

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕХНОЛОГІЧНО-ПРОМИСЛОВИЙ КОЛЕДЖ
ВІННИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**



Мікробіологія харчових виробництв



УДК 579.67(075.8)

С-60

*Рекомендовано Вченою радою
Вінницького національного аграрного університету
(Протокол № 13 від 26.06.2020 року)*

Авторський колектив:

Соломон Алла Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент ВНАУ;

Казмірук Наталія Михайлівна – викладач вищої категорії Технологічно-промислового коледжу Вінницького національного аграрного університету;

Тузова Світлана Дмитрівна – викладач вищої категорії Технологічно-промислового коледжу Вінницького національного аграрного університету.

Рецензенти:

Ковальчук В.П., доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри мікробіології, вірусології та імунології, Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова

Дяконова А.К., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри готельно-ресторанного бізнесу, Одеської національної аграрної академії харчових технологій

Шевчук О. А., кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету

Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. – 312 с.

У навчальному посібнику викладено теоретичний матеріал із дисциплін «Мікробіологія м'ясної та молочної галузі», «Мікробіологія молока і молочних продуктів», «Мікробіологія м'яса і м'ясопродуктів», «Мікробіологія хлібопекарного виробництва» які є одними з базових для фахової підготовки бакалаврів та фахових молодших бакалаврів із технологій харчових виробництв. Наведено закономірності життєдіяльності мікроорганізмів, які використовуються в окремих харчових виробництвах. Показані джерела інфекції та основні контамінуючі мікроорганізми сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Наведений у виданні матеріал спрямований на набуття студентами знань у сфері управління технологіями та якістю харчових продуктів за мікробіологічними показниками.

Для студентів навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю «Харчові технології», спеціалістів, які працюють у сфері мікробіології харчових виробництв.

ISBN
УДК 579.67(075.8)
С-60

© Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д.,
2020
© ВНАУ 2020

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Мікробіологія молочного виробництва	7
1.1 Роль мікроорганізмів у виробництві молочних продуктів	7
1.2 Характеристика мікроорганізмів, які призводять до псування молочних продуктів	41
1.3 Мікробіологія сирого молока	50
1.4 Мікробіологія питного молока	60
1.5 Мікробіологія заквасок	70
1.6 Мікробіологія кисломолочних продуктів	83
1.7 Мікробіологія масла	104
1.8 Мікробіологія сиру	121
1.9 Мікробіологія згущених молочних продуктів	139
1.10 Мікробіологія морозива	147
1.11 Мікробіологія вторинної молочної сировини	150
2. Мікробіологія м'ясного виробництва	154
2.1 Мікробіологія м'яса	154
2.1.1 Мікрофлора організму тварин	154
2.1.2 Причини і джерела ендogenous обмінення м'яса	156
2.1.3 Екзогенне обмінення м'яса мікроорганізмами	158
2.1.4 Кількісний та якісний склад мікрофлори м'яса	160
2.1.5 Мікрофлора охолодженого м'яса	161
2.1.6 Мікрофлора замороженого м'яса	163
2.1.7 Псування м'яса	166
2.1.8 Мікрофлора м'яса птиці	167
2.2 Мікробіологія виробництва м'ясопродуктів	170
2.2.1 Посол м'ясопродуктів	170
2.2.2 Вплив кухонної солі на мікроорганізми	171
2.2.3 Зміна мікрофлори в розсолах і м'ясопродуктах	172

2.2.4	Санітарні вимоги до розсолу	173
2.2.5	Мікрофлора м'ясопродуктів при сушінні у вакуумі	174
2.2.6	Мікрофлора м'ясних напівфабрикатів	175
2.3	Мікробіологія ковбасних виробів	177
2.3.1	Санітарні вимоги до сировини для виробництва ковбас	177
2.3.2	Динаміка мікрофлори в процесі виготовлення ковбас	177
2.3.3	Вплив теплової обробки на мікрофлору варених ковбас	180
2.3.4	Склад залишкової мікрофлори	181
2.3.5	Мікробіологія копчених і сиров'ялених ковбас	182
2.3.6	Зміна мікрофлори ковбасних виробів при зберіганні	184
2.4	Мікробіологія м'ясних консервів	188
2.4.1	Санітарні вимоги до сировини та принципи технології	188
2.4.2	Джерела мікрофлори консервів	188
2.4.3	Стерилізація консервів	189
2.4.4	Залишкова мікрофлора консервів	191
2.4.5	Псування консервів	192
2.4.6	Мікробіологічний контроль консервів	193
2.5	Мікробіологія яєць і яйцепродуктів	196
2.5.1	Характеристика яєць і яйцепродуктів	196
2.5.2	Ендогенний шлях зараження яєць мікроорганізмами	196
2.5.3	Екзогенне обсіменіння яєць мікроорганізмами	197
2.5.4	Зміна мікрофлори яєць під час зберігання	198
2.5.5	Мікрофлора яйцепродуктів	199
3.	Мікробіологія хлібопекарного виробництва	201
3.1	Сировина і основні стадії технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів	201
3.2	Характеристика мікроорганізмів, які використовуються під час виробництва хлібобулочних виробів	208
3.2.1	Мікроорганізми, які використовуються під час приготування	226

пшеничного тіста	
3.2.2 Мікроорганізми, які використовуються під час приготування житнього тіста	246
3.3 Мікробіологічні процеси, які відбуваються в тісті	252
3.4 Мікроорганізми, які визивають псування хлібобулочних виробів	257
3.5 Шляхи запобігання виникнення мікробіологічного псування хлібобулочних виробів	266
4. Мікробіологія кондитерського виробництва	284
4.1 Сировина і основні стадії технологічного процесу виробництва кондитерських виробів	284
4.2 Мікроорганізми, які викликають псування кондитерських виробів	294
4.3 Шляхи запобігання виникнення мікробіологічного псування кондитерських виробів	297
5. Мікробіологія макаронного виробництва	300
5.1 Сировина і основні стадії технологічного процесу виробництва макаронних виробів	300
5.2 Мікроорганізми, які викликають псування макаронних виробів	303
5.3 Шляхи запобігання виникнення мікробіологічного псування макаронних виробів	305
Список використаної літератури	307

ВСТУП

«Мікробіологія» є однією з фундаментальних дисциплін для студентів-технологів професійного спрямування «Харчові технології», тому що її знання є основою для забезпечення епідеміологічної безпеки, якості та мікробіологічної стабільності харчових продуктів, профілактики харчових інфекційних захворювань у споживачів. Мікробіологічні показники є основними в комплексі показників якості та безпеки продуктів харчування (органолептичних, фізико-хімічних, біохімічних та ін.). Порушення технологічних нормативів зберігання сировини, напівпродуктів та готової продукції може стати причиною розвитку мікроорганізмів і, як правило, мікробного псування - самозігрівання, прокисання, згіркнення, гниття та пліснявіння. Для виготовлення якісної продукції, яка відповідає встановленим нормам, необхідно вчасно і кваліфіковано здійснювати мікробіологічний контроль. Крім цього, досить важливим для забезпечення виробництва якісної та безпечної продукції є забезпечення належного стану санітарії та гігієни на підприємстві.

Мета навчального посібника:

- навчити студентів розуміти сутність мікробіологічних процесів у виробництві молока та молочних продуктів, м'яса та м'ясопродуктів, хлібобулочних, кондитерських та макаронних виробів, що дозволить майбутньому технологу керувати технологічним процесом, науково обґрунтовувати його та вдосконалювати з метою отримання високо якісних продуктів;
- надати студентам практичні навички, що дасть можливість підготувати їх до якісного набуття знань з дисциплін циклу професійно-практичної підготовки;
- підготувати студентів до роботи на підприємствах і на конкретних виробничих прикладах довести поєднання теорії з практикою;
- розвивати навички та уміння використовувати досягнення сучасної мікробіології у технологічних процесах виробництва.

1. МІКРОБІОЛОГІЯ МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Роль мікроорганізмів у виробництві молочних продуктів

Молоко – добре поживне середовище для розвитку більшості мікроорганізмів, тому воно містить воду й багато поживних речовин, а також має сприятливу для бактерій активну кислотність. Біохімічні процеси, які відбуваються під дією ферментів мікрофлори заквасок, відіграють позитивну роль і сприяють утворенню консистенції, смаку і запаху продуктів. Розвиток сторонньої мікрофлори, а інколи і заквасочної призводить до утворення вад.

При виробництві кисломолочних продуктів і визріванні сирів основну роль відіграють процеси бродіння, які проводять молочнокислі, пропіоновокислі, оцтовокислі бактерії, дріжджі, бактерії групи кишкових паличок та інші мікроорганізми. Крім того, при визріванні сирів та деяких молочних продуктів іде процес розщеплення білків під дією ферментів молочнокислих бактерій. Розпад білків може відбуватися під дією протеолітичних ферментів сторонньої мікрофлори - мікрококів, дріжджів, гнильних плісняв та ін., що призводить до псування продукту. При виробництві і зберіганні молока і молочних продуктів може відбуватись ліполіз і окислення під дією ферментів, які виробляють психротрофні, плісняви та інші мікроорганізми.

Усі мікроорганізми, які зустрічаються у молоці та молочних продуктах і впливають на формування якості продукції, можна поділити на три групи: технічно важлива мікрофлора; патогенні; санітарно-показові.

До першої групи відносять мікроорганізми, які входять до складу заквасок, і які викликають вади. Представники цієї групи можуть відігравати як позитивну, так і негативну роль у формуванні якості молочних продуктів. Так, молочнокислі бактерії, які беруть участь у сквашуванні молока, можуть викликати прокисання продукту. Дріжджі беруть участь у визріванні кефіру, кумису, ацидофільно-дріжджового молока, але можуть викликати здуття при їх надлишку у продукті.

Оцтовокислі мікроорганізми входять до складу кефірних грибків, але можуть викликати вади смаку кисломолочного сиру і сметани.

Плісняви, психротрофні, спороутворюючі грають тільки негативну роль. **Патогенні мікроорганізми** викликають різні захворювання. Серед них зустрічаються *збудники інфекцій*, які передаються людині від тварини (туберкульозу, бруцельозу, ящуру, сибірської виразки), *збудники кишкових інфекцій* (холери, дизентерії, черевного тифу і паратифу) і *збудники харчових отруень*, які у свою чергу, умовно поділяються на збудників токсикоінфекцій (сальмонели, шигели, протей, *Vac. cereus* та ін.) і збудників харчових інтоксикацій (коагулазопозитивні стафілококи, патогенні стрептококи, токсигенні гриби та ін.).

Санітарно-показові мікроорганізми використовують, в основному, для оцінки санітарного стану підприємств і дотримання санітарно-гігієнічних та технологічних режимів виробництва. Присутність санітарно-показових мікроорганізмів свідчить про ступінь забрудненості молока виділеннями людини і тварин.

Технічно важлива мікрофлора. Молочнокислі бактерії. Це специфічна група мікроорганізмів, які обумовлюють молочнокисле бродіння, тобто розпад вуглеводів до молочної кислоти. Залежно від шляху, яким бактерії ведуть процес бродіння (гліколітичний або пентозофосфатний), утворюється різна кількість молочної кислоти, а мікроорганізми розподіляються на гомо- та гетероферментативні. Поруч з основним продуктом метаболізму молочнокислі бактерії можуть утворювати побічні: етанол, оцтову кислоту, CO₂, ароматичні речовини.

Молочнокислі бактерії – це основна мікрофлора, яка використовується при виробництві молочних продуктів. У природі молочнокислі мікроорганізми представлені кулькоподібними і паличкоподібними. За останньою класифікацією, наведеною у Визначнику Bergey (Берджи), молочнокислі бактерії віднесені до двох окремих родин – *Streptococcaceae* та *Lactobacillaceae*. Деякі вчені і на цей час відносять молочнокислі палички

до родини *Lactobacteriaceae*, ураховуючи те, що ці мікроорганізми не утворюють спор. Усі молочнокислі бактерії, незалежно від класифікації, мають спільні властивості – позитивно забарвлюються за Грамом (Гр+), не утворюють спор, нерухомі, не викликають видимого розпаду білків, факультативні анаероби.

Лактококи. Рід *Lactococcus* (від грец. *lactococcus* – молочний) включає п'ять видів типових лактококів *Lac. lactis*. Він об'єднує три підвиди: *Lac. lactis subspecies* (молочний лактокок); *Lac. lactis subsp. Cremoris* (вершковий лактокок); *Lac. lactis subsp. hordniae*. В підвид *Lac. lactis subsp. lactis* ароматизуючий біологічний варіант, який називається *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*.

Окремі чотири види належать до роду *Lactococcus*: *Lac. garvieae*, *Lac. piscium*, *Lac. plantarum*, *Lac. raffinolactis*, а також підвид *Lac. lactis subsp. hordniae* перенесені в рід *Lactococcus* із інших родів.

Представники виду *Lac. lactis* (за винятком підвиду *Lac. lactis subsp. hordniae*) широко використовуються в молочній промисловості. Вони дуже схожі між собою, продукують молочнокислі дегідрогенази, які ідентичні за вмістом моль % Г+Ц (гуаніна + цитозіна) в ДНК (38,6), гомологія ДНК/ДНК складає не менше 50% .

Лактококи – являють переважно гомоферментативні мікроорганізми, виняток становить *biovar diacetylactis*. Він утворює ароматичні речовини – діацетіл і ацетіон, здатний засвоювати солі лимонної кислоти (цитрати) і у зв'язку з цим належить до групи так званих цитроворусів. У цю групу також входять два основних представники роду *Leuconostoc* – *Leu. cremoris* і *Leu. dextranicum*.

Лактококи являють собою овальні клітини розміром 0,5-1,2x0,5-1,5 мкм, які розташовані у вигляді коротких ланцюжків або попарно; нерухомі, спор і капсул не утворюють. Лактококи є факультативними анаеробами, тобто ростуть не тільки в аеробних умовах, але і без доступу молекулярного кисню. Але в присутності кисню у них не змінюється тип дихання, тому що не

проявляється аеробне дихання, а продовжується процес бродіння, тобто проходить анаеробне дегідроденірування. По відношенню до температури лактококи мезофідні, їх оптимальна температура росту 30 °С, розвиваються при

10 °С, але не при 45 °С. Більшість із штамів *Lac. lactis* мають широкий діапазон температури росту: від 8 до 41 °С. Лактококам, як і більшості молочнокислих бактерій, необхідні вітаміни: рибофлавін, тіамін, пантотенова, нікотинова, фолієва кислоти, піродиксин (В₆) та ін. Цим пояснюється позитивний вплив на ріст мікроорганізмів добавок у поживні середовища картопляного та кукурудзяного борошна.

Лактококи, як і більшість молочнокислих бактерій, культивують на знежиреному стерильному молоці або на рідких штучних поживних середовищах з використанням гідролізованого молока та інших поживних речовин, отриманих з молока.

Для видалення чистих культур молочнокислих бактерій і для вивчення їх культуральних властивостей використовують агар із гідролізованим молоком (без крейди).

Для отримання стерильного знежиреного молока його розливають у пробірки (1/3 частини їх ємкості), а потім стерилізують при 121°С 10 хв. Молоко повинно мати кислотність 16 - 18°Т.

Розвиваючись у молоці, лактококи викликають його згортання, утворення рівного, без відділення сироватки щільного згустку, який має приємний кисломолочний смак і запах. Ароматизуючий лактокок утворює згусток, у якому можна знайти в невеликій кількості бульбашки вуглекислого газу

Під час росту на гідролізованому молоці лактококи викликають помутніння поживного середовища.

Лактококи ростуть на середовищах із низьким значенням рН – від 5,5 до 8,8, деякі при рН 2,9 - 3,2, характерними властивостями молочнокислих

стрептококів і паличок є висока спиртостійкість. Вони можуть розвиватися на поживних середовищах, які містять 15 - 18% етилового спирту.

Біохімічні властивості лактококів вивчають за енергією кислотоутворення, граничною кислотністю, здатністю ферментувати солі лимонної кислоти, за якістю згустку, можливою протеолітичною активністю бактерій.

Енергію (інтенсивність) кислотоутворення визначають за період утворення згустку молока (кислотність біля 58 - 60 °Т) при внесенні 0,5 см³ молоді (12 - 20 годинної) культури в 10 см³ стерильного знежиреного молока і вирощуванні посівів при оптимальній температурі.

Кислотність молока, яка виражається в градусах Тернера, визначають при титруванні децинормальним розчином їдкого натру з індикатором фенолфталеїну.

Якість згустку визначають після його утворення. Лактококи утворюють рівний, щільний, гомогенний кислотний згусток без відділення сироватки, з кислуватим смаком. Якщо згусток стягується з відділенням сироватки, то це дає натяк на те, що в молоці міститься сичужний фермент, який виділяється мікрококами. При цьому утворюється змішаний сичужно-кислотний згусток. Наявність у згустку бульбашок газу (особливо коли їх багато) може свідчити про забруднення культури бактеріями групи кишечних паличок або дріжджами.

Протеолітичну активність молочнокислих бактерій вивчають на м'ясопиптонному желатині, молоці, молочному агарі або визначають за допомогою спеціальних біохімічних дослідів, за загальною кількістю утворених водорозчинних продуктів розпаду білка, утворення аміаку, індолу, що характеризують глибокий розпад білкових речовин.

Активність утворення ароматичних речовин встановлюють за кількістю утворення летучих з'єднань, що утворились: діацетил і ацетонін.

Лактококи володіють різною ферментативною активністю. Вони ферментують вуглеводи з утворенням молочної кислоти, але, як правило, без газу.

Lac. lactis є активним кислотоутворювачем. Його штами згортають молоко за 4 - 7 год., гранична кислотність досягає 120 °Т. Не розвивається в щільному середовищі при рН 9,5, кінцева рН у рідких середовищах із глюкозою складає 4,0 - 4,5. При культивуванні на штучних середовищах деякі штами втрачають здатність до швидкої ферментації лактози і до протеолізу молока. Ці усунені властивості можуть відновлюватися при культивуванні лактококів у молоці.

Lac. lactis використовують у заквасках разом із *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis* і видами роду *Leuconostoc*. У молочній промисловості його широко використовують при виробництві кисломолочних продуктів, кисломолочного масла, сирів. Окремі штами *Lac. lactis*, особливо при температурі біля 30° С, здатні утворювати гіркоту і тому непридатні для використання як бактеріальні закваски при виробництві сиру.

Lac. cremoris не зброджує мальтозу і декстрин, не росте при температурі 39 – 40 °С. При понижених температурах культивування (15 – 20 °С) деякі штами утворюють значну кількість летучих кислот, відновлюють і згортають лакмусове молоко.

Енергія кислотоутворення складає 6 - 8 год., гранична кислотність 110 – 115 °Т. Окремі штами синтезують антибіотик діплокцин, який являє собою розчинений у воді протеїн, стійкий до високих температур у кислому середовищі.

Lac. cremoris використовують там, де необхідно досягти в'язкої консистенції, помірного кислотоутворення. Він входить до складу заквасок для сметани, кисломолочного сиру, масла і твердих сирів.

Lac. cremoris зустрічається в сирому молоці та молочних продуктах у невеликій кількості.

Ароматизуючий лактокок *Lac.diacetylactis* відновлює і згортає лакмусове молоко, стійкий до вмісту в середовищі 4% NaCl, деякі штами розкладають аргінін із виділенням аміаку.

Lac.diacetylactis – слабкий кислотоутворювач, має слабку енергію кислотоутворення (більше 16 год.), гранична кислотність у молоці 70 – 100 °Т.

Згусток молока містить бульбашки газу (CO₂). Утворення діоксиду вуглецю може бути необхідним або небажаним. Для отримання малюнка в багатьох видах сиру утворення CO₂ необхідне. З іншого боку, воно не повинно бути настільки сильним, щоб обумовлювати види малюнка сиру. В кисломолочних напоях наявність діоксиду вуглецю покращує смак (легкий пікантний присмак). Небажана наявність діоксиду вуглецю у всіх ферментуючих молочних продуктах, які запаковані в газонепроникну упаковку. Оптимальною температурою ароматоутворення для *Lac. diacetylactis* є 25° С.

Lac. diacetylactis як заквасочний мікроорганізм використовують при виробництві тих молочних продуктів, у яких сильне кислото- і ароматоутворення, наприклад, при виготовленні масла, сиру, сметани, простокваші та різних сортів свіжого сиру. Негативний вплив під час розвитку ароматоутворюючого лактокока може проявитись у тому, що в багатоштамових заквасках при високих температурах він пригнічує розвиток інших видів через сильне утворення діоксиду вуглецю.

Лейконостоки. Рід *Leuconostoc* (від греч. *leucos* – білий, безбарвний; *nostoc* – водорості, узагальнена назва; *leuconostoc* - безбарвні слизисті рослини) об'єднує 9 видів: *Leu. mesenteroides*, *Leu. lactis*, *Leu. amelibiosum*, *Leu. carnosum*, *Leu. citreum*, *Leu. gelidum*, *Leu. oenus*, *Leu. paramesenteroides*, *Leu. pseudomesenteroides*.

У молочній промисловості має значення вид *Leu. mesenteroides*, він включає три підвиди: *Leu. dextranicum*, *Leu. cremoris*, *Leu. Mesenteroides*.

Лейконостоки мають сферичні, дещо витягнуті клітини розміром 0,5-0,7 x 0,7-1,2 мкм. Розміщуються парою або ланцюжками. За Грамом фарбуються позитивно, нерухомі, спор не утворюють. *Leu. cremoris* має клітини, які зазвичай шикуються в довгі подвійні ланцюжки.

У лейконостоків на морфологію клітин можуть впливати умови вирощування мікроорганізмів. При культивуванні в молоці або на середовищах із додаванням молока більшість штамів утворюють кокоподібні клітини в коротких ланцюжках. При культивуванні в бульйоні клітини лейконостоків подовжуються і можуть набувати вигляду паличок, виявляючись морфологічно ближче до лактобактерій, ніж до стрептококів.

Лейконостоки є факультативними анаеробами. Ростуть на спеціальних живильних середовищах. Оптимальна температура зростання 20 - 30 °С, а мінімальна складає 5 °С. Порівняно з лактококами лейконостоки вимогливіші до складу поживних середовищ.

Молоко є бідним поживним середовищем для розвитку лейконостоків. Більшість штамів ростуть у молоці при додаванні ростових чинників, екстракту дріжджів і глюкози.

Для розвитку всіх видів лейконостоків необхідні амінокислоти і комплексні чинники зростання – нікотинова кислота + біотин і пантотенова кислота або похідні від цієї кислоти: ціанокобаламін (вітамін В₁₂). Лейконостоки на щільних середовищах утворюють дрібні (до 1 мм в діаметрі) гладкі крупи сірувато-білих колоній; на середовищах, що містять сахарозу, утворюють дрібні слизисті колонії. При посіві лейконостоків уколом на щільне середовище вони розвиваються уздовж уколу з невеликим поверхневим зростанням. Бульйонні культури часто мають однорідне помутніння, але штами утворюють довгі ланцюжки і осад. Ріст лейконостоків ніколи не буває швидким. Найбільш активними є штами *Leu. mesenteroides*, які мають короткий період генерації. Їх добрий ріст може бути одержаний протягом 24-годинної інкубації при 30 °С.

Leu. cremoris зростає протягом 48 год. при температурі 22 - 30 °С. При культивуванні штамів, що поволі ростуть, до бульйонних середовищ додають 0,05 % солянокислого цистеїна. *Leu. oenus* дещо відрізняється від інших видів.

Він краще росте в кислому середовищі, яке містить томатний сік, з початковою рН 4,2 - 4,8. Росте поволі, його культивують при 22 °С протягом 5 - 7 днів. Інші види лейконостоків не можуть рости в кислотних середовищах, переважаючих для *Leu. oenus*.

Лейконостоки є хемоорганотрофами з облігатною потребою в збродженуваному вуглеводі. Вони ферментують глюкозу з утворенням кислоти і звичайно газу; основними продуктами бродіння є також етанол D(-) -ізомер молочної кислоти і ароматичні речовини - діацетил, ацетоїн і 2,3-бутиленгліколь.

Лейконостоки є слабкими кислотоутворювачами, молоко часто не згортають, протеолітичною активністю не володіють, індол і аміак не утворюють, нітрати не відновлюють. Кінцеву рН при зростанні в рідкому середовищі з глюкозою доводять до 4,4 - 5,0.

Leu. dextranicum є слабким кислотоутворювачем, згортає молоко через 2 - 3 доби. Граничну кислотність доводить до 70 - 80 °Т.

Leu. cremoris поволі розвивається в молоці і його не сквашує, оскільки гранична кислотність досягає тільки 40 - 50 °Т.

Основну масу діоксиду вуглецю лейконостоки виробляють із лимонної кислоти, тому додавання її в молоко сприяє утворенню CO₂. Крім того, бактерії роду *Leuconostoc* здатні утворювати діоксид вуглецю за допомогою гетероферментативного розщеплювання молочного цукру.

Етиловий спирт лейконостоки утворюють під дією ферментів фосфокетотаз. Деякі штами мають окислювальний механізм метаболізму і замість етилового спирту утворюють оцтову кислоту.

Більшість видів лейконостоків засвоюють цитрати з утворенням ароматичних речовин – ацетоїну і діацетилю, але ця властивість може бути втрачена у штамів, що зберігаються тривалий час у лабораторних умовах.

Встановлено стимулюючу дію марганцю на зростання і утворення діацетилу бактеріями роду *Leuconostoc*.

Кількість марганцю в коров'ячому молоці залежить від пори року: весною його вміст складає 8 - 20 мкг/л, влітку і восени – 25 - 85 мкг/л.

У зв'язку з цим у маслі, виготовленому за допомогою заквасок, що містять *Leuconostoc*, весною діацетилу буде менше, ніж влітку і восени.

Утворення діацетилу і ацетоїну в помітних кількостях спостерігається тільки у *Leu. cremoris* і *Leu. dextranicum* (оптимальна температура складає 18 - 20 °С). Воно відбувається тільки при низькому значенні рН (менше 6,0), тобто при накопиченні у великій кількості молочної кислоти.

Враховуючи все це, *Leu. cremoris* і *Leu. dextranicum* із найбільшим ефектом ароматоутворення використовують у багатоштамових заквасках у поєднанні з *Leu. lactis* або *Leu. cremoris* або обома разом. Застосування *Leu. cremoris* найбільш доцільне там, де необхідно одержати м'який довготривалий аромат, наприклад, у виробництві стійкого до зберігання масла.

Leu. dextranicum разом з іншими ароматоутворюючими стрептококами частіше вводять до складу заквасок для сирів.

Лейконостоки володіють ліполітичною активністю. Вони взмозі розщеплювати триглицериди, але перш за все моно- і дигліцериди, що зустрічаються в молоці, сирі та маслі після дії молочних і бактерійних ліпаз. Ліполіз вивільняє жирні кислоти (масляну, капронову, каприлову, капринову, меристинову, олеїнову) і їх продукти розпаду, що може призвести до недоліків смаку.

Багато штамів *Leu. mesenteroides* утворюють слиз із декстранів і сахароз. Слиз інтенсивніше утворюється при 20 - 25 °С. Не створюючі слиз, штами не витримують нагрівання в бульйоні з глюкозою при 55 °С протягом 30 хв. Слизоутворюючі штами зберігають життєздатність у слизистих цукрових розчинах, що нагріваються до 80 - 85 °С. Лейконостоки поширені на рослинах, у молочних та інших харчових продуктах.

Термофільний стрептокок. У рід *Streptococcus* входить один вид молочнокислих коків – *Streptococcus thermophilus* (термофільний стрептокок).

Він утворює в невеликій кількості ацетоїн, тому займає проміжне місце між гомо- і гетероферментативними стрептококами. У зв'язку з цим його відносять до факультативних, гетероферментативних молочнокислих стрептококів. *Streptococcus thermophilus* є грампозитивним, має кулясті або еліпсоїдні клітини діаметром 0,7 - 0,9 мкм, частіше розташовані довгими ланцюжками. За величиною клітини кругліші, ніж клітини молочного стрептокока. Термофільний стрептокок спор і капсул не утворює, нерухомий. По відношенню до кисню *Streptococcus thermophilus*, як і всі молочнокислі бактерії, є факультативним анаеробом. Добре росте на знежиреному і гідролізованому молоці, також на щільних середовищах, що містять компоненти молока і ростові чинники. Інтенсивний ріст термофільних стрептококів спостерігається при додаванні до живильних середовищ основних амінокислот – ваніліну, лейцину, ізoleyцину, лізину, аргініну, метіоніну, гістидіну. У рідких середовищах росте так само, як і лактококи. На поверхні щільних живильних середовищ термофільний стрептокок утворює дуже дрібні колонії округлої форми із зернистою структурою.

Характерною ознакою *Streptococcus thermophilus* є широкий діапазон температур зростання – від 20 до 50 °С. Оптимальною є температура 37 - 40°С. Слабкий ріст спостерігається при 50 °С, а температура 53 °С затримує ріст.

Streptococcus thermophilus за енергією кислотоутворення перевершує всі молочнокислі стрептококи, досягаючи рівня термофільних лактобактерій. Він сквашує молоко через 3,5 - 6 год., гранична кислотність складає 110 - 115 °Т. Сквашування молока відбувається швидше при додаванні до нього дріжджового екстракту (0,3 %) і сахарози (3 %). У цих умовах спостерігається збільшення розміру клітин в 2 рази більше, ніж при вирощуванні в звичайному молоці.

Особливістю термофільного стрептокока є слабовиражена цукролітична активність. Його штами постійно ферментують тільки лактозу, глюкозу і сахарозу, іноді зброджують рафінозу і, як правило, не ферментують маніт, інулін, гліцерин, сорбіт.

Характерною властивістю цього виду вважають здатність зброджувати сахарозу і відсутність ферментації мальтози. Каталазу не утворює. Деякі штами утворюють діацетил, у невеликій кількості синтезують ацетоїн, унаслідок чого поліпшується якість молочних продуктів. Багато культур термофільних стрептококів утворюють в'язкі тягучі згустки молока.

Streptococcus thermophilus нестійкий до метиленового синього, хлористого натрію і лужної реакції середовища (рН 9,6).

У рідкому середовищі, що містить глюкозу і 4 % NaCl, термофільний стрептокок кислоти не утворює, не розвивається за наявності в середовищі 0,1 % метиленового голубого, не відновлює лакмусове молоко, не росте на середовищі з концентрацією пеніциліну 0,01 мкг/см³ і стрептоміцину 5 мкг/см³, тому його використовують у якості тест-культури при виявленні антибіотиків у молоці. Чутливий до дії специфічних бактеріофагів.

Streptococcus thermophilus володіє відносно високою термостійкістю. Він витримує температуру 75 °С протягом 15 хв. і 65 °С протягом 30 хв., внаслідок чого складає значну частину залишкової мікрофлори в молоці після пастеризації.

Деякі штами викликають частковий гемоліз (розчинення еритроцитів), при якому на агарі з кров'ю навколо колоній термофільного стрептокока утворюються зеленуваті зони прояснення (гемоліз типу А). Тому їх іноді відносять до групи «зеленящих стрептококів» (група «viridans»).

Існують нетипові штами термофільного стрептокока, що відрізняються стійкістю до несприятливих умов, зброджують мальтозу, тобто мають деяку спільність фізіологічних властивостей з ентерококами. У зв'язку з цим при їх диференціації враховують, що штами ентерококів стійкіші до несприятливих умов. Вони при температурі 10 °С розмножуються на живильних

середовищах, що містять 40 % жовч, 6,5 % NaCl, 0,1 % метиленового блакитного, що мають рН 9,6. На відміну від *Streptococcus thermophilus* ентерококи утворюють аміак з аргініну, ферментують гліцерин, маніт, сорбіт, арабінозу, манозу, лактозу, мальтозу.

Штами термофільних стрептококів частіше виділяють із сирого молока, їх у комбінації з болгарською паличкою використовують у виробництві ряжанки, варенця, йогурту, мечніківської простокваші, а також кисломолочних напоїв, сирів прискореного вироблення і сирів з високою температурою другого нагрівання. При цьому *Streptococcus thermophilus* починає гліколіз і стимулює зростання *Lbm. bulgaricum*. Стимулюючим чинником є мурашина кислота, яка утворюється в достатній кількості в мікроаерофільних умовах.

Лактобактерії. У зв'язку з великою кількістю видів молочнокислих паличок (67), при їх класифікації та ідентифікації виділених штамів останнім часом, окрім морфологічних особливостей, культуральних властивостей і ферментативної активності (феіотипічні властивості), враховують також генотипічні особливості: вміст гуаніна з цитозіном (Г+Ц) в молекулі ДНК виражено в мольпроцентах, гомології ДНК/ДНК різних штамів і видів, складі і розташуванні амінокислот міжпептидних зв'язків у пептидоглікані клітинної стінки (тип пептидоглікана) і ін.

Представники роду *Lactobacterium* мають дуже широкі межі вмісту гуаніну з цитозіном (Г+Ц) в молекулі ДНК, що становить від 32 до 53 моль% і є діапазоном у два рази більшим, ніж для звичайного окремого роду.

Найбільш поширеним типом пептидоглікана у лактобактерій є тип лізин-Д-аспарагінова кислота.

Молочнокислі палички (лактобактерії) відносять до сімейства *Lactobacteriaceae*, роду *Lactobacterium*, що включає три підроди: *Thermobacterium* (термобактерії), *Streptobacterium* (стрептобактерії) і *Betabacterium* (бетабактерії). У зв'язку з тим, що молочнокислі палички спор не утворюють і тому не є бацилами, їх необхідно відносити до роду

Lactobacterimn. До першої групи в підрід *Thermobacterium* віднесені obligatні гомоферментативні лактобактерії, до підроду *Streptobacterium* увійшла друга група, яка об'єднує факультативні гетероферментативні лактобактерії, третя група молочнокислих паличок представлена obligatними гетероферментативними лактобактеріями, віднесеними до підроду *Betabacterium*.

Такий поділ є до певної міри умовним, оскільки багато нещодавно описаних видів не підходять під характеристики властивостей підродів за температурою зростання, морфологією та іншими особливостями.

До першої групи увійшли 15 видів гомоферментативних молочнокислих паличок, які ферментують вуглеводи виключно до молочної кислоти. У переважній більшості це термофіли, які розвиваються при 15 °C і не ростуть при 45 °C. Також віднесено 11 видів факультативних гетероферментативних лактобактерій, які можуть ферментувати вуглеводи до молочної кислоти або до молочної, оцтової і мурашиної кислот, етилового спирту та інших продуктів.

Представники другої групи є мезофілами, які не ростуть при 15 °C і розвиваються при 45°C. До другої групи віднесені 11 видів факультативних гетероферментативних лактобактерій, які можуть ферментувати вуглеводи до молочної кислоти або оцтової і мурашинної кислот. По гомології ДНК серед стрептобактерій розрізняють три основні комплекси видів або підвидів.

