

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

ХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Чернівці
Чернівецький національний університет
2014

УДК [543+579] : 664(075.8)

ББК 36-1я73

X 464

Рекомендовано Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол №11 від 27 листопада 2014 р.) як навчальний посібник для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів

Рецензенти:

завідувач кафедри харчової біотехнології та хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, д.б.н., професор *Покотило О.С.*

завідувач кафедри медичної та фармацевтичної хімії Буковинського державного медичного університету, д.х.н., професор *Братенко М.К.*

Посібник підготували:

д.х.н., професор, зав. кафедри хімічного аналізу, експертизи та безпеки харчової продукції *Кобаса І.М.*

к.б.н., асистент кафедри біохімії та біотехнології *Чебан Л. М.*,

к.х.н., доцент кафедри хімічного аналізу, експертизи та безпеки харчової продукції *Воробець М.М.*

д.б.н., професор кафедри харчової біотехнології та хімії *Юкало В.Г.*

д.в.н., професор кафедри харчової біотехнології та хімії *Кухтин М.Д.*

X 464 “Хімічний та мікробіологічний аналіз харчової продукції” : навч. посібник / І.М. Кобаса, Л.М. Чебан, М.М. Воробець, Юкало В.Г., Кухтин М.Д. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2014. – 196 с.

Навчальний посібник висвітлює теоретичні основи щодо безпеки та мікробіології харчових продуктів. Розглянуті загальні рекомендації для проведення аналізу і розробки нових методик визначення вмісту елементів у сировині та продуктах харчування. Для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів напряму підготовки 6.051701 „Харчові технології та інженерія” (професійне спрямування „Експертиза харчових продуктів”)

УДК [543+579] : 664(075.8)

ББК 36-1я73

© Чернівецький національний університет, 2014

© Кобаса І.М., Чебан Л.М., Воробець М.М., Юкало В.Г., Кухтин М.Д., 2014

ПЕРЕДМОВА

Особлива роль харчової промисловості визначається соціальним значенням продукції, яку випускають на підприємствах будь-якої країни. У процесі виробництва продовольства специфічно поєднуються природні, економічні та соціальні чинники життєдіяльності населення. Враховуючи, що харчова промисловість України є сектором економіки, який виявляє найбільшу стійкість до кризи та зростає швидкими темпами, питання технологічної експертизи та безпеки харчової продукції набуває особливої актуальності. З метою використання потенціалу зростання галузі необхідно підвищити рівень продовольчої безпеки та контролю в харчовій промисловості до рівня вимог СОТ і ЄС. 23 липня 2014 р. Верховна Рада України ухвалила законопроект № 4179 а, який стосується гармонізації законодавства України та Європейського Союзу у сфері безпеки та якості харчової продукції. Зазначений документ передбачає введення в Україні європейської моделі системи гарантування безпеки і якості продуктів харчування, що базується на процедурах НАССР.

У посібнику використана сучасна хімічна термінологія та номенклатура, система позначень, рекомендованих українською національною комісією з хімічної термінології та номенклатури.

Навчальний посібник складається з трьох розділів, які містять теоретичний матеріал, який стосується безпеки та мікробіології харчових продуктів, низку лабораторних робіт (відповідно до навчального плану), контрольні запитання та завдання.

Автори вдячні рецензентам за побажання та зауваження, які дозволили поліпшити матеріал пропонованого посібника.

ВСТУП

Харчові продукти віддзеркалюють стан навколишнього середовища. Останнім часом внаслідок інтенсивного розвитку промисловості, транспорту, хімізації сільського господарства різко погіршилася екологічна ситуація майже в усіх регіонах світу. Забруднення навколишнього середовища досягло критичного рівня, що суттєво вплинуло на якісний склад їжі. За цих умов забезпечення споживачів доброякісними продуктами сприяє значному поліпшенню здоров'я населення, збереженню його генофонду.

Відомо, що майже 70 % шкідливих речовин людина отримує через харчові продукти та воду. Хімічні й біологічні речовини-забруднювачі потрапляють в харчові продукти і акумулюються там біологічними та харчовими ланцюгами. Останні охоплюють усі етапи сільськогосподарського та промислового виробництва продовольчої сировини і харчових продуктів, а також їх зберігання, маркування, пакування, транспортування.

Харчові продукти, зокрема ті, що містять багато води (які швидко псуються), є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Щоб запобігти мікробному псуванню продуктів при транспортуванні, зберіганні та реалізації, необхідно знати мікрофлору продуктів, її походження, властивості окремих представників, їх біохімічну діяльність та ознаки розвитку мікробіологічного ураження для різних груп харчової продукції.

Поряд із мікробіологічним забрудненням можливе забруднення харчових продуктів пестицидами й мінеральними добривами, важкими металами й радіонуклідами, нітратами, нітритами й нітросполуками, таксинами та мікотоксинами, антибіотиками й гормональними препаратами, генетично модифікованими організмами.

Маючи на меті виробництво безпечних харчових продуктів, необхідно знати шляхи контамінації продовольчої сировини та готової продукції шкідливими речовинами та загальні принципи профілактики.

РОЗДІЛ І. БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

1.1. ПЕСТИЦИДИ

Щорічно майже половину світових запасів продовольчої сировини з'їдають або знищують мікроорганізми, комахи, гризуни, птахи, бур'яни та інші шкідники. Тому застосування пестицидів широко запроваджено в практику вирощування сільськогосподарських культур.

Пестициди – токсичні речовини хімічного або біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких вражаються рослини, тварини, люди і завдається шкода матеріальним цінностям, а також для знищення гризунів, бур'янів, деревної, чагарникової рослинності, деяких видів риб.

До пестицидів відносять речовини, що володіють згубною дією відносно різних шкідників. Сфера їх застосування надзвичайно широка. Їх використовують у рослинництві відкритого і закритого ґрунту, тваринництві, лісовому господарстві, медичній паразитології, деяких галузях промисловості.

Залежно від виробничого призначення розрізняють такі види пестицидів:

- акарициди (для знищення кліщів);
- альгіциди (знищують водорості й іншу бур'янисту рослинність у водному середовищі);
- антигельмінти (знищують хробаків, що паразитують у тварині);
- антирезистенти (знижують стійкість комах до певних речовин);
- антисептики (захищають дерев'яні й інші неметалічні матеріали від руйнування мікроорганізмами);
- арборициди (знищують дерева і чагарники);
- атрактанти (приваблюють комах);
- афіїциди (знищують попелицю);

- бактерициди (знищують бактерії, що викликають хвороби рослин);
- гаметоциди (призводять до стерильності рослин);
- гербіциди (знищують бур'янисті рослини);
- десиканти (використають при перезбиральному підсушуванні рослин);
- зооциди і ларотентициди (знищують гризунів);
- інсектициди (знищують шкідливих комах);
- інсектоакарициди (знищують шкідливих комах і кліщів);
- лимациди і моллюскоциди (знищують різних моллюсків);
- нематициди (знищують круглих хробаків – нематод);
- овициди (знищують яйця шкідливих комах і кліщів);
- протруйники насіння (призначені для обробки насіння перед посівом);
- репеленти (відлякують шкідливих комах);
- ретарданти (затримують ріст рослин);
- синергісти (підсилюють дію інших пестицидів);
- феромони (речовини, вироблені іншими комахами для впливу на особин протилежної статі);
- фуміганти (знищують шкідників і збудників хвороб рослин);
- фунгіциди (знищують грибки);
- хемотрилізатори (стерилізують комах).

Одним із найважливіших критеріїв, що визначають ступінь небезпеки хімічних засобів захисту рослин і тварин, є можливість реального надходження їх в організм людини і, насамперед, із продуктами харчування.

Залежно від призначення, сфери й умов застосування пестицидів шляхи надходження їх у продукти харчування можуть бути прямими і непрямими.

До прямих шляхів відносять безпосереднє обприскування й обпилювання різних сільськогосподарських культур відкритого та закритого ґрунту з метою знищення шкідливих комах, збудників захворювань, бур'янів; обробка домашніх тварин, у тому числі й птахів, для захисту їх від ектопаразитів; знезараження продовольчих запасів, які зберігаються і транспортуються, сільськогосподарської сировини харчового та кормового призначення.

Серед продуктів рослинного походження, які акумулюють велику кількість пестицидів, чільне місце займають: селера, полуниця, чорниця, вишня, картопля, болгарський перець (не мають товстої захисної шкірки), персики (ніжна м'якоть, шкірка персиків, як губка, вбирає хімікати, якими їх зрошують), яблука, виноград (досить ніжні фрукти, що вимагають постійної хімічної обробки).

До непрямих шляхів забруднення сільськогосподарської продукції відносять:

- надходження пестицидів у рослини із забрудненого ґрунту по кореневій системі;
- забруднення рослин аерогенним шляхом при спушуванні ґрунту або в результаті сублімації пестицидів з ґрунту;
- згодовування сільськогосподарським тваринам і птахам кормів, що містять пестициди, або випас їх на оброблених хімікатами площах;
- використання води, забрудненої пестицидами для повторних обробок рослин і водопою тварин;
- забруднення водоймищ, де мешкає риба та інші водні організми, які використовують у їжу чи як корм домашнім тваринам, у результаті промислових скидів або стоку води з сільськогосподарських угідь, оброблених пестицидами.

Харчові продукти можуть забруднюватися під час використання в сільському господарстві хімічних засобів іншого призначення. До них відносять регулятори росту, стабілізатори зберігання коренеплодів і зернових, дефоліанти і десиканти (для полегшення механізованого збору картоплі, бобів та інших культур).

На жаль, пестициди надають лише тимчасову допомогу, оскільки сприяють виробленню стійкості до часто застосовуваних препаратів. Це зумовлює необхідність використання нових, ще сильніших речовин, що посилює негативний вплив на ґрунт, воду, повітря, якість харчової продукції. Так, у посівах кукурудзи близько 30 видів бур'янів, раніше чутливих до гербіцидів, набули стійкості до них. На сьогодні налічується понад 400 видів комах і 7 видів гризунів,

зокрема й шурів, нечутливих до пестицидів.

Зі зростанням інтенсивності хімізації збільшується і ризик, пов'язаний з дією пестицидів на здоров'я людини. Про це свідчать епідеміологічні дослідження, проведені в різних країнах світу. Наголошується вплив на репродуктивну функцію, імунологічний статус організму, розвиток алергічних реакцій, зростання онкозахворювань у осіб, що піддаються хронічній дії пестицидів. Установлено статистично достовірний зв'язок між поширеністю низки захворювань і величиною територіальних пестицидних навантажень. Найпомітніший цей зв'язок у дітей віком до 14 років, що проживають у сільських районах з високим пестицидним навантаженням. У таких дітей частішали випадки захворювань залізодефіцитними анеміями, активним туберкульозом, вірусним гепатитом тощо.

В організм людини пестициди потрапляють через шкіру, дихальні шляхи або через шлунково-кишковий тракт, при безпосередній роботі з ними або через їжу. Пестициди можуть міститися не тільки в продуктах рослинного походження, а й у молочній та м'ясній продукції, якщо сільськогосподарських тварин годували кормом, у якому були присутні пестициди.

Деякі пестициди здатні передаватися з молоком матері. Наприклад, ДДТ, який наразі заборонений у багатьох країнах, наявний практично у кожного жителя планети.

Один зі шляхів зменшення пестицидного пресингу на середовище й організм людини – синтез високоселективних пестицидів, удосконалення методів і способів їх застосування, зниження кількості обробок і норм витрат.

Ефективний спосіб зниження вмісту залишків пестицидів у продуктах харчування – очищення від зовнішніх частин рослинної продукції. Наприклад, зняття шкірки в цитрусових, грушах, яблуках, персиках дозволяє звільнити від залишків деяких пестицидів на 90÷100 %. Використання традиційних технологій кулінарного оброблення, таких як варіння, смаження, запікання, консервування, приготування джемів, варення, мармеладу, також сприяє звільненню харчових продуктів від пестицидів.

1.2. ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ ОРГАНІЗМИ

На сьогодні поряд з глобальними проблемами виживання цивілізації є “молода” проблема, яка виникла порівняно недавно завдяки успіхам генної інженерії. За короткий час на людину обрушилася лавина нових, так званих генетично модифікованих продуктів харчування, які несуть серйозну небезпеку здоров'ю людини, споживачеві генно-модифікованої продукції, а також екології оточуючого середовища. Велика ймовірність того, що найближчим часом генетично модифіковані (штучно створені людиною, а не природою) продукти становитимуть дуже велику частку нашої їжі.

Генетично модифікованими організмами – ГМО (*англ. Genetically modified organisms, GMOs*) називають організми, генетичний матеріал яких змінений шляхом, що не відбувається у природних умовах, на відміну від схрещування або природної рекомбінації. Організми, які піддавалися генетичній трансформації, називають *трансгенними*. За використання трансгенних організмів отримують генетично модифіковані джерела їжі.

Ідея генетично змінювати організми належить розробникам біологічної зброї. Уперше пересадку гена з одного організму до іншого було здійснено в 1973 році. Такі дослідження провадилися в США та СРСР під час „холодної війни”. Після її закінчення науковці запропонували використовувати досягнення біотехнології в мирних цілях. Цю ідею охоче підтримали компанії-гіганти – виробники продуктів харчування. У продажі з'явилися дешеві продукти: трансгенні помідори (1994 рік), соя (1995 рік), „золотий” рис, збагачений бета-каротином (1999 рік). У 70-х роках минулого століття випущено препарат інсулін для лікування цукрового діабету, отриманий за допомогою генетично модифікованого організму – кишкової палички, вакцини з трансгенних організмів.

Багатьох сьогодні приваблює те, що генетично модифіковані організми дозволяють розв'язувати майже всі найгостріші проблеми сільського господарства, а саме: суттєво підвищувати врожайність культурних рослин, зменшувати втрати при зберіганні урожаю, поліпшуються харчові якості

рослинних продуктів (збільшення вмісту вітамінів, білків, інших корисних речовин з одночасним зменшенням вмісту залишків отрутохімікатів). Вважається, що в такий спосіб зменшується екологічне навантаження на навколишнє середовище.

Отримують генетично модифіковані організми за допомогою методів генної інженерії. Наприклад, переносом у геном (сукупність всієї спадкової генетичної інформації організму) створеної поза організмом, рекомбінантної ДНК, яка містить нові або змінені гени. Технологія дозволяє переносити гени між видами, надаючи організму нові властивості. Застосовують її як у науково-дослідних цілях, так і в господарських з метою отримання організмів з якостями, які важко або неможливо отримати методами класичної селекції. Генетична модифікація в цьому випадку носить цілеспрямований характер, на відміну від випадкового, притаманного природному та штучному мутагенезу. Процедури штучного злиття клітин також можуть вважатися генетичною модифікацією.

Деякі генетично модифіковані організми отримано внаслідок міжвидового схрещування. Легендарна картопля, яку не їсть колорадський жук містить ген ґрунтової бактерії – завдяки цьому листя та стебла рослини виробляють смертельні для жука токсини. До генома неїстівної для шкідників сої додано ген петунії. Для пришвидшення процесу ферментації у хліб і пиво додають генетично модифіковані дріжджі. Кава без кофеїну, несолодка полуниця, картопля, в якій дуже великий вміст крохмалю, теж стали реаліями нашого життя.

Уперше генетично модифіковані організми, рослини та тварини з'явилися на світовому ринку як комерційні продукти понад десяти років тому. Найбільша частина генно-модифікованих продуктів припадає на сою (до 70 % виробленої у світі), кукурудзу, рапс, бавовну, рис, жито, картоплю, тютюн та цукровий буряк. Сою додають у численні продукти: ковбасні вироби, фарш, консерви; соєві масла додають до сирів, кисломолочних продуктів, активно використовують у дитячому харчуванні.

1.2.1. Небезпеки ГМО

Вчені, які займаються проблемою дослідження впливу ГМО на організм людини, сходяться на тому, що це питання недостатньо вивчене. А недостатньо вивчене – потенційно небезпечне. Тому будь-які продукти харчування, які містять генетично модифіковані організми, повинні вважатися небезпечними для споживання, поки не буде доведена безпечність їх для життя і здоров'я людини.

Небезпека перша – токсини. Відомо, що модифіковані дріжджі здатні у великих кількостях накопичувати високотоксичну речовину метилглюксаль, що є побічним продуктом життєдіяльності дріжджів. Крім того, ніхто не дасть достеменної відповіді, як вживлений ген одного виду взаємодіятиме з генами господаря і які токсини (відомі чи абсолютно нові) з'являться в результаті такої взаємодії. Проблема ще й у тому, що перетворення зміненого білка з корисного на шкідливий може відбутися навіть через найменшу зміну амінокислотного складу.

Небезпека друга – хвороби. Дослідження над тваринами показали, що вживання в їжу трансгенів призводить до зменшення об'єму мозку, пригнічення імунітету, тяжких уражень печінки, селезінки, щитовидної залози, шлунка та шлунково-кишкового тракту. Щури, які їли генетично модифіковану картоплю, потерпали від порушень роботи ендокринної системи, в їхніх шлунках виявлено злякисні новоутворення. Соя, в якій за рахунок схрещення з бразильським горіхом збільшився вміст протеїну, викликала в людей, що її споживали, сильну алергію. Крім того, було встановлено, що модифіковані гени сої осідають у кишечнику людини, а не виводяться назовні. Якщо цей надважливий орган не встигатиме самовідновлюватися – це загрожуватиме небезпечними наслідками, зокрема повільним самоотруєнням організму й пригніченням імунітету. Доведено, що ферменти, вироблені генетично модифікованими організмами й повсюдно використовувані в харчовій промисловості, є причиною тяжких алергічних розладів та астми.

Відомо, що трансгенні жири, які використовують у виробництві масел, маргаринів, морозива тощо, є причиною порушення обміну речовин, збільшення ризику розвитку цукрового діабету й виникнення раку грудної залози. Такі жири послаблюють імунітет і знижують рівень тестостерону в чоловіків.

Отже, всі можливі й неможливі хвороби можуть бути наслідком непрогнозованої дії новоутворених білків, які продукують пересаджені в модифікований організм гени (людина ніколи таких білків не вживала).

Третя небезпека – поява стійкості до антибіотиків, викликана вживанням у їжу трансгенів. Під час отримання генетично змінених організмів використовують стійкі до антибіотиків гени-маркери. Генетично модифіковані організми здатні взаємодіяти з тим, що їх оточує, зокрема обмінюватися своїми генами зі спорідненими видами. Якщо ген стійкості до антибіотиків потрапить до навколишнього середовища, він може спричинити появу нових, надстійких мікроорганізмів. Саме антибіотики застосовують для лікування багатьох небезпечних хвороб. І якщо в природі з'являться мікроорганізми-мутанти, лікування антибіотиками не матиме результатів. А це загрожуватиме не те що епідеміями, а пандеміями (до речі, у Євросоюзі продаж генетично модифікованих продуктів із геном стійкості до антибіотиків заборонено з грудня 2004 року).

Четверта небезпека – мутації. Вчені попереджають: штучні гени можуть вбудовуватися до генетичного апарату клітин усіх наявних на земній кулі істот, включаючи людину. Такий процес називають горизонтальним переміщенням генів; він уже спричинив появу нових видів вірусів і бактерій, здатних викликати страшні захворювання. Генетично модифіковані клітини можуть піддаватись мутаціям безпосередньо в організмі людини.

Розрізняють генні, хромосомні й геномні мутації:

- генні мутації виникають унаслідок порушення послідовності нуклеотидних залишків у ланцюзі ДНК даного гена (зміна структури всередині гена);

- хромосомні мутації виникають при зміні структури хромосом. Хромосомні мутації відбуваються в результаті дуплікації (повторення) гена, інверсії (повороту одного або кількох генів на 180°), транслокації, або транспозиції (перенесення ділянки хромосоми певної довжини в нове положення в тій самій чи іншій хромосомі), делеції – випадання ділянки генетичного матеріалу;
- геномні мутації – порушення, пов'язані зі зміною кількості хромосом у клітинах організму.

Найбільша проблема в тому, що забезпечити стовідсоткову ізоляцію генетично модифікованих рослин від генетично „чистих” неможливо. Пилок рослин за допомогою вітру, птахів і комах може переноситися на великі відстані, запліднюючи рослини близьких видів і передаючи їм свій генетичний матеріал. Ніякі буферні зони не врятують „чисті” культури від генетичної чуми. У природі можуть з'явитися нові, супервирливі організми, що витіснять своїх менш пристосованих родичів і знищать інші види. Крім того, від однієї генетично модифікованої рослини може з'явитися інша, вже з новими властивостями.

Можливо, що майбутнє – за використанням результатів генетично змінених об'єктів. Проте наслідки вживання генно-модифікованих продуктів для майбутніх поколінь – невідомі. Світова наука поки що не спроможна визначити ступінь безпеки генетично модифікованих організмів.

Тому саме зараз виникає стурбованість, що під час реалізації позитивного потенціалу біотехнології та генної інженерії можуть виникнути ситуації ненавмисного випуску в лабораторіях, на виробництві генетично змінених організмів та рекомбінатних білків з не до кінця перевіреними властивостями, а на біотехнічному ринку можуть з'являться генно-інженерні продукти, що не пройшли відповідний контроль та не були попередньо оцінені компетентними органами влади.

1.2.2. ГМО у харчових продуктах

З початку 2010 року в Україні у лабораторіях молекулярно-генетичних досліджень проведено 11 720 випробувань зразків продовольчої сировини та харчових продуктів на вміст генетично модифікованих організмів. У 702 з них виявлено вміст ГМО (5,9 % перевірених зразків). Генетично модифіковані організми знайдені в хлібобулочних, кондитерських, цукристих, м'ясних та ковбасних виробках, у м'ясних напівфабрикатах, молочній продукції тощо.

Найширше у продуктах харчування використовують генетично модифіковану сою. Вона може входити до складу дитячого харчування, різних сортів хліба, продуктів швидкого приготування, м'ясних виробів, борошна, цукерок, морозива, печива, маргарину, шоколаду, соусів, соєвого молока, кетчупів, згущеного молока. Генетично змінену кукурудзу (маїс) можуть додавати до продуктів швидкого приготування, супів, соусів, приправ, чіпсів, жувальних гумок. Генетично модифіковані дріжджі можуть міститись у хлібі та пиві. Не слід забувати також про модифіковану каву (за даними науковців, такої кави на українському ринку близько 30 %), какао, чай та олію.

Генетично зміненими можуть бути такі культури, як помідори, соя, кукурудза, картопля, цукровий буряк, бавовна, суниця, ріпак, кабачки, цикорій, пшениця, рис, жито, тютюн.

На даний час існує низка генетично модифікованих харчових добавок та ароматизаторів: Е 101 і Е 101 (В2, рибофлавін) – додають у каші, безалкогольні напої, дитяче харчування; Е 150 (карамель); Е 153 (карбонат); Е 160a (бета-каротин, провітамін А, ретинол); Е 160b (аннатто); Е 160d (лікопін); Е 234 (низин); Е 235 (натаміцин); Е 270 (молочна кислота); Е 300 (вітамін С – аскорбінова кислота); Е 301 ÷ Е 304 (аскорбати); Е 306 ÷ Е 309 (токоферол/вітамін Е); Е 322 (лецитин); Е 325 ÷ Е 327 (лактати); Е 330 (лимонна кислота); Е 415 (ксантин); Е 459 (бета-циклодекстрин); Е 460 ÷ Е 469 (целюлоза); Е 470 і Е 570 (солі і жирні кислоти); ефіри жирних кислот (Е 471, Е 472a та b, Е 473, Е 475, Е 476, Е 479b); Е 481 (стеароїл-2-лактілат натрію); Е 620 ÷ Е 633 (глутамінова кислота і глутамати); Е 626 ÷ Е 629 (гуанілова кислота і

гуанілат); E 630 ÷ E 633 (інозинова кислота та інозинат); E 951 (аспартам); E 953 (ізомальт); E 957 (тауматин); E 965 (малтінол).

За інформацією екологічної організації Green Pease, ГМО можуть міститися в продукції під такими торговими марками як: Nestle, Mars, Cadbury, Coca-Cola, Ferrero, Hershe's, Pepsi Cola, Kraft Jacobs Sushard, Kellogg's, Campbell, Uncle Bens, Knorr, Lipton, Parmalat, Hellman's, Heinz, Hipp, Danon, Abbot Labs (Similac), McDonald's, Unilever, Bonduel. Ідеться про всіма улюблені цукерки M&Ms, Mars, Snickers, Twix, Milky Way, Raffaello, напої Coca-Cola, Sprite, Pepsi, Fanta, 7-Up, Mirinda, Nesquik, майонези, соуси, сухі сніданки, супи, печиво, приправи, йогурти, кефіри, сирки, дитяче харчування.

Генетично модифіковані організми чимраз частіше додають до продуктів харчування. У наш час вміст ГМО в харчових продуктах звичний і прийнятний. Проте проблема трансгенних продуктів і досі викликає гострі дискусії, оскільки переваги їх використання очевидні, а віддалені наслідки їх дії як на екологію, так і здоров'я людини мало досліджені.

Зрозуміло, що використання генетично модифікованих організмів дозволить розв'язати ряд найгостріших проблем у сільському господарстві: значно підвищити врожайність культурних рослин та уникнути втрат при їх зберіганні, поліпшити якість рослинних продуктів (збільшити вміст вітамінів, інших корисних речовин з одночасним зменшенням вмісту залишків агрохімікатів), зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище за рахунок значного зниження використання гербіцидів, пестицидів, мінеральних добрив та інших агрохімікатів.

Безумовно, генетично модифіковані організми – величезне досягнення теперішнього часу. Але вплив їх на організм людини досконало не вивчений. Неможливо з впевненістю зазначити корисність чи шкоду даних організмів.

Надто багато проблем дозволяє подолати використання генетично модифікованих організмів. Розповсюдження й використання ГМО людство зупинити, скоріше за все, не зможе. Тому надзвичайно актуальне всебічне дослідження, ретельний контроль, моніторинг наслідків застосування генетично модифікованих організмів.

1.3. АНТИБІОТИКИ

Минуле століття ознаменувалося розквітом медицини та широким використанням антибіотиків як для лікування інфекційних захворювань людей, так і сільськогосподарських тварин. **Антибіотики** (грец. *anti* – протилежність, ворожість і *bios* – життя) – фармацевтичний продукт грибів, бактерій та інших організмів, який пригнічує ріст мікроорганізмів або знищує їх.

Широке, не завжди обґрунтоване, застосування антибіотичних речовин призводить до розвитку стійкості до антибіотиків. Наприклад, сьогодні більше ніж 25 тисяч людей у країнах ЄС помирають від інфекцій, що зумовлені резистентними бактеріями. Резистентність збудників інфекцій до антибіотичних препаратів веде до збільшення термінів лікування хворих, підвищує летальність і збільшує тривалість епідемій. В економічному плані ріст антибіотикорезистентності у бактерій веде до суттєвого підвищення вартості терапії. Проблема резистентності мікроорганізмів до антибіотичних речовин визнана глобальною. На сьогодні одне зі стратегічних завдань у всьому світі – стримування розвитку й розповсюдження антибіотикорезистентних мікроорганізмів.

Стійкість до антибіотиків також важлива проблема безпечності харчових продуктів: використання антибіотиків у тваринництві – для лікування і профілактики хвороб чи як стимуляторів росту – дозволяє стійким мікроорганізмам та генам резистентності передаватися харчовими ланцюгами від сільськогосподарських тварин до людей.

Як правило, антибіотики додають у корм з розрахунку 50÷200 г/т. Більше половини антибіотиків, які виробляються на сьогодні у світі, застосовуються з різною метою у тваринництві. У нашій країні з 90-х років минулого століття з кормовою та ветеринарною метою використовують близько 60 найменувань антибіотичних препаратів, і з кожним роком цей показник тільки зростає.

Антибіотики, які зустрічаються у харчових продуктах, можуть мати таке походження:

- природні антибіотики;

- антибіотики, які утворюються під час виробництва продукту харчування;
- антибіотики, які надходять у харчові продукти в результаті лікувально-профілактичних дій;
- антибіотики, які застосовують як стимулятори росту тварин;
- антибіотики, які застосовують як консерванти.

До першої групи відносять речовини з вираженим антибіотичним ефектом, які містяться в деяких харчових продуктах. Наприклад, ячний білок, молоко, мед, цибуля, часник та деякі фрукти містять природні антибіотичні речовини. Існує можливість використовувати такі речовини, при їх відповідному виділенні та очищенні, для консервації харчових продуктів.

До другої групи відносять антимікробні сполуки, що виникають унаслідок деяких ферментативних процесів під час виробництва харчової продукції. Прикладом може бути процес дозрівання сирів.

Третя група речовин – це антибіотики, які надходять у харчову продукцію в результаті лікувально-профілактичних дій. Основна проблема тут полягає в тому, що антибіотики здатні переходити в м'ясо тварин, молоко, яйця птахів, продукти їх переробки та проявляти токсичну дію на людський організм. Особливо часто відмічається забруднення молока пеніциліном, який широко використовують для лікування стафілококових інфекцій великої рогатої худоби. Проблема ускладнюється також існуванням R-плазмідної (позахромосомної) передачі стійкості до лікарських препаратів: R-фактор здатен переноситися від бактерій до бактерій і викликати резистентність останніх до багатьох антибіотиків одночасно. Зокрема, небезпечна передача резистентності від непатогенних мікроорганізмів до патогенних, наприклад від *E. coli* до *Salmonella* чи *Shigella*. Існування позахромосомної передачі стійкості до лікарських форм може бути однією з причин зниження терапевтичного ефекту антибіотиків.

Четверта група – це антибіотики-біостимулятори, які використовують як кормову добавку у тваринництві для

кращого засвоєння корму та як стимулятори росту. При цьому поліпшуються показники балансу азоту та вирівнюється дефіцит вітамінів групи В. Як біостимулятори найчастіше використовують хлортетрациклін або окситетрациклін. Стимулююча дія антибіотиків полягає не в прямій стимуляції росту, а в зменшенні факторів впливу, які пригнічують ріст. Наприклад, у Сполучених Штатах Америки використання антибіотиків як стимуляторів росту у тваринництві з кінця ХХ століття зросло у 50 разів, хоча аналогічний показник для лікування та профілактики захворювань у тих самих тварин збільшився тільки у 10 разів. Тому існує світова практика поступової відмови від використання антибіотичних речовин як стимуляторів росту. У Данії та Норвегії з 1995 року заборонено застосовувати авопарцин, а з 1997 року цей препарат заборонений до застосування в усіх країнах Європейського Союзу. Авопарцин – це глікопептидний антибіотик, подібний до ванкоміцину. Використання авопарцину як стимулятора росту тварин призводить до появи та поширення стійкості до ванкоміцину ентерококів нормальної мікрофлори цих тварин, а також м'ясних продуктів, отриманих із такої сировини. Одночасно було відмічено появу резистентності до ванкоміцину мікрофлори людського організму, хоча його досить рідко й обмежено використовують для лікування людей.

З 2006 року всі антибіотики-стимулятори росту заборонені до використання в країнах ЄС на основі рекомендацій Наукового робочого комітету, що проводив оцінку ризиків нерационального використання антибіотиків. Відповідно до цих рекомендацій з 1995 по 2008 роки використання антибіотиків для отримання одного кілограма свинини в Данії скоротилося більше ніж на 50 %.

До п'ятої групи сполук відносять антибіотики-консерванти, які додають до харчових продуктів для підвищення терміну зберігання останніх. За результатами численних досліджень найбільш придатні до використання в харчовій промисловості антибіотики тетрациклінової групи – хлортетрациклін і тераміцин. Рекомендоване й використання пеніциліну, стрептоміцину, левоміцетину та граміцидину. При різних

технологічних промислових схемах рекомендовані такі способи обробки сировини антибіотиками:

- зрошування чи занурення м'яса в розчин антибіотиків (акронізація);
- ін'єкції внутрішньом'язеві та внутрішньовенні;
- використання льоду, що містить антибіотики при транспортуванні та зберіганні деяких харчових продуктів (в основному для рибної продукції);
- додавання антибіотиків до різних харчових продуктів, зокрема до соків, пива, молока та овочевих консервів;
- зрошування свіжих овочів і фруктів.

Якщо антибіотик згодовувати тваринам безпосередньо перед забоєм або ввести у сонну артерію одразу після забою, то можна збільшити термін зберігання свіжого м'яса до 2÷3 діб, поліпшити зовнішній вигляд, запах, забарвлення. Використання антибіотиків під час зберігання та транспортування молока без охолодження дає можливість подовжити термін зберігання до 4 діб за температури 30 °С. Суміш патуліну з хлортетрацикліном запобігає псуванню молока впродовж 10 діб.

У багатьох країнах використання антибіотиків як консервантів заборонене, ставиться питання також про заборону застосування антибіотиків як стимуляторів росту.

Окрім розвитку резистентності, антибіотики, які містяться в харчових продуктах у кількості, що перевищує гранично допустимі концентрації, можуть спричинити виникнення та розвиток алергічних реакцій. Найбільш сильнодіючими алергенами визнано пеніцилін і тилозин. Наслідком цього є підвищений контроль за використанням антибіотиків у ветеринарії та тваринництві, а також за їх залишковими кількостями в продуктах харчування.

При оцінці вмісту антибіотиків у кормах, продовольчій сировині та харчових продуктах недостатньо орієнтуватися тільки на загально токсикологічні критерії, оскільки оцінка порогових показників антибіотиків досить складна. Необхідно використовувати сучасні гігієнічні показники нормування:

- вивчення сенсibiliзуючої дії на організм продуктів, контамінованих антибіотиків або їх метаболітів;

- визначення якісного та кількісного зсуву кишкового мікробіоценозу;
- аналіз обмінення продуктів і кормів антибіотикорезистентною мікрофлорою з множинною стійкістю.

Важливим і необхідним аспектом цієї роботи є впровадження (з встановленням ДСТУ) сучасних методів випробування антибіотиків із застосуванням комп'ютеризованої газорідинної хроматографії, імунодефіцитного аналізу, радіоімунологічного визначення тощо. На даний час діє спеціальна інструкція із застосування антибіотиків при вирощуванні та відгодівлі сільськогосподарських тварин.

Допустимі рівні вмісту антибіотиків у продуктах харчування регламентуються санітарними нормами (див. табл. 1):

Допустимі концентрації вмісту антибіотиків у харчових продуктах (не більше од./г)

Група продуктів	Антибіотики			
	Левомі- цетин	Тетрациклі- нова група	Гризин	Бацитрацин
М'ясо і птиця свіжоохолоджені, субпродукти і продукти з них; ковбасні вироби та консерви	<0,01	<0,01	<0,5	<0,02
Яйця та яйце продукти	<0,01	<0,01		<0,02
Молоко і кисломолочні вироби, консерви молочні, масло, сир	<0,01	<0,01		
Тваринні жири	<0,01	<0,01	<0,5	<0,02

З метою попередження забруднення харчових продуктів антибіотичними речовинами рекомендується виключати з раціону тварин будь-які з вищенаведених сполук не пізніше як за 8÷10 діб до запланованого забою.

Часто в харчових продуктах поряд з класичними антибіотиками визначають сполуки, що теж проявляють антибіотичну дію – сульфаніламідів та нітрофуранів.

Сульфаніламідів – антимікробні сполуки, дія яких значно слабша ніж у антибіотиків, які, однак, значно дешевші та доступніші для використання. Найчастіше їх використовують для боротьби з інфекційними хворобами птиці. Концентрація сульфаніламідів у кормах досягає десятків міліграм на 1 кг. Основна небезпека, пов'язана з використанням цих сполук полягає в тому, що вони мають здатність накопичуватися у молоці, яйцях та продуктах, отриманих з цієї сировини. Як антимікробні засоби часто використовують сульфаметазин, сульфакіноксазолін, сульфадиметоксин, сульфаметозин.

У нашій країні вміст сульфаніламідів не регламентується. Натомість, у США допустимий рівень забруднення м'ясних продуктів більшістю препаратів з цього класу не перевищує 0,1 мг/кг, а в молоці та молочних продуктах – 0,01 мг/кг. Залишки таких сполук як, сульфакінолін і сульфаметазин, взагалі заборонені.

Нітрофуранів також володіють бактерицидною та бактериостатичною дією на деякі мікроорганізми. Найбільшою антимікробною активністю характеризуються 5-нітро-2-заміщені фуранів. Основна відмінність нітрофуранів – їх вплив на мікроорганізми, які не чутливі до антибіотиків і сульфаніламідів. Накопичення нітрофуранів в органах та тканинах тварин залежить від тривалості застосування препаратів та термінів їх відміни перед забоєм тварин. Вважається, що відміну препаратів даної групи потрібно проводити не пізніше 5 діб перед забоєм, а в деяких випадках навіть не пізніше ніж за 20 діб. Актуальне збільшення терміну відміни нітрофуранів для курей, що несуть яйця.

Вважається, що залишки нітрофуранів зовсім не повинні міститися в харчових продуктах, тому і відсутні допустимі норми цих показників.

1.4. ТОКСИНИ Й МІКОТОКСИНИ

Проблема їжі – одна з найважливіших проблем, що стоїть перед людським суспільством.

Правильна організація харчування вимагає знань хімічного складу харчової сировини та готових продуктів харчування, уявлень про способи їх отримання, про перетворення, які відбуваються під час кулінарної обробки продуктів харчування.

Харчові речовини корисні здоровому організму в певних кількостях і певному співвідношенні. Але в їжі завжди є мікрокомпоненти, які за збільшених кількостей викликають несприятливий ефект. До них відносять так звані токсини – натуральні, властиві даному виду продукту біологічно активні речовини, які можуть за певних умов споживання викликати токсичний ефект, “забруднювачі” – токсичні речовини, що надходять в їжу з навколишнього середовища внаслідок порушення технології вирощування, виробництва або зберігання продуктів, з інших причин.

Токсини (від грецького *toxikon* – отрута), речовини бактеріального, рослинного або тваринного походження, які здатні пригнічувати фізіологічні функції, що призводить до захворювання або загибелі тварин і людини. Токсини при попаданні в організм викликають утворення антитіл.

Токсини входять до складу отрут змій, скорпіонів, павуків та інших отруйних тварин, низки отруйних рослин. Найбільш поширені й вивчені бактеріальні токсини (їх відомо кілька сотень) поділяють на екзотоксини й ендотоксини. *Екзотоксини* виділяються бактеріями під час їх життєдіяльності в навколишнє середовище і володіють специфічною дією на організм (до таких токсинів відносять нейротоксини, цитотоксини). Деякі мікроорганізми виділяють дуже сильні токсини, що викликають ботулізм, правець, дифтерію, харчові токсикоінфекції тощо. *Ендотоксини* вивільняються після загибелі бактерій і являють собою продукти їх метаболізму (наприклад, ферменти). Такі токсини порушують у тварин і людини обмін амінів біогенних.

Токсини розрізняють і за типом дії на організм. *Нейротоксини* діють на різні етапи передачі нервового

імпульсу. Так, деякі бактеріальні токсини порушують провідність нервових волокон. *Цитотоксини* володіють високою поверхневою активністю і руйнують біологічні мембрани. Такі токсини часто зустрічаються в отрутах змій; за будовою вони близькі до нейротоксинів змій, але відрізняються від них функціонально важливими амінокислотами. Цитотоксини можуть викликати лізис (руйнування) клітин крові. *Токсини-інгібітори* пригнічують активність певних ферментів і порушують у такий спосіб процеси обміну речовин. *Токсини-ферменти* (протеази, нуклеази, гялуронідази, фосфоліпази тощо) руйнують (гідролізують) важливі компоненти організму – нуклеїнові кислоти, полісахариди, ліпіди та ін.

Окрему групу токсинів складають *харчові токсини*. Багато людей навіть не підозрюють, наскільки шкідливим може виявитися неправильне харчування. Небажані для організму продукти – солодоші, борошняні вироби, смажена і жирна їжа. Шкідливі також надлишкові тваринні жири: сало, вершкове масло, домашня сметана, а також кокосова олія, оскільки вони сприяють відкладенню холестеринових бляшок на стінках судин.

Один з різновидів токсинів – мікотоксини.

Мікотоксини – це отруйні речовини, які продукуються мікроскопічними цвілевими грибами, що утворюються на поверхні харчових продуктів і кормів. *Цвілеві гриби* – повсюдно поширені мікроорганізми, які, вражаючи харчові продукти, не тільки погіршують їх органолептичні властивості, знижують харчову цінність, але, забруднюючи їх токсичними метаболітами, можуть викликати небезпечні захворювання.

Відомо більше 10 000 штамів, які належать до 350 видів різних мікроскопічних грибів, що продукують близько 300 токсичних для людини і тварин сполук. Багато з них мають мутагенні (у тому числі канцерогенні) властивості.

За хімічною будовою мікотоксини – це ароматичні поліциклічні сполуки з молекулярною масою 200÷400, у складі яких є Карбон, Гідроген та Оксиген.

Мікотоксини можуть потрапляти в організм людини через харчові ланцюги, тобто з молоком, м'ясом, рибою. Вони можуть

вражати і рослинні продукти. Відсутність на поверхні продукту видимої плівки ще не свідчить про відсутність у ньому мікотоксинів і про його нешкідливість і, навпаки, пошкодження грибами не завжди означає, що продукт уражений мікотоксинами.

Мікотоксини потрапляють у харчові продукти з таких джерел:

- дуже зацвілої сировини;
- сировини без видимої цвілі;
- рослинних продуктів, у яких присутність цвілі не доведена;
- продуктів тваринного походження, в яких наявність мікотоксинів зумовлена характером годування;
- з продуктів ферментації.

Найпоширеніші та найбільш небезпечні для здоров'я людини і тварин серед усіх мікотоксинів: афлатоксини, охратоксин, тріхотецени, зеараленон, патулін, цитринін, рубратоксин та інші.

До сімейства **афлатоксинів** відносять близько 20 сполук. Характерна їх особливість – здатність інтенсивно флуоресціювати в УФ-променях. Цю властивість використовують під час аналізу афлатоксинів методом тонкошарової та рідинної хроматографії з використанням флуоресцентних детекторів.

У механізмі токсичної дії афлатоксинів значну роль виконують порушення проникності мембран субклітинних культур, пригнічення синтезу ДНК і РНК, у зв'язку з чим інгібується синтез мітохондріальних білків і ліпідів. Окрім того, за певних умов, у результаті біотрансформації утворюються епоксиди афлатоксинів, яким властива мутагенна й канцерогенна активність. При гострому афлатоксикозі, завперш, вражається печінка, потім порушуються функції нервової системи, що супроводжується судомами, паралічем, атаксією. При надходженні афлатоксинів у організм через 30 хв спостерігається значне накопичення їх у печінці, через 2÷2,5 год вміст у печінці досягає максимуму, а приблизно через 48 год в організмі можна визначити незначні залишки незмінених

афлатоксинів. Лише 0,5 % афлатоксинів виводиться з сечею, фекаліями, що вказує на інтенсивний метаболізм їх в організмі.

Хронічний афлатоксикоз також характеризується пошкодженням печінки. При цьому утворюються гепатоми, аденокарциноми в печінці й шлунку, іноді з метастазами в легенях і нирках, а також фібросаркоми. На канцерогенну дію афлатоксинів значно впливають різні фізіологічні дії – гормони, кастрація, гіпофізектомія тощо. Наявність у раціоні ліпотропних речовин, жирів, білків, вітаміну А та інших інгредієнтів істотно впливає на канцерогенез, викликаний афлатоксинами, послабляючи або підсилюючи утворення пухлин. Токсична і канцерогенна дія афлатоксинів може також збільшуватися за наявності в харчових продуктах токсинів інших супутніх мікроміцетів, наприклад охратоксину.

Спори цвілевих грибів – продуцентів афлатоксинів знаходяться у ґрунті й можуть з ґрунтовим пилом забруднювати всі продовольчі культури, які вирощують на такому ґрунті. Присутність їх у продуктах тваринного походження (молоко, м'ясо, яйця) може бути зумовлена наявністю мікотоксинів у кормах або забрудненням ними різних виробів під час їх виробництва (наприклад, сирів).

Афлатоксини найбільш вивчені з усіх мікотоксинів. Будучи сильними гепатотоксичними та гепатоканцерогенними речовинами, вони належать до досить поширених забруднювачів харчових продуктів рослинного та тваринного походження.

Трихотецени. Продукуються грибами *Fusarium sporotrichiella*, *Fusarium solani*, *Fusarium graminearum* та ін. Включають більше 80 мікотоксинів, які поділяються на 4 типи: А, В, С і D. Представники групи А – токсин Т-2 і діацетоксіскірпенол, групи В – дезоксиніваленолом і ніваленол, групи С – рорідін А, групи D – кротоцін. Трихотецени виявляють тератогенні, цитотоксичні, імунодепресивні, дерматотоксичні властивості, діють на кровотворні органи, центральну нервову систему, викликають лейкопенію, геморагічний синдром, низку харчових мікотоксикозів людини і тварин.

Патулін. Уперше виділений у 1943 році як антибіотик. Продукується грибом *Penicillium expansum*. Володіє високими

мутагенними, токсичними й канцерогенними властивостями. Інгібує синтез білка, ДНК, РНК, ферменти, що містять в активному центрі групи SH.

