

Мікробіологічна безпека харчових продуктів

Н. ОЛЕКСІЄНКО, канд. техн. наук

В. БОЛКІНА, докт. техн. наук

І. СІВНИЙ, аспірант

Інститут післядипломної освіти НУХТ

Анотація. Розглянуто біологічні фактори ризику для безпеки харчових продуктів; подано стислу характеристику мікроорганізмів, що визначають гігієнічні нормативи харчових продуктів, умов життя цих мікроорганізмів та їх особливості. Зроблені висновки щодо способів забезпечення мікробіологічної безпеки харчових продуктів.

Ключові слова: фактори ризику, мікроорганізми, гігієнічні нормативи

Abstract. The article deals with biological risk factors for food safety, filed a brief description of microorganisms that determine the hygienic standards of food, living conditions of these microorganisms and their features.

Conclusions on how to ensure the microbiological safety of food products.

Keywords: risk factors, microorganisms, hygienic standards.

Мільйони людей у всьому світі страждають

ІМІ

від отруєнь, внаслідок споживання уражених токсинами харчових продуктів.

Харчовим отруєнням, або харчовою інтоксикацією, як правило, називають захворювання спричинені токсинами, який продукується мікроорганізмом, що розвивається в продуктах. Патогенні мікроби виробляють токсини двох видів: екзотоксини і ендотоксини. *Екзотоксини* легко переходять з мікробної клітини у довкілля. Вони пригнічують певні органи і тканини з характерними зовнішніми ознаками, тобто мають специфічну дію. *Ендотоксини* не виділяються з мікробної клітини під час її життєдіяльності, вони вивільняються лише після її загибелі. Ендотоксини не мають специфічної дії і призводять до загального отруєння. Харчові інтоксикації (токсикози) можуть виникати і за відсутності в продукті мікробів, але за наявності мікробних токсинів. Токсикози за своєю природою бувають бактеріальні і грибні. Прикладами харчової інтоксикації є стафілококове отруєння, ботулізм і септична ангіна.

До харчових інфекцій відносяться захворювання, при яких харчовий продукт є лише носієм патогенних мікроорганізмів; в ньому вони зазвичай не розмножуються. Харчові інфекції провокують віруси, ентеропатогенні кишкові палички, ентерококи, патогенні галофіти тощо.

При оцінці безпеки харчових виробів, насамперед, визначають їх мікробіологічний стан.

Гігієнічні нормативи за мікробіологічними показниками включають контроль наявності 4-х груп мікроорганізмів:

08

• санітарно-показових, до яких відносяться ме-

зофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми - МАФАНМ і бактерій групи кишкової палички - БГКП (колі-форми);

• умовно-патогенні мікроорганізми, у тому числі коагулазо позитивні стафілококи (*Staphylococcus aureus*);

• патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели;

• мікроорганізми псування - в основному, це дріжджі і плісневі гриби.

Оцінка безпеки харчової продукції здійснюється за нормованою масою продукту, в якій не допускається присутність бактерій групи кишкових паличок, більшості умовно-патогенних, а також патогенних мікроорганізмів. У інших випадках норматив відображає кількість колонієутворюючих одиниць в 1 г або 1 мл продукту (КОУ/ г, см³).

До санітарно-показових мікроорганізмів відносять мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроби і бактерії групи кишкових паличок.

Мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроби (МАФАНМ) - це мікроорганізми, оптимальна температура зростання яких 25-40°C в умовах доступу кисню (аеробний) або його відсутності (анаеробний), і одержуючи енергію за рахунок бродіння і у присутності його (енергію дихання) - факультативні анаероби. Показником санітарно-гігієнічного стану продукту є загальне обсіменіння МАФАНМ.

Група бактерій кишкової палички дуже чисельна і складна за структурою. Бактерії групи кишкових



паличок (БГКП) поділяють на 4 підгрупи: *Escherichia coli citrovorum*, *E. aerogenes*, *E. coli commune*, *E. paracoli*. Найчастіше зустрічаються *E. coli commune* і *E. paracoli*.

