



Рис. 4. Вплив водних обробок на кількість ферменту закріпленого на целюлозному носії

### Висновки

Імобілізація пепсину на волокнистому носії призводить до більшої стабільності щодо:

- температури,
- рН-середовища,
- тривалості використання (до 10 циклів) без значної зміни протеолітичної активності, як в розчинах субстрату (казеїну), так і водному середовищі.

### Література

1. Методи іммобілізації ферментів та використання біокатализаторів: перспективи іммобілізації ферментів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.window.edu.ru/window/catalog/pdf/2txt/id/> (дата звернення: 04.10.2010).
2. Волков М. И. Биохимия мышечной деятельности / Волков М. И. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
3. Степанова Л. С. Вплив різних факторів на процес модифікації целюлозної тканини органічною кислотою / Л. С. Степанова, Ю. В. Жак // Вісник ХНУ. – 2006. – № 4. – С. 211– 215.
4. Степанова Л. С. Дослідження впливу субстрату на активність іммобілізованого пепсину / Л. С. Степанова, І. А. Піголь // Вісник ХНУ. – 2010. – № 2. – С. 240– 244.
5. Мосолов В. В. Нерастворимые ферменты, их получение, свойства и применение / В. В. Мосолов // Успехи биологической химии. – 1973. – Т. 14. – С. 146– 171.

Надійшла 18.3.2011 р.

УДК 664.8

Т.С. ЯРОШЕВИЧ

Луцький національний технічний університет

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ КАРТОПЛЯНОЇ ХВОРОБИ ХЛІБА ТА ЗАСОБИ ЗАПОБІГАННЯ ЇЇ РОЗПОВСЮДЖЕННЮ

*Досліджено фактори, які впливають на виникнення й розвиток картопляної хвороби хліба. Наведено методику виявлення збудника хвороби у борошні, а також засоби раннього діагностування картопляної хвороби та шляхи запобігання розвитку хвороби з точки зору технології виготовлення хліба й додержання санітарного становища складських приміщень, обладнання, транспортних засобів.*

*The factors that influence the occurrence and development of potato diseases bread. The method of detection of causative agent in the flour, and the means of early diagnosis of potato diseases and ways to prevent disease development in terms of food production technology and observance of sanitary status of storage facilities, equipment and vehicles.*

Ключові слова: бактерія картопляна паличка, спори, картопляна хвороба, мезофільні та концентровані молочнокислі закваски, пробна випічка, якість хліба.

### Вступ

В сучасних умовах, коли вимоги до якості хлібобулочних виробів систематично зростають, питання якості борошна набуває ще більшого значення, ніж раніше [1, 2]. Особливо актуальним є питання зараження борошна бактерією *B. Subtilis ssp. Mesentericus* – картопляною паличкою, яка останніми роками створює велику проблему борошномельним підприємствам та хлібозаводам, викликаючи картопляну хворобу хліба. Бактерія картопляна паличка дуже розповсюджена у природі. Вона знаходиться у ґрунті, у повітрі, на рослинах, й на поверхні зерна.

### Постановка завдання

Проблема полягає у тому, що на більшості зернопереробних підприємств з економічних міркувань відмінили операцію миття зерна перед помелом (згідно з Правилами проведення технологічного процесу на млинах, ця операція є обов'язковою), його піддають лише зволоженню [1]. У результаті, під час

розмелювання зерна бактерії та їх спори потрапляють до борошна. У хлібному виробі за сприятливих умов термолабільні спори бактерій картопляної палички швидко розмножуються, уражаючи його картопляною хворобою. Найчастіше спалахи хвороби відбуваються у весняно-літній період. Особливо уразливим є хліб з пшеничного борошна 2-го сорту, а також виробі, до рецептури яких включено висівки. Хліб, виготовлений з вищих сортів пшеничного борошна, менше уражається картопляною хворобою, що пояснюється практичною відсутністю у борошні периферійних частинок зернівки, які є первинними носіями картопляної палички. Хвороба майже не вражає житній хліб, оскільки кисла реакція середовища пригнічує розвиток бактерій.

Сама картопляна паличка не є патогенною для людського організму й вживання хліба, виготовленого з борошна, у якому вона присутня, до розвитку симптомів псування хліба (фруктові відтінки у ароматі, початкові зміни в м'якуші) є безпечним і припустимим. Хліб стає шкідливим й непридатним для споживання лише після розвитку картопляної хвороби внаслідок накопичення продуктів життєдіяльності картопляної палички – токсичних продуктів розпаду білка. Такий хліб провокує у людини порушення функцій шлунково-кишкового тракту.