Третя група лактобактерій об'єднує 18 видів obligatних гетероферментативних лактобактерій, які ферментують вуглеводи до молочної і оцтової кислот, етанолу і CO₂. По відношенню до температури вони є мезофілами, які ростуть при 45 °C і не культивуються при 15 °C. До цієї групи входять всі obligatні гетероферментативні лактобактерії, віднесені до підроду *Betabacterium*. Виняток становить *Lbm. bifermentans*, який ферментує глюкозу гомоферментативно до L-молочної кислоти, але залежно

від рН утворювана молочна кислота може розщеплюватися до оцтової кислоти, CO_2 і навіть H_2 .

У третій групі є види лактобактерій, у яких характерний для лактобактерій тип пептидоглікана лізин-Д-аспарагінова кислота замінений на тип лізин-аланін або інші типові для представників роду *Leuconostoc*. Лактобактерії – палички розміром 4-15 x 0,5-0,6 мкм зустрічаються зігнуті і булавоподібні форми, також короткі кокобактерії. Вони, як правило, нерухомі, спор і капсул не утворюють, за Грамом фарбуються позитивно.

Утворення ланцюжків обумовлене тим, що ділення клітин відбувається тільки в одній площині, воно характерно для певних видів і навіть підвидів. Інтенсивність утворення ланцюжків залежить від фази зростання і рН середовища. Асиметричний розвиток і ділення клітин приводять до утворення ланцюжків, розташованих по колу.

Формування інволюційних (змінених) форм клітин може спостерігатися при симбіотичному зростанні, наприклад, у зернах кефірів, під впливом високої концентрації гліцину, D-амінокислот або антибіотиків, що активно діють на клітинну стінку. Молочнокислі палички є факультативними анаеробами або мікроаерофілами, краще ростуть при пониженому вмісті кисню або в атмосфері, що містить 5 - 10 % CO_2 . Деякі штами при виділенні є анаеробами. По відношенню до температури стрептобактерії і бетабактерії є мезофілами, термобактерії-термофілами.

Лактобактерії належать до хемоорганотроф. На звичайних середовищах вони не ростуть, їх вирощують на середовищах з молоком. При розвитку в молоці викликають утворення однорідного щільного згустку з приємним кисло-молочним запахом і смаком.

При зростанні молочнокислих бактерій в рідких середовищах (гідролізоване молоко) спостерігаються помутніння середовища, осадження клітин невдовзі після припинення зростання. Осад однорідний і гомогенний, рідше зернистий або слизистий. Поверхнева плівка ніколи не утворюється.

Глибинні колонії термобактерій можуть бути темними жовтувато-бурими, іноді з короткими нитками, що відходять. На відміну від глибинних поверхневих колоній крупніші, локоноподібні або зернисті. Глибинні колонії стрептобактерій мають лодочкоподібну форму, іноді з вирощуванням. Слизисті колонії утворює один вид – *Lbm. confusus*. Оптимальна рН складає 5,5 - 6,2. Швидкість росту знижується при нейтральній і слаболужній реакції. Лактобактерії краще ростуть у трохи підкислених середовищах із початковою рН 6,4. Зростання припиняється при рН 3,6 - 4,0.

Лактобактерії є ауксотрофними організмами і тому надзвичайно вимогливі до живильних середовищ. Вони адаптувалися до комплексних органічних субстратів і їм необхідно для розвитку не тільки вуглеводне джерело, але також і нуклеотиди, амінокислоти і вітаміни. Найчастіше для росту потрібен рибофлавін, є потреба у фолієвій кислоті, фосфаті піридоксала і р-амінобензойній кислоті, різноманітній для різних видів. Біотин і вітамін В₁₂ необхідні тільки для декількох видів.

Лактобактерії знаходяться на межі аеробного і анаеробного типів дихання. Вони володіють ефективним метаболізмом ферментації вуглеводів і амінокислот, який пов'язаний субстратним фосфорилуванням, тобто ферментативним приєднанням фосфату до органічної речовини. Другим рівнем фосфорилляції є перетворення карбамідфосфата в СО₂ і NH₃. Заключним етапом фосфорилування є ферментація аригіна, що спостерігається у більшості гетероферментативних лактобактерій.

Активність ферментації гомо- і гетероферментативними лактобактеріями відрізняється наявністю або відсутністю ферментів альдолаз і фосфокетолаз. Гетероферментативні лактобактерії володіють фосфокетолазами, а гомоферментативні види – альдолазами. У зв'язку з цим гомоферментативні молочнокислі палички не здатні ферментувати пентози, які гетероферментативні лактобактерії розщеплюють за допомогою фосфокетолаз до молочної та оцтової кислот.

Стрептобактерії здатні ферментувати пентози гетероферментативно до молочної та оцтової кислот, тоді як гексози вони метаболізують гомоферментативно. Тому стрептобактерії відносять до факультативних гетероферментативних лактобактерій.

Деякі органічні кислоти (лимонна, винна, яблучна) розщеплюються стрептобактеріями до CO_2 і молочної або оцтової кислот. Окремі амінокислоти (тирозин і глютамінова кислота) декарбоксиліруються лактобактеріями, проте продукти декарбоксилування подальшому метаболізму не піддаються.

У процесі ферментації вуглеводів утворюється молочна кислота у формі L-або D-ізомерів. Ізомери молочної кислоти утворюються різними шляхами метаболічної ферментації залежно від того, чи володіє L- або D-конфігурацією специфічний фермент - лактатдегідрогеназа, що продукує специфічну молочну кислоту. Лактатдегідрогенази різних видів молочнокислих бактерій відрізняються один від одного електрофоретичною (при електрофорезі) рухливістю і кінетичними властивостями.

Деякі із лактобактерій володіють добре вираженими сахаролітичними властивостями. Окрім глюкози і лактози, багато гомо- і гетероферментативних видів інтенсивно використовують пентози, інколи навіть активніше, ніж глюкозу (метаболізм бродильного типу). Гетероферментативні молочнокислі бактерії ферментують фруктозу, оскільки в них є фермент манітдегідрогеназа, що здійснює відновлення фруктози до маніту. Продуктами зброджування фруктози також є лактати, ацетати і вуглекислий газ. Лактобактерії володіють слабкою протеолітичною активністю і тому не ростуть в субстратах, де єдиним джерелом азоту є білок, тобто де відсутні різні амінокислоти. Водночас є молочнокислі бактерії, які можуть розщеплювати білки. Протеолітичні активні штами підбирають для складання сирних заквасок.

Молочнокислі бактерії не відновлюють нітрати в нітрит, не утворюють пігментів, деякі види продукують каталазу, розкладаючи пероксид водню (H_2O_2).

Термофільні молочнокислі палички є активними кислотоутворювачами, вони сквашують молоко через 4 - 5 год., гранична кислотність досягає 200 - 350 °Т.

Lbm. helveticum є найактивнішими кислотоутворювачами, гранична кислотність при їх розвитку досягає 350 °Т. Ця паличка може зброджувати, окрім лактози, глюкози, галактози, фруктозу, манозу, ксилозу, мальтозу і декстрин, не зброджує сахарозу, рафінозу, саліцин. Деякі штами розвиваються в субстратах, які містять до 5% повареної солі.

Lbm. acidophilum є кишковим мікробом, який можна виділити із вмісту травного тракту людини і різних тварин. Ацидофільна паличка здатна після культивування в молоці знов існувати в кишечнику людини і пригнічувати там розвиток патогенних і небажаних мікроорганізмів (сальмонели, шигели, стафілококи).

Ацидофільні бактерії стійкі до лужної реакції (рН 8,3) і наявності в середовищі фенолу (0,25 - 0,4 %), жовчі (20 %), NaCl (2 %). Гранична кислотність ацидофільної палички досягає 200 - 250 °Т. *Lbm. acidophilum* ферментує сахарозу, мальтозу, саліцин, часто рафінозу, декстрин.

Стрептобактерії володіють менш вираженою кислотоутворюючою здатністю. Вони ферментують молоко через 2 - 3 доби, гранична кислотність складає 180 °Т. Стрептобактерії володіють добре вираженими сахаролітичними властивостями. Вони досить активно ферментують лактозу, фруктозу, галактозу, маніт, манозу, рибозу, саліцин та ін. Глюкозу зброджують без утворення газу.

Стрептобактерії відіграють позитивну роль при дозріванні багатьох сирів, оскільки вони можуть розмножуватися в них після ферментації лактози і при вмісті повареної солі в концентрації до 6%. Деякі штами *Lbm. plantarum* викликають утворення іржавих плям на поверхні сирів.

Бетабактерії характеризуються слабкою енергією кислотоутворення і молоко не сквашують. При додаванні дріжджового автолізата до молока розмноження бетабактерій прискорюється, і гранична кислотність може досягти 150 - 160°Т.

Бетабактерії в молоці утворюють незначну кількість летючих кислот, вуглекислий газ, етиловий спирт, молочну кислоту. Ферментують глюкозу з утворенням кислоти і газу, мальтозу, рибозу, фруктозу та ін. Більшість видів утворюють аміак з аргініну.

Гетероферментативні бетабактерії беруть участь у дозріванні твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання, сприяють утворенню малюнка і формуванню запаху сиру. Деякі штами можуть обумовлювати раннє спучування сиру внаслідок здатності до газоутворення.

Лактобактерії широко розповсюджені в навколишньому середовищі, їх часто виявляють у молочних, хлібних, м'ясних і рибних продуктах, у воді, стічних водах, пиві, вині, фруктах і фруктових соках, силосі, кислому тісті і суслі. Вони знаходяться в ротовій порожнині, кишечнику, на слизистих сечостатевого тракту людей і тварин.

Пропіоновокислі бактерії. Пропіоновокислі бактерії відносять до сімейства *Propionibacteriaceae*, роду *Propionibacterium*, який включає дві основні групи мікроорганізмів, виділені з різних природних середовищ.

Види, виділені з сиру і молочних продуктів, віднесені до «класичних пропіонобактерій», або «молочнопропіонобактерій». Вони були знайдені, наприклад, в силосі, в маслинах, що заграли (ферментуючих), виділені також з ґрунту.

Другу групу складають види, знайдені на людській шкірі або що зустрічаються в інших місцях, наприклад, кишечнику. Вони виділені також з вугрів, тому їх називають «групою акнес (вугрів)», або «шкірними пропіонобактеріями». Вугрями називають запалення сальних залоз шкіри.

У першу групу включено 4 види: *P. freudenreichii*, *P. Jensenii*, *P. thoenii* і *P. acidipropionici*. До групи шкірних пропіонобактерій належать також 4 види: *P. acnes*, *P. avidum*, *P. granulosum* і *P. lymphophilum*. Серед *P. acnes* і *P. avidum* розрізняють по два біовари, які позначають як перший і другий.

Типовим видом роду є *Propionibacterium freidenreichii*, названий на ім'я швейцарського бактеріолога *Edouard'a Freidenreich'a*, який перший виділив цей вид.

У минулому штами цього виду були диференційовані на 2 підвиди: *P. freidenreichii subsp. freidenreichii* і *P. freidenreichii subsp. schermanii*. Перший підвид відновлював нітрати і не ферментував лактозу, другий – навпаки. Тому в сироварінні використовували *P. freidenreichii subsp. schermanii*. Останнім часом такого розподілу немає, тому що підвиди визначають по генетичних, а не фенотипічних особливостях. Наприклад, вміст моль % гуаніна + цитозіна (Г+Ц) в молекулах ДНК різних видів мікроорганізмів. Межі такого вмісту для пропіоновокислих бактерій складають 53 - 68 моль %.

Морфологія. Бактерії пропіоновокислого бродіння є нерухомими грампозитивними паличками розміром 0,5-0,8 x 1-5 мкм. Вони не утворюють спор і капсул. Клітини можуть бути коковидними, рухомими, роздвоєними або розгалуженими, зустрічаються булавоподібні форми. Розташовуються одиночно, парами, короткими ланцюжками, у вигляді букв V або Y або групами і у вигляді китайських ієрогліфів, але нитчасті форми відсутні.

Класичні пропіонобактерії мають тенденцію до утворення і більш коротких і досить товстих форм, хоча всі штами можуть бути дуже варіабельними, особливо в ранніх культурах. Штами *P. acnes* утворюють тонкі палички в молодих культурах. У старшій культурі всі види мають тенденцію до утворення кокових форм. Значне число штамів всіх видів може продукувати позаклітинний слиз, не організований у форми чітких індивідуальних капсул. Склад і розташування амінокислот міжпептидних зв'язків – пептидоглікане клітинної стінки – різне для окремих

видів пропіонобактерій. Частіше зустрічаються поєднання: аланін-гліцин-глутамін; аланін-глутамін-мезодіамінопімелінова кислота.

Культуральні властивості. Пропіоновокислі бактерії є факультативними анаеробами, але варіабельними по аеротолерантності. Більшість культур росте тій тією чи іншою мірою на повітрі, хоча більшість штамів швидко росте в строго анаеробних умовах.

Харчові потреби обох груп пропіонобактерій схожі. Пантотенат кальцію потрібен для всіх штамів, ріст їх поліпшується тіаміном і нікотинамідом; сіль олеїнової кислоти (олеат) також є стимулятором, а деяким штамам потрібна р-амінобензойна кислота. Потреби в амінокислотах комплексні для групи акнес, але деякі з класичних пропіонобактерій можуть рости з амонієм сульфатом як джерелом азоту.

Гарний ріст всіх пропіонобактерій може бути одержаний на трипсиново-дріжджовому екстракт-глюкозному середовищі, що містить 0,05 % твина-80. Бактерії добре ростуть у бульйоні з пептоном, дріжджовим екстрактом і глюкозою в пробірках при вільному доступі повітря. Викликають помутніння бульйону і утворення часто забарвленого осаду. Більшість штамів росте в глюкозному бульйоні з 20 % жовцю і 6,5 % NaCl.

На щільному середовищі (кров'яному агарі) пропіоновокислі бактерії утворюють дрібні опуклі напівпрозорі блискучі колонії, які можуть бути білими, сірими, рожевими, червоними, жовтими або оранжевими. Оптимальний ріст спостерігається при температурі 30 - 37 °С і рН близько 7. Деякі штами ростуть при 25 і 45 °С. Класичні пропіоновокислі бактерії краще ростуть при 30 - 32 °С, а штами шкірних видів – при 36 – 37 °С. Максимальний ріст досягається через 48 год.

Біохімічні властивості. Пропіонобактерії є хемоорганотрофами. Продукти ферментації включають велику кількість пропіона і оцтової кислоти, менше ізовалеріанової, мурашиної, янтарної, молочної кислот і діоксиду вуглецю.

У молоці пропіоновокислі бактерії розвиваються повільно і згущують його через 5 - 7 днів.

Не зважаючи на слабку енергію кислотоутворення при розвитку цих бактерій, гранична кислотність молока може досягати 160 - 170 °Т.

Пропіоновокислому бродінню піддаються різні вуглеводи, у тому числі глюкоза і лактоза, а також лактати, тобто солі молочної кислоти, і пептон.

Пропіоновокислі бактерії використовують у заквасках при виробництві твердих сирів із тривалим терміном дозрівання.

Після закінчення молочнокислого бродіння лактози в дозріваючому сирі настає стадія пропіоновокислого бродіння, що супроводжується зброджуванням молочної кислоти в оцтову і пропіонову кислоти. Ці кислоти додають сирам гострий смак, а діоксид вуглецю, що утворюється, формує малянок сиру (очки). Пропіоновокислі бактерії здатні синтезувати вітамін В₁₂ (ціанокобаламін) і збагатити ним молочні продукти. Шкірні пропіонобактерії ціанокобаламіну не продукують. Пропіонобактерії утворюють аміак із білкових речовин, фермент каталазу і ферменти дегідрогенази і цитохроми.

Біфідобактерії. Це облігатна і домінуюча частина кишкової мікрофлори здорової людини і теплокровних тварин. Вона проявляє активність антагоніста по відношенню до патогенних, умовно-патогенних і небажаних мікроорганізмів у кишечнику.

Сьогодні ідентифіковано 24 види біфідобактерій (від лат. *bifidus* - роздвоєний, розщеплений надвоє), об'єднаних у рід *Bifidobacterium*, який належить до сімейства *Actinomycetaceae*. Найбільш вивченими видами біфідобактерій є: *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. pseudolongum*, *B. thermophilum* та ін.

Морфологія. Біфідобактерії є надзвичайні за формою варіабельні палички - прямі, зігнуті, розгалужені, роздвоєні Y- або V-форми, булавоподібні, лопатоподібні. Клітини розташовуються одиночно, парами, іноді ланцюжками, палісадом або розетками, розмір клітин 0,5-1,3 x 1,5-8

мкм. Грампозитивні, не утворюють спор і капсул, нерухомі. Мікроскопічна картина кожного виду біфідобактерій має особливості за розміром, формою і розташуванням клітин.

При вирощуванні культур біфідобактерій на печінковому агарі або в молоці розгалуження зникає, клітини стають грамваріабельними, слабо забарвлюються кислими і лужними фарбниками, з'являється багато гранульованих форм, які іноді можна прийняти за коки. Грануляція у біфідобактерій спостерігається також у середовищах з високим вмістом сухих речовин. Розгалуження відбувається в середовищі, неповноцінному щодо джерел живлення. Поява поліморфних клітин у біфідобактерій індукується і катіонами одновалентних металів: калію, натрію, літію, цезію, а також виключенням із середовища культивування однієї з чотирьох амінокислот: DL-аланіна, DL-серіна, DL-аспарагінової кислоти, L(+)-глутамінової кислоти, суміш яких запобігає розгалуженню клітин.

Серед штамів, виділених із кишечника дорослих людей, переважають паличкоподібні та булавоподібні форми; палички, що розгалужуються, частіше зустрічаються у дітей грудного віку. На ранніх стадіях розвитку у біфідобактерій переважають паличкоподібні форми, а при подальшому культивуванні утворюються розгалужені нитки з численними перегорodkaми в основному стовбурі та відгалуженнях.

Культуральні властивості. Всі види біфідобактерій при первинному виділенні є строгими анаеробами. У присутності вуглекислого газу вони можуть бути толерантними до кисню. При лабораторному культивуванні ці мікроорганізми набувають здатності розвиватися у присутності певної кількості кисню, а у високопоживних середовищах - можуть рости в повністю аеробних умовах. Чутливість до кисню у багатьох штамів біфідобактерій варіює, що обумовлене відмінностями в механізмі бродіння. Деякі види можуть рости в атмосфері повітря, що збагачено 10 % CO₂.

Оптимальною є температура 37 - 41 °С. Оптимальне значення рН 6 - 7, при рН нижче 4,5 і вище 8,5 ріст мікроорганізмів припиняється.

Розмноження біфідобактерій обумовлено величезною кількістю факторів росту. Багато видів потребують біотіна, пантотенової кислоти, цистеїну, рибофлавіну, пуринових і перимідинових основ, пептидів, аміноцукрів, коферменту А, олігосахаридів, деяких ненасичених жирних кислот і ін. Окремі штами потребують вуглекислого газу, аміаку, гістидину. З амінокислот потрібен лізин, пролін, серін, аланін, аспарагінова і глутамінова кислоти.

Деякі штами біфідобактерій ростуть за наявності азотфіксуючих олігосахаридів – N-ацетил-глюкозаміну, N-ацетил-галактозаміну, N-ацетил-манозаміну та ін., які відсутні в коров'ячому молоці (містяться в жіночому молоці).

В синтетичних середовищах біфідобактеріям для росту необхідні залізо, магній, фосфати, хлориди калію і натрію, в деяких випадках – марганець. Біфідобактерії культивують, створюючи анаеробні умови або знижуючи окислювально-відновний потенціал середовища, на молоці, гідролізованому молоці та гідролізаті казеїну, а також на печінковому бульйоні з додаванням ростових речовин (дріжджового автоісизату, кукурудзяного екстракту, цистеїну і ін.). На щільних живильних середовищах біфідобактерії утворюють різноманітні колонії: плоскі, напівкулясті, блискучі, шорсткі, оточені валом, мають більш темний центр і т.д. Колір колоній змінюється від білого і сірого до темно-коричневого. Колонії часто нагадують за формою зерно гречки або усічену трикутну піраміду, на деяких середовищах колонії мають форму сочевиці. Розміри колоній від 0,5 до 5 мм.

У молоці біфідобактерії розвиваються повільно, оскільки коров'яче молоко не є природним середовищем їх існування. Однією з причин поганого росту біфідобактерій у молоці є розчинений у ньому кисень. У них не виявлено казеолітичної активності, тобто вони можуть засвоювати казеїн

тільки після часткового гідролізу. В результаті розщеплювання казеїну утворюються поліпептиди, глікопептиди, аміноцукри, що стимулюють ріст біфідобактерій. Іншою причиною загальмованого росту біфідобактерій може бути і їх низька фосфатазна активність.

Ріст біфідобактерій у коров'ячому молоці стимулюють екстракти дріжджів, гідролізоване молоко, а також збільшення співвідношення білок – лактоза. Сильний стимулюючий ефект росту біфідобактерій одержують при використанні гідролізатів казеїну.

Рослинними стимуляторами зростання біфідобактерій у молоці є знежирена соя, екстракт картоплі, тростинний цукор, кукурудзяний екстракт, морквяний сік. Як стимулятори росту застосовують також солі заліза, сорбіт, мікроелементи у вигляді сірчаної кислоти міді та лактату заліза.

Одним із способів активації росту біфідобактерій у молоці є отримання мутантів цих мікроорганізмів, здатних рости без будь-якого захисту від кисню.

Для культивування біфідобактерій найпоширенішим вважається печінково-цистеїнове середовище (середовище Блаурока).

Для його приготування потрібно 500 г яловичої печінки без сухожиль, її пропускають через м'ясорубку, заливають подвійною кількістю води і кип'ятять протягом 2 год., потім фільтрують. Фільтрат доводять дистильованою водою до 1000 см³ і вносять 10 г пептону, 10 г лактози, 100 мг хлористого цистеїну, 5 г NaCl і агару 1-2 г рН середовище 6,8 - 7,0. Проте це середовище дороге, містить дефіцитні компоненти, тому не придатне для використання в промислових умовах.

У молочній промисловості для виявлення біфідобактерій рекомендовано гідролізатно-молочне середовище (ГМ-середовище). Для його приготування в невеликій кількості розведеного гідролізованого молока (гідролізата) розплавляють агар із розрахунку 2 г на 1 дм³ приготованого середовища. До решти кількості гідролізату додають 20 г пептону і 3,5 г хлористого натрію, суміш нагрівають до температури 80°C, після чого

сполучають із розплавленим агаром. Встановлюють рН 7,5 і суміш кип'ятять протягом 15 хв., дають відстоятися, осад залишають, а рідину зливають над осадом і до неї, не фільтруючи, доливають гарячу дистильовану воду до заданого об'єму, додають 10 г лактози і 0,15 г солянокислого цистеїну. Середовище розливають у пробірки високим стовпчиком по 10 см³ і стерилізують при температурі 112 °С протягом 30 хв.

Біохімічні властивості. Біфідобактерії є хемоорганотрофами, активно зброджують сахарозу, галактозу, фруктозу, мальтозу, мелібіозу, рафінозу, лактозу та ін. з утворенням в основному оцтової і молочної кислот у молярному співвідношенні 3:2. Утворюються також домішки мурашиної і янтарної кислот, а також етанолу. Масляну, пропіонову кислоти та вуглекислий газ не утворюють .

Біфідобактерії не продукують каталази, не утворюють індол і сірководень, не відновлюють нітрати, не розріджують желатин. Вони не продукують фенол, не утворюють аміак з аргініну. При розвитку в лакмусовому молоці біфідобактерії викликають часткове або повне його відновлення. Ці мікроорганізми здатні розвиватися в бульйоні з гідролізованого молока з 2%-ним розчином кухонної солі, 20 % жовцю, концентрацією фенолу 1 : 250. Цитрати як джерело енергії біфідобактерії не використовують.

Більшість штамів біфідобактерій не квасять стерильне молоко або квасять його через 4 доби і більше. В процесі культивування біохімічна активність мікробів підвищується і згортання молока відбувається через 24 - 36 год. Біохімічна активність підвищується також при додаванні в молоко ростових речовин. При внесенні 5 - 10 % посівного матеріалу квашення спостерігається через 8 - 12 год. Гранична кислотність досягає 120 - 130 °Т. Крім кишечника теплокровних тварин біфідобактерії знайдені в ротовій порожнині людини, також у комах і в стічних водах.

Біфідобактерії застосовують при виготовленні кисломолочних продуктів для дітей раннього віку і пробіотиків для людей і тварин, оскільки

вони сприяють нормалізації мікрофлори кишечника. Біфідобактерії надають продукту дієтичних і лікувальних властивостей, оскільки синтезують вітаміни групи В, незамінні амінокислоти, при цьому як азот використовують аміак. Ці мікроорганізми руйнують канцерогенні речовини, що утворюються деякими представниками кишкової мікрофлори при азотному обміні, виконуючи, таким чином, роль «другої печінки».

Біфідофлора відіграє важливу роль у життєдіяльності людини, підтримуючи її здоров'я на оптимальному рівні. Вона є переважаючою мікрофлорою кишечника. В 1 г вмісту товстого кишечника дорослої людини знаходять декілька мільярдів клітин біфідобактерій.

Оцтовокислі бактерії. Мікроорганізми, що окислюють етиловий спирт в оцтову кислоту, називають оцтовокислими бактеріями, або ацетобактеріями. Їх відносять до роду *Acetobacter*, в який входять 7 видів: *A. aceti*, *A. diazotrophicus*, *A. hansenii*, *A. liquefaciens*, *A. methanolicus*, *A. pasteurianus* і *A. xylinum*. Типовим видом є *Acetobacter aceti*.

Морфологія. Ацетобактерії дрібні прямі або злегка зігнуті палички розміром 0,6-0,8 x 1,0-4,0 мкм. Зустрічаються еліпсоподібні, подовжені, ниткоподібні, розгалужені або малі здуті форми. Рухомі, джгутики розташовуються перитрихіально, бувають нерухомі штами. За Грамом, фарбуються негативно, в старих культурах деякі штами стають грамваріабельними. Спор і капсул не утворюють. Клітини розташовуються безладно: по одній, в парах, часто в ланцюжках.

Оцтовокислі бактерії є облигатними аеробами. Оптимальна температура зростання 25 - 30°C, добре ростуть при 20 °C і слабо при 37 - 38 °C, температурні межі розвитку 5 - 42 °C; оптимум рН 5,4 - 6,3, можуть рости при рН 4,0 - 4,5, при рН 7,0 - 8,0 ростуть слабо. Як найкращими джерелами вуглецю при культивуванні служать етанол, гліцерин і лактати.

Ростуть на простих і складних живильних середовищах, більшість штамів не потребує вітамінів.

На сушло-агарі ацетобактерії утворюють дрібні маслянисті блискучі безбарвні колонії, оскільки більшість штамів пігменти не утворюють. Для невеликого числа штамів характерне утворення водорозчинних пігментів, частіше жовтого кольору. Рідко колонії можуть забарвлюватися в рожевий колір за рахунок порфіринів, що утворилися.

На рідких підкислюючих середовищах оцтової кислоти бактерії утворюють слабку плівку, що нагадує цигарковий папір або більш щільну, що опускається на дно пробірок. При посіві уколом на МПЖ ацетобактерії дають гронподібний ріст, у зв'язку з чим можуть бути віднесені до факультативних аеробів.

У молоці чисті культури ацетобактерій практично не розвиваються, оскільки лактозу не засвоюють. Разом із молочнокислими бактеріями, що утворюють молочну кислоту і лактати, розвиваються дуже активно, при цьому деякі штами можуть синтезувати флавін, унаслідок чого на поверхні молока, що згорнулося, з'являється оранжеве кільце.

Для диференціації видів оцтовокислих бактерій застосовують живильне середовище ЖІК (GYC), що містить 5 % D-глюкози + 1 % дріжджового екстракту + 3 % CaCO_3 + 2,5 % агару.

Для приготування дріжджового екстракту 100 г подрібнених пресованих дріжджів заливають 500 см³ дистильованої води, кип'ятять при постійному перемішуванні доти, поки не зійде піна, потім кладуть на 24 год. при 4 - 6 °С у холодильник. Емульсію фільтрують через вату і фільтрат стерилізують при температурі 121 °С 20 хв.

Оцтовокислі бактерії є хемоорганотрофами, для них характерний метаболізм ніколи не бродильного дихального типу. Окислюють етанол в оцтову кислоту при нейтральній або кислій реакції (рН 4,5), при цьому утворюють від 5 до 9,6 % оцтової кислоти. Ацетат і лактат окислюють до вуглекислого газу та води. Етанол і лактат служать хорошими джерелами вуглецю.

Гексози і гліцерин придатні як джерела вуглецю для більшості штамів, маніт засвоюють погано, лактозу, крохмаль і декстрин не гідролізують. Легко окисляють багато амінокислот, желатин не розріджують, індол і сірководень не утворюють, продукують каталазу і перекис водню.

Деякі штами ацетобактерій здатні синтезувати вітамін В₁₂.

Оцтовокислі бактерії входять до складу постійної мікрофлори грибкової закваски (грибка кефіру) кефіру, беруть участь у формуванні специфічного смаку і консистенції кефіру. При зайвому розвитку викликають ваду – ослизнілу і тягучу закваску кефіру.

В сирі, сметані і кислому молоці при вмісті ацетобактерій у кількості 10⁵ - 10⁶ клітин в 1 см³ (г) обумовлюють запах і присмак оцтової кислоти і ослизніння продукту.

Оцтовокислі бактерії зустрічаються на квітах, фруктах, медоносних бджолах, у виноградних винах, сирі, пиві, кефірі, пивних дріжджах, оцті, фруктових соках, що скисли, у соку цукрової тростини, «чайному грибі», рослинних дубильних розчинах і в ґрунті.

Деякі представники роду *Acetobacter* можуть викликати рожеву гниль ананасів, яблук і груш. Один вид (*A. diazotrophicus*) є мікроаерофільним азотфіксуючим мікроорганізмом, він присутній на коренях і стеблах цукрової тростини.

Дріжджі. Є основними збудниками спиртного бродіння. Систематика дріжджів представлена в попередніх розділах. Найбільше значення в харчовій і молочній промисловості має сімейство *Saccharomycetaceae*, під *Saccharomyces*. До цього роду належать і молочні дріжджі *S. lactis*, *S. casei*, які можуть розвиватися в сирах і кисломолочних продуктах.

У молоці і молочних продуктах виявляються й інші як спороутворюючі, так і неспороуворюючі (аспорогенні) дріжджі. Із спороутворюючих зустрічаються також дріжджі родів *Zygosaccharomyces*, *Fabospora* і *Debariomycetes*, із неспороутворюючих родів – *Torulopsis*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula* та ін. За сучасною класифікацією в рід *Candida*

включений вид *Candida mycoderma*, що складав раніше самостійний рід *Mycoderma*.

Дріжджі виду *Candida mycoderma* відносять до дріжджеподібних мікроорганізмів, які є ніби проміжною ланкою між дріжджовими і цвілевими грибами. Вони розмножуються брунькуванням, причому бруньки не відділяються від материнської клітини, утворюючи скупчення із з'єднаних між собою клітин, що нагадують міцелій багатоклітинної цвілі (псевдоміцелій). Таким чином, аспорогені дріжджі роду *Candida* можуть існувати в дріжджовій і ниткоподібних формах. На рідких живильних середовищах такі скупчення клітин утворюють плівку.

Клітини дріжджів овальні або злегка еліпсоподібні. Бруньки клітин мають довгасту форму. Дріжджі нерухомі, за Грамом, фарбуються позитивно, капсул не утворюють. Аскоміцети утворюють спори (артроспори), які формуються усередині клітини по 2, 4, 8 і більше штук. Величина клітин варіює в широких межах. У молодих культурах дріжджові клітини мають розміри 2-5x3,0-7,5 мкм, більш зрілі форми досягають розмірів 14 - 16 мкм. Довжина міцеліальних ниток складає десятки (до сотень) мікрометрів. Форма клітин у дріжджів різних видів варіює від кулястих, овальних до подовжено циліндричних.

Дріжджі є факультативними анаеробами, але краще розвиваються за наявності в середовищі кисню. Оптимальна температура розвитку 25 - 30 °С, мінімальна 5 - 12 °С. Проте, багато дріжджів здатні розмножуватися при температурі мінус 3°С. Активність зростання залежить від температури. Наприклад, поява видимого росту у штамів роду *Torula* з'являється при 2 °С через 7 діб, при 0°С – через 10 діб, при мінус 2 °С – через 21 добу.

Підвищена температура (30 – 32 °С) стимулює розвиток дріжджів, особливо неферментуючих лактозу. Дріжджі, що зброджують лактозу, досить добре розвиваються і при 18 - 20 °С.

Більшість дріжджів віддає перевагу для свого розвитку кислій реакції середовища, тому вони дуже поширені в кисломолочних продуктах і можуть

бути знайдені майже в будь-якому продукті, виготовленому на природних заквасках. Проте дріжджі розвиваються повільніше, ніж лактобактерії, у зв'язку з чим їх виявляють у меншій кількості, ніж молочнокислі бактерії.

При рості на щільних живильних середовищах, а також на продуктах дріжджі роду *Rhodotorula* утворюють колонії, забарвлені в червоний, рожевий або жовтий колір.

Більшість штамів дріжджів родів *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* і *Candida* при розвитку на харчових продуктах в умовах холодильного зберігання утворюють позаклітинний полісахарид, у результаті чого на продукті з'являється слиз.

Для вирощування дріжджів дуже часто використовують агар Сабуро, на якому вони утворюють напівпрозорі гладкі блискучі колонії середніх і великих розмірів. До складу середовища входять мальтоза або глюкоза – 4г, пептон – 1г, агар – 2г і вода 100 см³.

Для виявлення аспорогенних дріжджів використовують синтетичне середовище з лізином. В 1 дм³ водопровідної води розчиняють глюкози 50 г, лізину 3 г, КН₂РО₄ 1 г, MgSO₄ 1 г, сліди FeSO₄. Кожний компонент розчиняють у воді окремо і додають у вказаному порядку. В середовище додають агар (1,5 %), який розплавляють і розливають по пробірках. Стерилізують 20 хв при 112 °С.

Аскоміцети не засвоюють лізин, не ростуть на цьому середовищі або ростуть у вигляді точкових колоній за рахунок кількостей слідів азоту, що містяться в агарі. Неспороуюворючі дріжджі, що асимілюють лізин, розвиваються у вигляді великих колоній.

Біохімічні властивості. За біохімічною активністю, здатністю ферментувати лактозу і розвиватися в молоці дріжджі поділяють на три групи.

До першої групи віднесені *неспороутворюючі, не ферментуючі лактозу* та інші вуглеводи дріжджі виду *Candida mycoderma*. Вони не здатні

до спиртного бродіння. Розвиваються на поверхні кисломолочних продуктів при їх зберіганні.