Продукенти патуліну уражають зазвичай деякі овочі та фрукти, зокрема яблука, груші, абрикоси, полуниці, виноград, черешні, банани, обліпиху, персики. Найчастіше патуліном уражені яблука. Найбільший вміст спостерігається в підгнилій частині фрукта.

Експериментально встановлено, що цитрусові та деякі овочі (картопля, баклажани, редька, цвітна капуста, хрін, цибуля) мають природну резистентність до зараження продуцентами патуліну.

Охратоксин. До цієї групи мікотоксинів входять охратоксин А, В і С. Продукуються грибами *Aspergillus ochraceus* і *Penicillium viridicatum*. Найбільш токсичний – охратоксин А. Інші мікотоксини цієї групи менш токсичні на порядок. Охратоксин А (ним найчастіше забруднюються харчові продукти) в чистому вигляді нестабільний, чутливий до дії світла і кисню, стійкий у розчинах. Охратоксини володіють нефротоксичною, тератогенною, імунодепресивною дією; інгібують синтез білка, порушують обмін глікогену.

Зеараленон і його похідні. До цієї групи відносять 15 мікотоксинів. Продукуються грибом *Fusarium graminearum*. Володіють естрогенними, тератогенними властивостями, а також антибактеріальною дією щодо грампозитивних бактерій. Як природні забруднювачі зустрічаються тільки зеараленон і зеараленол. Останній виявляють у пшениці, вівсі, ячмені, сорго, кукурудзі, кунжуті, а також у кукурудзяному силосі, олії, крохмалі.

Вміст мікотоксинів у харчових продуктах та кормах варіює у широких межах і може досягати сотень мкг/кг. Оптимальна температура токсиноутворення від 8÷12°C до 27÷30°C (афлатоксини). Продукенти афлатоксинів вражають переважно зернові, олійні й бобові культури; продуценти охратоксином, зеараленону, трихотеценів типів А і В – зернові; трихотеценів типу С – грубі корми, багаті клітковиною; продуценти патуліну – фрукти, овочі та продукти їх переробки.

Більшість мікотоксинів не руйнується при звичайній кулінарній і технологічній обробці харчових продуктів. Яка профілактика аліментарних мікотоксикозів? Перш за все, запобігання обсіменінню харчової сировини та продуктів мікоміцетами, що полягає в постійному контролі регламентів агротехніки, своєчасному збиранні продовольчих рослинних культур, правильному зберіганні продовольчої сировини, харчових продуктів, кормів для тварин, дотриманні технологічних режимів приготування харчових продуктів. Не можна вживати в їжу зацвілі продукти; вони повинні бути забраковані цілком, оскільки мікотоксини проникають у глибину продукту, незважаючи на локалізацію цвілі на поверхні. Однак у сухих, бідних вологою продуктах з чітко локалізованою цвіллю можливе часткове вибраковування продукту. Не можна згодовувати худобі явно зацвілі продукти. Так, при вживанні тваринами кормів, забруднених афлатоксином В₁, з молоком виділяється високотоксичний афлатоксин М₁.

Методи знезараження продуктів, забруднених афлатоксинами, поділяють на:

- механічні – сортування й усунення цвілі;
- фізичні – термічна обробка, УФ-опромінення (опромінюванням вдається зруйнувати до 70 % афлатоксинів); екстракція водою, органічними розчинниками або їх сумішшю;
- хімічні – використання окисників, кислот і основ (наприклад, обробка продуктів гідроген пероксидом, натрій гіпохлоритом, калій перманганатом, пероксидом бензоїла та іншими сильними окисниками), що дозволяє руйнувати до 85 % афлатоксинів.

Обробка хімічними реагентами значно погіршує харчові якості продуктів. Тому частіше використовують метод детоксикації продуктів за допомогою амоніаку, коли продукти можна знешкоджувати, витримуючи їх у пластмасовому упакуванні в атмосфері газуватого амоніаку. Перспективна біологічна детоксикація афлатоксинів та інших мікотоксинів деякими видами мікроорганізмів.

Контрольні запитання та завдання:

1. Перечисліть шляхи забруднення сільськогосподарської продукції пестицидами.
2. Охарактеризуйте технологічні прийоми зниження залишкових кількостей пестицидів у харчовій продукції.
3. Що таке генетично модифіковані організми?
4. Назвіть основні переваги та недоліки використання генетично модифікованих організмів.
5. Охарактеризуйте основні ризики, які можуть виникнути у разі споживання продуктів, що містять генетично модифіковані організми.
6. Укажіть основні небезпеки, пов'язані із забрудненням харчової продукції антибіотиками.
7. Поясніть можливі шляхи забруднення сировини та харчової продукції антибіотиками.
8. У чому полягає негативний вплив антибіотиків, які надходять у харчову продукцію в результаті лікувально-профілактичних дій.
9. Укажіть норми допустимих концентрацій антибіотиків у харчовій продукції.
10. Укажіть небезпеку використання як антимікробних засобів сполук типу сульфаніламідів та нітрофуранів.
11. Назвіть профілактичні дії для зменшення кількості антибіотичних речовин у харчовій продукції.
12. Укажіть основні фактори негативного впливу мікотоксинів на людський організм.
13. Охарактеризуйте механізм токсичної дії афлатоксинів.
14. Які шляхи потрапляння мікотоксинів у продовольчу сировину і харчові продукти?
15. Яка профілактика аліментарних мікотоксикозів?
16. Розкрийте суть і наведіть класифікацію методів знезараження продуктів, забруднених афлатоксинами.

РОЗДІЛ II. МІКРОБІОЛОГІЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

2.1. МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Харчові продукти – найскладніші об'єкти в санітарній мікробіології. Це пояснюється не тільки різноманітністю і великою кількістю мікрофлори в них, але й застосуванням мікроорганізмів у виробництві багатьох продуктів і, на жаль, відсутністю повноцінних методик виявлення мікробів.

Через харчові продукти можуть передаватися збудники багатьох інфекційних хвороб – черевного тифу і паратифів, сальмонельозів, дизентерії, ешеріхіозів, ботулізму, холери, бруцельозу, туберкульозу, сибірської виразки, деяких рикетсіозів (Ку-лихоманка) і вірусних інфекцій (ящур, поліомієліт та ін.). Харчові токсикоінфекції, що викликаються стафілококами і численними умовно-патогенними мікроорганізмами, виникають після вживання в їжу заражених харчових продуктів. Обсіменіння їх мікробами може відбуватися на етапах заготівлі, зберігання та приготування. Харчові продукти зазвичай неможливо повністю звільнити від присутності мікроорганізмів без ризику зміни їх смакових якостей.

Наявність в їжі великої кількості різних факторів росту і вітамінів сприяє зростанню мікроорганізмів. Цей факт є основною відмінністю вивчення харчових продуктів з-поміж інших санітарно-мікробіологічних досліджень, оскільки ані у воді чи ґрунті, ні тим більше в повітрі настільки бурхливого розмноження мікробів не відбувається. При цьому слід пам'ятати, що природна і нешкідлива для людини мікрофлора їжі служить біологічним захистом від небажаних “гостей”. Як у будь-якому біоценозі, в ній можуть домінувати ті чи інші види, що впливають на якість харчових продуктів.

Уявлення про мікрофлору харчових продуктів може дати якісне або кількісне вивчення її популяції. При цьому слід пам'ятати, що роль конкретного мікроорганізму необхідно оцінювати не тільки після всебічного аналізу біоценозу, але й

враховувати якість і характер досліджуваних продуктів. Наприклад, ентерококи можна розглядати як ознаку фекального забруднення, але їхні культури також застосовують під час виготовлення деяких продуктів, наприклад дієтичного кисляку або сиру “чеддер”. Відповідно, у продуктах харчування розрізняють специфічну і неспецифічну мікрофлору.

Специфічна мікрофлора харчових продуктів представлена “культурними” промисловими штамами мікроорганізмів, що є обов’язковою ланкою в технології отримання харчових продуктів. Специфічні мікроорганізми використовують для приготування будь-яких кисломолочних продуктів, хліба, пива, вина, квашених овочів тощо. Під час приготування кефіру, кисляку, кумису, сиру, сметани, масла використовують *Lactococcus lactis*. У ці ж продукти для отримання сметаноподібного стану додають *Streptococcus cremoris*. Для заквашування кефіру використовують так звані кефірів зерна, що складаються з казеїну, який містить асоціації мікроорганізмів: молочнокислі стрептококи, лактобацили, молочні та дріжджоподібні гриби. Наприклад, для приготування ацидофіліну використовують промислові штами *Lactobacillus bulgaricus* та *Lactobacillus acidophilus*.

Контроль над чистотою культур штамів-продуцентів та їх збереженням здійснюють мікробіологи лабораторій відповідних підприємств харчової промисловості.

Неспецифічна мікрофлора харчових продуктів – це мікроорганізми, які випадково потрапляють на харчові продукти з навколишнього середовища. Основу її складають сапрофіти, патогенні й умовно-патогенні мікроорганізми, а також види, що викликають псування харчових продуктів. У багатьох харчових продуктах присутня рясна сапрофітна мікрофлора, що викликає утворення різноманітних біоценотичних взаємозв’язків.

Присутність деяких сапрофітів сприяє розвитку біохімічних процесів, закономірних для харчового продукту, від яких залежить його якість та зберігання в результаті антагоністичної протидії патогенним бактеріям, які потрапляють у продукти. Ступінь забрудненості сторонньою мікрофлорою залежить від багатьох факторів: правильності заготівлі, транспортування,

зберігання, технології подальшої обробки харчового продукту та від дотримання санітарного режиму на всіх указаних етапах.

Мікробіологічний аналіз якості харчових продуктів переслідує три мети:

1) контроль якості сировини, яку використовують у виробництві харчових продуктів та оцінка санітарно-гігієнічних умов їх виготовлення;

2) контроль режимів зберігання харчових продуктів та оцінка санітарно-гігієнічних умов їх транспортування та реалізації;

3) контроль над забезпеченням епідемічної безпеки харчових продуктів.

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

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

- санітарно-показових, до яких відносять мезофільні аеробні й факультативно-анаеробні мікроорганізми – КМАФАнМ 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, дріжджі й плісняві гриби.

Виявлення патогенів, безумовно, більш точне, але і більш трудомістке завдання, тому його використовують лише при первинній переробці м'яса, а також під час проведення деяких аналізів молока, м'ясних продуктів і контролю консервного виробництва.

Оцінку безпеки харчової продукції здійснюють за нормованою масою продукту, в якій не допускається присутність бактерій групи кишкових паличок, умовно-патогенних, а також патогенних мікроорганізмів. Для інших випадків норматив відображає кількість колонієутворюючих одиниць у 1 г або в 1 см³ продукту (КУО/г, КУО/см³).

Мезофільні аеробні й факультативно-анаеробні мікроби (КМАФАнМ) – це мікроорганізми, які розмножуються за

температури 25÷40 °С в умовах доступу кисню (аеробний) або його відсутності (анаеробний), одержуючи енергію за рахунок бродіння й у присутності його (енергію дихання) – факультативні анаероби. Показником санітарно-гігієнічного стану продукту є загальне обміненіння КМАФАнМ.

Група бактерій кишкової палички дуже численна 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*.

Бактерії групи кишкових паличок дуже мінливі, потрапляючи в зовнішнє середовище, вони втрачають багато характерних ознак. Тому до санітарно-показових мікроорганізмів відносять усі різновиди кишкової палички.

Харчові отруєння можуть спричиняти продукти з великою кількістю бактерій роду *Proteus* або групи *E. coli*. Вони є сапрофітами, але деякі їх види здатні виробляти токсини. Тому їх називають умовно-патогенними. Токсичні бактерії роду *Proteus* і кишкова паличка призводять до отруєння, подібного до сальмонельозу, але менш тривалого за часом.

До бактерій, що спричиняють **харчові інтоксикації, відносять деякі стафілококи, зокрема золотистий стафілокок** (*Staphylococcus aureus*). Стафілококове отруєння за частотою виникнення займає перше місце серед харчових отруєнь. Розвиваючись у харчових продуктах, у тому числі в кондитерських виробках, золотистий стафілокок виділяє ентеротоксин, який діє на кишечник людини. Ентеротоксин 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 запаленнями верхніх дихальних шляхів; дотримувати режими теплової обробки продуктів, що гарантує загибель токсину стафілококу; зберігати продукти в холодильниках за температури 2÷4 °С.

Харчові токсикоінфекції, як правило, виникають під впливом бактерії паратифозної групи *Salmonella*. Відомо більше 2 200 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 екзотоксин, але при їх загибелі в організм хворої людини з клітин виділяється ендотоксин, що має сильну хвороботворну дію. Сальмонели – нестійкі бактерії. Вони гинуть при нагріванні до температури 60 °С впродовж 30 хв, 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 хв за температури не нижче 75 °С. Бактерії роду *Salmonella* виявляють у молочному шоколаді, шоколадній глазури, какаопорошку, порошкоподібних сумішах.

Спороутворюючі аеробні бактерії (САБ) часто знаходять у кондитерській сировині. При підвищеному вмісті САБ у сировині й готовій продукції 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. Є відомості, що пролінові цукерки можуть бути контамінованими спороутворюючими аеробними бактеріями на 33÷75 %.

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

До мікроорганізмів псування відносять, в основному, гриби і дріжджі. Найпоширеніші плісняві гриби родів *Aspergillus* і *Penicillium*, які розмножуються конідіями. Гриби роду *Aspergillus* призводять 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 гроноподібної цвілі. Під впливом конідій грибів на продуктах з'являється сизий пил. Ця цвіль дуже легко

поширюється і за наявності вологи виявляється на всіх харчових продуктах. Конідії *Penicillium* постійно знаходяться у повітрі, на плодах, ячмені й солоді, особливо на роздушених зернах. Окремі види грибів цього роду служать для виготовлення лікувальних препаратів – антибіотиків групи пеніциліну.

Гриби роду *Rhizopus* також поширені й утворюють чорну цвіль, яка розростається з великою швидкістю. Цвіль може навіть підніматися вгору по стінках судин. Продукти, уражені цією цвіллю, зтягаються павутиноподібним міцелієм. Захворювання, причиною яких є плісняві гриби, що накопичують токсичні (отруйні) речовини в харчових продуктах, називають мікотоксикозами.

2.1.1. Умови існування мікроорганізмів

Усвідомлення взаємозв'язку умов життя мікроорганізмів та їх поведінки має величезне значення при виробництві і зберіганні харчових продуктів. За відповідних умов більшість мікроорганізмів росте або розмножується. В ідеальних умовах деякі бактерії можуть рости і ділитися кожні 20 хвилин, тобто, одна клітина за 8 годин може дати 16 млн. клітин. Це, наприклад, може статися за одну ніч на погано продезінфікованому обладнанні або інвентарі. За несприятливих умов час генерації (час подвоєння кількості) збільшується. При збільшенні часу генерації 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 наявності води, живильних речовин, кислотності (рН) середовища, температури.

Як і всьому живому, мікроорганізмам потрібна вода. Клітина на 80÷90 % складається з води. Продукти розпаду й живильні речовини повинні розчинятися у воді, щоб проникнути через клітинну оболонку. Вода – основний компонент клітини, розчинник, а також засіб транспорту речовин. Зі зниженням вологості інтенсивність розмноження мікроорганізмів знижується і при досягненні певного вмісту вологи припиняється. Однак для розвитку мікроорганізмів має

значення не абсолютна вологість, а доступність води для розвитку мікроорганізмів, так звана активність води.

“Активність води” (a_w) – відношення тиску водяної пари над продуктом до тиску водяної пари над чистою водою за однієї і тієї ж температури, пропорційне рівноважній відносній 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 знижується. Активність води може бути знижена шляхом видалення вологи (сушінням) або шляхом додавання розчинних речовин (наприклад, солі або цукру). У продуктах з високою вологістю при активності води $0,88 \div 0,98$ можуть розвиватися різні бактерії, пліснява, дріжджі; із середнім вологовмістом при активності води $0,6 \div 0,88$ розвиток мікроорганізмів обмежений, а з низькою вологістю при активності води нижче 0,6 бактерії, пліснявілі гриби, дріжджі практично не розвиваються.

Окрім вмісту вологи в продукті дуже важливу роль відіграє вологість навколишнього середовища. Продукти, що містять мало вологи, вбирають її з повітря, внаслідок чого за сприятливих умов на них 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 потрібно брати до уваги, що для мікроорганізмів живильні речовини так само важливі, як і для людини. Якщо залишки харчових продуктів залишаються на підлозі або устаткуванні, то мікроорганізми можуть розвиватися з дуже великою швидкістю.

Усі мікроорганізми добре розвиваються при рН середовища $6 \div 8$. Проте при $\text{pH} < 4,5$ здатні розвиватися лише деякі види бактерій, включаючи гриби і дріжджі. Тому слабкокислі продукти можуть бути зіпсованими кислототолерантними

бактеріями (молочнокислими бактеріями і деякими ентеробактеріями), а більш кислі продукти – дріжджами і пліснявою. Дія температури і рН пов'язані між собою. Мінімальне значення рН для росту при оптимальній температурі може бути значно нижчим, ніж при низьких температурах. Патогенні бактерії при $\text{pH} < 4,5$ не розмножуються і гинуть. Однак є дані, що патогенна кишкова паличка *E. coli O157:H7* може зростати при $\text{pH} = 4,0$ і довгий час витримувати більш низькі значення рН.

Крім рН, на стійкість харчових продуктів до мікроорганізмів впливає вид кислоти. Органічні кислоти (молочна, оцтова, лимонна, яблучна) мають більшу антибактеріальну дію, ніж неорганічні (хлоридна, сульфатна). Антибактеріальна дія органічних кислот зазвичай знижується в такому порядку: оцтова, молочна (α -оксіпропіонова), лимонна, а потім яблучна кислота. При підвищеному значенні рН, наприклад при $\text{pH} \geq 9$ багато бактерій припиняють розмноження.

Температура помітно впливає на зростання мікроорганізмів. Деякі мікроорганізми краще розвиваються за високої температури ($40 \div 50$ °С), інші – за низької, між 4 і 7 °С. Кожен тип мікроорганізмів має свою оптимальну температуру, при якій краще за все відбувається розмноження. Відповідне підвищення або пониження температури веде до уповільнення цього процесу.

Прокаріоти здатні існувати в набагато ширшому діапазоні умов зовнішнього середовища, ніж еукаріоти. Так, серед них є організми, що здатні виживати при температурі близько 300 °С, критичних значеннях рН (кислому – $\text{pH} = 1$ та лужному – $\text{pH} = 11$) та концентрації солі близько 30 %.

За чутливістю до температури мікроорганізми ділять на 5 груп:

1. Психрофільні мікроорганізми (психрос – холод). Це холодолюбиві мікроорганізми, що пристосувались до існування за понижених значень температури (від -5 до +20 °С). Здатність рости в умовах низьких температур пов'язують з особливостями їх ферментів та мембранних ліпідів.

2. Психротропні мікроорганізми (тропос – напрям). Розмножуються за температури від 0 до +40 °С. Це основні

мікроорганізми, що спричиняють псування охолоджених продуктів.

3. Мезофільні мікроорганізми (мезо – середній). Ця група мікроорганізмів зростає і розмножується за температури від +5 до +45 °С.

4. Термотропні мікроорганізми (термо – тепло), оптимальна температура для їх життєдіяльності – від +20 до +50 °С.

5. Термофільні мікроорганізми. Ці мікроорганізми живуть і розмножуються за температури 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:

- взаємовідносини між різними групами мікроорганізмів, що співіснують в однакових умовах. Прикладом може слугувати співжиття молочнокислих бактерій та дріжджів. Бактерії утворюють молочну кислоту, яка підкислює середовище, створюючи сприятливі умови для розвитку дріжджів;

- наявність або відсутність кисню (аеробні або анаеробні), газове середовище, сприятливе для зростання. Здатність мікроорганізмів розмножуватись у 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, барвників, ПАР. Для підтримання мікробіологічної стабільності в харчові продукти, зокрема в кондитерські вироби, додають природні або штучні консерванти (наприклад, бензойну, сорбінову кислоти, їх солі). Дріжджі і пліснявілі гриби зазвичай стійкіші до дії консервантів, ніж бактерії, тому на кінцевому етапі можуть переважати в мікрофлорі, що спричиняє псування. Останнім часом посилилася тенденція 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 усього технологічного процесу. Для досягнення найвагомійших результатів доцільно застосовувати системи управління безпекою (НАССР) і якістю (ISO 9001). Необхідно підвищувати професійну підготовку осіб, зайнятих у виробництві, збутом, роздрібною торгівлею та інформованість споживачів щодо гігієнічних аспектів у поводженні з харчовими продуктами.

2.1.2. Відбір проб для аналізу харчових продуктів

Для мікробіологічного аналізу відбирають одиниці продукції, що не містять ознак зовнішніх ушкоджень, а також дефектів пакування. Одиниці продукції – певна кількість екземплярів поштучної продукції або певний об'єм чи маса не поштучної продукції. Проби для аналізу відбирає мікробіолог підприємства або інша відповідальна особа. *Пробою* називають невелику кількість досліджуваного продукту, що являє собою суму проб з різного місцерозташування товару в пакуванні. Для мікробіологічного аналізу користуються вибіркою, що складається не менше трьох паралельних проб. Відібрані проби ізолюють, обгортаючи щільним папером чи фольгою. Кожну відібрану пробу маркують відповідно до коду контрольованої партії та нумерують. За результатами відбору проб складають протокол, у якому вказують: номер протоколу, дату, час та місце відбору проб, мету мікробіологічного аналізу, найменування продукту, виробника, дату виготовлення і номер партії, результати органолептичного аналізу та виявлені дефекти тари і харчового продукту.

Проби зберігають до початку аналізу за кімнатної температури не більше 24 год, продукти, що швидко псуються, – за температури 0÷5 °С не більше 6÷8 год, швидкозаморожені продукти – за температури -12÷-18 °С не більше 24 год. Зважають необхідну наважку продукту, взяту стерильним

пінцетом, на стерильному посуді. Тверді харчові продукти попередньо подрібнюють у стерильній порцеляновій ступці.

Для підготовки робочого розведення наважку (10 г) продукту переносять у стерильну колбу зі стерильним пептоново-сольовим розчином (90 см³), ретельно перемішують круговими рухами та залишають відстоятися 4÷5 хв, у результаті проведених маніпуляцій отримують вихідний розчин з розведенням 10⁻¹. Після відстоювання надосадову рідину використовують для подальших розведень, які дозволяють при висіві на поживне середовище отримати в чашці Петрі від 30 до 300 колонієутворюючих одиниць (КУО). Кількість специфічних мікроорганізмів має бути менша: наприклад стафілококів від 15 до 150 КУО, пліснявілих грибів від 5 до 50 КУО.

Контрольні запитання та завдання:

1. У чому полягає мікробіологічна небезпека харчових продуктів?
2. Як формується специфічна мікрофлора харчових продуктів, яка її роль?
3. Укажіть види мікроорганізмів, які складають неспецифічну мікрофлору харчових продуктів.
4. Назвіть основні показники санітарно-мікробіологічного аналізу якості харчових продуктів.
5. Поясніть мету проведення мікробіологічного аналізу якості харчових продуктів.
6. Опишіть, як проводиться забір проб для мікробіологічного аналізу харчових продуктів.
7. На які групи поділяють мікроорганізми за чутливістю до температури.
8. Поясніть поняття “активність води”.
9. Як впливає рН середовища на життєдіяльність мікроорганізмів?
10. Укажіть фактори середовища, які впливають на зростання і розвиток мікроорганізмів.

2.2. МІКРОБІОЛОГІЯ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

2.2.1. Мікробіологія молока

Раціональне харчування передбачає збалансоване, оптимальне надходження всіх нутрієнтних факторів із продуктами харчування. За харчовою цінністю саме молоко - один із найбільш корисних і цінних продуктів, який немає аналогів серед інших продуктів харчування людини.

Свіжовидошене молоко здорової корови стерильне; рН свіжого молока дорівнює 6,8. Однак у вивідних протоках молочних залоз корови нерідко зустрічаються різноманітні бактерії, переважно представники родин: *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*, *Echerichia*, *Corinebacterium*, *Lactobacillaceae*, тому в перших порціях молока часто присутні ці мікроорганізми. Під час доїння рекомендують перші порції молока виливати.

У сирому молоці, навіть при дотриманні санітарно-гігієнічних умов, зазвичай виявляють деяка кількість бактерій. Мікроорганізми в молоко потрапляють з різних джерел: з посуду, з ґрунту, з повітря, з вимені корови, з рук персоналу. Сукупність цих мікроорганізмів (дріжджі, гриби, різноманітні бактерії) становить так звану спонтанну мікрофлору молока.

У збірному молоці, відібраному безпосередньо на фермах, загальна кількість бактерій – від $4,6 \cdot 10^4$ до $1,2 \cdot 10^6$ в 1 см^3 .

Мікрофлора свіжого молока різноманітна. У ньому виявляють бактерії молочнокислі, маслянокислі, групи кишкової палички, гнильні й ентерококи, а також дріжджі. Навіть присутність непатогенних мікроорганізмів може спричинити ті чи інші вади молока:

- консистенції: так зване “тягуче” молоко – результат діяльності бактерії *Alcaligenes viscolactis*;
- кольору: синє молоко – результат діяльності бактерії *Pseudomonas synchyanea*, червоне молоко – результат діяльності бактерії *Serratia marcescens*.

Спонтанну мікрофлору розглядають як показник свіжості та санітарного стану молока. Мікрофлору молока можна звести до мінімуму при строгому контролі за санітарним станом

молочного господарства, швидкому охолодженні та пастеризації молока.

Розвиток мікроорганізмів у молоці проходить кілька фаз. Мікроорганізми, що потрапили в молоко, спочатку не розмножуються, тому що у свіжовидоєному молоці є специфічні бактерицидні речовини (наприклад, лактеніни), які затримують ріст бактерій. Період часу, протягом якого зберігаються бактерицидні властивості молока, називають **бактерицидною фазою**. Бактерицидність молока з часом знижується і тим швидше, чим більше в молоці бактерій і вища його температура. Щойновидоєне молоко має температуру близько 35 °С. За температури 30 °С бактерицидна фаза молока з невеликим початковим обміненням продовжується до 3 год, за 20 °С – до 6 год, за 10 °С – до 20 год, за 5 °С – до 36 год, за 0 °С – до 48 год. За однієї і тієї ж температури витримки бактерицидна фаза буде значно коротшою, якщо молоко рясно обмінене мікробами. Так, у молоці з початковим бактерійним обміненням 10^4 в 1 см^3 бактерицидна фаза за температури $3\div 5$ °С триває 24 год і більше, а при вмісті в 1 см^3 10^6 бактерій – тільки $3\div 6$ год. Щоб подовжити бактерицидну фазу молока необхідно швидше охолодити його, принаймні до 10 °С. Надалі при зберіганні молока кількість мікроорганізмів, що містяться в ньому, і співвідношення між окремими їх видами змінюється. Характер цих змін залежить від температури і тривалості зберігання, а також від первинного складу мікрофлори молока.

Після закінчення бактерицидної фази починається розмноження бактерій і воно відбувається тим швидше, чим вища температура зберігання молока. Якщо молоко зберігати за температури більше $8\div 10$ °С, то вже в перші години після бактерицидної фази в ньому починають розвиватися різні бактерії. Цей період називають **фазою змішаної мікрофлори**.

До кінця цієї фази розвиваються, в основному, молочнокислі бактерії, у зв'язку з чим починає підвищуватися кислотність молока. У міру накопичення молочної кислоти розвиток інших бактерій, зокрема гнильних, пригнічується. Деякі з них навіть відмирають, і тоді переважають молочнокислі бактерії – **фаза молочнокислих бактерій**; молоко під час цієї фази скисає.

Далі розпочинається *фаза розвитку дріжджів, грибів і гнильних бактерій*. Молочна кислота, яка нагромаджується, призводить до загибелі молочнокислих бактерій, завдяки чому створюються сприятливі умови для розвитку кислотостійких дріжджів, мікроміцетів та гнильних бактерій, що руйнують білки молока. У молоці, яке зберігають за температури нижче $10 \div 8$ °С, молочнокислі бактерії майже не розмножуються, що сприяє розвитку (хоча і повільному) холодостійких бактерій, частіше роду *Pseudomonas*, здатних викликати розкладання білків і жиру; при цьому молоко набуває гіркого смаку.

Через молоко можуть передаватися збудники багатьох інфекційних захворювань, які потрапляють у нього від хворих тварин, людей і бактеріоносіїв, а також з довкілля. Молоко є надзвичайно багатим середовищем на поживні сполуки для багатьох мікроорганізмів, у тому числі й патогенних. У молоці ці мікроорганізми не тільки довго зберігаються, але й активно розмножуються (збудники тифо-паратифозних захворювань, дизентерії, бруцельозу). Стафілококи, розвиваючись, синтезують екзотоксин, що спричиняє важке харчове отруєння. Тому санітарно-гігієнічному стану молока повинна приділятися особлива увага.

Для збереження молока у свіжому вигляді його охолоджують на молочній фермі або збірному пункті до температури $6 \div 3$ °С і в охолоджену стані доставляють на молокозаводи. Молоко очищують від механічних забруднень, пастеризують або стерилізують, охолоджують, розливають у фляги, пляшки або іншу тару й направляють на реалізацію.

Відповідно до вимог держстандарту України (ДСТУ), у молоці для оцінки санітарно-гігієнічного стану визначають такі мікробіологічні показники: мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроби, бактерії групи кишкових паличок, патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели. Кількість останніх не допускається у 25 см^3 продукту, золотавого стафілококу – у $0,1 \text{ см}^3$, лістерій – у 25 см^3 .

За вмістом мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікробів визначають ступінь загального забруднення молока мікрофлорою, що дає змогу оцінити його якість як сировини.

2.2.2. Мікробіологія кисломолочних продуктів

До основних молочних продуктів відносять кисломолочні продукти, вершкове масло, маргарин, сир. Кисломолочні продукти відіграють важливу роль у харчуванні людини, оскільки, крім харчової цінності, вони мають дієтичне, деяке лікувальне значення. Кисломолочні продукти засвоюються краще, ніж цільне молоко, і значно швидше. У порівнянні з молоком кисломолочні продукти володіють підвищеною стійкістю під час зберігання. Крім того, вони мають середовище, несприятливе для розвитку багатьох патогенних бактерій. Це зумовлено їх підвищеною кислотністю і вмістом антибіотичних речовин, що виробляються деякими молочнокислими бактеріями.

Мікрофлора кисломолочних продуктів може бути представлена:

- залишковою мікрофлорою після пастеризації молока – термостійкі молочнокислі палички, спороутворюючі бактерії, ентерококи, бактеріофаги тощо;
- заквашувальною мікрофлорою, яку вносять із закваскою, залежно від виду кисломолочного продукту;
- вторинною (контамінуючою) мікрофлорою.

Якість і специфічні властивості кисломолочних продуктів багато в чому залежать від спрямованості й інтенсивності мікробіологічних процесів, які відбуваються під час виготовлення продуктів. Вирішальне значення має нормальний перебіг молочнокислого бродіння. В умовах промислової переробки молока при виготовленні різних кисломолочних продуктів його заздалегідь пастеризують, а потім заквашують спеціально підібраними заквасками з чистих або змішаних культур молочнокислих бактерій. Застосування заквасок мікроорганізмів з відомою біохімічною активністю дозволяє отримати продукт з певними хімічними і органолептичними властивостями, уникнути розвитку випадкових мікроорганізмів, які порушують нормальний перебіг молочнокислого бродіння (що буває при мимовільному скисанні молока), і забезпечує високу якість готової продукції. Режим технологічного процесу повинен бути тісно пов'язаний з властивостями заквашувальної

мікрофлори. Велике значення має активність використаної закваски і якість молока, яке переробляють. Іноді відбувається сповільнене скисання молока внаслідок пониженого вмісту в ньому сухих речовин, вітамінів, наявності антибіотиків, використуваних при лікуванні тварин. Втрата активності закваски може бути зумовлена присутністю в молоці бактеріофага. Має значення і склад остаточної мікрофлори пастеризованого молока. Між її компонентами й заквашувальними мікроорганізмами можуть виникати різні взаємодії, що стимулює або гальмує розвиток корисної мікрофлори. При ослабленні молочнокислого процесу створюються умови для розвитку незаквашувальної мікрофлори, що призводить до появи різних дефектів готового продукту.

Кисломолочні продукти поділяють на продукти молочнокислого бродіння (сир кисломолочний, сметана, простокваша, ряжанка, ацидофілін, йогурт) і змішаного бродіння – молочно-кислого, спиртового, пропіоновокислого тощо (кефір, ацидофільно-дріжджове молоко, кумис та ін.).

Для перших характерним є розщеплення бактеріями молочного цукру з утворенням молочної кислоти, під дією якої казеїн молока коагулює (випадає у вигляді пластівців), у результаті чого засвоюваність продукту, в порівнянні з молоком, істотно підвищується.

Для других – поряд з молочною кислотою з молочного цукру утворюються й інші продукти (наприклад, спирт, вуглекислий газ, леткі кислоти), що також підвищує засвоюваність продукту. За вмістом білків і жиру кисломолочні продукти майже не відрізняються від незбираного молока.

За складом мікрофлори і особливостями приготування розрізняють традиційні кисломолочні напої, як от кефір, ряжанка, сметана, простокваша, йогурт, і функціональні кисломолочні напої, збагачені різними пробіотичними культурами, – *Bifidobacterium*, *Lb. acidophilum*, *Lb. plantarum* тощо. Найвідоміший приклад – біокефір, біфілін, біфілайф та ін.

Кефір — кисломолочний напій, продукт змішаного молочнокислого, оцтовокислого та спиртового бродіння, який

виробляють шляхом сквашування молока кефірними грибками, симбіотичною кефірною закваскою чи заквашувальним препаратом. Заквашується кефір декількома видами мікроорганізмів: молочнокислими бактеріями і дріжджами (наприклад *Lactobacillus acidophilus* та *Saccharomyces kefir*). Дріжджі - є характерною ознакою кефіру, вміст яких становить не менше 10^3 КУО в 1 г продукту. Мікрофлора кефіру бере активну участь у формуванні якості продукту та виникненні його вад.

Мезофільні молочнокислі стрептококи є основною мікрофлорою, яка забезпечує активне кислотоутворення із самого початку процесу сквашування і формування згустка. Кількість лактококів у готовому продукті досягає $1 \div 10^7$ КУО/см³. Ароматоутворюючі молочнокислі бактерії представлені в кефірній заквасці в основному *Leuconostoc mesenteroides subsp dextranicum*, *Lc. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*, що розвивається під час виробництва кефіру значно повільніше, і досягають $1 \cdot 10^7 \div 1 \cdot 10^8$ КУО/см³. Ароматоутворюючі молочнокислі стрептококи утворюють у кефірі ароматичні речовини, такі як діацетил, вуглекислий газ.

Мезофільні молочнокислі палички (бета- і стрептобактерії), наприклад *Lb. plantarum* та *Lb. casei*, також присутні в кефірі, однак кількість клітин цих бактерій така мала ($1 \cdot 10^2 \div 1 \cdot 10^3$ КУО/см³), що вони не впливають істотно на якість кефіру. При контролі якості кефіру їх не враховують.

Оцтовокислі бактерії містяться в кефірі у кількості $1 \cdot 10^4 \div 1 \cdot 10^5$ КУО/см³. Вони розвиваються повільніше, ніж молочнокислі стрептококи, і сприяють формуванню згустка та смаку. Зайвий розвиток оцтовокислих бактерій у кефірі може призвести до появи слизуватої тягучої консистенції та такої вади, як їдкий кислий смак.

Бактерії групи кишкової палички потрапляють у молоко та у кефір з устаткування і навколишнього середовища. Однак їхня кількість може зменшуватись під впливом антагоністичної дії мікрофлори.

Плісняві гриби можуть потрапляють у кефір різними шляхами – з устаткування, з повітря, а також при тривалому зберіганні кефіру можуть розвиватися на його поверхні.

Серед цвілі основним збудником псування є молочна цвіль (*Oidium lactis*), що росте на поверхні продукту у вигляді товстої, бархатистої плівки кремового кольору. При цьому відчувається згірклість продукту, сторонній неприємний запах, оскільки цей гриб володіє високою протеолітичною і ліполітичною активністю.

Дріжджі зброджують глюкозу з утворенням етилового спирту, вуглекислого газу та інших речовин, які формують специфічний смак та запах, стимулюють розвиток молочнокислих бактерій, збагачують продукт вітамінами групи В, пригнічують розвиток шкідливої мікрофлори. Кисломолочний смак та запах продукту формуються головним чином в період їх сквашування та дозрівання. Освіжаючий смак із легкою гостринкою, властивий для кефіру, надають йому етиловий спирт та вуглекислий газ. Вміст спирту в кефірі визначається видом дріжджів, температурою та тривалістю дозрівання.

Кумис – це також продукт змішаного бродіння, приготування якого, як і кефіру, засноване на молочнокислому і спиртному бродіннях. Кумис готують із кобилячого молока, яке відрізняється від коров'ячого більшим умістом лактози, розчинених азотистих сполук і вітамінів, зокрема вітаміну С, але в ньому менше жиру. При скисанні кобилячого молока казеїн випадає у вигляді дуже дрібних пластівців. До складу закваски входять термофільні молочнокислі бактерії (болгарська й ацидофільна палички) і дріжджі, що зброджують лактозу та володіють антибіотичною активністю. Спиртове бродіння протікає активно; кількість спирту сягає 2÷2,5 %.

Ряжанка – традиційний кисломолочний продукт південних регіонів України. Для її одержання у молоко вносять закваску на основі термофільних молочнокислих стрептококів, здатних до синтезу в'язких екзополімерів. Іноді додають болгарську паличку у співвідношенні до стрептокока 1:4÷1:5. Середній вміст термофільного стрептокока повинен становити $1 \cdot 10^7 \div 1 \cdot 10^8$ КУО/см³.

Йогурт – кисломолочний продукт з підвищеним вмістом сухих речовин, який виробляють сквашуванням молока за допомогою спеціальних мікроорганізмів: болгарської палички й термофільного молочнокислого стрептокока. Сквашується

йогурт культурами *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Середній вміст термофільних стрептококів і болгарської палички в 1 см³ продукту становить $1 \cdot 10^7 \div 1 \cdot 10^8$ КУО/см³. У разі порушення необхідного співвідношення між ними ці мікроорганізми можуть спричиняти вади йогурту: тягучу консистенцію та нехарактерний для цього продукту смак.

Сметана – кисломолочний продукт отриманий з вершків і закваски. Для отримання сметани вершки сквашують чистими культурами мезофільних молочнокислих лактококів, з додаванням чи без додавання термофільного молочнокислого стрептокока, оцтовокислих бактерій та ацидофільної палички.

Біокефір - це функціональний кисломолочний продукт, у виробництві якого використовуються спеціальні препарати прямого внесення, які містять термофільні і мезофільні молочнокислі лактококи (*Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis subs. lactis*, *Lactococcus cremoris subs. cremoris*), ацидофільні палички (*Lactobacillus acidophilus*), біфідобактерії (*Bifidobacterium bifidum*) та володіють пробіотичними властивостями.

Отже, недотримання санітарно-гігієнічних вимог виробництва, порушення технологічного регламенту можуть спричиняти активний розвиток контамінуючої мікрофлори в кисломолочних продуктах, що суттєво знижує їх харчову цінність та змінює неповторний смак.

На кисломолочні продукти не встановлюють нормативні вимоги за мезофільними аеробними і факультативно-анаеробні мікробами, оскільки неможливо розмежувати їх із мікроорганізмами закваски через низьку селективність діагностичних середовищ. Кисломолочні продукти аналізують за кількістю мікрофлори закваски, а у разі необхідності – за окремими складовими закваски. Зазвичай їх регламентують нормативними документами.

Щодо сторонньої мікрофлори, то кисломолочні продукти перевіряють на наявність бактерії групи кишкових паличок патогенних мікроорганізмів, *S. aureus*, дріжджів і пліснявих грибів. Морфологію молочнокислих бактерій у кисломолочних продуктах визначають мікроскопіюванням.

2.2.3. Мікрофлора масла вершкового коров'ячого та спредів

Вершкове масло – молочний продукт, який виробляється шляхом збивання свіжого або кислого молока, вершків чи перетворення високожирних вершків.

Масло, вироблене з вершків та/або продуктів переробки молока, має специфічний притаманний йому смак, запах та пластичну консистенцію за температури (12 ± 2) °С, з вмістом молочного жиру не меншим ніж 61,5 %. Кількість і видовий склад мікроорганізмів у вершковому маслі залежать від виду масла і способів його виготовлення. При виготовленні масла будь-яким способом у нього можуть потрапити бактерії з вершків, апаратури, повітря, води. Кількість бактерій у пастеризованих вершках зазвичай невелика – від сотень до кількох тисяч в 1 см^3 . Це, в основному, спорові палички та мікрококи, серед яких зустрічаються такі, що здатні розщеплювати молочний жир і білки.

Швидкість розвитку бактерій, які потрапили в масло, залежить від способу одержання вершкового масла, тому що бактерії можуть розмножуватися тільки в плазмі масла.

Залежно від типу сировини, що використовується для отримання масла розрізняють:

- солодковершкове масло, отримане на основі пастеризованих вершків,
- кисловершкове – отримане шляхом переробки пастеризованих вершків, сквашених молочнокислими заквасками.

Згідно з ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирів», *спред* – це харчовий жировий продукт (емульсія типу "вода в жирі"), який складається з молочного та рослинного жиру з масовою часткою загального жиру від 50 до 85 % , в якому частка молочного жиру не менша ніж 25 % від загальної кількості, із щільною або м'якою консистенцією. Підбір жирової основи повинен забезпечувати оптимальний вміст і співвідношення поліненасичених жирних кислот, концентрацією до 8 %, повну відсутність транс-ізомерів жирних кислот і незначну кількість холестерину.

На якість масла і його стійкість при зберіганні впливає ряд факторів: рівень годівлі молочних корів і якість кормів; санітарні умови отримання молока; свіжість молока і вершків; умови переробки вершків на масло і режим зберігання готового продукту.

Мікрофлора солодковершкового масла складається із залишкової мікрофлори вершків після пастеризації і тих мікроорганізмів, які попадають у вершки під час їх охолодження, витримки і збивання. Швидкість збільшення кількості мікрофлори залежить від температури зберігання масла. Серед мікроорганізмів, які потрапили в масло, може бути і кишкова паличка, наявність якої є показником санітарного стану підприємства. Під час зберігання масла за температури $6 \div 10$ °C кількість бактерій різко збільшується, масло збагачується бактеріальними ферментами, що поступово знижує його гатунок.

Найрозповсюдженішою вадою вершкового масла є пліснявіння. Плісняві гриби розвиваються передовсім на поверхні масла у вигляді плям різної величини і кольору. Іноді масло пліснявіє всередині блоку, якщо є порожнини, які утворюються при нещільному набиванні масла. Пліснявіння частіше викликають *Oidium lactis*, види роду *Penicillium*, рідше гриби з родів *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Кладоспоріум (*Cladosporium*) частіше за інших розвивається всередині масла у вигляді чорних точок за наявності навіть дуже малих порожнеч, оскільки цей гриб здатний рости при обмеженому вмісті кисню у середовищі. Плісняві гриби можуть розщеплювати молочний білок і жир, що призводить до глибоких змін у маслі й проявляється у згіркненні, появи гнильного та інших неприємних запахів.

2.2.4. Мікрофлора маргарину та майонезу

Маргарин використовують у багатьох галузях харчової промисловості. Маргарин вживають безпосередньо в їжу, а також для приготування кулінарних і хлібобулочних виробів.

За калорійністю маргарин не поступається вершковому маслу, а за деякими показниками має переваги. Він містить багато жирних кислот, які вводяться в продукт додаванням рослинної олії; температура плавлення маргарину 27-34°C, що підвищує його засвоюваність; нестачу вітамінів покривають штучною вітамінізацією продукту. Маргарин легко емульгується, утворюючи тонкодисперсні системи, що поліпшує його засвоєння організмом, а за поживністю не поступається вершковому маслу й значно перевершує всі інші тваринні й рослинні жири. Розрізняють декілька видів маргарину: молочний, кулінарний і рідкий.

Молочні маргарини являють собою емульсії жиру з молоком, які відрізняються складом жирової суміші й добавками. Виготовляють ще маргарин кондитерський – для готування тістечок, тортів, печива.

Кулінарний маргарин являє собою суміш рослинних і тваринних жирів у різних співвідношеннях без додавання молока або води.

М'який або рідкий маргарин відрізняється від столових маргаринів складом і фасуванням. Рідкий маргарин випускають для харчових підприємств, кондитерських фабрик, хлібопекарських заводів. Поставляють його у контейнерах або спеціальній тарі.

