16±0,07	1,46±0,02

Таблиця 4

Вміст водорозчинного азоту в тісті, % до маси СР

Назва збагачувача	Відразу після замішування	Через 3 год автолізу	Накопичено
Без добавок (контроль)	1,13±0,02	1,66±0,03	0,53±0,01
З добавкою: Тиреойоду	1,17±0,02	1,6±0,03	0,43±0,01
Вітайоду	1,33±0,03	1,74±0,03	0,41±0,01
Йодказеїну	1,24±0,02	1,63±0,03	0,39±0,01
KI	1,13±0,02	1,73±0,03	0,60±0,01
KIO ₃	1,13±0,02	1,55±0,03	0,42±0,01

Досліджували мальтазну та зимазну активність дріжджів за наявності добавок (табл. 6), активність МКБ — методом знебарвлення метиленового синього, визначали також ріст колоній мікрофлори, висіяної з модельних опар (табл. 7).

Аналіз одержаних результатів показав, що всі добавки мікронутрієнтів погіршують зимазну і покращують мальтазну активність дріжджів. Найкращий показник мальтазної активності мали дріжджі, в середовищі яких вносили Йодказеїн.

На активність молочнокислої мікрофлори усі носії йоду впливають позитивно, причому більшою мірою — Вітайод та Йодказеїн. Мікроскопічні дослідження показали відповідне збільшення розміру клітин дріжджів та молочнокислих бактерій за наявності добавок, що є ознакою збільшення активності мікрофлори тіста (рис. 3).

Розмноження дріжджів в опарах за наявності досліджуваних добавок активізується, ріст колоній МКБ у присутності йодату калію зменшується май-

же втричі, а присутність в опарі Йодказеїну інтенсифікує цей процес у 9,5 разів.

Таким чином, проведений комплекс мікробіологічних досліджень показав, що з усіх добавок найбільший позитивний вплив на стан мікрофлори та мікробіологічні процеси в об'єктах хлібопекарського виробництва має Йодказеїн. Але вирішальне значення у виборі добавки з усіх технологічних факторів має якість готових виробів та гарантований вміст у них запланованої кількості йоду. Вплив носіїв йоду на фізико-хімічні показники якості хліба не можна назвати значним (табл. 5), однак, враховуючи те, що Йодказеїн, на відміну від інших добавок, не погіршує об'ємного виходу та формостійкості подових виробів (відношення висоти до діаметра — Н/Д), позитивно впливає на деформаційні показники м'якушки, визначені за допомогою автоматизованого пенетрометра АП 4/1, і характеризується мінімальними втратами йоду під час технологічного процесу — не більше

Таблиця 5

Якість хліба з добавками, що містять йод						
Показники якості	Контроль (без добавок)	Хліб з додаванням				
		КІ	КІО ₃	Тиреойоду	Вітайоду	Йодказейну
Фізико-хімічні показники						
Питомий об'єм, см ³ /г	2,73±0,04	2,67±0,04	2,65±0,03	2,70±0,03	2,72±0,03	2,73±0,03
H/D	0,46±0,01	0,45±0,01	0,47±0,01	0,46±0,01	0,46±0,01	0,46±0,01
Пористість, %	75±0,5	73±0,5	73±0,5	73±0,5	74±0,5	75±0,5
Деформація м'якушки через 18 год після випікання, од. пенетрометра						
загальна	95±2	94±2	93±2	94±2	100±2	106±2
пружна	10±1	9±1	8±1	10±1	8±1	8±1
пластична	85±1	85±1	85±1	84±1	92±1	98±1
Органолептичні показники						
Зовнішній вигляд :	Правильна					
Форма	Гладенька					
Поверхня скоринки	Світло-коричневий					
Колір скоринки	Білий					
Стан м'якушки:	Рівномірне					
Колір	Добра					
Рівномірність забарвлення						
Еластичність						
Запах	Власний хлібу, без сторонніх запахів					
Смак	Нормальний, власний хлібу, без сторонніх присмаків					
Хруст	Відсутність хрусту					
Крихкість	Некрихка					

Таблиця 6

Показники мальтазної та зимазної активності дріжджів

Зразок	Мальтазна активність, хв	Зимазна активність, хв
Без добавок (контроль)	90±2	29±1
З добавкою :		
Тиреойоду	71±1	35±1
Вітайоду	85±2	36±1
Йодказейну	65±1	39±1
КІ	90±2	38±1
КІО ₃	84±2	37±1

Таблиця 7

Мікробіологічні показники модельних опар з добавками мікронутрієнтів

Зразок опари	Дріжджі	Молочнокислі бактерії	
	Кількість колоній/10 ⁶	Кількість колоній/10 ⁸	Активність, хв
Без добавок (контроль)	9±1	95±2	130±2
З добавкою :			
Тиреойод	26±1	102±2	121±2
Вітайод	58±1	136±3	69±1
Йодказейн	83±1	902±15	76±2
КІ	22±1	158±3	102±2
КІО ₃	61±1	30±1	101±2

1,5% загального вмісту (табл. 1), найперспективнішим носієм йоду для об'єктів хлібопекарського виробництва визнано йодказейн.