Другу групу представляють *спороутворюючі дріжджі* виду *Saccharomyces cartilaginosus*, *не ферментуючі лактозу*. Вони ферментують мальтозу з утворенням газу. Ці дріжджі називають «дикими», оскільки вони у виробництві не застосовуються, але добре розвиваються з молочнокислими бактеріями.

Третю групу складають дріжджі, які *ферментують лактозу*. Це спороутворюючі види – *Saccharomyces lactis*, *Zygosaccharomyces lactis*, *Fabospora fragilis*, а також неспороутворюючі – *Torulopsis kefir* і *Candida pseudotropicalis var. lactis*.

Перші два види лактозу ферментують з утворенням газу; мальтозу всі перераховані види не ферментують, лакмусове молоко не згущують, за винятком роду *Candida*.

Дріжджі третьої групи можуть входити до складу мікрофлори грибків кефірів і вводитися до складу заквасок для виробництва інших кисломолочних продуктів.

Як джерело вуглецю дріжджі найкраще використовують гексози, інші вуглеводи, спирти, у тому числі метанол, органічні кислоти. Як джерело азоту засвоюють солі амонію, амінокислоти, пептиди, рідше – нітрати і нітрити.

Більшість видів дріжджів, що розвиваються на молочних продуктах, володіє ліполітичною здатністю. У зв'язку з цим розмноження дріжджів у продуктах при холодильному зберіганні викликає їх псування: згіркнення, осалювання, появу неприємного запаху. Роль дріжджів у виробництві кисломолочних продуктів і молочних консервів велика. Звичайно їх розглядають як збудників спиртного бродіння, але ця функція, мабуть, не основна. Дріжджі формують специфічні смак і запах, вітамінізують продукти, стимулюють розмноження молочнокислих бактерій, пригнічують шкідливу мікрофлору. Їх використовують також для підвищення стійкості

масла. Вони здатні виробляти антибіотичні речовини, що пригнічують розвиток збудника туберкульозу, бактерій групи кишкових паличок та інших небажаних мікроорганізмів. Дріжджі добре пристосувалися до різних місць. Вони ростуть на поверхні солодких плодів, у нектарі квітів, у соку дерев, на поверхні листя, у лісовій підстилці, ґрунті і у водоймищах. Дріжджі містяться також у травному тракті людей і тварин, на шкірних покривах. Є патогенні або умовно-патогенні форми дріжджів, що викликають захворювання у людей і рослин.

Слизоутворююча паличка. В утворенні слизу на сирах із слизовою поверхнею бере участь разом із пігментоутворюючими мікрококами і дріжджами перш за все слизоутворююча паличка *Brevibacterium linens* – бактерія, що виробляє червоний пігмент.

Систематика. Рід *Brevibacterium* об'єднує чотири види бактерій, він виділений в групу корінебактерії, яка охоплює різні протеолітичні активні мікроорганізми. Їх таксономічне положення в системі бактерій нестійке. Існує тісна спорідненість між родами *Brevibacterium*, *Arthrobacter*, *Microbacterium* і *Corynebacterium*.

Морфологія. Бревібактерії представляють собою грампозитивні палички неправильної форми, розміром 0,6-1,2x1,5-6 мкм, розташовуються одиночно або в парах, часто V-образно, тобто під кутом один до одного. Зустрічаються розгалужені клітини. В старих культурах палички розпадаються на дрібні кокоподібні форми. Спор не утворюють, нерухомі.

Культуральні властивості. По відношенню до кисню бревібактерії є облигатними аеробами. Оптимальна температура розвитку 20 - 35 °С, рН – 6,0 - 10,0. Можуть розмножуватися на субстратах, що містять до 15 % повареної солі.

Характерною ознакою бревібактерій є зростання на живильних середовищах простого складу, причому можуть бути використані різні джерела вуглецю і азоту.

При інкубації на світлі бревібактерії утворюють слизисті округлі різного кольору колонії – жовті, кремові, оранжеві, червоні, червоно-коричневі, жовто-коричневі, білі та сірі. Пігментація колоній залежить від складу живильних середовищ і умов культивування.

На м'якому сири з цвілью (камамбер і ін.) розвиваються на більш пізніх стадіях дозрівання, після того, як відбудеться розкислювання поверхні сиру, викликане цвілью роду *Penicillium*. При цьому спочатку слизеутворюючі бактерії розвиваються у вигляді червонувато-жовтої крайки, а потім на всій поверхні сиру.

Володіють метаболізмом дихального типу. З глюкози та інших вуглеводнів утворюють невелику кількість кислоти, викликають гідроліз желатину, казеїну і крохмалю.

Вони продукують протеолітичні і ліполітичні ферменти, які розщеплюють білки і жири з характерним злегка пікантним запахом. Характерні ознаки *B. linens* полягають в його мінливості. Тому не всі штами придатні для сироваріння, їх необхідно відбирати за певними критеріями.

Штами виділяються краще всього із слизу сирів. Відносно пігментації найбільш бажані жовто-коричневі тони. Протеоліз не повинен бути дуже сильним: перш за все небажані штами, що викликають сильне виділення аміаку.

Культури одержують шляхом вирощування в спеціальних посудинах на агарових живильних середовищах з різними джерелами азоту і вуглеводами. Як тільки поверхня живильного середовища повністю заросте, бактерії змивають стерильним фізіологічним розчином. Суспензії клітин у розчині кухонної солі постачають як заквашувальні культури.

Культури повинні відповідати таким показникам якості: кількість живих мікроорганізмів в 1 см³ – не менше 5x10⁸; відсутність колиформ, спороутворюючих бактерій та інших сторонніх бактерій; дріжджів і цвілевих грибів - не більше 10 см³; зберігають культури при 5 - 8°C і відсутності світла 30 днів. При цьому кількість живих клітин повинна складати 90 % від встановленої норми.

Бактерії, які виробляють червоний слиз, звичайно не культивують на молочних підприємствах, а застосовують безпосередньо при виготовленні кисломолочного сиру, камамбера та інших сирів із слизом. При цьому вважається, що додати культуру в молоко при виробництві сиру не економічно, більш доцільно обприскувати сири або обтирати (сири з цвіллю) розбавленою культурою.

Контрольні питання

1. Як класифікують мікроорганізми залежно від їхньої ролі у формуванні якості продукції?
2. Які є представники технічно важливої мікробіоти?
3. Що таке лактококи, їх роль у виробництві молочних продуктів?
4. Що таке лейконостоки та лактобактерії, яка температура їх розвитку?
5. Чим відрізняються стрептобактерії та бетабактерії?
6. До якої групи відносять пропіоновокислі бактерії?
7. Які біохімічні властивості пропіоновокислих бактерій?
8. Чим характеризуються біфідобактерій?
9. Чому дріжджі є основними збудниками спиртового бродіння?
10. У яких процесах бере участь слизоутворююча паличка?

1.2. Характеристика мікроорганізмів які призводять до псування молочних продуктів

Якісні мікробіологічні показники молока і молочних продуктів визначають наявність або відсутність конкретних видів мікроорганізмів у певній масі чи об'ємі продукту. У всіх молочних продуктах не допускається наявність патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонел, у 25 г продукту. У деяких молочних продуктах (кисломолочний сир, тверді сичужні сири) нормується вміст золотистого стафілококу як потенційного збудника харчового отруєння. Крім того, існує поняття мікробіологічної стійкості готових молочних продуктів, що визначається можливістю зберігання їх без ознак псування.

Існує два показники мікробіологічної стійкості молочних продуктів – кількість пліснявих грибів і кількість дріжджів. Ці види мікроорганізмів здатні розвиватись у широкому діапазоні температури та є причиною псування молочних продуктів в процесі довготривалого зберігання. Тому ці показники є обов'язковими для встановлення термінів придатності та режимів зберігання молочних продуктів.

Маслянокислі бактерії. Ця група мікроорганізмів є збудниками маслянокислого бродіння, в результаті якого молочний цукор і солі молочної кислоти (лактати) розщеплюються з утворенням великої кількості різних кислот, спиртів, CO_2 та H_2 . Їх відносять до роду *Clostridium*.

Морфологія. Палички циліндричної форми, великі, рухомі (або нерухомі) до моменту утворення спор, утворюють спори з субтермінальним або 26 термінальним розташуванням, Гр+, капсул не утворюють. Розмір клітин (5...12)х(0,5...1,5) мкм. Перед утворенням спор у цитоплазмі клітин накопичується гранульоза – крахмалоподібна речовина, яка забарвлюється йодом у синій колір. Це одна із ознак розпізнання маслянокислих бактерій.

Культуральні властивості. Облігатні анаероби. Оптимальна температура 30...35 °С, мінімальна 8...10 °С, максимальна – 45 °С.

Біохімічні властивості. Продуктами метаболізму є масляна, оцтова, пропіонова, мурашина кислоти, етиловий, бутиловий, пропіловий спирти. Бродіння супроводжується виділенням CO_2 та H_2 . Внаслідок сильного газоутворення у сирах викликають ваду – пізніе здуття. Це пов'язано з повільним ростом маслянокислих бактерій при бурхливому рості молочнокислих. Внаслідок розвитку маслянокислих сир набуває неприємного смаку і запаху.

Мають високу протеолітичну активність.

Маслянокислі мікроорганізми можуть попадати в молоко з частинками кормів, гною, ґрунту. Отже, дотримання чистоти є основним заходом у боротьбі з забрудненням молока цією мікрофлорою.

Психротрофні мікроорганізми. До психротрофних відносять широке коло мікроорганізмів – псевдомонади, дріжджі, плісені, мікрококи, спороутворюючі, молочнокислі та інші, які здатні розмножуватися при температурі нижче 7 °С. Найбільше значення у молочній промисловості мають бактерії родини *Pseudomonadaceae*, роду *Pseudomonas*, які розглядають як психротрофну мікрофлору молока. Типовими представниками є *Ps. fluorescens* і *Ps. aeruginosa* (синьогнійна паличка), *Ps. putrefaciens*.

Морфологія. Палички, прямі або викривлені, розташовані поодинокі, мілкі (1...1,8 мкм), рухомі, з полярними джгутиками, неспороутворюючі, Гр-. Клітини розташовуються без порядку.

Культуральні властивості. Гарно ростуть на поживних середовищах загального призначення. На пептонному агарі утворюють колонії круглі, блискучі, сірувато-зелені, з рівним краєм, розмір колоній 4...5 мм. Оптимальна температура 20...25 °С. Суворі аероби.

Біохімічні властивості. Молоко не згортають. Частина розщеплює глюкозу і трегалозу. Більшість видів каталазо- і оксидазопозитивні, мають високу ліполітичну і протеолітичну активність,.

Бактерії роду *Pseudomonas* накопичуються у сирому молоці при тривалому його зберіганні при низьких температурах. Під час пастеризації вони гинуть, але ферменти, які вони встигли накопичити (ліпази і протеази), термостійкі, витримують температуру пастеризації, навіть УВТ-обробку. Тому при зберіганні пастеризованого, стерилізованого молока, згущених молочних консервів можуть виникати вади – гіркий і прогірклий смак.

Бактерії роду *Pseudomonas* чутливі до пониження рН середовища, тому в кисломолочних продуктах вони не розмножуються. Деякі виробляють фосфатазу в пастеризованих не кисломолочних продуктах.

Зустрічаються у ґрунті, воді, рослинах. Вважають, що в молоко попадають з залишками води. Для боротьби треба воду обробляти хлорним вапном.

Мікрококи. До них відносять мікроорганізми родини *Micrococcaceae*, роду *Micrococcus*. *Мікрококи* – це постійна мікрофлора вимені корови. Основним джерелом обсіменіння мікрококами є обладнання на фермі. У молоці зустрічаються два види: *M. lutens* та *M. varians*.

Морфологія. Клітини кулькоподібні, розміром 0,8...1,2 мкм, розташовані у вигляді неправильних скупчень і не утворюють довгих ланцюжків. Під мікроскопом мікрококи відрізняють за безладним розташуванням клітин. Нерухомі, Гр⁺.

Культуральні властивості. Колонії круглі, з рівними краями, крупні, жовтуваті або білі. Оптимальна температура 30...35 °С. Термостійкі, короткочасну пастеризацію витримують краще, ніж тривалу при 63...65 °С.

Біохімічні властивості. *M. lutens* окремі штами *M. Varians* зброджують лактозу і проводять ліполіз. Характерною особливістю мікрококів є їх спроможність при розвитку у молоці виділяти сичужний фермент одночасно з утворенням молочної кислоти (внаслідок збродження лактози). Гранична кислотність 40...60 °Т, але молоко водночас згортається під дією сичужного ферменту і кислоти. Згусток, як правило, буває стягнутим і виділяє сироватку, в ньому відчувається крім кислоти і гіркота. При виробництві

молочних консервів вони можуть викликати загустіння згущеного молока з цукром.

Мікрококи при виробництві продуктів із незбираного молока практичного значення не мають.

Спороутворюючі мікроорганізми. Відносять до родини *Bacillaceae*, роду *Bacillus*. Основні представники – *B. subtilis*, *B. polymyxa*, *B. megaterium*, *B. coagulans*, *B. stearothermophilus*.

Морфологія. Прямі або загнуті палички, товщиною 0,6...1 (до 1,5) мкм, довжиною – 1,5...5 мкм. Спори мають центральне, субтермінальне або термінальне розташування. Форма спор – еліптична або циліндрична. Спороутворення залежить від рН, температури, наявності кисню і поживних речовин. Клітини переважно рухомі, є нерухомі. Розташування клітин – поодиночі, парами або ланцюжками. Гр+, рідко Гр-.

Культуральні властивості. На МПА колонії великі, сіруваті, волохаті, якщо рухомі – розповзаються. По відношенню до кисню вони можуть бути суворими аеробами або факультативними анаеробами. Оптимальна температура 30...35 °С, але *B. coagulans* має оптимальну температуру 45 °С, *B. stearothermophilus* – 55...60 °С.

Біохімічні властивості. Утворюють із глюкози в аеробних умовах кислоту, іноді газ і ацетон. Більшість видів гідролізує крохмаль, розщеплює казеїн.

Майже усі без винятку зразки сирого і пастеризованого молока містять спори, але умови для їх росту рідко бувають сприятливими.

Усі спороутворюючі мікроорганізми негативно реагують на кисле середовище, тому вони проявляють себе тільки у тих випадках, коли у молоці і молочних продуктах молочнокислі мікроорганізми не розвиваються. Деякі із них виділяють сичужний фермент і згортають молоко при низькій кислотності.

Спороутворюючі мікроорганізми викликають вади – згортання, протеоліз, пептонізацію, гіркоту. Ці вади можуть бути у пастеризованому і стерилізованому, стерилізованому концентрованому молоці, вершках

Плісені. Широко розповсюджені у виробництві кисломолочних продуктів, сирів і молочних консервів. Вони викликають пліснявіння при зберіганні продуктів. Плісені, які зустрічаються при зберіганні молочних продуктів, відносять до родів *Geotrichum candidum* (синоніми *Oospora lactis*, *Oidiumn lactis*), *Candida*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Catenularia*.

Оптимальна температура росту 20...35 °С, мінімальна – (-5)...(+ 5) °С, максимальна – 35...44 °С. Швидкість росту значно знижується при (+5)...(-5) °С. Гинуть у молоці при температурі пастеризації 75...76 °С 15...20 с.

Спостерігається ріст при рН 1,5...9, віддають перевагу рН 3,5. Максимальна концентрація натрій хлориду, при якій може бути ріст – 12...20 %. Усі плісені активно викликають розпад жиру і білків. Вони аероби, але можуть рости і в глибині продукту при наявності порожнин і мінімальному доступі повітря.

Санітарно-показові мікроорганізми. До них відносять мікроорганізми, які використовують для оцінки якості молока і молочних продуктів – МАФАНМ (загальна кількість мікроорганізмів – раніше), БГКП, ентерококи, коагулазопозитивні стафілококи, бактерії групи протей, анаеробні спорові сульфітредуруючі мікроорганізми (*Cl. perfringens*).

Основними джерелами розповсюдження збудників більшості інфекційних хвороб є хворі люди і теплокровні тварини. Найбільш масивне виділення ними мікроорганізмів у довкілля відбувається з фекаліями. При санітарно-мікробіологічному контролі вирішують питання про наявність або відсутність у харчових продуктах або інших об'єктах зовнішнього середовища шкідливих для людини мікроорганізмів. Пряме визначення збудників інфекційних хвороб має цілий ряд складнощів. По-перше, патогенні мікроорганізми знаходяться у довкіллі не постійно, відносно легко

їх можна визначити під час епідемії, але дуже важко в міжепідемічні періоди. По-друге, кількість патогенних мікроорганізмів, які попали у зовнішнє середовище, значно менша, ніж непатогенних, і розповсюдження їх у забруднених об'єктах нерівномірне. Складнощі виникають і при вирощуванні патогенних мікробів на поживних середовищах, оскільки їх розвиток пригнічується сапрофітною мікрофлорою.

У зв'язку з цим санітарну оцінку різних об'єктів проводять не прямим, а опосередкованим шляхом, тобто визначають факт забруднення цих об'єктів не збудниками кишкових інфекцій, а кишковими виділеннями людини і теплокровних тварин. Чим сильніше це забруднення, тим більш імовірно попадання в об'єкт патогенних мікробів.

Для багатьох видів мікробів, які мешкають у тілі здорової людини, єдиним природним середовищем є кишечник, а визначення таких мікробів поза організмом свідчить про забруднення зовнішнього середовища виділеннями із кишечника і можливою присутністю патогенних мікроорганізмів – збудників кишкових інфекцій. Мікроорганізми, які виділяються, є показниками санітарного неблагополуччя, потенційної небезпеки досліджуваних об'єктів і тому їх називають санітарно-показовими.

Не усі мікроорганізми, які входять до складу нормальної мікрофлори організму людини, можуть бути визнані санітарно-показовими. Вони повинні відповідати певним вимогам – постійне виділення в зовнішнє середовище у великих кількостях, обмежена здатність розмножуватися в зовнішньому середовищі, тривалість збереження життєздатності в зовнішньому середовищі, стійкість до зовнішньої дії, легкість визначення, сталі властивості, незалежність від присутності інших мікроорганізмів, рівномірність розподілу в досліджуваному об'єкті, присутність в організмі господаря і в зовнішньому середовищі у кількості більшій, ніж патогенні мікроорганізми.

Жодна з названих груп санітарно-показових мікроорганізмів не відповідає усім цим вимогам, але чим більшої кількості вимог він

задовольняє, тим більше відповідає ідеалу санітарно-показового мікроорганізму.

Бактерії групи кишкових паличок є найбільш розповсюдженими санітарно-показовими мікроорганізмами, але за показник фекального забруднення використовують також і інших мешканців кишечника людини та тварин - ентерококи, палички протей, споровий анаеробний мікроорганізм – *Cl.perfringens* тощо. Найбільш суттєві властивості, які знижують цінність цих мікроорганізмів для визначення фекального обсіменіння молочних продуктів, є їх здатність більш-менш активно розвиватись у молоці, пригнічуватись мікрофлорою заквасок, проявляти при цьому змінні властивості.

В багатьох стандартах на молочні продукти визначають також кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) або показник КУО (колонієутворюючих одиниць).

При епідемічних показаннях (наприклад, харчових отруєннях) органи санітарно-епідемічного догляду проводять дослідження для безпосереднього виявлення патогенних мікроорганізмів.

Бактерії групи кишкових паличок. Це основні санітарно-показові мікроорганізми. Відносять до цієї групи мікроорганізми, які входять до родини *Enterobacteriaceae*, об'єднують такі роди: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* і характеризуються загальними морфологічними, культуральними і біохімічними властивостями. Із усіх БГКП найбільше санітарно-показове значення мають мікроорганізми роду *Escherichia*, виявлення яких у харчових продуктах свідчить про свіже фекальне забруднення.

Морфологія. Тонкі, прямі, дрібні палички, розміром 0,5 x (1...2) мкм, розташовуються поодинокі, парами, ланцюжками, Гр-, неспорують, рухомі.

Культуральні. Факультативні анаероби, гарно ростуть на універсальних поживних середовищах, колонії прозорі, край хвилястий або розпливчастий,

на середовищі Ендо дають характерні колонії червоного кольору з металевим блиском. Оптимальна температура – 37...38, мінімальна – 15, максимальна – 55 °С. Оптимальне рН 7...7,6, граничне 4,5...9,0. При режимах пастеризації молока, які застосовують у молочній промисловості, БГКП гинуть. Дезінфікуючі засоби, які застосовують у молочній промисловості, обеззаражують від кишкової палички.

Біохімічні властивості. Ферментують лактозу і глюкозу з утворенням молочної кислоти і газу при температурі 37 °С протягом 5...24 год. У молоці БГКП активно розмножуються, доводячи кислотність до 60...80 °Т і утворюючи нерівний рваний згусток. У присутності молочнокислих бактерій ріст БГКП гальмується під впливом антибіотиків, які молочнокислі мікроорганізми виділяють.

Вміст БГКП у сирому молоці залежить від санітарно-гігієнічних умов на фермі. Частина їх попадає у молоко зі шкірою, з гноєм, отже, має фекальне походження, більша частина – з обладнання (не фекальне походження). При пастеризації БГКП не визначаються в 10 см³ молока, але далі вміст може збільшуватись за рахунок неякісного миття обладнання. При виробництві питного молока і кисломолочних напоїв вміст БГКП відображає, в основному, санітарно-гігієнічний стан обладнання, а при виробництві кисломолочного сиру кінцевий стан залежить як від санітарно-гігієнічного стану обладнання, так і від умов ведення технологічного процесу.

Мезофільні аеробні факультативно-анаеробні мікроорганізми (МАФАНМ). Визначенням МАФАНМ встановлюють загальну кількість мікроорганізмів, які виростили на щільному поживному середовищі при посіві 1 г або 1 см³ субстрату та культивуванні посівів при 30 °С протягом 72 год.

Показник КУО не характеризує кількість мікроорганізмів у досліджуваному об'єкті, тому що не ростуть живі клітини, які втратили здатність до розмноження, не завжди розбиваються конгломерати, і одна колонія виростає із кількох клітин, не ростуть облігатні анаероби (культивування проводять в аеробних умовах), не ростуть термофіли і

психрофіли, плісені і актиноміцети (ріст останніх двох можна виявити на 3...4 добу), багато видів патогенних і інших мікроорганізмів, які культивують на спеціальних живильних середовищах, не ростуть віруси і риккетсії.

МАФАМ представлені, головним чином, мезофільними сапрофітними мікроорганізмами - гнильними споровими і неспоровими бактеріями, БГКП, коковою мікрофлорою (стафілококами, мікрококами, сарцинами), деякими патогенними, наприклад, сальмонелами тощо.

МАФАМ можуть бути віднесені до санітарно-показових у меншій мірі, ніж інші мікроорганізми, але продукти, в яких визначена велика кількість бактерій, навіть непатогенних і таких, що не впливають на органолептичні властивості продукту, не можна вважати повноцінними для здоров'я з наступних причин: значна кількість життєздатних клітин у харчових продуктах свідчить про недостатню теплову обробку або недостатнє миття обладнання або незадовільні умови зберігання.

Висока мікробна забрудненість свідчить про можливе псування продукту. Вміст в харчових продуктах $10^6...10^8$ клітин в 1 г – ознака неякісної продукції.

Оцінка якості продуктів за цим показником має ряд недоліків: не проводиться облік анаеробів, частково враховуються психротрофні і термофільні; не можна використовувати цей показник для оцінки кисломолочних продуктів і сирів; здійснюється тільки кількісна оцінка мікрофлори без урахування її якісного складу.

До переваг цього показника відносять можливість контролю рівня санітарно-гігієнічних умов виробництва і виявлення порушень умов зберігання і транспортування продукту, які призводять до розмноження мікроорганізмів.

У санітарній мікробіології гранично допустима кількість МАФАМ у харчових продуктах $10^4...10^5$ КУО в 1 г.

Контрольні питання

1. Які групи плісень зустрічаються при зберіганні молочних продуктів?
2. Які вади молочних продуктів викликають плісені?
3. Які є продукти метаболізму маслянокислого бродіння?
4. Які групи мікроорганізмів відносять до санітарно-показових?
5. Якими бактеріями представлені МАФАМ?

1.3. Мікробіологія сирого молока

За багатством та різноманітністю харчових речовин молоко стоїть поза конкуренцією серед інших харчових продуктів. В добовому раціоні людини молоко й молочні продукти заслужено посідають вагоме місце.

Водночас ці продукти є прекрасним середовищем для розвитку мікроорганізмів. Останні можуть бути причиною виникнення різних дефектів молока і молочних продуктів, а в окремих випадках – призвести до захворювання людей.

Молоко – продукт, створений природою, призначенням якого є вигодовування новонароджених організмів. Останні з перших днів життя нічого не отримують, крім молока, тому в ньому є все те, що необхідно для нормального розвитку і росту організму. Приблизний середній вміст сухих речовин в молоці – 12% (відповідно вміст води 88%). У складі сухих речовин молока є білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни, тобто все те, що необхідно кожному живому організму. Завдяки своєму хімічному складу молоко є прекрасним середовищем для розвитку мікроорганізмів, в якому вони знаходять потрібну поживу, а достатня кількість води сприяє їхньому швидкому розвитку.

За своєю природою свіжовидоєне молоко здорових тварин – стерильна біологічна рідина, в якій, подібно до крові, не повинно бути ніяких мікроорганізмів. Проте отримати стерильне молоко дуже важко, бо в процесі доїння воно обов'язково забруднюється мікроорганізмами.

Джерела мікробного обсіменіння молока. Мікроорганізми потрапляють у молоко під час доїння, первинної обробки, зберігання і транспортування. Джерела обсіменіння молока бактеріями різноманітні: шкіра вим'я, частинки кормів, підстилки, гною, комахи (мухи), повітря, руки й одяг обслуговуючого персоналу, доїльні апарати, молочний посуд тощо. Молоко у вим'ї вже містить деяку кількість мікроорганізмів, які проникають туди через дійковий канал. При поганому санітарному стані приміщення й тіла тварини кількість мікроорганізмів у вим'ї збільшується, при доброму –

зменшується. Перші порції молока містять найбільшу кількість бактерій. Ось чому їх необхідно здоювати окремо і не змішувати з загальним надоем.

Шкіра вим'я. Чиста здорова шкіра містить порівняно невелику кількість мікроорганізмів, які є постійними «жителями» і навіть виконують деяку захисну функцію як антагоністи інших, більш небезпечних, мікроорганізмів. Забруднена ж шкіра містить велику кількість різноманітних мікроорганізмів. Шкіра дійок безпосередньо стикається з доїльними стаканами і молоком, тому при її антисанітарному стані вона є одним із джерел мікробного обсіменіння молока.

Частинки пилу, кормів, підстилки, гною, потрапляючи в молоко, вносять в нього особливо небезпечні мікроорганізми, такі, як гнильні, мезофільні анаеробні лактатзброджувальні, інші спорові, мікроорганізми групи кишкової палички, які викликають псування не лише молока, а й виготовлених з нього молочних продуктів. Необхідно пам'ятати, що фільтрування молока і зменшення цим самим його механічної забрудненості майже не зменшує кількості мікроорганізмів у ньому. Якщо в молоці уже побували механічні частки, то вони в основному віддали йому свою мікрофлору, яку не можна відфільтрувати. Тому необхідно приймати всі заходи для того, щоб у молоко не потрапляли механічні частки.

Повітря. Частинки пилу, що є в повітрі, несуть на собі певну кількість мікроорганізмів, грибків та їх спор. Кількість бактерій, які встигають осісти з повітря в молоко при відкритому його зберіганні, порівняно невелика, і ці мікроорганізми істотно не впливають на результати редуктазної проби, але такі мікроорганізми, як і ті, що потрапили з частинками корму, гною та ін., є шкідливими в технологічному відношенні, оскільки значно знижують якість молочних продуктів.

Доїльні апарати та установки. Шлях, яким проходить молоко в доїльному апараті й молокопроводах, складний, з поворотами, перегинами і значна частина його пролягає крізь гумові деталі (молочний шланг, молочні трубки, дійкова гума). Навіть малопомітні тріщини, що утворюються на

внутрішній поверхні гумових деталей, одразу заповнюються білково-жировими залишками молока, в яких посилено розмножуються і накопичуються у великій кількості мікроорганізми. Чим довша молочна лінія, тим вона може мати більшу кількість мікроорганізмів. Якщо доїльні апарати та установки погано промиті і не продезінфіковані, вони стають основним джерелом мікробного обсіменіння молока. Пояснюється це тим, що мікрофлора, яка осіла в залишках молока на частинах доїльного обладнання, в основному молочнокисла, дуже активна, швидко розмножується в молоці, виділяє багато ферменту редуктази, що за короткий час знижує якість молока.

Молочний посуд (фляги, відра, молокоміри). При незадовільному митті та дезінфекції молочного посуду на його стінках поступово відкладаються білково-жирові нашарування, в яких маса мікроорганізмів, їх також дуже багато в промивній воді, яка лишається на дні посуду. Чисто видоєне молоко, перелите в погано помиті фляги, молочний танк чи цистерну молоковоза, швидко піддається мікробному обсіменінню, і санітарна якість його знижується.

Зміни мікрофлори молока під час зберігання. Під час зберігання, транспортування та первинної переробки поступово змінюються фізико-хімічні, органолептичні і технологічні властивості молока. При значних змінах цих показників можуть порушуватись технологічні процеси його переробки знижуватись якість молочних продуктів. Біохімічні зміни за участю ферментів (протеаз, ліпаз та ін.) спостерігаються у молоці в основному при тривалому зберіганні. Охолодження молока до 5 ± 1 °C істотно не впливає на його склад і властивості. Лише внаслідок переходу жиру з рідкого стану в твердий дещо підвищуються в'язкість і густина охолодженого молока. Більші зміни складових частин і властивостей молока відбуваються під час тривалого зберігання при низьких температурах. В основному змінюються білки й жири, решта компонентів молока майже не змінюються, за винятком вітаміну С, який може руйнуватись на 50 % і більше.

Під час тривалого зберігання молока при низьких температурах 4 - 6 °С відбувається протеоліз білків під дією протеолітичних ферментів, а саме: природних протеаз, що містяться в сирому молоці, та протеаз, що виділяються психотрофними бактеріями. У результаті дії протеаз β-казеїн розщеплюється на β-казеїн і фосфопептиди, що призводить до погіршення технологічних властивостей молока.

При тривалому зберіганні молока жир піддається гідролізу. Ферментативний гідроліз жиру, або так званий ліполіз, викликають під час зберігання молока природні й бактеріальні ліпази. У результаті ліполізу вивільнюються жирні кислоти (масляна, капронова та ін.), і молоко набуває згірклого смаку й запаху.

Під час тривалого зберігання при низьких температурах, крім підвищення в'язкості й густини молока, підвищується на 0,5 - 2 °Т його титрована кислотність. Унаслідок гідролізу й окислення жиру погіршуються органолептичні властивості молока, виникають вади смаку й запаху, а структурні зміни казеїнових міцел і розпад β-казеїну під час тривалого зберігання погіршують сичужне зсідання молока, інші структурно-механічні властивості згустку, знижують термостійкість молока.

Внаслідок тривалого зберігання сирого молока (при температурі вище 10 °С) відбувається зміна фаз мікрофлори сирого молока.

Перша фаза – бактерицидна, коли життєдіяльність мікроорганізмів у молоці пригнічується. Мікроорганізми в цій фазі, як правило, не розмножуються, іноді їхня кількість навіть зменшується в результаті бактерицидної дії природних протимікробних речовин: лізоцимів, лактеїну I і II, бактеріолізинів, аглютининів, антитоксинів, опсонинів, імуноглобулінів, лейкоцитів та ін. Тривалість бактерицидної фази залежить від кількості бактерій, що містяться в молоці, температури зберігання й індивідуальних властивостей організму тварини. Чим менше мікроорганізмів у молоці і чим швидше воно охолоджене до більш низьких температур, тим довше зберігаються його бактеріостатичні властивості.

Тривалість бактеріостатичної фази неохолодженого молока, за даними багатьох дослідників, становить не більше 2 - 3 год., тобто менше часу, який практично витрачається на крупних фермах на процес доїння. Тому з метою збереження високі гігієнічні якості молока, особливо на молочних комплексах, де доїння, як правило, триває 4 - 5 год., його необхідно охолоджувати відразу ж після закінчення доїння до температури 5 ± 1 °С, при якій бактерицидна фаза триває 24 год. Найкращим методом зберігання якості молока є охолодження його в потоці під час проходження через молокопровід. Тривалість бактеріостатичної фази в цьому випадку тим більша, чим швидше після видоювання молоко охолоджене. Бактеріостатичні властивості молока виявляються протягом фази змішаного розмноження мікроорганізмів до початку молочнокислої фази.

На тривалість бактерицидної фази значно впливає температура зберігання молока. Так, при температурі 37 °С вона складає всього 2 год.; при 10 – до 36 год., при 5 °С – до 48 год., а при 0 °С – до 72 год. Зі збільшенням кількості мікроорганізмів у молоці на кілька тисяч у 1 мл при тій самій температурі зберігання тривалість бактерицидної фази скорочується приблизно в 2 рази.

За ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови», температура охолодження молока на повинна перевищувати 8 °С. Однак при такій температурі молоко зберігається лише протягом 24 - 36 год. Найбільш ефективною є температура 3 - 4 °С.

На тривалість бактерицидної фази впливають також санітарні умови отримання молока. Молоко, отримане за умов належного дотримання санітарних і протиепідемічних правил, довше зберігає бактерицидні властивості.

Друга фаза – фаза змішаної мікрофлори – характеризується найбільш активним розмноженням мікроорганізмів. За 1 - 2 доби кількість бактерій у 1 мл молока може збільшуватися від декількох тисяч до сотень мільйонів. Швидкість розвитку мікроорганізмів залежить від первинної їх кількості і

температури зберігання молока. У цій фазі розрізняють кріофлору (флору низьких температур), мезофлору (середніх температур), термофлору (високих температур). При низькій температурі молоко тривалий час може залишатися у фазі змішаної мікрофлори (кріофлора).

Мезофлора в молоці розвивається у разі його зберігання без попереднього охолодження. Для неї характерний швидкий розвиток мікроорганізмів і збільшення кількості молочнокислих бактерій. Тому зберігати і транспортувати молоко потрібно тільки у фазі кріофлори.

Термофлора розвивається при температурі молока 40 - 45 °С, наприклад, у процесі виробництва сирів з високою температурою другого нагрівання. У цьому випадку розвиваються термофільні молочнокислі палички і термофільні стрептококи.

Третя фаза – фаза молочнокислих бактерій. У цей період збільшення концентрації молочної кислоти (65 - 70 °Т) призводить до поступового відмирання молочнокислих стрептококів, що змінюються молочнокислими паличками.