Молочний маргарин має мікрофлору двох типів: заквашувальну, яку використовують для квашення молока і мікрофлору сторонню – незаквашувального походження. Заквашувальна мікрофлора представлена гомо- і гетероферментативними молочнокислими стрептококами (*Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. lactis subs. diacetilactis*), із визначеною кислото- та ароматоутворюючою активністю. Продукти бродіння цих стрептококів (зокрема діацетил) в основному й визначають органолептичні властивості маргарину.

Стороння мікрофлора різноманітна, вона складається з мікроорганізмів сировини і мікроорганізмів, які потрапили під час технологічного процесу ззовні (з устаткування, повітря, рук і одягу працівників тощо). Розвиток сторонньої мікрофлори, яка може викликати вади смаку і запаху маргарину, можливий, в основному, лише у водно-молочній фазі маргарину.

При псуванні маргарину може відбуватися його згіркнення, підвищення кислотності, пліснявіння.

Для захисту від мікробного псування у продукт вводять (або обробляють пакувальний матеріал) бензойну і сорбінову кислоти та їх солі.

За ДСТУ 4487:2005 майонез – харчовий продукт, який представляє собою багатокомпонентну, стійку в широкому діапазоні температур (від 0°C до 18°C), дрібнодисперсну емульсію, виготовлену з рафінованих, дезодорованих масел з додаванням емульгаторів, стабілізаторів, смакових добавок і прянощів.

Рецептурні компоненти майонезу не тільки створюють приємний смак і аромат продукту, але мають спеціальне призначення. Наприклад, сухе молоко, ячний і гірчичний порошки, емульгатори беруть участь у створенні структури майонезу. Крім того, за рахунок ячних і молочних продуктів формується харчова цінність продукту. Оцет перешкоджає розвитку бактеріальної мікрофлори. Сода харчова створює певне значення рН середовища, сприятливе для набрякання білків молока. Сіль відіграє консервуючу роль. Різні смакові добавки дають змогу створити широкий асортимент продуктів.

Сировина, яку використовують, при надходженні повинна супроводжуватися документацією про якість та містити відомості про мікробіологічні показники, які повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів на цей вид продукту.

При проведенні мікробіологічного дослідження маргарину та майонезу визначають: загальне мікробне число в 1 г виробу, характер мікрофлори, бактерії групи кишкової палички, кількість дріжджів та грибів, наявність патогенних мікроорганізмів, стафілококів.

Для маргаринів мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроби не завжди досліджують. У бутербродних маргаринах, які використовують для виготовлення кремів, проводять визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів кількісним підрахунком колоній, що виростають у глибині та на поверхні

поживного агару за температури 30 °С впродовж 72 годин. У маргарині та майонезі визначають відсутність бактерій групи кишкових паличок (колі-форми) у певній кількості продукту.

2.2.5. Мікрофлора сирів

Сир – цінний за смаковими та поживними властивостями продукт переробки молока. Властивості сиру – смак, аромат, консистенція, малюнок – формуються в результаті складних біохімічних процесів, провідна роль в яких належить мікроорганізмам.

Суттєвий вплив на якість готового продукту має також сировина – молоко, і перш за все, його чистота, тобто ступінь обміненія небажаними для сироваріння мікроорганізмами.

Згортання молока (коагуляцію казеїну) проводять шляхом закваски його молочнокислими бактеріями і введенням сичужного ферменту.

При виготовленні кожного виду сиру застосовують певні технологічні прийоми і режими, спрямовані, в основному, на регулювання мікробіологічних процесів, що протікають у сирній масі. Упродовж всіх технологічних етапів виробництва сиру в сирній масі відбувається накопичення молочнокислих бактерій, які стають основною мікрофлорою дозріваючого сиру. У невеликій кількості зустрічаються й інші мікроорганізми: бактерії гнильні, групи кишкової палички, маслянокислі, пропіоновокислі, а також дріжджі.

Дозрівання сирів протікає за активного розвитку мікробіологічних процесів. У перші дні дозрівання у сирі бурхливо розвиваються молочнокислі бактерії, кількість їх клітин в 1 г сиру досягає мільярдів. Бактерії зброджують молочний цукор з утворенням молочної кислоти, а деякі продукують ще й оцтову кислоту, вуглекислий газ, водень. Накопичення кислот пригнічує розвиток сторонньої мікрофлори.

При дозріванні твердих сирів типу Голландського (з низькою температурою другого нагрівання) провідна роль належить мезофільним молочнокислим стрептококам (*Str. lactis*,

Str. cremoris, *Str. lactis* subs. *diacetilactis*). Незначне значення мають і мезофільні молочнокислі палички.

У мікрофлорі дозріваючих сирів типу Швейцарського (з високою температурою другого нагрівання) переважають термофільні молочнокислі палички, переважно сирна паличка (*L. helveticus*), яким належить провідна роль у молочнокислому процесі. У дозріванні сиру беруть участь і термофільні стрептококи, а також мезофільні молочні бактерії (стрептококи і палички). Після збродження молочного цукру розвиток молочнокислих бактерій припиняється і вони починають поступово відмирати.

Під час дозрівання сирів відбуваються зміни не тільки молочного цукру, але й білків молока. У цих процесах молочнокислі бактерії також відіграють значну роль. Паличкоподібні молочнокислі бактерії володіють вищою протеолітичною активністю, ніж стрептококи.

Розвиваються у дозріваючих сирах і пропіоновокислі бактерії. Вони зброджують молочну кислоту (її кальцієву сіль) з утворенням пропіонової й оцтової кислот і вуглекислого газу. Пропіонова та частково оцтова кислоти, а також деякі амінокислоти й продукти їх гідролізу надають сирам характерні гострий смак і запах. Накопичення в сирах вуглекислого газу і водню в результаті життєдіяльності молочнокислих і пропіоновокислих бактерій зумовлює утворення сирних дірок, які створюють малюнок сиру.

При дозріванні *твердих сирів*, особливо на початковій стадії процесу, можуть активно розвиватися бактерії групи кишкової палички, а в кінці дозрівання – маслянокислі. Зростання цих бактерій супроводжується рясним виділенням вуглекислого газу і водню, при цьому утворюється неправильний малюнок сирів і навіть відбувається спучення вічок.

Деякі молочнокислі стрептококи можуть викликати гіркий присмак сиру внаслідок активного гідролізу білків.

Значно знижує якість сиру й анаеробна спорова бактерія *Clostridium putrificum*, що володіє різко вираженою протеолітичною активністю. Сир при цьому розм'якшується, консистенція його стає такою, що розтікається, з'являється

гнильний запах і неприємний смак. Проте псування, особливо твердих сичужних сирів, частіше виявляється у пліснявінні. Розвиваються зазвичай гриби роду *Penicillium*, зустрічаються й інші (*Alternaria*, *Cladosporium*). Гриб *Oospora* викликає виразку кірки. Ця цвіль солестійка і росте при вмісті в середовищі до 14÷16 % кухонної солі.

Одним з джерел інфікування сирів цвілью є камери для дозрівання та зберігання сирів. Повітря, стіни, стелажі, поверхня кондиціонерів завжди в тій чи іншій мірі обсіменені цвілью. Поряд з дотриманням загальних санітарно-гігієнічних вимог до камер схову, гарний ефект для запобігання пліснявінню сирів дає озонування холодильних камер.

При виробленні *м'яких*, так званих *цвілевих сирів*, окрім молочнокислих бактерій, велике значення має цвіль, якою спеціально заражають сири. Своєрідність смаку цих видів сирів зумовлена зміною не тільки молочного цукру і білкових речовин, але й молочного жиру, який розщеплюється цвілью з утворенням летючих жирних кислот. У виробництві таких сирів використовують *Penicillium candidum* і *P. camemberti*. У дозріванні сиру “Рокфор” бере участь *P. roqueforti*. Крім цвілі, на поверхні сиру розвиваються дріжджі, що володіють протеолітичною активністю.

Плавлені сири виробляють, в основному, зі зрілих сирів. Мікрофлора їх зазвичай представлена спороносними бактеріями (*Bacillus subtilis*, *B. simplex*), зустрічаються і молочнокислі (палички і стрептококи), що збереглися при плавленні сиру. Кількість бактерій у цих сирах порівняно невелика – тисячі в 1г. При холодильному зберіганні (до 5 °С) істотних змін мікрофлори не спостерігається протягом тривалого часу. За вищих температур чисельність бактерій збільшується поступово, залежно від температури.

Найбільш небезпечні такі, що викликають спучення сирів – маслянокислі бактерії. Щоб уникнути цього виду псування в сири вводять антибіотик “Низин”.

Плавлені сири вважають задовільними при вмісті в них бактерій не більше 10 000 в 1 г і титрі бактерій групи кишкової палички не нижче за 0,1 г.

Контрольні запитання та завдання:

1. Укажіть можливі шляхи забруднення молока.
2. Опишіть фази розвитку мікроорганізмів у молоці.
3. Як змінюється мікрофлора молока під час його зберігання?
4. Які фактори визначають мікрофлору кисломолочних продуктів?
5. За якими мікробіологічними показниками оцінюють якість молока?
6. Поясніть термін „заквашувальна мікрофлора”.
7. Які сторонні мікроорганізми визначають у кисломолочних продуктах?
8. Назвіть традиційну заквашувальну мікрофлору для виробництва сметани.
9. Опишіть роль мікроорганізмів у дозріванні сирів.
10. Опишіть мікроорганізми, які складають мікрофлору масла.
11. Які види псування масла вершкового спричиняються мікроорганізмами?
12. Які мікробіологічні показники характеризують маргарин і майонез?
13. Які мікроорганізми беруть участь у виготовленні сирів? Яка їх роль?
14. Якими мікроорганізмами представлена мікрофлора твердих сичужних сирів?
15. Які мікроорганізми можуть спричинити вади сирів?

2.3. МІКРОБІОЛОГІЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ТА КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.3.1. Мікробіологічні показники хлібопекарської продукції

Мікробіологічний аналіз хлібопекарського виробництва включає кількісний облік дріжджових клітин і молочнокислих бактерій у заквасках, тісті, рідких дріжджах; визначення видового складу бродильної мікрофлори в напівфабрикатах хлібопекарського виробництва; визначення активності дріжджів і лактобактерій у заквасках, тісті, рідких дріжджах; виявлення сторонньої, в тому числі шкідливої для виробництва, мікрофлори у сировині, напівфабрикатах та готовій продукції.

Якість хліба залежить переважно від ступеня і правильності його розпушеності. Основними розпушувачами тіста є дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*, які розмножуються брунькуванням. У хлібопеченні застосовують сухі, пресовані та рідкі дріжджі. У 1 г пресованих дріжджів міститься від 8 до 15 млрд. клітин. Пресовані дріжджі мають вологість до 35%, тому швидко псуються. Оптимальна температура для їх розмноження становить 26 – 28 °С, при температурі 58 – 68 °С дріжджі гинуть.

Дріжджі сухі за своєю природою є комплексним продуктом. Під час сушки на поверхні дріжджів утворюється оболонка із інактивованих дріжджових клітин, котрі містять глютаціон. Глютаціон представляє собою натуральний відновник, він допомагає швидше сформувати клейковинний каркас і, як наслідок, м'якушка хліба стає більш еластичною, а аромат – більш насиченим.

Клітини хлібопекарських дріжджів мають овальну форму (6÷8 мкм), розмножуються брунькуванням і спороутворенням (аскоспори). *Saccharomyces cerevisiae* характеризуються здатністю зброджувати прості субстрати: глюкозу, фруктозу, мальтозу, декстрини та засвоюють етиловий спирт, молочну й оцтову кислоти. Як джерело азоту можуть використовувати амінокислоти, пептиди, амонійні солі.

Показники якості хлібопекарських пресованих дріжджів регламентуються чинними стандартами, які визначають органолептичні (смак, колір, запах, консистенцію), фізико-

хімічні (вологість, підйомну силу, кислотність на день виготовлення та через 12 діб зберігання, стійкість), мікробіологічні (плісняві гриби, бактерії групи кишкової палички, патогенні, в тому числі сальмонели, *Staphylococcus aureus*) показники.

Крім основних дріжджі при виробництві окремих видів хліба використовують також молочнокислі бактерії. У залежності від основних продуктів, які утворюються під час бродіння (молочна кислота, мурашина, оцтова чи вуглекислота) та температурного оптимуму процесу, в межах роду виділяють три підгрупи: *Thermobacterium*, *Streptobacterium*, *Betabacterium*.

За зовнішнім виглядом лактобактерії – це прямі палички різних розмірів: від коротких ($2\div 5$ мкм) до довгих ($12\div 15$ мкм) і шириною $0,5\div 1$ мкм із заокругленими кінцями, розташовані вони поодинокі, попарно чи невеликими ланцюжками. Як правило, нерухомі, розмножуються поділом, спор не утворюють, грампозитивні; є факультативними анаеробами.

Культури молочнокислих бактерій, що розвиваються у напівфабрикатах хлібопекарського виробництва, витримують низькі значення рН – $3\div 3,5$. Велика концентрація цукру (більше 15%), солі (6%), накопичення молочної і оцтової кислот несприятливо впливають на розвиток молочнокислих бактерій. Проте вони здатні розвиватися в поживних субстратах з великою концентрацією етилового спирту ($12\div 14$ %).

Під час випічки житнього хліба тісто готують на заквасках. Закваски містять дріжджі та молочнокислі бактерії, які викликають бродіння тіста та утворення молочної і оцтової кислот. Співвідношення кількості дріжджів і молочнокислих бактерій в житньому хлібі становить 1:100. Про активність молочнокислих бактерій у заквасках і тісті роблять висновок зазвичай за кислотонакопиченням, визначаючи кількість молочної кислоти, яка утворилася і летких кислот. Дуже ефективним способом зміни складу та властивостей бродильної мікрофлори житніх заквасок, а отже, і співвідношення в них різних продуктів бродіння є зміна температури. Встановлено, що при підвищенні температури закваски від 25 до 40 °C у них збільшується масова частка органічних кислот, і зокрема молочної кислоти.

Якість готової продукції залежить від ретельного дотримання всіх вимог технологічного процесу, дотримання санітарних правил, щоб перешкодити проникненню сторонніх мікроорганізмів у виробничий процес. Ці мікроорганізми розмножуються разом з основною культурою дріжджів і знижують якість готової продукції. Сторонні мікроорганізми потрапляють із сировини, води, повітря, апаратури.

Активний розвиток сторонньої мікрофлори порушує нормальний перебіг процесів бродіння і дозрівання тіста. Такими є, наприклад, дикі дріжджі роду *Candida*, що потрапляють із пресованими дріжджами або з борошна. Представники цього роду дріжджів у бродінні участь не беруть, але знижують бродильну активність виробничих дріжджів. Крім того, вони окиснюють спирт в оцтову кислоту, використовують молочну кислоту, знижуючи кислотність закваски.

Поверхня хліба при виході з печі практично стерильна, але м'якушка прогрівається тільки до 93–98 °С, і в ній завжди зберігається деяка кількість бактеріальних спор; можливе збереження і вегетативних клітин.

Мікрофлора готових виробів складається переважно із мікроорганізмів, які розвиваються на поверхні хліба (плісені) і в середині – спорові бактерії. Тому найбільш поширеними є два види мікробіологічного псування – пліснявіння і „картопляна хвороба" хліба.

Картопляна хвороба хліба виникає за наявності спор картопляної (сінної) палички *Bacillus subtilis*, які потрапляють у хліб разом з борошном. Ці мікроорганізми не гинуть при температурі 100 °С і протягом 10 хв. витримують температуру 125 °С. Зараження хліба картопляною хворобою спостерігається в основному в теплий період року при зберіганні продукції за температури 30–40 °С. Прискорюють цей процес низька кислотність та підвищена вологість виробів. *B. subtilis* здатні гідролізувати крохмаль з утворенням великої кількості декстринів. Однак ці бактерії чутливі до підвищеної кислотності середовища, тому картопляній хворобі піддається переважно пшеничний хліб, зокрема з борошна другого гатунку, що має порівняно з житнім хлібом невисоку кислотність. Для запобігання виникнення картопляної хвороби хліба потрібно

швидко охолоджувати хліб, випікати вироби меншою масою, підвищувати кислотність хліба в межах одного градуса.

Пліснявіння хліба зумовлене розвитком переважно пліснявих грибів роду *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. ochraceus*). Спори пліснявих грибів потрапляють на поверхню виробів тільки в процесі контакту з навколишнім середовищем виробничого приміщення. Тому, основним принципом підвищення мікробіологічної безпечності хліба є адаптація класичних і створення нових технологій, які дозволяють отримати хлібобулочні вироби підвищеної мікробіологічної чистоти. З усього різноманіття технологій, розроблених останніми роками, для розв'язання проблем мікробіологічної безпеки ефективними вважають створені для цієї мети технології хлібобулочних виробів на заквасках і спрямоване культивування мікроорганізмів, що застосовуються в технологічній схемі.

До технічно шкідливих мікроорганізмів належать також і деякі бактерії, зокрема термофільна бактерія *B.coagulans*, лейконосток, гнильні неспоріві бактерії.

Бактерії *B. coagulans* можуть викликати інтенсивне кислотонакопичення й утворення слизових згустків у рідкій житній заквасці. Поява тягучої консистенції в заквасках, зокрема із застосуванням опари, відзначена у весняно-літній період, коли створюються найбільш сприятливі температурні умови для розвитку термофільної палички. Джерелом потрапляння *B. coagulans* у закваску може бути молочна сироватка.

З бактерій роду лейконосток найчастіше зустрічається вид *Leuconostoc mesenteroides*. Як і *B.coagulans*, лейконосток може бути причиною утворення слизових згустків у рідких заквасках опари й значної втрати цукру. Джерело зараження – нестерильна сировина.

Гнильні неспоріві бактерії (роду *Pseudomonas*) є антагоністами дріжджів і молочнокислих бактерій. Джерело їх потрапляння в напівфабрикати – сировина (пресовані дріжджі, борошно), а також трубопроводи й складні комунікації, особливо ділянки й вузли, важкодоступні для очищення й миття.

Оскільки визначення виду мікроорганізмів – процес складний і тривалий, при вивченні якісного складу мікрофлори зазвичай визначають характерні групи мікробів-шкідників, які

розвиваються разом із бродильними видами дріжджів і бактерій. Основний прийом для цього – використання селективних середовищ, на яких виростають лише певні фізіологічні групи мікроорганізмів.

2.3.2. Мікробіологія кондитерських виробів

Кондитерські вироби (солодоші, ласощі) — висококалорійні та легкі у засвоєнні харчові продукти із великим вмістом цукру чи фруктози, що вживаються завдяки приємному смаку та запаху. Основними продуктами для приготування солодошів служать тісто, молокопродукти, цукор, мед або фруктоза, желатин та сухофрукти. Додаткова сировина (барвники, есенції, сухі ароматизатори, кислоти, прянощі) додає кондитерським масам пікантність і естетичність. Сьогодні в промисловому масштабі випускають різноманітний асортимент кондитерських виробів, які поділяються на цукристі і борошняні.

До цукристих виробів належать: карамель; цукерки, шоколад, мармелад, пастила, зефір, халва, ірис, драже, східні солодоші, желейні вироби. До борошняних – печиво, пряники, торти, тістечка, кекси, рулети, вафлі.

Кондитерські вироби (за винятком тістечок і тортів) у зв'язку з малою вологістю і високим вмістом цукру не піддаються швидкому псуванню і можуть зберігатися протягом 3-6 місяців і більше при температурі 18-20°C і відносній вологості не вище 75%. Тістечка і торти з кремом є швидкопсувними продуктами, а тістечка із заварним кремом – особливо швидко псуються.

При виготовленні більшості видів кондитерських виробів мікроорганізми спеціально не використовують. Значна кількість різноманітних мікроорганізмів міститься у молоці і вершках, у вершковому маслі, меланжі, яєчному порошку, борошні й інших видах сировини. Тому на підприємствах галузі проводиться систематичний мікробіологічний і санітарний контроль кондитерського виробництва: досліджується готова продукція, сировина, устаткування, повітря цеху тощо.

У готових цукристих виробках визначають такі мікробіологічні показники: КМАФАнМ, бактерії групи кишкової

палички, патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, дріжджі і плісняві гриби.

У борошняних кондитерських виробах визначають шість мікробіологічних показників: до п'яти використовуваних показників додали визначення *Staphylococcus aureus*, тому що саме цей мікроорганізм досить часто спричиняє харчові отруєння при вживанні несвіжих тортів і тістечок, зокрема зі заварним кремом. Окрім того, для борошняних кондитерських виробів такі показники, як дріжджі й плісняві гриби, набувають особливого значення як показники терміну придатності.

Стафілококові токсикози нерідко пов'язані із вживанням кремових кондитерських виробів. Це обумовлене тим, що у кремі стафілококи можуть виживати та розмножуватися (а ентеротоксигенні штами розмножуватися й виробляти ентеротоксин) при концентрації цукру у водній фазі до 60%, у той час як більшість інших мікроорганізмів припиняють розмноження при концентрації цукру 47%. У зв'язку з цим на підприємствах, що виробляють кондитерські вироби з кремом, санітарно-показовими мікроорганізмами є стафілококи, що коагулюють плазму.

Основним джерелом забруднення кондитерських виробів стафілококами є працівники кондитерського виробництва – хворі різними захворюваннями стафілококової етіології, а також здорові носії.

Контрольні запитання та завдання:

1. Яке співвідношення молочнокислих бактерій і дріжджів у пшеничному і житньому тісті?
2. Які джерела потрапляння сторонніх мікроорганізмів у напівфабрикати та готову продукцію?
3. Дайте характеристику збудника картопляної хвороби тіста.
4. Охарактеризуйте мікроорганізми, які зустрічаються в цукрі.
5. Назвіть мікробіологічні показники, які визначають у готових кондитерських виробах.
6. Які мікроорганізми містяться в сировині для кондитерських виробів?

2.4. МІКРОБІОЛОГІЯ М'ЯСА ТА ВИРОБІВ З М'ЯСА

2.4.1. Мікробіологія свіжого та замороженого м'яса, напівфабрикатів та субпродуктів

М'ясо – один з найбільш цінних продуктів харчування людини. У ньому містяться основні компоненти, необхідні для розвитку організму: білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни.

Щодо розвитку багатьох мікроорганізмів, то м'ясо – хороший живильний субстрат, в якому вони знаходять усі необхідні для себе речовини – вуглець і азот, вітаміни, мінеральні солі. Вміст доступної води і рН м'яса також сприяють розвитку мікроорганізмів, у зв'язку з чим воно швидко псується.

Шкідливий вплив на м'ясо ферментів мікроорганізмів має суттєві наслідки. Тому перша вимога до технологічної обробки м'яса – забезпечення низького вмісту в ньому мікроорганізмів. Якщо мікроорганізми все-таки потрапили на поверхню або всередину м'яса, то необхідно запобігти їх розмноженню і підвищенню їхньої ферментативної активності, а також ужити заходів до подальшого скорочення їхньої чисельності.

Серед мікроорганізмів, які зустрічаються у м'ясі, особливу роль відіграють бактерії. Велика частина їх має здатність швидко розкласти білок – найціннішу складову м'яса, тобто здійснювати процес гниття. М'ясо можна зберігати нетривалий час. Яловичину, баранину, телятину зберігають улітку 2 доби, узимку – 4 доби, свинину – відповідно 6 і 10 діб.

Мікробіологічна стійкість і харчова безпека м'яса ґрунтуються на комбінації кількох зберігаючих факторів, так званими бар'єрами, які не можуть перебороти мікроорганізми. Поняття бар'єрного ефекту вперше ввів Л. Ляйстнер у 1978 р. Бар'єрний ефект має першочергове значення для зберігання харчових продуктів із проміжною і високою вологістю, оскільки бар'єри контролюють процеси, що спричиняють мікробне псування і ведуть до харчових отруєнь.

Бар'єрний ефект – це комплексна взаємодія температури, активності води, кислотності, окисно-відновного потенціалу, консервантів та ін., що має важливе значення для мікробіологічної стійкості та безпеки більшості продуктів.

М'ясо обсіменяється мікроорганізмами двома шляхами: ендogenousним і екзогенним. М'язи здорових тварин, як правило, стерильні. М'язи хворих тварин, що перенесли перед забоем голодування, сильну перевтому можуть містити мікроорганізми. Частина мікроорганізмів міститься в самій тварині, заноситься в мускулатуру через кровеносне русло – ендogenousний шлях. Крім прижиттєвого інфікування, м'язи можуть обсіменяться мікробами після забою тварини (екзогенний шлях): при первинній обробці туш (особливо якщо ушкоджується кишечник), з інструментів, з рук і одягу працівників, а також при транспортуванні, зберіганні, розрубі в магазинах тощо. Тому навіть свіжовироблене м'ясо не стерильне і в ньому, переважно на поверхні, міститься та чи інша кількість мікроорганізмів.

У м'ясі зустрічаються мікроорганізми майже всіх груп, зокрема *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Thermobacterium*, *Flavobacterium*. Деякі фахівці з мікробіології м'яса вважають бактерії цих груп мікроорганізмів природною мікрофлорою свіжого м'яса. Зустрічаються вони у м'ясі в різних кількостях і співвідношеннях, причому важливу роль відіграють такі фактори, як гігієна забою тварин, санітарний стан приміщення для забою, пора року, температура й відносна вологість повітря.

Якість і стійкість м'яса при зберіганні пов'язані із вмістом мікроорганізмів на його поверхні. Визначаючи кількість мікроорганізмів і їх видовий склад, судять про тривалу стійкість м'яса при зберіганні. Для цього пропонують брати мазки-відбитки з визначених ділянок поверхні туші тварини, де накопичується найбільша кількість мікроорганізмів – область хрестця, груднина і передні кінцівки. Мазки беруть у трьох місцях за шаблоном.

Під час заморожування м'яса відмирає значна кількість мікроорганізмів. Окрім низької температури на мікроорганізми згубно діє висока концентрація розчинених в продукті речовин і

знижена вологість, вимерзання води, що є результатом заморожування, зміна білків, які містяться в клітинах і механічна дія льоду, який утворюється поза клітиною, а при швидкому заморожуванні – й усередині клітини.

Мікроорганізми, які вижили під час зберігання мороженого м'яса, при його розмороженні починають розмножуватися. Швидкість розмноження залежить від температури та тривалості розморожування. Для уникнення активного розвитку мікроорганізмів рекомендовано проводити розмороження м'яса за низьких плюсових ($1\div 8^{\circ}\text{C}$) температур.

2.4.2. Мікробіологія копчених і варених м'ясних продуктів

Ковбасні вироби та м'ясні копченості в останні роки користуються у населення України особливим попитом, поступаючись тільки молочним продуктам, овочам, фруктам та хлібобулочним виробам.

М'ясні копченості - це переважно крупно шматкові вироби зі свинини, яловичини, баранини, птиці піддані солінню та термічній обробці. Сьогодні налічується близько 70÷80 видів таких продуктів. Ці вироби мають гарні смакові якості, харчову цінність, користуються великим попитом, але розраховані на обмежений термін зберігання. Залежно від гатунку виробу стійкість при зберіганні коливається від 3 до 29 діб. Стійкість їх залежить від засолу з використанням кухонної солі. Для одержання готової продукції використовують спеціальні методи засолу, нітриту, цукор, інші посолочні матеріали, коптільний дим і термічну обробку.

Кухонна сіль (натрій хлорид) не має бактерицидної дії, але пригнічує розвиток більшості мікроорганізмів, створюючи високий осмотичний тиск у розсолі. При засолі під впливом високої концентрації натрій хлориду, зниженої температури і антагоністичних взаємовідносин мікроорганізмів різних видів різко змінюється кількісний і груповий склад мікрофлори м'яса. Найбільш істотні зміни зумовлені дією кухонної солі.

У м'ясі й розсолі можуть міститися мікроорганізми, які мають різну чутливість до натрій хлориду:

- негалофільні, які розмножуються тільки при 1÷2 % і повністю припиняють свій розвиток при 6÷10 % солі (грамнегативні гнильні бактерії);
- солетолерантні, які добре розмножуються при невеликих концентраціях солі в середовищі (1÷2%) – анаеробні клостридії, коки, деякі молочнокислі й патогенні бактерії;
- галофіли, які розмножуються тільки при концентраціях солі від 12 % і більше та зовсім не зростають на безсолевих субстратах (облігатні галофіли), або активно ростуть як при високих концентраціях, так і у присутності 1÷2 % солі (факультативні галофіли). Галофілами є багато цвілевих грибів, деякі дріжджі, мікрококи тощо.

Уміст мікроорганізмів у розсолах повинен становити $1 \cdot 10^4 \div 5 \cdot 10^6$ у 1 см^3 . Розсоли із вмістом мікроорганізмів більше $1 \cdot 10^8$ у 1 см^3 найчастіше вважають зіпсованими. Кількість мікроорганізмів у розсолах коливається в межах від $0,1 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^8$ у 1 см^3 . У розсолах зустрічаються бактерії таких родів:

- *Micrococcus* – дуже часто;
- *Vibrio*, *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas* – часто;
- *Spirillus*, *Microbacterium*, *Proteus*, *Achromobacter*, *Sarcina*, *Corynebacterium*, *Pedococcus* – іноді;
- *Clostridium* – рідко.

Корисні мікроорганізми на поверхні м'ясних продуктів, що містяться у розсолах, зумовлюють зміни, які надають продукту відповідну органолептичну якість: утворюється аромат, який надає продукту характерного запаху і смаку.

Для тривалого зберігання копчених і варених м'ясопродуктів варто застосовувати копчення, підсушування й обробку холодом. Коптильним речовинам диму властива бактерицидна і бактериостатична дія, але селективно. Найбільш стійкі до дії коптильних речовин гриби, які здатні розвиватися на поверхні навіть добре прокопчених продуктів. Копчення саме по собі не охороняє м'ясні продукти від мікробного псування на тривалий час, але разом з засолом і зневоднюванням є ефективним методом консервування м'ясопродуктів.

2.4.3. Мікробіологія ковбасних виробів

Ковбаса – м'ясний продукт з ковбасного фаршу в штучній чи натуральній оболонці, чи без неї, піддані термічній обробці або ферментації до готовності для споживання. До складу фаршу, залежно від рецептури, входять, окрім основної сировини (м'ясо, шпик, іноді подрібнене м'ясо птиці чи риби), кухонна сіль, сироватка чи плазма крові, іноді сира кров, білковий стабілізатор, знежирене чи сухе молоко, яйцепродукти, прянощі, а як зв'язуючі речовини – крохмаль, звичайний та модифікований і борошно. До певних сортів додають також крупи та лівер.

До групи ковбасних виробів, кров'яних і ліверних ковбас належать сирокочені, напівкочені, варено-кочені ковбаси, сардельки, сосиски; ковбаси варені, кров'яні, ліверні; хлібці м'ясні, сальтисони, паштети з печінки.

Готові ковбасні вироби зазвичай споживають без додаткової теплової обробки. Тому до цих продуктів і технологічного процесу їх виготовлення ставляться підвищені санітарні вимоги. Як правило, при виготовленні ковбас вміст мікробів у м'ясі в порівнянні з їх первинною кількістю збільшується. Унаслідок екзогенного обсіменіння вже при первинній обробці м'яса майже у 10 разів підвищується чисельність мікрофлори.

Сирокочена ковбаса не піддається термічній обробці, холодне копчення відбувається при 20-25 градусах, м'ясо піддається ферментації і зневодненню. Виготовляються такі продукти тільки з м'яса вищих сортів, а сам процес приготування довгий і трудомісткий. Дозрівання сирокоченої ковбаси триває не менше 30—40 діб. Сирокочена ковбаса містить найбільшу кількість спецій, також можливе додавання коньяку. На смак сирокочені ковбаси гострі, пряні, у них хороший чіткий зріз. Зберігатися можуть дуже довго – до 45 діб. Такі ковбаси називають продуктами *мікробного дозрівання*.

Першою передумовою перебігу всіх процесів одержання сирокоченої ковбаси є низьке вихідне обсіменіння фаршу, у якому кількість мікроорганізмів у 1 г не має перевищувати $1 \cdot 10^7$. Бажані мікробно-ферментативні процеси дозрівання

сирокопченої ковбаси відрізняються підвищенням кількості кислотоутворюючих бактерій до $1 \cdot 10^8$ у 1 г і навіть $1 \cdot 10^9$. Основну частину кислотоутворюючих бактерій становлять лактобацили (близько 99 %), а також важливу роль відіграють мікрококи.

У готовій дозрілій сирокопченій ковбасі присутні тільки мікрококи, лактобацили і бацили, в одиничних випадках зустрічаються дріжджі. Грампозитивні бактерії впливають на підвищення стійкості сирокопченої ковбаси, вони створюють її специфічні якості. Бацили в сирокопченій ковбасі повинні бути у незначній кількості, адже вони призводять до відхилень органолептичних властивостей ковбаси, що зменшує терміни зберігання.

Варено-копчена ковбаса – специфічний м'ясний продукт, розрахований на обмежений термін зберігання. Стійкість при зберіганні варено-копчених ковбас – не більше 15 діб за температури $12 \div 15$ °С і вологості $75 \div 78$ %; тільки окремі гатунки можуть зберігатися не більше 4 місяців за температури $7 \div 9$ °С.

Для приготування варено-копчених ковбас беруть м'ясо, у якому кількість мікроорганізмів не перевищує $1 \cdot 10^7$ у 1 г. Кількість бактерій зменшується під час варіння м'яса за температури $75 \div 80$ °С, при цьому істотно змінюється видовий склад мікрофлори. Гинуть усі нестійкі до високих температур мікроорганізми, зокрема дріжджі і грампозитивні бактерії. Не гинуть бацили і клостридії, спори яких витримують термічну обробку. Температура первинного копчення $75 \div 80$ °С, що впливає на мікроорганізми на поверхні батона ковбаси й у шарах, розташованих безпосередньо під оболонкою.

Варено-копчені ковбаси необхідно зберігати за температури приблизно $0 \div 4$ °С і відносній вологості повітря $75 \div 80$ %.

Варена ковбаса – це найпопулярніший у світі вид ковбаси. Її виготовляють із просоленого фаршу, варять при температурі близько 80 градусів. Варені ковбаси найвищого гатунку — фаршировані. Це товсті ковбаси, наповнювачі яких мають, як правило, суворо визначений малюнок. Стійкість при зберіганні досягається термічною обробкою ковбасного фаршу, температура всередині батона повинна бути не нижче 70 ± 2 °С. Після теплової обробки залишаються спори бацил і клостридії.

Сосиски, сардельки, ліверні і кров'яні ковбаси, а також *зельці* – продукти особливо швидкокопсувні. Ліверні ковбаси і сальтисони в порівнянні з іншими ковбасними виробами містять значно більше мікроорганізмів. Вони мають відносно високу вологість і, крім того, їх готують з сировини, яка зазвичай сильно обсіменена мікроорганізмами. Бацили і клостридії, що залишилися під час приготування, можуть зумовити псування, про що свідчить поява вираженого запаху сірководню. Незважаючи на термічну обробку, терміни зберігання та реалізації цієї продукції в торговій мережі і на підприємствах громадського харчування строго обмежені.

Контрольні запитання та завдання:

1. Які основні групи мікроорганізмів зустрічаються на м'ясі?
2. Як визначають обсіменіння м'яса?
3. Поясніть принцип бактеріоскопічного способу визначення свіжості м'яса.
4. Що таке максимальний вміст бактерій у м'ясному фарші?
5. Що таке кислотоутворюючі бактерії? Яка їх роль у дозріванні сировокопченої ковбаси?
6. Яка роль бацил у створенні органолептичних властивостей сировокопчених ковбас?
7. Які мікроорганізми не гинуть під час виробництва варенокопченої ковбаси?
8. Які особливості мікрофлори ліверних і кров'яних ковбас?

2.5. МІКРОБІОЛОГІЯ ЯЄЦЬ І ЯЙЦЕПРОДУКТІВ

Яйце сільськогосподарської птиці містить усі нутрієнтні фактори (білок, жири, вуглеводи, незамінні амінокислоти, мікроелементи, майже усі відомі вітаміни, біологічно активні речовини), необхідні для росту та розвитку організму людини і тварин.

На харчові цілі використовують доброякісні яйця курей, індиків, цесарок, перепелів, качок і гусей, хоча у реалізацію поступають тільки яйця курячі, рідше - цесарок і перепелів. До реалізації допускають яйця птиці без механічних пошкоджень, з висотою повітряної камери не більше ніж 9 мм (для курячих яєць), із щільним, що просвічується білком, і малопомітним жовтком, який займає центральне положення, або трохи рухомим.

Курячі харчові яйця залежно від терміну зберігання і якості поділяють на дієтичні та столові. До **дієтичних** належать яйця, термін зберігання яких не перевищує 7 діб, не враховуючи дня знесення, при температурі не вище +20 °С і не нижче 0 °С. До **столових** належать яйця, термін зберігання яких не перевищує 25 діб, не враховуючи дня знесення, при температурі не вище +20 °С, а також яйця, які зберігались у холодильнику не більше 120 діб при температурі від 0 °С до -2 °С і відносній вологості 85- 88 %. Дієтичні яйця, термін зберігання яких у процесі реалізації перевищив встановлений переводять у категорію столових. Після закінчення терміну зберігання столових яєць їх направляють для виготовлення хлібобулочних виробів, переробляють на яєчний порошок або на кормову продукцію.

Внутрішній вміст яєць – хороший субстрат для розвитку мікроорганізмів. Інфікування яєць мікроорганізмами може відбуватися ендогенним і екзогенним шляхами. При ендогенному зараженні мікроорганізми проникають у яйце під час його формування в яєчнику або яйцепроводі хворої птиці. Це можуть бути віруси, бактерії, гриби, збудники туберкульозу, сальмонельозу. Особливо небезпечні яйця водоплавної птиці, інфіковані сальмонелами, тому продавати качині і гусячі яйця в роздрібній торгівлі заборонено.

Екзогенне зараження яєць пов'язане з зараженням шкаралупи калом, ґрунтом, підстилкою, пером тощо. Чистота шкаралупи – важливий показник якості яєць. Забруднена шкаралупа не тільки псує їх товарний вигляд, але і різко скорочує тривалість зберігання. На 1 см² поверхні свіжих чистих яєць містяться десятки і сотні, рідко тисячі бактерій, а на забруднених – десятки тисяч і навіть мільйони мікробних клітин.

У яйця через шкаралупу з зовнішнього середовища можуть проникати як сапрофітні, так і патогенні мікроорганізми, у більшості випадків, під час збору, зберігання та транспортування. Обсмінення яєць збільшується при антисанітарному стані гнізд, тари для зберігання, транспортуванні при підвищеній вологості повітря, тому що волога шкаралупа найбільш проникна для мікроорганізмів.

Мікробіологічними критеріями безпеки яєць є: кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, БГКП (колі-форми), бактерії роду протей, наявність патогенних мікроорганізмів, в т.ч. сальмонел та коагулазопозитивні стафілококи. Так, для яйця курячого дієтичного діють наступні норми: КМАФАнМ не більше $5 \div 10^2$ - $5 \div 10^3$ КУО в 1 г продукту, а маса продукту, в якому не допускається присутність БГКП та патогенних мікроорганізмів становить відповідно 0,1 та $5 \div 25$ г. Для яйця курячого столового діють дещо інші критерії: КМАФАнМ не більше $5 \div 10^4$ - $5 \div 10^5$ КУО, присутність БГКП та патогенних мікроорганізмів не допускаються відповідно у 0,1 – 0,01 та 25 г продукту.

Яйця належать до швидкопсууючих продуктів, зберігати їх довгий час необхідно за умов, які забезпечують уповільнення фізико-хімічних процесів, що проходять у них, і попереджують проникнення мікроорганізмів. При тривалому зберіганні якість яєць може змінюватися: у них відбуваються окисні, автолітичні й мікробіологічні процеси. Під дією ферментів, які виділяються мікроорганізмами, складові частини яєць розкладаються з утворенням специфічних продуктів розпаду. Зміни, які спричинені бактеріями, різноманітні і залежать від їх властивостей та біохімічної активності.

При потраплянні всередину яйця бактерій роду *Pseudomonas* білок стає сірим, мутним, розрідженим, надалі білок і жовток набувають зеленуватого відтінку, що переходить у темно-зелений колір. Зелений колір зумовлений також розвитком стафілокока.

Аеробні гнильні бактерії надають жовткові світло-жовтого кольору. Жовткова оболонка руйнується, відбувається перемішування білка з жовтком, утворюється однорідна мутна рідка маса.

B.prodigiosum, *M. roseus* деякі дріжджі і гриби утворюють червоний пігмент і забарвлюють вміст яйця в рожевий колір. *Proteus vulgaris* і *E.coli* та інші гнильні бактерії забарвлюють вміст яйця в чорний колір. У яйці накопичується велика кількість газів.

У результаті гниття вмісту яйця, яке відбувається під дією анаеробних клостридій, триптофан розпадається з утворенням сірководню, скатолу, індолу, що мають дуже неприємний запах.

Вуглеводи яйця зброджуються бактеріями з утворенням молочної, оцтової й інших органічних кислот, які підвищують кислотність яєчної маси.

Окрім свіжих яєць в харчовій промисловості використовують яєчні продукти.

Яєчні продукти класифікують за такими видами:

- сухі – меланж (яєчний порошок), жовток і білок;
- рідкі – охолоджений або заморожений меланж, жовток, білок.

Для тривалого зберігання яєчних продуктів застосовують різні способи їхньої обробки: сушіння, заморожування та ін.

Яєчний порошок одержують висушуванням яєчної маси шляхом розпилення її в спеціальних камерах при температурах, що не сприяють денатурації білка. Вміст вологи у яєчному порошку повинен бути не більше 9 %. Сушіння забезпечує загибель тільки частини вегетативних клітин мікроорганізмів. У яєчному порошку виявляють стафілококи, стрептококи, кишкову паличку, іноді сальмонели і спори бацил. При зберіганні яєчного порошку за температури не вище 20 °С і відносній вологості повітря не більше 75 % – до 6

місяців; за температури 2 °С і нижче та відносній вологості 60÷70 % – до 2 років відбувається поступове відмирання мікрофлори.

Меланж яєчний морожений — звільнена від шкаралупи суміш яєчного білка й жовтка в природній пропорції, профільтована, ретельно перемішана й заморожена; **жовток яєчний морожений** — звільнена від шкаралупи й білка жовточна маса, профільтована, перемішана й заморожена; **білок яєчний морожений** — звільнена від шкаралупи й жовтка білкова маса, профільтована, перемішана й заморожена.

Яєчний меланж – швидкопсувний продукт, зберігання якого допускається тільки в замороженому вигляді (-5÷-6 °С) і не більше 10 місяців. У готовому меланжі зазвичай виявляють велику кількість мікроорганізмів. Основне джерело бактеріальної контамінації меланжу – шкаралупа. Тому при приготуванні меланжу яйця необхідно дезінфікувати. У розмороженому вигляді меланж надзвичайно швидко псується через інтенсивне розмноження в ньому мікроорганізмів.

Під час заморожування і зберігання меланжу всі групи мікроорганізмів відмирають: за 6 місяців зберігання кількість сальмонел може зменшитися у 1000 разів, бактерій групи кишкових паличок – у 100 разів, загальне бактеріальне обсіменіння – у 40 разів. Хоча повної загибелі мікроорганізмів у меланжі не спостерігається.

Контрольні запитання та завдання:

1. Укажіть чим зумовлена мікробіологічна стійкість білка курячого яйця.
2. Поясніть, що таке ендогенне та екзогенне контамінування курячого яйця.
3. Які антибіотики є в білку яйця?
4. Перелічіть способи зберігання курячих яєць.
5. Назвіть види псування курячих яєць.
6. Що таке меланж? Укажіть склад мікрофлори меланжу.
7. Опишіть способи зберігання меланжу.
8. Який склад мікрофлори яєчного порошку?
9. Укажіть способи зберігання яєчного порошку.

2.6. МІКРОБІОЛОГІЯ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

М'ясо риби за хімічним складом близьке до м'яса теплокровних тварин. У ньому також міститься значна кількість білків і жирів. Проте риба відрізняється від м'яса забійних тварин меншою стійкістю під час зберігання, що зумовлене різними причинами. Деякі види риб зберігають необробленими, в цілому вигляді, а в кишечнику і зябрах завжди знаходиться багато мікроорганізмів. Слиз (слен), який покриває поверхню риби, не тільки містить безліч мікроорганізмів, але є сприятливим середовищем для їх розвитку. Основні компоненти слизу – білок, глюкпротеїн (муцин), наявні в слизі й вільні амінокислоти. М'ясо риби має більш пухку консистенцію, ніж м'ясо теплокровних тварин, оскільки в м'язах риб менше сполучної тканини, що сприяє розповсюдженню мікроорганізмів у тілі риби. Кількість і склад поверхневої мікрофлори щойно виловленої риби може значно коливатися залежно від виду риби, характеру водойм, сезону року, району та техніки лову. На 1 см² поверхні риби зазвичай виявляють 10²÷10⁴ бактерій, а іноді й більше. В основному це водні мікроорганізми. Серед них переважають аеробні, безспорові, грамнегативні паличкоподібні бактерії родів *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*. Зустрічаються мікрококи, рідше – спороутворюючі бактерії, дріжджі й актиноміцети. Більшість з названих бактерій – гнильні, кислотоутворюючі форми.