Питання щодо використання хліба, ураженого картопляною хворобою, на відгодівлю тварин у кожному окремому випадку вирішують органи ветеринарного нагляду. Хліб, який не може бути використаний для кормових і технічних цілей, підлягає актуванню й знищенню спалюванням або закопуванням в ґрунт на глибину не менше 1м.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Питання споживної цінності хлібобулочних виробів завжди в достатній мірі розглядалося багатьма дослідниками, зокрема, в роботах [2– 4]. У роботі [2] авторами детально розглянуті чинники, що погіршують споживні властивості зерна, у тому числі, недотримання відповідних заходів агротехніки вирощування зернових, наслідки забруднення зерна шкідниками й розвитку небажаних мікроорганізмів у зерновій масі. На сьогодні саме проблема безпеки хліба стає актуальною, тому є потреба в узагальненні результатів досліджень, пов'язаних з причинами, механізмом розвитку картопляної хвороби, методами її виявлення.

#### **Формування цілей статті**

Метою роботи є проведення аналізу розробок діагностування картопляної хвороби хліба, надання практичних рекомендацій щодо запобігання зараженню хліба з точки зору зберігання й переробки зерна та технології виготовлення і зберігання хліба до реалізації.

#### **Виклад основного матеріалу досліджень**

Останніми роками в Україні спостерігається значне погіршення якісних показників зерна та борошна [2– 4]. Серед основних причин низької якості борошна можна назвати порушення санітарних і технологічних режимів зберігання та переробки зерна, розвиток у зерновій масі мікроорганізмів, зокрема, картопляної палички, яка провокує зараження хліба на картопляну хворобу.

Термостійкі спори картопляної палички витримують температуру близько 120°C протягом 1 год та знешкоджуються за 100°C лише через 6 год. Тобто спори залишаються життєздатними під час випікання хліба, адже, м'якуш хліба з пшеничного борошна під час випічки прогрівається до 97°C. Далі, у процесі зберігання хліба спори за сприятливих умов утворюють бактеріальні клітини й відбувається інтенсивне розмноження бактерій картопляної палички. Для інтенсивного розвитку хвороби необхідні рН середовища у межах 5– 8, достатня вологість хліба, та його зберігання не менше 48 год за температури 30– 35°C.

Під впливом активних амілолітичних ферментів палички, у хлібному виробі зростає кількість декстринів, які надають м'якушу липкості; під впливом протеолітичних ферментів палички утворюються продукти розкладу білків, характерні специфічним запахом. Уражений хліб на початку хвороби набуває слабого фруктового запаху, поодиноких сіруватих липких плям у м'якуші. З подальшим розвитком хвороби м'якуш починає тягнутися сріблястими липкими нитками, запах посилюється, причому в ньому з'являється неприсмний гнилісний відтінок. Далі м'якуш перетворюється на слизисту масу з нестерпним запахом гнилі.

Методика визначення наявності та кількості у борошні пшеничному 2-го сорту бактерій картопляної палички оснований на висіванні розведень певної кількості продукту в селективне агаризоване середовище, культивуванні посівів у чашках Петрі за температури 24±1°C протягом 120 год, візуальному підрахунку всіх колоній картопляної палички і перерахунку їх кількості на 1 г продукту. Колонії картопляної палички на агарі різноманітні за формою та видом, але найчастіше мають вигляд слизисто-складчастих з шкірястою плівкою та більш сухих, зморшкуватих, сірувато-білого чи кремового забарвлення. Вони не врастають в агар, активно розріджуючи желатин.

Для запобігання розвитку картопляної хвороби, пшеничне борошно повинно бути дослідженим на зараженість картопляною паличкою шляхом пробної лабораторної випічки хліба за ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная. Методы пробной лабораторной выпечки хлеба». Методика дослідження полягає у наступному. Випечений формовий хліб через 1,5– 2 год обгортають подвійним шаром вологого пористого паперу й витримують 24 год. у термостаті за температури 36– 38°C та відносної вологості повітря 83– 87 %. Далі хліб розгортають, розрізують та досліджують щодо наявності первинних ознак захворювання.

