

СУЧАСНІ ЗАХОДИ ЗАПОБІГАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОМУ ПСУВАННЮ ХЛІБА

Проаналізовано фактори, які сприяють попередженню мікробіологічного псування хліба, знижуючи активність бактерій групи картопляної палички. Наведено засоби раннього діагностування картопляної хвороби хліба та шляхи запобігання розвитку хвороби з точки зору корекції технології виготовлення.

Ключові слова: мікробіологічне зараження, картопляна хвороба, кислотність середовища, активність води, молочнокислі закваски.

Ярошевич Т.С. Современные методы предупреждения микробиологической порчи хлеба. Проведено анализ факторов, предупреждающих микробиологическую порчу хлеба вследствие снижения активности бактерий группы картофельной палочки. Наведено способы ранней диагностики картофельной болезни хлеба и технологические приемы, позволяющие избежать развития этой инфекции.

Ключевые слова: микробиологическое заражение, картофельная болезнь, кислотность среды, активность воды, молочнокислые закваски.

Yaroshevych T.S. Modern methods of prevention of microbiological spoilage of bread. Analysis of factors preventing microbiological spoilage of bread due to decreasing of activity of bacteria bacillus subtilis is performed. Methods of early diagnostics of potato disease of bread and technological techniques that help to avoid development of this infection are shown.

Key words: microbiological infection, potato disease, medium acidity, water activity, lactic ferments.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Однією з основних причин псування хліба є розвиток мікроорганізмів (бактерій, дріжджів, цвілевих грибів), які за сприятливих для них умов активізуються й призводять до повної непридатності продукту до споживання. Зокрема, зараження хліба спороутворюючими бактеріями роду *Bacillus* (*B.subtilis*, *B.licheniformis*, *B.megaterium*) провокує розвиток небезпечної інфекції, названої картопляною хворобою хліба. Спори бактерій групи картопляної палички досить стійкі до термічного впливу, вони залишаються життєздатними навіть за температур, близьких до 130 °С. Інтенсивність розвитку цих мікроорганізмів залежить від зовнішніх чинників: недостатнього контролю за якістю сировини для виробництва хліба (передусім, на предмет обсіменіння зерна чи борошна

названим видом бактерій), інфікування обладнання у виробничих приміщеннях з переробки зараженого борошна; порушення технологічного режиму переробки борошна, інфікованого спорами збудників картопляної палички, недопрацювання з точки зору технології, а також порушення умов зберігання хліба до реалізації на підприємстві чи у торговельному закладі.

У хлібному виробі за сприятливих умов термолабільні спори бактерій картопляної палички швидко розмножуються. Особливо уразливим є хліб з пшеничного борошна 2-го сорту, а також вироби, 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.

Для прийняття правильного рішення щодо попередження мікробіологічного псування хліба, важливо знати поведінку мікроорганізмів у тому чи іншому середовищі, адже кожен мікроорганізм має свої оптимальні умови для росту та розмноження, а саме: активність води, рівень активної кислотності середовища, температуру, наявність чи відсутність кисню тощо. Одним з найпродуктивніших способів попередження руйнівного впливу мікробіологічного псування на споживні властивості хліба є аналіз показників, які впливають на активність мікроорганізмів [6, 7].

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Питання споживної цінності та безпеки хлібобулочних виробів завжди в достатній мірі розглядалося багатьма дослідниками, зокрема, в роботах [2, 3, 5]. У роботі [1] 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.. Мікробіологічне псування хлібобулочних виробів є серйозною проблемою у багатьох регіонах з спекотним та помірним кліматом. Питанням мікробіологічного зараження харчових продуктів присвячені праці В. Оболкіної, С. Кияниці, С. Мельничук, Д. Прасол, Л. Баль-Прилипко, Т. Лебеденко, Т. Новічкової та ін.

Цілі статті. З метою прийняття правильного рішення відносно попередження мікробіологічного псування хліба, провести: аналіз показників, що впливають на життєдіяльність мікроорганізмів у певному живильному середовищі; аналіз засобів діагностування картопляної хвороби хліба; надання практичних рекомендацій щодо запобігання зараженню хліба та подальшому розповсюдженню такого зараження.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Останніми роками в Україні спостерігається значне погіршення якісних показників зерна та борошна [1, 2]. Серед основних причин низької якості борошна можна назвати порушення санітарних і технологічних режимів зберігання та переробки зерна, розвиток у зерновій масі мікроорганізмів, зокрема, бактерій групи картопляної палички. Термостійкий спори картопляної палички витримують температуру близько 120 °С протягом 1 год. та знешкоджуються за 100 °С 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 °С. Далі, у процесі зберігання хліба спори за сприятливих умов утворюють бактеріальні клітини й відбувається інтенсивне розмноження бактерій. Під впливом активних амілолітичних та протеолітичних ферментів палички, у хлібному м'якуші накопичуються продукти гідролізу крохмалю, які надають йому липкості й продукти гідролізу білків, що обумовлюють різкий специфічний запах зараженого хліба.

До основних показників, які впливають на життєдіяльність мікроорганізмів, передусім належать: активність води, рівень рН та температура середовища, наявність чи відсутність кисню у ньому [6, 7].

Щодо наявності чи відсутності кисню, то бактерії *B.subtilis*, *B.megaterium*, *B.licheniformis* невибагливі – вони можуть бути як аеробами, так і факультативними анаеробами.