На рибі, виловленій із забруднених водойм, можуть знаходитися мікроорганізми групи кишкової палички, а в окремих випадках – сальмонели й ентерококи. Найбільш обсіменені мікроорганізмами зябра та кишечник. У 1 г вмісту кишечнику риби налічується 10⁵÷10⁸ мікроорганізмів. Серед них найбільше спороутворюючих анаеробів – *Clostridium sporogenes*, *Cl. putrificum*. Виявляють і збудників харчових отруєнь – *Cl. perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* і палички ботулізму (зокрема, в кишечнику осетрових риб).

Свіжа охолоджена риба – продукт короткочасного зберігання (кілька днів) навіть за температури близько 0°C. При цьому дрібна риба псується швидше від великої. Псування

наступає тим швидше, чим вища температура зберігання і чим більше на рибі містилося бактерій. На охолодженій рибі психротрофні бактерії, насамперед, починають розмножуватися на поверхні й зябрах, потім звідти проникають у тканини тіла, де розмножуються менш інтенсивно.

Розвиток мікроорганізмів супроводжується значними змінами хімічного складу м'яса риби. Розвиваються гнильні процеси, характер яких істотно не відрізняється від описаних для м'яса забійних тварин.

Головні збудники псування охолодженої риби – бактерії роду *Pseudomonas*. Викликаючи гнильні процеси, вони утворюють значні кількості летких сполук, зокрема триметиламін – речовину, що зумовлює появу специфічного неприємного запаху, характерного для риби, яка псується. Псевдомонади не тільки швидше за інших бактерій розмножуються, але й володіють більшою біохімічною активністю по відношенню до білкових речовин і жиру. До моменту псування охолодженої риби псевдомонади складають основну масу (до 80÷90 %) її мікрофлори. Найбільш активні з них *Pseudomonas putrefaciens*, *P. fragi*, *P. fluorescens* – продуценти сірководню, амоніаку та триметиламіну.

У псуванні охолодженої риби, хоча значно меншою мірою, беруть також участь бактерії родів *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*.

Для тривалішого зберігання рибу заморожують або піддають іншим способам консервації: засолу, копченню, маринуванню, в'яленню.

Заморожена риба може тривалий час (місяцями) зберігатися без мікробіального псування за температури не вище $-12\div-15$ °С. Під час заморожування багато мікроорганізмів, що містяться на рибі, гинуть, але деякі виживають. На замороженій рибі виявляють переважно різних представників мікрококів; паличкоподібні спороутворюючі й не спороутворюючі бактерії, спори цвілі зустрічаються в невеликих кількостях.

Посол – один із найдавніших способів зберігання риби. Консервуюча дія посолу зумовлена високою осмотичною активністю розчину солі й зниженням водної активності (a_w)

середовища. Ступінь обсіменіння солоної риби мікробами коливається в широких межах (від сотень до сотень тисяч в 1 г) залежно від первинного їх вмісту на рибі, концентрації солі, температури та терміну зберігання. При будь-якому способі посолу риби відбуваються зміни кількісного і якісного складу її мікрофлори. Типові для свіжої риби психротрофні види роду *Pseudomonas* поступово відмирають або зберігаються в невеликій кількості в плазмолізованому стані. Переважаючими в солоній рибі і в тузлуках – галофільні й солестійкі мікрококи; у меншій кількості – спороносні палички; зустрічаються молочнокислі бактерії, дріжджі, спори цвілі, коринебактерії.

Слабосолена рибна продукція з дрібної риби (кільки, салаки, хамси та ін.), яку випускають у герметично запакованій тарі – *пресерви*, – крім невеликої кількості солі, містить цукор і спеції. Пресерви не піддають тепловій обробці; для попередження псування в них уводять антисептик – натрій бензойнокислий (0,1 %). Мікрофлора пресервів у перші дні їх виготовлення різноманітна; до складу входять мікроорганізми риби, солі та спеції. Останні нерідко значною мірою (10^4 – 10^6 /г) обсіменені спороутворюючими аеробними й анаеробними бактеріями та мікрококами, серед яких є солестійкі й холодостійкі гнильні форми. Під час дозрівання пресервів склад їх мікрофлори змінюється. Домінуючими представниками стають солестійкі мікрококи і молочнокислі бактерії.

У процесах дозрівання риби, крім тканинних ферментів, чимала роль належить гетероферментативним молочнокислим стрептококам. Будучи стійкими до солі та натрій бензойнокислого, вони розмножуються, зброджують цукор з утворенням кислот (молочної, оцтової) і ароматичних речовин. Зниження рН активізує деякі тканинні ферменти риби, які беруть участь в її дозріванні.

Наявність кислот, солі й антисептика, а також низька температура перешкоджають розвитку гнильних спорових бактерій, що знаходяться в чималих кількостях у пресервах. Проте деякі з них, особливо при порушенні технологічного режиму виготовлення і зберігання пресервів, можуть розвиватися і зумовлювати псування продукту. У пресервах

нерідко виявляють *Clostridium perfringens*, активний розвиток якої може призвести до зривання банки.

Висушування риби і в'ялення – давні способи її зберігання як харчового продукту. При видаленні з риби води до певної межі створюються несприятливі умови для розвитку мікробів. Консервуючу дію у в'яленій і солено-сушеній рибі відіграє також кухонна сіль.

Деякі мікроорганізми певний час зберігаються на в'яленій рибній продукції в анабіотичному стані. Мікрофлора складається переважно з мікрококів, але також зустрічаються спороутворюючі бактерії, молочнокислі бактерії, спори цвілі.

Ще один популярний спосіб зберігання риби – *копчення*. Окрім дії антисептиків, що знаходяться у димі та коптильній рідині, при гарячому способі копчення на мікрофлору риби згубно діє висока температура, а при холодному – наявність солі і підсушування риби.

При копченні в товщі риби зберігається та або інша кількість мікроорганізмів. Дуже чутливі до бактерицидних речовин диму бактерії роду *Pseudomonas*, а найбільш стійкі – спори бактерій і цвілі, а також багато мікрококів.

Завперш, на копченій рибі розвивається цвіль (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*), особливо швидко при підвищеній відносній вологості повітря приміщень. Іноді псування викликають дріжджі (*Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Rhodotorula*).

Допустимий ступінь обсіменіння бактеріями свіжовиготовленої риби гарячого копчення $5 \cdot 10^2$ в 1 г, холодного копчення – $5 \cdot 10^3$ в 1 г. Бактерії групи кишкової палички повинні бути відсутніми в 1 г готової продукції, а сальмонели – в 25 г.

Якість і стійкість під час зберігання продукції рибопереробних підприємств відчутно залежить від санітарно-гігієнічного стану виробництва. Періодично оцінюють його шляхом проведення мікробіологічного контролю інвентаря, устаткування, повітря виробничих приміщень, тари, рук і одягу робочих, дотичних з готовим продуктом. Критеріями служать загальне бактерійне обсіменіння і вміст бактерій групи кишкової палички.

Контрольні запитання та завдання:

1. Укажіть мікроорганізми, які зустрічаються на поверхні шойно виловленої риби.
2. Наведіть приклади мікроорганізмів, які можуть зустрічатися на поверхні риби, виловленої із забруднених водойм.
3. Укажіть мікроорганізми, що можуть викликати псування риби.
4. Назвіть найбільш вдалий спосіб зберігання рибної продукції.
5. Поясніть, які мікроорганізми складають мікрофлору пресервів.
6. Які мікроорганізми можуть викликати псування копченої риби?
7. Укажіть шляхи забруднення готової продукції на рибопереробних підприємствах.

2.7. МІКРОБІОЛОГІЯ КОНСЕРВІВ

Консервами називаються харчові продукти, приготовлені різними методами консервування (фізичними, хімічними) з метою підвищення їх стійкості до зберігання. Залежно від методів консервування вони діляться на консерви й пресерви. Консерви одержують шляхом стерилізації харчових продуктів, укладених у герметично закупорену тару, при цьому знищуються всі спороутворюючі форми мікроорганізмів. Пресерви - це харчові продукти, що герметично укладені в спеціальну тару, але не стерилізовані. Такі консерви не підлягають тривалому зберіганню

Продукти, підготовлені до стерилізації, завжди містять мікроорганізми, які потрапляють у них із різних джерел. Залишкова мікрофлора готових консервів під час зберігання може негативно впливати на якість продуктів і викликати їх псування. Обсіменіння консервованих продуктів мікроорганізмами відбувається за рахунок мікрофлори сировини, використаної для консервації, а також з різних джерел під час її підготовки для закладки в банки, при закладці в банки і порціонуванні. Якість консервів і пресервів залежить, головним чином, від якості вихідної сировини: чим менше мікроорганізмів у продукті, що підлягає консервуванню, тим ефективніше відбудеться стерилізація.

Основною умовою тривалого зберігання консервованих продуктів є їхня повна герметизація й правильна стерилізація. При неправильному режимі стерилізації частина мікроорганізмів залишається життєздатною і є причиною виникнення біологічного бомбажу банок. Також можливий хімічний бомбаж консервів, що викликається воднем. Водень утворюється внаслідок корозії сполук, якими покривається внутрішня поверхня металеві банки. Консерви з хімічним бомбажем у санітарному відношенні не є небезпечними й можуть допускатися в їжу тільки після лабораторного дослідження на наявність мікрофлори. Якщо консерви зберігаються при низькій температурі, уміст банок може замерзати й викликати їхнє здуття. Це здуття може спостерігатися й при переповненні банки консервованим

продуктом. Таке здуття називають фізичним бомбажем. При відсутності ознак псування продукти, що перебувають у консервах з фізичним бомбажем, допускаються в їжу.

У деяких банках після стерилізації зберігається залишкова мікрофлора у вигляді спор аеробних і анаеробних бактерій, термофільні бактерії, різні дріжджі. Мікроорганізми, розвиваючись у консервах, утворюють газуваті продукти обміну, що зумовлює здуття банки – біологічний бомбаж. Інші види мікроорганізмів зумовлюють псування консервів без здуття – плоскокисле псування. Збудниками цього псування є кислотоутворюючі термофільні аеробні бактерії (які переважно утворюють молочну й оцтову кислоти) *Bacillus aerothermophyllus* і *B. stearothermophyllus*. Таке псування може бути у всіх видах консервів, але частіше – в овочевих і м'ясо-рослинних.

Бактеріологічний аналіз консервів полягає у дослідженні аеробної й анаеробної мікрофлори, термофілів, збудників ботулізму та їхніх токсинів (токсигенні збудники аналізують у спеціальних лабораторіях).

Часто до складу решткової мікрофлори, зокрема консервів, багатих білковими речовинами (у тому числі м'ясних і м'ясо-рослинних), входять мезофільні облигатні клостридії: *Bac. sporogenes*, *Bac. putrificus*, *Cl. perfringens*, маслянокислі бактерії. Спори цих мікроорганізмів можуть зберігати життєздатність навіть після тривалого нагрівання продукту за температури 115÷120 °С. Рідше в консервах виявляють токсигенний облигатний анаероб – *Cl. botulinum*. Неспороутворюючі мікроорганізми внаслідок своєї невисокої термостійкості зазвичай повністю гинуть при стерилізації.

Промислово-стерильними вважають консерви, які містять лише життєздатні клітини негасотвірних непатогенних і нетоксигенних бацил аеробів типу сінної палички. У промислово-стерильних консервах не повинно міститися патогенних і токсигенних мікроорганізмів, а також збудників псування консервів: термофільних бацил і клостридій, газотвірних мезофільних бацил і клостридій. Допустима кількість клітин мікроорганізмів у 1 г консервованого продукту, яка не порушує його мікробіологічну стабільність під час

зберігання і не становить небезпеки для здоров'я людини, складає $10^{-1} \div 10^{-3}$.

Банки консервів, призначені для аналізу, оглядають і відзначають видимі неозброєним оком порушення герметичності та дефекти. Відібрані банки промивають теплою водою, швидко протирають щіткою, звільняють від етикеток, насухо витирають і термостатують. Термостатування здійснюють для виявлення мезофілів. Банки витримують 5 діб за температури $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$ у термостаті. Для виявлення термофілів банки витримують перед посівом дві доби за температури $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Перед термостатуванням перевіряють герметичність банок, для цього чисті банки поміщають у воду, нагрівають до кипіння. Води потрібно взяти в чотири рази більше за вагу банок, щоб після занурення температура її була не нижче $85 \div 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ і шар над продукцією становив $25 \div 30$ мм. Установлюють банки у вертикальному положенні на дно, потім на кришки і прогрівають у гарячій воді $5 \div 7$ хв. Поява пухирців повітря в якому-небудь місці вказує на негерметичність. Такі банки аналізу не підлягають.

Для мікробіологічного аналізу банки відкривають у боксі. Повітря в ньому дезінфікують бактерицидними лампами за $2 \div 3$ год до посіву. Під час посіву лампи вимикають.

Перед відкриттям банки струшують та ретельно протирають спиртом. Верхню кришку обпалюють у полум'ї пальника. На обпалену кришку кладуть змочену спиртом стерильну вату.

Проби вмісту банки беруть стерильними скляними трубочками з внутрішнім діаметром близько $0,8$ см.

Контрольні запитання та завдання:

1. Що таке залишкова мікрофлора консервів?
2. Що таке газоутворюючі бактерії? Чим вони небезпечні в консервах?
3. Поясніть термін „біологічний бомбаж”.
4. Навіщо потрібно проводити термостатування банок консервів?
5. Які групи мікроорганізмів визначають у консервах?
6. Як перевіряють герметичність банок?

2.8. МІКРОБІОЛОГІЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.8.1. Мікробіологія свіжих плодів і овочів

Свіжі плоди й овочі відіграють дуже важливу роль у харчуванні людини. Вони містять різноманітні корисні речовини: легкозасвоювані цукри, органічні кислоти, мінеральні солі, вітаміни й багато інших, які сприяють кращому засвоєнню їжі.

Свіжі плоди й овочі піддаються багатьом мікробним захворюванням, які виникають під час їх дозрівання (їх вивчає фітопатологія) і які можуть виявитися в різні періоди зберігання. Від складу й чисельності мікрофлори плодів і овочів істотно залежать процеси переробки та зберігання продукції. Мікроорганізми можуть бути причиною псування продукту або, навпаки, сприяти його тривалому зберіганням.

Найпоширеніші зовнішні ознаки захворювань – плямистість, гнилизна, наліт, нарости, утворення виразок.

Плямистість – відмирання окремих ділянок тканин. Вони відрізняються за формою, забарвленням й консистенцією (чорна плямистість моркви, фітофтороз картоплі, фомоз капусти).

Суха й мокра гнилизна – один з основних типів уражень картоплі й овочів грибами й бактеріями. Наприклад, суха гнилизна в картоплі виражається в тому, що бульба зберігає форму, але підсихає, зморщується й часто покривається подушечками грибниці різних відтінків. Мокру гнилизну картоплі спричиняють бактерії. При цьому бульби розм'якшуються, ослизнюються, перетворюються на мокру масу з неприємним запахом.

Наліт розвивається на поверхні уражених плодів і овочів; складається з грибниці й спор грибів, які відрізняються за забарвленням: білі, бурі, сірі, жовті, чорні, червоні й ін. Наліт може бути пухким і щільним. Наприклад, біла гнилизна моркви має дірчастий ватоподібний наліт.

Нарости – це розростання плодів і овочів за рахунок збільшення об'єму або кількості уражених клітин. Типовий приклад – рак картоплі.

Виразки. На поверхні плодів і овочів утворюються поглиблення або скоринки з нерівними краями, іноді утримуючі органи спороношення грибів. Хвороби з виразками на поверхні тканин називають паршою. Наприклад, звичайна або горбкувата парша картоплі.

2.8.2. Мікробіологічне ураження плодів та овочів

2.8.2.1. Хвороби картоплі

Фітофтора (*Phytophthora infestans*). На заражених бульбах утворюються тверді плями зі свинцево-сірим блиском. Тканина під плямою – темно-бура, інколи побуріння охоплює центральну частину бульби. Темно-бурі плями поширюються всередину тканини у вигляді бурих нерівних “язиків”. Заражена тканина не розм’якшується, але часто волога. Масове гниття бульб відбувається через 2÷3 тижні після збирання.

Рак (*Synchytrium endobioticum*). На уражених бульбах (особливо біля вічок) з’являються великі нарости. Спочатку вони білі, потім буріють і загнивають. Ракові нарости різної величини, з нерівною та бугристою поверхнею; за формою бувають лишаяподібні, паршеподібні та гофровані. Заражені бульби не можна використовувати не тільки в харчуванні, але і на корм худобі (карантинне захворювання).

Парша. Поверхнєве захворювання. Різновидності парші – порошиста, чорна, звичайна:

- **порошиста парша** (*Spongospora subterranea*). На поверхні бульби утворюються бородавки, шкірка яких тріскається, а у місцях розриву залишаються виразки у вигляді зірочок. У виразках оголюється чорна порошиста маса спор збудника. Під час зберігання лопаті шкірки витираються і залишаються пустули з клубками спор;
- **чорна парша** (*Rhizoctonia solani*). Захворювання проявляється в кількох формах. На бульбах картоплі утворюються бородавки, які легко зіскрібаються і нагадують грудочки чорнозему. Утворюється чорна, тонка склероціальна сітка, яка охоплює частину бульби або всю її поверхню. Іноді грибок викликає утворення дрібних чорних

плям поблизу сочевиць, а на деяких сортах картоплі – великі вдавнені мокрі плями, які досягають 1÷3 см в діаметрі. Вічка ніби провалюються, з розвитком захворювання бульба стає зовсім непридатною для використання;

- *звичайна парша (Actinomyces scabies)*. Поверхня бульби вкривається виразками або бородавками. Бульби сухі, не шорсткі. Розрізняють декілька видів звичайної парші – плоску, опуклу, глибоку, сітчасту. Плоска парша характеризується ураженням лише шкірки або тільки поверхневого шару. Краї виразок знаходяться на одному рівні з поверхнею бульби. Опукла парша має вигляд струпів або бородавок. Краї виразок виявляються вище ураженої поверхні. Глибока парша утворює вдавнені в тканину виразки, які уражають не тільки шкірку бульби, але і м'якоть (найбільш безпечний вид звичайної парші). Виразки на бульбах поодинокі, інколи зливаються, охоплюючи значну частину бульби.

Кільцева гниль (*Corynebacterium sepedonicum*). Викликає захворювання судинної системи і паренхіми тканин. При кільцевій гнилі відбувається ураження судинної системи картоплі, яке супроводжується гниттям бульби. Спостерігаються дві форми кільцевої гнилі – ураження судинного кільця і ямкова гниль:

- ураження судинного кільця помітне при розрізі бульби навіпіл у довжину (судинне кільце має лимонно-жовтий колір). При натискуванні на розрізі із судин виступає світло-жовта маса. Спочатку бульби, уражені кільцевою гниллю, нічим не відрізняються від здорових, але згодом загниває серцевина, а потім і вся бульба;
- ямкова гниль характеризується утворенням під шкіркою на очищеній білій поверхні бульби м'якоті жовтуватих маслянистих невеликих загниваючих плям. М'якоть бульби повністю загниває і утворюється ямка (звідси форма гнилі отримала назву ямкової).

Суха гниль, фузаріоз (*Fusarium*). У місцях ураження з'являються бурі плями, вкриті на поверхні забарвленими

пустулами світлих кольорів (білі, рожеві, жовті). Всередині пустул знаходяться спори. У подальшому шкірка зморщується, набуває характерної зональної складчастості. Тканина бульб висихає і перетворюється в суху зморшкувату масу. Гниль глибоко проникає всередину бульби. Уражена тканина бурого кольору, швидко руйнується і стає трухлявою. Згодом сухі гнилі бульби стають твердими. За підвищеної вологості уражена частина бульби перетворюється в рідку кашоподібну масу.

Мокра гниль (комплекс бактерій із родів *Pectobacterium* і *Pseudomonas*). На уражених бульбах з'являються темні мокрі плями, які охоплюють всю поверхню. Тканина бульби швидко розм'якшується і перетворюється в слизисту масу з неприємним запахом. Уражені бульби водянисті, м'які. Насамперед гниттю піддаються бульби з механічними пошкодженнями і уражені іншими хворобами (фітофторою, паршею тощо).

2.8.2.2. Хвороби моркви

Біла гниль (*Sclerotinia libertiana*). Уражені коренеплоди моркви розм'якшуються і вкриваються слизом без зміни оранжевого забарвлення тканин. На поверхні ураженого коренеплоду з'являється крихкий білий пух (грибниця склеротинії). У подальшому грибниця розростається, місцями ущільнюється. Відбувається згортання спочатку в білі, потім чорні тверді гупі (склероції гриба). На поверхні грибниці виділяється рідина у вигляді блискучих краплин. Хвороба з'являється гніздами (грибниця переходить від хворих коренеплодів на сусідні здорові).

Чорна гниль (*Alternaria radicina*). На верхівці або боковій поверхні коренеплоду утворюються вдавнені темно-сірі сухі плями, на розрізі тканина під плямою – вугільного кольору. Уражена тканина різко відмежована від здорової. При підвищеній вологості у сховищах на поверхні ураженого коренеплоду виникає оливковий наліт, який складається з міцелію з конідіеспорами. Загнивший коренеплід – твердий.

Сіра гниль (*Botrytis cinerea*). Уражена тканина – бура, мокра, вдавнена, розм'якшена. На поверхні ураженої тканини утворюється густий сірий низький наліт, який складається з

міцелію з конідіеносцями, вкритими масою спор. За несприятливих умов грибниця ущільнюється, з'являються дрібні склеротії з краплинами вологи.

Фомоз, суха гниль (*Phoma rostrupii*). Захворювання коренеплоду починається з голівки. На моркві (частіше на верхівці) утворюються злегка вдавнені плями з дрібними горбиками. На зрізі під плямою тканина темно-коричнева, суха, трухлява. З'являються пустоти, вистелені грибницею, заповнені білим міцелієм.

2.8.2.3. Хвороби буряка

Серцевидна гниль, фомоз (*Phoma betae*). На коренеплоді буряка хвороба виявляється тільки при розрізі. Частіше уражаються голівки коренеплоду, утворюючи плями. У верхній частині коренеплоду утворюються вдавнені плями з дрібними горбиками, які розповсюджуються вглиб коренеплоду. Потім уражена тканина загниває, стає сухою або трухлявою. Уражена тканина різко відокремлена від здорової. Пізніше в ній утворюються порожнини, вистелені грибницею.

Хвостова гниль (*Bacillus bussei*). Спочатку хвороба розвивається з корінчиків, тоненьких кінчиків коренеплоду (хвостова частина). Потім розповсюджується на весь коренеплід. Уражена тканина розм'якшується, темніє. При розрізі хворих коренеплодів виступають краплини рідини з великою кількістю бактерій.

Бактеріальна гниль (*Erwinia caratovora*). Збудник хвороби проникає в коренеплід через тріщини. Уражена тканина розм'якшується, мацерується. На хворих коренеплодах з'являються тріщини. Через тріщини виділяється назовні гнила маса з великою кількістю бактерій. Тканина перетворюється в слизисту масу. З'являється неприємний запах. Покривні тканини зберігаються довше від внутрішніх (деякий час покривні тканини вкривають загнилу тканину).

Туберкульоз (*Xantomonas beticola*). На уражених коренеплодах з'являються м'які нарости у вигляді коричневої губки з шершавою поверхнею, на відміну від раку, при якому утворюються нарости з гладенькою поверхнею. Нарости

зв'язані з коренеплодом вузькою шийкою. При розрізі наросту помітна розм'якшена тканина з густим тягучим слизом. На уражених коренеплодах швидко розвиваються мікроорганізми, які призводять до повного загнивання коренеплоду.

Кагатна гниль (комплекс мікроорганізмів, гриби родів *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, бактерії – *Pectobacterium*). На уражених коренеплодах з'являється наліт плісняви різноманітного кольору. Тканина від світло-бурого до чорного кольору, різної консистенції (від сухої до мокрої, слизької). Одночасно розвиток грибів викликає масове псування буряків.

2.8.2.4. Хвороби цибулі

Шийкова гниль (*Botrytis allii*) – найнебезпечніша хвороба цибулі при зберіганні. Зараження відбувається перед збиранням цибулі в полі, коли листя починає полягати. Гриб проникає всередину цибулі, викликаючи її загнивання. Під час збору хворі цибулини не виявляються. В ділянці шийки цибулини утворюється уражена тканина, злегка вдавнена із сірим пухнастим нальотом (наліт являє собою грибницю і органи спороношення гриба). Спороношення у вигляді хрестоподібних конідієносців із масою конідієспор. Уражені луски стають тонкими, забарвлюються в жовтувато-рожевий колір. При подальшому розвитку хвороби тканина розм'якшується, стає водянистою, буруватого кольору з неприємним запахом. Наліт на шийці ущільнюється. Утворюються горбаті склероції чорного кольору. Зливаючись, вони утворюють суцільну кірку.

Бактеріальне захворювання, мокра гниль (*Pectobacterium caratovorum*). У період збирання хворі цибулини не відрізняються від здорових. І тільки при розрізі видно, що між здоровими соковитими лусками знаходиться шар з розм'якшеною тканиною. Уражені соковиті луски цибулин жовто-бурого кольору, розм'якшені, водянисті, вкриті слизом. Захворювання соковитих лусок може бути пошаровим (під здоровими зовнішніми лусками знаходяться хворі). Цибулини гнивають, з'являється неприємний запах.

2.8.2.5. Хвороби капусти

Сіра гниль (*Botrytis cinerea*). Хворі качани вкриваються пухнастою пліснявою, яка містить велику кількість спор збудника. Конідії відокремлюються від грибниці у вигляді сірої маси, яка злегка пилиться. За низької температури зберігання міцелій ущільнюється. Пізніше на уражених тканинах утворюються плоскі, чорні, невеликі горбики (склероції гриба). Накопичуючись, склероції зливаються і утворюють чорну кірку. При інтенсивному розвитку хвороби тканини вкриваються слизом і загнивають. При зберіганні уражені качани гинуть.

Біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*). Уражені качани – слизисті, з білою трухлявою грибницею. Міцелій ущільнюється в чорні склероції неправильної форми. При зберіганні уражаються сусідні качани внаслідок появи на них міцелію. При цьому утворюється осередок хвороби. Хвороба швидкоплинна. Капуста втрачає товарну якість.

Фомоз (*Phoma lingam*). Уражені ділянки качана у вигляді світло-сірої гнилі з темно-фіолетовими облямівками. На листі всередині качана утворюються маленькі чорні сухі плями (спорношення грибів). У качанах з'являються порожнини з трухлявою тканиною. При подальшому розвитку хвороби качан стає сухим, спостерігається розмочалювання тканин.

Слизистий бактеріоз (*Erwinia caratovora*). Збудники проникають через механічні пошкодження. Під дією гідролітичних ферментів, які виділяють бактерії, паренхімна тканина листків качана сильно розм'якшується. При інтенсивному розвитку хвороби качани темніють, вкриваються слизом, з'являється неприємний гнило-кислий запах. Частіше загнивання починається із кочериги. Качани загнивають і легко відділяються від кочериги.

Судинний бактеріоз (*Xanthomonas campestris*). Хвороба заноситься в сховище з поля. Бактерії проникають у качан через водяні пори листків. У сховищах, за підвищеної вологості і температури повітря, бактерії швидко розвиваються і заражають судини капусти. Судини буріють, а потім чорніють. Уражені тканини капусти темніють і набувають неприємного запаху.

2.8.2.6. Хвороби томатів (помідорів)

Фітофтороз (*Phytophthora infestans*). На плодах утворюються підшкірні коричневі розпливчасті плями. Тканина плоду залишається твердою, спочатку не розм'якшується, хоча гниль проникає глибоко всередину. На плямах з'являється слабкий білий наліт. При сильному зараженні пляма розростається і охоплює увесь плід. Наліт складається із слабкорозгалужених конідієносців із конідієспорами. Плоди стають непридатними для використання. Особливо уражаються недозрілі плоди. З розвитком хвороби тканина розм'якшується. Хвороба швидко передається здоровим плодам.

Чорна гниль (*Diplodina destructiva*). Заражаються плоди в місцях прикріплення до плодоніжки. На зелених плодах утворюється водяна пляма. Забарвлення – світло-сіре. Потім уражена тканина розм'якшується і вкривається чорними плодовими тілами. Поверхня плям стає чорною. При ураженні червоних плодів пляма зразу чорніє, майже повністю охоплює увесь плід. За допомогою конідій гриб-збудник швидко розповсюджується на здорові плоди.

Бактеріальний рак (*Corynebacterium michiganense*). Відомо два прояви хвороби. Зовнішній прояв залежить від типу протікання хвороби. При дифузному ураженні плоди мають жовто-гаряче забарвлення, на розрізі судинна тканина тягуча. Консистенція – щільна. При місцевому ураженні (частіше на основі) з'являються білі плями, які згодом стають жовтими з темним центром. Плями схожі на пташине око (тому ці ознаки прояву раку називають “пташине око”). На ранній стадії ураження плоди бувають неправильної спотвореної форми. Плоди абсолютно не придатні для використання (карантинне захворювання).

Верхівкова гниль. Характерна ознака верхівкової гнилі – зараження тканин на верхівці плоду. Захворювання проявляється в двох формах (фізіологічній і бактеріальній). На верхівці плоду утворюється плоска вдавнена пляма з концентричними колами. Плід стає твердим, потім розм'якшується, вкривається нальотом. Це захворювання характерне для фізіологічної гнилі. Друга форма – бактеріальна

(*Bacillus mesentericus*). На верхівці плоду з'являється водяниста темно-зелена пляма, яка швидко темніє. Краї плями різко обмежені. Заражена тканина розм'якшується і загниває. Плід перетворюється в буру безструктурну масу, створюючи специфічний запах. Під дією бактерій відбувається передчасне дозрівання плодів.

2.8.2.7. Хвороби огірків

Антракноз (*Colletotrichum lagenarium*). Особливо швидко уражаються огірки в теплицях. На плодах з'являються плями, які поглиблюються, забарвлюються в бурій або чорний колір. Увесь плід вкривається виразками, які зливаються. За вологих умов виразки вкриваються рожевими або червоно-жовтими подушечками, розташованими концентричними колами. Спорonoшення конідиальне з безбарвними конідієспорами. На ураженій тканині міцелій гриба ущільнюється, утворюючи склероції. Плоди швидко загнивають і пліснявіють. На уражених плодах часто розвивається чорна пліснява.

Оливково-бура плямистість (*Cladosporium cocumerinum*). Хвороба найбільше уражає плоди в теплицях. Спочатку на плодах з'являються маленькі маслянисті плями, які, розростаючись, поглиблюються, перетворюючись у великі (неправильної форми) виразки. Вони зливаються, охоплюють значну частину плоду суцільним ураженням. Шкірка плоду тріскається, уражену тканину вкриває бурувато-оливковий наліт, що складається із конідієспор. На виразках з'являються драглисті крапельки, які згодом твердіють. Плоди в ранній період – недорозвинені, криві, химерної форми.

Біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*). Уражаються тепличні огірки. При зараженні плодів тканина стає бурюю, м'якою, вкривається пухнастим нальотом білого кольору. У товщі нальоту утворюються склероції (гулі) різного розміру. Плоди – непридатні до вживання в їжу. Хвороба передається на здорові плоди при транспортуванні та зберіганні за умов підвищеної вологості.

2.8.2.8. Хвороби плодів насінневих (яблук, груш)

Парша яблук та груш (*Venturia inaequalis*, *Venturia pirina*).

На плодах яблук та груш утворюються плями, вкриті оксамитовим нальотом. М'якоть плодів у місцях плям пробковіє, порушується ріст плодів, уражена тканина тріскається. Міцелій гриба глибоко проникає в плоди груш, тому що захисна властивість утворювати пробкову тканину у них відсутня. Під дією парші груші набувають химерної форми. Пізня парша на плодах насінневих з'являється в роки підвищеної вологості перед збиранням. Плоди, заражені паршею, мають дрібні малопомітні плями, які різко проявляються в період зберігання. Звідси й назва "складська парша". Заражені паршею плоди погано зберігаються, втрачають багато вологи, уражаються гниллю.

Плодова гниль, моніліоз (*Monilia fructigena*). На плодах утворюються світло-коричневі плями, які, розростаючись, охоплюють увесь плід. Тканина плоду стає м'якою, губчастою. Плоди вкриваються подушечками жовтувато-сірого кольору, розташованими концентричними колами. Плоди, залишаючись на дереві, муміфікуються. Міцелій всередині плоду рівномірно розповсюджується в усі боки від місця проникнення гриба. Зараження плодовою гниллю відбувається в саду, а прояв спостерігається під час зберігання. При цьому плоди набувають чорно-синього забарвлення, тканина перетворюється в гниль твердої консистенції. Хвороба від одного плоду до іншого передається при дотику з міцелієм. Втрачаються смакові якості.

Рожева пліснявоподібна гниль (*Trichothecium roseum*). Хворобу ще називають гіркою, бо тканина хворого плоду набуває гіркокого смаку хініну. На плодах (навколо чашечки) з'являються бурі плями гниття. Плями збільшуються, вкриваються білим нальотом міцелію. Потім (при появі конідіального спороношення) забарвлюються в рожевий колір. На міцелії з'являються грушоподібні двоклітинні з перетинкою конідієспори. Хвороба розпочинається в саду в період дозрівання плодів і розвивається під час зберігання.

Голуба або зелена пліснявоподібна гниль (*Penicillium expansum*). Найбільш поширене захворювання насінневих під

час зберігання. На плодах з'являються світло-коричневі, округлі, водянисті плями. Плями розростаються, охоплюють увесь плід. Тканина вдавлюється всередину плоду, шкірка зморщується складками. На плямах утворюється спочатку білий міцелій, а потім зеленкуваті подушечки спороношення. Конідієносці на кінцях китицевидно розгалужені, конідієспори овальні, розташовуються ланцюжком.

Гірка гниль (*Cladosporium fructigenum*). На плодах утворюються округлі, слабодавлені плями бурого кольору із спороношенням гриба. Спочатку спороношення має вигляд чорних порожнин, потім – подушечок рожевого кольору. Конідієспори продовгуваті, із закрученими кінцями, злегка зігнуті. Уражені плоди гіркі на смак, тверді, засихають, зморщуються, можуть залишитися на дереві.

Чорний рак (*Sphaeropsis malorum*). На початковій стадії захворювання уражені ділянки буріють і розм'якшуються. З розвитком хвороби уражені ділянки темніють, стають неоднорідними (з темними зонами). На них з'являються сіро-чорні локальні пухирці (висипи). Пухирці являють собою накопичення органів гриба (пікнід). Плоди зморщуються, нерідко муміфікуються. Блискуча поверхня плодів стає шорсткою за рахунок розміщених на ній пікнід.

2.8.2.9. Хвороби плодів кісточкових

Моніліальний опік, сіра гниль (*Monilia cinerea*). Уражаються вишні, черешні, сливи та абрикоси. Зараження плодів спорами гриба відбувається через ранки, які утворюються в результаті пошкоджень. На заражених плодах тканина буріє і вкривається спороношенням гриба у вигляді подушечок світло-сірого кольору. На плодах подушечки розкидані безладно. Конідієспори на конідієносцях у вигляді ланцюжка. Загнивші плоди опадають, засихають або залишаються висіти на дереві. Під час транспортування і зберігання хвороба може розповсюджуватись за рахунок конідієспор, викликаючи масове зараження плодів кісточкових.

Сіра пліснявоподібна гниль (*Botrytis cinerea*). На плодах кісточкових утворюються мокрі, бурі плями, які швидко

розростаються. Міцелій пронизує тканину плодів, а на поверхні утворюється густий наліт. Наліт складається із конідієносців та конідіеспор яйцеподібної форми. Ягоди розм'якшуються, стають водянистими, втрачають смакові якості. Хвороба розвивається під час транспортування та зберігання ягід (особливо в закритому приміщенні з підвищеною вологістю).

Дірчата плямистість, клястероспоріоз (*Clasterosporium carophilum*). Заражаються всі кісточкові, зокрема абрикоси та персики. На уражених плодах утворюються дрібні, червонуваті або бурі, злегка вдавлені, плями, які швидко збільшуються. Тканина під ними розростається і утворюються лускові підвищення (бородавкоподібні вздуття коричневого кольору). Лусочки на плямах відпадають, утворюючи виразку. Так проявляється хвороба найчастіше в абрикосах. У черешні та вишні плід деформується, м'якоть у місцях ураження припиняє свій ріст і засихає до кісточки. Гриб розповсюджується конідієспорами. Спори – видовжені, заокруглені на кінцях із 3÷4 поперечними перетинками.

Парша (*Fusicladium cerasi*). Хвороба вражає абрикоси, персики, сливи. На плодах захворювання стає помітним у період росту плодів. На поверхні плодів спочатку утворюються нечіткі плями, дрібні, оливкового кольору. Потім плями розростаються, темніють, набувають чітких обрисів, стають оксамитовими. Оксамитовий наліт на плодах складається з конідієносців із конідієспорами видовженої форми. Плями частіше концентруються біля плодоніжки. При інтенсивному розвитку хвороби плями зливаються, утворюючи на поверхні плоду шкірку. Такі плоди припиняють ріст, на їхній поверхні з'являються тріщини. Плоди втрачають товарний вигляд, змінюються смакові якості.

2.8.2.10. Хвороби плодів цитрусових

Чорна гниль (*Alternaria citri*). Шкірка плоду цитрусових стає більш світлою порівняно зі здоровою, розм'якшується і легко розривається при механічній дії. Уражені ділянки заглиблюються в плід і вкриваються білим нальотом міцелію, а потім – чорно-бурою масою (конідіальним спорношенням

гриба). На конідієносці спори розходяться від головки радіально.

Голуба пліснява (*Penicillium italicum*). Особливо швидко пліснявляють пошкоджені і перестиглі плоди. Пошкодження плодів починається з розм'якшення шкірки, яка стає водянистою, зморщується, легко продавлюється. Плями вкриваються спочатку білим нальотом міцелію, а потім у центрі плями формується конідіальне спороношення голубуватого кольору (з характерною китицеподібною будовою конідієносців).

Оливково-зелена пліснява (*Penicillium digitatum*). Уражає плоди аналогічно голубій гнилі, але спороношення збудника оливково-зеленого кольору. На поверхні плодів утворюється спочатку білий наліт, який згодом набуває оливково-зеленого кольору (за рахунок забарвлення конідій). М'якоть розм'якшується, стає водянистою і гіркою.

Сіра гниль (*Botrytis cinerea*). Проявляється в утворенні на шкірці плоду темно-коричневих, вдавлених плям із розм'якшеною неміцною тканиною. Уражена тканина при натисканні розривається. На міцелії формується конідіальне спороношення гриба у вигляді густого сірого нальоту. Конідієносці хрестоподібно розгалужені, з масою одноклітинних округло-овальних конідіеспор.

Біла гниль (*Sclerotinia libertiana*). Викликає розм'якшення тканин шкірки і утворення на ній інтенсивного білого нальоту, який складається із міцелію гриба. При ущільненні грибниці утворюються склероції неправильної форми 2÷5 мм у діаметрі. Розповсюдження гнилі на здорові плоди відбувається за підвищеної вологості оточуючого середовища за допомогою міцелія під час доторкання плодів. З поверхні шкірки гниль поширюється всередину плода, змінюючи його смакові й товарні якості. Пліснява на плодах цитрусових виникає, в основному, під час зберігання. Однак плоди цитрусових можуть бути уражені хворобами, які розвиваються під час вегетації. Такі плоди втрачають смакові властивості, не придатні для реалізації.

Фітофтора (*Phytophthora citrophthora*). На плодах у місцях пошкодження шкірки утворюється тверда тканина коричневого кольору щільної консистенції, яка, розростаючись, охоплює

увесь плід. Такі плоди набувають ніби обвареного вигляду і мають неприємний запах. За вологих умов вони вкриваються легким, дрібним, ніжним нальотом білого кольору (конідіальним спорonoшенням гриба). Конідіеносці слабо розгалужені, з лимонноподібними конідіеспорами, які викликають масове розповсюдження хвороби.

Антракноз (*Colletotrichum gloeosporioides*). На уражених плодах утворюються темно-бурі плями, які частіше з'являються в місцях прикріплення плодоніжки. Плями розростаються, шкірка розм'якшується, вдавлюється, зморщується, вкривається чорними крапочками (на ураженій тканині формується пекнідіальне спорonoшення гриба, яке знаходиться всередині ураженої тканини, а назовні виходить у вигляді чорних пухирців). Всередину плоду гниль проникає повільно.

2.8.2.11. Хвороби ягід

Сіра гниль полуниці, малини, винограду (*Botrytis cinerea*). Найшкідливіше захворювання. У вологі роки сіра гниль може бути причиною недоотримання 40÷50 і навіть 80 % урожаю. На ягодах з'являються розм'якшені бурі плями. Тканина стає в'язкою, водянистою. Потім виростає сірий пліснявоподібний наліт, що складається з конідіального спорonoшення збудника. Спори, потрапляючи на сусідні здорові ягоди, заражають їх. Втрачається аромат, смак і колір плоду.

Біла гниль полуниці (*Sclerotinia libertiana*). Проявляється у вигляді білого ватоподібного нальоту з чорними, неправильної форми склероціями. Хвороба швидко розвивається в сиру погоду, при значних росах, при дотику ягід із землею. Уражені ягоди стають водянистими, швидко згнивають, перетворюючись у мокру кашоподібну масу.

Чорна пліснява полуниці (*Rhizopus nigricans*). Особливо сильно розвивається на механічно ушкоджених і перегнилих ягодах. Ягоди буріють. Потім на них з'являється чорніючий повстяноподібний наліт з чорними дрібними кульками на вершечку (спорангії зі спорангіеносцями). Ягоди стають водянистими. Втрачають товарну якість. Нерідко втрачається до 50 % урожаю.

Антракноз смородини, малини, ожини (*Preudopeziza ribis*). Захворювання розповсюджується дуже швидко, особливо у вологі роки з невисокими температурами. Хвороба характеризується появою на ягодах світло-бурих або чорних крапок із червоною облямівкою. На плодах утворюються ділянки ураженої тканини неправильної форми, які зливаються. Утворюються спораношення гриба у вигляді ложа. Ягоди дрібні, втрачають товарний вигляд, засихають.

Мільдія винограду (*Plasmopara viticola*). Ягоди набувають темно-шоколадного кольору. Навколо плодоніжки з'являється синювата смужка. Уражаються молоді ягоди. Хвороба охоплює всі частини грона і викликає його загибель.

Борошниста роса, оїдіум винограду (*Oidium tuckeri*). На плодах з'являється білий наліт, що легко витирається. Часто ягоди розтріскуються. На шкірці і в м'якоті з'являються розриви з оголеним насінням, що іноді супроводжується загниванням ягід.

Септоріоз смородини (*Mycosphaerella ribis*). На ягодах септоріоз з'являється у великій кількості незадовго до їх дозрівання. Проявляється у вигляді поодиноких невеликих округлих бурих плям. Плями злегка вдавнені, іноді розтріскуються. Розташовуються плями частіше навколо полюсів плоду і на плодоніжках. На плямах утворюються від одного до декількох десятків чорних пікнід або склероціїв. При сильному зараженні втрачається до 50 % ягід.

Американська борошниста роса агрусу (*Sphaerotheca morsuvae*). Характеризується утворенням білого щільного борошнистого нальоту на молодих ягодах. Наліт складається з грибниці, яка розташовується на поверхні й конідіального спораношення. Згодом наліт ущільнюється, стає повстяноподібним, коричневим (майже чорним). Уражені плоди – зів'ялі, недорозвинені, зморшкуваті.

2.9. Мікробіологія заморожених плодів та овочів

Швидкозаморожені плоди та овочі – продукти тривалого зберігання, отримані шляхом заморожування свіжої плодоовочевої сировини. Така продукція призначена для споживання безпосередньо після розморожування або приготування перших і других страв, десертів, салатів тощо.

Тривале зберігання заморожених плодів і овочів зумовлене низькими температурами (нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). При цьому вільна вода переходить у лід і стає недоступною мікроорганізмам, життєдіяльність яких знижується за рахунок несприятливих зовнішніх умов (у тому числі і підвищеного осмотичного тиску, створюваного в тканинах при кристалізації льоду). Однак гинуть не всі мікроорганізми, частина їх переходить у стан анабіозу. Одночасно гинуть клітини рослинних тканин, тому після розморожування продукція легко піддається мікробіологічному псуванню.

Заморожування відносять до методів консервування, при яких вихідні споживчі властивості сировини зберігаються краще, ніж при інших способах консервування. Ступінь збереженості вихідних споживчих властивостей залежить від способу заморожування: швидкого (глибокого) або повільного. За харчовою цінністю заморожені продукти можна віднести до високоякісних продуктів, які можуть доповнювати, а за необхідності замінювати свіжі продукти.