БГКП дуже мінливі і, потрапляючи в зовнішнє середовище, вони втрачають багато характерних ознак. Тому до санітарно-показових мікроорганізмів відносять всі різновиди кишкової палички.

Харчові отруєння можуть спричинити продукти, з великою кількістю бактерій роду *Proteus* або групи *E. coli*. Вони є сапрофітами, але деякі їх види здатні виробляти токсин. Тому їх називають умовно-патогенними.

Токсичні бактерії роду *Proteus* і кишкова паличка призводять отруєння, подібного до сальмонельозу, але менш тривалого за часом.

Добактерій, що спричиняють харчові інтоксикації, відносяться деякі стафілококи, зокрема золотистий стафілокок (*Staphylococcus aureus*). Стафілококове отруєння займає перше місце серед харчових отруєнь за частотою виникнення. Розвиваючись в харчових продуктах, у тому числі в кондитерських виробках, золотистий стафілокок виділяє ентеротоксин, який діє на кишечник людини. Энтеротоксин термостабільний, для його повного руйнування потрібне двогодинне кип'ятіння.

Для профілактики отруєння необхідно не допускати до роботи з харчовими продуктами осіб з гнійничковими захворюваннями шкіри, гострими катаральними запalenнями верхніх дихальних шляхів; дотримуватися режимів теплової обробки продуктів, що гарантують загибель токсину стафілококу; зберігати продукти в холодильниках при температурі 2-4 °C.

Харчові токсикоінфекції, як правило, виникають під впливом бактерії паратифозної групи *Salmonella*. Відомо більше 2200 різних типів сальмонел.

Кожен штам сальмонели потенційно здатний спричинити будь-який клінічний тип інфекції: черевний тиф, гастроентерит або локальний її прояв. Найбільшу загрозу становлять сальмонели черевного тифу, паратифу А і В та ін.

Ці бактерії не утворюють екзотоксину, але при їх загибелі в організм хворої людини з кліток виділяється ендотоксин, що має сильну хвороботворну дію. Сальмонели - нестійкі бактерії. Вони гинуть при нагріванні до температури 60 °C впродовж 30 хвилин, але виживають при заморожуванні,

Профілактика захворювання полягає в ретельному контролі продуктів і питної води на присутність бактерій. Для знищення бактерій рекомендують нагрівати їжу хоча б 10 хвилин при температурі не нижче 75 °C.

Бактерії роду *Salmonella* виявляють у молочному шоколаді, шоколадній глазурі, какао-порошку, порошкоподібних сумішах.

Спороутворюючі аеробні бактерії (САБ) часто знаходять у кондитерській сировині. При підвищеному вмісті САБ в сировині і готовому продукті містяться у значній кількості умовно-патогенні бактерії *Bacillus cereus*, що небезпечно для споживачів,

Бактерії роду *Bacillus* - активні продуценти гідролітичних ферментів, які призводять до псування продуктів. Газоутворюючі спорові бактерії призводять до спучування цукерок. Існують дані [1], що пролінові цукерки можуть бути контамінованими САБ на 33-75%.

Патогенні мікроорганізми в кондитерських виробках не допускаються. Виявлення їх здійснюється у спеціальних лабораторіях, що мають ліцензії на їх визначення. Тому у виробничих лабораторіях їх не контролюють.

До мікроорганізмів псування відносять в основному гриби і дріжджі. Найпоширеніші плісеневі гриби родів *Aspergillus* і *Penicillium*, що розмножуються конідіями. Гриби роду *Aspergillus* призводить до пліснявіння харчової продукції. Цвілий продукт має неприємний запах і смак, і залежно від ступеня пліснявіння може призвести до харчового отруєння.

Гриби роду *Penicillium* провокують утворення на харчових продуктах зеленої гронovidної цвілі. Під впливом конідій грибів на продуктах з'являється сизий пил. Ця цвіль дуже легко поширюється і за наявності вологи виявляється на всіх харчових про-

дуктах. Конідії *Penicillium* постійно знаходяться у повітрі, на плодах, ячмені і солоді, особливо на роздушених зернах. Окремі види грибів цього роду служать для виготовлення лікувальних препаратів - антибіотиків групи пеніциліну.