Активність води. Під час оцінювання якості й термінів придатності харчових продуктів одним з визначальних фізико-хімічних показників є масова частка вологи, що у першу чергу впливає на розвиток мікроорганізмів. Зі зниженням масової частки вологи інтенсивність розмноження мікроорганізмів падає і при досягненні визначеного вмісту вологи припиняється. Проте, для розвитку мікроорганізмів має значення не абсолютна вологість середовища, а активність води – тобто її доступність для розвитку мікроорганізмів. Показник активності води відображає співвідношення вільної та зв'язаної вологи в харчовому продукті. Чим більше у виробах вільної води, тим більша ймовірність розвитку мікробіологічного псування. Контроль показника активності води дозволяє прогнозувати процеси, що протікають при збереженні хлібобулочних виробів. Активність води, оптимальна для розвитку бактерій $A_w = 0,88-0,97$ (зокрема, для *Bacillus subtilis* – 0,95). Готові хлібобулочні вироби мають активність води у м'якуші $A_w = 0,95$. Отже, за активності води нижче, ніж 0,95, ці бактерії не розвиваються.

Значення рН, оптимальне для розвитку бактерій, знаходиться в діапазоні 5-7,5. Підвищення кислотності призводить до зниження активності мікроорганізмів. Найчастіше, саме тому ознаки «картопляної хвороби» спостерігаються у пшеничного хліба з низькою кислотністю, у той же час, хвороба майже не вражає житній хліб, оскільки кисла реакція середовища пригнічує розвиток бактерій.

Залежно від температури середовища мікроорганізми також будуть мати підвищену або понижену активність. Для розмноження та активної життєдіяльності мікроорганізмів-збудників картопляної хвороби хліба оптимальною є температура 35-40 °С. Тому, по-перше, необхідно швидке охолодження випеченого хліба; по-друге – вкрай небажане упакування недостатньо охолоджених виробів.

Отже, знаючи значення показників, які впливають на життєдіяльність мікроорганізмів, можливо досить точно визначити чи передбачити вірогідність зараження хліба на картопляну хворобу, особливо у випадку вимушеного використання хлібопекарським підприємством борошна, контамінованого збудниками картопляної хвороби.

Для запобігання розвитку картопляної хвороби, пшеничне борошно повинно бути дослідженим на зараженість *B.subtilis*, *B.licheniformis*, *B.megaterium* шляхом пробної лабораторної випічки хліба за ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная. Методы пробной лабораторной выпечки хлеба». Для раннього діагностування картопляної хвороби використовують люмінесцентний метод, який полягає у опроміненні м'якуша чи борошняної бовтанки ртутно-кварцевою лампою з ультрафіолетовим фільтром. При цьому колонії бактерій з групи 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 маленової), наявність хвороби можна встановити методом хромато-мас-спектрометрії.

Для запобігання зараженню хліба на картопляну хворобу, з точки зору технології виготовлення хліба [3], доцільно підвищувати кислотність тіста у межах 1град., 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. 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 [3]. 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 °С 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.

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, молочну чи оцтову у встановлених кількостях [5].

На розповсюдження бактерій з групи 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 [4], діючих у елеваторній, борошномельній, хлібопекарній галузях промисловості.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Питання дослідження способів запобігання розвитку картопляної хвороби хліба ніколи не втрачає своєї актуальності. Насамперед, попередження мікробіологічного псування виробів проводиться шляхом обмеження доступу мікроорганізмів до продукту. Досить важливим є мікробіологічна чистота сировини: зерно повинно проходити ретельну обробку, оскільки спороутворюючі бактерії групи картопляної палички завжди є присутніми на його поверхні й безперешкодно потрапляють у борошно. 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 відсилення 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.

Оскільки розвиток «картопляної хвороби» хліба найбільш інтенсивно відбувається в діапазоні температур 30-40 °С, необхідно максимально прискорити процес охолодження виробів. Особливу увагу слід приділити недопеченим виробам, оскільки вони мають підвищений показник активності води A_w , що сприяє розвитку мікроорганізмів. Упакування виробів, які ще не повністю вистигли, з цієї ж причини призводить до прискорення розвитку мікробіологічного псування.

Для зниження ризику зараження хліба на підприємствах-виробниках та у місцях реалізації хлібобулочних виробів дуже важливим є миття, дезінфекція обладнання й виробничих приміщень.

Список використаних джерел

1. Продовольственное зерно: качество и безопасность : монография / под ред. Н.А. Рябченко. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2009. – 778 с.
2. Черных С. Невидимые враги хранящегося зерна / С. Черных, Н. Карнаухова // Хранение и переработка зерна. – 2001. – № 9.
3. Коломникова Я.П. Технологические приемы по предупреждению заболеваний хлебобулочных изделий / Я.П. Коломникова // Хлебопродукты. – 2009. – №3. – С. 51-53.
4. Інструкція щодо попередження картопляної хвороби хліба / Міністерство аграрної політики України, Державна акціонерна компанія «Хліб України». – К., 2003. – 23 с.
5. Ярошевич Т.С. Сучасні методи діагностування картопляної хвороби хліба та засоби запобігання її розповсюдженню / Т.С. Ярошевич // Вісник Хмельницького національного університету (технічні науки): Науковий журнал. – Хмельницький : вид. ХНУ, 2011. – Вип. 2. – С.124-127.
6. Антибактеріальні властивості екстрактів фітодобавок / [Лебеденко Т., Кожевнікова В., Новічкова Т., Сусло А.]. – Матер. міжнар. наук.-техн. конф. Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій. – Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2015. – С. 206-207.
7. <http://www.lesaffre.ua/uploads/files/5.pdf>
8. <http://buklib.net/books/36130/>

*Стаття рекомендована до друку професором Байдаковою Л.І.
Стаття поступила в редакцію 27.12.2015 р*