У заморожених плодах, ягодах і овочах все ж таки виявляють досить багато мікроорганізмів. В основному це клітини, які витримують низьку температуру (психрофіли). У заморожених продуктах визначають кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікробів, бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, дріжджі й плісняві гриби.

2.10. Мікробіологія сухих плодів та овочів

Сушені плоди, овочі та гриби – продукти, отримані сушінням цілої або подрібненої плодоовочевої сировини. Вони призначені для безпосереднього споживання після замочування у воді або приготування перших і других страв (сушені овочі), солодких страв (компотів, напоїв тощо), випічки борошняних виробів. Суть консервування сушінням полягає в зневодненні продукту, внаслідок чого підвищується концентрація сухих речовин і збільшується осмотичний тиск всередині продукту. В результаті створюються несприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів, серед яких найбільш істотними факторами є відсутність вільної води і підвищений осмотичний тиск. Чим більше цукрів міститься в сировині, тим швидше досягається критична межа, за якої мікроорганізми, особливо осмофобні, припиняють життєдіяльність. Тому високоцукристі плоди можна сушити до залишкової вологості 18÷20 %, що сприяє кращому збереженню поживних речовин, а під час вживання сушені плоди швидше набухають і мають кращі смакові властивості, ніж овочі. Овочі, що містять менше цукрів, ніж плоди, сушать до вологості 12÷14 %.

Визначальний показник режиму зберігання – відносна вологість повітря, меншою мірою – температура. Температура при зберіганні повинна бути не вище 25 °С, без різких коливань, відносна вологість повітря – 65÷70 %. Сушені плоди і овочі слід зберігати в сухих, чистих, провітрюваних складах, не заражених шкідниками коморах.

При зберіганні сушених плодів і овочів змінюються їхня вологість, забарвлення, а при порушенні оптимальних умов зберігання – смак, запах, консистенція. Крім того, можуть з'явитися ознаки мікробіологічного псування і пошкодження шкідниками комори, механічні руйнування.

Мікробіологічні процеси відбуваються при зволоженні сушених плодів і овочів внаслідок розвитку цвілевих грибів родів *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Продукти набувають неприємного цвілевого смаку й запаху. Вологість нижче 14 % попереджає виникнення дефектів.

Контрольні запитання та завдання:

1. Дайте визначення терміна „епіфітна мікрофлора”.
2. Поясніть термін „ризодна мікрофлора”.
3. Назвіть мікробіологічні прояви захворювання плодів і овочів.
4. Чому підвищена температура й вологість провокують захворювання плодів та овочів?
5. Як впливають на ураження фітопатогенними мікроорганізмами умови зберігання плодів та овочів?
6. Які мікроорганізми залишаються життєздатними після заморожування плодів та овочів?
7. При якій вологості у сухих плодах розвиваються бактерії та пліснявілі гриби?
8. Назвіть основних представників, що викликають мікробіологічне ураження картоплі.
9. Перелічіть мікроорганізми, що викликають ураження капусти.
10. Укажіть основні хвороби кісточкових плодів, викликані мікроорганізмами.
11. Охарактеризуйте основні хвороби цитрусових, викликані мікроорганізмами.

3.1. Правила роботи в мікробіологічних лабораторіях

Під час роботи в мікробіологічній лабораторії необхідно дотримуватись таких правил:

1. Не заходити до лабораторії у верхньому одязі; не дозволяється класти на столи сумки, портфелі та інші особисті речі; працювати тільки в халаті.

2. Перед початком роботи переконатися в тому, що робочий стіл не захарашений різними предметами.

3. Під час роботи уникати метушні, не відчиняти і не зачиняти двері й вікна, оскільки це спричиняє переміщення повітря і зміну температури у різних частинах приміщення.

4. Дотримуватися чистоти і порядку в лабораторії: не палити, не їсти, не торкатися обличчя немитими руками, не кидати нічого на підлогу. Реактиви слід здавати черговому лаборанту.

5. Після закінчення заняття прибрати своє робоче місце і ретельно вмити руки.

6. Студенти і викладачі повинні зробити запис у спеціальному журналі про проведення інструктажу та ознайомлення з режимом роботи в лабораторії. Зокрема, у мікробіологічній лабораторії необхідно підтримувати певний режим і дотримуватися таких застережних заходів:

1. Працювати у білих халатах і шапочках або хустинках, які захищають одяг від забруднення мікроорганізмами.

2. Пробірки та колби з культурами мікроорганізмів чітко підписувати чорнилом по склу. На склянках або крапельницях з реактивами і розчинами повинні бути етикетки.

3. Під час роботи зі спиртівками слід остерігатися займання парів спирту. Не можна запалювати спиртівку від іншої палаючої спиртівки. Запалювати спиртівку можна лише сірниками, гасити полум'я – спеціальними ковпачками.

4. У разі займання ватних пробок на них не можна дмухати, оскільки це посилює горіння. Палаючі ватні пробки треба

ввести у пробірки, колби або накрити зверху рушником (тканиною).

5. Мікробна маса не має забруднювати руки, стіл й оточуючі предмети. Петлі та голки після кожного контакту з мікроорганізмами слід прожарювати в полум'ї спиртівки або газового пальника і ставити у спеціальний штатив. У разі попадання мікробної маси на стіл, одяг чи руки, потрібно повідомити про це викладача та провести негайну дезінфекцію.

6. Предметні й накривні скельця, піпетки після роботи помістити у дезінфікуючий розчин, потім ретельно промити у проточній воді. Піпетки після цього простерилізувати.

7. Поверхню густих середовищ з мікробами у пробірках і чашках Петрі залити дезінфікуючими розчинами, через добу середовище викинути, а посуд промити і простерилізувати. Посуд мити лише в гумових рукавицях.

8. Суворо дотримуватися правил роботи з апаратами, що працюють під тиском, напругою або при високій температурі.

9. Категорично забороняється виносити мікробні культури за межі лабораторного приміщення.

10. Необхідно дотримуватися особистої гігієни: ретельно дезінфікувати і мити руки з милом перед вживанням їжі та після закінчення роботи, для цього можна використовувати 1 %-ний розчин дегміну або 70 %-ний розчин етилового спирту.

3.2. Мікробіологічна лабораторія та її обладнання

Мікробіологічна лабораторія – спеціальна науково-дослідна, науково-практична або практична установи, в якій проводять мікробіологічні, біологічні та серологічні дослідження. Її організовують при профільних науково-дослідних інститутах, навчальних закладах, клінічних лікарнях, санітарно-епідеміологічних станціях (СЕС).

Планування, організація, устаткування і режим роботи мікробіологічної лабораторії повинні забезпечити основні вимоги до таких специфічних установ, тобто створити умови, які б забезпечили проведення досліджень при дотриманні стерильності, повністю попереджали виніс інфекції з лабораторії, гарантували безумовне виключення можливого

зараження персоналу і відвідувачів, та спонтанну контамінацію мікробами довкілля, живильних середовищ, виділених чистих культур та інших матеріалів.

Функціональні кабінети повинні бути світлими, просторими, теплими, з підведенням гарячої і холодної води, електричного струму, орієнтація вікон на північ або північний захід. Стіни, двері, підлогу виготовляють із матеріалів, які легко миються і дезинфікуються.

У структуру звичайної мікробіологічної лабораторії входить ряд приміщень спеціального призначення: одна або декілька лабораторних кімнат, бокс із передбоксником, приміщення для виготовлення живильних середовищ, автоклавна (стерилізаційна), термостатна, мийка, препаратозна та кімната для забору або прийому досліджуваного матеріалу і його реєстрації.

Лабораторна кімната – основне приміщення для проведення досліджень. У ній двічі на день проводять вологе прибирання. Підлогу, стіни й меблі періодично пилюються і протирають дезинфікуючими розчинами: 2÷3 %-вим розчином соди (натрій карбонат), 3÷5 %-вим розчином фенолу, 0,5÷3 %-вим розчином дегміну, 3÷6 %-вим розчином пероксиду водню з додаванням 0,5 %-го мийного засобу та ін. Двічі на місяць рекомендується приміщення опромінювати бактерицидними переносними лампами (ОБПС-415) – від 30 хв до кількох годин.

Для проведення мікробіологічних досліджень в особливо стерильних умовах відводять окрему кімнату або бокс. Його площа повинна розраховуватись для роботи двох чоловік (5-8 м²), мати окремий вхід через тамбур (передбоксник). Меблі, які встановлюють у боксі (стіл, стільці, невелика шафа для стерильного посуду, середовищ тощо), повинні бути простими, краще металевими, що спрощує їх знезараження. Стіни покривають облицювальною плиткою або світлою масляною фарбою, підлогу вистилають гладенькими плитами або лінолеумом. У тамбурі має бути водопровідний кран і умивальник для миття рук.

Сучасні бокси мають систему подачі стерильного повітря або ламінарних його потоків, що створює найкращі умови стерильності й безпеки. Перед початком і після роботи

проводять вологе прибирання, дезінфекцію та опромінення бактерицидними лампами на протязі 1-2 год. Повітря боксів систематично перевіряють на обсіменіння мікробами.

Для малих об'ємів роботи існують переносні настільні бокси або бокси-столи; працюючий мікробіолог знаходиться іззовні. Робочу частину боксу складає невелика скляна камера (100 x 70 x 70 см), яка має для рук два отвори, оснащені спеціальними нарукавниками. Кращим варіантом таких боксів є бокс з ламінарним потоком стерильного повітря.

Біохімічну лабораторію обладнують хімічними столами, витяжними шафами, технічними та аналітичними вагами, фотоелектроколориметрами, рН-метрами та іншими необхідними приладами, холодильниками, шафами для посуду та хімічних реактивів.

У препаратурській кімнаті встановлюють робочі столи, шафи для інструментарію, стерильного посуду, центрифуги, холодильники для зберігання чистих культур, термостати.

В окремій стерилізаційній кімнаті розміщують автоклави для стерилізації поживних середовищ і посуду, сушильні шафи, стерилізатори інструментів.

Мийну кімнату обладнують зручними раковинами з підведенням гарячої та холодної води, стелажми та шафами для сушіння посуду, плитами для приготування поживних середовищ, вагами, дистилаторами води.

У термостатній кімнаті розміщують стелажі для встановлення засіяних колб і пробірок, на спеціальних фундаментах – ротаційні качалки.

У мікробіологічній лабораторії повинні бути такі прилади, посуд, матеріали та інвентар:

термостати сухоповітряні або водяні для вирощування мікроорганізмів при постійній заданій температурі;

автоклави для стерилізації посуду, поживних середовищ та інших матеріалів насиченою парою під тиском;

сушильні шафи з терморегулятором для сушіння і стерилізації лабораторного посуду, для висушування різних матеріалів до постійної маси;

холодильники для зберігання музейних і робочих культур мікроорганізмів, поживних середовищ, реактивів і розчинів;

центрифуги, спектрофотометри, фотоелектроколориметри, рН-метри, рефрактометри;

скляний посуд (пробірки біологічні, чашки Петрі, колби: Ерленмейера, плоскодонні, конічні, вимірювальні; піпетки градуйовані, піпетки Мора, пастерівські піпетки з відтягнутим капіляром, крапельниці, бюретки, лійки, циліндри, бюкси, склянки тощо);

інвентар (бактеріологічні петлі та голки, пінцети, ножиці, свердла для пробок, металеві циліндри для піпеток, штативи, вата, марля для виконання різних мікробіологічних робіт).

У навчальній лабораторії за кожним студентом закріплені постійне робоче місце і прилади. На лабораторному столі встановлено освітлювач для мікроскопа; спиртовий або газовий пальник; набір найчастіше вживаних барвників; бактеріологічні петлі та голки; штатив для пробірок; піпетки; предметні та покривні скельця; скляний мостик; ванночка для забарвлення препаратів; бутель з водою; дезінфікуюча рідина; фланелева (марлева) серветка; олівець для скла; імерсійна олія; фільтрувальний папір, нарізаний за розміром предметного скла; сірники.

Мікроскопи розміщують у спеціально обладнаній шафі або зберігають у сейфі.

Робоче місце слід тримати в чистоті. Поверхню стола та руки перед початком і після закінчення роботи потрібно протирати ватним тампоном, змоченим 1 %-м розчином дегміну, 70 %-м розчином етанолу.

3.3. Правила роботи з мікроскопом

Під час користування мікроскопом необхідно дотримуватися таких правил:

1. З мікроскопом працюють в сидячому положенні.
2. Мікроскоп розміщують відступаючи від краю стола на 10 – 15 см, при цьому зошит та інші необхідні предмети розміщують з права від мікроскопу.

3. Повністю відкривають діафрагму мікроскопу, піднімають у верхнє положення конденсор, роботу на мікроскопі починають з малого збільшення.

4. За допомогою дзеркала, виставляють максимальне та рівномірне освітлення поля зору, на препаративний столик кладуть досліджуваний препарат, покривним скельцем догори та фіксують його клемами.

5. Спостерігаючи з боку, опускають об'єктив за допомогою макрогвинта, так щоб між лінзою об'єктиву та препаратом була відстань приблизно 5 мм.

6. Дивлячись в окуляр та перемішуючи макрогвинт, повільно піднімають об'єктив до чіткої появи зображення;

7. Ділянку досліджуваного препарату, що потребує детального вивчення, ставлять в центр поля зору та повертають револьвер на об'єктив х40 чи х90, за допомогою мікрогвинта виставляють чітке зображення.

8. Після закінчення роботи встановлюють мале збільшення і виймають досліджуваний препарат.

Під час мікроскопії визначають морфологічні особливості мікроорганізмів, їх тинкторіальні властивості (відношення до різних барвників), розміри, наявність спеціальних структурних елементів клітини, встановлюють рухливість.

3.4. Техніка приготування препаратів

Препарат “Розбавлена крапля”

На чисте знежирене предметне скло бактеріальною петлею наносять краплю суспензії досліджуваної культури (у випадку роботи з культурами, вирощеними на щільному поживному середовищі, на скло попередньо наносять фізіологічний розчин або змивають мікроорганізми із середовища у пробірку стерильним фізіологічним розчином).

На край краплі, що знаходиться на предметному склі, помістити ребром покривне скельце під кутом 45° і обережно опустити на поверхню, уникаючи утворення бульбашок повітря. Крапля повинна заповнити весь простір між обома скельцями, не виступаючи за край покривного скла. Надлишок відібрати за допомогою смужки фільтрувального паперу.

Препарат “Висяча крапля”

Для приготування цього препарату необхідне предметне скло із заглибленням.

У центр покривного скельця бактеріологічною петлею або пером наносять краплю досліджуваного матеріалу. Краї лунки на предметному склі змазують вазеліновим маслом і перевертають ямкою вниз. Далі предметне скло ставлять на покривне так, щоб крапля знаходилася в центрі ямки, не торкаючись її країв. Предметне скло легенько притискають до покривного і різко перевертають всю конструкцію. В утвореній герметичній камері крапля не висихає, що дозволяє спостерігати за мікроорганізмами тривалий час. При необхідності здійснення тривалого спостереження використовують стерильні скельця, а суспензію мікроорганізмів готують у рідкому поживному середовищі.

Забарвлений фіксований препарат

За допомогою стерильної бактеріологічної петлі на знежирене предметне скло наносять краплю бактеріальної суспензії та ретельно розтирають її по поверхні скла. Отриманий мазок висушують на повітрі 3÷5 хв.

Мазок фіксують у полум'ї пальника, при цьому тривалість прямої дії полум'я не повинна перевищувати 3÷4 с.

Препарат кладуть мазком уверх на місток, розміщений над ванночкою, наносять піпеткою 2÷3 краплини водного розчину фуксину, закриваючи увесь мазок, і забарвлюють мазок протягом 3÷5 хв. Надалі мазок промивають великою кількістю дистильованої води до знебарвлення промивних вод.

Препарат висушують на повітрі, надлишок вологи легенько промокають фільтрувальним папером. Краї і тильну сторону предметного скла ретельно протирають серветкою.

3.5. МОЛОКО ТА КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ

Молоко – цінний, необхідний, незамінний продукт харчування для людей будь-якого віку. У ньому містяться всі життєво необхідні для розвитку людського організму речовини: білки, вітаміни, жири, мінеральні солі й вода, імунні тіла, ферменти, гормони, пігменти тощо. Його біологічна цінність доповнюється здатністю створювати кисле середовище в кишковому тракті та пригнічувати розвиток гнильних процесів. Крім того, молоко виводить з організму отруйні речовини завдяки утворенню казеїном, який міститься в ньому, нерозчинних солей з важкими металами.

Якість молока оцінюють за такими критеріями:

- цілність молока (чи не розведене водою і чи не піддане знежиренню);
- свіжість молока;
- наявність сторонніх домішок (соди, крохмалю та ін.).

Цільне коров'яче молоко – однорідне, без осаду та сторонніх домішок; білого кольору зі злегка жовтуватим відтінком; смак і запах – властиві молоку.

Уведений у дію з 01.01.2002 р. ДСТУ 3662–97 “Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі” встановлює вимоги (табл.) до гатунків молока за фізико-хімічними, санітарно-гігієнічними та мікробіологічними показниками якості:

Назва показника якості, одиниці вимірювання	Гатунок молока		
	вищий	перший	другий
Кислотність, ° Тернера	16÷17	≤ 19	≤ 20
Ступінь чистоти за еталоном, група	I	I	II
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см ³	≤ 300	≤ 500	≤ 3000
Температура, °С	≤ 8	≤ 10	≤ 10
Масова частка сухих речовин, %	≥ 11,8	≥ 11,5	≥ 10,6
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	≤ 400	≤ 600	≤ 800

За температури 20 °С питома вага молока дорівнює 1,028÷1,034 г/см³; вміст жиру – не менше 3,2 %. Свіже молоко володіє кислотністю 16÷19 °Тернера, достатньо свіже – 20÷21 °Тернера, несвіже – 22 °Тернера і більше. Вміст сухої речовини у цільному молоці – не менше 12,8 %, у знежиреному – не менше 9,2 %.

За показниками безпеки молоко вищого, першого та другого гатунків має відповідати таким вимогам:

Назва показника безпеки, одиниці вимірювання	Гранично допустимий рівень	Назва показника безпеки, одиниці вимірювання	Гранично допустимий рівень
Токсичні елементи, мг/кг, не більше:		Пестициди, мг/кг, не більше:	
Плюмбум	0,1	гексахлоран	0,05
Кадмій	0,03	ГХЦГ (гама-ізомер)	0,05
Арсен	0,05	Нітрати, мг/кг, не більше:	10
Меркурій	0,005		
Купрум	1,0		
Цинк	5,0		
Мікотоксини, мг/кг, не більше:		Радіонукліди, Бк/кг, не більше:	
афлатоксин В ₁	0,001	Стронцій-90	20
афлатоксин М ₁	0,0005	Цезій-137	100
Антибіотики, од./г, не більше:		Гормональні препарати, мг/кг, не більше:	
антибіотики тетрациклінової групи	0,01	диетил-стільбестрол	Не допускається
пеніцилін	0,01		
стрептоміцин	0,5	естрадіол-17	0,0002

Молоко, яке не відповідає вимогам стандарту, відносять до негатункового.

Примітка. Відбір проб молока, молочних продуктів і підготовку до аналізу проводять згідно з ДСТУ ISO 707-2002.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.1

Органолептичний аналіз молока

Мета роботи: вміти проводити органолептичний аналіз та оцінку якості молока.

Матеріали, обладнання та реактиви: молоко; вимірвальні циліндри; колби конічні з притертою пробкою; склянки хімічні.

Методика визначення

Зовнішній вигляд. Зовнішній вигляд молока оцінюють, розглядаючи його у прозорому посуді. Відзначають однорідність, наявність осаду, забруднень, домішок.

Наливають $20\div 40$ см³ молока у прозору склянку або циліндр. Відзначають однорідність, наявність або відсутність осаду, забруднень, домішок.

Колір. Колір молока визначають у безбарвному скляному циліндрі. Знежирене збиране молоко має більш чи менш ясно виражений синюватий відтінок; рожевуватий колір молока може залежати від домішки крові, від корму тварин (морква, буряк) та деяких лікарських речовин (ревінь) або від розвитку в молоці колоній деяких кольорових бактерій.

Наливають $30\div 50$ см³ молока у безбарвний скляний циліндр і визначають колір молока.

Консистенція. Консистенцію молока визначають за слідом, який залишається на стінках колби після збовтування. Молоко рідкої консистенції швидко стікає зі стінок, не залишаючи сліду; за нормальної консистенції залишається білий слід. При слизистій або тягучій консистенції (у випадку розвитку слизистих бактерій) молоко має значну в'язкість і тягнеться по стінках колби.

Оцінку запаху та смаку проводять за п'ятибальною шкалою згідно з таблицею (див. нижче).

Запах і смак молока визначають як безпосередньо після відбирання проби, так і після зберігання та транспортування протягом не більше 4 год за температури 4 ± 2 °С. Аналізовані проби порівнюють зі завчасно підібраною пробкою молока без вад запаху та смаку з оцінкою 5 балів, результати оцінки якої не включають під час обробки даних.

Запах. Свіже молоко має слабкий специфічний запах. Кислуватий запах вказує на початок скисання. При розвитку гнилісних бактерій молоко набуває запаху амоніаку, сірководню. У випадку неправильного зберігання або транспортування молоко може набувати сторонніх запахів: мила, гасу, риби, нафти, парфумів тощо.

Для визначення запаху 50÷100 см³ молоко наливають у конічну колбу, закривають скляною пробкою, інтенсивно збовтують, відкривають колбу і визначають запах.

Смак. Смак доброякісного молока дещо солодкуватий. Інші присмаки (гіркий, солоний, терпкий, рибний) зумовлені кормом тварини, її хворобою, сторонніми домішками, неправильним збором та зберіганням молока.

Споліскують ротову порожнину невеликою кількістю молока (5÷10 см³) і визначають смак, користуючись таблицею:

Оцінювання запаху та смаку молока

Запах і смак	Оцінка молока	Бали
Чистий, приємний, трохи солодкуватий	Відмінно	5
Недостатньо виражений	Добре	4
Слабкий кормовий, слабкий кислий, слабкий хлівний, слабкий нечистий	Задовільно	3
Виражений кормовий, (у тому числі цибулі, часнику, полину та інших трав, що надають молоку гіркого смаку) хлівний, солоний, кислий	Погано	2
Гіркий, гіркий пліснявий, гнилоосний; запах і смак нафтопродуктів, лікарських, миючих, дезінфікуючих засобів та інших хімікатів	Погано	1

Молоко з оцінкою 5 і 4 балів відносять до вищого, першого або другого гатунку в залежності від інших показників ДСТУ 3662–97.

Молоко з оцінкою 3 бали відносять у зимово-весняну пору року до другого гатунку, в інші пори року – до негатункового.

Контрольні запитання та завдання

1. Опишіть проведення органолептичного аналізу молока.
2. За якими показниками якості проводять органолептичну оцінку молока?
3. У яких одиницях вимірюють запах та смак молока?
4. Яким вимогам повинне відповідати молоко вищого, першого та другого гатунків?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.2

Визначення густини молока

Густина – одна з головних характеристик молока. Це маса молока, яка знаходиться в одиниці об'єму ($\text{кг}/\text{м}^3$) за температури $20\text{ }^\circ\text{C}$. Густина стандартного коров'ячого молока коливається в межах $1027\div 1032\text{ кг}/\text{м}^3$ (або $1,027\div 1,032\text{ г}/\text{см}^3$).

Густину молока, вершків, кисломолочних напоїв, сколотин, сироватки визначають ареометром або спеціальним молочним ареометром-лактоденсиметром, який має дві шкали: нижню – для визначення величини густини, верхню – для визначення температури. Інколи густину молока виражають в умовних одиницях – градусах Кевена. Кожний градус Кевена відповідає тисячній частці грама. *Наприклад*, густина молока $1,028\text{ г}/\text{см}^3$, визначена за допомогою ареометра, дорівнює $28\text{ }^\circ\text{Кевена}$.

Мета роботи: вміти визначати густину молока за допомогою ареометра або лактоденсиметра.

Матеріали, обладнання та реактиви: молоко; термометри; вимірювальні циліндри; водяна баня; електроплитка; ареометр або лактоденсиметр; лляна тканина або рушник; дистильована вода; мийний розчин.

Методика визначення

Визначення густини необхідно проводити не раніше, ніж через 2 год після доїння, оскільки щойновидоїне молоко містить велику кількість бульбашок повітря і його густина не може бути визначена правильно. Перед вимірюванням густини пробу з відстоємним прошарком вершків нагрівають до $35\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$, перемішують та охолоджують до $20\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$.

Ареометри та скляний посуд повинні бути ретельно вимиті мийним розчином, споліснені дистильованою водою. Залишки

вологи – вилучені лляною тканиною або рушником. Все обладнання потрібно витримати на повітрі до повного висихання. Не дозволяється торкатися руками робочої частини підготовленого до роботи ареометра. Його беруть за вільну від шкали верхню частину стержня.

Пробу об'ємом 250 або 500 см³ ретельно перемішують у склянці й обережно, щоб не утворилася піна, переливають (по стінці!) у сухий циліндр, який ставлять на рівну горизонтальну поверхню. За допомогою термометра вимірюють температуру молока не раніше, ніж через 2÷4 хв після занурення термометра у пробу (t_1). Сухий чистий ареометр занурюють у молоко до позначки 1,030 так, щоб він не торкався стінок, і відпускають його. Через 5 хв проводять відлік за шкалою приладу, відзначаючи показники за верхнім краєм молока. Після цього ареометр обережно піднімають до рівня баласту в ньому і знову опускають, залишаючи у вільно плаваючому стані. Після встановлення ареометра знову визначають густину молока. Потім вимірюють температуру t_2 проби.

Розбіжність між повторними визначеннями густини не повинна перевищувати 0,0005 г/см³ для ареометрів типу АМ, АМТ і 0,001 г/см³ – для АОН–1 та АОН–2. За середнє значення температури проби приймають середнє арифметичне результатів двох показань t_1 та t_2 . За температури молока більше 20 °С, на кожний градус температури до показників ареометру додають поправку, що дорівнює 0,2° Кевена; за температури нижче 20 °С таку ж поправку віднімають.

Приклад. Густина молока за ареометром дорівнює 1,028 г/см³, температура молока +10 °С. Тоді густина у градусах Кевена, приведена до температури 20 °С, за різниці температур 10 °С дорівнює: $28^{\circ} - 0,2^{\circ} \cdot 10 = 28^{\circ} - 2^{\circ} = 26^{\circ}$ Кевена.

Контрольні запитання та завдання

1. За допомогою яких приладів вимірюють густину молока?
2. Опишіть умови визначення густини молока.
3. В яких одиницях виражають густину молока?
4. Чи впливає температура молока на його густину?
5. Виразити густину молока, визначену за ареометром (1,029 г/см³) у градусах Кевена, якщо температура молока дорівнює +15 °С.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.3

Визначення загальної кількості мікроорганізмів у молоці методом Брігса. Визначення колі-титру молока

Мета роботи: встановити загальну кількість у молоці мікроорганізмів, визначити його колі-титр, провести пробу на редуктазу.

Матеріали, обладнання та реактиви: молоко; чашки Петрі; пробірки; циліндри; піпетки Мора; середовище Ендо; редуктазник із нагрітою до 40 °С водою; пробірки зі стерильним середовищем Буліра й поплавками; насичений розчин метиленового синього; проби стерильного та свіжого молока.

Методика визначення

Визначення загальної кількості мікроорганізмів у молоці методом Брігса

Готують фіксований, забарвлений препарат молока.

При визначенні мікробного числа чашковим методом з відібраної проби проводять розведення (10^{-1} ÷ 10^{-9}) додаванням стерильної дистильованої води, які висівають по 1 см³ у чашки Петрі. Після триденної інкубації за температури 30 °С підраховують кількість колоній бактерій, а на четвертий день – кількість дріжджових і цвілевих грибів, після чого визначають їх кількість у розрахунку на 1 см³ молока.

Визначення колі-титру молока

Для визначення колі-титру молока використовують здатність бактерій групи кишкової палички до газоутворення на рідкому середовищі Буліра. Для цього у пробірки із середовищем вносять по 1 см³ розведеного молока. Засіяні пробірки ставлять у термостат на дві доби за температури 42 °С. Надалі з кожної пробірки проводять висів культуральної рідини на тверде поживне середовище. Для посіву на дно стерильної чашки Петрі вносять 1÷0,1 см³ досліджуваного продукту, заливають розтопленим і охолодженим до 45 °С середовищем Ендо, перемішуючи вміст чашки круговими рухами. Після застигання середовища чашки ставлять на 24 год у термостат за температури 37 °С, після чого підраховують кількість колоній, які на них виростили.

Для визначення бактерій, які містяться в 1 см³ досліджуваного продукту, середню кількість колоній, які виростили на двох паралельних чашках, множать на число, яке рівне коефіцієнту розведення. За одержаними результатами відносять молоко до одного з 4-х класів: колі-титр дорівнює 10⁻¹ – перший клас (добра якість), колі-титр 10⁻² – другий клас, колі-титр 10^{-3÷4} – третій клас, колі-титр 10⁻⁶ – четвертий клас (дуже забруднене молоко).

Редуктазна проба

У стерильні пробірки з гумовими корками вливають по 20 см³ молока, підігрітого до 40 °С і по 1 см³ 2,5 % розчину метиленового синього. Пробірки закривають і тричі перемішують, обережно повертаючи, після чого витримують на водяній бані чи в термостаті за температури 38÷40 °С. Спостереження за зміною забарвлення молока проводять через 20 хв, 2 год та 5,5 год. Дослідження закінчують після повного знебарвлення метиленового синього (верхній шар у пробірках іноді залишається синім). Залежно від часу знебарвлення, проби молока відносять до класів:

Показники	Клас			
	I	II	III	IV
Час, затрачений на знебарвлення, год	>5,5	2÷5,5	1/3÷2	1/3
Кількість мікроорганізмів у 1 см ³ , млн.	0,5	0,5÷4	4÷20	>20
Якість молока	добра	задовільна	сумнівна	не-задовільна

Контрольні запитання та завдання

1. Перерахуйте методи засівання молока на поверхню поживного середовища.
2. Назвіть мікроорганізми, які переважають у мікрофлорі молочних продуктів.
3. Які основні показники бактеріального аналізу молока?
4. Укажіть можливі шляхи забруднення молочних продуктів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.4

Визначення кислотності молока

Одним із важливих показників якості сировини, напівфабрикатів, готових виробів, зокрема молока і молочних продуктів, є їх кислотність. Розрізняють істинну (активну) та загальну (титровану) кислотність. Активна кислотність – це концентрація іонів H^+ (рН), її визначають електрометрично за допомогою приладів – рН-метрів. Загальна кислотність зумовлена сумарним вмістом у продукті кислот та їх кислих солей, які взаємодіють з лугами під час титрування.

Визначення загальної кислотності молока ґрунтується на титруванні кислот та їх кислих солей розчином натрій або калій гідроксиду за наявності індикатора фенолфталеїну.

Виражають кислотність у градусах Тернера, які відповідають кількості cm^3 розчину NaOH з концентрацією 0,1 моль/ dm^3 , витраченого на нейтралізацію 100 cm^3 молока або 100 г продукту.

Мета роботи: вміти визначати кислотність молока титриметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: молоко; склянки хімічні місткістю 100 cm^3 ; вимірювальні циліндри; колби конічні для титрування місткістю 100 cm^3 ; бюретки; піпетки; лійки діаметром 3 см; титрований розчин NaOH з концентрацією 0,1000 моль/ dm^3 ; дистильована вода; спиртовий розчин фенолфталеїну з масовою часткою 1 %.

Методика визначення

Бюретку спочатку споліскують титрованим розчином натрій гідроксиду, а потім ним заповнюють її.

У конічну колбу для титрування за допомогою піпетки вносять 10,00 cm^3 молока, додають 20 cm^3 дистильованої води і 3÷4 краплі 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну. Попередньо виконують орієнтовне титрування. Фіксують появу рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с.

Точне титрування проводять не менше трьох разів, додаючи титрант краплинами. Вимірюють об'єм розчину натрій гідроксиду за бюреткою з точністю до 0,05 cm^3 . Розраховують

середнє арифметичне значення об'єму натрій гідроксиду, який витрачений на титрування.

Кислотність молока (K , °Т) обчислюють за формулою:

$$K = 10 \cdot V_{NaOH}$$

де V_{NaOH} – об'єм натрій гідроксиду, який витрачений на титрування, см³; 10 – коефіцієнт перерахунку на 100 см³ молока.

Примітка. Загальна кислотність свіжого молока повинна дорівнювати 16÷19 °Т, активна кислотність (рН) – 6,5÷6,7.

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке масова частка розчину?
2. Що показує титр розчину?
3. Як зв'язані титр розчину і молярна концентрація еквівалента речовини?
4. Який розчин називають титрованим?
5. Опишіть способи приготування робочих та стандартних розчинів.
6. Методика визначення кислотності молока.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.5

Визначення кислотності молочних продуктів

Визначення ґрунтується на потенціометричному титруванні кислот і кислих солей, які містяться у молоці, вершках, йогурті, кефірі.

Мета роботи: оволодіти навичками потенціометричного титрування за кислотно-основним механізмом; вміти визначати кислотність молока, вершків, йогурту, кефіру.

Матеріали, реактиви та обладнання: кисломолочні продукти; установка для потенціометричного титрування з скляним та хлорсрібним електродами; склянки хімічні (лунки) місткістю 50 см³; бюретки; піпетки; лійки діаметром 3 см; гумові груші або дозатор; титрований розчин натрій гідроксиду з концентрацією 0,1000 моль/дм³, дистильована вода.

Методика визначення

В електролітичну лунку піпеткою вносять 10,00 см³ кисломолочного продукту, додають 20 см³ дистильованої води,

занурюють електроди і, при постійному перемішуванні, титрують розчином натрій гідроксиду з концентрацією 0,1000 моль/дм³ до різкої зміни (стрибка) рН. За результатами титрування будують інтегральну $pH=f(V_T)$ та диференціальну $\frac{\Delta pH}{\Delta V} = f(V_T)$ криві титрування. За диференціальною кривою знаходять об'єм титранта, витраченого на титрування.

Кислотність молока, кефіру, йогурта, вершків (К, °Т) обчислюють за формулою:

$$K = 10 \cdot V_{NaOH},$$

де V_{NaOH} – об'єм натрій гідроксиду, який витрачений на титрування, см³; 10 – коефіцієнт перерахунку на 100 см³ кисломолочного продукту.

Контрольні запитання та завдання

1. Викладіть суть потенціометричного методу аналізу.
2. Яке рівняння описує взаємозв'язок між потенціалом і концентрацією компонента в розчині?
3. Які криві титрування будують у потенціометрії?
4. Як знаходять точку еквівалентності за кривими титрування?
5. У чому суть потенціометричного визначення кислотності молока?
6. Як виконують розрахунки за результатами потенціометричного титрування?
7. У яких координатах будують криву потенціометричного титрування за кислотно-основним механізмом?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.6

Визначення вологи й сухого залишку в молоці та молочних продуктах

Метод визначення масової частки вологи й сухого залишку в молоці та молочних продуктах ґрунтується на висушуванні наважки досліджуваного продукту за постійної температури з наступним зважуванням до постійної маси.

Мета роботи: оволодіти навиками визначення вологи та вмісту сухих речовин у молоці та молочних продуктах гравіметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: молоко і (чи) молочні продукти; терези лабораторні; шафа сушильна електрична або іншого аналогічного типу; термометр технічний скляний ртутний на 150 °С; ексікатор; бюкси скляні та металеві діаметром 40÷50 мм, висотою 40÷50 мм; піпетки об'ємом 10 см³; палички скляні; нагрівний прилад; водяна баня; сито з отворами діаметром 1÷1,5 мм; щипці тигельні; пісок промитий і прожарений; безводний кальцій хлорид; хлоридна кислота HCl ($\rho=1,19$ г/см³); дистильована вода.

Приготування піску. Пісок просіюють через сито з отворами діаметром 1÷1,5 мм, промивають його питною водою. Потім додають розчину HCl($\rho=1,19$ г/см³):H₂O=1:1 стільки, щоб повністю покрити пісок, перемішують скляною паличкою, дають відстоятись протягом 10 год. Зливши розчин хлоридної кислоти, пісок промивають питною водою до нейтральної реакції (за лакмусовим папірцем), потім дистильованою водою, висушують і прожарюють. Зберігають у щільно закритій банці.

Методика визначення

Визначення сухої речовини й вологи в пастеризованому, стерилізованому молоці, морозиві, сирах і кисломолочних продуктах проводять висушуванням наважки за 103±2 °С.

У сушильну шафу поміщають скляний бюкс з 20÷30 г підготовленого піску і скляною паличкою, яка не виступає за край бюкса, кришку і витримують за температури 103±2 °С протягом 30÷40 хв. Бюкс виймають із сушильної шафи, накривають кришкою, охолоджують в ексікаторі протягом 40 хв, зважують з похибкою не більше 0,001 г. У бюкс піпеткою вносять 10 см³ молока, або 5÷10 г морозива, або 3÷5 г сиру (зважують з похибкою ±0,001 г), накривають кришкою й одразу зважують.

Уміст бюкса ретельно перемішують скляною паличкою і, при постійному перемішуванні, нагрівають на водяній бані до отримання сипучої маси. Потім відкритий бюкс з кришкою поміщають у сушильну шафу за температури 103±2 °С. Витримують 2 год, виймають бюкс з сушильної шафи, накривають кришкою, охолоджують в ексікаторі протягом 40 хв і зважують. Наступне зважування проводять після повторного висушування (протягом 1 год) доти, поки різниця

між двома зважуваннями дорівнюватиме або буде менша 0,001 г.

Примітка. Якщо під час одного із зважувань після висушування зафіксовано збільшення маси, для розрахунку приймають результати попереднього зважування.

Масову частку сухої речовини (С, %) обчислюють за формулою:

$$C = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100\% ,$$

де m_0 – маса бюкса з піском і скляною паличкою, г; m_1 – маса бюкса з піском, скляною паличкою і наважкою досліджуваного продукту до висушування, г; m_2 – маса бюкса з піском, скляною паличкою і наважкою досліджуваного продукту після висушування, г.

Різниця між двома паралельними визначеннями повинна бути не більше 0,01 % для молока і 0,02 % – для морозива, сиру та інших кисломолочних продуктів. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень.

Масову частку вологи в продуктах (W, %) обчислюють за формулою:

$$W=100-C,$$

де С – масова частка сухої речовини, %.

Контрольні запитання та завдання

1. На чому ґрунтується гравіметричний аналіз?
2. У чому суть методів гравіметричного аналізу: осадження; відгонки; виділення?
3. Вкажіть особливості проведення гравіметричного аналізу методом відгонки.
4. Опишіть методику визначення масової частки вологи у молоці та кисломолочних продуктах методом гравіметрії.
5. Наведіть формули, за якими розраховують масові частки сухої речовини та вологи в молочних продуктах.
6. Який посуд та обладнання використовують під час гравіметричного визначення вологи в молоці та молочних продуктах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.7

Визначення масової частки лактози в молоці

Лактозу в молоці та молочних продуктах визначають хімічними (йодометричним і перманганатометричним) або фізичними (поляриметричним і рефрактометричним) методами.

Рефрактометричний метод – найбільш простий, але за точністю він поступається хімічним методам. Визначення ґрунтується на вимірюванні показника заломлення прозорих розчинів лактози $C_{12}O_{11}H_{22}$, отриманих при осадженні білків та жирів молока розчином кальцій хлориду.

Мета роботи: оволодіти навичками рефрактометричного визначення лактози в молоці та молочних продуктах (кефірі, йогурті, молочній сироватці).

Матеріали, реактиви та обладнання: молоко і (чи) молочні продукти; рефрактометр типу УРЛ; градуйовані піпетки на 1 і 5 см³; скляний бюкс; крапельна піпетка; термометр; водяна баня; розчин кальцій хлориду з масовою часткою 8,0 %, дистильована вода.

Методика визначення

Перед початком вимірювань перевіряють правильність показів рефрактометра за дистильованою водою. На вимірювальну призму за допомогою крапельної піпетки наносять кілька краплин дистильованої води, опускають освітлювальну призму і щільно притискають її до вимірювальної. Рухаючи освітлювальною лампою, направляють промінь світла на систему призм. В окулярі спостерігають межу розділу світлої і темної частини поля зору. Якщо межа нечітка й спостерігається спектр, необхідно компенсатором усунути дисперсію світла. Різкість установлюють, повертаючи окуляр на зоровій трубі. Окуляр пересувають до збігу перехрестя ліній із межею розділу і за лівою шкалою визначають показник заломлення води ($n_D^{20} = 1,3330$).

Після кожного вимірювання обидві призми ретельно витирають м'якою тканиною або фільтрувальним папером. Забороняється торкатися кінчиком піпетки або скляної палички поверхні призм, це може її пошкодити.

За допомогою піпетки вносять 5,00 см³ свіжого молока у скляний бюкс. Для осадження білків до проби додають 0,5 см³ розчину кальцій хлориду. Бюкс накривають кришкою, нагрівають на бані з киплячою водою протягом 10 хв, охолоджують під струменем водопровідної води до 20 °С.

Крапельною піпеткою обережно відбирають кілька краплин прозорої рідини і наносять на вимірювальну (нижню) призму рефрактометра. Опускають освітлювальну призму, щільно притискають її до вимірювальної і визначають показник заломлення. Вимірювання проводять 3÷4 рази і розраховують середнє арифметичне значення n .

Масову частку лактози (%) знаходять у залежності від величини показника заломлення фільтрату за таблицею:

Масова частка лактози у молоці

n_D^{20}	Масова частка лактози (%)	n_D^{20}	Масова частка лактози (%)
1,3390	3,01	1,3413	4,13
1,3391	3,06	1,3414	4,18
1,3392	3,11	1,3415	4,23
1,3393	3,16	1,3416	4,28
1,3394	3,21	1,3417	4,33
1,3395	3,26	1,3418	4,38
1,3396	3,31	1,3419	4,44
1,3397	3,36	1,3420	4,49
1,3398	3,42	1,3421	4,54
1,3399	3,47	1,3422	4,59
1,3400	3,52	1,3423	4,64
1,3401	3,57	1,3424	4,69
1,3402	3,62	1,3425	4,74
1,3403	3,67	1,3426	4,79
1,3404	3,70	1,3427	4,84
1,3405	3,72	1,3428	4,89
1,3406	3,77	1,3429	4,95
1,3407	3,82	1,3430	5,00
1,3408	3,87	1,3431	5,05
1,3409	3,93	1,3432	5,10

Контрольні запитання та завдання

1. До якого класу сполук відносять лактозу і які її фізико-хімічні властивості?
2. Наведіть структурну формулу лактози. В яких харчових продуктах вона міститься?
3. Що таке показник заломлення?
4. Чому лактоза збільшує показник заломлення розчинів порівняно з дистильованою водою?
5. Назвіть необхідні умови під час вимірювань показника заломлення прозорих розчинів.
6. У чому полягає суть рефрактометричного методу аналізу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.8

Визначення масової частки білка в молоці

Уміст білка в молоці та молочних продуктах – важливий показник якості, який визначає їх харчову та біологічну цінність. Від кількості білка в молоці у значній мірі залежить вихід таких молочних продуктів, як домашній сир, тверді сири.

Найбільш поширений метод визначення білка в молоці та молочних продуктах – рефрактометричний. Метод ґрунтується на встановленні різниці показників заломлення досліджуваного молока та сироватки, отриманої після осадження білків розчином кальцій хлориду при кип'ятінні.

Мета роботи: оволодіти навиками рефрактометричного визначення білка в молоці та молочних продуктах (кефірі, йогурті, молочній сироватці).

Матеріали, реактиви та обладнання: молоко та (чи) молочні продукти; прозорий фільтрат (сироватка); розчин кальцій хлориду з масовою часткою 4%; пробірки; лійки; водяна баня; складчастий фільтр; конічна колба об'ємом $100 \div 150 \text{ см}^3$; термометр; рефрактометр, дистильована вода.

Методика визначення

Перед початком вимірювань перевіряють правильність показів рефрактометра за дистильованою водою (див. лабораторну роботу № 9.7).

У пробірку за допомогою піпетки вносять 5 см^3 молока, додають $5 \div 6$ крапель розчину кальцій хлориду. Пробірку

витримують на бані з киплячою водою протягом 10 хв. Потім вміст пробірки фільтрують через складчастий фільтр. Температуру фільтрату доводять до 20 °С. На рефрактометрі визначають показник заломлення отриманого прозорого фільтрату (сироватки) та показник заломлення вихідного молока також за температури 20 °С.

Уміст білка (%) в молоці розраховують за формулою:

$$a = \frac{n_{D_m}^{20} - n_{D_\phi}^{20}}{0,002045}$$

де $n_{D_m}^{20}$ – показник заломлення молока; $n_{D_\phi}^{20}$ – показник заломлення сироватки; 0,002045 – коефіцієнт, який дозволяє виразити отриману різницю показників заломлення молока і сироватки (% від загального білка).