Четверта фаза – фаза дріжджів і плісень. У результаті розвитку молочнокислих бактерій в молоці наростає висока кислотність, при якій ріст решти бактерій пригнічується. В цих умовах розвиваються тільки дріжджі та плісені. Із дріжджів у молоці зустрічаються види, які зброджують і не зброджують молочний цукор, а також плівчасті дріжджі (*Mycoderma*). Із плісені розвивається молочна плісень (*Oidium lactis*) і зелена кістоподібна (*Penicillium glaucium*). У цей період під плівкою плісені, яка покриває сквашене молоко, повільно розщеплюються білки, збільшується по поверхні шар рідини, і згусток поступово зникає, залишається бура рідина. У результаті зниження кислотності створюються сприятливі умови для життєдіяльності бактерій, які прискорюють розщеплення білків у молоці.

Наведена зміна фаз мікрофлори в молоці спостерігається в процесі його зберігання при температурі вище 10 °С. При більш низькій температурі

молочнокислі бактерії не розмножуються, а посилюється життєдіяльність бактерій.

Отже, щоб зберегти якість, молока необхідно дотримуватись таких умов:

- негайно охолоджувати молоко на фермі до рекомендованих температур;
- у найкоротший термін направляти його в ізотермічних цистернах для переробки на молочні заводи;
- створювати відповідні умови для зберігання молока на заводі;
- здійснювати теплову обробку молока з наступним охолодженням і негайною переробкою на молочні продукти.

Залежно від температури зберігання кількість бактерій у молоці протягом доби збільшується. Якщо в 1 мл молока перед зберіганням вміст бактерій становить десятки тисяч, то при температурі 10 - 12 °С збільшення відбудеться до 10 разів, при 18 - 20 °С – в сотні, при 30 - 35 °С – в десятки і сотні тисяч разів.

При досягненні кількості мікроорганізмів до 100 млн. в 1 мл з'являються ознаки псування молока. Строк зберігання його товарних якостей закінчується.

Вади сирого молока. Вади сирого молока – це відхилення властивостей молока від норми, які виникають у разі порушення санітарно-гігієнічних правил отримання, первинної обробки і режимів зберігання молока.

Вади сирого молока умовно поділяють на вади: кольору, консистенції, смаку, запаху та вади змішаного характеру. Сире молоко, яке має ті чи інші вади, вважається непридатним і не допускається до переробки.

Вади кольору. Причинами зміни природного кольору молока є, як правило, використання певних видів кормів та лікарських препаратів. Але потрапляння в сире молоко після видоювання сторонніх мікроорганізмів, дріжджів та пліснявих грибів також призводить до появи нехарактерних для молока властивостей.

Блакитний чи синюватий колір молока з'являється через 24...72 год. у разі зберігання молока за температури 20...25 °С, або ж тривалого його зберігання за температури нижче 10 °С. Блакитне забарвлення спостерігається тільки на його поверхні, спочатку у вигляді невеликих плям, які часом збільшуються і зливаються. Збудниками є синьогнійна паличка *Pseudomonas aeruginosa* і деякі види дріжджів і пліснявих грибів.

Червоний та рожево-червоний колір молока з'являється через розвиток в охолодженому молоці *Serratia marcescens* (чудесної палички) та сарцин *Sarcinariosca*, *Sarcina rubra*, які утворюють на поверхні червоні плями. Цю ваду необхідно відрізнити від домішків крові в молоці, що потрапляють в нього при маститах корів. У цьому випадку кров осідає на дно посудини.

Жовтий колір молока зустрічається дуже рідко, при тривалому зберіганню охолодженого молока за температури нижче 10 °С. Збудником є психротрофні мікроорганізми роду *Pseudomonas*. Появі жовтуватого кольору сприяє розвиток в ньому деяких видів дріжджів та пліснявих грибів, що продукують жовтий пігмент.

Вади консистенції є результатом життєдіяльності певних груп мікроорганізмів.

Густа, або в'язка, консистенція сирого молока виникає в разі розвитку в ньому молочнокислих бактерій, що здатні утворювати слиз.

Слизиста, або тягуча, консистенція сирого молока є однією з найпоширеніших вад. Розрізняють ослизнення сирого молока без помітного наростання кислотності й ослизнення з підвищенням кислотності, що супроводжується кисломолочним бродінням. Ослизнення без помітного наростання кислотності викликає безспорова гнильна паличка *Bact. lactisviscosum* (віскозна паличка), яка за біологічними властивостями близька до кишкової палички *Enterobacter aerogenes*, але не здатна до газоутворення. При подальшому розвитку мікроорганізму спостерігається явище пептонізації, яке характеризується появою прозорої буроватої сироватки.

Молоко набуває гіркої присмаку й згортається при нагріванні. Виникнення цієї вади зумовлює тривале зберігання молока за температури нижче 10 °С.

Ослизнення з підвищенням кислотності спричинене розвитком слизоутворюючих штамів *Lac. cremoris* і *Lbm. acidophilum*. Вада виникає у разі зберігання молока за температури вище 10 °С.

Піниста консистенція сирого молока пов'язана з розвитком у ньому мікроорганізмів, що активно утворюють газ, і проявляється появою на поверхні молока великої кількості пухирців газу. Причиною цієї вади є розвиток у молоці бактерій групи кишкової палички, дріжджів, маслянокислих бактерій.

Сирниста консистенція зумовлена швидким розвитком у неохоложеному молоці пептонізуючих штамів молочнокислих стрептококів і сапрофітів, що виробляють сичужний фермент.

Передчасне згортання сирого молока має місце при його нагріванні, якщо його кислотність є дещо підвищеною. Причина цієї вади – надмірний розвиток в молоці молочнокислих мікроорганізмів, БГКП, мікрококів, ентерококів, стафілококів. Спричиняє виникненню вади підвищена температура зберігання сирого молока (понад 10 °С) і зберігання неохоложеного молока. Причиною можуть бути також домішки молозива у молоці.

Вади смаку сирого молока виникають в результаті ферментативного розпаду молочного жиру та білків.

Гіркий смак з'являється в разі тривалого зберігання молока за низьких температур (до 10 °С). Викликають ваду мамококи, мікрококи, гнильні мікроорганізми, що розщеплюють білки до гірких пептонів.

Прогірклий присмак пов'язаний із розпадом молочного жиру під дією ліполітичних ферментів психротрофних мікроорганізмів, що розвиваються при тривалому зберіганні сирого охоложеного молока за низьких температур. У результаті розщеплення молочного жиру накопичуються масляна кислота та інші леткі кислоти, які і надають прогірклої присмаку.

Мильний, лужний присмак з'являється у разі тривалого зберігання охолодженого молока за температури 10°C. Причинами є розщеплення білків молока й омилення молочного жиру протеолітичними та ліполітичними ферментами психротрофних мікроорганізмів роду *Pseudomonas*.

Кислий присмак з'являється при розвитку у молоці молочнокислих мікроорганізмів у разі зберігання сирого молока за температури понад 10 °C.

Вади запаху сирого молока (гнійний, затхлий, аміачний, маслянокислий та ін.) виникають як наслідок розвитку гнильних бактерій, які розщеплюють азотисті речовини з утворенням летких продуктів з різноманітними запахами.

Вади сирого молока змішаного характеру є досить поширеними і характеризуються посиленням виділенням газів, які утворюють піну. Одночасно з газоутворенням виникають і різні запахи: гнійний, спиртовий, дріжджовий, маслянокислий та ін. Збудниками є БГКП, дріжджі і маслянокислі бактерії.

Для попередження появи вад необхідно жорстко дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог при отриманні, зберіганні та транспортуванні сирого молока.

Контрольні питання

1. Що є джерелом мікробного обсіменіння молока?
2. Які зміни мікрофлори молока відбуваються під час зберігання?
3. За якими показниками контролюють сире молоко, що надходить на молокопереробні підприємства?
4. На які підгрупи поділяють мікрофлору молока і молочних продуктів?
5. Яким вимогам повинне відповідати молоко закупівельне?
6. Які є дослідження бактеріального обсіменіння молока та види його мікробного псування?

1.4. Мікробіологія питного молока

Мікробіологічний контроль виготовлення молока на молочному заводі. На молочних заводах здійснюють вторинну обробку молока, яка у зазначеній послідовності включає приймання, нормалізацію, очистку, гомогенізацію, теплову обробку, охолодження і фасування.

Приймання молока. У лабораторії приймального цеху молочного підприємства оцінюють якість і сортність завезеної сировини, її відповідність вимогам нормативних документів. У приймальному відділенні має бути графік доставки сировини із господарств і довідки про їх епідеміологічний стан. На партію молока із господарства, неблагополучного за зоонозними інфекціями, у супроводжувальному документі треба зазначити спосіб його теплової обробки.

Сировину необхідно приймати на окремих молокопроводах залежно від сортності. Також має бути виділена окрема лінія для перекачування молока, кислотність якого перевищує стандарт. Це непастеризоване молоко використовують для виготовлення сиру, який дозволяється реалізовувати через підприємства громадського харчування тільки після ретельної теплової обробки.

Прийняте молоко зважують, очищають від механічних домішок на фільтрах, охолоджують на пластинчастій установці до 4 °С - 2 °С і розміщують у резервуарах для збереження сировини. Ємність резервуарів має забезпечити можливість приймання 100% сировини відповідно до проектної потужності.

Усе зазначене технологічне обладнання приймального цеху (у тому числі молокопроводи і молокозбірні шланги) перед прийманням молока необхідно піддати якісній санітарній обробці.

Нормалізація молока має проводитись перед пастеризацією. Кінцевою метою нормалізації є досягнення вмісту масової частки жиру у молоці, яка задовольняє вимоги стандарту на готовий продукт. Нормалізацію здійснюють двома способами: у потоці або шляхом змішування.

Нормалізацію у потоці проводять за допомогою сепараторів-нормалізаторів, де молоко ділиться на нормалізовану суміш необхідної жирності і деяку кількість вершків.

Нормалізацію молока шляхом змішування проводять у ємностях, обладнаних мішалками. Для цього до певної кількості сировини з визначеним вмістом жиру під час ретельного перемішування додають розраховану кількість знежиреного молока або вершків.

З гігієнічних позицій більш задовільним є метод нормалізації у сепараторі, при якому не відбувається змішування різних компонентів і затримання у потоці, що веде до додаткового забруднення і розмноження мікроорганізмів у молоці. Проте такий метод використовують тільки у тих випадках, коли у сировині вміст жиру перевищує потрібний для нормалізованого молока.

Очистка методом фільтрації завжди має негативний зворотний бік і, якщо фільтри не змінюють своєчасно, можливе додаткове забруднення молока із самих фільтрів. У свою чергу, у разі своєчасної заміни фільтрувальних тканин для їх промивки губиться біля 30% робочого часу.

Досконалішим є спосіб *відцентрової очистки*, який здійснюють на спеціальних сепараторах-молокоочисниках. Під час роботи в їх сепаруючому пристрої домішки молока відкидаються до стінок барабана, а очищене молоко відводиться із очисника. Очистку молока проводять у підігрітому до 35 - 40 °С стані, що необхідне для зниження його в'язкості. Нині молокопереробні підприємства оснащені молокоочисниками типу ОМЕ-С продуктивністю до 10 000 - 20 000 л молока за 1 год., які можуть безперервно працювати більше ніж 10 год. Через кожні 3 - 4 год. в ОМЕ-С відбувається автоматична безрозбірна мийка барабана без відключення сепаратора.

У разі відцентрового способу очистки молоко частково звільняється також і від мікробних конгломератів. Але найефективніше звільнення від мікроорганізмів (до 90%) відбувається під час бактофугування у спеціальних сепараторах-бактеріовідділювачах, які мають більше число обертів і більший

діаметр сепаратора. Для очистки молока від бактерій його попередньо підігрівають до 70 °С.

Гомогенізація – це процес дроблення (диспергування) жирових кульок під впливом різкого перепаду тиску та інших зовнішніх зусиль. У гомогенізованому молочному продукті не відстоюються жир і сироватка, воно краще засвоюється, у ньому значно поліпшуються органолептичні якості. Гомогенізація сприяє роздрібненню мікробних конгломератів, звільняє мікроорганізми від жирової оболонки і у такий спосіб поліпшує ефективність пастеризації.

Теплова обробка молока – обов'язкова технологічна операція у виробництві молока і молочних продуктів. Нині в молочній промисловості широко використовують 2 основних види теплової обробки молока: *пастеризацію* і *стерилізацію*.

Пастеризація – це теплова обробка молока за температури нижче від точки його кипіння. Пастеризацію проводять з метою знищення хвороботворних мікроорганізмів і зниження загальної кількості мікроорганізмів. Сполучення температури та тривалості нагрівання молока називається режимом пастеризації. Загалом у молочній промисловості застосовують такі режими пастеризації: тривалий – температура нагрівання 60 - 63 °С, тривалість вигрівання 30 хв.; короткочасний – відповідно 72 - 76 °С і 15 - 20 с; моментальний – температура нагрівання понад 85 - 90 °С.

У виробництві питного молока необхідно застосовувати тільки короткочасний режим пастеризації за температури (76 ± 2) °С протягом 20 с. Для цього використовують пастеризаційно-охолоджувальні установки (ОПУ) різної потужності.

Основними складовими частинами ОПУ є пластинчастий теплообмінник із секціями регенерації, пастеризації та охолодження, сепаратор-молокоочисник, витримувач з контрольним термометром, зворотний клапан для повернення недопастеризованого молока у секцію пастеризації і витримувач, а також пульт управління з приборами контролю і

регулювання процесу, де розміщується діаграма запису температури пастеризації. Перед пуском ОПУ апаратник, згідно з Державними санітарними правилами для молокопереробних підприємств (ДСП 4.4.4-011-98), перевіряє наявність у приладах діаграмного паперу та чорнил для запису, справність роботи зворотного клапана, а також системи авторегулювання температури пастеризації. Під час роботи ОПУ справність роботи зворотного клапана можна виявити шляхом перекриття подачі пари у секцію пастеризації. Чутливість зворотного клапана не повинна перевищувати $\pm 1,5$ °C від заданого режиму пастеризації. У разі несправності зворотного клапана робота на пастеризаторі забороняється. На діаграмі контролю температури пастеризації апаратник протягом кожного робочого циклу відзначає тип і номер пастеризатора, дату, найменування продукту, для якого пастеризується молоко, початок та час закінчення роботи, етапи роботи та причини відхилення від установлених режимів (пастеризації, миття, дезінфекції). Діаграми необхідно аналізувати в лабораторії заводу, де вони потім зберігаються протягом 1 року. Ефективність пастеризації молока контролюють за допомогою термометричного методу, мікробіологічного аналізу та за фосфатажною пробою.

Термометричний контроль здійснюють за діаграмою контролю температури і за контрольним термометром на витримувачі. Їх показники не повинні відрізнятися. За відсутності термограм або контрольних реєструючих приладів контроль за температурою пастеризації повинні здійснювати апаратники, через кожних 15 хв. проводячи заміри температури за контрольним термометром, і лабораторія заводу 3 - 4 рази за зміну. Показники необхідно записувати у журнал пастеризації.

Мікробіологічний контроль за ефективністю пастеризації, згідно з Інструкцією щодо організації виробничого мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості, здійснюють незалежно від якості готової продукції не рідше ніж 1 раз за декаду. У 10 мл молока, відібраного після секції охолодження пастеризатора, БГКП не повинно бути. Загальна

кількість мікроорганізмів в 1 см³ такого молока не повинна перевищувати 10000.

Після кожного заповнення танків для збереження пастеризованого молока ефективність його пастеризації контролюють за фосфатазною пробою. На переробку чи розлив молоко направляють тільки після отримання негативної реакції на фосфатазу.

Фосфатаза руйнується у разі дотримання температурних режимів проведення тривалої та короткочасної пастеризації. Оцінку моментальної пастеризації проводять за пероксидазною пробою. Фермент пероксидаза починає руйнуватись у молоці за температури понад 80 °С.

При дотриманні всіх правил технології в пастеризованому молоці повинна залишитись незначна кількість мікроорганізмів (залишкова мікрофлора). Залишаються тільки термофільні бактерії, яких в доброякісному сирому молоці зовсім небагато. Збільшення кількості бактерій в пастеризованому молоці, а також наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) найчастіше є результатом вторинного забруднення молока після пастеризації. Невідповідне зберігання пакувальних матеріалів, в які розливається молоко, є найпоширенішою причиною забруднення пастеризованого молока, розфасованого в пакети. Доведено, що навіть молоко з дуже значною кількістю мікроорганізмів (до кількох десятків млн в мл) після правильної пастеризації (відразу після виходу з пастеризатора) вміщує від кількохсот до кількох тисяч бактерій в 1 мл).

У нашій країні стандартом встановлені наступні вимоги щодо мікробіологічних показників якості пастеризованого молока (табл. 1.5.1).

Пастеризоване молоко повинно зберігатися при температурі 4 ± 2 °С не більше 36 год. з моменту закінчення технологічного процесу, в тому числі на підприємстві-виробнику не більше 12 год., згідно з діючими санітарними правилами для продуктів, що швидко псуються. Температура молока під час випуску повинна бути не більше 8 °С.

Стерилізація – це теплова обробка молока за температури понад 100 °С. Стерилізацію проводять з метою знищення усіх мікроорганізмів та їх спор. Стерилізовані продукти протягом тривалого часу зберігають смакові та поживні властивості. У виробничих умовах молоко і молочні продукти стерилізують у тарі або в потоці з наступною асептичною фасовкою і упаковкою у стерилізовану тару. Технологічні процеси стерилізації молока постійно удосконалюють, наближаючись до можливості випуску повністю стерильної продукції з мінімальними втратами харчової та біологічної цінності.

Таблиця 1.5.1

Мікробіологічні показники пастеризованого молока згідно з ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови»

Вид упаковки	Кількість мезо-фільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше	Кількість продукту (см ³), в якому не допускаються	
		БГКП (коліформи)	Патогенні мікроорганізми, в тому числі сальмонели
Молоко в пляшках і в	1×10^5	од	25
Молоко у флягах і	2×10^5	од	25

Останнім часом на вітчизняних підприємствах почали застосовувати термовакuumну обробку молочної продукції, її метою є вилучення з молока та рідких молочних продуктів сторонніх запахів та присмаків, що значно поліпшує органолептичні властивості готової продукції.

У наш час стерилізацію молока отримують переважно двома способами: однократна стерилізація в потоці і двократний спосіб.

Найбільш сучасним і розповсюдженим способом виготовлення стерилізованого молока являється спосіб однократної стерилізації в потоці з наступним асептичним розливом, при якому молоко після загальних попередніх операцій підлягає обробці при 140 - 150°C на протязі 4 - 8 с.

Молоко охолоджують до 20°C, а потім асептичним способом розливають в пакети з паперу або поліетилену. Папір повинен зберігатися при строгому санітарному режимі і мати не більше 10 колоноутворюючих мікроорганізмів на 100 см² площі. Гарантійний термін зберігання стерилізованого молока в пакетах при температурі не вищій 20 °C складає 10 діб. Практично продукт не змінює органолептичних і фізико-хімічних властивостей протягом 30 діб.

При двократному способі стерилізації молоко після загальних попередніх операцій підлягає тепловій обробці при 140 °C на протягом 20 с, згодом його охолоджують до 35 - 40 °C, розливають в пляшки, закупорюють і вторинно стерилізують в стерилізаторі 12 - 16 хв. при температурі 116 - 118 °C.

Охолодження і фасування. Пастеризоване молоко охолоджують до температури (4 ± 2) °C у секції охолодження ОПУ і одразу ж подають у танки, спеціально виділені для короткочасного зберігання тільки пастеризованої продукції. Танки мають бути промаркованими. Перед заповненням пастеризованою продукцією їх необхідно піддавати дуже ретельній санітарній обробці, якість якої перевіряють за допомогою мікробіологічного дослідження змиву із 100 см² внутрішньої поверхні кожного танку. Дуже важливо також на цьому технологічному етапі контролювати термін зберігання і температуру продукту у танках. Якщо після отримання негативної реакції на вміст фосфатази немає можливості молоко одразу ж направити на розфасовку, його можна зберігати у танках за температури (6 ± 3) °C не більше 6 год. Такі надзвичайні заходи пов'язані з тим, що молоко після пастеризації (на відміну від сирого) стає зовсім беззахисним щодо можливості збереження і розмноження різноманітних хвороботворних мікроорганізмів. Навіть невеликі залишки, наприклад, стафілококів чи шигел. Після недбалої санітарної обробки танку можуть викликати спалах гострих кишкових захворювань у дуже багатьох споживачів.

Молоко розфасовують у скляні пляшки, полімерну тару, фляги або цистерни, до яких однаковими є одні й ті ж гігієнічні вимоги: всі вони мають бути бездоганно чистими і не виділяти у молоко шкідливих речовин. На цьому етапі велике значення має також контроль за якістю санітарної обробки молокопроводів, пляшкомиїних машин та обладнання для розливу молока.

Завдяки одноразовості використання, міцності, легкості, надійності герметизації та багатьом іншим властивостям, полімерні пакети типу: «Пюр-Пак», «Тетра-Брик» є більш зручними з технологічних, епідеміологічних та споживчих аспектів, ніж скляні пляшки. Але у багатьох розвинутих країнах світу знову повертаються до фасування молока у скляні пляшки у зв'язку з невіршеністю проблеми утилізації залишків полімерної упаковки.

Під час розфасовки продукції проводять її маркування. На алюмінієвому ковпачку, на пакеті або іншій тарі мають бути чітко зазначені вид продукції, число чи день кінцевого терміну реалізації пастеризованої продукції, дата виготовлення і термін зберігання стерилізованого молока, позначення стандарту на цей продукт, інформація про харчову та енергетичну цінність 100 г продукту (крім алюмінієвого ковпачка).

Готову продукцію направляють у складські приміщення цеху експедиції, її розміщують у камерах чи складських приміщеннях суворо партіями із зазначенням дати, зміни виготовлення та номера партії.

Кожна партія підлягає лабораторному контролю продукту за органо-лептичними показниками, масовою часткою жиру, густиною, кислотністю, ступенем чистоти, фосфатазою чи пероксидазою, температурою. Загальну кількість бактерій, бактерій групи кишкових паличок і промислово стерильність готової продукції контролюють не рідше ніж 1 раз за 5 діб.

На кожен партію продукту оформляють посвідчення про якість, в якому зазначають: номер посвідчення і дату видачі, номер партії та масу нетто, дані результатів лабораторного дослідження партії, дату і годину вироблення. У документах, які супроводжують продукцію для реалізації,

необхідно вказувати тільки номер посвідчення про якість, дату і час вироблення продукції та дату кінцевого терміну реалізації. Після оформлення посвідчення про якість технологічний процес є закінченим, а продукт вважається готовим до реалізації.

Пастеризоване молоко має зберігатися за температури $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ не більше ніж 36 год. від моменту закінчення технологічного процесу, в тому числі на молочному підприємстві не більше ніж 12 год.

Стерилізоване молоко має зберігатися за відсутності сонячного світла і за температури від 1 до $20 ^\circ\text{C}$ у пакетах з комбінованих чи полімерних матеріалів не більше ніж 10 діб, у пакетах «Тетра-Брик-Асептик» – не більше ніж 20 діб і у пляшках – не більше ніж 2 міс. з дня виготовлення.

Молоко необхідно транспортувати в умовах, що забезпечують зберігання його якості. Ці умови здійснюються у разі застосування авторефрижераторів чи автомашин з ізотермічним кузовом. Перевезення молока відкритим транспортом допускається тільки за умови обов'язкового накриття ящиків брезентом чи матеріалом, що замінює його.

Вади питного молока. В питному молоці при порушенні режимів виробництва і термінів зберігання виникають різні вади, обумовлені складом мікрофлори. Їх умовно можна поділити на вади консистенції, смаку і ваду змішаного характеру.

Вади консистенції. Звертання молока без підвищення кислотності зумовлена розвитком спороутворюючих мезофільних гнилоствних мікроорганізмів групи *Bac. Subtilis*, а також термофільних бацилл – *Bac.circulans*, *Bac.coagulans*. Вада виникає за рахунок термостійких ферментів психрофільних бактерій, які накопичуються у сирому молоці в процесі тривалого зберігання при низьких температурах.

Кислотне згортання молока виникає при негерметичному закупорюванні, а також при порушенні режимів теплової обробки молока. Вада обумовлена розвитком термостійких та молочнокислих бактерій при зберіганні продукту у звичайних умовах.

Вада смаку. Гіркий смак викликається пептонами, які утворюються при розвитку протеолітичних мікроорганізмів.

Прогірклий смак виникає у результаті розвитку маслянокислих бацилл, які розкладають жир і білок молока з утворенням масляної кислоти.

Вада змішаного характеру. Вада має назву «молоко яке бродить». Її викликають газоутворюючі анаеробні клостридії *Cl. Perfringens*.

Контрольні питання

1. Як контролюють ефективність пастеризації молока при виробництві молочних продуктів?
2. За яким показниками контролюють пастеризоване молоко?
3. Який мікробіологічний контроль здійснюють при виготовленні молока на молочному заводі.
4. Як проводити контроль виробництва стерилізованих молока та вершків?
5. Якими трьома способами молоко для консервування обробляють?

1.5. Мікробіологія заквасок

Загальні відомості про закваски. Заквасками називають чисті культури або суміш культур мікроорганізмів, які використовуються при виробництві кисломолочних продуктів, кисломолочного масла та сиру. Найчастіше в якості заквасок використовують молочнокислі біфідобактерії, пропіоновокислі бактерії, і в деяких випадках плісеневі гриби.

За складом закваски для молочної промисловості поділяються на три групи: бактеріальні, грибкові та змішані.

Бактеріальні закваски поділяються на:

- мезофільні молочнокислі стрептококи (*Lac. lactis*, *Leu. cremoris*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis*, *Leu. Dextranicum*);
- термофільні молочнокислі бактерії (*Str. thermophilus*, *Lbm. bulgaricum*, *Lbm. acidophilum*, *Lbm. helveticum*, *Lbm. Lactis*);
- бактерії, що приймають участь в дозріванні сиру (*Пропіоновокислі бактерії*, *Lbm. casei subsp. rhamnosus* (казеїнкультура), *Brevibacterium linens* виробляють червону слизь).

Грибкові закваски поділяються на:

- культури рокфорду (*Penicillium roqueforti*);
- культури камамбера (*Pen. camamberti*, *Pen. candidum*, *Pen. album*).

Закваски змішані бактеріально-грибкові, які використовуються для виробництва кефіру та кумису складаються з культур (*Lac. lactis*, *Lbm. buchneri*, *Lbm. brevis*, *Lbm. bulgaricum*, *Lbm. acidophilum*, дріжджі *Saccharomyces lactis* і роду *Torulopsis*, оцтовокислі бактерії).

Так, наприклад, мікрофлора кефірних зерен складається із наступних мікроорганізмів:

- дріжджі: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefir* (*Torula kefir*);
- лактобацили: *Lactobacillus kefir* (*Lb. brevis-like*), *Lb. lactis*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. helveticus*;
- леуконосток: *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. mesenteroides subsp. dextraticum*;

- лактококи: *L. lactis subsp.lactis*, *L. lactis subsp.cremoris*;
- оцтовокислі бактерії: *Acetobacter aceti*.

Лактококи – найбільш активна частина кефірної закваски, забезпечують швидке зростання кислотності протягом перших годин бродіння. При високих кислотностях вони інгібуються.

Кількість *мезофільних лактобацил* у кефірному стартері не перевищує 10^2 - 10^3 /мл, і ці бактерії не відіграють важливої ролі для якості продукту.

Lb.bulgaricus та *Lb.helveticus* виявляють у кефірній заквасці у кількості 10^4 - 10^3 /мл.

Leuconostoc spp. формують специфічний смаку і аромат кефіру і можуть, при надмірному розвитку, викликати утворення газу. Деякі (*Leuc. mesenteroides subsp. dextraticum*) здатні продукувати полісахариди.

Дріжджі беруть активну участь у підтримці симбіозу мікроорганізму у гранулах, утворенні CO₂ і формуванні спирту у кефірі, а також формуванні специфічного смаку і аромату.

Acetobacter aceti також активні у забезпеченні симбіозу між мікроорганізмами кефірної закваски та покращують консистенцію кефіру, підвищуючи їх в'язкість. У випадку надмірного росту *A. aceti* виражена в'язкість та слиз можуть з'являтися у кефірі.

Кефірні зерна звично видаляються і використовуються повторно. Зерна відсіюються після бродіння, потім суспендуються у холодну воду і зберігаються при температурі 4 °C або висушуються у марлі при кімнатній температурі протягом 48 год.

Правильно висушені кефірні зерна активні протягом 12 - 18 місяців, а при зберіганні у воді вони втрачають свою активність через тиждень.

Мезофільні молочнокислі стрептококи (*Lac. lactis*, *Leu. cremoris*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis*, *Leu. Dextranicum*) використовують при виробництві сиру, сметани, простокваш та інших кисломолочних продуктів.

Термофільні молочнокислі бактерії (*Str. thermophilus*, *Lbm. bulgaricum*, *Lbm. acidophilum*, *Lbm. helveticum*, *Lbm. Lactis*) використовують при

виробництві Мечниковської і південної простокваш, ряжанки, йогурту, ацидофіліну та твердих сирів, а грибкові закваски – сирів рокфорд та камамбер.

Слід зазначити, що закваски поділяються на материнські або первинні; проміжні або вторинні та виробничі. Материнські закваски отримують при посіві маточних заквасок, а проміжні і виробничі – відповідно при бактеріологічних посівах материнських та проміжних заквасок.

На підприємствах молочної галузі закваски готують шляхом сквашування молока чистими культурами молочнокислих бактерій (штамів). Штами чистих культур молочнокислих бактерій виділяють із молока, молочнокислих продуктів, рослин в спеціальних лабораторіях і поставляють на підприємства у вигляді сухої чи рідкої закваски, сухого чи замороженого бактерійного концентрату, штамів молочнокислих бактерій і дріжджів, кефірних грибків. Рідкі закваски – це штами молочнокислих бактерій, вирощених в стерильному молоці, а після висушування (розпилювального чи сублімаційного) їх використовують у сухому вигляді. Сухий бактерійний концентрат отримують шляхом висушування суміші його суспензії із захисним середовищем. Термін зберігання сухих заквасок і бактерійного концентрату не більше 4-х місяців, а рідких заквасок – не більше 2-х тижнів при температурі 4 ± 2 °С.

Закваски для кисломолочних продуктів, окрім кефірної, готують на чистих культурах мікроорганізмів. Кефірну закваску готують як на природній симбіотичній заквасці (кефірних грибках), так і на чистих культурах. Мікрофлору заквасок і бактерійних концентратів складають мезофільні, термофільні молочнокислі бактерії і дріжджі. Кисломолочні продукти виготовляють із використанням заквасок, які містять ту чи іншу мікрофлору чи суміш культур.

Концентратні закваски. Найперспективнішою формою заквасок є концентрати. У принципі, всі закваски можна проводити у вигляді концентратів, способи отримання і вживання їх схожі між собою. Їх

використовують у виробництві сиру, масла, кисломолочних продуктів, виключаючи приготування материнських і проміжних культур, а в деяких випадках і виробничих заквасок.

Використовування концентратів має наступні переваги:

- виключення процесу приготування виробничих заквасок, який відрізняється високою трудомісткістю і ризиком втрати активності заквасок;
- забезпечення заданої рівноваги між штамми; швидка зміна комбінацій штамів з ефективною їх зміною для запобігання втрат від бактеріофагів;
- поліпшення аромату за допомогою концентратів спеціальних ароматутворюючих культур;
- збільшення термінів зберігання сирого молока додаванням концентратів закваски для пригнічення психротрофної мікрофлори. Для отримання концентратів заквасок придатні живильні середовища на основі знежиреного молока і молочної сироватки. Вони дешевші, порівнюючи з напівсинтетичними середовищами, і сприяють виробленню стабільної рівноваги між штамми.

Приготування заквасок і контроль їх якості. Лабораторну закваску готують в приміщенні лабораторії (заквашувальному відділенні), яке повинно бути сухим і світлим. У ньому підтримують чистоту. У цьому приміщенні не допускається проведення посівів по санітарно-гігієнічному контролю виробництва і готової продукції. Вхід в заквашувальне відділення дозволяється тільки мікробіологам. Для роботи із заквасками необхідно мати окремі чисті халати. Приміщення має бути обладнане автоклавом, мікроскопом, термостатами, холодильниками, бактерицидними лампами. Необхідно мати окремі термостати для мезофільних і термофільних мікроорганізмів. Термостати, призначені для квашення чистих культур і лабораторних заквасок, використовувати для роботи по санітарно-гігієнічному контролю заборонено. Автоклав повинен бути встановлений в окремому приміщенні.

Чисті культури у вигляді окремих штамів зберігають у лабораторії, пересіваючи їх в пробірки із стерилізованим знежиреним молоком через 15 - 20 днів. Між пересіваннями культури зберігають в холодильнику при температурі 3 - 6°C. Закваски, отримані в рідкому або сухому вигляді, слід використовувати одразу після отримання з лабораторії (термін придатності вказаний на етикетці). До вживань закваски зберігають в прохолодному і сухому місці при температурі не вище 6 °С. Флакони із заквасками розкривають безпосередньо перед вживанням.

Виробничу закваску готують в окремому приміщенні, сухому і світлому, в якому необхідно підтримувати чистоту (щомісячно білять і щодня миють підлогу хлорною водою). Культивування грибків кефірів і приготування виробничої закваски кефіру проводять в інших приміщеннях. Вхід в приміщення, призначене для приготування заквасок на чистих культурах, дозволено тільки працівникам, які готують закваску і прибирають його.

Закваски готують в такій послідовності. Із суміші окремих штамів чистих культур молочнокислих бактерій чи готових рідких, чи сухих заквасок в лабораторії підприємства отримують лабораторну закваску на незбираному чи знежиреному молоці, її використовують для приготування первинної виробничої закваски. Лабораторну закваску також можна використовувати безпосередньо у виробництві. При необхідності із первинної виробничої можна приготувати вторинну виробничу закваску. Для відновлення активності рідких чи сухих заквасок після їх оживлення в стерильному молоці рекомендується провести ще одну чи дві пересадки в стерилізованому молоці.

Загальний технологічний процес приготування заквасок складається з таких операцій: відбір, підготовка, теплова обробка, охолодження і сквашування молока, охолодження закваски. Закваску готують із молока не нижче I гатунку густиною 1028 кг/м³. Закваску не дозволяється готувати на молоці, яке отримане від тварин, хворих маститом, туберкульозом і

бруцельозом, а також під час їх лікування і протягом 3-х діб після введення антибіотиків. Крім того, не дозволяється використовувати молоко протягом 15 діб перед запуском і перші 7 діб після отелення.