Йодказейн включено до складу розробленої нами та запатентованої (деклараційний патент України № 59312 А, МКЛ А21Д8/02, опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8) збагачувальної композиції для широкого спектра хлібобулочних виробів, що містить також солі заліза та кальцію, фолієву кислоту і селен у вигляді солоду сої, збагаченого селеном під час

пророщування. Використання цієї композиції дозволяє підвищити рівень покриття добової потреби в зазначених мікронутрієнтах за рахунок вживання 277 г хліба до 25–30 %.

Для рекомендації розробленої мінерально-вітамінної суміші до промислового виробництва і використання у практиці хлібопекарських підприємств необхідно уточнити її склад після проведення спеціальних медико-біологічних досліджень із засвоєності окремих мікронутрієнтів із такої суміші.

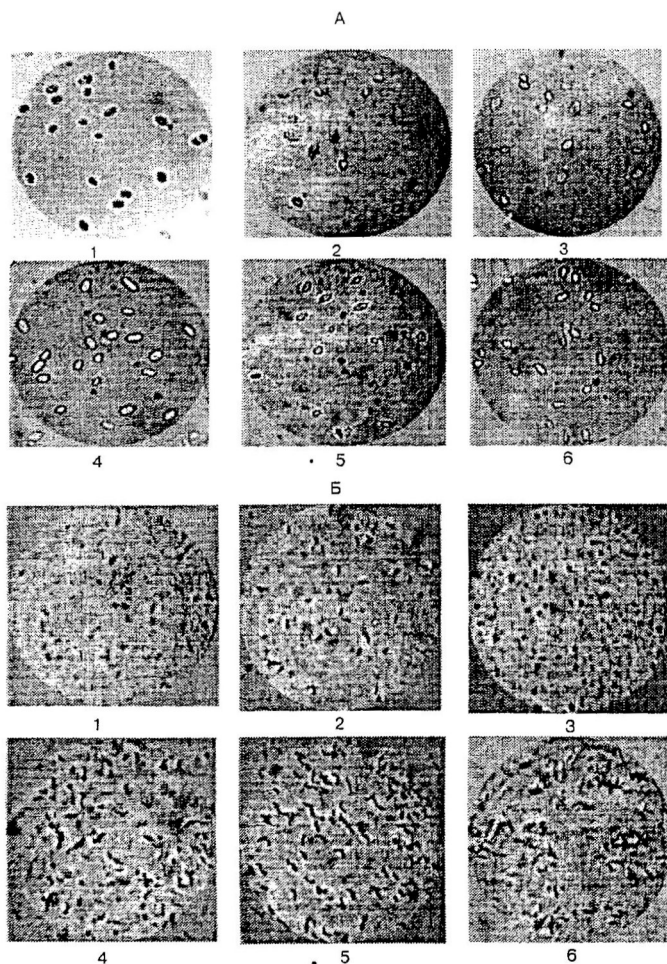


Рис. 3. Мікрофлора опари через 3 години бродіння (А – клітини дріжджів , Б – клітини молочнокислих бактерій) :
1 – контроль (без добавок); 2 – з Тиреойодом; 3 – з Вітайодом; 4 – з Йодказеїном; 5 – з йодидом калію; 6 – з йодатом калію.

Висновки

1. Проаналізовано досвід йодування продуктів харчування, у тому числі — хлібобулочних.
2. Запропоновано системний підхід до збагачення хлібобулочних виробів йодом.
3. На основі аналізу технологічних критеріїв **найперспективнішим носієм йоду для використання у хлібопекарській промисловості визнано Йодказеїн** — йодований молочний білок, у якому йод міцно зв'язаний ковалентним зв'язком з бензольним кільцем ароматичних амінокислот білка і тому термостабільний.