Контрольні запитання та завдання

1. Який фізичний зміст показника заломлення?
2. Від яких параметрів залежить показник заломлення?
3. Який кут називають граничним?
4. Наведіть формулу визначення рефрактометричного фактора.
5. Для чого додають розчин кальцій хлориду у досліджуване молоко?
6. Наведіть формулу визначення вмісту білка в молоці рефрактометричним методом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.9

Визначення мікробіологічних показників кисломолочних продуктів

Мета роботи: провести порівняльний аналіз мікрофлори кисломолочних продуктів.

Матеріали, реактиви та обладнання: асортимент кисломолочних продуктів з роздрібною торгівлі в промисловій упаковці: сметана, кефір, ряжанка тощо; пробірки із середовищем; предметні і покривні скельця; розчин фуксину та метиленої сині; мікроскопи; інструменти.

Методика визначення

Приготування фіксованих препаратів кисломолочних продуктів

На знежирене предметне скло наносять краплину дистильованої води, стерильною мікробіологічною петлею захоплюють краплю досліджуваного продукту і розподіляють її у воді до однорідної маси. Висушують мазок на повітрі та проводять наступну фіксацію в полум'ї пальника.

Після охолодження скла мазок накривають смужкою фільтрувального паперу та змочують розчином фуксину чи метиленої сині. Через 1÷2 хв змивають барвник великою кількістю дистильованої води, препарат обережно просушують фільтрувальним папером та мікроскопіюють з об'єктивом 90^x. У приготовлених препаратах відзначають наявність заквашувальної та сторонньої мікрофлори. Наявність сторонніх мікроорганізмів свідчить про зниження якості продукції. Якість продукції оцінюють словами „добра”, „знижена”.

Результати роботи заносять у таблицю та роблять висновок про якість аналізованої кисломолочної продукції:

Зразок продукту	Мікроорганізми в полі зору		Висновок про якість
	заквашувальні	сторонні	
1			
2			
.....			

Контрольні запитання та завдання

1. Перерахуйте мікроорганізми, які складають основу заквашувальної мікрофлори кисломолочних продуктів.
2. Укажіть можливі шляхи забруднення кисломолочних продуктів сторонньою мікрофлорою.
3. Які молочнокислі бактерії забезпечують активне кислотоутворення молочних продуктів?
4. Назвіть методи, які застосовують для аналізу кисломолочних продуктів.
5. Укажіть наслідки появи сторонньої мікрофлори у кисломолочних продуктах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.10

Визначення фосфатів у розрахунку на загальний фосфор у твердих сирах

Метод визначення масової частки загального фосфору в сирі й плавленому сирі базується на повному руйнуванні органічних речовин продукту під дією сульфатної кислоти і гідроген пероксиду (мокра мінералізація), додаванні розчину натрій молібдату в аскорбіновій кислоті, фотометричному вимірюванні оптичної густини утвореного фосфоромолібденового комплексу синьо-блакитного кольору.

Мета роботи: оволодіти навичками визначення фосфатів у твердих сирах фотометричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: сир (плавлений сир); бюкс скляний; ексикатор; баня водяна з нагрівачем, що дозволяє підтримувати температуру від 0 до 100 °С; терези лабораторні; м'ясорубка; витяжна шафа; блок для прожарювання; колби Кельдаля або пробірки об'ємом 25 см³; кульки скляні; циліндри вимірювальні об'ємом 5 та 25 см³; колби вимірювальні об'ємом 50 см³ та 100 см³; піпетки об'ємом 1, 2, 3, 5, 10 см³; піпетка Мора об'ємом 50 см³; спектрофотометр; кювети довжиною оптичного шляху 10 мм; гідроген пероксид; натрій молібдат; аскорбінова кислота; калій дигідрогенфосфат; сульфатна кислота ($\rho=1,84$ г/см³); дистильована вода.

Підготовка проби. Пробу готують безпосередньо перед визначенням. За допомогою м'ясорубки подрібнюють 50 ± 1 г досліджуваного зразка, перемішують до утворення пастоподібної маси.

Приготування розчинів

Розчин натрій молібдату. У вимірювальну колбу на 500 см³ вносять 12,50 г натрій молібдату ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), доводять об'єм розчином сульфатної кислоти з концентрацією 5 моль/дм³ до позначки і перемішують.

Розчин аскорбінової кислоти. У вимірювальну колбу об'ємом 200 см³ вносять 10 г аскорбінової кислоти ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), доводять об'єм дистильованою водою до позначки і перемішують.

Змішаний розчин. У вимірювальну колбу на 100 см³ вносять 25 см³ розчину натрій молібдату і 10 см³ розчину аскорбінової кислоти, доводять об'єм дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують.

Стандартний розчин калій дигідрогенфосфату. Для приготування основного розчину зважують наважку КН₂РО₄, яка містить 0,1 г основної речовини (Фосфору).

Розрахунок. Масу наважки КН₂РО₄ (X, г) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{136 \cdot 0,1}{31} = 0,4387(\text{г})$$

де 136 – молярна маса КН₂РО₄; 31 – маса Фосфору.

У бюкс вносять 1 г КН₂РО₄, поміщають його в ексікатор з концентрованою Н₂SO₄, висушують протягом 48 год до постійної маси. У вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ вносять 0,4387 г висушеного КН₂РО₄, розчиняють дистильованою водою і доводять нею об'єм до позначки, перемішують (*основний розчин*, 100 мкг/см³ Фосфору). Для приготування *робочого розчину* (10 мкг/см³ Фосфору) у вимірювальну колбу об'ємом 500 см³ за допомогою піпетки Мора вносять 50 см³ основного розчину, доводять дистильованою водою до позначки, перемішують.

Методика визначення

З підготовленої проби відбирають наважку масою 1 г і зважують у колбі Кельдаля з точністю до 0,001 г, додають три скляних кульки, 4 см³ концентрованої сульфатної кислоти. Якщо масова частка вологи в пробі менша ніж 50 %, то наважка проби дорівнює 0,5 г.

Мінералізація наважки. Колбу Кельдаля поміщають у витяжній шафі й нагрівають до утворення мінімальної піни. У колбі підтримують слабе кипіння, уникаючи локальних перегрівів. Не допускають викиду піни з колби. Після завершення піноутворення, колбу з наважкою охолоджують на повітрі до кімнатної температури. Потім додають 3÷4 краплі гідроген пероксиду і знову нагрівають, періодично перемішуючи круговими рухами, уникаючи локальних

перегрівів. Повторюють цю процедуру до тих пір, доки вміст колби знебарвиться і стане прозорим.

Горловину колби споліскують 2 см³ дистильованої води і продовжують нагрівати колбу до повного випаровування води. Для видалення слідів гідроген пероксиду нагрівання колби продовжують протягом 30 хв, охолоджують на повітрі до кімнатної температури. Вміст колби переносять у вимірювальну колбу на 100 см³, доводять об'єм дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують.

У вимірювальну колбу об'ємом 50 см³ вносять 1 см³ отриманого мінералізату, додають 25 см³ дистильованої води, 20 см³ змішаного розчину натрій молібдату й аскорбінової кислоти, доводять об'єм розчину до позначки дистильованою водою, перемішують. Колбу витримують на киплячій водянній бані 15 хв; охолоджують у холодній воді до кімнатної температури. За допомогою фотоелектроколориметра вимірюють оптичну густину за довжини хвилі 820 нм у кюветях з довжиною оптичного шляху 10 мм.

Побудова калібрувального графіка. У 5 пронумерованих вимірювальних колб об'ємом 50 см³ вносять 0, 1, 2, 3 і 5 см³ робочого розчину КН₂РО₄, що відповідає 0, 10, 20, 30 і 50 мкг Фосфору. В кожен колбу додають по 20 см³ дистильованої води, 20 см³ змішаного розчину натрій молібдату й аскорбінової кислоти. Об'єми розчинів доводять дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують. Колби витримують на киплячій водянній бані протягом 15 хв; охолоджують у холодній воді до кімнатної температури.

За допомогою фотоелектроколориметра вимірюють оптичну густину розчинів за довжини хвилі 820 нм у кюветях з довжиною оптичного шляху 10 мм. Будують калібрувальний графік – залежність оптичної густини від маси Фосфору. На осі абсцис відкладають масу Фосфору, мкг; на осі ординат – відповідні значення оптичної густини.

Масову частку загального Фосфору (X, %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_0}{m_1 \cdot 10^6} \cdot 100\%,$$

де m_1 – маса наважки продукту, г; m_0 – маса загального Фосфору, визначеного за калібрувальним графіком, мкг; 10^6 – коефіцієнт переведення мкг в грами.

Контрольні запитання та завдання

1. Яким вимогам повинен відповідати досліджуваний розчин у фотометричному методі аналізу?
2. Сформулюйте основний закон світлопоглинання.
3. Опишіть принцип вибору світлофільтра та кювет для дослідження забарвлених розчинів.
4. Які параметри впливають на молярний коефіцієнт поглинання?
5. Охарактеризуйте особливості визначення фосфатів у молочних продуктах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.11

Визначення мікробіологічних показників молочних продуктів: сиркових виробів та морозива

Мета роботи: провести порівняльний аналіз мікрофлори різних видів сирів та морозива.

Матеріали, реактиви та обладнання: асортимент різних видів сирів та морозива у промисловій упаковці; пробірки зі середовищем; предметні і покривні скельця; стерильні колби та чашки Петрі; мікроскоп; інструменти.

Методика визначення

Відбір та підготовка проб для аналізу

Для проведення мікробіологічного аналізу з упаковок сиру відбирають по 10÷15 г сиру, включаючи поверхневий шар, і переносять у стерильний посуд, у якому міститься 90 см³ стерильного фізіологічного розчину чи фосфатного буферу, підігрітого до 37 °С. Ретельно перемішують пробу до повного емульгування.

Для проведення мікробіологічного аналізу морозива відбирають проби продукту із наявної сировини. За допомогою стерильного ножа або шпателя відбирають 50÷70 г внутрішнього шару продукту і переносять у стерильний посуд. Отримані проби морозива повністю розтоплюють, нагріваючи

на водяній бані за температури 37 °С. Потім стерильною піпеткою відбирають 10 см³ отриманого продукту і переносять у 90 см³ стерильного фізіологічного розчину, підігрітого до 37 °С.

Визначення КМАФФнМ

Із кожної проби роблять посів ($\approx 0,01$ см³) у дві-три чашки Петрі з розтопленим поживним середовищем (температура середовища ≈ 40 °С). Після внесення зразків уміст чашок обережно перемішують легкими обертальними погойдуваннями. Після застигання агару чашки Петрі накривають кришками перевертають догори дном і поміщають у термостат на 72 год за температури 37 °С. Після трьох діб культивування проводять підрахунок кількості колонієутворюючих одиниць (КУО).

Результати аналізу заносять у таблицю і, порівнюючи результати, роблять висновок про якість продукції:

Кількість МАФнМ у досліджуваних молочних продуктах (КУО/г)

Найменування продукту	№ з/п	КМАФнМ (КУО/г) не більше	
		норма	результат
Сир м'який	1, 2...	$1 \cdot 10^6$	
Сир твердий	1, 2...	$1 \cdot 10^6$	
Сир плавлений	1, 2....	$1 \cdot 10^6$	
Морозиво	1, 2....	$1 \cdot 10^5$	

Контрольні запитання та завдання

1. Укажіть мікроорганізми, які використовують для виготовлення різних видів сирів.
2. Які мікробіологічні показники визначають у морозиві?
3. Укажіть роль мікроорганізмів у дозріванні сирів.
4. Поясніть шляхи мікробіологічного ураження морозива.
5. Укажіть нормативні показники КМАФнМ (КУО/г) для різних видів сирів та морозива.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.5.12
**Визначення мікробіологічних показників
маргарину та майонезу**

Мета роботи: провести порівняльний аналіз мікрофлори різних видів маргарину та майонезу.

Матеріали, реактиви та обладнання: зразки різних видів маргарину та майонезу у промисловій упаковці; пробірки зі середовищем; предметні і покривні скельця; стерильні колби та чашки Петрі; мікроскоп; інструменти.

Методика визначення

Для проведення мікробіологічного аналізу із кожної партії виробів вибирають не менше двох-трьох зразків. У разі невеликого пакетування асептично відбирають пробу масою 100÷150 г від двох-трьох одиниць з кожної партії. Аналіз проводять не пізніше ніж через 4 год з моменту відбору проб. Проби, відбірні зі зразків однієї партії, змішують і формують з них середню пробу.

Перед проведенням досліджень стерильний посуд з пробною поміщають для розплавлення продукту на водяну баню за температури 40÷45 °С і ретельно перемішують для одержання однорідної напіврідкої консистенції.

Отриману масу досліджуваного продукту використовують для визначення мікробного числа та характеру мікрофлори. Для визначення загальної кількості мікроорганізмів проводять посів розведеного продукту на тверде поживне середовище, аналогічно запропонованому в попередніх роботах. Для визначення характеру мікрофлори готують фіксовані препарати досліджуваних проб та мікроскопіюють їх.

Результати аналізу заносять у таблицю і, порівнюючи отримані результати з нормами, роблять висновок про якість продукції:

Найменування продукту	№ п/п	КМАФАнМ (КУО/г) не більше	
		норма	результат
Майонез	1,...	–	
Маргарин бутербродний	1,...	$5 \cdot 10^4$	
Маргарин м'який	1,...	$5 \cdot 10^4$	

Контрольні запитання та завдання

1. Яку сировину використовують для одержання маргарину і майонезу?
2. Які мікробіологічні показники характеризують якість маргарину?
3. У чому полягає оцінка мікробіологічної чистоти майонезу?
4. Укажіть критерії вибору якісної молочної продукції.
5. Опишіть процес підготовки проб маргарину та майонезу до мікробіологічного аналізу.

3.6. ХЛІБ ТА ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ

Асортимент хлібобулочних виробів дуже різноманітний. Він включає в себе хліб, булочки, здобні, бубличні, сухарні та дієтичні вироби.

Технологія виготовлення хлібобулочних виробів складається з кількох етапів: прийому та зберігання сировини, підготовки сировини до виробництва, приготування тіста, оброблення тіста, випічки і зберігання продукту. Кожен з етапів, у свою чергу, складається з окремих послідовно виконуваних виробничих операцій.

Традиційні способи приготування тіста для хліба з пшеничного борошна – безопарний і опарний. При безопарному способі під час замісу тіста вносять одночасно всю сировину, передбачену за рецептурою. Отримують тісто густої консистенції, в якому розвиток дріжджів утруднений, тому норма введення дріжджів понад 1,5 % маси борошна. Тривалість процесу бродіння тіста 3÷3,5 год.

Опарний спосіб здійснюють у два етапи. Спочатку замішують опару, в яку вводять 2/3 потрібної за рецептурою води, 1/2 об'єму борошна, усі дріжджі (їх потрібно 0,75 %). Тривалість бродіння опари різна: 1,5÷3 год. На вибродженій опарі замішують тісто, додаючи решту сировини згідно з рецептурою. Тривалість бродіння тіста 1÷1,5 год за температури 28÷30 °С. Загальна тривалість бродіння на двох стадіях 4,5÷6 годин. Опарний спосіб приготування тіста в порівнянні з безопарним забезпечує кращу якість готової продукції, зокрема за органолептичними показниками (смак, аромат) та пористістю, дозволяє зменшити кількість дріжджів, володіє більшою технологічною гнучкістю під час переробки борошна різного хлібопекарського гатунку. Однак він триваліший, ніж безопарний спосіб, потребує більшої кількості обладнання для приготування тіста, вимагає великих виробничих площ. Крім того, на бродіння витрачається більша кількість сухих речовин, борошна, що знижує вихід хліба.

Виготовлення житнього хліба набагато складніше: 2, 3 і більше стадій. Тісто готують на заквасках, зовнішній вигляд яких схожий з опарою. Попередньо готують закваски – рідке

тісто, до складу якого входить борошно, вода і частина зброженого тіста. Під час виробничого циклу закваски постійно відновлюють. Повне бродіння житнього тіста складає 10÷12 год. Крім того, необхідно багато спеціального устаткування. Зазвичай житній хліб готують тільки на великих заводах.

Випічку хліба здійснюють у печах за температури 220÷260 °С. Тривалість випічки залежить від конструктивних особливостей печі, маси та виду хліба.

Про якість хлібопекарської продукції судять за результатами аналізу відібраних середніх проб. Фізико-хімічні показники хлібобулочних виробів визначають не раніше ніж через 3 год після їх виходу з печі й не пізніше, ніж через 48 год після виходу з печі хліба з борошна обдирного ґатунку та 24 год з пшеничного ґатункового борошна; для дрібнотоварних виробів – не раніше 1 год і не пізніше 16 год після їх виходу з печі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.6.1 *Органолептичний аналіз якості хліба*

Мета роботи: вміти проводити органолептичний аналіз хліба та хлібобулочних виробів.

Матеріали, обладнання та реактиви: хліб, хлібобулочні вироби, обробна дошка, ніж.

Методика визначення

До органолептичних показників відносять зовнішній вигляд хліба (форма, стан поверхні, колір, стан і товщина кірки), стан м'якушки, смак та запах.

Зовнішній вигляд. Зовнішній вигляд і смак хліба залежать від якості вихідної сировини (борошна) і технологічного процесу виготовлення. Форма хліба повинна бути правильною, симетричною, не розпливчастою, без дефектів. Формові вироби повинні відповідати формі хліба, подові – мати не розпливчасту заокруглену, овальну або довгасто-овальну форму.

Поверхня хліба повинна бути гладкою, без великих тріщин та інших дефектів. Забарвлення кірки – рівномірне, золотисто-жовте, світло-коричневе, темно-коричневе з деяким блиском верхньої та бічної кірок.

Кірка – не підгоріла, але не надто бліда; перехід від кірки до м'якушки повинен бути поступовим, відшарування кірок від м'якушки не допускається.

При випічці хліба з ферментованого тіста або за надмірно високої температури можуть утворитися великі тріщини, відставання хлібної кірки від м'якушки і напливи. Такий хліб має неприємний зовнішній вигляд, під час зберігання в тріщинах створюються сприятливі умови для розвитку цвілі.

Надмірно висока температура випічки хліба або затримка його в печі іноді може призвести до обвуглювання кірки. Хліб, випечений за низької температури або недостатньо витриманий в печі, навпаки, має бліде забарвлення, тому що за цих умов не відбувається утворення темних декстринів з вуглеводів.

Стан м'якушки. М'якушка хліба повинна бути добре пропечена, не бути вологою, липкою на дотик, достатньо еластичною (після легкого натискування швидко набувати початкової форми) і рівномірно пористою. За недотримання технологічного процесу випічки біля нижньої кірки хліба може виникнути безпористий щільний шар, який перешкоджає доброму засвоєнню хліба. Не допускається наявність у м'якушці шматочків старого хліба, непромісу – грудочок борошна, які залишаються через недостатнє перемішування борошна. Вони погано перетравлюються, тому харчова цінність хліба з непромісом знижується.

Смак і запах. При неправильному зберіганні борошна (разом з речовинами, що мають сильний запах) або зберігання в несприятливих умовах, борошно і хліб з нього можуть набувати сторонніх запахів – затхлість, запах гасу, бензину тощо. Запаху нафтопродуктів хліб може набути в результаті використання форм, змащених погано очищеними мінеральними оліями.

Смак і запах хліба визначають під час дегустації, відзначають відповідність їх даному найменуванню, наявність або відсутність сторонніх присмаку й запаху.

Смак повинен бути властивий даному виду хліба: помірно кислий, не пересолений, без ознак гіркоти та стороннього присмаку. Не повинно бути хрусту на зубах від мінеральних домішок. Запах не повинен бути затхлий і невластивий даному виду хліба.

Контрольні запитання та завдання

1. Які традиційні способи приготування тіста з пшеничного борошна вам відомі?
2. Назвіть основні етапи приготування тіста опарним способом.
3. У чому полягають особливості випічки житнього хліба?
4. Як і в якій послідовності проводять органолептичне оцінювання хліба та хлібобулочних виробів?
5. За якими основними показниками проводять органолептичний аналіз хліба та хлібобулочних виробів?
6. Що таке непроміс, як він впливає на якість хліба?
7. Які сторонні запахи може мати хліб? Назвіть джерела названих сторонніх запахів.
8. За допомогою яких фізико-хімічних методів оцінюють якість хліба та хлібобулочних виробів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.6.2

Визначення масової частки вологи у м'якущі хліба

Масова частка вологи у хлібі – відношення маси води у хлібі до маси хліба, виражене у відсотках.

Масова частка вологи в м'якущі виробів коливається залежно від виду, ґатунку та рецептури (в %): житнього хліба $46 \div 54$; житньо-пшеничного – $41 \div 53$; пшеничного – $39 \div 50$; булочних виробів – $34 \div 45,5$. Чим більша масова частка вологи у м'якущі хліба, тим менше в ньому поживних речовин і нижча енергетична цінність, оскільки знижується засвоюваність хліба, і погіршуються його смакові якості.

Один із важливих техніко-економічних показників роботи хлібозаводів – вихід хліба, тобто кількість готової продукції, отриманої з 100 кг борошна та іншої сировини, яку вносять згідно з рецептурою. Якщо масову частку вологи хліба збільшити на 1 %, то вихід продукції збільшиться на $2 \div 3$ %. Тому визначення цього показника дозволяє вести контроль за технологічним процесом виготовлення хліба та хлібобулочних виробів.

Мета роботи: вміти визначати масову частку вологи у м'якущі хліба гравіметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: хліб; металеві або скляні бюкси з кришками; терези технічні; сушильна шафа; ніж (циліндричний); ексикатор; обробна дошка; тигельні щипці.

Методика визначення

Із середньої частини м'якушки хліба вирізають шматок товщиною 2÷3 см і видаляють можливі добавки (родзинки, горіхи тощо, крім маку). Ретельно подрібнюють шматочки м'якушки і перемішують. На технічних терезах, у попередньо висушеному і зваженому бюксі з кришкою, відважують 5 г підготовленої м'якушки. Наважку у відкритому бюксі (кришку кладуть на ребро) поміщають у сушильну шафу за температури 130 °С і залишають на 40÷45 хв. Після висушування бюкс накривають кришкою, виймають з шафи, охолоджують в ексикаторі не менше 20 хв і не більше 2 год, зважують. За різницею мас до і після висушування визначають масову частку вологи у м'якушці досліджуваних зразків хліба, яку виражають у відсотках.

Масову частку вологи (X, %) у м'якушці хліба обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{5} \cdot 100\%,$$

де m_1 – маса бюкса з кришкою і наважкою м'якушки хліба до висушування, г; m_2 – маса бюкса з кришкою і наважкою м'якушки хліба після висушування, г; 100 – коефіцієнт перерахунку, %; 5 – наважка м'якушки хліба, взята для дослідження, г.

Примітка. Масову частку вологи обчислюють з точністю до ±0,5 %, причому частки до 0,25 відкидають; частки 0,25÷0,75 прирівнюють до 0,5; частки більше 0,75 прирівнюють до 1.

Контрольні запитання та завдання

1. На чому ґрунтується гравіметричний аналіз?
2. Опишіть особливості проведення гравіметричного аналізу методом відгонки.
3. Опишіть методику визначення масової частки вологи у м'якушці хліба методом гравіметрії.
4. Наведіть формулу, за якою розраховують масову частку вологи у м'якушці хліба.

5. Укажіть з якою точністю обчислюють масову частку вологи в м'якушці хліба.
6. Який посуд та обладнання використовують під час гравіметричного визначення масової частки вологи в м'якушці хліба?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.6.3 *Визначення пористості хліба*

Пористістю хліба називають відношення об'єму пор до всього об'єму м'якушки, яке виражають у відсотках. З пористістю хліба пов'язана його засвоюваність. Добре розпушений хліб з рівномірною дрібною тонкостінною пористістю краще просочується травним соком і тому ліпше засвоюється. Низька пористість свідчить про порушення режиму розстойки і зазвичай характерна для хліба, виготовленого з невивроженого тіста.

Пористість пшеничного хліба (54÷68 %) більша, ніж житнього (44÷50 %), а формового – більша, ніж подового. Чим вищий гатунок борошна, тим більша пористість хлібобулочного виробу виготовленого з нього. Наприклад, пористість батона нарізного, виготовленого з пшеничного борошна вищого гатунку, дорівнює 73 %.

Мета роботи: вміти визначати пористість хліба та хлібобулочних виробів.

Матеріали, реактиви та обладнання: хліб; хлібобулочні вироби; терези технічні; циліндри вимірювальні; обробна дошка; ніж (циліндричний); олія.

Методика визначення

Спосіб I. Із середини зразка хліба, на відстані 1÷2 см від кірки гострим циліндричним ножом вирізають шматочок м'якушки об'ємом 27 см^3 і ліплять з неї щільні кульки діаметром $0,5\div 1 \text{ см}$. У вимірювальний циліндр наливають 40 см^3 олії, обережно опускають туди хлібні кульки. За різницею рівнів олії до і після занурення кульок визначають об'єм безповітряної (безпористої) частини хліба. Різниця між об'ємом проби хліба (27 см^3) і об'ємом безпористої частини цієї ж проби складає об'єм пор у досліджуваній м'якушці.

Приклад: об'єм олії в циліндрі до занурення хлібних кульок – 40 см³, після занурення – 55 см³. Різниця 55-40=15 см³, отже, об'єм пористої частини хліба: 27 см³-15 см³=12 см³; пористість досліджуваного хліба дорівнює:

$$П=(27-15) \cdot 100\% / 27=44,4 \%$$

Спосіб II. Із середини зразка хліба гострим циліндричним ножом вирізають шматочок хлібної м'якушки об'ємом 27 см³. На технічних терезах зважують його з точністю до 0,1 г. Пористість (П, %) визначають за формулою:

$$П = \frac{V - m / \rho}{V} \cdot 100\%,$$

де V – об'єм шматка хлібної м'якушки разом з порами (27 см³); m – маса шматка хлібної м'якушки, г; ρ – густина безпористої маси м'якушки досліджуваного хліба (див. табл.).

Густина безпористої маси м'якушки хліба

Хліб	ρ , г/см ³
Житній та житньо-пшеничний	1,21
Житній заварний	1,27
З житнього обдирного та пшеничного борошна І гатунку	1,25
З житнього обдирного та пшеничного борошна ІІ гатунку	1,23
Пшеничний з борошна ІІ гатунку	1,26
Пшеничний з борошна вищого І гатунку	1,31

Контрольні запитання та завдання

1. Що таке пористість хліба?
2. Чи впливає пористість на якість хліба? Відповідь обґрунтуйте.
3. Назвіть та опишіть відомі вам способи визначення пористості м'якушки хліба.
4. За якими формулами обчислюють пористість м'якушки хліба?
5. Які фізичні величини необхідно знати для обчислення пористості м'якушки хліба?
6. Який посуд та обладнання використовують під час визначення пористості м'якушки хліба?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.6.4

Визначення кислотності хліба

Одним із важливих показників якості хлібобулочних виробів є кислотність. Загальна кислотність хліба зумовлена наявністю метанової, ацетатної, молочної, винної, лимонної кислот та амінокислот і виражається у градусах кислотності, які відповідають кількості см^3 розчину натрій чи калій гідроксиду з концентрацією 1 моль/ дм^3 , який витрачений на нейтралізацію кислот, що містяться у 100 г м'якушки хлібобулочного виробу.

Кислотність хліба залежить від способу його приготування і гатунку борошна. Житні вироби, виготовлені на заквасці, мають порівняно велику кислотність ($7 \div 11^\circ$ – хліб із житнього сіяного борошна і $8 \div 13^\circ$ – з житнього обдирного борошна), ніж пшеничні вироби ($2,5 \div 3,5^\circ$ – з борошна вищого гатунку і $4,5 \div 8^\circ$ – з пшеничного обдирного борошна).

Мета роботи: освоїти методику визначення кислотності хліба та хлібобулочних виробів титриметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: хліб і (чи) хлібобулочні вироби; терези технічні; ніж; обробна дошка; циліндри вимірвальні місткістю 250 см^3 ; колби конічні з притертою пробкою місткістю $250 \div 300 \text{ см}^3$; бюретки; лійки діаметром 3 і 9 см; марля або бинт; скляна паличка з гумовим наконечником; піпетки Мора об'ємом 50 см^3 ; хімічні склянки місткістю 300 см^3 ; титрований розчин натрій гідроксиду з концентрацією $0,1000 \text{ моль/дм}^3$; спиртовий розчин фенолфталеїну з масовою часткою 1,0 %; дистильована вода.

Методика визначення

Пробу м'якушки досліджуваних виробів зважують на технічних терезах масою $25 \pm 0,01 \text{ г}$, подрібнюють і кількісно переносять у колбу місткістю $250 \div 300 \text{ см}^3$. Додають 50 см^3 дистильованої води, ретельно розтирають скляною паличкою до однорідної маси. До отриманої суміші додають ще 150 см^3 води, закривають колбу притертою пробкою й інтенсивно збовтують протягом $2 \div 3 \text{ хв}$, залишають на 10 хв і знову повторюють екстракцію. Суміш відстоюють 10 хв , верхній шар рідини (екстракт) фільтрують через марлю у суху хімічну склянку. За допомогою піпетки Мора відбирають 50 см^3 фільтрату,

переносять у колбу для титрування, додають 2÷3 краплі розчину індикатора фенолфталеїну.

Бюретку спочатку споліскуюють, а потім заповнюють титрованим розчином натрій гідроксиду. Попередньо виконують орієнтовне титрування. Фіксують появу рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с. Точне титрування проводять не менше трьох разів, додаючи титрант краплями поблизу точки еквівалентності. Вимірюють об'єм розчину натрій гідроксиду за бюреткою з точністю до 0,05 см³. Розраховують середнє арифметичне значення об'єму натрій гідроксиду, який витрачений на титрування.

Кислотність (К, °) хлібобулочних виробів розраховують за формулою:

$$K = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot V_e \cdot 100}{V_n \cdot m},$$

де C_{NaOH} – концентрація титранту, моль/дм³; V_{NaOH} – об'єм титранту, витрачений на титрування, см³; V_e – об'єм екстракту з врахуванням добавленої води для екстракції, см³; V_n – об'єм фільтрату, взятого для титрування, см³; m – маса наважки м'якушки хлібобулочного виробу, г; 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г виробу.

Контрольні запитання та завдання

1. Що називають титрантом?
2. Що показує титр розчину?
3. Як готують до титрування піпетку, бюретку, колбу для титрування?
4. Який розчин називають титрованим?
5. Як правильно вибрати індикатор у методі нейтралізації?
6. Наведіть приклади рН-індикаторів.
7. Як розрахувати кислотність хлібобулочного виробу за результатами титрування?
8. Від чого залежить кислотність хліба?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.6.5

Визначення загальної кількості дріжджів у складі пресованих хлібопекарських дріжджів

Мета роботи: встановити кількість клітин дріжджів у промисловому продукті пресованих дріжджів.

Матеріали, реактиви та обладнання: 0,1 % суспензія пресованих хлібопекарських дріжджів; напівфабрикати (тісто, закваски, пресовані дріжджі); мікроскоп; камера Горяєва; метиленовий синій; карболовий фуксин.

Методика визначення

Визначення загальної кількості клітин дріжджів

Ретельно перемішують скляною паличкою 0,1 %-ну суспензію пресованих дріжджів. Відбирають одну краплину суспензії, наносять її на сітку камери Горяєва, накривають покривним скельцем так, щоб рідина рівномірно розподілилась по всій сітці камери.

Камеру Горяєва поміщають на предметний столик мікроскопа і з об'єктивом 8^x знаходять сітку камери, не рухаючи препарат змінюють об'єктив на 40^x. Препарат витримують декілька хвилин для осадження клітин на дно камери Горяєва. Підраховують кількість клітин дріжджів у 10 малих квадратах, пересуваючи камеру так, щоб те саме місце не потрапляло в поле зору декілька разів.

Після закінчення роботи камеру Горяєва ретельно промивають протічною та дистильованою водою, насухо протирають серветкою та поміщають у футляр для зберігання.

Проводять підрахунки:

- знаходять середню кількість дріжджів для 1 малого квадрата;
- знаходять кількість дріжджів у 1 см³ (середнє число дріжджів у 1 малому квадраті множать на 4 000);
- знаходять кількість дріжджів у 1 см³ суспензії (отримане число множать на 1 000);
- підраховують кількість клітин у 1 г пресованих дріжджів за формулою:

$$X = ab/v$$

де X – кількість клітин у 1 г пресованих дріжджів; a – кількість дріжджових клітин у 1 см³ суспензії; b – місткість вимірювальної колби; v – наважка пресованих дріжджів, г.

Порівнюють отриманий результат з нормативними показниками і роблять висновок про якість досліджуваних пресованих дріжджів.

Визначення відсоткового вмісту мертвих клітин у складі пресованих хлібопекарських дріжджів

Для визначення відсоткового вмісту мертвих клітин дріжджів у пресованих дріжджах беруть краплину ретельно перемішаної 0,1 % суспензії і переносять її на предметне скло. До отриманої суспензії додають краплину метиленового синього і накривають препарат покривним склом. Через 1÷2 хв мікроскопіюють препарат з об'єктивом 40^x. Підраховують у полі зору кількість зафарбованих та незафарбованих клітин. Мертві клітини зафарбовуються у синій колір.

Розраховують відсоток мертвих клітин до загальної кількості клітин дріжджів.

Результати заносять у таблицю:

Дослідна суспензія дріжджів	Кількість зафарбованих клітин	Кількість незафарбованих клітин	Відсоток мертвих клітин
1			
2			

Контрольні запитання та завдання

1. Охарактеризуйте хлібопекарські пресовані дріжджі.
2. Що таке раса дріжджів?
3. Які молочнокислі бактерії використовують у хлібопекарському виробництві?
4. Опишіть шляхи потрапляння сторонньої мікрофлори при виробництві пресованих дріжджів.
5. Які мікроорганізми використовують у хлібопекарському виробництві?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.6.6

Визначення активності молочнокислих бактерій для виробництва деяких видів хліба

Мета роботи: встановити активності молочнокислих бактерій за зміною забарвлення індикаторів.

Матеріали, реактиви та обладнання: закваски житні; чисті культури молочнокислих бактерій; рідкі дріжджі; тісто; 0,05 %-ний водний розчин метиленової сині; пробірки; стерильна вода; вимірювальний циліндр об'ємом 25 см³; пробірки; водяна баня.

Методика визначення

Наважку проби 10 г ретельно розтирають у ступці з двократним об'ємом дистильованої води, попередньо нагрітої до 40 °С, доливаючи її поступово невеликими порціями. Чисті культури молочнокислих бактерій та житні закваски досліджують без розведення, відбираючи по 20 г продукту.

Приготовлену пробу рівномірно розподіляють по 10 см³ у дві пробірки. У дослідну пробірку додають 10 см³ 0,05 %-вого водного розчину метиленової сині. Вміст пробірки ретельно перемішують до рівномірного розподілення барвника. Другу пробірку використовують як контрольну. Обидві пробірки поміщають на водяну баню за температури 40 °С.

Активність молочнокислих бактерій визначають за швидкістю переходу блакитного забарвлення метиленової сині (синьо-зеленого забарвлення янус-грюн) у безбарвне, аналогічне за кольором середньої частини проби в контрольній пробірці.

Результати дослідження заносять у таблицю, порівнюють з нормативними показниками та роблять висновок про активність молочнокислих бактерій у досліджуваних продуктах:

Досліджуваний продукт	Нормативні показники	Результат дослідження
Опара	35÷50 хв	
Пшеничне тісто	40÷50 хв	
Житнє тісто	50÷75 хв	

Контрольні запитання та завдання

1. Яке співвідношення молочнокислих бактерій та дріжджів у пшеничному та житньому тісті?
2. Поясніть роль молочнокислих бактерій у дозріванні житнього тіста.
3. Як кислотність житнього тіста впливає на його структуру?
4. Якими методами визначають кислотність напівфабрикатів?
5. Як проводиться визначення кислотності тіста та напівфабрикатів?
6. За яким індикатором проводять визначення активності молочнокислих бактерій?

3.7. ВУГЛЕВОДИ

Основним джерелом енергії служать вуглеводи. Понад 56 % енергії людський організм отримує за рахунок вуглеводів, іншу частину – за рахунок білків і жирів.

Залежно від складності розчинності, швидкості засвоєння, будови вуглеводи харчових продуктів поділяють на прості вуглеводи: моносахариди (глюкоза, фруктоза, галактоза), дисахариди (сахароза, лактоза) і складні вуглеводи або полісахариди (крохмаль, глікоген, клітковина).

Прості вуглеводи легко розчиняються у воді і швидко засвоюються. Найбільш поширений моносахарид – *глюкоза* – міститься у багатьох плодах і ягодах, а також утворюється в організмі в результаті розщеплення дисахаридів та крохмалю, які потрапляють з їжею.

Фруктоза має ті ж властивості, що й глюкоза. Однак вона повільніше засвоюється в кишечнику. Фруктоза в значній кількості (до 70÷80 %) затримується в печінці і не викликає перенасичення крові цукром. У печінці фруктоза легше перетворюється в глікоген порівняно з глюкозою. Фруктоза засвоюється краще від сахарози й відрізняється більшою солодкістю. Основні джерела фруктози – фрукти та ягоди. Великий вміст глюкози і фруктози в меді: вміст глюкози близько 36 %, фруктози – 37 %. У кавунах весь цукор представлений фруктозою, кількість якої становить 8 %. Третій моносахарид – *галактоза* – у вільному вигляді в харчових продуктах не зустрічається. Галактоза є продуктом розщеплення основного вуглеводу молока – *лактози*.

З дисахаридів у харчуванні людини основне значення має *сахароза*, яка при гідролізі розпадається на глюкозу й фруктозу. Джерелами сахарози в харчуванні людини є, головним чином, тростинний і буряковий цукор. Вміст сахарози в цукрі-піску дорівнює 99,75 %. Натуральні джерела сахарози – баштанні, деякі овочі та фрукти. Надлишок сахарози впливає на жировий обмін. Встановлено, що при надмірному надходженні цукру посилюється перетворення в жир всіх харчових речовин (крохмалю, жиру, їжі, частково білка). Надлишок цукру негативно позначається на функції кишкової мікрофлори. При

цьому підвищується вміст гнильних мікроорганізмів, посилюється інтенсивність гнильних процесів у кишечнику, розвивається метеоризм.

Складні вуглеводи або полісахариди характеризуються складною будовою молекули і поганою розчинністю у воді. До складних вуглеводів відносять крохмаль, глікоген, пектинові речовини та клітковину.

Крохмаль відіграє основне харчове значення. У харчових раціонах людини частка крохмалю становить близько 80 % загальної кількості споживаних вуглеводів. Перетворення крохмалю в організмі, в основному, спрямовано на забезпечення потреби в цукрі. На відміну від цукрів, крохмаль і глікоген повільно розщеплюються в кишечнику. *Глікоген* в організмі використовується як енергетичний матеріал для працюючих м'язів, органів, систем.

Пектини належать до розчинних речовин, які засвоюються в організмі. Сучасними дослідженнями доведено важливе значення пектинів у харчуванні здорової людини, а також можливість використовувати їх з терапевтичною метою при деяких захворюваннях, зокрема шлунково-кишкового тракту.

Клітковина за хімічною структурою дуже близька до полісахаридів. Високим вмістом клітковини характеризуються зернові продукти. Однак, крім загальної кількості клітковини, важливе значення має її якість. Менш груба, ніжна клітковина добре розщеплюється в кишечнику і краще засвоюється. Такими властивостями володіє клітковина картоплі та овочів. Клітковина сприяє виведенню з організму холестерину.

При надходженні з їжею значних кількостей цукрів вони не можуть повністю відкладатися у вигляді глікогену, і їх надлишок перетворюється на тригліцериди, сприяючи посиленому розвитку жирової тканини. Надмірне споживання вуглеводів веде до ожиріння. При виборі харчових раціонів надзвичайно важливо не лише задовольнити потреби людини в необхідній кількості вуглеводів, але і підібрати оптимальні співвідношення якісно різних типів вуглеводів. Дуже важливо враховувати співвідношення легкозасвоюваних вуглеводів (цукрів) і тих, що повільно всмоктуються (крохмаль, глікоген). Доцільно задовольняти потреби у вуглеводах в основному за

рахунок тих, що повільно всмоктуються. На їх частку має припадати 80÷90 % від загальної кількості споживаних вуглеводів. Обмеження легкозасвоюваних вуглеводів набуває особливого значення для тих, хто страждає на атеросклероз, серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом, ожирінням.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.7.1 *Якісне визначення вуглеводів*

11.1.1. Реакція з α -нафтолом та тимолом. Під час взаємодії α -нафтолу та тимолу з цукрами за наявності концентрованої сульфатної кислоти з'являється характерне забарвлення.

Мета роботи: засвоїти методику якісного визначення сахарози реакцією з α -нафтолом та тимолом.

Матеріали, реактиви та обладнання: розчин цукру з масовою часткою 1 %; спиртовий розчин α -нафтолу з масовою часткою 0,2 % (0,5 г α -нафтолу розчиняють у 50 см³ етилового спирту; перед застосуванням розводять дистильованою водою у 5 разів); спиртовий розчин тимолу з масовою часткою 1 %; концентрована сульфатна кислота H₂SO₄, $\rho=1,835$ г/см³; піпетки; пробірки.

Методика визначення

У дві пробірки наливають по 2 см³ 1 %-ного розчину цукру. У першу пробірку додають 5 краплин розчину α -нафтолу з масовою часткою 0,2 %, в другу – 5 краплин розчину тимолу з масовою часткою 1 %. Потім в обидві пробірки обережно по стінках додають по 2 см³ концентрованої сульфатної кислоти. На межі між кислотою та розчином цукру у пробірці з α -нафтолом виникає фіолетове забарвлення, у пробірці з тимолом – червоне.

11.1.2. Реакція з реактивом Фелінга. Під час нагрівання досліджуваного вуглеводу з реактивом Фелінга за наявності редуруючих цукрів утворюється червоний осад. Реактив Фелінга – це суміш купрум сульфату і лужного розчину калій-натрій тартрату (сегнетової солі). Реакція зумовлена окисненням

вуглеводу (наприклад, глюкози) і відновленням купрум гідрооксиду до купрум (I) оксиду. Надлишок $\text{Cu}(\text{OH})_2$, з якого під час нагрівання утворюється купрум (II) оксид – осад чорного кольору, затемнює реакцію при малих кількостях глюкози в досліджуваному розчині. За наявності сегнетової солі цього не відбувається (вона зв'язує купрум гідроксид). Сахароза, на відміну від глюкози, фруктози, лактози, мальтози та інших редуруючих цукрів, дає негативну реакцію з реактивом Фелінга. Під час кип'ятіння сахарози з сульфатною кислотою відбувається гідролітичне розщеплення її на еквімолекулярні кількості D-глюкози та D-фруктози, які володіють редуруючими властивостями і дають позитивну реакцію з реактивом Фелінга.

Мета роботи: засвоїти методику якісного визначення вуглеводів з реактивом Фелінга.

Матеріали, реактиви та обладнання: колби об'ємом 500 см^3 ; терези лабораторні; пробірки; піпетки; гумова груша або дозатор; розчин лактози з масовою часткою 5 %; розчин сахарози з масовою часткою 5 %; розчин натрій гідрооксиду з масовою часткою 10 %; розчин купрум (II) сульфату з масовою часткою 1 %; розчин сульфатної кислоти з масовою часткою 10 %; дистильована вода.

Реактив Фелінга

Розчин I – 34,66 г перекристалізованого купрум сульфату розчиняють дистильованою водою у вимірювальній колбі об'ємом 500 см^3 .

Розчин II – 173 г сегнетової солі (подвійна натрієво-калієва сіль тартратної кислоти $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) розчиняють у невеликій кількості дистильованої води у вимірювальній колбі об'ємом 500 см^3 , додають 50 г натрій гідрооксиду й розчиняють у 400 см^3 дистильованої води, якою вміст колби доводять до позначки, ретельно перемішують.

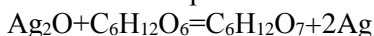
Перед використанням змішують рівні об'єми розчинів I і II. При цьому утворюється купрум (II) гідроксид темно-синього кольору, який розчиняється за наявності тартратів.

Методика визначення

Беруть три пробірки. У першу й другу наливають по 2 см^3 розчину сахарози з масовою часткою 5 %, а в третю – розчину лактози з масовою часткою 5 %. У другу пробірку вносять

3 краплини розчину сульфатної кислоти з масовою часткою 10 %, кип'ятять і нейтралізують, додаючи 3 краплини розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 10 %. Потім у всі пробірки наливають по 1 см³ реактиву Фелінга й нагрівають до кипіння. У першій пробірці голубий колір розчину залишається без зміни, а в другій і третій – з'являється червоний осад купрум (I) оксиду.

11.1.3. Реакція відновлення Аргентуму. Під час взаємодії амоніачного розчину аргентуму з глюкозою утворюється дзеркальний наліт металічного срібла:



Мета роботи: засвоїти методику якісного визначення глюкози з амоніачним розчином аргентуму.