Закваска, виготовлена на стерилізованому молоці, більш активна, оскільки виключається обсіменіння сторонньою мікрофлорою. Після теплової обробки молоко відразу охолоджують до температури сквашування: її рекомендують встановлювати на 2 - 3 °С нижче тієї температури, при якій виготовляють даний кисломолочний продукт. В охолоджене молоко вносять закваску. Перемішують і залишають до утворення щільного згустку кислотністю 65 - 75 °Т. Використовують свіжовиготовлену закваску. Якщо це неможливо, то її охолоджують до 3 - 10 °С. Тривалість зберігання виробничої закваски після сквашування не більше 24 год., при цьому допускається підвищення кислотності не більше, ніж на 10 °Т. Якщо використовують охолоджену закваску, то для підвищення активності її вносять в тепле пастеризоване молоко з температурою 30 - 40 °С у співвідношенні 2 частини молока на 1 частину закваски, суміш перемішують, залишають на 1 год. і згодом використовують.

При виготовленні заквасок важливе значення мають періодичність (частота) зміни чистих культур. Якщо при виробництві закваски тривалий час застосовують одні і ті ж культури, то в ній може накопичуватися бактеріофаг. Тому закваски різних партій слід змінювати не рідше 1 разу на тиждень.

У виробництві кисломолочних продуктів бажано застосовувати лабораторну чи виробничу закваску. Якщо на підприємстві закваску отримують пересадковим методом, то число пересадок не повинно перевищувати 5 - 7. В залежності від активності лабораторну чи первинну виробничу закваску вносять в молоко для його сквашування в кількості 1 - 5 %.

Під час виробництва кисломолочного сиру, сметани, кефіру звичайного із застосуванням бактерійного концентрату тривалість сквашування 12 - 14

год., а витрати сухої закваски складають 1 г на 300 л, в замороженому вигляді - 10 г на 300 л.

Лабораторна закваска має рівний щільний згусток кислотністю 80 - 85 °Т (для молочнокислих стрептококів) чи 100 - 130 °Т (для болгарської і ацидофільної паличок). Напіврідку лабораторну закваску охолоджують, не перемішуючи, і зберігають охолодженою до використання. Якщо згусток не має щільної консистенції чи яскраво вираженого смаку, то закваску не вибраковують, а готують на її основі невелику кількість виробничої закваски. Якщо і останню отримують незадовільної якості, то закваску не використовують. Термін зберігання лабораторної закваски при 3 - 6 °С складає 72 год., а при 8 - 10 °С – 24 год.

Приготування лабораторної закваски. До вживань закваски зберігають в прохолодному і сухому місці при температурі не вище 6 °С. Закваски слід використовувати, дотримуючись терміну придатності, що вказаний на етикетці. Методика приготування лабораторної закваски для кожної культури додається до паспорту.

Флакони із заквасками розкривають безпосередньо перед вживанням, дотримуючись правил асептики, і готують лабораторну закваску.

При приготуванні первинної лабораторної закваски порцію сухої закваски вносять на 2 л молока, рідку закваску вносять на 2,5 л молока. Якщо використовують окремі штами, то їх заздалегідь освіжають, пересіваючи, в підготовлене молоко, куди вносять від 0,1 до 0,5 % культури. Посіви культур поміщають в термостат і проводять інкубацію при відповідних температурних режимах (мезофільні стрептококи 25-30°С). Пересадкову лабораторну закваску доцільно готувати при термостатуванні молока в нічний час. При цьому в молоко вносять 0,5 - 1 % чистої культури. Застосування великої кількості чистих культур приведе до переокисання закваски і зниження її активності.

Виробнича закваска. Всі технологічні операції з виготовлення виробничої закваски проводять в одній ємності – заквасочній установці,

пастеризаційній ванні та ін. Для виготовлення виробничої закваски використовують незбиране чи знежирене молоко, яке пастеризують при $92 \pm 2^\circ\text{C}$ з витримкою 20 - 30 хв. і постійно перемішують під час витримки. Пастеризоване молоко охолоджують до температури сквашування і вносять у нього лабораторну закваску в кількості 1 - 3 %.

Виробничу закваску необхідно готувати щоденно і в достатній кількості для сквашування молока і сметани, що переробляються протягом зміни чи доби. Закваску зі слабкою активністю чи контаміновану сторонньою мікрофлорою слід замінювати новою. Виробничу закваску, виготовлену на стерильному молоці, зберігають при $3 - 6^\circ\text{C}$ 72 год., а на пастеризованому – не більше 24 год. після охолодження.

Приготування виробничої закваски. Чисті культури заквасок у вигляді окремих штамів зберігають у лабораторії, пересіваючи їх в пробірки із стерилізованим знежиреним молоком через 15 - 20 днів. Між пересіваннями культури зберігають в холодильнику при температурі $3 - 6^\circ\text{C}$.

При приготуванні виробничої закваски в молоко вносять 0,5 - 1% лабораторної закваски. Якщо виробничу закваску готують в невеликих кількостях, то можна вносити 2 - 3 % закваски. В цьому випадку спостерігається прискорення квашення молока.

При приготуванні виробничої закваски на бактерійному концентраті вносять на 300 л молока 1 г сухого або 10 г замороженого концентрату.

Перевірка активності заквасок:

1) активність закваски визначають за часом квашення стерилізованого протягом 10 хв. при 0,1 МПа молока. У молоко вносять 3 % рідкої бактерійної закваски на 2,5 л молока і поміщають в термостат, де витримують до утворення згустку при оптимальній температурі розвитку мікроорганізмів. Визначають тривалість утворення щільного згустку в молоці, яка повинна бути 4 - 8 ч. При мікроскопуванні препарату проглядають до 10 полів зору. У заквасці повинні бути відсутні інволюційні форми, скупчення кліток і сторонні мікроорганізми.

2) активність закваски в молоці визначають іншим методом. Після пастеризації і охолодження до температури 40 °С наливають 20 мл молока в чисту стерильну пробірку (піпетку, якою беруть пробу, кип'ятять у воді) потім у пробірку вносять 1 мл метиленового голубого (концентрація така ж, як при пробі на редуктазу в молоці) і 3 краплі закваски. Пробу ставлять в редуктазник або термостат при температурі 37 - 39 С. Якщо закваска в молоці буде активною, то метиленовий голубий повинен знебарвитись приблизно через 2 год.

Закваски прямого внесення. Як показав досвід розвитку молокопереробної промисловості, за останнє десятиріччя у країнах з розвиненою молочною промисловістю широкого застосування набуло використання заквасок прямого внесення. Провідними виробниками заквасок для вирощування виробничої закваски та для прямого внесення є фірми CHR Hansen (Данія), Rhodia (Франція), DSM (Нідерланди), WISBY (Німеччина).

Так наприклад для виробництва сметани, м'яких і напівтвердих сирів використовують сухозаморожені культури для прямого внесення, які складаються: *Lactococcus lactis* подвид *lactis*, *Lactococcus lactis* подвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *lactis biovar. diacetylactis*.

Мікробіологічне дослідження придатності молока для заквасок. Для приготування заквасок використовують пастеризоване чи стерилізоване молоко.

Пастеризація – процес нагрівання молока і молочних продуктів до визначеної температури протягом часу, необхідного для руйнування наявних у молоці патогенних бактерій, але такий, що не викликає значних змін його складу, смаку і харчової цінності.

Режими пастеризації повинні сприяти збільшенню тривалості зберігання продуктів і забезпечувати виробництво молочної продукції гарантованої якості. Режими пастеризації, прийняті в промисловості, знищують до 99 % вегетативних форм мікроорганізмів. Спори і токсини, які виділяються деякими видами патогенних мікроорганізмів, внаслідок

пастеризації в ряді випадків не інактивуються. Нині застосовують три основних методи пастеризації молока:

1) тривала пастеризація при температурі 63 - 65°C з витримкою 30 хв.

2) короткочасна пастеризація при температурі $76 \pm 2^\circ\text{C}$ з витримкою 15 - 20 с. У районах з неблагополучною епідемічною ситуацією для підвищення гарантії епідеміологічної безпеки молока на заводах встановлюють режим пастеризації з температурою $78 \pm 2^\circ\text{C}$ і витримкою 19 - 20 с;

3) моментальна пастеризація при температурі 85 - 95 °C без витримки.

Залежно від характеру використання молока, застосовують різні методи пастеризації, серед яких найбільш поширеною є короткочасна на пластинчастих пастеризаторах А1-ОКЛ-3, А1-ОКЛ-5, А1-ОКЛ-10.

Стерилізація молока – це процес теплової обробки, при якому в результаті впливу високих температур (вище 100 °C) гинуть усі мікроорганізми, а також збільшується тривалість зберігання молока. Руйнуються як вегетативні, так і спорові форми мікроорганізмів. Чим вища температура теплової обробки, тим більший стерилізуючий ефект і більш помітні зміни кольору і смаку молока. Зі збільшенням температури спори руйнуються набагато швидше, ніж відбувається зміна кольору і смаку молока. Зміна кольору молока залежить від різних методів стерилізації.

Після стерилізації молоко зберігає цінні поживні властивості і добре засвоюється організмом. У молочній промисловості, здебільшого, застосовують одноступінчасту стерилізацію з однократним нагріванням молока в потоці до 135 - 140 °C протягом 3 - 4 хв. з наступним охолодженням і розливом.

В практичних умовах молоко, призначене для виготовлення закваски, піддають тепловій обробці – пастеризують при температурі 92 - 95 °C з витримкою 20 - 30 с. і стерилізують при 121 °C з витримкою 15 - 20 с. Молоко, що пройшло теплову обробку, не можна переливати в інший посуд, тому що воно при цьому контамінується сторонньою мікрофлорою.

Ефективність пастеризації молока для закваски визначають по методу Н. С. Корольової за визначенням масляно-кислих бактерій. Суть методу Н. С. Корольової полягає у тому, що молоко після пастеризації асептично відбирають в невелику стерильну пробірку або банку (закриту ватяною пробкою або пергаментом). Пробу витримують в термостаті при температурі 40 - 45 °С протягом 24 - 48 год., після цього визначають характер згустку в пробірці і проглядають мазок з нього за допомогою мікроскопа.

Якщо пастеризація була проведена при температурі нижче 90 °С, тобто порушений температурний режим, то згусток виходить більш-менш щільним і під мікроскопом у великому збільшенні виявляються стрептококи. Якщо пастеризація проведена при температурі 90 - 95 °С. Але при недостатній витримці або без ефективного перемішування, згусток в пробірках може бути слабким, мікроскопуванням виявляють в препаратах зернисті або незернисті палички. При пептонізації молока (наявність зони прояснення у верхньому шарі і при мікроскопуванні) велика кількість спорових паличок свідчить про правильно проведену пастеризацію. Ефективність пастеризації молока для заквасок перевіряють в тих випадках, коли в заквасках мікроскопуванням або за допомогою посівів знайдені сторонні термостійкі молочнокислі палички.

Стерилізоване молоко при використуванні безпосередньо після термічної обробки (при подальшому охолодженні) не контролюють. У інших випадках стерилізоване молоко витримують при температурі 30 °С не менше 2 діб і контролюють по мікроскопічному препарату. При виявленні бактерійних кліток молоко вважають непридатним для приготування закваски, а при їх відсутності – придатним.

Вади заквасок. У виробничих заквасках найчастіше можуть виникати наступні вади: зниження активності закваски або не квашення молока, наявність бактерій групи кишкових паличок, зайва кислотність, спучування, ослизнення, тягучість і ін.

Зниження активності закваски є найбільш розповсюдженою вадю заквасок, що виражається частіше в не квашенні молока. Причинами

виникнення вади є наявність антибіотиків і інших інгібіторів в молоці, зараження закваски бактеріофагом, низький зміст сухих речовин в молоці, сезонні зміни якості молока (частіше весною), взаємостосунки антагоністів між мікроорганізмами заквасок та ін.

Антибіотики в молоко частіше потрапляють після лікування корів, хворих на мастити. Режими пастеризації не викликають повного руйнування цих препаратів в молоці, тому навіть дуже малі кількості антибіотиків негативно впливають на зростання і активність молочнокислих бактерій та інших мікроорганізмів заквасок. Причиною зниження активності заквасок може бути забруднення молока миючо-дезінфікуючими речовинами і іншими інгібіторами.

При сильному зниженні активності закваски, що не викликається інгібіторами або неправильним культивуванням, припускають наявність бактеріофагів, які потрапляють в закваску із зовнішнього середовища або із заквашувальними мікроорганізмами у вигляді лізигенної культури.

Для боротьби з розповсюдженням бактеріофага рекомендується часта зміна закваски, введення в її склад фагорезистентних штамів, їх чергування в заквасці, проведення дезінфекції приміщення і устаткування, а також підтримка асептичного режиму вирощування заквасок, вживання живильних середовищ, гальмуючих діяльність фагів і ін. Як фагорезистентне середовище для закваски використовують молоко, з якого видалено кальцій. Останній зв'язують, додаючи в молоко фосфати. За відсутності кальцію клітини бактерій і частинки фагу, маючи однойменний негативний заряд, взаємно відштовхуються і фаг не може проникнути всередину бактерійної клітини.

Не квашення молока з пониженим вмістом сухих речовин, а також весняне не квашення пояснюються зниженою харчовою цінністю молока, а також можливим збільшенням у весняний період домішок мастичного молока.

Зниження активності закваски може обумовлюватися розвитком деяких видів молочнокислих стрептококів, які створюють антибіотичні речовини, що затримують зростання інших заквашувальних мікроорганізмів.

Наявність бактерій групи кишкових паличок є наслідком порушення встановленого режиму пастеризації молока, недотримання загального санітарного стану устаткування і особистої гігієни.

Зайва кислотність виникає при розвитку термостійких молочнокислих паличок, що обумовлено недотриманням режиму пастеризації молока, незадовільним миттям і дезінфекцією устаткування, недотриманням температурних і інших технологічних режимів.

Спучування з'являється, здебільшого, при розвитку спороутворюючої мікрофлори, воно обумовлено зниженням активності закваски. Для усунення і попередження вади необхідно вживання активної закваски або її зміна.

Ослизнення, тягучість з'являються при розвитку слизоутворюючих штамів вершкових стрептококів або ацидофільних паличок. Для попередження вади необхідно змінити закваску.

Контрольні питання

1. Що таке закваска?
2. Як приготувати закваски і проконтролювати їх якість?
3. Для чого проводять мікробіологічне дослідження придатності молока для заквасок?
4. Як здійснюють мікробіологічний контроль якості заквасок?
5. Які види заквасок ви знаєте?
6. Які наукові підходи до розробки та удосконалення заквасок ви знаєте?

1.6. Мікробіологія кисломолочних продуктів

Напрямок розвитку мікрофлори при виробництві кисломолочних продуктів визначається такими факторами:

– пастеризація молока проводиться при вищих температурах і тривалому витримуванні, ніж при виробництві пастеризованого молока з технологічних міркувань. Завдяки цьому у молоці отримують перевагу термостійкі молочнокислі палички і ентерококи. Ця мікрофлора мешкає на обладнанні при виробництві кисломолочних продуктів. Молоко, пастеризоване при підвищених температурах, є кращим середовищем для розвитку мікроорганізмів, особливо молочнокислих, ніж сире або пастеризоване при низьких температурах;

– основна мікрофлора, яка сквашує молоко, вноситься з заквасками, але мікрофлора пастеризованого молока і вторинного забруднення також розмножується в процесі сквашування;

– розмноження незаквасочної мікрофлори відбувається одночасно з розвитком мікрофлори заквасок, частина мікрофлори незаквасочного походження активізується у присутності мікроорганізмів заквасок, інша – пригнічується; деякі мікроорганізми, наприклад, бактеріофаги, пригнічують розвиток заквасок;

– інтенсивність розмноження усієї мікрофлори кисломолочних продуктів і кінцеве співвідношення між представниками залежить також від якості молока, температури, терміну сквашування і ефективності охолодження.

Формування поживних властивостей кисломолочних продуктів.

Поживна цінність кисломолочних продуктів зумовлена, насамперед, їх біохімічними властивостями і визначається інтенсивністю молочнокислого та спиртового бродіння, ступенем протеолізу та іншими мікробіологічними процесами. Їх можна характеризувати накопиченням молочної кислоти, етилового спирту, вуглекислоти, ароматичних речовин, розчинних форм азоту, вітамінів, антибіотиків і т. ін.

Утворення молочної кислоти має суттєве значення для формування білкового згустку, який визначає консистенцію кисломолочних продуктів. Крім цього, молочна кислота надає приємного кислуватого смаку кислому молоці, кефіру та іншим кисломолочним продуктам; її наявність, а отже, кислотність продукту, залежить від складу молока, бактеріальної закваски (співвідношень сильних і слабких кислотоутворювачів і технологічних режимів виробництва).

Кількість спирту та вуглекислого газу в кисломолочних напоях визначається видом використаних дріжджів, кількістю лактози в молочній сировині, температурним режимом, рН середовища, а також терміном дозрівання продукту.

Нагромадження ароматичних речовин (летких кислот, ацетальдегіду, діацетилу, ацетоїну та ін.) відбувається під впливом ароматотвірних молочнокислих бактерій і дріжджів. Вміст ароматичних речовин визначається складом бактеріальної закваски і значною мірою умовами сквашування та дозрівання продуктів. Леткі кислоти (оцтова, пропіонова) особливо активно накопичуються в кефірі та сирі; діацетил і ацетоїн – у кефірі, кумисі, сметані; ацетальдегід – у йогурті.

Молочнокислі бактерії та дріжджі, поряд із перетворенням лактози, спричинюють гідролітичний розпад білків. Ступінь і глибина протеолізу залежать головним чином від протеолітичної активності мікроорганізмів заквасок і рН продукту. Особливо активно відбувається протеоліз у процесі дозрівання кумису та під час виробництва сиру. Вільні амінокислоти, які накопичуються в результаті протеолізу, позитивно впливають на харчову цінність продуктів, прискорюючи їх засвоєння. У всіх кисломолочних продуктах, порівняно з молочною сировиною, збільшується кількість вільної глютамінової кислоти й проліну, в кефірі – лізину та гістидину, у деяких інших – аспарагінової кислоти, аланіну, серину. Для того щоб збільшити протеолітичну активність молочнокислих бактерій, рекомендують у молоко вносити мікроелементи (марганець, цинк, кобальт).

Усі кисломолочні продукти, порівнюючи з молоком, характеризуються підвищеною кількістю вітамінів групи В – тіаміну, рибофлавіну та ніацину. Ці вітаміни, а також вітаміни С, В₁₂ і деякі інші синтезуються мікроорганізмами заквасок. Шляхом підбору високоактивних штамів можна значно збільшити кількість цих вітамінів у кисломолочних продуктах.

Багато кисломолочних продуктів містять антибіотичні речовини, які гальмують розвиток кишкових інфекцій, стафілококів, туберкульозних паличок та ін. Ці антибіотичні речовини утворюються як результат метаболізму мікроорганізмів заквасок – молочнокислих бактерій та дріжджів. Так, диплококцин і нізин є продуктами життєдіяльності мезофільних молочнокислих стрептококів *Str. Eremoirs* і *Str. lactis*, бензойна кислота – метаболіт термофільних паличок *Lbm. acidophilum*, *Lbm. bulgaricum*.

Таким чином, головним фактором, який формує можливі властивості кисломолочних продуктів, є закваски. Від їх складу залежить смак, запах, консистенція, кислотність, вміст вільних амінокислот, антибіотичні та інші споживчі властивості готових, продуктів. Безперечно, якість сировини й технологічний процес виробництва, які, поряд із заквасками, впливають на склад мікрофлори кисломолочних продуктів, теж суттєво впливають на якість кисломолочної продукції.

Дієтичне значення кисломолочних напоїв. Усім кисломолочним напоям притаманні дієтичні та цілющі властивості. Усі вони дуже легко засвоюються організмом людини, сприяють травленню і регулюють мікрофлору кишечника. У кишечнику людини міститься величезна кількість мікроорганізмів, у тому числі гнійних, які викликають гнійний розпад залишків білкової їжі. У процесі гниття, як проміжні продукти, утворюються різні токсини, які через стінки кишечника потрапляють у кров, розносяться по всьому організму й поступово його отруюють. Це отруєння, як і отруєння нікотинном курців, відбувається не відразу, а поступово, непомітно. При вживанні кисломолочних напоїв у кишечник потрапляє безліч живих молочнокислих бактерій (1 мл напою вміщує їх мільйони). Вони

приживаються в кишечнику і перетворюють там залишки їжі, яка вміщує цукор, у молочну кислоту. Остання створює кисле середовище, в якому не можуть розвиватися гнильні бактерії. Таким чином, вживання кисломолочних напоїв гальмує гнильні процеси в кишечнику. Засновник теорії антагонізму серед мікроорганізмів І.І.Мечников пов'язував довголіття верховинців зі значним вживанням кисломолочних напоїв. Цілющі та дієтичні властивості кисломолочних напоїв зумовлені ще й тим, що вони, порівняно з молоком, вміщують у 2 - 3 рази більше вітамінів, аскорбінової та нікотинової кислот, вітамінів групи В. Ці вітаміни утворюються в кисломолочних напоях як результат життєдіяльності молочнокислих бактерій. Кисломолочні напої мають у своєму складі антибіотики, які діють негативно (антибактеріально) на хвороботворні мікроорганізми.

Продукти змішаного бродіння. До цієї групи належать кефір і кумис. Для їх виготовлення використовують симбіотичні закваски, у складі яких домінують молочнокислі бактерії та дріжджі. Тому після внесення закваски починається не лише молочнокисле, а й спиртове бродіння. Співвідношення молочної кислоти, вуглекислого газу і спирту зумовлюють освіжаючий, дещо гострий смак цих продуктів, їх цілющі властивості зумовлені, насамперед, накопичуванням нізину та інших антибіотичних речовин, продуцентами яких є дріжджі.

Кефір - кисломолочний напій, який займає близько 80% виробництва всіх кисломолочних напоїв у нашій країні. Кефірна закваска, яку часто називають «кефірним грибком», або «кефірними зернами», складається із багатьох (майже 20) видів молочнокислих бактерій і дріжджів, співвідношення між якими зберігається постійним і забезпечує типові смакові властивості кефіру. Особливою рисою кефіру є використання кефірних зерен як стартера. Кефірні зерна мають желатиноподібну консистенцію, колір від білого до жовтого, неправильної форми, розміром від пшеничного зерна до грецького горіха. Гранули не розчинні у воді та

набухають у воді чи молоці і формують в'язкий, желеподібний білий продукт.

Мікрофлора кефірних зерен складається з таких мікроорганізмів:

- дріжджі: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefir* (*Torula kefir*);
- лактобацили: *Lactobacillus kefir* (*Lb.brevis-like*), *Lb. lactis*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. helveticus*;
- леуконосток: *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. mesenteroides subsp. dextraticum*;
- лактококи: *L. lactis subsp.lactis*, *L. lactis subsp.cremoris*;
- оцтовокислі бактерії: *Acetobacter aceti*.

Лактококи — найбільш активна частина кефірної закваски, забезпечують швидке зростання кислотності протягом перших годин бродіння. При високих кислотностях вони інгібуються.

Кількість мезофільних лактобацил у кефірному стартері не перевищує 10^2 - 10^3 /мл, і ці бактерії не відіграють важливої ролі для якості продукту.

Lb.bulgaricus та *Lb.helveticus* виявляють у кефірній заквасці у кількості 10^4 - 10^5 /мл.

Leuconostoc spp. беруть участь у формуванні специфічного смаку і аромату кефіру і можуть, при надмірному розвитку, викликати утворення газу. Деякі здатні продукувати полісахариди (*Leuc. mesenteroides subsp. dextraticum*).

Дріжджі беруть активну участь у підтримці симбіозу мікроорганізму у гранулах, утворенні CO₂ і формуванні спирту у кефірі, а також формуванні специфічного смаку і аромату.

Acetobacter aceti також активні у забезпеченні симбіозу між мікроорганізмами кефірної закваски та покращують консистенцію кефіру, підвищуючи їх в'язкість. У випадку надмірного росту *A. aceti* виражена в'язкість та слиз можуть з'являтися у кефірі.

Кефірні зерна звично видаляються і використовуються повторно. Зерна відсіюються після бродіння, потім суспендуються у холодну воду і

зберігають при температурі 4 °С або висушуються у марлі при кімнатній температурі протягом 48 год. і зберігають у сухому вигляді при температурі 4 °С.

Правильно висушені кефірні зерна активні протягом 12 - 18 місяців, а при зберіганні у воді вони втрачають свою активність через тиждень.

Виробництво кисломолочних продуктів і напоїв здійснюється резервуарним чи термостатним способами і включає ряд однакових для всіх видів напоїв технологічних операцій. Для резервуарного способу такими операціями є: приймання і підготовка сировини, нормалізація, очистка, гомогенізація, пастеризація, охолодження до температури сквашування, заквашування, сквашування, перемішування, охолодження, внесення наповнювачів (при необхідності), фасування, маркування, зберігання, транспортування. Для термостатного способу характерними є такі операції, як приймання і підготовка сировини, нормалізація, очистка, гомогенізація, пастеризація до температури заквашування, заквашування, фасування заквашеної суміші у споживчу скляну чи іншу тару, маркування, сквашування, охолодження, зберігання, транспортування.

Залежно від способу виробництва і асортименту основних видів кисломолочних напоїв, вимоги до їх органолептичних властивостей є різними.

За зовнішнім виглядом усі кисломолочні напої – однорідні з рівною (крім кумису) чистою поверхнею рідкі маси. Згусток кисломолочних напоїв, виготовлених термостатним способом, щільний, не переміщується в упаковці при її нахиленні і навіть при перевертанні, а згусток, отриманий резервуарним способом, в упаковці легко переміщується при нахиленні.

Продукти з негомогенізованого молока можуть мати у верхній частині шар жиру, особливо при термостатному способі виробництва.

Випускають кілька видів кефіру залежно від вмісту в ньому молочного залишку й жиру. Готовий кефір характеризуються такими показниками:

- кислотність – 85 - 120 °Т;

- вміст етанолу – 0,1 - 1 %;
- вміст жиру – нежирний; 1,25 % і 3,2 %;
- живих мікроорганізмів (у 1 мл): лактококки – 10^9 ; термофільні лактобацили – 10^5 ; леуконосток – 10^7 - 10^8 ; дріжджі – 10^2 - 10^5 ; оцтовокислі бактерії.

Тому після внесення закваски починається не лише молочнокисле, а й спиртове бродіння.

Співвідношення молочної кислоти, вуглекислого газу і спирту зумовлюють освіжаючий, дещо гострий смак цих продуктів, їх цілющі властивості зумовлені, насамперед, накопичуванням нізину та інших антибіотичних речовин, продуцентами яких є дріжджі.

Кефір, згідно з чинним стандартом, не поділяється за терміном дозрівання. Разом з тим слід урахувати, що одноденний кефір (свіжий) діє на кишково-шлунковий тракт послаблювально, а триденний – закріплювально.

Кумис – це кисломолочний напій з кобилячого або молока корови. Кумис з кобилячого молока відомий давно. Ще в V ст. до н.е. Геродот указував, що кумис (його назва походить від тюркського слова «кимиз» – сквашене кобиляче молоко) є улюбленим напоєм скіфів-кочівників.

Кумис рідина сірувато-білого кольору, має своєрідний кислий смак і запах, рідку консистенцію, оскільки при кислотній коагуляції казеїн не утворює щільного згустку. Кислотність слабого кумису – 60 - 80 °Т, середнього – 81 - 105 °Т, міцного – 106 - 120 °Т; спирту міститься відповідно до 1 %, 1,75 %, 2,5 %.

Закваска кумису складається з таких мікроорганізмів:

- *Lactobacillus bulgaricus*;
- *Candida holmii* (*Torulopsis*) – дріжджі, що зброджують лактозу.

Основний кінцевий продукт кумису є молочна кислота, етанол та вуглекислий газ, що надають продукту кислий алкогольний присмак та шипучий вигляд, як у кефірі.

Для виробництва кумису використовують молоко від здорових кобил. Воно повинне бути чистим, без сторонніх присмаків, запахів, кислотністю не вище 7 °Т. Технологія виробництва кумису: парне молоко змішують із закваскою у пропорціях (2 частини молока і 1 частина закваски), щоб суміш мала кислотність 45 - 55 °Т і температуру 20 - 24 °С. Сквашене молоко перемішують 15 хв., витримують 3 - 5 год. за температури 20 - 24 °С до кислотності 65 - 70 °Т. При досягненні такої кислотності суміш вимішують упродовж години, а потім розливають у пляшки, щільно закриваючи пробками.

Пляшки з кумисом ставлять у холодильну камеру при температурі 6 - 10 °С для дозрівання. Залежно від тривалості дозрівання кумис поділяють на слабкий, який дозріває 1 добу, середній (2 доби) та міцний (3 доби).

За накопиченням спирту (до 2,5%) кумис можна віднести до слабоалкогольних напоїв, тоді як у кефірі вміст спирту не перевищує 0,6%.

Кумис суттєво відрізняється від кефіру своєю консистенцією, а саме: у ньому відсутній щільний згусток. Це зумовлено зниженим вмістом білкових речовин у кобилячому молоці й зміною співвідношення альбуміну з казеїном на користь першого. Тому казеїн під час сквашування кобилячого молока утворює дрібні пластівці.

Напій типу кумису можна отримати також із коров'ячого молока. Для цього треба спочатку наблизити його склад до молока кобилиць, змішуючи частково знежирене коров'яче молоко з сироваткою. Після заквашування кумисною закваскою напій нагадує кумис, однак цілющі властивості його не такі, як у натурального кумису. Очевидно, сироватка в суміші наближує тільки білковий склад і вміст лактози до значень, властивих молоку кобилиць, однак не дозволяє врахувати особливості вмісту в кобилячому молоці інших важливих біологічно активних речовин.

Виробництво кисломолочних продуктів з використанням ацидофільних паличок. Споживні властивості цих продуктів визначаються складом закваски, у якій єдиною, або основною, культурою є ацидофільна

паличка. Остання виступає активним кислотоутворювачем, тому кислотність ацидофільних продуктів більша, ніж простокваш. Ацидофільна паличка характеризується високою антибіотичною активністю, а продукти, виготовлені з її застосуванням, мають загальноновизнані лікувальні та профілактичні властивості.

До ацидофільних продуктів належать ацидофільне молоко, ацидофільно-дріжджове молоко, ацидофілін та ацидофільна паста.

Ацидофільне молоко отримують сквашуванням пастеризованого молока закваскою, до складу якої входить тільки ацидофільна паличка. Остання має дві різновидності, а саме: слизисту расу, яка накопичує відносно небагато молочної кислоти (до 140 Т) й утворює дуже слизистий, тягучий згусток, який добре утримує сироватку і неслизисту расу, яка є сильним кислотоутворювачем, підвищує кислотність до 320 °Т та утворює щільний згусток, котрий швидко виділяє сироватку. Високоякісне ацидофільне молоко з приємним, у міру кислим смаком і сметаноподібною консистенцією можна отримати лише, якщо співвідношення слизистої та неслизистої рас у заквасці дорівнює 1: 4.

Ацидофільно-дріжджове молоко – дуже цінний лікувальний продукт, який зупиняє розвиток туберкульозних паличок, стафілококів, збудників дизентерії та тифу. Це зумовлено тим, що до складу закваски входять дріжджі та ацидофільна паличка з високою антибіотичною активністю. Продукт має кислий, гострий, освіжаючий смак, що зумовлено виділенням вуглекислого газу, легкий дріжджовий запах і дещо в'язку консистенцію. Напій рекомендується не лише для лікувального, а й для профілактичного харчування.

Ацидофілін відрізняється від інших ацидофільних продуктів тим, що до складу закваски, поряд з ацидофільною паличкою, входять молочнокислий стрептокок і кефірні грибки. Антибіотичні властивості цього продукту значно ослаблені порівняно з ацидофільним та ацидофільно-дріжджовим молоком.

Ацидофільну пасту отримують шляхом відокремлення частини сироватки із згустку або шляхом заквашування підзгущеного у вакуум-апаратах молока. Ацидофільна паста може виготовлятися різної жирності, без підсолоджування та солодка. За лікувально-профілактичним значенням продукт посідає перше місце серед інших ацидофільних продуктів. Це зумовлено поряд з антибіотичною активністю продуктів, високим вмістом незамінних амінокислот, кальцію та інших біологічно активних речовин.

Виробництво кисломолочних продуктів з використанням мезофільних молочнокислих стрептококів. *Кисломолочний сир* (продукт, знайомий споживачеві часто-густо під його російською назвою «творог») – концентрований молочно-білковий продукт, один із найцінніших молочних продуктів і продуктів харчування взагалі. Він містить усі ті ж амінокислоти, що входять до складу молока, тільки вміст їх значно більший (у 6 - 7 разів), ніж у молоці. Білковий склад кисломолочного сиру відрізняється від білкового складу молока. Це зумовлено тим, що під час коагуляції молока до згустку переходить казеїн, а альбумін і глобулін залишаються в сироватці. Тому в кисломолочному сирі (за винятком альбумінного, який виготовляється із сироватки) білки представлені головним білком молока - казеїном. У кисломолочному сирі значно більший вміст мінеральних речовин, ніж у молоці (у тому числі кальцію, фосфору та магнію), і менше лактози, яка разом із альбуміном переходить у значній кількості в сироватку, а також частково перетворюється молочнокислими бактеріями в молочну кислоту.

Кисломолочний сир – продукт дієтичного харчування. Завдяки високому вмісту амінокислоти метіоніну його рекомендують для профілактики та лікування захворювань печінки та атеросклерозу (метіонін нормалізує жировий обмін і обмін холестерину, порушення яких є причиною розвитку атеросклерозу й захворювань печінки). Через високий вміст кальцію кисломолочний сир рекомендують для лікування та профілактики різних запальних процесів, а також для зміцнення кісткової тканини, зокрема

після переломів. Особливого значення надається кисломолочному сиру в харчуванні людей (дорослих і дітей), які проживають в умовах хронічної дії малих доз радіації. Останнє зумовлене конкурентними взаємовідносинами між кальцієм і стронцієм. У разі нестачі кальцію в раціоні в кістковій тканині накопичується радіоактивний стронцій, який є причиною її поступового руйнування. Якщо ж раціон багатий на кальцій, стронцій не засвоюється й виводиться з організму. Тому кисломолочний сир, сиркові та різні інші вироби з нього мають входити до щоденного раціону людини, зокрема дітей дошкільного й шкільного віку, у яких потреба в кальції особливо висока.

Для виробництва кисломолочного сиру переважно використовують пастеризоване молоко та мезофільні молочнокислі стрептококові закваски (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis*, *Leu. dextranicum*). Кисломолочний сир із пастеризованого молока використовують у їжу й для виготовлення сиркових виробів; сир із сирого (непастеризованого) молока виготовляють лише тоді, коли кислотність молока перевищує вимоги стандарту (21 °Т). Такий сир використовують для виготовлення виробів, які перед вживанням проходять термічну обробку (сирники, вареники, запіканки тощо), а також для виробництва плавлених сирів. Для реалізації в роздрібній торговельній мережі кисломолочний сир із сирого молока не допускається, бо його споживання може призвести до різних кишкових захворювань (інфекцій та отруєнь).