4. Розроблено склад мінерально-вітамінної збагачувальної суміші для хлібобулочних виробів з використанням Йодказеїну, солей заліза, кальцію, фолієвої кислоти, а також селену у складі солоду сої, збагаченого селеном на стадії пророщування зерна.

5. Широке використання розробленої збагачувальної суміші для широкого спектру хлібобулочних виробів та раціональна реалізація хлібопекарської продукції з нею потребує проведення медико-біологічних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назаров В.П. Использование концентрата эламина для производства продуктов повышенной биологической ценности // Матеріали наук.-практ. конф. "Харчові добавки, інгредієнти, БАДи: їх властивості та використання у виробництві продуктів і напоїв". — К., 2003. — С. 43-44.
2. Передерий В.Г., Соловьева А.А. Йодная недостаточность — проблема государственная // Проблемы питания и здоровье. — 1996. — № 3-4. — С. 4-6.
3. Александров Ю.К., Агапигов Ю.Н., Кузнецов М.М. Оценка эффективности йодной профилактики в Ярославле // Проблемы эндокринологии. — 1997. — № 1. — С. 11-13.
4. Корзун В.Н., Сагло В.И., Парац А.Н. Морские водоросли как средство профилактики и лечения патологии щитовидной железы // Материалы Первой Междунар. науч.-практ. конф. "Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки". — Москва — Голицыно: ВНИИРО. — 2002. — С. 201-207.
5. Щеплягина Л.А. В XX веке безйодного дефицита. Программа действий для правительственных и неправительственных организаций // Здоровье для всех — Все для здоровья в России (Серия докладов по политике в области охраны здоровья населения). — 2000. — № 6. — С. 119-122.
6. Нікіпелова О.М. Розробка йодвміщуючих напоїв — один з напрямків подолання йодної недостатності // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. "Управління і первинна медико-санітарна допомога". — Ужгород. — 2003. — С. 11-12.
7. Коломийцева М.Г., Неймарк И.И. Зоб и его профилактика. — М.: Медгиз, 1963. — 299 с.
8. Патт В.А., Щербатенко В.В. Новые сорта хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и лечебно-диетических свойств. — М.: ЦИНИПищепром, 1964. — 50 с.
9. Пути повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий / Р.В.Кузьминский, В.А.Патт, В.В.Щербатенко, Л.Ф.Столярова. — М.: ЦНИИТЭИПищепром, 1979. — С. 19.
10. Опыт использования йодированного хлеба для профилактики эндемического зоба в регионе с умеренными легким дефицитом йода / Герасимов Г.А., Майорова Н.М., Шишкина А.А. и др. // Проблемы эндокринологии, 1997. — № 2. — С. 21-24.
11. Хлеб и хлебобулочные изделия "Рябинушка" (витаминизированные и йодированные). Технические условия. ТУ 9110-273-05747152-98.
12. Шишкина А.А., Лобачева В.А., Рожкова Л.С. Йодированный хлеб // Хлебопечение России. — 1997. — № 4. — С. 21.
13. Хлеб "Белгородский с морской капустой" / Е.Суханов, Г.Шарова, В.Верещак и др. // Хлебопродукты. — 2000. — № 10. — С. 27-29.
14. Хлеб "Казачий с морской капустой" / Троицкий Б.Н., Письменный В.В., Черкашин А.И. и др. // Хлебопечение России. — 2003. — № 1. — С. 37.
15. Дробот В.І., Ситник І.П., Корзун В.Н. Хліб з доданням водоростей // Зерно і хліб. — 2000. — № 4. — С. 24-25.
16. Хліб із цистозірою. Технічні умови. ТУ У 46.22.50-15-96 на дослідну партію 10000 тонн.
17. Clydesdale F.M. The relevance of mineral chemistry to bioavailability // Nutrition Today. — 1989. — 4 (2) — 23-30. — P. 17.
18. Спосіб виробництва хлібопекарських дріжджів та дріжджі, одержані за цим способом. Декларційний патент України № 54360 А, МКл С 12 N1/16, 1/18 / Іванов Є.О., Попов В.Ю., Денісов В.Л (Україна). — Опубл. 17.02.2003, Бюл. № 2.
19. Способ получения йодированного пищевого продукта. Пат. № 2134520, Россия, МКИ А 23 J 1/20 / Андрейчук В.П., Передерий В.В., Тигранян Р.Л. и др. (Россия) — Заявл. 16.07.98. Опубл. 20.08.99, Б.И. № 23.
20. Коломийцева М.Г., Габович Р.Д. Микроэлементы в медицине. — М.: Медицина, 1970. — 288 с.