Результат дослідження борошна заносять у якісне посвідчення з зазначенням часу прояву картопляної хвороби, при цьому вказують: «Хліб захворів на картопляну хворобу через 24 год» або «Хліб не

захворів на картопляну хворобу через 24 год». Перевірку повторюють через 36 год.

Для раннього діагностування картопляної хвороби використовують люмінесцентний метод, що полягає у опроміненні м'якуша чи борошняної бовтанки ртутно-кварцевою лампою з ультрафіолетовим фільтром. При цьому колонії картопляної палички набувають яскраво-жовтого забарвлення і стають чітко помітними.

Оскільки одним з наслідків картопляної хвороби є зменшення в м'якуші кількості органічних кислот (зокрема малонової), наявність хвороби можна встановити методом хромато-мас-спектрометрії.

Для запобігання зараженню хліба на картопляну хворобу, з точки зору технології виготовлення хліба [4], доцільно підвищувати кислотність тіста у межах 1 град., наприклад, використовуючи мезофільні закваски, виготовлені на чистих культурах *L. Plantarum-30* з кислотністю 16–18 град. або на чистих культурах *L. Fermenti-27* з кислотністю 25–28 град. та інші види заквасок – пропіоновокислу, ацидофільну чи комплексну.

Бездріжджові пшеничні закваски сприяють інтенсифікації технологічного процесу, покращанню мікробіологічної чистоти хліба, пригнічують розвиток у хлібі мікрофлори, що викликає захворювання на картопляну хворобу. При переробленні пшеничного борошна II сорту чи оббивного, підвищення кислотності тіста шляхом внесення заквасок (або інших підкислювачів) сприяє покращанню набрякання оболонкових частинок у борошні. При використанні підкислюючих заквасок тісто збагачується не лише кислотами, але й водорозчинними білками, вуглеводами, а також ароматичними сполуками, що сприяє покращанню стану м'якуша хліба, його смакових якостей. Кислотність виробів підвищується приблизно на 1 град., порівняно зі звичайною нормою.

Дослідним шляхом встановлено, що у літній період підвищення кислотності тіста шляхом внесення мезофільної молочнокислої закваски (ММКЗ) є найдоцільнішим технологічним заходом для підвищення стійкості хліба до картопляної палички [4]. Закваска являє собою напівфабрикат вологістю 68–72 % з кінцевою кислотністю 20–25 град. У циклі розведення приготування ММКЗ використовують чисті культури молочнокислих бактерій *L. Fermenti 27*. У виробничому циклі живильне середовище готують із борошна I або II сорту. Закваски виброджують за температури 35–37°C протягом 8–24 год до кислотності 20–25 град. Термін виброджування залежить від кількості закваски і сорту борошна. В опару ММКЗ вносять у кількості 4–6 %, в разі внесення її в тісто – 6–8 % до маси борошна.

Концентрована молочнокисла закваска (КМКЗ) має вологість 63–66 %, кінцеву кислотність – 14–18 град. У циклі розведення можна використовувати чисті культури молочнокислих бактерій *L. Plantarum-30*, *L. Brevis-1*, *L. Fermenti-34*, *L. Casei-26*, або лише дві останні культури у вигляді рідини чи сухого лактобактерину, який є сумішшю цих культур. КМКЗ слід додавати під час приготування опари у кількості 4–5 % від маси борошна у тісті. Якщо тісто виготовляється у безопарний спосіб, закваску вносять у кількості 8–10 % від маси борошна, витраченого на приготування тіста.

Крім зазначених заквасок, для підвищення кислотності напівфабрикатів в межах 1 град., можна використовувати достиглі опару чи тісто, згущену молочну сироватку кислотністю 450–500°Т, а також розчини, що містять одну з харчових органічних кислот: лимонну, яблучну, молочну, оцтову.

Потрібну кількість кислоти ( $G_k$ , кг) визначають за формулою:

$$G_k = \frac{(G_m \cdot K - G_n \cdot K_1 - G_o \cdot K_2) \cdot 1000 \cdot T}{M}, \quad (1)$$

де  $G_m$  – маса тіста, кг (визначається розрахунковим шляхом за рецептурою);

$K$  – задана кислотність тіста, град.;

$G_n$  – маса опари чи закваски, кг;

$K_1$  – кінцева кислотність опари або закваски, град.;

$G_o$  – маса борошна, витраченого на приготування тіста, кг;

$K_2$  – кислотність борошна, град.;

$T$  – титр кислоти, г/см<sup>3</sup>: молочної – 0,09, лимонної – 0,07, оцтової – 0,06;

$M$  – вихідна концентрація кислоти за якісним посвідченням або за етикеткою на упаковці, %.