Матеріали, реактиви та обладнання: пробірки; піпетки; гумова груша або дозатор; розчин глюкози з масовою часткою 1 %; розчин аргентум нітрату AgNO_3 з масовою часткою 3 %; розчин амоніаку NH_4OH з масовою часткою 10 %.

Методика визначення

У пробірку наливають 2 см³ розчину аргентум нітрату і додають 2 краплини розчину амоніаку. Отриманий осад аргентум оксиду розчиняють, доливаючи краплинами розчин амоніаку (уникаючи надлишку). До амоніачного розчину аргентуму додають 1÷2 см³ розчину глюкози з масовою часткою 1 % і, не збовтуючи, нагрівають на киплячій водяній бані 2 хв. На стінках пробірки утворюється дзеркальний наліт металічного срібла.

Контрольні запитання та завдання

1. Яку роль відіграють вуглеводи для людського організму?
2. Наведіть приклади моносахаридів, охарактеризуйте їх.
3. Наведіть приклади дисахаридів, охарактеризуйте їх.
4. Наведіть приклади полісахаридів, охарактеризуйте їх.
5. Назвіть відомі вам реакції якісного визначення вуглеводів.
6. У чому суть якісного визначення вуглеводів за реакцією з α -нафтолом?
7. Що таке реактив Фелінга? Як його готують?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.7.2

Поляриметричне визначення сахарози в шоколаді та праліне

Сахароза – тростинний або буряковий цукор. Як харчовий продукт виробляють у вигляді кристалічного білого цукру-піску з масовою часткою сахарози 99,90 % або цукру-рафінаду з масовою часткою сахарози 99,75 %.

У шоколаді, праліне, горіхово-шоколадних наповнювачах для карамелі та вафель з цукрів повинна міститись лише сахароза. Оптична активність водних витягів таких кондитерських виробів зумовлена лише вмістом сахарози, тому, вимірявши за допомогою поляриметра кут обертання плоскополяризованого світла, точно і швидко можна визначити масову частку сахарози в аналізованому продукті.

Мета роботи: засвоїти методику поляриметричного визначення сахарози в продуктах кондитерського виробництва.

Матеріали, реактиви та обладнання: поляриметр-сахариметр СУ-4; поляриметрична трубка довжиною 20 см; технічні ваги; водяна баня; колби вимірювальні об'ємом 200 см³ та 100 см³; скляні лійки; хімічні термостійкі склянки; фільтр “синя стрічка”; розчин цинк сульфату ZnSO₄, 1 моль/дм³; розчин натрій гідроксиду NaOH, 1 моль/дм³; дистильована вода.

Методика визначення

Приготування серії стандартних розчинів та побудова калібрувального графіка. На технічних терезах зважують $m \pm 0,01$ г цукру, де $m=0,5; 1,0; 2,5; 3,5; 4,5; 6,0$. Кількісно переносять ці наважки у низку пронумерованих вимірювальних колб об'ємом 100 см³. Додають у кожен колбу 20÷30 см³ дистильованої води, розчиняють, доводять нею до позначки.

Отриманими розчинами послідовно в порядку зростання концентрацій заповнюють трубку поляриметра. Виміри кожного розчину повторюють 3÷4 рази, вираховують середнє арифметичне значення кута повороту площини поляризації α . Покази поляриметра записують в таблицю.

Маса цукру, г	0	0,5	1,0	2,5	3,5	4,5	6
Кут повороту площини поляризації, α							

Будують калібрувальний графік $\alpha=f(m_{\text{цукру}})$. По осі абсцис відкладають масу цукру в стандартних розчинах, а по осі ординат – покази поляриметра.

Визначення сахарози. Наважку досліджуваного кондитерського виробу масою $6,5\pm 0,01$ г зважують на технічних терезах у термостійкій хімічній склянці. Додають $30\div 40$ см³ гарячої ($60\div 70$ °С) дистильованої води, витримують на водяній бані протягом 15 хв за температури $60\div 70$ °С. Після зняття з бані, розчин освітлюють. Для цього до нього додають по 15 см³ розчинів цинк сульфату та натрій гідроксиду. Вміст склянки охолоджують до кімнатної температури та кількісно переносять у вимірювальну колбу об'ємом 100 см³. Доводять до позначки дистильованою водою, перемішують, фільтрують через фільтр “синя стрічка”. Прозорий фільтрат вносять у поляриметричну трубку та роблять відлік за шкалою сахариметра. Показання шкали відповідають масовій частці сахарози в зразку.

Масову частку сахарози в досліджуваному зразку (ω , %) обчислюють за формулою:

$$\omega = 4 \cdot K \cdot \alpha,$$

де 4 – коефіцієнт перерахунку на стандартну наважку продукту (26,00 г); K – поправковий коефіцієнт, що враховує об'єм нерозчинної частини наважки; α – кут повороту площини поляризації, вимірний за шкалою поляриметра-сахариметра.

Поправка на об'єм нерозчинних речовин. Деякі харчові продукти містять відносно великі кількості нерозчинних у воді речовин. Під час розчинення таких продуктів у воді їх нерозчинна частина після коагуляції займає значний об'єм колби і, відповідно, на розчинну частину залишається не вся її місткість. Це призводить до необхідності введення поправкового коефіцієнту K на об'єм нерозчинних речовин. Коефіцієнт K залежить від місткості вимірювальної колби, взятої для аналізу, вмісту в зразку нерозчинних речовин та їх густини:

$$K = \frac{V_k - V}{V_k},$$

де V_k – об'єм вимірювальної колби, в якій розчиняли зразок, см³; V – об'єм нерозчинної частини зразка, см³.

Об'єм нерозчинної частини V розраховують за формулою:

$$V = \frac{m \cdot \omega_n}{100 \cdot \rho},$$

де m – наважка зразка, г; ω_n – вміст нерозчинних речовин у зразку, % (мас.); ρ – густина нерозчинної частини, кг/м³.

Нерозчинна частина шоколаду в середньому містить:

Білків	6,3 % (мас.)	$\rho=1,4 \cdot 10^3$ кг/м ³
Жирів	37,2 % (мас.)	$\rho=0,92 \cdot 10^3$ кг/м ³
Вуглеводів	6,7 % (мас.)	$\rho=1,6 \cdot 10^3$ кг/м ³

Вмістом інших нерозчинних компонентів нехтують. Об'єм осаду цинк гідроксиду, який утворюється при коагуляції нерозчинних речовин, не враховують.

Розраховують об'єм нерозчинної частини зразка досліджуваного шоколаду:

$$V = \frac{m \cdot 6,3}{100 \cdot 1,4} + \frac{m \cdot 37,2}{100 \cdot 0,92} + \frac{m \cdot 6,7}{100 \cdot 1,6},$$

де m – наважка зразка, г.

Значення V підставляють у рівняння для розрахунку поправкового коефіцієнту, який, в свою чергу, використовують при обчисленні вмісту сахарози в шоколаді.

Контрольні запитання та завдання

1. Що називають поляризованим світлом, площиною поляризації?
2. Оптична активність. Природа оптичної активності та приклади оптично-активних речовин.
3. Суть поляриметричного методу аналізу та його можливості.
4. Яке явище називають ефектом Фарадея?
5. Що таке дисперсія оптичного обертання?
6. Опишіть залежність оптичного обертання від довжини хвилі.
7. Що таке поляризатор та аналізатор?
8. Чим сахариметр відрізняється від поляриметра?
9. Що таке міжнародна цукрова шкала? У чому полягає зручність її використання?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.7.3
*Кількісне визначення сахарози
перманганатометричним методом*

Метод ґрунтується на визначенні маси цукру до інверсії (редукуючих цукрів) і після інверсії (суми інвертного цукру-сахарози і редукуючих цукрів) титриметричним методом. Масову частку відновленої сахарози визначають за об'ємом розчину калій перманганату, витраченого на титрування солі феруму (II) – продукту взаємодії солі Fe(III) і Cu(I) оксиду.

Мета роботи: засвоїти методику кількісного визначення сахарози титриметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: концентрат; терези лабораторні з межею зважування 200 г; водяна баня або термостат, що дозволяє підтримувати температуру 30÷80 °С; насос Комовського або масляний; бюретки об'ємом 25 см³ і 50 см³; ділильні лійки скляні; колби вимірювальні об'ємом 100, 250 і 1000 см³; колби з тубусом об'ємом 500 см³; колби конічні місткістю 250 см³; піпетки об'ємом 1, 5, 20 і 50 см³; термометр скляний з діапазоном вимірювання 0÷100 °С з ціною поділки 1 °С; лійка фільтруюча; циліндри вимірювальні об'ємом 10, 50 і 250 см³; секундомір або годинник; плитка електрична; хімічні склянки місткістю 25, 50 см³; крапельниця лабораторна скляна; фільтрувальний папір; індикаторний папір універсальний; амоній оксалат; розчини натрій гідроксиду з масовою концентрацією 100 і 200 г/дм³; калій перманганат; насичений на холоді розчин залізо-амонійних галунів; хлоридна кислота, розчини з $\rho=1,19$ г/см³ і $\rho=1,103$ г/см³; сульфатна кислота, $\rho=1,84$ г/см³; нітратна кислота, $\rho=1,41$ г/см³; метиловий червоний; розчин цинк сульфату з масовою концентрацією 300 г/дм³; розчин калій гексаціаноферату(II) $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ з масовою концентрацією 150 г/дм³; дистильована вода.

Приготування насиченого розчину залізо-амонійних галунів $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. До 250 см³ розчину залізо-амонійних галунів, насиченого на холоді, додають 25 см³ концентрованої сульфатної кислоти. Розчин перемішують, охолоджують, переносять у вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ і доводять дистильованою водою до позначки, перемішують.

Розчин не повинен містити іонів Fe^{2+} , присутність яких перевіряють додаванням до 20 см^3 розчину галунів 1÷2 краплі розчину калій перманганату (за повного окиснення солей Феруму(II) малиновий колір доданого окисника не повинен знебарвлюватись протягом 1 хв, в іншому випадку ще треба додавати по 1÷2 краплі розчину окисника).

Приготування розчину калій перманганату $KMnO_4$. Зважують $5\pm 0,0004$ г калій перманганату, розчиняють в 1 дм^3 попередньо прокип'яченої дистильованої води. Розчин переливають в склянку з темного скла і витримують не менше 8 діб (1 см^3 розчину відповідає 10 мг Купруму).

Для встановлення титру калій перманганату зважують $0,25\pm 0,0001$ г амоній або натрій оксалату, розчиняють в 100 см^3 дистильованої води в конічній колбі і додають 2 см^3 сульфатної кислоти. Розчин нагрівають на водяній бані до $85\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$, титрують розчином калій перманганату до появи малинового забарвлення.

Титр калій перманганату $T_{(KMnO_4)}$, виражають у мг Cu в 1 см^3 і обчислюють за формулою:

$$T_{KMnO_4 / Cu} = \frac{m \cdot K \cdot 1000}{V},$$

де m – маса наважки амоній або натрій оксалату, г; K – коефіцієнт перерахунку оксалатних солей на Купрум (для амоній оксалату $K=0,8942$; для натрій оксалату $K=0,9483$); V – об'єм розчину $KMnO_4$, що витратили на титрування, см^3 .

Приготування реактиву Фелінга (див. п. 11.1.2).

Приготування розчину HCl густиною $1,103\text{ г/см}^3$. У вимірювальну колбу об'ємом 100 см^3 переносять піпеткою $50,8\text{ см}^3$ розчину HCl з $\rho=1,190\text{ г/см}^3$ і доводять вміст колби дистильованою водою до позначки, перемішують.

Методика визначення

З проби концентрату в склянку об'ємом $25\div 50\text{ см}^3$ відбирають наважку масою $(1,5\div 10)\pm 0,01$ г з таким розрахунком, щоб масова частка цукру в отриманих розчинах була в межах $0,3\div 1,0\%$. Для продуктів, що містять сахарозу 30, 45, 64 % маса наважка повинна в середньому дорівнювати відповідно 2,5; 2,0; 1,3 г. Наважку, використовуючи 150 см^3 дистильованої води,

кількісно переносять у вимірювальну колбу об'ємом 250 см³, періодично збовтуючи, залишають на 1 год для переходу вуглеводів у розчин. Для освітлення розчину і звільнення від розчинних у воді компонентів, які заважають визначенню вуглеводів, у колбу додають розчин цинк сульфату (1 см³ – під час аналізу киселю, 3 см³ – у випадку напівфабрикатів з борошна, 2 см³ – для всіх видів концентратів). Обережно перемішують розчин, потім додають розчин калій гексаціаноферату (II) в тих самих об'ємах, що і розчин цинк сульфату. Вміст колби знову обережно перемішують і залишають на 5÷10 хв. Прозорість шару рідини над осадом свідчить про повноту осадження компонентів, які заважають визначенню вуглеводів. Якщо рідина залишається непрозорою, то додають ще по 1 см³ розчинів осаджувачів. Потім вміст колби доводять дистильованою водою до позначки, перемішують, фільтрують через складчастий фільтр у суху колбу. Цей фільтрат використовують для визначення вуглеводів.

Визначення вуглеводів до інверсії. У конічну колбу місткістю 250 см³ за допомогою піпетки вносять послідовно по 20 см³ розчину № 1 і розчину № 2 (див. п. 11.1.2 реактив Фелінга), перемішують. За допомогою піпетки в колбу вносять 20 см³ фільтрату, перемішують, нагрівають до кипіння і кип'ятять протягом 3 хв з моменту появи бульбашок. Закінчивши нагрівання, дають осісти осаду Cu₂O (рідина над осадом повинна бути світло-синього кольору). Гарячу рідину фільтрують через фільтруючу лійку зі скляним фільтром (попередньо наносять на нього дрібно-волоконистий азбестовий шар товщиною 1 см) стежачи, щоб осад не попадав на фільтр. Колбу і фільтр промивають кілька разів киплячою дистильованою водою до зникнення лужної реакції промивних вод. Осад Cu₂O повинен бути весь час покритий рідиною для усунення можливості реакції його з повітрям і переходу в CuO.

Колбу з тубусом звільняють від фільтрату і промивних вод, ретельно промивають спочатку водопровідною, а потім дистильованою водою. У колбу з осадом Cu₂O додають 20÷30 см³ розчину залізо-амонійних галунів, розчиняють осад. Отриманий розчин переносять на фільтр і збирають у колбі для відсмоктування. Після розчинення всього осаду колбу і фільтр

промивають кілька разів невеликими порціями дистильованої води. Вміст колби з тубусом титрують розчином калій перманганату до появи слабо-малинового забарвлення.

Масу вуглеводів до інверсії (m_1 , мг) обчислюють за формулою:

$$m_1 = 4,52 \cdot 10^{-4} \cdot m^2_{(\text{Cu})} + 4,81 \cdot 10^{-1} \cdot m_{(\text{Cu})}, \\ m_{(\text{Cu})} = T_{(\text{KMnO}_4)} \cdot V,$$

де $m_{(\text{Cu})}$ – маса Купруму, мг; $T_{(\text{KMnO}_4)}$ – титр розчину калій перманганату, виражений в мг Cu в 1 см³ розчину; V – об'єм розчину KMnO₄, що витратили на титрування, см³.

Визначення вуглеводів після інверсії. Підготовленого для аналізу фільтрату за допомогою піпетки переносять 50 см³ у вимірювальну колбу на 100 см³, додають 10 см³ хлоридної кислоти з $\rho = 1,103$ г/см³.

Колбу витримують у термостаті або на водяній бані за температури $62 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 10 хв. Потім вміст колби швидко охолоджують до кімнатної температури, нейтралізують розчином натрій гідроксиду з масовою концентрацією 100 г/дм³ за наявності індикатора метилового червоного до появи жовтого забарвлення, потім доводять об'єм розчину дистильованою водою до позначки. Розчин перемішують і відбирають для аналізу не більше 20 см³. При великому вмісті інвертного цукру в розчині відбирають для аналізу менший об'єм, який потім доводять до 20 см³ дистильованою водою.

Масу вуглеводів після інверсії (m_2 , мг) обчислюють за формулою:

$$m_2 = 5,20 \cdot 10^{-4} \cdot m^2_{(\text{Cu})} + 4,74 \cdot 10^{-1} \cdot m_{(\text{Cu})},$$

Масову частку вуглеводів до інверсії (X, %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_1 \cdot V_1}{m \cdot 100 \cdot 20} \cdot 100\%,$$

де m_1 – маса цукрів до інверсії, мг; V_1 – об'єм витяжки приготовленої з наважки, см³; m – маса наважки досліджуваного концентрату, мг; 20 – об'єм фільтрату взятий для визначення цукру, см³.

Масову частку вуглеводів після інверсії (X_1 , %) обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{m_2 \cdot V_1 \cdot V_2}{m \cdot 100 \cdot 50 \cdot V_3} \cdot 100\% ,$$

де m_2 – маса цукрів після інверсії, мг; V_2 – об'єм, до якого доведений розчин після інверсії, см³; V_3 – об'єм розчину взятий для аналізу після інверсії, см³; 50 – об'єм фільтрату взятий для проведення інверсії, см³.

Масову частку сахарози (S , %) обчислюють за формулою:

$$S = 0,95 \cdot (X - X_1),$$

де 0,95 – коефіцієнт перерахунку інвертного цукру на сахарозу; X – масова частка вуглеводів до інверсії, %; X_1 – масова частка вуглеводів після інверсії, %.

Контрольні запитання та завдання

1. Який процес називають інверсією цукрів?
2. Що таке інвертний цукор?
3. У чому полягає суть титриметричного методу аналізу?
4. Як встановити титр розчину калій перманганату?
5. Опишіть хід аналізу та наведіть формулу розрахунків визначення вуглеводів до інверсії.
6. Опишіть хід аналізу та наведіть формулу розрахунків визначення вуглеводів після інверсії.
7. Що таке титр за визначуваною речовиною? Наведіть приклади.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.7.4

Мікробіологічні показники цукристих кондитерських виробів

Мета роботи: визначити показник КМАФАнМ у цукристих кондитерських výroбах.

Матеріали, реактиви та обладнання: цукристи кондитерські вироби в асортименті; технічні ваги; колби вимірвальні об'ємом 100 см³; чашки Петрі; термостат; фізіологічний розчин; желатин; пектин; стерильний посуд для посіву; середовище МБА.

Методика визначення

Із запропонованих для аналізу цукристих кондитерських виробів готують середні проби як запропоновано в попередніх роботах. По 10 г кожної середньої проби переносять у вимірювальну колбу на 100 см³, доводять до позначки фізіологічним розчином, перемішують.

На стерильне поживне середовище, розлите у чашки Петрі, висівають по 1 см³ отриманої суспензії. Через 10 хв чашки накривають, перевертають вверх дном та підписують. Чашки Петрі із висіяними пробами поміщають у термостат за температури 37 °С, культивування проводять протягом 3 діб, після чого підраховують кількість колоній з розрахунку на 1 г продукту. Результати аналізу заносять у таблицю:

Найменування продукту	КМАФАнМ (КУО/г)	
	норматив	результат
Цукерки неглазуровані: помадні, молочні на основі праліне	5·10 ² 1·10 ⁴	
Цукерки глазуровані жировою глазур'ю	5·10 ³	
Цукерки глазуровані шоколадною кондитерською глазур'ю з корпусом: фруктовим, желейно-фруктовим лікерним, желейним кремовим грільяжним, марципановим на основі ядер горіхів, ягід, фруктів, сухофруктів	5·10 ³ 1·10 ⁴ 1·10 ³ 5·10 ² -	
Драже: фруктове, желейно-фруктове на основі заспиртованих ягід та фруктів	5·10 ³ 5·10 ²	
помадне, цукрове	1·10 ⁴	
Ірис (всіх назв)	1·10 ³	
Халва глазурована	1·10 ⁴	
Халва неглазурована	5·10 ⁴	
Мармелад	1·10 ³	

Порівнюючи отримані значення з нормативними показниками, роблять висновок про якість продукції.

Контрольні запитання та завдання

1. Укажіть мікроорганізми, що можуть міститися у цукрі.
2. Наведіть приклади мікроорганізмів, що зустрічаються у вершках.
3. Які мікроорганізми можуть бути в додатковій сировині для виробництва кондитерських виробів?
4. Перелічіть мікробіологічні показники, які визначають у готових кондитерських виробках.
5. Укажіть нормативні мікробіологічні показники якості цукристих кондитерських виробів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.7.5

Мікробіологічні показники борошняних кондитерських виробів

Мета роботи: визначити показник КМАФАнМ у борошняних кондитерських виробках.

Матеріали, реактиви та обладнання: борошняні кондитерські вироби в асортименті; технічні ваги; колби вимірювальні об'ємом 100 см³; чашки Петрі; термостат; фізіологічний розчин; стерильний посуд для посіву; середовище МБА.

Методика визначення

Готують наважки із середньої проби борошняних кондитерських виробів та розводять їх, як запропоновано в попередній роботі.

Проводять посіви отриманої суспензії на всі мікробіологічні показники. Посуд з висіяними пробами залишають у термостаті на 3 доби за температури 37 °С.

Підраховують кількість колоній, що вирости, з розрахунку на 1 г продукту.

Результати аналізу заносять у таблицю. Порівнюючи отримані значення з нормативними показниками, роблять висновок про якість продукції:

Найменування продукту	КМАФАнМ (КУО/г)	
	норматив	результат
Торти і тістечка з вершковим кремом	$5 \cdot 10^4$	
Торти і тістечка з заварним кремом	$1 \cdot 10^4$	
Торти глазуровані з маси праліне	$5 \cdot 10^4$	
Рулети бісквітні:		
вершкові	$5 \cdot 10^4$	
фруктові	$1 \cdot 10^4$	
Вафлі	$5 \cdot 10^3$	
Крекер	$5 \cdot 10^2$	
Кекси	$5 \cdot 10^3$	
Пряники:		
без начинки	$2,5 \cdot 10^3$	
з начинкою	$5 \cdot 10^3$	

Контрольні запитання та завдання

1. Які мікробіологічні показники визначають безпеку борошняних кондитерських виробів?
2. З якою метою визначають наявність золотистого стафілококу у борошняних кондитерських виробках?
3. Для чого визначають наявність дріжджів та пліснявих грибів у борошняних кондитерських виробках?
4. Укажіть можливі джерела мікробного забруднення кондитерських борошняних виробів.

3.8. М'ЯСО І М'ЯСНІ ПРОДУКТИ

М'ясо – один з найважливіших продуктів харчування людини. М'ясо і м'ясні продукти характеризуються високими смаковими властивостями та багатим хімічним складом, що робить їх, на відміну від інших груп харчових продуктів, такими, які практично не приїдаються.

М'ясо і м'ясні продукти – джерело жирів, комплексу вітамінів, повноцінних білків, мінеральних речовин. Особливе значення мають ці продукти як джерело легкозасвоюваного Феруму, адже засвоювання цього мікроелемента з інших продуктів тією чи іншою мірою проблемне.

Найбільш важлива складова частина м'яса – білки. Основна частка їх представлена незамінними амінокислотами, повноцінними легкозасвоюваними протеїнами, необхідними організму людини для побудови тканин. Білки виконують низку специфічних функцій, притаманних тільки живій матерії. Білкові речовини надають організмові властивість побудови структур субклітинних включень (рибосом, мітохондрій тощо), забезпечують обмін між організмом і навколишнім зовнішнім середовищем. Вони регулюють і координують різноманітні хімічні перетворення в організмі, які забезпечують функціонування його як єдиного цілого.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.1

Визначення масової частки вологи у м'ясі та м'ясних продуктах

Цей метод розповсюджується на м'ясо, включаючи м'ясо птиці та м'ясні продукти.

Визначення вмісту вологи висушуванням до постійної маси ґрунтується на виділенні гігроскопічної вологи з досліджуваного об'єкта за певної температури.

Висушування зразків, які схильні до спікання в щільну масу, проводять з прожареним піском, маса якого має бути в 2÷4 рази більшою від маси наважки. Пісок надає пробі пористості, збільшує поверхню випаровування, перешкоджає утворенню на поверхні скоринки, яка утруднює видалення вологи.

Мета роботи: засвоїти методику визначення масової частки вологи у м'ясі та м'ясних продуктах гравіметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: м'ясо і (чи) м'ясні продукти; гомогенізатор або м'ясорубка механічна чи електрична з решіткою, діаметр отворів якої не більше 4 мм; чашка плоскодонна (бюкс) скляна або металева (нікелева, алюмінієва, з нержавіючої сталі) діаметром не менше 60 мм і висотою ~25 мм; паличка скляна плоска з одного кінця, довжиною дещо більшою, ніж діаметр чашки; шафа сушильна електрична; ексікатор; терези аналітичні з похибкою зважування $\pm 0,0001$ г; очищений, оброблений кислотою пісок, який проходить через сито діаметром отворів 1,4 мм і залишається на ситі діаметром отворів 0,25 мм; розчин аргентум хлориду AgCl з масовою часткою 2,5 %; хлоридна кислота HCl ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$); дистильована вода.

Відбір і підготовка проб. Проба повинна бути без пошкоджень та можливих змін якості продукту під час транспортування або зберігання. Пробу зберігають за таких умов, щоб запобігти пошкодженням та зміні хімічного складу.

Відбирають пробу масою не менше 200 г, подрібнюють, пропускаючи двічі через м'ясорубку, перемішують. Температура проби не повинна бути більше 25 °С. Отриману однорідну масу зберігають до 24 год у повітряно-непроникному, герметично закритому посуді, не допускаючи пошкодження та зміни складу продукту.

Очищення піску: пісок промивають проточною водою, кип'ятять у розчині HCl ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$): $\text{H}_2\text{O} = 1:1$ протягом 30 хв при постійному перемішуванні. Кип'ятіння повторюють, використовуючи нові порції кислоти, поки вона після кип'ятіння не забарвлюватиметься у жовтий колір. Потім пісок промивають дистильованою водою до негативної реакції на хлорид-іони (реакція з AgNO_3), висушують за температури 150–160 °С у сушильній шафі. Зберігають у герметично закритому повітряно-непроникному посуді.

Методика визначення

У чашку помішають пісок масою в 3–4 рази більшою від маси наважки проби. Чашку, пісок і скляну паличку висушують

протягом 30 хв у сушильній шафі за температури 130 ± 2 °С, охолоджують в ексикаторі до кімнатної температури, зважують (m_0). З досліджуваної проби відбирають наважку масою $5 \pm 0,01$ г, поміщають у чашку й повторно зважують (m_1). Вміст чашки перемішують скляною паличкою. Потім чашку з вмістом і скляною паличкою витримують у сушильній шафі за температури 130 ± 2 °С протягом 2 год. Охолоджують в ексикаторі до кімнатної температури, зважують (m_2).

Примітка. Для кращого змішування проби з піском можна добавляти етиловий спирт. У цьому випадку перед висушуванням проби етиловий спирт необхідно обережно випарувати на водяній бані до зникнення його запаху.

Висушування, охолодження і зважування чашки повторюють, поки різниця між значеннями двох зважувань буде не більшою ніж 0,1 %.

Проводять два паралельні визначення за однакових умов.

Масову частку вологи (X, %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100\%$$

де m_0 – маса чашки (бюкса) з паличкою і піском, г; m_1 – маса чашки (бюкса) з наважкою проби, паличкою і піском перед висушуванням, г; m_2 – маса чашки (бюкса) з наважкою проби, паличкою і піском після висушування, г.

Контрольні запитання та завдання

1. Опишіть суть гравіметричного методу аналізу.
2. Що означає “довести бюкс (чашку) до сталої маси”? Як це виконують на практиці?
3. Охарактеризуйте основні операції методу відгонки в гравіметричному аналізі.
4. Опишіть методіку визначення масової частки вологи у м'ясі та м'ясних продуктах методом гравіметрії.
5. Назвіть переваги й недоліки гравіметричного методу.
6. Який посуд та обладнання використовують під час гравіметричного визначення жиру у м'ясі й м'ясних продуктах?
7. Які фактори спричиняють похибку визначення у гравіметричному методі аналізу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.2

Якісне та кількісне визначення вмісту амоніаку в м'ясі з використанням реактиву Несслера

Під час лабораторного дослідження м'яса встановлюють наявність або відсутність таких ознак гниття та псування: лужна або слаболужна реакція, наявність гідроген сульфідів та амоніаку, накопичення ферменту редуктази.

Інколи якісно наявність амоніаку визначають пробою Ебера, в основі якої лежить реакція амоніаку з хлоридною кислотою реактиву Ебера (1 частина 25 %-ного розчину хлоридної кислоти, 3 частини 96 %-ного етанолу, 1 частина етеру) з утворенням амоній хлориду, про що свідчить поява білого туману. Несвіже м'ясо дає яскраво виражену реакцію – білий туман тривалий час не зникає.

Амоніак у м'ясі визначають за допомогою реактиву Несслера (подвійна сіль калій тетраїодидмеркуріату $K_2[HgI_4]$, розчинена в розчині калій гідроксиду з масовою часткою 50 %). Водна витяжка м'яса, що містить амоніак і амонійні солі, при додаванні реактиву Несслера набуває жовтого забарвлення, а за великої кількості амоніаку утворюється червоно-бурий осад оксодимеркурамоній йодиду.

Мета роботи: засвоїти методику експертизи м'яса і м'ясних продуктів на вміст амоніаку за допомогою реактиву Несслера.

Матеріали, реактиви та обладнання: ваги технічні та аналітичні; колба об'ємом 200 см³; вимірювальний циліндр об'ємом 100 см³; колби вимірювальні об'ємом 1000 см³; 5 пронумерованих вимірювальних колб об'ємом 50 см³; градуйовані піпетки об'ємом 1, 5, 10 см³; лійка; обробна дошка; ніж; хімічна склянка; фільтрувальний папір; пробірки; розчин реактиву Несслера; амоній хлорид; дистильована вода.

Відбір проб. Для дослідження готують проби окремим шматком м'яса масою не менше 200 г, відібрані проти четвертого і п'ятого шийних хребців, у ділянці лопатки або стегна тварин. Кожний відібраний зразок упаковують у пергаментний папір, целюлозну плівку або харчову поліетиленову плівку та зазначають назву відібраної тканини.

Методика визначення

2.1. Якісний аналіз визначення амоніаку у м'ясі за допомогою реактиву Несслера

Для приготування екстракту досліджуваного м'яса зважують $10 \pm 0,1$ г проби, ріжуть на дрібні шматочки, поміщають у колбу, заливають 100 см^3 дистильованої води і настоюють протягом 15 хв, періодично перемішуючи суміш. Потім вміст колби фільтрують у хімічну склянку через складчастий паперовий фільтр. У пробірку піпеткою відбирають 1 см^3 відфільтрованого екстракту, додають краплинами розчин реактиву Несслера ($1 \div 10$ крапель), збовтуючи пробірку після додавання кожної краплі. Спостерігають за зміною забарвлення і ступеня прозорості екстракту. Результати порівнюють з даними таблиці і визначають якість досліджуваної проби м'яса.

Порівняльні якісні характеристики м'яса

Кількість краплин реактиву Несслера	Спостереження	Зміна зовнішнього вигляду екстракту	Якість м'яса
10	Через 10 хв прозорість зменшується, розчин не мутніє	Не мутніє, не жовтіє	Якісне (свіже)
6 і більше	Через 20 хв появляється слабкий осад	Мутніє, жовтіє	Сумнівної якості
$1 \div 2$	Після додавання 1-ої краплі спостерігається сильне пожовтіння, утворення осаду під час зберігання	Мутний, жовтий	Неякісне (несвіже)

2.2. Кількісний фотоколориметричний метод визначення амоніаку

Метод базується на утворенні комплексної сполуки оксодимеркурамоній йодиду червоно-бурого кольору, яка утворюється під час взаємодії іонів амонію або амоніаку з реактивом Несслера:



Чутливість методу – 0,05 мг/дм³, що значно нижча від ГДК амоніаку в продуктах харчування. Без розведення можна визначити не більше, ніж 4 мг/дм³ амоніаку в 1 дм³ розчину або водної витяжки.

Приготування стандартного розчину. Для приготування основного стандартного розчину (1 мг/см³) відбирають наважку амоній хлориду, яка містить 1,0000 г основної речовини – амоній-іона (NH₄⁺).

Розрахунок. Масу наважки (X, г) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{53,5 \cdot 1}{18} = 2,9722(\text{г})$$

де 53,5 – молярна маса NH₄Cl; 18 – маса амоній-іону NH₄⁺.

Наважку NH₄Cl масою 2,9722±0,0002 г кількісно переносять у вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ і доводять дистильованою водою до позначки (*основний стандартний розчин*, 1 мг/см³ іонів NH₄⁺), перемішують. Для приготування *робочого стандартного розчину* (10 мкг/см³ іонів NH₄⁺), за допомогою піпетки переносять 10 см³ основного розчину у вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ і доводять дистильованою водою до позначки, перемішують.

Побудова калібрувального графіка. У 5 пронумерованих вимірювальних колб об'ємом 50 см³ за допомогою піпетки вносять 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; і 4,0 см³ робочого стандартного розчину. В кожен додають 30÷40 см³ дистильованої води, 1 см³ розчину реактиву Несслера, доводять об'єм дистильованою водою до позначки, перемішують. Через 3 хв вимірюють оптичну густину розчинів за допомогою фотоколориметра з використанням синього світлофільтра (λ=400÷430 нм) у кюветі з товщиною поглинаючого шару 30 мм. За отриманими даними будують калібрувальний графік.

Визначення досліджуваного йона. У вимірювальну колбу об'ємом 50 см³ вносять точно виміряний об'єм водної витяжки досліджуваної проби (10 см³ або більше, залежно від концентрації NH₄⁺), додають 1 см³ розчину реактиву Несслера, через 3 хв вимірюють оптичну густину за тих же умов, що і під час побудови калібрувального графіка. Масу амоніаку у водній

витажці досліджуваної проби визначають, користуючись калібрувальним графіком.

Масову частку амонію (X , %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_1 \cdot 100 \cdot 50}{m \cdot 10^6 \cdot 10} \cdot 100\%,$$

де m – маса наважки продукту, г; m_1 – масова концентрація амоній-іонів, знайдена за калібрувальним графіком, мкг/см³; 10^6 – коефіцієнт переведу мкг в грами.

Контрольні запитання та завдання

1. Дайте визначення довжини хвилі, частоти, хвильового числа. Які одиниці їх вимірювання? Як пов'язані між собою ці величини?
2. Як залежить спектр поглинання розчиненої речовини від природи розчинника? Відповідь обґрунтуйте.
3. Електромагнітні хвилі якого діапазону називають видимим світлом?
4. У чому полягає різниця між фотоколориметричним і спектрофотометричним методами дослідження?
5. Охарактеризуйте принцип вибору світлофільтра.
6. Охарактеризуйте такі поняття: коефіцієнт пропускання, оптична густина, молярний коефіцієнт світлопоглинання.
7. Сформулюйте закон, який лежить в основі фотометричних методів аналізу.
8. Укажіть особливості визначення вмісту досліджуваної речовини методом калібрувального графіка.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.3

Бактеріоскопія м'яса

Мета роботи: підготувати фіксовані препарати м'яса та промікроскопіювати їх для встановлення характеру мікрофлори проб м'яса.

Матеріали, реактиви та обладнання: свіже та заморожене м'ясо; технічні ваги; стерильні інструменти (ножиці, пінцет, скальпель), посуд, предметне скло; ватні тампони; етанол; карболовий генціанвіолет; розчин Люголя; водний розчин

фуксину; спиртовий розчин кристалвіолету; стерильна дистильована вода.

Методика визначення

Тканини тіла здорових тварин, як правило, стерильні. На поверхню м'яса мікроорганізми потрапляють із навколишнього середовища під час розробки та зберігання туші. При порушенні режиму зберігання м'яса мікроорганізми інтенсивно розмножуються і проникають усередину тканини. М'ясо, отримане від хворих тварин, може містити умовно-патогенні та патогенні мікроорганізми.

Аналіз мазків-відбитків, виготовлених із різних ділянок м'яса, дозволяє орієнтовно судити про якісний склад мікрофлори та ступінь обсіменіння м'яса мікроорганізмами.

Проби м'яса для мікробіологічного дослідження відбирають згідно з вимогами ГОСТу 7269–79 “М'ясо. Методи відбору зразків та органолептичні методи визначення свіжості”. З кожної туші відбирають пробу масою 200 г (біля розрізу 4-го та 5-го шийних хребців, із м'язів у ділянці лопатки, з м'язів стегна в товстій частині). Із кожної проби готують не менше трьох мазків-відбитків: із поверхневого шару, з глибини 1÷2 см, з глибини 2÷2,5 см та 3÷3,5 см.

Щоб приготувати мазок-відбиток, із поверхневого шару стерильними ножицями вирізають шматочки м'яса (0,5÷1,0 г) і зрізом роблять відбитки на предметному склі. Якщо готують відбиток з глибоких шарів, то поверхню шматка м'яса попередньо стерилізують змоченим у спирті ватним тампоном. Потім стерильним скальпелем роблять розріз, розсувають краї пінцетом, вирізають ножицями шматочки тканини на потрібній глибині й роблять відбитки на предметному склі.

Мазки висушують на повітрі, фіксують, забарвлюють за Грамом і мікроскопують. У кожному мазку проглядають не менше 5 полів зору. У кожному полі звертають увагу на забарвлення бактерій, підраховують окремо коки та паличкоподібні форми, після чого визначають середньоарифметичну кількість в одному полі зору.

М'ясо за свіжістю поділяють на 3 категорії: 1 – свіже, 2 – м'ясо сумнівної свіжості, 3 – м'ясо несвіже. М'ясо “свіже” – у мазках з поверхні спостерігаються поодинокі коки, палички,

дріжджі, мікрофлора грампозитивна, в мазках з глибоких шарів мікроорганізми майже або зовсім не виявляються.

М'ясо “сумнівної свіжості” – у мазках з поверхневого шару виявляють декілька десятків мікроорганізмів, із глибинних шарів – не більше 20÷30 бактерій з перевагою коків. Мікрофлора грампозитивна та грамнегативна (на склі помітні сліди розпаду м'язової тканини).

М'ясо “несвіже” – в полі зору мазків з поверхневих та глибинних шарів спостерігається багато мікроорганізмів з перевагою грамнегативних паличок, кокові форми майже відсутні (на склі чітко простежуються сліди розкладеної тканини). Таке м'ясо не можна вживати.

Контрольні запитання та завдання

1. З якою метою проводять бактеріоскопію м'яса?
2. Опишіть послідовність приготування фіксованого препарату з різних видів м'яса.
3. Які мікроорганізми зустрічаються у відбитках з глибоких шарів м'яса здорових тварин?
4. Укажіть мікроорганізми, які можуть зустрічатися у мазках, зроблених з м'яса хворих тварин.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.4

Аналіз обсіменіння м'яса токсичними мікроорганізмами

Мета роботи: визначити показник загального обсіменіння м'яса за кольоровою реакцією.

Матеріали, реактиви та обладнання: свіже та заморожене м'ясо; технічні ваги; стерильні інструменти та посуд; фарфорові ступки; термостійкі колби; фільтрувальний папір; мікропіпетка; лійки; пробірки; фізіологічний розчин; 0,1 %-ний розчин NaOH; 1 %-ний розчин $KMnO_4$; 0,5 %-ний розчин $AgNO_3$; 5 %-ний розчин оксалатної кислоти; 1%-ний спиртовий розчин крезилблау; 40 %-ний розчин HCl.

Методика визначення

Для виготовлення витяжки 1:1 пробу м'яса звільняють від жиру та сполучної тканини і зважують 10 г. Потім наважку поміщають у ступку. Старанно подрібнюють зігнутими

ножицями, приливають 10 см³ фізіологічного розчину і 10 крапель водного 0,1 %-ного розчину NaOH. М'ясо розтирають товчачиком. Одержану масу переносять за допомогою скляної палички у колбу і нагрівають до кипіння для осадження білків. Колбу охолоджують холодною водою під краном, після чого її вміст нейтралізують додаванням п'яти крапель 5 %-го розчину оксалатної кислоти, відфільтровують. Якщо витяжка після фільтрування залишається мутною, її фільтрують повторно.

Для проведення кольорової реакції у пробірку наливають 2 см³ витяжки досліджуваного м'яса і додають до неї реактиви у такій послідовності: одну краплю 1 %-го спиртового розчину крезилблау, три краплі 0,5 %-ного розчину аргентум нітрату й одну краплю 40 %-го розчину хлоридної кислоти. Потім пробірку добре струшують і з мікропіпетки додають 0,15 см³ 1 %-ного розчину калій перманганату, знову струшують. Для контролю у іншу пробірку відбирають 2 см³ витяжки з м'яса здорової тварини і додають реактиви у таких же кількостях і в такій самій послідовності.

Реакцію читають на білому тлі відразу і через 10÷15 хв. Другий результат вважають остаточним.

За наявності мікробів чи їх токсинів колір витяжки залишається синім або зеленим; за відсутності мікробних токсинів витяжка забарвлюється у рожево-червоний або червоно-бурий колір. При незначній кількості мікробних токсинів витяжка стає фіолетовою або знебарвлюється, але через 10÷15 хв колір її знову відновлюється.

Отримані результати аналізують та роблять висновок про якість досліджуваної продукції.

Контрольні запитання та завдання

1. Поясніть принцип методу визначення загального обсіменіння м'яса за кольоровою реакцією окиснення.
2. Опишіть процес пробопідготовки для аналізу загального обсіменіння м'яса.
3. Як інтерпретують результати кольорової реакції окиснення?
4. Які мікробіологічні показники визначають у свіжому та замороженому м'ясі?
5. Як процес заморозки впливає на обсіменіння м'яса тварин?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.5

Визначення нітрит-іонів у м'ясних продуктах

Визначення вмісту нітрит-іонів проводять за допомогою фотоелектроколориметра КФК-2, використовуючи реактив Грісса (суміш α -нафтиламіну і сульфанілової кислоти) методом калібрувального графіка. Така методика визначення розповсюджується на м'ясні продукти всіх видів, під час виготовлення яких використовують харчові добавки – натрій або калій нітриту, а також розсоли.

Мета роботи: засвоїти методику визначення нітрит-іонів у м'ясних продуктах фотоколориметричним методом.

Матеріали, реактиви та обладнання: м'ясні вироби; побутова чи електрична м'ясорубка з діаметром отворів решітки 3÷4 мм; терези лабораторні загального призначення з найбільшою межею зважування 200 г; водяна баня; колби вимірювальні об'ємом 100, 200 см³; колби конічні; лійки; вимірювальні циліндри; склянки; скляна паличка; фільтр беззолний; вата медична; фотоелектроколориметр КФК-2; піпетки; розчин ацетатної кислоти з концентрацією 2 моль/дм³; натрій нітрит; хлоридна кислота густиною 1,19 г/см³; розчин хлоридної кислоти з концентрацією 0,1 моль/дм³; розчин амоніаку з концентрацією 3 моль/дм³; сульфанілова кислота безводна; α -нафтиламін; розчин натрій гідроксиду з концентрацією 0,1 моль/дм³; розчин цинк сульфату з масовим вмістом 4,5 г/дм³; пил цинковий; дистильована вода.

Відбір і підготовка проб. Із ковбасних виробів знімають оболонку; з фаршированих ковбас і язиків у шпиках – поверхневий шар шпика і оболонку; з окороків, лопаток, рулетів, корейки, грудинки – поверхневий шар шпика; зразки двічі пропускають через м'ясорубку з отворами решітки 3÷4 мм. Продукти, до складу яких входить шпик з проміжними шарами м'язової тканини (пресований бекон і аналогічні їм) подрібнюють повністю. Одержаний фарш ретельно перемішують, поміщають у скляну або пластмасову банку об'ємом 200÷400 см³, заповнюють її і накривають кришкою. Пробу зберігають за температури 4±2°C до закінчення аналізу.

Аналіз проводять не пізніше, ніж через 24 год після відбору проб. Аналіз сирих зразків проводять одразу після подрібнення.

Розчини для фотокolorиметричного визначення

Розчин 1. Сульфанілову кислоту масою 0,5 г розчиняють у 150 см³ розчину ацетатної кислоти з концентрацією 2 моль/дм³.

Розчин 2. Наважку масою 0,2 г α -нафтиламіну кип'ятять з 20 см³ дистильованої води, фільтрують і до фільтрату додають 180 см³ розчину ацетатної кислоти з концентрацією 2 моль/дм³. Розчин 2 зберігають у темному скляному посуді.

Реактив Грісса. Змішують рівні об'єми розчинів 1 і 2. За появи малинового забарвлення під час змішування розчинів додають цинковий пил, перемішують, фільтрують. Реактив Грісса готують безпосередньо перед проведенням визначення вмісту нітрит-іонів.

Стандартний розчин натрій нітрити. Для приготування основного розчину відбирають наважку натрій нітрити, яка містить 1,0000 г основної речовини – нітрит-іонів (NO₂⁻).

Розрахунок. При використанні натрій нітрити, масу наважки (X, г) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{69 \cdot 1}{46} = 1,5(\text{г})$$

де 69 – молярна маса NaNO₂, 46 – маса нітрит-іону NO₂⁻.