Кисломолочний сир отримують двома способами: кислотним і кислотно-сичуговим.

За *кислотного способу* утворення згустку відбувається під дією молочної кислоти, яка накопичується при молочнокислому бродінні. Суть кислотної коагуляції казеїну розглянуто вище. Інколи під час виробництва сиру кислотним способом коагуляцію казеїну проводять також шляхом додавання кислої молочної сироватки. Кислотним способом виготовляють переважно нежирний сир. Напівжирні та жирні кисломолочні сири отримують здебільшого кислотно-сичуговим способом.

Під час *кисотно-сичугового* способі виробництва в молоко, поряд із заквасками молочнокислих бактерій, вносять сичуговий фермент, а часом і хлористий кальцій (у разі використання так званого сичугово-в'ялого молока). Для утворення згустку при кисотно-сичуговому способі потрібно майже дві години, тоді як для утворення згустку кислотним способом – не менше 6 год. Тільки за цей проміжок часу кількість молочнокислих бактерій може зрости до такого рівня, який забезпечить кислотність згустку не нижче 75...76 °Т. Формування згустку при кисотно-сичуговому способі закінчується, якщо кислотність досягає рівня 32...35°Т.

З готового згустку виділяють сироватку. Для цього згусток розрізають на кубики й повільно нагрівають до 38...40 °С, пропускаючи пару між стінками сирної ванни або додаючи воду, нагріту до 60...65 °С. Для рівномірного нагрівання потрібний згусток обережно перемішують. Нагрітий згусток витримують 20...30 хв. у спокої, а потім виділену сироватку усувають. Сирну масу, яка осіла на дні ванни, переносять у полотняні мішки, які складають один на одного на прес-візочки для самопресування (під дією власної маси). Пресують до отримання стандартної вологості, яка залежить від виду кисломолочного сиру.

Останнім часом у практику широко впроваджується *роздільний спосіб виробництва кисломолочного сиру*. При цьому способі виробництва спочатку отримують знежирений кисломолочний сир, а потім змішуванням його з сильно охолодженими (~ 2 °С) вершками одержують кисломолочний сир із заданою масовою часткою жиру.

Роздільний спосіб виробництва має низку переваг над іншими способами. Це передусім високі смакові властивості готового продукту. Кисломолочний сир, отриманий цим способом, ніколи не буває надто кислим, оскільки під час перемішування знежиреного сиру з охолодженими вершками температура сирної маси знижується і розвиток молочнокислих бактерій призупиняється. Крім того, такий сир завжди має дуже приємну маслянисту консистенцію. Це зумовлено тим, що вершки покривають

поверхню сирних зерен і під час споживання (незалежно від жирності жиру) відчувається маслянистість, притаманна вершкам.

Цим способом можна отримати кисломолочний сир різної жирності, уникнувши втрати жиру, що є неминучою під час виготовлення сиру із жирного молока (у сироватку переходить від 6,3% до 12,4% жиру залежно від розміру жирових кульок молока).

Роздільний спосіб дає змогу також механізувати виробництво кисломолочного сиру, прискорює й полегшує зневоднення згустку, оскільки із знежиреного згустку легше виділяється сироватка.

Кисломолочний сир є головною сировиною для виготовлення різних сиркових виробів, наприклад, кисломолочних продуктів, під час виробництва яких кисломолочний сир подрібнюють та розтирають з додаванням різних смакових і ароматичних речовин.

Згідно з чинними стандартами кисломолочний сир з коров'ячого молока за вмістом жиру поділяється на *нежирний*, *напівжирний* (масова частка жиру 9%) і *жирний* (масова частка жиру 18%). Залежно від способу обробки молока - на сир із пастеризованого й непастеризованого молока.

Смак і запах такого сиру мають бути кисломолочними, без сторонніх присмаку і запаху. Стандартом допускається слабо виражений кормовий присмак. Консистенція – м'яка, мазка. Для нежирного сиру допускається незначне відділення сироватки та розсипчаста консистенція.

Найдоцільнішим співвідношенням білкових речовин і жирів у продуктах харчування, при якому ці компоненти засвоюються найповніше, є 1:1. Це співвідношення може бути дещо зрушене в бік збільшення вмісту білкових речовин. Серед усіх кисломолочних продуктів найвища кислотність допускається для нежирного сиру – 250 °Т. Останнє зумовлено високим рівнем молочнокислого бродіння, що, у свою чергу, зумовлено кислотним способом виробництва цього сиру, а також найвищим вмістом білкових речовин, до складу яких входять амінокислоти кислого характеру (моноамінодикарбонові кислоти).

Стандарт унормовує також мікробіологічні та санітарно-гігієнічні показники кисломолочного сиру. Щоправда, стосовно останніх показників чинні стандарти на молоко й молочні продукти мають деякі недоліки, а саме: у стандарті на питне молоко наводяться вимоги щодо мікробіологічних показників, а щодо вмісту токсичних елементів, афлатоксину М₁, В₁ і пестицидів дається посилання на відповідні чинні нормативно правові акти ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ» та Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах». Стандарт на кисломолочний сир унормовує безпечність продукту і за мікробіологічними показниками, і за вмістом важких металів, однак ці норми недостатньо виважені, оскільки мікробіологічні показники нормуються без урахування виду сиру залежно від способу обробки молока.

Таким чином, у сирі, який виготовлено з сирого молока, бактерії групи кишкової палички (БГКП), які є показником санітарного стану виробництва, не допускаються в 0,001 г продукту, а в сирі, виготовленому із пастеризованого молока, – в 0,01 г, тобто пастеризація молока зменшує забрудненість продукту бактеріями групи кишкової палички на цілий порядок. При цьому повинні дотримуватися вимоги Наказу МОЗ України № 548 Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів від 19.07.2012 щодо забруднення продукту патогенними мікроорганізмами, у тому числі збудниками харчових отруєнь, що не залежать від способу обробки молока.

До кисломолочних сирів належать також сири *дієтичний* та *домашній*. Дієтичний сир виготовляється роздільним способом з масовою часткою жиру 11%. Вміст білкових речовин у ньому – 12%, тобто співвідношення жиру й білка становить 1:1,1. Отже, віддавати перевагу в дієтичному харчуванні потрібно саме цьому виду сиру. Завдяки роздільному способу виробництва

кислотність сиру не перевищує 180 °Т. Сир має однорідну маслоподібну консистенцію, фасується в пакети та коробки із полімерних матеріалів по 250 і 500 г.

Домашній сир нагадує кисломолочний сир із приємною зернистою структурою й м'яким слабокислим смаком. Виробляється роздільним способом. Виробництво домашнього сиру проводиться з використання заквасок, що складаються з штамів *Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis*, *Leu. dextranicum*. Перших два види ведуть активний кисломолочний процес, а два останніх – аромат готової продукції. Масова частка вологи в домашньому сирі – 78...80%, кухонної солі – не більше 1%. Вміст жиру в розрахунку на суху речовину – 20% (на всю масу сиру – 4%). Кислотність не перевищує 150°Т, тобто значно нижча порівняно з традиційними видами сирів. Близький за споживними цінностями до домашнього сиру – сир «Поліський», масова частка жиру в якому становить 7%, а також сири «Селянський» та «Столовий», в яких масова частка жиру становить відповідно 5 і 2%.

З кисломолочних сирів виготовляють сиркові вироби (сирки, сиркові десерти, сиркові маси, креми, пасти, торти) – продукти зі складним сировинним складом, які на сьогодні займають особливе місце серед молочних продуктів.

Сирки - це сиркові вироби, розфасовані в споживчу тару.

Сиркові маси - вироби, розфасовані в споживчу тару масою від 200 г до 2 кг і в транспортну тару.

Сирки можуть бути глазурованими шоколадною глазур'ю. Як правило, їх виготовляють із жирного кисломолочного сиру з додаванням вершкового масла, а також різних смакових і ароматичних речовин.

Сметана - продукт, який отримують сквашуванням вершків. Від інших кисломолочних продуктів вона відрізняється підвищеним вмістом жиру (від 10 до 40%). Разом із жиром до сметани переходять жиророзчинні вітаміни (вітаміну А в сметані значно більше, ніж у молоці).

Технологічний процес виробництва сметани складається із таких операцій: сепарування молока й нормалізація вершків за жиром, пастеризація, гомогенізація, охолодження вершків до температури заквашування, внесення закваски, заквашування вершків, охолодження та дозрівання сметани, фасування та зберігання готового продукту. Для виробництва сметани, звичайно, використовують натуральні свіжі вершки різної жирності, їх обов'язково пастеризують при температурі 85 °С з витримкою 15...20 с. Для забезпечення однорідної густої консистенції сметани вершки після пастеризації гомогенізують за температури 70 °С і тиску 7...8 МПа. Після гомогенізації вершки охолоджують до 24 °С і направляють у резервуари для заквашування. До складу закваски входять стрептококові види молочнокислих бактерій (*Lac. Iactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. Diacetylactis*, *Lac. thermophilus* і ароматотвірний стрептокок), використання яких дає змогу обмежити процес кислотоутворення як в процесі виготовлення, так і під час зберігання сметани.

Lac. Iactis забезпечує нормальне наростання кислотності за рахунок утворення молочної кислоти. *Lac. cremoris*, поряд з молочною, продукує леткі жирні кислоти, які покращують аромат сметани. Ароматотвірний стрептокок (*Str. Citrovoru*, або *Str. paracitrovorus*) утворює діацетил – основний компонент аромату всіх кисломолочних продуктів.

Сквашування триває 14...16 год. і завершується, коли кислотність сметани досягне 65 °Т. Свіжа сквашена сметана має рідку консистенцію. Тому після фасування її переміщують у холодильну камеру, де за температури 5...8 °С вона дозріває. При цьому спостерігається кристалізація молочного жиру й набухання білкових речовин. Унаслідок цих процесів сметана набуває густої консистенції. Чим менший об'єм тари, у яку розфасовано сметану, тим швидше проходить її дозрівання. Сметана у великій тарі дозріває 12...14 год.

Використання термофільних молочнокислих бактерій при виробництві кисломолочних продуктів. Йогурт. Йогурт – ферментований

молочний продукт, що походить з Болгарії. Виготовляють із пастеризованого нормалізованого за масовою часткою жиру і сухих речовин молока з додаванням чи без додавання цукру, плодово-ягідних наповнювачів, ароматизаторів, вітаміну С, стабілізаторів, рослинного білку і сквашений закваскою, виготовленою на чистих культурах молочнокислих термофільних рас стрептококів і болгарської палички. У залежності від застосовуваних смакових і ароматичних добавок йогурт випускають наступних видів: йогурт, йогурт солодкий, плодово-ягідний, плодово-ягідний з вітаміном С, плодово-ягідний діабетичний тощо.

Для виготовлення йогурту може використовуватися молоко різних тварин, проте для промислового виробництва йогурту використовують коров'яче молоко. Може використовуватися незбиране молоко, знежирене молоко або вершки. Сире молоко має бути з низьким бактеріальним обсіменінням, вільним від антибіотиків, дезінфікуючих речовин, домішки молока від хворих маститом корів та коагульованого молока, не забруднене бактеріофагами.

Для виробництва йогурту використовують бактеріальну закваску, що містить *Streptococcus salivarius subsphtherophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subspbulgaricus*.

Йогурт виготовляють резервуарним і термостатним (плодово-ягідний – лише термостатним) способами з різними оригінальними назвами. Йогурт за зовнішнім виглядом і консистенцією являє собою однорідну сметаноподібну масу з порушеним (при резервуарному способі) чи непорушеним (при термостатному способі) згустком, а в плодово-ягідних – з додаванням шматочків фруктів і ягід. Колір йогурту молочно-сірий, а в плодово-ягідного обумовлений доданими сиропами.

Простокваша. *Простокваша* – це кисломолочні напої із коров'ячого пастеризованого, стерилізованого або пряженого молока, під час виготовлення яких основною культурою для закваски є молочнокислий стрептокок (*Lac. lactis*). Кисле молоко виготовляють термостатним або

резервуарним способом, із введенням або без введення до складу закваски інших видів молочнокислих бактерій, з додаванням або без додавання смакових і ароматичних речовин.

Асортимент простокваші: звичайна, «Мечниковська», ацидофільна, південна, шарована, цитрусова, варенець, ряжанка.

Звичайну простоквашу виготовляють із повножирного або знежиреного пастеризованого молока, сквашеного чистими культурами молочнокислого стрептокока. Із численних видів молочнокислих бактерій цей стрептокок, як і мезофіл, досить поширений у природі та найчастіше є причиною самоскисання молока. Молочнокислий стрептокок відносять до слабких кислотоутворювачів, він може нагромаджувати в продукті не більше 1% молочної кислоти. Вищі концентрації останньої діють на нього згубно, тому звичайне кисле молоко ніколи не буває надмірно кислим.

«Мечниковська» простокваша відрізняється від звичайної тим, що до складу закваски, поряд з молочнокислим стрептококом, входить болгарська паличка *Bact. Bulgaricum*. Остання є активнішим кислотоутворювачем порівняно з молочнокислим стрептококом, тому «Мечниковська» простокваша кисліша за звичайну. Свою назву отримала від імені І. І. Мечникова, який у Болгарії працював над проблемою антагонізму між молочнокислими та гнійними бактеріями.

Ацидофільна простокваша відрізняється від «Мечниковської» тим, що замість болгарської палички до складу закваски входить ацидофільна паличка, яка краще адаптована до проживання в кишечнику. Співвідношення стрептококів і паличок у заквасці становить 4:1. Якщо дане співвідношення змінюється на користь ацидофільної палички, смак продукту стає надмірно кислим; якщо ж у складі закваски використано слизисті раси ацидофільної палички, консистенція продукту буває дещо тягучою.

Південна простокваша відрізняється від «Мечниковської» тільки тим, що, поруч із термофільним стрептококом і болгарською паличкою, до складу закваски входять слизисті раси молочнокислих бактерій, які сприяють

утриманню згустків сироватки. Смак продукту різкокислий, бо сквашування відбувається за температури майже 50 °С, що активізує діяльність паличкоподібної мікрофлори.

Ряжанка відрізняється від інших видів кислого молока способом підготовки молока до заквашування, а саме пастеризацією за температури 95 °С з витримкою при цій температурі протягом 3...4 год. Це надає молоку та ряжанці смаку і кольору, притаманних топленому молоку, що зумовлено карамелізацією лактози і процесами меланоїдиноутворення. Після охолодження до 4...45 °С в молочну основу вводять закваску, яка складається із термофільного стрептокока і болгарської палички.

Варенець відрізняється від ряжанки тим, що до заквашування молоко кип'ятять або стерилізують. Склад закваски такий самий, як для ряжанки. Буруватий відтінок і присмак високої температурної обробки варенця менше виражені порівняно з ряжанкою.

Слід зауважити, що висока тривала теплова обробка спричинює незворотні зміни у протеїновому комплексі молока, які негативно впливають на ступінь його засвоєння і харчову цінність продукту в цілому. У зв'язку з цим, з позицій «розумного» харчування, перевагу слід віддати іншим видам простокваш. Особливо корисна ацидофільна простокваша. Простокваша може виготовлятися з різними ароматичними добавками.

Вади кисломолочних продуктів. У молочнокислих продуктах частіше виникають вади консистенції. Недолік смаку й запаху з'являються рідше. Вади виникають переважно внаслідок порушенням технологічних процесів виробництва продуктів та умов їх зберігання. Тому заходами попередження вад є чітке дотримання інструкцій виготовлення та режимів зберігання.

Вади консистенції. До них належать: відділення сироватки молочнокислими продуктами, груба, крихка та така, що мажеться, консистенція молочнокислого сиру, рідка консистенція сметани.

Відділення сироватки виникає в кислому молоці, кефірі та інших рідких, молочнокислих продуктах, особливо часто вона спостерігається при

резервуарному способі виробництва молочнокислих напоїв. Викликається одержанням слабкого згустку, який погано відновлюється після перемішування й самовільно ущільнюється з виділенням сироватки. Причинами можуть бути порушення режимів пастеризації, неправильний вибір моменту перемішування згустку і т. д.

Груба, крихка консистенція молочнокислого сиру може бути викликана надмірно високою кислотністю згустку, що призводить до сильного його зневоднення під час обробки.

Причинами виникнення вади є консистенція молочнокислого сиру, що мажеться, та недостатня кислотність згустку, що призводить до повільного відділення ним сироватки.

Рідка консистенція сметани обумовлюється порушенням формування і зміцнення структури продукту, недотриманням режимів гомогенізації вершків, охолодження й дозрівання сметани.

Вади смаку й запаху. Переважно вони викликаються зміною жирового компонента продуктів, а також порушенням процесу молочнокислого бродіння молочного цукру. До них відносяться: згірклий, салистий і надмірно кислий смак.

Неприємний згірклий смак виникає, головним чином, у сметані і жирному молочнокислому сирі в процесі їх зберігання. Пояснюється розпадом жиру під дією ліпаз, що виділяються пліснявами.

Салистий смак з'являється в сметані при тривалому зберіганні внаслідок окислення жиру киснем повітря. Розвиток вади прискорюють світло й метали.

Надмірно кислий смак. Ця вада характерна для молочного сиру, але може спостерігатись і в інших молочнокислих продуктах. Причиною її утворення є накопичення великої кількості молочної кислоти внаслідок порушення режимів дозрівання молока, обробки згустку і зберігання готового продукту.

Контрольні питання

1. Які чинники формування поживних властивостей кисломолочних продуктів?
2. Які продукти змішаного бродіння ви знаєте?
3. Які продукти належать до ацидофільних?
4. Які кисломолочні продукти виготовляються з використанням мезофільних молочних стрептококів?
5. Для чого використовують термофільні молочнокислі бактерії?
6. Яке використання біфідобактерій та інших кисломолочних мікроорганізмів?
7. Які особливості виробництва ферментованих рідких молочних продуктів?
8. Які мікроорганізми входять до складу заквасок під час виробництва сметани та кисломолочного сиру?

1.7. Мікробіологія масла

Вершкове масло – один з основних молочних продуктів. Залежно від технології виробництва та інтенсивності обробки воно має різний хімічний склад. У маслі міститься близько 1 % білка, 0,4 % молочного цукру, 0,15 % золи та різна кількість солей. Масло, особливо літнє, багате на вітаміни, зокрема жиророзчинні: А, D, Е, К. Масло вважається одним з найбільш енергетичне цінних молочних продуктів (32,6 МДж). Відносна легкість засвоєння організмом вершкового масла дає підставу вважати його цінним продуктом харчування не тільки для здорової, а й для хворої людини. Вершкове масло – найкращий тваринний жир, який широко використовується для виготовлення різноманітних страв, значно поліпшуючи їх смак та поживність. Вживання вершкового масла при недокрів'ї, виснаженні, а також після хірургічного втручання та під час лікування допомагає хворому швидше відновити своє здоров'я. Висока біологічна цінність вершкового масла пов'язана з наявністю в його складі речовин, супутніх жирам, які належать до біологічно активних. Це насамперед, жиророзчинні вітаміни, зокрема вітамін А та його провітамін - каротин, вітаміни Д та Е, лецитин, холестерин та інші супутні речовини. У перелічених різновидах масла знайдено також вітаміни РР (ніацин) – 0,10-0,11 мг, рибофлавін – 0,10-0,12 мг, у незначних кількостях (сліди) вітамін С, вітамін В₁ (тіамін), вітамін В₆ (піридоксин), В₁₂ (ціанкобаламін).

Жиророзчинні вітаміни відіграють суттєву роль у важливих обмінних процесах організму. Вітамін А необхідний для забезпечення процесів росту, нормального функціонування органів зору, сприяє функціям нирок, печінки, сечового міхура, щитоподібної залози, а також травлення. Недостатність його в раціоні харчування викликає ксерофтальмію, затримку росту та ін.

Каротин є попередником вітаміну А. В організмі людини він ферментативно перетворюється в цей вітамін.

Вітамін Д регулює кальцієво-фосфорний обмін в організмі, сприяє переходу кальцію з крові в кісткову тканину. У разі недостатнього його

надходження в організм розвивається рахіт. Вітамін Е відіграє значну роль як антиоксидант (запобігає надмірному окисненню ліпідів і утворенню перекисних сполук та вільних радикалів, шкідливих для організму). Токофероли теж позитивно впливають на функції статевих залоз.

Харчову цінність вершкового масла підвищують фосфоліпіди, насамперед лецитин, який містить вітаміноподібну сполуку холін. Холін бере участь в обміні ліпідів, має ліпотропні властивості. У разі його нестачі порушуються функції печінки, які можуть викликати її цироз. Холестерин має також позитивну дію – бере участь в утворенні жовчних кислот, гормонів кори надниркових залоз, вітаміну Д, захищає кров'яні тільця, є антитоксичним. Разом з тим його надлишок викликає атеросклероз. Вміст холестерину у вершковому маслі не повинен перевищувати 0,2%.

За структурою вершкове масло є жировим середовищем із вкрапленнями плазми і бульбашками повітря. Масова частка жиру в маслі становить 62...82% (десертному – 50...60%). У десертних видах масла міститься більше білків, вуглеводів та інших речовин, оскільки для їх виготовлення використовуються різні наповнювачі. Дуже багато жиру є в складі топленого масла (99%). Залежно від виду масла масова частка білків становить від 0,5 до 3,5%. У маслі без добавок вуглеводів практично немає. Вміст їх у маслі з наповнювачами коливається від 1 до 8%. Енергетична цінність масла становить, ккал/100 г: бутербродного – 590...600, солодко-вершкового – 740...750, топленого – 850...870. Таким чином, масло належить до висококалорійних продуктів харчування.

Вершкове масло характеризується відмінними органолептичними властивостями: смаком, ароматом, консистенцією, кольором. Його широко застосовують у кулінарії, хлібопекарській та кондитерській галузях промисловості, для приготування бутербродів тощо. Деякі види масла мають дієтичне й лікувальне значення.

На формування споживних властивостей, якості вершкового масла, його здатність до зберігання впливають такі фактори: вид і якість основної та

допоміжної сировини, технологія виготовлення (дотримання режимів окремих технологічних операцій, рівень санітарії і культури виробництва), пакування й стан тари, умови і тривалість зберігання.

Класифікація масла. Згідно чинного стандарту коров'яче масло класифікують на вершкове і топлене.

Вершкове масло поділяють на вологодське, несолоне солодковершкове, несолоне кисловершкове, солоне солодковершкове, солоне кисловершкове, любительське солодковершкове, любительське кисловершкове несолоне, селянське солодковершкове несолоне, селянське кисловершкове несолоне, селянське солодковершкове солоне.

Вологодське масло з масовою часткою води не більше 16 % виготовляють зі свіжих вершків першого ґатунку, які піддані пастеризації при високій температурі.

Несолоне масло з масовою часткою води не більше 16 %, виготовлене із пастеризованих вершків без додавання чистих культур молочнокислих бактерій – солодковершкове, з їх додаванням – кисловершкове.

Солоне – масло солодковершкове чи кисловершкове з масовою часткою води 16 %, виготовлене із пастеризованих вершків з додаванням кухонної солі.

Любительське – масло з масовою часткою води не більше 20 %, виготовлене з пастеризованих вершків із застосуванням чи без застосування чистих культур (солодко- або кисловершкове) з додаванням або без додання кухонної солі (солоне, несолоне).

Селянське – масло із масовою часткою води не більше 25 % – солодковершкове, без чи із додаванням кухонної солі – несолоне чи солоне, чи з пастеризованих вершків із застосуванням чистих культур молочнокислих бактерій – кисловершкове.

Топлене масло – масло з масовою часткою вологи не більше 0,7 %, виготовлене із вершкового, підсирного, масла-сирцю, збірного топленого масла і пластичних вершків.

Промисловість виробляє масло з додаванням різних смакових та ароматичних речовин: шоколадне, медове, фруктове і т. п. Кожний вид масла характеризується певним хімічним складом. З метою раціонального використання молочної сировини молочна промисловість випускає широкий асортимент масла з великим діапазоном жирності. Так, у групі солодко- і кисловершкового масла діапазони жирності становлять 50 - 85 %, вершкового десертного – 50 - 60 %, вершкового масла спеціального призначення (консервне, кулінарне, дитяче) – 50 - 80 %, вершкового масла заниженої енергетичної цінності (закусочне) – 30 - 49 %, масло коров'яче підвищеної жирності (топлене, молочний жир) – 98,5 - 99,5 %.

Масло являє собою концентрат молочного жиру – його масова частка у вершковому маслі різних видів коливається від 82,4 до 62,4 %. Отже, виробництво масла будь-яким способом зводиться до вивільнення і концентрації жирової фази молока при одночасному формуванні структури готового продукту. Основними фізико-хімічними процесами маслоутворення є затвердіння жиру, перетворення фаз і структуроутворення.

Останнім часом, у зв'язку з наданням права територіальним органам Держспоживстандарту України реєструвати технічні умови, розроблені окремими підприємствами, на ринку України з'явилося багато нових видів масла: кисловершкове масло «Південне» й «Президент», низькокалорійне «Делікатесне» масло рибне, масло ікорне «Кав'яр» тощо. Багато з цих продуктів доцільно було й називати не маслом, а кремами чи пастами – за аналогією з подібними продуктами, які виготовляють на Заході.

Відповідно до вимог *Codex Alimentarius* (1979 р.), маслом вершковим є продукт з масовою часткою жиру не менше 80% та який виготовляється виключно з коров'ячого молока (вершків).

На сьогодні в багатьох країнах світу розроблено широкий асортимент продуктів типу вершкового масла із змішаною жировою фазою – молочний жир/рослинна олія, їх промислове виробництво санкціоновано рішенням Міжнародної молочної федерації (IDF). Такі комбіновані жирові продукти рекомендовано називати комбінованим маслом.

Масло комбіноване – жировий продукт із масовою часткою жиру не менше 50%, який виготовляється із суміші коров'ячого молока і його компонентів та немолочних жирів або композицій і молочної плазми, смакових та харчових добавок. Масова частка немолочних жирів має бути не більше 85% від жирової фази.

Комбіноване масло поділяють на три групи:

– кулінарне масло з масовою часткою жиру не менше 99% (води 1%), із характерним специфічним смаком і запахом витопленого молочного жиру (допускається присмак рослинної олії), щільної твердоподібної гомогенної консистенції, колір - від світло-жовтого до жовтого;

– із масовою часткою жиру від 50 до 80% (води відповідно від 46 до 18,5%), з характерним для вершкового масла смаком і запахом, з присмаком пастеризованих вершків, пластичної консистенції при 12 ± 2 °C, колір - від білого до світло-жовтого, представляє собою дисперсну систему «вода в маслі».

Залежно від масової частки жиру буває традиційного складу – жиру - 80%, полегшене – жиру 70...80%, легке – жиру 60% та надлегке – жиру 50%; вологи 18,5; 27,5; 36,5 та 46,0% відповідно;

– з масовою часткою жиру 52 та 57% (води відповідно 29,5 та 27,5%), з характерним для вершкового масла вершковим смаком, а також смаком і кольором використаних смакових добавок; пластичної консистенції при 12 ± 2 °C, яке являє собою дисперсну систему «вода в маслі». Масло виготовляється з використанням молочно-білкових добавок або без них; вміст сахарози – 10,0 та 5,5% відповідно.

До консервних видів масла належать плавлене, пастеризоване й стерилізоване. Плавлене консервне масло виготовляють із вершкового масла. Вершкове масло плавлять при температурі 28...30 °С, розфасовують у жерстяні банки і герметично закупорюють. Масло консервне *пастеризоване* проходить процес пастеризації (90...92 °С), а *стерилізоване* - процес стерилізації (105...110 °С).

Джерела мікрофлори масла. Мікроорганізми можуть потрапляти в масло разом з вершками, з поверхні приладів і апаратури, з води, солі, повітря, пакувального матеріалу, смакових наповнювачів, а для кислотовершкового масла основним джерелом мікрофлори є закваска.

Вершки – найбільше джерело різної мікрофлори. Вони можуть містити мікрококи, кишечні палички, молочнокислі, протиолітичні, психотрофні бактерії. Кількість мікробів може коливатися від кількох тисяч до десятків мільйонів в 1 см³ і залежить від санітарних умов отримання молока, вершків і їх витримці за позитивної температури. У вершках, витриманих при 10 °С продовж 2 діб, кількість бактерій збільшується в 100 раз і досягає 10 клітин в 1 см. У вершках після пастеризації перевищують спороутворюючі гнилоствні та маслянокислі бактерії.

Прилади та апарати при незадовільній мийці та дезінфекції можуть бути джерелами повторного обсіменіння пастеризованих вершків бактеріями, дріжджами і плісенями.

Вода, що використовують для промивки масла, може містити бактерії групи кишкових паличок, флюорисцентних та гнилоствних бактерій, які потрапляючи в масло – знижують його якість при зберіганні.

Сіль, добре очищена, містить в 1 г одиниці або десятки клітин бактерій, частіше мікрококів і спорових паличок. У солі низької якості більша кількість бактерій, менше дріжджів та плісеней. В 1 г солі повинно міститися не більше 100 клітин мікроорганізмів, Для знищення мікробів сіль прокалюють при температурі 150 - 180 °С упродовж 1 год., а для знищення плісеней розчиняють у киплячій воді.

Повітря виробничих приміщень може слугувати джерелом обсіменіння масла мікрококами, флюорисцентними, споруутворюючими та безспорними гнилоносними бактеріями, дріжджами та пліснями. Найнебажаніше обсіменіння повітря пліснями, які володіють ліполітичною активністю.

Пакувальні матеріали можуть бути джерелом обсіменіння поверхні масла пліснями, дріжджами та бактеріями.

Смакові наповнювачі і білкові домішки, що використовуються в маслоробстві, містять мікрофлору в різних кількостях. Найчастіше виявляють молочнокислі, протиолітичні бактерії, дріжджі, бактерії групи кишкових паличок.

Закваска є джерелом молочнокислих стрептококів. В 1 мл заквашених і дозрілих вершків при виробництві кисловершкового масла містяться сотні мільйонів клітин цих мікроорганізмів.

Вимоги до якості вершків та бактеріальних заквасок для кисловершкового масла. Під час виготовлення вершкового масла використовують в основному вершки з масовою часткою жиру від 28 до 55%. Їх склад, властивості і якість мають відповідати ДСТУ 8131:2015 Вершки-сировина. Технічні умови (табл. 1.7.1 – 1.7.3).

З метою одержання масла високої якості не підлягають переробці вершки з гнильним, згірклим, гірким, пліснявлим, металевим присмаком, а також із різко вираженим присмаком і запахом цибулі, часнику, полину, силосу, а також іншими різко вираженими смаками і запахами. Ці дефекти переходять у вершки (потім у масло) з молока.

Таблиця 1.7.1

Органолептичні показники вершків

Показник	Характеристика
Смак і запах	Вершковий, чистий, солодкуватий, без сторонніх присмаків і запахів
Консистенція	Однорідна рідина, без грудочок жиру та пластівців білка

Колір	Білий, з кремовим відтінком, однорідний за всією масою
-------	--

Таблиця 1.7.2

Фізико-хімічні показники вершків

Назва показника, одиниця вимірювання	Норма для вершків з масовою часткою жиру, %		
	від 15,0 до 20,0 включ.	понад 20,0 до 30,0 включ.	понад 30,0 до 40,0 включ.
Титрова кислотність, °Т, для гатунків: екстра вищий	Від 14,0 до 16,0 Від 14,0 до 17,0	Від 13,0 до 15,0 Від 13,0 до 16,0	Від 12,0 до 14,0 Від 12,0 до 15,0
Масова частка сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), %	Від 7,1 до 6,7 включ.	Понад 6,7 до 5,8 включ.	Понад 5,8 до 5,0 включ.
Густина, кг/м ³	Від 1014,0 до 1008,0 включ.	Понад 1008,0 до 997,0 включ.	Понад 997,0 до 987,0 включ.

Таблиця 1.7.3

Мікробіологічні показники вершків

Назва показника, одиниця вимірювання	Норма для гатунків	
	екстра вищий	екстра вищий
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ), тис. КУО/см ³	≤ 100	≤ 300
Кількість соматичних клітин, тис./см ³	≤ 400	
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Salmonella, у 25 см ³	Не дозволено	
Staphylococcus aureus, в 0,1 см ³	Не дозволено	
Listeria monocytogenes, у 25 см ³	Не дозволено	

Причинами їх виникнення є, насамперед, використання недоброякісних кормів. Використання вершків з підвищеною кислотністю може призвести до виникнення такого дефекту, як кислий смак. Не допускаються до переробки вершки, отримані з молока в перші 7 діб після отелення і в останні 7 діб лактації; з наявністю інгібуючих речовин – антибіотиків, формаліну, пероксиду водню, аміаку, соди та інших мийних, дезінфікуючих і консервуючих речовин; із залишковим вмістом пестицидів та інших хімічних речовин вище граничних норм; із запахом хімікатів та нафтопродуктів; заморожені; з механічними домішками та неприродним кольором. Вершки з високоякісною жировою фазою, але із сторонніми домішками, а також з різко вираженими присмаками (кормовим, затхлим, зумовленим псуванням плазми) допускаються для переробки на топлене масло.

Зберігаються вершки за температури не вище 10 °С (сирі – не більше 12 год., пастеризовані не більше 24 год.).

Для виробництва масла вершкового (крім «Вологодського») використовують також вершки, які одержують сепаруванням свіжої підсирної сироватки. Вони мають солодкувато-солонуватий смак і запах із присмаком сироватки, однорідну консистенцію без механічних домішок (допускаються одиничні кульки жиру). Кислотність плазми підсирних вершків - не більше 30°Т. Для підвищення якості масла, виготовленого з підсирних вершків, їх (для заміни плазми) змішують із знежиреним молоком або водою з подальшим сепаруванням суміші. Підсирні вершки (після заміни плазми) додають до вершків (не більше 25%), суміш пастеризують за температури 92...95 °С і направляють на виготовлення масла. Підсирне масло використовують як напівфабрикат для виготовлення топленого масла.

Закваски у вигляді чистих або комбінованих культур виготовляють у центральній мікробіологічній лабораторії, а звідти сухі або рідкі культури в пробірках відправляють на всі молочні заводи України. Закваска включає кислотоутворюючі молочнокислі стрептококи *Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, а

також ароматоутворюючий *Lac. Diacetylactis*, які здатні утворювати молочну кислоту та діацетил.

На заводах у мікробіологічних лабораторіях спочатку готують лабораторну закваску, а потім на її основі – виробничу.

Для виготовлення лабораторної закваски в літрову колбу зі стерильним молоком вносять сухі або рідкі культури мікроорганізмів і витримують 24 години в термостаті при оптимальній температурі для даного виду культури. Таким чином, отримують первинну лабораторну закваску, яка повинна мати рівний щільний згусток з кислотністю 75 - 85°Т для молочнокислих стрептококів.