Гриби роду *Rhizopusta* також поширені і утворюють чорну цвіль, що розростається з великою швидкістю. Цвіль може навіть підніматися вгору по стінках судин. Продукти, уражені цією цвіллю, зтягаються павутиноподібним міцелієм.

Захворювання, причиною яких є плісеневігриби, що накопичують токсичні (отруйні) речовини в харчових продуктах, називаються мікотоксикозами. Токсичні речовини продуктів життєдіяльності грибів називаються мікотоксинами. Причиною мікотоксикозів є гриби родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* та ін.

Мікотоксини можуть мати довгострокові канцерогенні або короткострокові гострі отруйні ефекти. Їх розрізняють як біологічну небезпеку, хоча можна також розглядати і як хімічну. Особлива шкода від мікотоксинів зумовлена здатністю їх продуцентів уражати продукти як рослинного, так і тваринного походження на будь-якому етапі: транспортування і зберігання, у виробничих і домашніх умовах.

Усвідомлення взаємозв'язку умов життя мікроорганізмів та їх поведінки має величезне значення при виробництві і зберіганні харчових продуктів.

При відповідних умовах більшість мікроорганізмів росте або розмножується. В ідеальних умовах деякі бактерії можуть рости і ділитися кожні 20 хвилин, таким чином, що одна клітина за 8 годин може дати 16 млн. клітин. Це, наприклад, може статися за 1 ніч на погано продезинфікованому обладнанні або інвентарі. У несприятливих умовах час генерації (час подвоєння кількості) збільшується. Так, при збільшенні цього часу до 2 годин, через 8 годин чисельність популяції буде дорівнювати лише 16 клітинам.

Збільшення чисельності мікроорганізмів, або швидкість їх росту, залежить не лише від самих мікроорганізмів, але й від присутності води, наявності живильних речовин, кислотності (рН) середовища, температури.

Як і всьому живому, мікроорганізмам потрібна вода. Клітина на 80-90% складається з води. Продукти розпаду і живильні речовини повинні розчинятися у воді, щоб проникнути через клітинну стінку.

Вода є основним компонентом клітки, розчинником, а також засобом транспорту речовин. Зі зниженням вологості інтенсивність розмноження мікроорганізмів знижується і при досягненні визначеного вмісту вологи припиняється. Однак для розвитку мікроорганізмів має значення не абсолютна вологість, а доступність води для розвитку мікроорганізмів, що називається активністю води.

«Активність води» (a_w) - відношення тиску водяних пар над продуктом до тиску водяних пар над чистою водою при одній і тій же температурі і про-

порційно рівноважної відносної вологості при якій виріб не поглинає і не віддає вологу в атмосферу, «Активність води» може змінюватися від 0 до 1.

При зменшенні a_w харчового продукту кількість здатних до росту мікроорганізмів і швидкість їх росту знижуються. Активність води (a_w) може бути знижена шляхом видалення вологи (сушінням) або шляхом додавання розчинних речовин (наприклад, солі або цукру),

У продуктах з високою вологістю при активності води (a_w) 0,88-0,98 можуть розвиватися різні бактерії, плісені, дріжджі, із середнім вологовмістом при активності води 0,6-0,88 розвиток мікроорганізмів обмежений, а з низьким вологовмістом при активності води нижче 0,6 - бактерії, плісені, дріжджі практично не розвиваються,

Окрім вмісту вологи в продукті дуже важливу роль грає вологість навколишнього середовища. Продукти, що містять мало вологи, вбирають її з повітря, внаслідок чого за сприятливих умов на продуктах розвиваються гриби, цвіль. Натомість, насичені вологою продукти, такі, як м'ясо, втрачають вологу з поверхневого шару в сухому повітрі або в холодному приміщенні, тому створюються несприятливі умови для розвитку поверхневого псування.