Наважку NaNO₂ масою 1,5±0,0002 г кількісно переносять у вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ і доводять дистильованою водою до позначки (*основний розчин*, 1 мг/см³ іонів NO₂⁻), ретельно перемішують. Для приготування *робочого розчину* (10 мкг/см³ іонів NO₂⁻) за допомогою піпетки переносять 10 см³ основного розчину у вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ і доводять дистильованою водою до позначки, перемішують.

Методика визначення

Побудова калібрувального графіка. У 6 пронумерованих вимірювальних колб об'ємом 100 см³ піпеткою вносять робочий розчин: 0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 см³, що відповідає 0, 10, 20, 40, 60 і 80 мкг нітрит-іонів. У першу колбу робочий розчин не вносять, використовуючи її як контрольну.

У кожному колбу додають по 5 см^3 розчину амоніаку та по 10 см^3 розчину хлоридної кислоти. Вміст колб доводять дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують. У конічні колби об'ємом 100 см^3 піпеткою вносять по 15 см^3 приготовлених розчинів та по 15 см^3 реактиву Грісса. Витримують 15 хв. За допомогою фотоелектроколориметра з використанням зеленого світлофільтра ($\lambda=500\div 560\text{ нм}$) у кюветі з товщиною поглинаючого шару 20 мм вимірюють оптичну густину розчинів відносно нульового розчину.

За отриманими даними будують калібрувальний графік. На осі абсцис відкладають масову концентрацію натрій нітрити, мкг/см^3 , на осі ординат – відповідні значення оптичної густини. Графік являє собою пряму, що виходить з початку координат.

Визначення досліджуваного йона. Зважують підготовлену до аналізу пробу масою $20\pm 0,01\text{ г}$ і поміщають у хімічну склянку. Заливають $35\div 40\text{ см}^3$ дистильованої води, нагрітої до $55\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$. Періодично перемішуючи, витримують протягом 10 хв. Фільтрують через ватний фільтр у вимірювальну колбу об'ємом 200 см^3 , зливаючи по скляній паличці верхній шар рідини. Наважку кілька разів промивають дистильованою водою, переносять на фільтр і знову промивають. Потім вміст колби охолоджують і доводять дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують.

Для приготування витяжки сировокчених продуктів із свинини, баранини, яловичини й сировокчених ковбас наважку 20 г заливають 200 см^3 попередньо нагрітої до $55\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ дистильованої води, витримують 30 хв, періодично перемішуючи. Потім фільтрують через ватний фільтр, не переносячи осад на фільтр.

Фільтрат об'ємом 20 см^3 поміщають у вимірювальну колбу об'ємом 100 см^3 , додають 10 см^3 розчину натрій гідроксиду і 40 см^3 розчину цинк сульфату для осадження білків. Суміш у колбі нагрівають 7 хв на киплячій водянній бані, після чого охолоджують, доводять до позначки дистильованою водою, перемішують і фільтрують через беззольний паперовий фільтр. Паралельно аналогічно проводять контрольний аналіз на реактиви, поміщаючи в колбу об'ємом 100 см^3 замість 20 см^3 водного витягу 20 см^3 дистильованої води.

У конічну колбу об'ємом 100 см³ піпеткою вносять 5 см³ прозорого фільтрату, одержаного після осадження білків, 1 см³ розчину амоніаку, 2 см³ розчину хлоридної кислоти, 2 см³ дистильованої води і, для підсилення забарвлення, 5 см³ порівняльного розчину натрій нітриту, що містить 1 мкг/см³ іонів NO₂⁻. Потім у колбу додають 15 см³ реактиву Грісса і через 15 хв за допомогою фотоелектроколориметра з використанням зеленого світлофільтра (λ=500÷560 нм) у кюветі з товщиною поглинаючого шару 20 мм вимірюють оптичну густину розчинів відносно розчину порівняння.

Масову частку нітрит-іонів (X, %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_1 \cdot 200 \cdot 100 \cdot 30}{m \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 5} \cdot 100\%,$$

де m_1 – масова концентрація нітрит-іонів, знайдена за калібрувальним графіком, мкг/см³; m – маса наважки продукту, г; 10^6 – коефіцієнт переведення мкг у грами.

Відносна похибка результату не повинна бути більше 2 %.

Контрольні запитання та завдання

1. На чому базується фотометричний метод аналізу?
2. Які оптичні явища відбуваються під час проходження світла через забарвлений розчин?
3. Що таке спектр поглинання?
4. Опишіть принцип вибору кювети.
5. Опишіть принцип вибору світлофільтра.
6. Сформулюйте закон Бугера-Ламберта-Бера й охарактеризуйте величини, що входять до нього.
7. Назвіть основні причини відхилення від основного закону світлопоглинання.
8. Які умови побудови калібрувального графіка?
9. Сформулюйте особливості визначення концентрації нітрит-іонів у м'ясних продуктах методом калібрувального графіка.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.6 *Бактеріологічне дослідження ковбас*

Бактеріологічне дослідження ковбас передбачає визначення загальної кількості мікробів і присутності бактерій групи кишкової палички, протея, сальмонел, кокової групи та анаеробів.

Бактеріологічне дослідження готових ковбасних виробів проводять згідно з ГОСТ 9958-81.

Мета роботи: визначити показник кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у ковбасних виробках.

Матеріали, реактиви та обладнання: асортимент ковбасних виробів; технічні ваги; стерильні інструменти та посуд для посіву (чашки Петрі); лупа; стерильний фізіологічний розчин; середовище МБА; етанол.

Методика визначення

Для визначення загальної кількості мікробів у готовому продукті, виявлення аеробів і анаеробів, з нього готують вихідний матеріал для висівів на живильні середовища. Проби вихідного матеріалу відбирають якомога з більшої площі продукту, враховуючи, що мікроби розвиваються у ковбасних виробках нерівномірно. З цією метою, після зовнішньої обробки спиртом і фламбування, батон разової проби розрізають вздовж на дві половини і роблять зіскоб фаршу з-під оболонки і центральної частини масою близько 20 г. Наважку ковбаси, дотримуючись правил асептики і антисептики, гомогенізують у ступці, додаючи 80 см³ стерильного фізіологічного розчину. Отриманий вихідний матеріал служить для подальших мікробіологічних досліджень.

Із виробів без оболонки і копченостей проби для одержання висівного матеріалу, після обробки поверхні як вказано вище, беруть з глибини продукту по 2÷3 шматочки з різних місць, потім наважку масою 20 г обробляють аналогічно.

Для визначення загальної кількості мікробів у продукті відбирають мікропіпеткою 0,1 см³ вихідного матеріалу з верхнього шару після 15-хвилинного відстоювання, виливають на середину стерильної чашки Петрі і заливають 12÷15 см³

оохолодженого до 45÷50 °С м'ясопептонного агару, який круговими рухами рівномірно розподіляють по всій поверхні. Чашку догори дном поміщують у термостат за температури 37 °С. Через 48 год, користуючись лупою, підраховують загальну кількість колоній на поверхні середовища та в глибині агару. Одержану кількість множать на ступінь розведення досліджуваного матеріалу (10x100) і ділять на масу наважки. Визначення загальної кількості мікробів у ковбасних виробах є додатковим методом встановлення їх свіжості. Наявність понад 1,5 млн. мікробів у 1 г продукту свідчить про його псування.

Результати аналізу заносять у таблицю. Порівнюючи отримані значення з нормативними показниками, роблять висновок про якість продукції:

Найменування продукту	КМАФАнМ (КУО/г)	
	норматив	результат
Варені ковбаси I та II гатунку, сосиски, сардельки, хлібці	$1 \cdot 10^3$	
Ковбаси смажені	$5 \cdot 10^2$	
Ковбаси кров'яні	$2 \cdot 10^3$	
Ковбаса ліверна вищого і першого гатунку	$2 \cdot 10^3$	
Варено-копчені ковбаси вищого та першого гатунку	$1 \cdot 10^3$	
Варено-копчені ковбаси II гатунку	$2,5 \cdot 10^3$	
Варено-копчені ковбаси III гатунку	$5 \cdot 10^3$	

Контрольні запитання та завдання

1. У чому полягає з мікробіологічного погляду особливості одержання сирокочених ковбас?
2. Які мікроорганізми не гинуть під час виробництва варено-копчених ковбас?
3. Які особливості мікрофлори ліверних та кров'яних ковбас?
4. Назвіть нормативні показники КМАФАнМ для різних видів ковбас.
5. Укажіть критерії мікробіологічної безпеки сирокочених та варено-копчених ковбас.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.7

Визначення натрій хлориду в м'ясних виробих

Методика розповсюджується на фаршировані, варені, напівкопчені, сирокоччені, ліверні, кров'яні ковбаси, м'ясні хлібці, сосиски, сардельки, паштети, зельці, студні, продукти зі свинини, баранини, яловичини (варені, варено-копчені, копчено-запечені, запечені, смажені й солоні), бекон солоний.

Визначення натрій хлориду проводять методом Мора або методом Фольгарда. За методом Мора проводять визначення хлорид-іонів титруванням водного витягу досліджуваного продукту розчином AgNO_3 у нейтральному середовищі за наявності індикатора калій хромату K_2CrO_4 .

Мета роботи: засвоїти методику визначення натрій хлориду у м'ясних продуктах методом Мора.

Матеріали, реактиви та обладнання: м'ясні вироби; побутова чи електрична м'ясорубка; водяна баня; терези лабораторні загального призначення з найбільшою межею зважування 500 г та похибкою зважування $\pm 0,01$ г; бюретка; вимірювальний циліндр; крапельниця; термометр; піпетки; колби конічні; колби вимірювальні об'ємом 1 дм^3 ; хімічні склянки; фільтрувальний папір; вода дистильована; розчин аргентум нітрату AgNO_3 з концентрацією $0,05 \text{ моль/дм}^3$; розчин калій хромату K_2CrO_4 з масовим вмістом 100 г/дм^3 .

Відбір і підготовка проб. Під час підготовки проб до аналізу ковбасні вироби звільняють від оболонки, а зі солоного бекону і продуктів із свинини, вироблених зі шкірою, знімають шкіру. Зразки двічі подрібнюють через м'ясорубку з діаметром отворів решітки $3\div 4,5$ мм, ретельно перемішують.

Пробу сирокоччених ковбас двічі подрібнюють через м'ясорубку з діаметром отворів решітки $3\div 4,5$ мм або нарізають гострим ножом на кругові шматки товщиною не більше 1 мм, потім – на смужки так, щоб розміри шматків не перевищували 1 мм, ретельно перемішують. Зразки паштетів, студнів, зельців подрібнюють через м'ясорубку один раз, ретельно перемішують.

Подрібнену пробу поміщають у скляну банку з притертою пробкою і зберігають на холоді до завершення досліджень.

Методика визначення

У хімічній склянці зважують $5 \pm 0,01$ г подрібненої усередненої проби досліджуваного продукту й додають 100 см^3 дистильованої води. Періодично перемішуючи скляною паличкою, настоюють 40 хв. Потім водний витяг фільтрують через паперовий фільтр. У конічну колбу за допомогою піпетки переносять 10 см^3 отриманого фільтрату і титрують розчином AgNO_3 з концентрацією $0,05 \text{ моль/дм}^3$ за наявності індикатора калій хромату ($0,5 \text{ см}^3$ розчину) до появи оранжевого забарвлення.

Наважку напівкопчених, варено-копчених, копчених ковбас, солоного бекону, продуктів зі свинини, баранини та яловичини (сирокопчених, копчено-варених, копчено-запечених, запечених, смажених) у хімічній термостійкій склянці нагрівають на водяній бані до $40 \text{ }^\circ\text{C}$, витримують за цієї температури протягом 45 хв, періодично перемішуючи скляною паличкою. Фільтрують через паперовий фільтр. Охолоджений до кімнатної температури фільтрат об'ємом 10 см^3 титрують розчином AgNO_3 з концентрацією $0,05 \text{ моль/дм}^3$ за наявності індикатора калій хромату ($0,5 \text{ см}^3$ розчину) до появи оранжевого забарвлення.

Масову частку натрій хлориду ($X, \%$) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{0,00292 \cdot K \cdot V \cdot 100}{V_1 \cdot m} \cdot 100\%,$$

де $0,00292$ – кількість NaCl , еквівалентна 1 см^3 розчину AgNO_3 з концентрацією $0,05 \text{ моль/дм}^3$, г; K – поправковий коефіцієнт до концентрації $0,05 \text{ моль/дм}^3$ розчину AgNO_3 ; V – об'єм розчину AgNO_3 з концентрацією $0,05 \text{ моль/дм}^3$, який витрачено на титрування, см^3 ; V_1 – об'єм водного витягу, взятого для титрування, см^3 ; m – наважка проби, г.

Розбіжність між результатами паралельних визначень не повинна перевищувати $0,1 \%$. За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень.

Контрольні запитання та завдання

1. У чому полягає суть методу осадження?
2. Які титриметричні методи визначення натрій хлориду в розчинах ви знаєте?
3. Які речовини можна визначати аргентометричним титруванням?
4. Назвіть робочий розчин аргентометрії. Опишіть методику його приготування.
5. Який індикатор використовують у методі Мора? Поясніть принцип його дії.
6. Наведіть та поясніть формулу, за якою проводять обчислення масової частки натрій хлориду в м'ясних виробках.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.8

Визначення жиру у м'ясі та м'ясних продуктах

Методика експресного визначення жиру розповсюджується на м'ясо і м'ясні продукти (крім м'ясних консервів) з використанням екстракційного апарату Сокслета.

Метод ґрунтується на вилученні загального жиру, який міститься в м'ясі й м'ясних продуктах сумішшю хлороформу й етанолу за допомогою фільтруючої ділильної лійки.

Кількісне вилучення жиру визначають шляхом зважування.

Мета роботи: засвоїти методику визначення жиру у м'ясі та м'ясних продуктах гравіметрично методом виділення.

Матеріали, реактиви та обладнання: м'ясо і (чи) м'ясні продукти; побутова чи електрична м'ясорубка з отворами решітки діаметром 3÷4 мм; терези лабораторні загального призначення з найбільшою межею зважування 200 г і допустимою похибкою зважування $\pm 0,001$ г; шафа сушильна лабораторна; водяна баня; штатив хімічний; хімічні склянки типу СВ-14/8; бюкси металічні діаметром 50 мм, висотою 25÷35 мм; ексикатор; лійка ділильна з шліфом і з впаємим скляним фільтром; приймач скляний з краном і зі шліфом діаметром, що відповідає діаметру ділильної лійки; насос водоструминний; колби вимірювальні місткістю 50 см³; піпетки;

вимірювальний циліндр; спирт етиловий ректифікований; хлороформ; кальцій хлорид безводний.

Відбір і підготовка проб. Проби м'яса і м'ясних продуктів двічі подрібнюють через побутову чи електричну м'ясорубку, ретельно перемішують. Проби ковбас нарізають гострим ножом на кругові шматки товщиною не більше 1 мм, після чого їх ріжуть на смужки розміром частин проби не більше 1 мм, потім ретельно перемішують.

Підготовлену для аналізу пробу поміщають у скляну банку об'ємом 200 см³, заповнюють її повністю і накривають кришкою. Зберігають за температури 4±1 °С до завершення аналізу.

Термін зберігання проби – не більше 24 год.

Методика визначення

Наважку продукту масою 2±0,2 г зважують на терезах у хімічній склянці чи бюксі. Кількісно переносять у фільтруючу ділительну лійку, наливають 20 см³ екстракційної суміші хлороформу й етилового спирту (у співвідношенні 2:1). Екстракцію проводять, збовтуючи лійку протягом 2 хв (приблизно 75÷80 струшувань).

Якщо жир визначають у напівкопчених, варено-копчених, сирокочених ковбасах, то перед проведенням екстракції наважку витримують у екстракційній суміші протягом 5 хв. За допомогою насоса отриманий екстракт переносять у приймач ділительної лійки, а з нього – у вимірювальну колбу.

Аналогічно проводять екстракцію ще двічі, додаючи по 10 см³ екстракційної суміші. Після третьої екстракції, лійку і приймач споліскують 5 см³ екстракційної суміші. Всі екстракти та промивну рідину збирають у вимірювальну колбу, доводять до позначки екстракційною сумішшю, перемішують. Відбирають піпеткою 20 см³ екстракту, переносять у попередньо висушений і зважений бюкс. Для видалення компонентів екстракційної суміші бюкс нагрівають на водяній бані до зникнення запаху хлороформу й етилового спирту.

Після відгонки екстракційної суміші бюкс з жиром висушують за температури 103±2 °С у сушильній шафі протягом 10 хв, охолоджують в ексікаторі над безводним

кальцій хлоридом до кімнатної температури, зважують до постійної маси.

Визначення неліпідних домішок. У бюкс з висушеною наважкою жиру піпеткою вносять 10 см³ хлороформу і не менше ніж через 5 хв хлороформний розчин зливають. Розчинення ліпідів повторюють аналогічно ще двічі.

Потім бюкс поміщають у сушильну шафу, висушують протягом 5 хв за температури 103±2 °С. Охолоджують в екзикаторі над безводним кальцій хлоридом до кімнатної температури, зважують до постійної маси.

Масову частку жиру (X, %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 50}{m \cdot 20} \cdot 100\%,$$

де m_1 – маса бюкса з жиром, г; m_2 – маса бюкса з неліпідною фракцією, г; 50 – загальний об'єм екстракту, см³; m – маса наважки, г; 20 – об'єм екстракту, відібраний для висушування, см³.

Обчислення проводять з похибкою ±0,1 %. За кінцевий результат аналізу приймають середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень, розбіжність між якими не більша ніж 0,5 %.

Контрольні запитання та завдання

1. Які методи гравіметричного аналізу ви знаєте?
2. Охарактеризуйте операції методу виділення у гравіметричному аналізі.
3. Яким вимогам повинна відповідати екстракційна суміш?
4. Опишіть методику визначення масової частки жиру в м'ясі та м'ясних продуктах методом гравіметрії.
5. З якою точністю проводять зважування на технохімічних та аналітичних терезах?
6. Що означає вислів “аретирування терезів”?
7. Який посуд та обладнання використовують під час гравіметричного визначення жиру в м'ясі й м'ясних продуктах?
8. Як проводять визначення неліпідних домішок?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.8.9

Аналіз характеру мікрофлори різних видів ковбас

Мета роботи: визначити показник кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у ковбасних виробках.

Матеріали, реактиви та обладнання: асортимент ковбасних виробів; стерильний посуд для посіву; середовища МПА, Ендо, Кітт-Тароцці.

Методика визначення

Для встановлення характеру мікрофлори 0,1 см³ підготовленого до висівів вихідного матеріалу (див. ЛР 12.6) наносять на поверхню м'ясопептонного агару і середовища Ендо, рівномірно розподіливши його стерильним шпателем по всій поверхні. Після добового термостатування у засіяних чашках вивчають морфологію колоній, а з підозрілих на кишкову паличку або сальмонели готують мазки, фарбують за Грамом і мікроскопують. За необхідності з підозрілих колоній роблять пересіви на середовища нагромадження, інкубують їх, а потім типізують за біохімічними та серологічними властивостями.

Для визначення присутності протeya 0,1 см³ посівного матеріалу вносять у конденсаційну воду скошеного м'ясопептонного агару за Шукевичем, термостатують 18÷24 год і вивчають одержану культуру.

Для виявлення анаеробів вносять 2÷3 см³ вихідного матеріалу в дві пробірки з середовищем Кітт-Тароцці. Одну з них прогривають за температури 80 °С, а потім обидві пробірки поміщають у термостат. Через 5÷7 діб посіви розглядають. На ріст анаеробів вказує помутніння середовища і газоутворення у тій пробірці, яку не прогривали. У цьому випадку проводять мікроскопію і за необхідності – біопробу.

На основі виявлення характерного суцільного повзучого сірувато-білого росту колоній на всій поверхні МПА та наслідків мікроскопії з одержаної культури роблять висновки про наявність протейного мікроба. У готових ковбасах та копченостях за діючими правилами ветсанекспертизи не повинно бути патогенної та умовно-патогенної мікрофлори.

Виявлення кишкової палички і протея в глибоких шарах продукту вказує на порушення технології виготовлення, перш за все, температурного режиму. Наявність у ковбасних виробках кишкової палички свідчить про незадовільні санітарно-гігієнічні умови технологічного процесу і зобов'язує вжити термінові заходи щодо їх поліпшення.

При виявленні кишкової палички й протея, але при задовільних органолептичних показниках, варені й напівкопчені ковбаси направляють для переробки на нижчі гатунки ковбас, температурні режими яких гарантують знешкодження даних мікроорганізмів.

Сиров'ялені та сирокопчені вироби в аналогічному випадку додатково витримують 10÷12 діб у режимах кінцевої фази технології виробництва, а потім повторно досліджують у лабораторії на наявність вищезгаданої мікрофлори. При негативному результаті продукцію реалізують без обмежень, а при позитивному – переробляють на варені види ковбас.

При виявленні у ковбасних виробках аеробних сапрофітів (*B. subtilis*, *B. mezentericus*) або споруутворюючих непатогенних анаеробів (*B. putrificus*, *B. sporogenes* та ін.), але при задовільних органолептичних показниках, продукцію випускають у реалізацію без обмежень.

Контрольні запитання та завдання

1. Поясніть небезпеку виявлення показників бактерій групи кишкових паличок та інших патогенних мікроорганізмів у ковбасних виробках.
2. Укажіть нормативні показники для мікробіологічного аналізу різних видів ковбас.
3. Укажіть характерні особливості, які свідчать про наявність у сировині анаеробних мікроорганізмів.
4. Чи є перешкодою для реалізації ковбасних виробів виявлення у продукції аеробних сапрофітів і споруутворюючих непатогенних анаеробів?
5. Про що свідчить виявлення у досліджуваній м'ясній продукції бактерій групи кишкової палички?

3.9. ФРУКТОВО-ОВОЧЕВА ПРОДУКЦІЯ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.9.1

Методи визначення хвороб плодів та овочів

Мета роботи: ознайомитися з макроскопічним і мікроскопічним методами визначення хвороб плодів і овочів.

Матеріали, реактиви та обладнання: свіжі овочі та плоди; стерильний посуд; етанол; стерильні інструменти; карболовий генціанвіолет; розчин Люголя; водний розчин фуксину; спиртовий розчин кристалвіолету; стерильна дистильована вода.

Методика визначення

Вивчення захворювань свіжих плодів і овочів проводять макроскопічним і мікроскопічним методами.

Макроскопічні методи – зовнішній опис пошкоджень, які об'єднують у окремі типи: гниль, наліт, плямистість тощо.

Гниль характеризується мацерацією (розкладом) тканини і руйнуванням клітинних оболонок. Розклад за типом сухої гнилі характеризується перетворенням ураженої тканини в загнилу, але щільну, тверду й суху масу, яка пізніше зморщується і висихає. Суху гниль викликають частіше гриби. Прикладом може бути суха гниль картоплі. Мокру гниль викликають бактерії. При цьому тканини розм'якшуються, вкриваються слизом, набувають неприємного запаху.

Наліт розвивається на уражених органах плодів і овочів, складається з міцелію та органів спороношення грибів.

Плямистість викликається різними паразитами (бактеріями, грибами, вірусами). Плями відрізняються за формою, величиною, забарвленням і характером переходу від ураженої частини до здорової. Прикладами таких захворювань можуть бути фітофтороз помідорів і кокомікоз кісточкових.

Мікроскопічні методи. Перед мікроскопіюванням плоди і овочі обережно витирають чистою тканиною, уважно оглядають їх, із заражених ділянок беруть матеріал для дослідження. Гриби з частиною ураженої тканини переносять на предметне скло і готують препарат “роздавлена крапля”. У разі необхідності препарати можна зафарбувати запропонованими барвниками. Після опису зовнішніх ознак пошкоджень і мікроскопічного

дослідження препаратів, користуючись визначником хвороб, встановлюють захворювання плодів і овочів та зарисовують типових представників.

Контрольні запитання та завдання

1. Опишіть зовнішні ознаки прояву хвороб коренеплодів овочів.
2. Укажіть зовнішні ознаки основних хвороб кісточкових плодів.
3. Назвіть збудників парші картоплі.
4. Які мікроорганізми викликають кільцеву гниль?
5. Які засоби застосовують для боротьби з хворобами овочів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.9.2

Кількісне атомно-абсорбційне визначення йонів Феруму у фруктових соках

Сполуки Феруму у фруктових соках можуть бути природного та техногенного походження. Останні можуть потрапляти в продукти з поверхні металевих подрібнювачів, пресів, ємностей для зберігання тощо. Підвищений вміст Феруму призводить до втрати соком органолептичних й споживчих властивостей.

Мета роботи: засвоїти методику атомно-абсорбційного аналізу визначення вмісту металів, зокрема Феруму у соках та інших напоях.

Матеріали, обладнання та реактиви: фруктові соки; фарфорова чашка місткістю 50 см³; вимірювальний циліндр об'ємом 100 см³; електроплитка з терморегулятором; ексікатор; хімічна склянка; лійки; нітратна кислота ($\rho=1,43$ г/см³); сульфатна кислота ($\rho=1,83$ г/см³); розчин нітратної кислоти HNO₃:H₂O=1:1; вимірювальні колби об'ємом 100 та 1000 см³; муфельна піч; атомно-абсорбційний спектрофотометр С-115 М1.

Методика визначення

Суть роботи – визначення вмісту йонів Феруму методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії після перетворення інгредієнтів соку у золу спалюванням.

Підготовка зразків соку до аналізу. Оскільки значна кількість Феруму в соках перебуває у вигляді органічних сполук, пряме атомно-абсорбційне визначення його вмісту неможливе. Для цього проводять попередню мінералізацію соку.

На електроплиті у фарфоровій чашці випаровують 100 см³ досліджуваного соку до утворення желеподібної консистенції. У чашку додавають 5 см³ концентрованої сульфатної кислоти, збільшують температуру, нагрівання продовжують до повного обвуглювання вмісту чашки. Потім чашку поміщають у муфельну піч, спалюють за температури 450÷500°C до утворення золи сірого або злегка кремового забарвлення. Чашку виймають, охолоджують в ексикаторі не менше 20 хв. Для розчинення золи додають 10 см³ розчину нітратної кислоти (1:1), вміст чашки кількісно переносять у вимірювальну колбу місткістю 100 см³. Об'єм розчину доводять дистильованою водою до позначки, ретельно перемішують.

Приготування стандартного розчину Феруму з концентрацією 1 мг/см³. На аналітичних терезах зважують 1,0000 г металічного Феруму, переносять у хімічну склянку і розчиняють у мінімальній кількості концентрованої нітратної кислоти. Після повного розчинення вміст склянки кількісно переносять у вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³, доводять дистильованою водою до позначки, перемішують.

Приготування робочого стандартного розчину Феруму з концентрацією 0,01 мг/см³. Розчин готують методом розведення. У вимірювальну колбу об'ємом 1000 см³ за допомогою піпетки вносять 10,00 см³ стандартного розчину, доводять до позначки дистильованою водою, перемішують.

Побудова калібрувального графіка. Готують серію стандартних розчинів. Для цього в 4 пронумеровані вимірювальні колби об'ємом 100 см³ за допомогою піпетки вносять 0, 1, 3 і 5 см³ робочого стандартного розчину, що містить 0,01 мг/см³ Феруму, доводять дистильованою водою до позначки, перемішують. Отримані розчини послідовно, у порядку зростання концентрацій, подають в атомізатор атомно-абсорбційного спектрофотометра, фіксують оптичні густини на

довжині поглинання атомів Феруму – 248,3 нм. За отриманими результатами будують графічну залежність $D=f(C)$.

Визначення вмісту Феруму. За тих же умов визначають оптичну густину приготовленого розчину з досліджуваного соку. Вимірювання проводять тричі. Знаходять середнє арифметичне значення оптичної густини і за калібрувальним графіком визначають вміст Феруму в розчині, що чисельно дорівнює концентрації Феруму в досліджуваному соці.

Контрольні запитання та завдання

1. У чому полягає суть атомно-абсорбційного аналізу?
2. Які фізичні і хімічні процеси відбуваються в полум'яному атомізаторі?
3. Охарактеризуйте основні типи джерел випромінювання в атомно-абсорбційній спектроскопії.
4. Які типи спектрофотометрів використовують в атомно-абсорбційному аналізі?
5. Які типи ламп використовують в атомно-абсорбційній спектроскопії?
6. Опишіть умови, за яких можливий атомно-абсорбційний аналіз (умови Уолша).
7. Назвіть елементи, які визначають атомно-абсорбційним методом у харчових продуктах, зокрема у фруктових соках.
8. Як проводять мінералізацію фруктового соку?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.9.3

Потенціометричне визначення вмісту нітратів у фруктово-овочевій продукції

Продукти харчування містять велику кількість біологічно-активних речовин (білків, жирів, вуглеводів), які характеризують харчову цінність продуктів, а також різних хімічних забруднювачів: токсичні елементи, нітрати, нітрити, N-нітрозосполуки, мікотоксини, пестициди.

Відомо, що нітрати характеризуються досить широким спектром токсичної дії, впливаючи на організм на різних біорівнях. Універсальність токсичної дії зумовлена дією вільних

радикалів NO[•]. Токсична дія нітратів полягає в гіпоксії (кисневому голодуванні тканини), що розвивається внаслідок порушення транспорту кисню крові, а також у пригніченні активності ферментних систем, які беруть участь у процесах тканинного дихання.

Для кількісного визначення нітрат-іонів використовують мембранний іон-селективний електрод кваліфікації ЭМ-NO₃-01 або інший у парі з хлор-срібним електродом порівняння. Чутливий елемент іон-селективного електроду – плівкова нітрат-селективна мембрана, яка складається з полівінілхлориду, диоктилфталату та нітрату тетраоктиламонію у співвідношенні 1:3:0,1.

Визначення нітратів проводять у присутності розчину алюмо-калієвих галунів з масовою часткою 1 %, що створює певну іонну силу розчину, яка мало залежить від солевмісту досліджуваного зразка. Нітрат-селективний електрод виявляє основну електродну функцію відносно нітрат-іонів з концентраціями у межах $1,0 \cdot 10^{-4} \div 1,0$ моль/дм³ або $6,2 \div 6,2 \cdot 10^4$ мг/дм³.

Мета роботи: визначити вміст нітратів у овочевій та фруктовій продукції методом потенціометрії з використанням нітрат-селективного електрода.

Матеріали, обладнання та реактиви: фрукти й (або) овочі; йономір И-160 М; аналітичні терези, $\Delta m < 0,15$ мг; вимірювальні колби об'ємом 50 і 100 см³; лійки; піпетки Мора об'ємом 10 см³; фільтрувальний папір; м'ясорубка або терка; розчин алюмо-калієвих галунів KAl(SO₄)₂·12H₂O з масовою часткою 1,0 %; суха сіль калій нітрату, кваліфікації ч.д.а.; дистильована вода.

Методика визначення

Перед визначенням нітрат-іонів у досліджуваному екстракті калібрують йономір, використовуючи стандартні розчини калій нітрату з концентраціями іонів NO₃⁻: $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³, $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³ та $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³.

Приготування стандартного розчину.

Спочатку готують основний стандартний розчин з концентрацією $C_{NO_3} = 1,0 \cdot 10^{-1}$ моль / дм³. Для цього розраховують масу наважки калій нітрату, яка містить 0,1 моль основної

речовини – нітрат-іонів NO_3^- , необхідну для приготування 100 см^3 розчину.

Масу наважки калій нітрату KNO_3 (X, г) обчислюють за формулою:

$$X = 101 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 0,1010(\pm),$$

де 101 – молярна маса KNO_3 ; 0,1 – кількість моль; 0,1 – коефіцієнт перерахунку ($100 \text{ см}^3 = 0,1 \text{ дм}^3$)

Наважку KNO_3 масою $0,1010 \pm 0,0002$ г зважують на аналітичних терезах, кількісно переносять у вимірювальну колбу об'ємом 100 см^3 , розчиняють у розчині алюмо-калієвих галунів з масовою часткою 1,0 %. Вміст колби цим же розчином галунів доводять до позначки, перемішують.

Робочі стандартні розчини готують методом розведення. Для приготування розчину з концентрацією $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/ дм^3 у вимірювальну колбу об'ємом 100 см^3 за допомогою піпетки вносять $10,00 \text{ см}^3$ основного стандартного розчину, доводять до позначки розчином алюмо-калієвих галунів, перемішують. Аналогічно готують розчин з концентрацією $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/ дм^3 методом розведення розчину з концентрацією $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/ дм^3 та розчин з концентрацією $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/ дм^3 методом розведення розчину з концентрацією $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/ дм^3 .

Калібрування приладу.

Нітрат-селективний та хлор-срібний електроди $3 \div 4$ хв витримують у дистильованій воді, висушують, промокнувши фільтрувальним папером, і занурюють у робочий стандартний розчин з концентрацією нітрат-іонів NO_3^- $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/ дм^3 . Значення потенціалу записують або заносять у пам'ять процесора. Виймають електроди, ретельно промивають у дистильованій воді, висушують і занурюють у наступний досліджуваний розчин з концентрацією $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/ дм^3 . Знову записують або заносять у пам'ять процесора значення потенціалу. Калібрування приладу вважають завершеним, коли значення потенціалу під час занурення електродів у робочий стандартний розчин з концентрацією NO_3^- іонів $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/ дм^3 не відрізняється від істинного не більше ніж на 5 %.

Приготування зразків овочів та фруктів для вимірювання. Проби рослинної продукції за допомогою м'ясорубки чи терки

подрібнюють до однорідної маси. У хімічній склянці на технічних терезах зважують $10 \pm 0,1$ г отриманої мезги, заливають 50 см^3 розчину алюмо-калієвих галунів з масовою часткою 1,0 % та залишають на 20 хв, час від часу перемішуючи суміш. Потім електроди занурюють у досліджуваний розчин і записують значення $pC_{NO_3^-}$. Вимірювання $pC_{NO_3^-}$ проводять тричі й розраховують середнє арифметичне значення.

Контрольні запитання та завдання

1. На чому базуються потенціометричні методи аналізу?
2. Напишіть рівняння Нернста, поясніть фізичний зміст величин, які до нього входять.
3. Які функції виконують індикаторні електроди?
4. Які типи індикаторних електродів ви знаєте?
5. Назвіть електроди I роду, наведіть приклади.
2. Назвіть електроди II роду, наведіть приклади.
3. Опишіть схему калібрування приладу йономіра И-160 М.
4. Опишіть особливості пробопідготовки та аналізу харчових продуктів методом іонометрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шатровський О.Г. Конспект лекцій з курсу “Мікробіологія” / О.Г. Шатровський. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 132 с.
2. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія : підруч. / Т.П. Пирог. – К. : НУХТ, 2004. – 472 с.
3. Мікробіологія м'яса та м'ясопродуктів (практикум) : навч. посібник / Власенко В.В., Скибіцький В.Г., Власенко І.Г. та ін. – Вінниця: Едель-вейс і К, 2008.–308 с.
4. Смоляр В.І. Гігієнічні аспекти біотехнології харчових продуктів / В.І. Смоляр, Г.І. Петрашенко // Проблеми харчування. – 2012. – № 1–2. – С. 50 – 56.
5. Закон України “Про безпечність та якість харчових продуктів” від 23.12.1997 р. (в редакції Закону від 06.09.2005 р.).
6. Закон України “Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів” від 19.07.2012 р. № 548.
7. Закон України “Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції” від 14.01.2001 р.
8. Циприяна В.І. Гігієна харчування з основами нутріціології / за ред. В.І. Циприяна. – К.: Здоров'я, 1999. – 577 с.
9. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот – К. : Логос, 2002. – 365 с.
10. Григірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: лаб. практикум / Н.М. Григірчак. – К. : НУХТ, 2009. – 302 с.
11. ДСТУ IDF 122С:2003. Молоко і молочні продукти. Готування проб і розведень для мікробіологічного дослідження. – К. : Держспоживстандарт, 2005.
12. ДСТУ IDF 73А:2003. Молоко і молочні продукти. Підрахування кількості коліформ. Метод підрахування колоній і метод визначення найімовірнішого числа (НІЧ) – К. : Держспоживстандарт, 2004.
13. ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові. Технічні умови – К. : Держспоживстандарт, 2010.

14. Олексієнко Н. Мікробіологічна безпека харчових продуктів / Н. Олексієнко, Н. Оболкіна, І. Сивний: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/>
15. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии (оптические методы анализа) / Я.И. Коренман. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1989. – 232 с.
16. Жванко Ю.И. Аналитическая химия и технокимический контроль в общественном питании / Ю.И. Жванко, Г.В. Панкратова, З.И. Мамедова. – М.: Химия, 1980. – 342 с.
17. Инихов Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – М.: Пищ. пром-ть, 1971. – 276 с.
18. Методы анализа пищевых продуктов / под. ред. Ю.А. Клячко. – М.: Наука, 1988. – 358 с.
19. Основи експертизи продовольчих товарів: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / В.Д. Малигіна, Л.Д. Титаренко, Л.В. Породіна та ін. – К.: Кондор, 2009. – 296 с.
20. Душейко В.А. Фізико-хімічні методи дослідження сировини і матеріалів: навч. посібник / В.А. Душейко. – К.: КНТЕУ, 2003. – 202 с.
21. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т.М. Димань, Т.Г. Мазур. – К. : Академія, 2011. – 520 с.
22. Нечае А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. –СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
23. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов / Я.И. Коренман, Р.П. Лисицкая. – Воронеж: Изд-во гос. технол. акад., 2002.–408 с.
24. Яшин Я.И. Анализ пищевых продуктов и напитков / Я.И. Яшин. – М.: Колос, 2006. – 67 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I. БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....	5
1.1. Пестициди	5
1.2. Генетично-модифіковані організми	9
Закладка не определена.	Ошибка!
1.2.1. Небезпеки ГМО.....	11
1.2.2. ГМО у харчових продуктах.....	14
1.3. Антибіотики.....	34
1.4. Токсини й мікотоксини.....	22
РОЗДІЛ II. МІКРОБІОЛОГІЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. 40	
2.1. Мікробіологічний аналіз харчових продуктів	40
2.1.1. Умови існування мікроорганізмів.....	34
2.1.2. Відбір проб для аналізу харчових продуктів.....	38
2.2. Мікробіологія молока та молочних продуктів	40
2.2.1. Мікробіологія молока.....	40
2.2.2. Мікробіологія кисломолочних продуктів.....	43
2.2.3. Мікрофлора масла вершкового коров'ячого та спредів	48
2.2.4. Мікрофлора маргарину та майонезу	49
2.2.5. Мікрофлора сирів.....	51
2.3. Мікробіологія хлібопекарської та кондитерської продукції.....	56
2.3.1. Мікробіологічні показники хлібопекарської продукції.....	56
2.3.2. Мікробіологія кондитерських виробів.....	59
2.4. Мікробіологія м'яса та виробів з м'яса.....	62
2.4.1. Мікробіологія свіжого та замороженого м'яса, напівфабрикатів та субпродуктів.....	62
2.4.2. Мікробіологія копчених і варених м'ясних продуктів	64
2.4.3. Мікробіологія ковбасних виробів	66
2.5. Мікробіологія яєць і яйцепродуктів.....	69

2.6. Мікробіологія рибної продукції.....	73
2.7. Мікробіологія консервів.....	78
2.8. Мікробіологія плодоовочевої продукції.....	81
2.8.1. Мікробіологія свіжих плодів і овочів	81
2.8.2. Мікробіологічне ураження плодів та овочів	82
2.8.2.1. Хвороби картоплі	82
2.8.2.2. Хвороби моркви.....	84
2.8.2.3. Хвороби буряка	85
2.8.2.4. Хвороби цибулі.....	86
2.8.2.5. Хвороби капусти.....	87
2.8.2.6. Хвороби томатів (помідорів).....	88
2.8.2.7. Хвороби огірків	89
2.8.2.8. Хвороби плодів насінневих (яблук, груш).....	90
2.8.2.9. Хвороби плодів кісточкових	91
2.8.2.10. Хвороби плодів цитрусових	92
2.8.2.11. Хвороби ягід	94
2.9. Мікробіологія заморожених плодів та овочів	96
2.10. Мікробіологія сухих плодів та овочів	97

РОЗДІЛ III. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ99

3.1. Правила роботи у мікробіологічних лабораторіях.....	99
3.2. Мікробіологічна лабораторія та її обладнання.....	100
3.3. Правила роботи з мікроскопом.....	103
3.4. Техніка приготування препаратів.....	104
3.5. Молоко та кисломолочні продукти.....	106
<i>Лабораторна робота 3.5.1. Органолептичний аналіз</i> молока.....	108
<i>Лабораторна робота 3.5.2. Визначення густини</i> молока.....	110
<i>Лабораторна робота 3.5.3. Визначення загальної</i> кількості мікроорганізмів у молоці методом Брігса. Визначення колі-титру молока.....	112
<i>Лабораторна робота 3.5.4. Визначення кислотності</i> молока.....	114
<i>Лабораторна робота 3.5.5. Визначення кислотності</i> молочних продуктів	115

<i>Лабораторна робота 3.5.6.</i> Визначення вологи й сухого залишку в молоці та молочних продуктах	116
<i>Лабораторна робота 3.5.7.</i> Визначення масової частки лактози в молоці	119
<i>Лабораторна робота 3.5.8.</i> Визначення масової частки білка в молоці.....	121
<i>Лабораторна робота 3.5.9.</i> Визначення мікробіологічних показників кисломолочних продуктів	122
<i>Лабораторна робота 3.5.10.</i> Визначення фосфатів у розрахунку на загальний фосфор у твердих сирах..	124
<i>Лабораторна робота 3.5.11.</i> Визначення мікробіологічних показників молочних продуктів: сиркових виробів та морозива.....	127
<i>Лабораторна робота 3.5.12.</i> Визначення мікробіологічних показників маргарину та майонезу	129
3.6 Хліб та хлібобулочні вироби.....	131
<i>Лабораторна робота 3.6.1.</i> Органолептичний аналіз якості хліба.....	132
<i>Лабораторна робота 3.6.2.</i> Визначення масової частки вологи у м'якушці хліба.....	134
<i>Лабораторна робота 3.6.3.</i> Визначення пористості хліба	136
<i>Лабораторна робота 3.6.4.</i> Визначення кислотності хліба	138
<i>Лабораторна робота 3.6.5.</i> Визначення загальної кількості дріжджів у складі пресованих хлібопекарських дріжджів	140
<i>Лабораторна робота 3.6.6.</i> Визначення активності молочнокислих бактерій для виробництва деяких видів хліба	142
3.7. Вуглеводи.....	144
<i>Лабораторна робота 3.7.1.</i> Якісне визначення вуглеводів	146
<i>Лабораторна робота 3.7.2.</i> Поляриметричне визначення сахарози в шоколаді та праліне.....	149

<i>Лабораторна робота 3.7.3.</i> Кількісне визначення сахарози перманганатометричним методом	152
<i>Лабораторна робота 3.7.4.</i> Мікробіологічні показники цукристих кондитерських виробів.....	156
<i>Лабораторна робота 3.7.5.</i> Мікробіологічні показники борошняних кондитерських виробів	158
3.8. М'ясо і м'ясні продукти.....	160
<i>Лабораторна робота 3.8.1.</i> Визначення масової частки вологи у м'ясі та м'ясних продуктах	160
<i>Лабораторна робота 3.8.2.</i> Якісне та кількісне визначення вмісту амоніаку у м'ясі з використанням реактиву Несслера	163
<i>Лабораторна робота 3.8.3.</i> Бактеріоскопія м'яса	166
<i>Лабораторна робота 3.8.4.</i> Аналіз обсіменіння м'яса токсичними мікроорганізмами.....	168
<i>Лабораторна робота 3.8.5.</i> Визначення нітрит-іонів у м'ясних продуктах.....	170
<i>Лабораторна робота 3.8.6.</i> Бактеріологічне дослідження ковбас.....	174
<i>Лабораторна робота 3.8.7.</i> Визначення натрій хлориду у м'ясних виробках.....	176
<i>Лабораторна робота 3.8.8.</i> Визначення жиру у м'ясі та м'ясних продуктах.....	178
<i>Лабораторна робота 3.8.9.</i> Аналіз характеру мікрофлори різних видів ковбас.....	181
3.9. Фруктово-овочева продукція.....	183
<i>Лабораторна робота 3.9.1.</i> Методи визначення хвороб плодів та овочів.....	183
<i>Лабораторна робота 3.9.2.</i> Кількісне атомно-абсорбційне визначення йонів Феруму у фруктових соках	184
<i>Лабораторна робота 3.9.3.</i> Потенціометричне визначення вмісту нітратів у фруктово-овочевій продукції.....	186
ЛІТЕРАТУРА.....	190

Навчальне видання

Кобаса Ігор Михайлович
Чебан Лариса Миколаївна
Воробець Марія Михайлівна
Юкало Володимир Глібович
Кухтин Микола Дмитрович

ХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Навчальний посібник

Літературний редактор **Колодій О.В.**