Необхідну для підвищення кислотності тіста в межах 1 град. кількість сироватки ( $G_{сир}$ ), визначають за формулою:

$$G_{сир} = \frac{G_m \cdot K - G_o \cdot K_o}{K_{сир}}, \quad (2)$$

де  $K_{сир}$  – кислотність сироватки, град. або 0, 1°Т.

З метою попередження розвитку картопляної хвороби хліба можна застосовувати пропіоновокислу закваску, виготовлену на пропіоновокислих бактеріях штаму *BKM-103*. Живильним середовищем для її приготування є борошняна заварка. Пропіоновокислі бактерії накопичують у живильному середовищі пропіонову і мурашину кислоти, які є ефективними інгібіторами розвитку споривих бактерій. Поряд з цим, у заквасці накопичується вітамін  $B_{12}$ . Кислотність цієї закваски становить 12–16 град.

Здатність до пригнічення розвитку споривих бактерій має ацидофільна закваска, яка містить

культуру бактерій *L. Acidophilus-146* (ацидофільна паличка) і дріжджі штаму *Рязанські-17*, адаптовані до підвищених температур (40– 45°C). Кислотність ацидофільної закваски становить 9– 10 град. Її рекомендується застосовувати під час виготовлення виробів з підвищеним вмістом цукру та жирів. Крім того, ацидофільна закваска сприяє покращенню структурно-механічних властивостей тіста та стану м'якуша виробів.

Комплексна закваска, яка містить штами пропіоновокислих і молочнокислих бактерій та дріжджів, також має здатність пригнічувати розвиток спорових бактерій. Кислотність комплексної закваски становить 10-12 град.

На розповсюдження картопляної палички значно впливає порушення санітарних і технологічних режимів зберігання та переробки зерна й борошна, а також умов зберігання хліба до реалізації. У зв'язку з цим, велике значення має дотримання вимог санітарних та технологічних інструкцій [5], діючих у елеваторній, борошномельній, хлібопекарній галузях промисловості, а також у торгівлі.

### Висновки

Підприємства з виготовлення хлібопродуктів повинні мати лабораторію для контролю якості сировини, зокрема, борошна щодо наявності у ньому картопляної палички. У разі неспроможності здійснення такого дослідження, слід передбачити можливість відсилання проб борошна у профільні лабораторії міста (району). Крім того, на місцях потрібно обов'язково проводити пробну випічку хліба за ГОСТ 27669-88.

Під час вимушеного використання у технологічному процесі борошна, у якому присутня картопляна паличка, доцільно за допомогою рекомендованих заходів підвищувати кислотність тіста у межах 1 град. та досліджувати випечений хліб на наявність захворювання. У разі успішного завершення дослідження, такий хліб слід рекомендувати для швидкої реалізації.

На підприємствах-виробниках і у місцях реалізації хлібобулочних виробів необхідно стежити за санітарним станом складських приміщень, комунікацій, обладнання, транспортних засобів і в разі потреби своєчасно проводити їх дезинфекцію з наступним бактеріологічним контролем. Заражений хліб повинен бути негайно видаленим із загальної маси виробів.

Дотриманням даних рекомендацій цілком реально захистити споживача від неякісного хліба, а виробничі та торгівельні підприємства – від значних економічних втрат.

### Література

1. Брасалин С. Замечания по проекту Технического регламента о требованиях к безопасности продуктов переработки зерна, процессов их производства, хранения, перевозки, реализации, утилизации / С. Брасалин // Хлебопродукты. – 2009. – № 8. – С. 16– 17.
2. Продовольственное зерно: качество и безопасность: [монографія] /под ред. Н. А.Рябенко]. – Донецьк: ДонНУЭТ, 2009. – 778 с.
3. Черных С. А. Невидимые враги хранящегося зерна / С. А. Черных, Н. В. Карнаухова // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 9.
4. Коломникова Я. П. Технологические приемы по предупреждению заболеваний хлебобулочных изделий / Я. П. Коломникова // Хлебопродукты. – 2009. – № 3. – С. 51– 53.
5. Інструкція щодо попередження картопляної хвороби хліба / Міністерство аграрної політики України, Державна акціонерна компанія «Хліб України». – К., 2003. – 23 с.

Надійшла 22.3.2011 р.