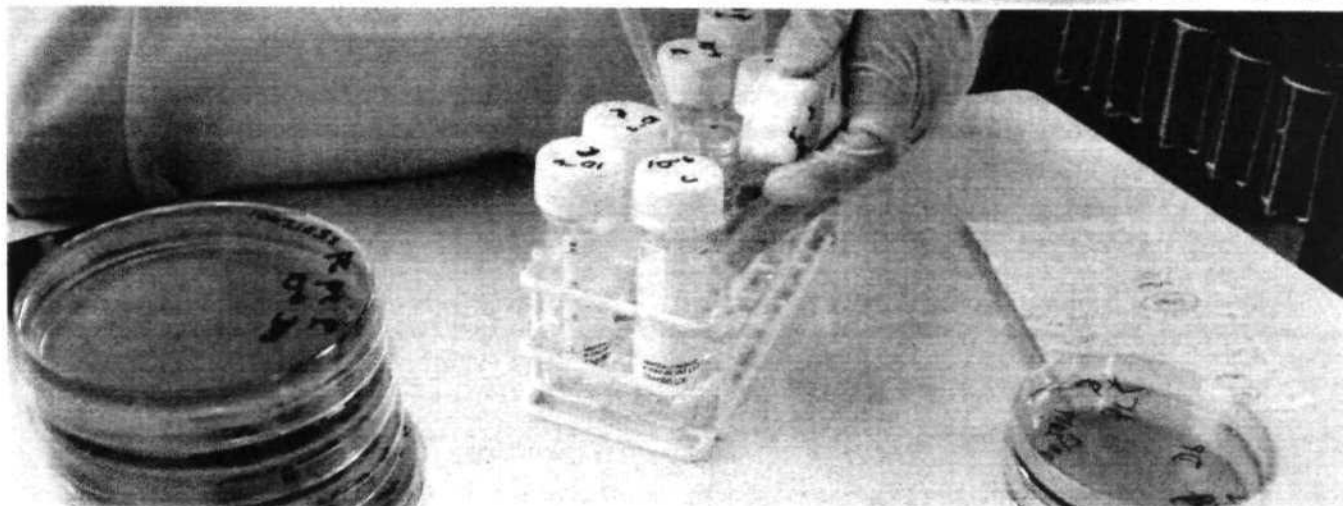
Як і всім живим істотам, мікроорганізмам окрім води потрібні живильні речовини, що включають: джерело вуглеводу, джерело азоту, мінеральні речовини. Деякі мікроорганізми потребують ще й додаткових чинників для росту.

У харчовій промисловості ми повинні брати до уваги, що для мікроорганізмів живильні речовини так само важливі, як і для людини. Якщо частки харчових продуктів залишаються на підлозі або устаткуванні, то мікроорганізми можуть розвиватися з дуже великою швидкістю.

Всі мікроорганізми добре розвиваються при рН 6,0-8,0. Проте при рН нижче 4,5 здатні розвиватися лише деякі види бактерій, включаючи гриби і дріжджі. Тому слабо кислі продукти можуть бути зіпсованими кислото толерантними бактеріями (молочнокислими бактеріями і деякими ентеробактеріями), а більш кислі продукти - дріжджами і пліснявою. Дія температури і рН пов'язані між собою. Мінімальний рН для росту при оптимальній температурі може бути значно нижчим, ніж при низьких температурах.

Патогенні бактерії при рН нижче 4,5 не розмножуються і гинуть. Однак, є дані [2], що патогенна кишкова паличка *E. coli* O157:H7 може зростати при рН 4,0 і довгий час витримувати більш низькі значення рН.

Крім рН, на стійкість харчових продуктів до мікроорганізмів впливає вид кислоти. Органічні кислоти (молочна, оцтова, лимонна і яблучна) мають більшу антибактеріальну дію, ніж неорганічні (хлористоводнева, сірчиста). Антибактеріальна дія органічних кислот зазвичай знижується в такому порядку.



овтова, молочна (а-оксіпропіонова), лимонна, а потім яблучна кислота.