Лабораторну закваску застосовують для виготовлення виробничої, її готують у значно більшій кількості (100 л) і використовують у виробництві готових продуктів. Для цього в пастеризоване молоко вносять лабораторну закваску в кількості від 1 до 3% і залишають для сквашування на 8 - 19 год. для молочнокислих стрептококів. Весь процес виготовлення виробничої закваски (пастеризація молока, його охолодження, заквашування та зберігання готової закваски) проводять в одній ванні, щоб уникнути забруднення сторонньою мікрофлорою. Якість виробничої закваски ретельно контролюють, і якщо не використовують відразу після сквашування, то охолоджують до 4 - 6°С і зберігають не більше 24 год., тому що при подальшому зберіганні в ній може розвиватися стороння мікрофлора. Не виключена можливість попадання в закваску бактеріофага, що значно знижує її активність.

Під час виготовлення окремих молочних продуктів у пастеризовану молочну основу вносять 3 - 5% виробничої закваски.

Відповідно до інструкції з мікробіологічного контролю виробництва готова кисломолочна продукція перевіряється на наявність бактерій групи кишкової палички за бродильним титром і за наявністю сторонньої незаквашеної мікрофлори (шляхом мікроскопування). Бродильний титр має бути не нижчим для сметани – 0,001 г.

Умови розвитку мікроорганізмів у маслі. Масло – це емульсія молочного жиру з водою. Вміст останньої, в залежності від виду масла, складає 16 - 36%. Виготовляють його з пастеризованих вершків. Воно буває солодковершковим і кисловершковим (із сквашених вершків); несолоним і солоним.

Мікроорганізми розвиваються у водній фазі масла, тому чим більше в маслі води, тим швидше розвиваються мікроорганізми, і тим менші терміни зберігання масла. Термін зберігання фасованого бутербродного масла (вміст води до 36%) складає всього 10 діб. Солоне масло краще зберігається від несолоного. Солі в маслі не більше 1,5 %, але вона вся розчиняється тільки під час водяної фази, і тому концентрація солі є достатньою, щоб гальмувати розвиток мікроорганізмів. Кисловершкове масло зберігається краще, ніж солодковершкове. Це зумовлено тим, що гнильні бактерії, які є однією з головних причин псування масла, не можуть розвиватися у кислому середовищі.

Якість масла за мікробіологічними показниками в Україні та інших країнах Східної Європи є дуже різна і в цілому вказує на незадовільний стан гігієни продукції.

Причиною псування масла, поряд з гнильними бактеріями, можуть бути дріжджі, плісені та бактерії, які розкладають жири. Розвиток дріжджів *Torula* надає маслу специфічного ферментованого запаху. Ліполітичні бактерії (*Pseudomonas fluorescens*) є причиною прогірклого смаку, зумовленого появою вільних масляної і капронової кислот. *Pseudomonas fluorescens* виділяє також протеолітичні ферменти і розкладає білки, яких в маслі від 1 до 6%. (Чим вища вологість масла, тим більше в ньому білкових речовин). Ліполітичні бактерії належать до психрофілів і можуть розмножуватись навіть під час зберігання масла в холодильнику при температурі вище мінус 6°C. Тому під час довготривалого зберігання масла (до 12 місяців) температура повинна підтримуватись на рівні мінус 18°C.

Дріжджі та плісені, поряд з розкладом ліпідів, є причиною утворення кольорових плям у маслі. Плісені розвиваються тільки на поверхні масла (аероби). Джерелом забруднення масла мікроорганізмами, крім сировини, обладнання і повітря, є пакувальні матеріали, зокрема, пергамент та дерев'яні ящики. Використання фольги як пакувального матеріалу зберігає масло від забруднення мікроорганізмами із зовнішньої тари, тоді як пергамент не дозволяє попередити їхнє проникнення. Це стосується, найперше, проникнення плісені, яка найчастіше псує масло. Таким чином, тільки фольга, що забезпечує герметичність, дозволяє продовжити термін зберігання масла.

Вимоги щодо мікробіологічних показників якості масла в різних країнах не однакові. В Україні солодковершкове масло, що призначене для експорту, повинно відповідати таким вимогам: загальна кількість мікроорганізмів (КУО) – не більше 10000 в 1 г, титр *E. coli* (кишкової палички) – не нижче 0,1 г. В Болгарії масло 1-го класу може вміщувати до 100 одиниць плісені і до 200 дріжджових клітин в 1 г; титр *E. coli* – 1. У маслі 2-го класу допускається до 5000 плісені та дріжджів в 1г; титр *E. coli* – 0,01. Хвороботворні мікроорганізми не допускаються.

Країни Заходу ставлять значно вищі вимоги. Наприклад, в Австрії загальна кількість бактерій в маслі не повинна перевищувати 5000 в 1 г, паличок БГКП – 10/г. *Escherichia coli* – 1/г, дріжджі та плісені – 10/г. У Новій Зеландії якісне масло повинно містити не більше 5000 бактерій в 1 г, дріжджів і плісені – не більше 100/г. *Pseudomonas fradi* і палички з групи *E. coli* в 0,1г масла повинні бути відсутні. За вимогами США в 1 г масла повинно бути не більше 10 БГКП, а кількість дріжджів і плісені не повинна перевищувати 20/г. Згідно з рекомендаціями Всесвітньої Організації Здоров'я (ВОЗ) масло не може містити хвороботворні мікроорганізми, кількість дріжджів і плісені не повинна перевищувати 10/г. Рекомендується визначати кількість протеолітичних і ліполітичних мікроорганізмів.

У разі плюсових температурах зберігання солодковершкового масла кількість мікроорганізмів у ньому збільшується, і тим швидше, чим вища температура. При 15 °С уже за 5 днів число бактерій в 1 г доходить до мільйона (головним чином, в результаті розвитку молочнокислих бактерій). За низьких додатних температурах (біля 5 °С) бактерії розвиваються значно повільніше і ростуть, головним чином, не молочнокислі, а протеолітичні (в більшості випадків – це гнильні) спороутворюючі і неспоріві палички, а також мікрококи та дріжджі.

У кисловершковому маслі, у якому мікрофлора представлена, головним чином, молочнокислими стрептококами, при зберіганні спостерігається зниження кількості мікроорганізмів. Стороння мікрофлора через високу кислотність плазми (водного розчину білкових речовин, лактози і солей) в такому маслі майже не розвивається.

Молочний жир для мікроорганізмів, які не володіють ліполітичними активністю, не є поживним середовищем, тому що вони нездатні його розкласти та засвоювати. Лише флюорисцентні бактерії, плісені, мікрококи і деякі інші мікроби, що володіють ліполітичними властивостями, спроможні засвоювати жир після його гідролізу на гліцерин і жирні кислоти. Інші мікроорганізми виявляють свою життєдіяльність у плазмі масла, яка представляє собою водний розчин білків, молочного цукру, молочної кислоти (в кисловершковому маслі), солей та інших поживних речовин.

Плазма складає невелику кількість масла (близько 15%) і розподілена в ній в вигляді крапель мікроскопічного розміру (від 1 до 10 мкм). Таких крапель в 1 г масла міститься кілька мільярдів. Відомо, що чим більше маленьких окремих крапель, тобто чим краще вроблена волога в масло, тим повільніше розвиваються мікроорганізми і тим вища стійкість масла.

У каплях плазми розміром менше 10 мкм бактерії не розмножуються. Затримка їх розвитку в мілких краплях плазми обумовлено тим, що вода в них у більшій ступені зв'язана з речовинами оболонки жирових кульок і не може бути використана мікроорганізмами. Тому особливо неблагоприємним

середовищем для розвитку мікроорганізмів є чистий молочний жир і топлене масло.

Вади вершкового масла. Вершкове масло приймається за якістю в такі строки з моменту подачі транспорту: авторефрижераторів не пізніше – 12 год., автономних рефрижераторних вагонів і човнів – не пізніше 24 год. Якість масла визначають на основі відібраного середнього зразка від однорідної партії. Вона є маслом одного виду й товарного сорту (за наявності сортів), виготовлене одним підприємством (цехом), з вершків однієї збійки (у разі виготовлення способом збивання) або однієї ванни (у разі потокового способу виготовлення), однорідної упаковки.

Визначаючи якість вершкового масла, враховують стан зовнішньої та споживчої тари (чистоту, цілісність, стан маркування), органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, медико-біологічні та санітарні показники.

Визначення органолептичних показників (консистенції, кольору, смаку й запаху) масла проводиться за температури продукту в межах 10...14 °С. Консистенція масла має бути щільною, однорідною. Поверхня на розрізі – слабкоблискуча, суха, з наявністю однорідних краплин вологи. У топленому маслі вона м'яка, зерниста; в маслі з наповнювачами – м'яка, пластична. Колір масла – від білого до жовтого, однорідний у всій масі.

Смак і запах – чистий, характерний для даного виду масла, без сторонніх присмаків і запахів; для топленого – специфічний.

Масло солодковершкове та кисловершкове, «Любительське», «Селянське» й топлене за органолептичними показниками поділяється на два товарних сорти – вищий і перший. Решта видів масла на товарні сорти не поділяються. Товарний сорт масла визначається за 20-баловою системою, у якій окремим органолептичним показником відведено таку кількість балів:

- смак і запах – 10;
- консистенція та зовнішній вигляд – 5;
- колір – 3;
- упаковка й маркування – 2.

Усього – 20 балів

Балову оцінку проводять з урахуванням знижок за ті чи інші відхилення відповідно до таблиці балової оцінки масла, яку наведено в чинному стандарті.

Залежно від загальної балової оцінки і з урахуванням оцінки за смаком і запахом, масло відносять до одного із сортів: вищий сорт масла – 13 - 20 балів за загальною оцінкою, але оцінка за смак і запах має бути не менше 6 балів; перший сорт масла – 6 - 12 балів загальна оцінка, а за смак і запах не менше – 2 бали.

З мікробіологічних показників у маслі враховують загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів і титр кишкової палички. У кисловершковому маслі загальна кількість мікроорганізмів не нормується. Наявність патогенної мікрофлори в 25 г масла не допускається. У маслі нормується вміст токсичних елементів, антибіотиків і пестицидів. Кількість цих речовин не має перевищувати медико-біологічні та санітарні норми.

Масло «Вологодське» на товарні сорти не поділяється. У разі невідповідності органолептичних показників масла «Вологодське» вимогам стандарту його відносять до солодковершкового несоленого відповідного сорту згідно з оцінкою якості.

Масло із загальною оцінкою нижче 6 балів або за смаком і запахом нижче 2 балів, з відхиленнями від вимог нормативних документів за фізико-хімічними, мікробіологічними, медико-біологічними та санітарними нормами, упаковане в забруднену тару, з неправильним або нечітким маркуванням до реалізації не допускається.

Вади смаку й запаху вершкового масла, які характерні і для інших молочних продуктів, належать: *кормові присмаки* (силосу, часнично-цибулевий, гіркий); *нечистий, затхлий присмак; присмак перепастеризації, слабкий аромат та невиражений смак; кислий смак* (для солодковершкового) та *надто кислий* (для кисловершкового масла) – у

результаті інтенсивного розвитку молочнокислої мікрофлори у вершках або в маслі; *гіркий смак* – результат протеолізу білків з утворенням гірких пептидів під дією гнильних бактерій, плісень, дріжджів, а також використання для засолювання солі незадовільної якості; *прогірклий присмак* – наслідок гідролізу молочного жиру з вивільненням масляної та інших кислот під дією ліполітичних ферментів; *олеїстий, металевий та рибний присмаки* – результат окиснення ненасичених жирних кислот під час зберігання з утворенням різних альдегідів, кетонів, які надають у різних комбінаціях продукту відповідних специфічних присмаків; *салістий присмак* – результат утворення оксистеаринової кислоти, яка має салістий присмак стеаринової свічки; *штаф* (поверхнєве окиснення масла) – результат окиснення молочного жиру і гідролізу білків (а також полімеризації гліцеридів) у разі розвитку психотрофних ліполітичних і протеолітичних бактерій і плісень. Знижується вміст низькомолекулярних жирних кислот, підвищується вміст стеаринової і пальмитинової кислот. У результаті поверхнєвий шар темнішає, з'являється своєрідний запах та неприємний гіркуватий, затхлий смак. Каталізують процес сонячне світло, солі важких металів.

Вади консистенції: крихка консистенція – виникає в разі недостатньої кількості рідкої фракції молочного жиру. Якщо масло виготовляють методом збивання, причиною крихкої консистенції може бути тривале дозрівання вершків при низьких температурах, недостатня механічна обробка масляного зерна, недотримання режимів зберігання. Якщо ж масло виготовляють методом перетворення високожирних вершків, крихка консистенція може бути наслідком недостатньої термомеханічної обробки в маслоутворювачі (недостатнє охолодження); *рихла консистенція* – у разі надлишку газової фази у маслі (у 100 г масла більше 5...6 мл повітря). Дефект, притаманний маслу, виготовленому методом безперервного збивання вершків: *м'яке* (нетерmostійке) – у разі підвищеного вмісту в жирі низькоплавких тригліцеридів. У маслі, виготовленому методом збивання вершків, причинами дефекту може бути: недостатня ступінь затвердіння жиру під час

фізичного дозрівання вершків та підвищена температура збивання вершків і обробка масляного зерна. У разі виготовлення масла методом перетворення високожирних вершків причиною цього дефекту може бути надмірна механічна дія на продукт у зоні кристалізації молочного жиру, низька температура масла під час виходу з масловиготовлювача; *борошниста консистенція* – залежно від ступеня вираженості дефект характеризується як борошнистість, пісчаність, крупчастість. Причиною вад буває структурна неоднорідність жиру, наявність великих кристалів жиру в результаті використання вершків підвищеної кислотності, підморожених, підвищена температура продукту на виході з масловиготовлювача; *шаруватість масла* – дефект, характерний для масла, виготовленого методом перетворення високо-жирних вершків. Це результат нерівномірного розподілення в маслі рідкої фракції жиру; *засалена консистенція* характерна для масла, виготовленого методом збивання вершків. Причина – зміна структури масла у разі тривалої механічної обробки, під час якої в масло втягується підвищена кількість повітря (більше 10 мл на 100 г продукту). Масло набуває білого кольору, втрачає пружність та еластичність, характеризується підвищеною липкістю; *мармурове смугасте* масло виникає в разі нерівномірного диспергування розсолу в солоному маслі та наявності великих крапель плазми.

Вади пакування та маркування – нещільне пакування, неправильне нечітке маркування, пошкоджена й забруднена тара та упаковка, деформовані брикети тощо.

Контрольні питання

1. Які існують основні джерела мікрофлори вершкового масла?
2. Які вимоги встановлені до якості вершків та бактеріальних заквасок для кисловершкового масла?
3. Які умови розвитку мікроорганізмів у маслі?
4. Які існують показники якості та дефекти вершкового масла?

5. Як здійснюють мікробіологічний контроль виробництва масла?
6. Які мікробіологічні процеси відбуваються при зберіганні масла?
7. Через який період кількість мікроорганізмів дорівнює нулю в маслі.

1.8. Мікробіологія сиру

Сири – це концентровані білкові молочні продукти, які отримують зсіданням молока, обробкою згустку з подальшим дозріванням сирної маси. Харчова цінність сирів визначається їх хімічним складом.

До складу сирів входить 36...52% води, 18...30% повноцінних білків і стільки ж ліпідів, 2...3% органічних кислот, 4...4,5% мінеральних речовин, серед яких особливо багато кальцію та фосфору. Сири багаті на жиро- та водорозчинні вітаміни, ферменти.

Білки, яких у сирі приблизно в 10 разів більше, ніж у молоці, засвоюються дуже легко. Це зумовлено тим, що в процесі дозрівання сиру вони під впливом ферментів частково гідролізуються, тобто розпадаються. Подібна реакція відбувається і в шлунково-кишковому тракті людини.

Калорійність сиру коливається від 2500 до 4000 ккал на 1 кг залежно від жирності сиру.

Високий вміст ароматичних речовин у сирі сприяє виділенню шлункового соку, покращує травлення. Сир заслужено вважається найкращим джерелом кальцію, оскільки значна його частина зв'язана з білковими речовинами й легко засвоюється. Вміст кальцію в сирі більш ніж в 10 разів вищий порівняно з молоком. Тому з позицій радіаційної гігієни споживання сиру може запобігти накопиченню радіоактивного стронцію в кістках організму, який росте. Сир завдяки своїй високій біологічній цінності входить до складу всіх раціонів лікувального та дієтичного харчування. Фізіологічна норма споживання сиру – 6,6 кг на рік.

Усі сири залежно від сировини поділяють на *натуральні* та *перероблені*. Сировиною для виготовлення натуральних сирів слугує молоко, для перероблених – готові сири.

Так само, натуральні сири, залежно від способу зсідання молока, поділяють на *сичугові* та *кисломолочні*. В Україні виготовляють переважно сичугові сири. У країнах Західної Європи, Америки є досить широкий

асортимент кисломолочних сирів, виробництво яких характеризується зсіданням молока, що відбувається під впливом молочної кислоти.

Товарознавчу класифікацію сирів побудовано на спільності їх товарних властивостей, які відрізняються особливостями технології виготовлення окремих груп сирів.

Згідно з цією класифікацією, натуральні сичугові сири поділяють на п'ять груп: тверді; напівтверді; м'які; розсільні; сири з овечого молока.

За вмістом жиру в сухій речовині сири бувають 50%-ної та 45%-ної жирності. Останнім часом почали виготовляти сири 30%-ної жирності.

Технологічний процес виробництва натуральних сичугових сирів складається з таких операцій:

- приймання молока й оцінка його якості;
- пастеризація молока та підготовка його до сичугового зсідання і внесення бактеріальних заквасок;
- сичугове зсідання молока;
- обробка сирного згустку та постановка сирного зерна;
- формування сиру;
- пресування або самопресування;
- соління;
- дозрівання;
- сортування, пакування, транспортування та зберігання готового продукту.

Сир високої якості можна отримати лише в результаті правильного протікання всіх взаємозв'язаних технологічних операцій, які зумовлюють особливості мікробіологічних, біохімічних і фізико-хімічних процесів під час виготовлення та дозрівання сиру.

Вплив первинної мікрофлори молока на якість сирів. У виробництві сирів оцінки молока за стандартними показниками недостатньо для визначення його сиропридатності. Молоко може стати несиропридатним у результаті потрапляння в нього антимікробних препаратів (антибіотиків,

мийних і дезінфекційних засобів, консервантів, наприклад, перекису водню, формаліну тощо). У разі наявності в молоці інгібіторів бактеріального росту, внаслідок зниження активності молочнокислого бродіння, порушується нормальний технологічний процес виробництва сирів. На фоні порушеного (ослабленого) молочнокислого процесу створюються сприятливі умови для розмноження технічно шкідливих бактерій (групи кишкової палички, маслянокислих) і патогенної мікрофлори (стафілококів). Тому молоко, яке використовується в сироварінні, необхідно перевіряти на відсутність інгібіторів бактеріального росту.

Молоко корів, хворих на приховану форму маститу, відрізняється від молока здорових тварин своїм хімічним складом, співвідношенням головних компонентів. Якщо використовувати таке молоко, порушується процес його коагуляції сичуговим ферментом (утворюється слабкий згусток, який погано віддає сироватку) і спостерігається гальмування кислотоутворення на початковій стадії виробництва сирів, знижується вихід сиру за рахунок погіршення використання складових частин молока, з'являються дефекти смаку (кислий, гіркий), консистенції (стає пухкою) та малюнка готового продукту. Крім того, маститне молоко може стати джерелом забруднення збірного молока стафілококами та іншими патогенними організмами.

Особливо небезпечні для сиру *маслянокислі бактерії*. Спори цих бактерій витримують режим пастеризації молока, прийнятий у сироварстві. Основним джерелом спор маслянокислих бактерій у молоці є силос. Кількість спор клостридій у силосі високої якості коливається від сотень до десятків тисяч у 1 г. У силосі ж низької якості їх рівень сягає десятків і сотень мільйонів у 1 г. Із силосу маслянокислі бактерії потрапляють у гній, де вони можуть активно розмножуватись. Існує тісний зв'язок між якістю силосу, яким годують тварин, санітарно-гігієнічними умовами отримання молока, кількістю спор маслянокислих бактерій у ньому і частою появою в сирах дефектів, характерних для маслянокислого бродіння. Невипадковим є той факт, що найбільша кількість спор маслянокислих бактерій у молоці

буває в період згодовування коровам силосу, особливо навесні (березень - квітень). Це зумовлено зниженням якості силосу та погіршенням санітарно-гігієнічного стану ферм у весняний період.

З метою запобігання забрудненню молока спорами маслянокислих бактерій або зниження їх рівня рекомендують різні способи, у тому числі: заміну силосу сіном; використання під час силосування кормів бактеріальних заквасок із спеціально підбраною мікрофлорою, яка не тільки затримує розвиток маслянокислих бактерій в силосі, а й знижує втрати поживних речовин, покращує якість молока і виготовленого з нього сиру.

Сиропридатність молока визначають за *бродильними, сичуговими та бродильно-сичуговими пробами*.

Бродильна проба характеризує забрудненість молока маслянокислими (газоутворювальними) бактеріями, *сичугова* – свідчить про здатність молока утворювати згусток під дією сичугового ферменту; а *бродильно-сичугова проба* дає одночасно відповідь на два питання: чи молоко не забруднене маслянокислими бактеріями, і як відноситься воно до сичугового ферменту, тобто чи воно сиропридатне.

Бродильно-сичугову пробу проводять таким чином: у пробірки наливають молоко і 1 мл 0,5%-ного розчину сичугового ферменту. Перемішують суміш, і пробірки переносять у термостат з температурою 40 °С. Добре, сиропридатне молоко утворює однорідний згусток через 20 хв. Якщо для утворення згустку потрібно більше часу, таке молоко характеризується як умовно сиропридатне. Його можна виправити за допомогою додаткового внесення хлористого кальцію, який впливає на агрегування частинок параказеїну з утворенням сичугового згустку. Молоко вважається несиропридатним, якщо згусток пронизаний газом.

Важливе значення має також уміст окремих мікроелементів у молоці, яке використовується в сироварінні. Регулювати вміст мікроелементів у молоці можна шляхом внесення в раціони лактуючих корів відповідних преміксів (домішок) або безпосереднім збагаченням молока солями

мікроелементів. Додаток мікроелементів поліпшує технологічні властивості молока, підвищує активність молочнокислих бактерій, стримує мікробіологічні та біохімічні процеси під час дозрівання сирів, що підвищує якість готової продукції. Так, збагачення кормів комплексом мікроелементів (міддю, кобальтом, цинком та йодом) поліпшує смак сирів типу «Швейцарський», робить його більш вираженим за рахунок інтенсифікації пропіоновокислого бродіння.

Вплив бактеріальної закваски на якість сичужових сирів. Видові та якісні особливості сирів формуються під впливом біохімічних процесів, зумовлених мікрофлорою сиру і технологічними умовами його виробництва. Головним фактором, який визначає якість сиру із пастеризованого молока, є бактеріальна закваска, яку вносять для підготовки молока до сичужного зсідання.

Значення бактеріальних заквасок у формуванні органолептичних показників дуже важливе. Мікрофлора заквасок – головне джерело ферментів, які забезпечують перетворення компонентів сирної маси під час дозрівання. Глибина і спрямованість цих перетворень визначається обсягом біомаси, активністю і специфічністю ферментних компонентів.

Підбір бактеріальних заквасок для сирів. У результаті ферментативних перетворень складових частин молока утворюється багато різноманітних сполук, які зумовлюють смак і аромат, характерний для даного виду сиру.

У процесі дозрівання сирів провідне місце належить молочнокислій мікрофлорі, яку вносять із закваскою. Вона містить складний комплекс ферментів.

Бактеріальні закваски для сирів складаються з окремих видів молочнокислих бактерій. Водночас враховується енергія ароматоутворення і протеолітична активність представників окремих видів бактерій. У сироварінні застосовують здебільшого дві закваски: одну – для сирів з низькою температурою повторного нагрівання сирного згустку в процесі

його обробки, а друга – з високою температурою повторного нагрівання. Перша складається із мезофільних видів молочнокислих стрептококів та паличок, друга - із термофільних видів стрептококів і паличок. До складу останньої, поряд із молочнокислими, вносять також культури пропіоновокислих бактерій. Однак застосування тільки двох видів заквасок призвело до того, що сири з приблизно однаковими технологічними параметрами, у разі використання однієї й тієї ж закваски, за смаковими ознаками дуже мало відрізнялись один від одного. Таким чином, характерні відмінності окремих видів сирів поступово стиралися. Окрім того, закваски, підібрані тільки за видовим принципом, не можуть забезпечити однакову якість і стандартність продукту, оскільки ферментна система окремих штамів певного виду дуже варіює. Виявлено, що кожен вид бактерій має величезну різноманітність фізико-біохімічних властивостей окремих штамів. Вони значною мірою відрізняються один від одного за здатністю розщеплювати основні компоненти молока й нагромаджувати смакові та ароматичні речовини. Тому поряд із видовою приналежністю під час підбору молочнокислих бактерій слід враховувати фізіолого-біохімічні властивості окремих штамів. Тільки такий підхід дасть змогу забезпечити необхідні масштаби, темпи та специфічність біохімічних процесів під час дозрівання сирів, накопичення смакових компонентів у кількості, що відповідає даному виду сиру. Особливо це стосується протеолітичної здатності окремих штамів нагромаджувати вільні амінокислоти під час культивування їх в однакових середовищах. Молочнокислі бактерії продукують комплекс протеаз, який складається із протеїназ і пептидаз. Співвідношення їх у ферментному комплексі клітини різне в окремих видів і штамів.

Окремі штами кожного виду мають власний набір амінокислот і в окремих випадках відмінність між ними значна. Наприклад, один штам нагромаджує 8,3 мг % глутамінової кислоти і 7,6 мг % проліну, а інший штам того ж виду – лише 0,69 мг % відповідно. Проте ці штами за іншими фізіолого-біохімічними та технологічними властивостями не відрізняються

один від одного. Тому дуже важливо, щоб штами, які входять до складу бактеріальної закваски, забезпечували під час дозрівання сиру розпад білкової молекули, характерний для цього виду сиру.

Досить вагоме значення, з точки зору смакових особливостей сиру, має накопичення під час його дозрівання вільних амінокислот.

Динаміка їх утворення тісно пов'язана з молочнокислим процесом, який відбувається в сирі, а також із кількісним та якісним складом мікрофлори. Кількість вільних амінокислот у процесі дозрівання всіх сирів безперервно збільшується і у високоякісних сирів типу «Швейцарський» становить 2500 - 4500 мг/%. Проте з точки зору смакових особливостей сиру більш вагоме значення має не загальна кількість вільних амінокислот, а їх якісний склад. Зрілі сири різної якості відрізняються один від одного різним співвідношенням вільних амінокислот. Тому, підбираючи штами молочнокислих бактерій для виготовлення заквасок, крім їх здатності накопичувати загальну кількість амінокислот, слід враховувати також співвідношення продукованих амінокислот, які є попередниками утворення смакових і ароматичних речовин.

В утворенні смаку та аромату сирів, крім вільних амінокислот, значну роль відіграють продукти ліполізу жиру, зокрема, леткі жирні кислоти. Для оцінки якості молочних продуктів використовують показник умісту загальної кількості летких жирних кислот. Тому, підбираючи штами молочнокислих бактерій для заквасок, необхідно враховувати також їх здатність, поряд з амінокислотами, накопичувати ці кислоти.

На першій стадії дозрівання сирів в основному накопичується оцтова кислота, на більш пізній – пропіонова.

Сири високої якості характеризуються відносно високим вмістом пропіонової кислоти (90 мг %), відношення її до оцтової наближається до 1.

Проблема удосконалення заквасок для сирів у різних країнах вирішується по-різному. У ряді країн з метою забезпечення однотипності продукту йдуть шляхом використання одноштамових або малоштамових

штамів, які входять до складу бактеріальної закваски, існує високоефективна пастеризація молока для досягнення мінімуму залишкової мікрофлори. У Вірменії (школа проф. Р. Б. Діланьяна) вважають, що найбільш перспективним напрямом у селекції молочнокислих бактерій є отримання цінних для виробництва штамів експериментальним шляхом.

Штами мікроорганізмів, яким була б притаманна вся сукупність необхідних властивостей (кислотостійкість, ароматоутворення, протеолітична та ліполітична активність, термо- та солестійкість та ін.), зустрічаються відносно рідко. Тому школа проф. Р. Б. Діланьяна пішла шляхом підсилення необхідних ознак у виробництві цінних мікроорганізмів за допомогою мутантових штамів. Для отримання мутантів, які мають більш сильні ферментні системи порівняно з вихідними штамми, використано дію рентгенівських променів. Застосування заквасок із рентгеномутантів дало змогу підвищити якість сирів типу «Швейцарський» за рахунок поліпшення смаку й запаху сирів, а також сприяло скороченню терміну дозрівання сиру. Це пояснюється тим, що рентгенівські промені підсилили здатність молочнокислих бактерій накопичувати вільні амінокислоти, а також пропіонову та оцтову кислоти.

У країнах Балтії, з метою прискорення дозрівання сичугових сирів і підвищення їх якості, застосовують особливі закваски, до складу яких входять активні молочнокислі бактерії та їх автолізати. Останні готують довготривалою витримкою культур молочнокислих бактерій у термостаті. У цьому процесі спочатку молочнокислі бактерії активно розмножуються, а потім, використавши весь молочний цукор, гинуть. Після відмирання молочнокислих бактерій відбувається автоліз їх клітин, і з них в поживне середовище виділяються протеолітичні ферменти. У разі використання таких автолізованих заквасок разом з активними, з першого дня дозрівання, у сирній масі відбуваються паралельно й процеси перетворення лактози в молочну кислоту, і процес розпаду білкових речовин, у результаті чого дозрівання сирів прискорюється.

Таким чином, проблему заквасок, які використовуються у виробництві різноманітних сичугових сирів, у глобальному масштабі не вирішено остаточно. Цю роботу ведуть і зараз, з її успіхами пов'язана значною мірою якість сирів, які виготовляються у різних країнах.

Мікробіологічні процеси під час дозрівання сирів. Дозрівання сирів – це сукупність складних біохімічних процесів, у результаті яких змінюються органолептичні властивості продукту.

Біохімічні перетворення під час дозрівання сирів здійснюються в суворо визначеній послідовності. На першому етапі дозрівання під дією молочнокислих бактерій молочний цукор перетворюється в молочну кислоту. Цей процес починається з моменту внесення до молока молочнокислої закваски, триває під час формування, пресування та засолення сиру і закінчується на 7...10-й день дозрівання сиру, коли весь цукор перетворюється молочнокислими бактеріями на молочну кислоту. Остання утворює солі, які разом із молочною кислотою можуть стати джерелом цілого ланцюга інших сполук. Якщо в сирі не менше 1% молочної кислоти, то вона вступає в сполучення з параказеїном і утворює розчинний лактат параказеїну, що суттєво впливає на консистенцію сиру.

Швидкість розкладу цукру і наростання кислотності в різних сирів неоднакові. Чим більше сироватки залишається в сирній масі, тим більше в ній цукру й вологи, а отже, є кращі умови для розвитку молочнокислих бактерій: ось чому дозрівання м'яких сирів відбувається значно швидше, ніж твердих. Рівень кислотності сиру впливає не лише на консистенцію, а й на малюнок сиру. Для утворення нормального малюнка рН сиру має бути в межах 5,3 - 5,9. Якщо рН <5, малюнок не утворюється, а деколи з'являється дефект «самокол».

Під час молочнокислого бродіння, поряд із молочною кислотою, утворюється невелика кількість побічних продуктів – янтарна, оцтова, мурашина кислоти, спирти й гази, які впливають на смак і аромат сиру.

Коли в сирній масі не залишається цукру, починається другий етап дозрівання сиру. Молочнокислі бактерії, які втрачають джерело живлення, поступово відмирають. При цьому відбувається їх автоліз, з їх клітин виділяються в сирну масу протеолітичні ендферменти, які за життя бактерій діяли лише в клітині і в навколишнє середовище не виділялися. Таким чином, молочнокислі бактерії не тільки за життя, а й після відмирання відіграють вирішальну роль під час дозрівання сирів. Під впливом протеолітичних ендферментів молочнокислих бактерій починається глибокий гідролітичний розпад білків сирної маси з утворенням вільних амінокислот.

У дозріванні сирів певну участь бере й сичуговий фермент. Він діє з моменту внесення до молока і приводить до початкової стадії гідролітичного розпаду білків з утворенням альбумозів і пептонів, тобто готує ґрунт для подальшої дії протеолітичних ферментів молочнокислих бактерій. Гідроліз параказеїну під час дозрівання сирів відбувається за загальною схемою. Спочатку утворюються альбумози, потім – пептони, пептиди й амінокислоти. Під час дозрівання сирів може відбуватися й деамінування амінокислот, білків і пептонів. Однак розпад білків під час дозрівання сирів не має нічого спільного з гниттям білків, тому що під час гідролізу білків у сирі не утворюються оксикислоти, індол, скатол, феноли та різноманітні газоподібні продукти, типові для процесу гниття, збудником якого є гнійні бактерії.

Розпад (гідроліз) білків у різних сирах триває по-різному. У твердих сирах він проникає вглиб з утворенням значної кількості вільних амінокислот, у м'яких сирах з утворенням значної кількості початкових продуктів гідролізу. У результаті протеолізу білків змінюється не лише смак сиру, змінюється колір; із білого він стає жовтим; змінюється консистенція: вона стає зв'язаною, еластичною.

Поряд із гідролізом білків на другій стадії дозрівання сирів свого розвитку набуває пропіоновокисле бродіння. Пропіоновокислі бактерії не потребують цукру. Для них поживним матеріалом слугує молочна кислота та її солі. Останні внаслідок діяльності пропіоновокислих бактерій

перетворюються в пропіонову кислоту та вуглекислий газ, який зумовлює утворення малюнка, притаманного сирам типу «Швейцарський». Характерний солодкуватий смак сирів цієї групи пов'язаний з утворенням пропіоновокислого кальцію – солі зі солодким смаком.

У жировій фракції сиру в процесі дозрівання не відбувається суттєвих змін, і лише в тих сирах, де в цьому процесі беруть участь плісені («Рокфор» і деякі інші м'які сири), жир розпадається сильно. При цьому внаслідок гідролізу жиру, який відбувається під впливом ліпаз плісневих грибів, виділяється масляна, капронова та інші кислоти, які зумовлюють гострий смак перцю та запах цих сирів.

На інтенсивність і спрямованість мікробіологічних та біохімічних процесів під час дозрівання сирів суттєвий вплив мають умови дозрівання. Дозрівають сири у підвалах або спеціальних камерах. Для більшості сирів температура на першому етапі дозрівання – 13... 15 °С на другому – 10... 12 °С. Відносна вологість повітря – відповідно 85...90% і 80...85%. Термін дозрівання – від 2 до 6 міс.