При підвищеному значенні рН, наприклад, вище 9,0, багато бактерій припиняють зростання.

Температура помітно впливає на зростання мікроорганізмів. Деякі мікроорганізми краще розвиваються при високій температурі (40-50 °С), інші - при низькій, між 4 і 7 °С. Кожен тип мікроорганізмів має свою оптимальну температуру, при якій краще всього відбувається розмноження. Відповідне підвищення або пониження температури веде до уповільнення цього процесу.

За чутливістю до температури мікроорганізми діляться на 5 груп:

1. Психрофільні мікроорганізми (психрос - холоду). Це холодолюбиві мікроорганізми, здатні розмножуватися при температурі від -5 до 20 °С.

2. Психротропні мікроорганізми (тропос - напрям). Розмножуються при температурі від 0 до 40 °С. Це основні мікроорганізми, що спричиняють псування охолоджених продуктів.

3. Мезофільні мікроорганізми (мезо - середній). Ця група мікроорганізмів зростає і розмножується при температурі від 5 до 45 °С.

4. Термотропні мікроорганізми (термос - тепло), оптимальна температура для їх життєдіяльності від 20 до 50 °С.

5. Термофільні мікроорганізми. Ці теплолюбиві мікроорганізми живуть і розмножуються при температурі від 40 до 80 °С

Окрім умов середовища, які розглянуті вище, існують інші, не менш важливі умови, що також впливають на зростання і розвиток мікроорганізмів:

- присутність або відсутність кисню (аеробні або анаеробні), газове середовище, сприятливе для зростання. Здатність мікроорганізмів розмножуватися в певному газовому середовищі широко використовують при виборі виду упаковки продукції. Наприклад, бактерії роду *Pseudomonas* потребують для росту присутності кисню. Тому використання вакуумної упаковки або модифікованого газового середовища, до складу якого не входить кисень, пригнічує ріст цієї групи мікроорганізмів. Хоча інші мікроорганізми можуть рости і без кисню,

вони часто ростуть повільніше, тому виникнення мікробіологічного псування затримується.

«присутність або відсутність антимікробних речовин - консервантів. Для підтримання мікробіологічної стабільності в харчові продукти, зокрема в кондитерській виробі, додають природні або штучні консерванти (наприклад, бензойну, сорбінову кислоти, їх солі). Дріжджі і плісені зазвичай стійкіші до дії консервантів, ніж бактерії, тому на кінцевому етапі можуть переважати в мікрофлорі, що спричиняє псування. Останнім часом посилюються тенденції до зменшення або виключення консервантів зі складу продукції. Треба бути обережними, бо навіть незначні зміни в складі продукції без коригування термінів і умов зберігання можуть призвести до передчасного псування,

Щоб максимально унеможливити мікробіологічне забруднення слід приділяти велику увагу гігієнічним умовам вході всього технологічного процесу.

Для досягнення найвагоміших результатів доцільно застосовувати системи управління безпекою (НАССР) і якістю (ISO 9001) [3]. Необхідно підвищувати професійну підготовку осіб, зайнятих у виробництві, збутом, роздрібною торгівлею, та інформованість споживачів щодо гігієнічних аспектів у поводженні з харчовими продуктами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Скокан Л.Е., Жарикова Г.Г. *Микробиология основных видов сырья и полуфабрикатов в производстве кондитерских изделий.* - М.: Дели принт, 2006. - 146 с.
2. *Охлажденные и замороженные продукты: пер. с англ./под науч. ред. Н.А. Уваровой.* - СПб: Профессия, 2004. - 496 с.
3. Leaper S. *HACCP: a practical guide/2nd ed.* Campden and Chorleywood Food Research Association *Technical Manual.* - 1997. - №38.
4. Jouve, J.L., Stringer, M.F., Baird-Parker A.C. *Food Safety Management Tools.* - Brussels: ILSI-Europe, 1998.
5. Yaj J.M. *Modern Food Microbiology/2nd ed.* - New York: D.van Nostrand Co., 1978.