У разі підвищення температури процес дозрівання прискорюється, однак за температури понад 15 °С характер розпаду білків сильно змінюється, що призводить до зниження якості сирів. За температури нижче 10 °С процес дозрівання значно сповільнюється.

Пошуки можливості прискорення дозрівання сирів регулюванням температури на його окремих етапах тривають.

Під час дозрівання головки сиру періодично миють або протирають насиченим розчином кухонної солі з метою усунення аеробної мікрофлори, яка руйнує кірку і погано впливає на смак і запах сиру, а також перевертають, щоб надати необхідної форми.

З метою запобігання розвитку на поверхні сирів мікрофлори використовують сорбінову кислоту (2,4-гексодієнова кислота з ряду жирних кислот). Вона зовсім не шкідлива й ефективно гальмує розвиток мікроорганізмів, зокрема, плісені та дріжджів. Поверхню сиру обтирають

водним розчином цієї кислоти або наносять тонкий шар сорбіново-вазелинової композиції.

Коли на поверхні головок утворюється суха кірка (30...40-й день дозрівання), сири парафінують. Це найкраще захищає їх від розвитку на поверхні небажаної мікрофлори, а також зменшує втрати маси сиру. Нанесення парафінової суміші на вологу кірку зумовлює осипання парафіну, розвиток плісені і необхідність повторного парафінування.

Успішне вирішення проблеми поліпшення якості сирів значною мірою залежить від підвищення ефективності способів догляду за ними в процесі дозрівання та зберігання. Для цього останнім часом запроваджено пакування в полімерні герметично закриті плівки, яке здійснюють під вакуумом або в атмосфері вуглекислого газу, що згубно впливає на ріст мікрофлори в просторі між сиром і плівкою. З цією ж метою використовують сорбінову кислоту, якою протирають головки сиру до моменту пакування їх у плівки. Догляд за сиром у процесі дозрівання при цьому значно полегшується, відпадає небезпека найпоширенішого дефекту сиру – формування затхлого смаку і запаху.

Сири, що дозрівають у плівках, не мають кірки, втрати їх маси зведені до мінімуму. Це вигідно як виробникам, так і споживачам. Тому сьогодні майже всі сироробні підприємства перейшли на виробництво сирів, що дозрівають у плівках. Відносна вологість повітря під час дозрівання безкіркових сирів у сиросховищах має бути в межах 75...78%, а температура – 12...15 °С. Вміст вологи перед пакуванням у плівку має бути не вище 40...42%. Під час пакування сирів із більшою вологістю і тих, у яких недостатньо обсушений кірковий шар, під плівкою накопичується волога, поверхня сиру ослизнюється, з'являються дефекти смаку й запаху. У разі надмірної вологості сиру консистенція стає мазкою, якість сиру знижується.

Таким чином, головною проблемою для дозрівання сирів є прискорення їх дозрівання без зниження якості готового сиру. Для цього використовувались ферменти рослинного та мікробного походження. Однак

це не вирішило проблему, оскільки, незважаючи на прискорений розпад білкових речовин, сири мали дефекти смаку і запаху, зокрема гіркий смак, пов'язаний з надмірним утворенням пептонів.

Не дали добрих результатів і спроби підвищити температуру дозрівання, бо готові сири мали низьку якість.

У США для прискорення дозрівання сиру «Рокфор» жири рослинного й тваринного походження гідролізують за допомогою ліпаз мікробного походження, і гідролізати вносять у молоко разом із сичуговим ферментом.

Про інші шляхи прискорення дозрівання, а саме: використання рентгеномутантних культур молочнокислих бактерій; зниження температур повторного нагрівання сирної маси; використання автолізованих заквасок – йшлося вище. В Україні проблему прискорення дозрівання сирів остаточно не вирішено.

Вади сирів. Оцінка якості сирів здійснюється відповідно до вимог стандартів, які встановлюють вміст жиру в сухій речовині, вологість і вміст солі для кожного виду сиру, а також вимоги до органолептичних показників якості.

Більшість сирів (усі тверді, крім «Російського» і розсільні сири та сири із овечого молока) поділяють на два товарних сорти: вищий та перший. Товарний сорт сиру визначається за результатами органолептичної оцінки. Остання проводиться за 100-баловою системою, у якій на окремі органолептичні показники відводять певну кількість балів:

- смак і запах - 45;
- консистенція - 25;
- малюнок - 10;
- колір - 5;
- зовнішній вигляд - 10;
- пакування та маркування - 5.

За кожним показником, залежно від якості сиру, роблять скидку в балах за таблицею балової оцінки, яку наведено в стандарті. Результати оцінки підсумовують, і, якщо сир отримав загальну оцінку не менше 87, у

тому числі за смак і запах – не менше 37 балів, його відносять до найвищого сорту.

Якщо загальна оцінка нижча за 75, за смак і запах – менше 34 балів, такий сир вважається нестандартним і для реалізації не допускається.

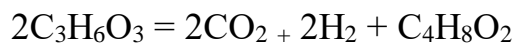
У процесі виготовлення сирів, їх дозрівання, зберігання та транспортування можуть виникнути відхилення від нормальних властивостей – вад. Із дефектів біохімічного та фізико-хімічного характеру найбільш суттєвими є такі.

Спучування сирів. Утворення в сирній масі газів (у процесі пропіоновокислого бродіння), яке призводить до появи вічок, нормальне і бажане явище. Разом із тим надмірна кількість газів спричиняє спучування сиру, яке є особливо небезпечним під час швидкого утворення газів. Водночас сир може спучуватися так сильно, що зв'язаність сирної маси порушується і він тріскається. Швидке утворення великої кількості газів у сирах спричиняє появу значної кількості маленьких вічок (малюнок – «сітка»), які пронизують усю сирну масу. Під час подальшого утворення газу вічка зближуються, стінки між ними стають усе тоншими і нарешті розриваються. Малюнок при цьому характеризується як рваний, броджений. Якщо бродіння на цій стадії не припиняється, то гнізда «сітки» поширюються, і маса сиру стає губкоподібною (малюнок – «губка»).

Таке ненормальне газоутворення в сирній масі є результатом потрапляння в молоко, а звідти і в сир, газоутворювальних бактерій групи БГКП (кишкові палички та бактерії «аерогенес»), які спричиняють бродіння молочного цукру з утворенням дуже великої кількості вуглекислого газу і водню.

Бактерії групи БГКП спор не утворюють, а тому під час пастеризації молока гинуть. Наявність їх у сирній масі свідчить про порушення режиму пастеризації або про незадовільний санітарно-гігієнічний стан виробництва. Розмноження газоутворювальних бактерій групи «колі» дуже активне в перші дні дозрівання сиру.

Спучування сирів може відбуватися і на більш пізніх стадіях його дозрівання. Це відбувається в разі забруднення молока маслянокислими бактеріями: останні утворюють спори, перетворюються у вегетативні клітини і розмножуються, утворюючи велику кількість газів із молочної кислоти:



Молоко, забруднене маслянокислими бактеріями, несиропридатне, тому спучування сирів на пізніх стадіях дозрівання свідчить про порушення на виробництві вимог щодо якості сировини.

Вади консистенції сиру пов'язані з колоїдним станом сирної маси. Сир з нормальною консистенцією можна отримати в разі відповідного співвідношення окремих речовин, які входять до його складу, і правильного технологічного режиму виробництва.

Сирам належить мати однорідну еластичну консистенцію певного ступеня ніжності залежно від виду сиру. Така консистенція буває при нормальній зв'язаності сирного тіста, тобто коли білковий згусток досить насичений водою і між його білковими частинками утворюється певний зв'язок. Це буває тоді, коли частинки параказеїну зв'язані з певною кількістю кальцію.

Характер солі параказеїну впливає на зв'язаність тіста сиру: чим кисліша сіль, тим менше зв'язане тісто. Якщо для виготовлення сиру використовується молоко підвищеної кислотності, то в процесі обробки сирної маси кислотність наростає, і параказеїнат кальцію втрачає значну частину кальцію. У зв'язку з цим колоїдний стан параказеїнатів змінюється, білки сиру стають менш гідратованими, зв'язаність їх знижується і консистенція сиру стає ламкою й крихкою. Якщо кислотність зростає, молочна кислота може вступати в реакцію з білками сиру, утворюючи подвійні солі, яким притаманна мазка консистенція.

І навпаки, нестача молочної кислоти може спричинити надто сильне набухання білкових речовин, утворюючи велику зв'язаність маси – резинистість, ремнистість. Резинистість консистенції сиру посилюється за

низької його жирності. Жирові кульки, які містяться в білковій масі, порушують певною мірою зв'язаність і надають їй кращої консистенції.

Мала зв'язаність сирного тіста, його крихкість може під час дозрівання сиру в момент газоутворення призвести до самоколу. Це пов'язано з накопиченням газу в певному місці. Не зустрічаючи еластичної перешкоди, нагромаджений газ розколює сирну масу.

Якщо розколювання набуває значних розмірів, тріщина може дійти до поверхні сиру. Через неї в сирну масу потрапляє повітря, а з ним і мікроорганізми. Врешті всередині сиру може з'явитися пліснява, а потім – гниття сирної маси. Якщо тріщина затягується з поверхні – це називається *внутрішнім свищем*.

Свищ може утворюватися також унаслідок неправильних прийомів обробки сирної маси під час формування.

У процесі дозрівання сирів відбувається пептонізація білків, унаслідок чого останні переходять із нерозчинного стану в розчинний. Тим самим змінюється і кількість води, яка зв'язана з білками. Частина води виділяється з білкової маси, і в ній частково розчиняються продукти розпаду білкових речовин. Як наслідок, у разі високого вмісту води, у сирі може статися розтікання і навіть витікання сирного тіста. Таке явище спостерігається в разі перезрівання м'яких сирів.

Вади смаку й запаху виникають переважно внаслідок ненормального перебігу процесів дозрівання сирів. Тільки кормовий присмак і запах, які передаються сиру з молоком, не пов'язані з технологією приготування та зберігання сирів.

Гіркий смак - найпоширеніший дефект, притаманний незрілим сирам. Поява гіркого смаку в перший період дозрівання сирів зумовлена утворенням у ньому пептонів, які мають гіркий смак. Пептони – проміжний продукт на стадії гідролізу білків під час дозрівання, і тому в зрілих сирах вони відсутні. Якщо ж через порушення умов дозрівання ця стадія розпаду білків затримується, сир має гіркий смак. Звичайно, це буває, коли сири

дозрівають у надто холодних підвалах. Для того, щоб усунути цей дефект, сири треба витримати 1...2 тижні за температури 15...18 °С.

Інколи гіркий смак сиру може бути спричинений використанням кухонної солі з підвищеним вмістом магнію або потраплянням у сирну масу пептонізуючих бактерій (мамококів).

Аміачний смак і запах вважаються дефектами для твердих сирів. Напівтвердим і м'яким сирам, які дозрівають з участю (крім молочнокислих) бактерій сирного слизу, який культивується на поверхні головок сиру, притаманні слабковиражені аміачний смак і запах, що вважається дефектом. Разом із тим надто сильний розвиток слизу або повторний його розвиток, якщо сири зберігаються в умовах надмірної вологості повітря, призводить до різко виражених аміачного смаку й запаху, які для цих сирів вважаються дефектом.

Аміак утворюється внаслідок дезамінування білків і продуктів їх гідролізу. Вступаючи у взаємодію з молочною кислотою, аміак знижує кислотність, що спричиняє розвиток лугоутворювальних бактерій (бактерій сирного слизу) на поверхні сиру, під впливом яких кількість аміаку в сирі зростає.

За значного нагромадження аміаку в сирі з'являється *мильний присмак*. Мильний присмак зумовлений утворенням амонійних солей жирних кислот. Цей дефект трапляється в перезрілих м'яких сирах, під час дозрівання яких поряд із молочнокислими бактеріями і бактеріями сирного слизу, беруть участь плісеневі гриби, які зумовлюють частковий гідроліз жиру з утворенням вільних жирних кислот.

Прогірклий смак твердих сирів зумовлений нагромадженням масляної кислоти. Останнє може бути результатом життєдіяльності ліполітичних психрофільних бактерій під час тривалого зберігання сирого молока до переробки або діяльності в процесі дозрівання та зберігання сирів ліпаз, які залишилися після пастеризації молока. Окрім того, нагромадження масляної кислоти може бути пов'язано з маслянокислим бродінням. Сир «Чеддер» із

дефектами «прогірклий та мильний присмак» містить у 3...10 разів більше вільних жирних кислот порівняно з нормальним сиром. З метою запобігання цим дефектам слід піддавати контролю молоко, яке використовується для виробництва сиру, на наявність маслянокислих бактерій, скорочувати термін зберігання молока за низьких температур (4...5 °С не більше 36 год.) і застосовувати інші способи зниження забруднення молока психрофільними бактеріями через обладнання та інвентар.

Причиною прогіркання сиру, окрім дії термостійких ліпаз молока й розвитку маслянокислих бактерій, може бути розвиток ліполітично активних дріжджів і грибів. З метою запобігання дефекту необхідно посилити санітарно-гігієнічний контроль за станом виробництва та зниженням температури зберігання продукції.

У процесі зберігання сирів можуть спостерігатись також дефекти, пов'язані з розвитком шкідників. До них належать сирна муха й сирний кліщ (акар). Вони вражають головним чином зрілий сир із пошкодженою кіркою. У разі зараження кліщем у тріщинах або на кірці непарафінованих сирів з'являється сіробрунатна порошокнява, у разі сильного зараження кірка руйнується і вкривається сіробрунатними плямами.

Контрольні питання

1. Який вплив первинної мікрофлори молока на якість сиру?
2. Який вплив пастеризації молока на якість сиру?
3. Який вплив бактеріальної закваски на якість сичугових сирів?
4. Яка основна мета оброблення згустку?
5. З чого складається основна мікрофлора свіжих сирів?
6. Які основні фактори, що визначають особливості мікробіологічних процесів при виробництві різних груп сирів?
7. Які особливості мікробіологічного процесу при виробництві твердих і м'яких сирів?
8. Які мікробіологічні процеси відбуваються під час дозрівання сиру?

9. Які є вади сирів, причини виникнення та заходи їх попередження?

1.9. Мікробіологія згущених молочних продуктів

Молочні консерви – це продукти з натурального молока або молока і харчових наповнювачів (компонентів), які в результаті спеціальної обробки можуть тривалий час зберігати свої властивості без змін.

Зміна властивостей і псування харчових продуктів викликаються головним чином дією мікроорганізмів, що обумовлюють той, що гниє, гліколіз, ліполіз, зміна кольору, запаху, консистенції й інші вади.

Для того, щоб надійно оберегти продукти від псування, необхідно створити такі умови зберігання або так видозмінити їх властивості, щоб мікроби, що потрапили в них, були знищені або не могли розвиватися.

Використовуючи біологічні принципи, усі методи консервації можна розділити на три основні групи:

- методи, засновані на принципі *біозу*, тобто підтримка життєвих процесів у сировині (молоці) і використання його природного імунітету;
- методи, засновані на принципі *анабіозу*, тобто на придушенні (уповільненні) життєдіяльності мікроорганізмів за допомогою різних фізичних, хімічних і біологічних чинників;
- методи, засновані на принципі *абіозу*, тобто на повному припиненні всіх життєвих процесів, як в сировині, так і в мікроорганізмах.

Жоден з принципів, встановлених в основу цієї класифікації, не може бути здійснений на практиці в чистому вигляді. Проте кожний метод консервації характеризується переважанням якого-небудь одного принципу, і тому приведена класифікація допомагає краще з'ясувати сутність цих методів.

Біоз – підтримка в продукті або сировині життєвих процесів, перешкоджаючих розвитку мікроорганізмів, а також використання природного імунітету сировини. Так, у свіжовидоєному молоці містяться

бактерицидні речовини, згубні для мікроорганізмів, які протягом певного відрізка часу не можуть розмножуватися (бактерицидна фаза молока).

Анабіоз – придушення біологічних і фізико-хімічних процесів, що протікають у сировині, харчових продуктах і населяючій їх мікрофлорі. Розрізняють декілька різновидів анабіозу: термоанабіоз, ксероанабіоз, осмоанабіоз, наркоанабіоз і ценоанабіоз.

Термоанабіоз – охолодження (психроанабіоз) і заморожування (кріоанабіоз). При охолодженні молока (2 - 10 °С) знижується біологічна і біохімічна активність мікрофлори і ферментів молока. При заморожуванні (мінус 12 - мінус 25°С) ферментні процеси припиняються і мікробіальна клітина не розмножується. У замороженому стані можна зберегти сире молоко, вершки, сир, згущуюче молоко.

Ксероанабіоз – припинення розвитку мікробів шляхом видалення з продукту води або доведення її до мінімальної кількості, при якій мікробіологічні і ферментні процеси максимально пригнічуються.

У молочній промисловості застосовують сушку молока і молочних продуктів, у яких гине частина вегетативних форм мікробів, а життєздатність спор зберігається. Під час зволоження продукту мікроорганізми починають розвиватися, що приводить до його псування.

Осмоанабіоз – придушення розвитку мікроорганізмів створенням високих концентрацій сухих осмотично діяльних речовин у продукті, внаслідок чого відбувається плазмоліз клітини.

Використовують консервуючу дію сахарози, глюкофруктозних сиропів, галактози у виробництві згущуючих молочних консервів з цукром. Осмотичний тиск, що вимагається для ефективної консервації, 16 - 18 МПа забезпечується при концентрації в згущуючому молоці сахарози 62,5 - 63,3 % або глюкоза 35 - 36 %, оскільки молярність розчинів глюкози майже удвічі більше, ніж сахарози. Осмотичний тиск 1%-ного розчину сахарози близько 0,07 МПа, глюкоза 0,12 МПа.

Деякі мікроорганізми адаптуються до підвищеного осмотичного тиску й можуть розвиватися в згущених молочних продуктах з цукром. У зв'язку з цим для попередження псування їх необхідно зберігати при низьких температурах.

Наркоанабіоз – інгібіруюча дія на мікроорганізми кисню, вуглекислого газу, азоту. Молоко і сухі продукти зберігають у середовищі азоту або вуглекислого газу.

Ценоанабіоз – придушення життєдіяльності шкідливої мікрофлори шляхом введення корисних мікроорганізмів і створення сприятливих умов для їх розвитку. Використовується при виробництві кисломолочних продуктів, сира, кисловершкового масла, а також заміників молока із застосуванням заквасок молочнокислих бактерій, що пригнічують розвиток гнильних мікробів.

Абіоз – повне припинення життєвих процесів у сировині, продукті і мікрофлорі. Спостерігається при стерилізації продуктів.

За принципами консервації молочні консерви розділяє на три основні групи:

- за принципом абіозу – стерилізовані молочні консерви;
- за принципом осмоанабіозу – згущуючі молочні консерви з цукром;
- за принципом ксероанабіозу – сухі молочні продукти.

Основні види мікроорганізмів, які визначаються у згущеному молоці з цукром. Спороутворюючі. Умов надалі для них немає, вони не витримують високі концентрації цукру, тому спороутворюючі рідко розглядають як збудники вад згущеного молока з цукром.

Мікрококи. Викликають загустіння, гіркий або прогірклий смак. Число їх збігається з показником МАФАНМ, особливо на підприємствах, де використовують пастеризацію до 100 °С. Кількість мікрококів у перші 1...1,5 місяців зберігання збільшується від $10^2...10^3$ до $10^5...5 \cdot 10^6$ в 1 см³. Потім вони починають відмирати і до кінця року їх вміст наближається до початкового. Тому показник МАФАНМ може характеризувати бактеріальну забрудненість

згущеного молока з цукром тільки при контролі свіжовиробленого продукту. Мікрококи можуть викликати вади в готовому продукті – загущення, а також прогірклий і гіркий смак.

Коагулазопозитивні стафілококи. Умови розвитку аналогічні мікрококам. У готовому продукті рідко визначаються. Можуть викликати загущення продукту, крім того, ці мікроорганізми утворюють ентеротоксин.

БГКП. Можуть попадати у згущене молоко при фасуванні, але умов для розвитку немає, і вони відмирають.

Дріжджі, які зброджують сахарозу, краще розвиваються при підвищеній кислотності молока і зниженій концентрації цукру. Основним їх джерелом є мішки з цукром, особливо при зберіганні їх при підвищеному вмісті вологи. Розвиток дріжджів відбувається активно у перші 15...30 днів зберігання, пізніше вони відмирають. Тому у старих банках з явно вираженим бомбажем дріжджі можуть бути не визначені.

Плісені виникають на поверхні продукту або внутрішній стороні кришки банки. Найчастіше пліснявіння викликає *Penicilium glaucum*. З метою попередження рекомендують ретельно слідкувати за миттям і обсушуванням банок і кришок, закривати під вакуумом, зберігати при низькій температурі. Рекомендують встановлювати також бактерицидні лампи у місцях, де рухаються по транспортеру відкриті банки з продуктом.

Шоколадно-коричнева пліснява *Catenularia fuliginea* утворює на поверхні продукту ущільнення різного кольору (білого, жовтого чи бурого). У результаті розвитку плісняви молоко спочатку стає дещо густішим, а потім біля основи колонії плісняви перетворюється в «гудзик» шоколадно-бурого кольору.

Мікробіологія сухого молока. Під час виробництва сухого молока не досягається повного знищення мікроорганізмів, проте вони знаходяться у стані анабіозу. Продукт зберігається за рахунок низького вмісту вологи (не більше 5 %). Зволоження продукту призводить до швидкого псування. Особливо небезпечні при виробництві сухого молока патогенні

мікроорганізми, що можуть надалі розмножуватися при відновленні сухого молока. До таких бактерій відносять сальмонели, коагулазопозитивні стафілококи і *Bac. cereus*, які є збудниками харчових отруень.

Склад мікрофлори молока залежить від режимів теплового оброблення, які прийняті на підприємстві. Із мікрофлори сирого молока після пастеризації (до 100 °С) залишаються спори родин *Bacillus* і *Clostridium*, а також термостійкі клітини ентерококів, мікрококів, стафілококів. У деяких випадках у молоці визначаються сальмонели, хоча вони і не є термостійкими. Це може бути пов'язано з різким порушенням режимів теплового оброблення молока. За більш жорстких режимах переважають спори.

У циркуляційній вакуум-випарній установці у зв'язку з відносно тривалим терміном згущення нерідко відмічається розмноження як термофільних, так і мезофільних мікроорганізмів. Використання ВВУ з падаючою плівкою з мікробіологічної точки зору краще, ніж циркуляційної. У резервуарі для зберігання згущеного молока також може відбуватись ріст стафілококів.

Сушіння розпилюванням незначно сприяє загибелі мікроорганізмів. Ступінь загибелі складає 1: 10000, а для термостійких нижче. У разі наступних операціях може відбуватись вторинне забруднення, у тому числі й бактеріями групи кишкових паличок, спорами плісняви, дріжджами тощо. Під час зберігання відзначається відмирання усіх мікроорганізмів, крім спор і термостійких ентерококів і стафілококів. При підвищенні вмісту вологи можливий розвиток плісняв.

Основні види мікроорганізмів сухого молока

B. subtilis, *B. cereus*, *B. stearothermophilus*. Виживають за температури пастеризації понад 100 °С, розмножуватись можуть під час тривалого перебування у ВВУ, а також при відновленні сухого молока. Викликають вади смаку (нечистий), а також харчові отруєння.

S. thermophilus, S. durans, S. faecalis. Джерела – сире молоко і обладнання; умови розмноження – затримка в трубопроводах, тривале перебування у ВВУ при понижених температурах. Вади викликають утворення кислоти, а також високий вміст МАФАНМ.

Коагулазопозитивні стафілококи. Джерела – сире молоко, порушення режимів пастеризації; умови розмноження – затримка в трубопроводах, резервуарах для зберігання. Вади викликають харчові інтоксикації.

Сальмонели. Те ж саме, що і коагулазопозитивні стафілококи.

Психротрофні бактерії. Накопичують у сирому молоці протеолітичні ліполітичні ферменти. Умови розмноження – низькі температури і тривале зберігання сирого молока. Вади – гіркий смак внаслідок розпаду білків і прогірклий – внаслідок розпаду триацилгліцеридів.

Плісені. Джерела – вторинне забруднення з обладнання, повітря. Умови розвитку – зволоження продукту в процесі зберігання. Вади – пліснявіння.

БГКП. Джерела – вторинне забруднення. У процесі виробництва практично не розмножуються і можуть бути показником санітарно-гігієнічного стану виробництва при контролі свіжовиробленого молока, тому що під час зберігання вони відмирають.

Особливо небезпечними є патогенні і ентеротоксигенні, які можуть розмножуватися при відновленні сухого молока. До них належать сальмонели, коагулазопозитивні стафілококи і *B.cereus*.

Вади згущених молочних продуктів. Вади згущених молочних продуктів. Вади згущених молочних продуктів поділяють на вади тари, органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників.

Вади тари згущених молочних продуктів є забруднення, порушення герметичності, невідповідність маркування вимогам стандарту.

До вад органолептичних показників належать нечистий смак і запах, кормовий і сільний присмаки, рибний присмак і запах.

Нечистий смак і запах, кормовий присмак передаються із сировини (молока, вершків). Причиною виникнення згірлого смаку є пептонізація білків, окиснення жиру, корми (полин, листя зеленої капусти та ін.).

Сальний присмак – це наслідок переходу ненасичених жирних кислот у насичені оксикислоти під час окисних процесів. Споживаючи продукт із таким дефектом, відчувається виникнення його.

Рибний присмак і запах виникає у разі поїдання тваринами рибного борошна, недотримання товарного сусідства і під час гідролізу лецитину з утворенням триметиламіну.

Вади консистенції згущених продуктів, такі як *борошнистість і піскуватість*, є наслідком порушення процесу кристалізації. У разі піскуватої консистенції кристали цукру більші, ніж у разі борошнистої. Причиною *рідкої консистенції* згущених молочних продуктів є недостатня кількість білків у сировині (молоці), а *густої* – висока кислотність молока, яка призводить до згортання білків.

Основними *вадами кольору* є його зміна – поява світло-коричневого забарвлення. Воно виникає в разі накопичення меланоїдинів, які утворюються в умовах високих температур технологічного процесу.

У результаті зберігання згущених молочних консервів можуть з'явитися: *бомбаж* - за рахунок розвитку газоутворювальних мікроорганізмів (біологічний бомбаж) або накопичення водню за рахунок взаємодії кислот із металом банок (хімічний бомбаж); *«гудзики»* - у результаті потрапляння в продукт шоколад-но-коричневої плісені, яка виділяє сичуговий фермент, а він, у свою чергу, зортає білок. Водночас утворюються ущільнення плоскої округлої форми, виникає неприємний сирний присмак. «Гудзики» виявляються найчастіше в повітряному просторі під кришкою. Наявність дефекту свідчить про порушення санітарних умов виробництва.

У стерилізованому молоці може спостерігатися більшість дефектів, характерних для згущених молочних консервів. У ньому відсутні такі дефекти, як борошнистість, піскуватість і густа консистенція. Унаслідок

поганої гомогенізації та надто високої температури стерилізації може спостерігатися відшарування жиру. З метою уникнення цього дефекту банки з стерилізованим молоком рекомендується в процесі зберігання періодично перевертати. В умовах надмірної температури стерилізації або тривалості процесу в стерилізованому молоці може з'явитися пригорілий присмак.

Контрольні питання

1. Що представляють собою молочні консерви?
2. На яких принципах базується консервування молочних продуктів?
3. Що таке абіоз, осмоанабіоз, ксероанабіоз?
4. Які основні групи мікроорганізмів визначаються у згущеному молоці?
5. Що таке стерилізація молочних продуктів?
6. Яка мікробіота може бути присутньою в згущеному молоці з цукром і чому?
7. Які мікроорганізми відносять до патогенних при виробництві сухого молока?
8. На яких етапах технологічного процесу виробництва сухого молока відбувається зміна мікрофлори?

1.10. Мікробіологія морозива

Морозиво – це солодкий освіжаючий продукт, один із найулюбленіших і найпопулярніших серед населення (особливо дітей) нашої країни.

Початком промислового виробництва морозива в колишньому СРСР прийнято вважати 1932 р., коли в Москві були створені перші цехи з його виробництва.

На сьогодні виробництво і споживання морозива в Україні не перевищує 1...1,5 кг на людину в рік; у Швеції, Норвегії, Фінляндії та інших країнах світу воно становить 12...13 кг.

Морозиво характеризується високою харчовою та біологічною цінністю, чудовими органолептичними властивостями. У морозиві на молочній основі міститься від 3,0 (молочне) до 15% і більше жиру (пломбір). У більшості любительських видів морозива («Дієтичне», «Ювілейне») кількість жиру незначна (від 1 до 5%). У плодово-ягідних та ароматизованих основних і деяких любительських видах морозива він відсутній. Морозиво багате цукрами, кількість яких становить від 14 (вершкове) до 25...27% (плодово-ягідне, ароматизоване). Із загальної кількості цукрів у морозиві на молочній основі міститься від 4 до 5% лактози. Морозиво має у своєму складі до 3...4% білкових речовин. Загальна кількість сухих речовин у морозиві висока і коливається від 30 до 40%. Кислотність морозива становить: у молочних видах – від 22 до 24 °Т, молочних із додаванням плодово-ягідних наповнювачів - 40...50 °Т, плодово-ягідних, ароматичних і вітамінізованих - до 70 °Т. Цукри, жири та білки морозива характеризуються високою засвоюваністю (від 95 до 98%). Енергетична цінність морозива коливається від 100 до 250 ккал/100 г. З підвищенням вмісту цукрів і жирів цей показник збільшується.

Біологічна цінність морозива визначається вмістом повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, органічних кислот (молочної, лимонної), вітамінів і мінеральних речовин.

Морозиво характеризується красивим зовнішнім виглядом, приємним смаком та ароматом, ніжною консистенцією. Деякі види морозива мають дієтичне та лікувальне значення.

Вплив окремих технологічних операцій на мікрофлору морозива.

Виробництво морозива не є складною технологією. Воно включає три етапи: приготування суміші, фрезерування (заморожування), пакування та загартовування.

Під час технологічного процесу необхідно створити відповідну структуру продукту. Водночас основними елементами якості є кристали льоду, молочного цукру, бульбашки повітря, жирові кульки та часточки казеїну. Велике значення має співвідношення сухих речовин і повітря або збитість морозива. Вона вимірюється співвідношенням повітря в продукті до об'єму вихідної суміші. Оптимальна збитість для фруктово-ягідного морозива – 40%, для вершкового – 100%.

Підготовка сировини: цукор білий просіюють; молоко і вершки фільтрують; масло вершкове зачищають і розплавляють; сухі молочні й яєчні продукти, какао-порошок, інші сухі продукти, стабілізатори для більш повного та швидкого розчинення ретельно перемішують із цукром, ядра горіхів підсмажують. Желатин, агар витримують у холодній воді для набухання; альгінат натрію заливають гарячою водою; пектин змішують із цукром і заливають холодною водою. Готують 1%-ний розчин метилцелюлози. Розчини стабілізаторів підігривають, охолоджують і фільтрують. Крохмаль і борошно використовують сухими й у вигляді клейстера.

Суміш готують у спеціальних двостінних ваннах, які обладнані вимісувачами. Для цього молоко і вершки підігривають до температури 35...45 °С, додають згущені й сухі молочні продукти, розтоплене вершкове масло й стабілізатори. Після старанного перемішування проводять *пастеризацію*, її здійснюють за температури 85 °С з витримкою 50 - 60 с або без витримки за температури 92 - 95 °С. Вегетативні форми мікроорганізмів,

що знаходяться в сировині після пастеризації гинуть, але не гинуть спори бацил, осмофільних дріжджів та плісневих грибів. У суміші для мороженого після пастеризації загальна кількість бактерій не перевищує 1 тис. клітин в 1мл., а БГКП не повинно бути в 0,01 г. Метилцелюлозу, ароматичні та смакові речовини додають після пастеризації. Потім суміш *фільтрують*, *гомогенізують* та *охолоджують* за температури 0...6 °С. В охолодженій суміші міститься від 30 до 50% води у вільному стані.

Контрольні питання

1. Які існують джерела обсіменіння морозива мікроорганізмами?
2. Які мікробіологічні показники визначають при оцінці якості морозива?
3. Який вплив технологічних операцій на мікрофлору морозива?
4. Як здійснюють мікробіологічний контроль виробництва морозива?

1.11. Мікробіологія вторинної молочної сировини

Під час сепарування молока, виробництва сметани, вершкового масла, сирів, кисловершкового сиру та молочного білка отримують вторинну молочну сировину – *знежирене молоко, маслянку (склотини), молочну сироватку*. Ці продукти використовують для виробництва харчових продуктів лікувально-профілактичного призначення, оскільки вони містять біологічно активні речовини при мінімальній енергетичній цінності.

Знежирене молоко. Знежирене молоко – частина молока, яку одержують після відокремлення вершків. За органолептичними показниками знежирене молоко – це однорідна рідина без сторонніх механічних домішок, білого кольору з дещо блакитним відтінком, чистим смаком і запахом, без сторонніх присмаків, з кислотністю не більше ніж 19 °Т. Проте склад і якість знежиреного молока визначаються складом вихідного молока.

Кількісний і якісний склад мікрофлори знежиреного молока залежить від мікрофлори вихідного незбираного молока, умов сепарування й санітарного стану обладнання. Тому мікрофлора знежиреного молока представлена спороутворюючими бактеріями (бацили й клостридії), термостійкими молочнокислими паличками, ентерококами, БГКП, стафілококами, спорами дріжджів і пліснявих грибів та іншими мікроорганізмами. З цих причин знежирене молоко відразу після отримання направляють на промислову переробку, яка передбачає пастеризацію знежиреного молока, його охолодження. Зберігати пастеризоване знежирене молоко до переробки за температури 8 °С дозволяється протягом 36 год.

Із знежиреного молока або з його використанням готують: питне молоко, знежирені кисломолочні напої, білкові молочні продукти, молочні консерви, казеїн харчовий кислотний, білок молочний харчовий.

Мікробіологічний контроль виробництва молочних продуктів, які готують із знежиреного молока, проводять за загальноприйнятими методиками відповідно до затверджених схем.

Молочна сироватка. Молочна сироватка – плазма молока, яка здебільшого складається з води, лактози й мінеральних солей, її одержують у результаті термомеханічної обробки молочного згустку або ультрафільтрацією. Молочна сироватка утворюється під час виробництва сирів (підсирна сироватка), кисломолочного сиру, казеїну (казеїнова сироватка). В усіх цих видах молочної сироватки вміст лактози становить близько 70 % сухої речовини, а 30 % – це розчинені азотисті й мінеральні речовини, вітаміни, ферменти, органічні кислоти.

За органолептичними показниками молочна сироватка – це рідина зеленуватого кольору, без сторонніх домішок, допускається наявність білкового осаду. Смак і запах чисті, властиві молочній сироватці; для казеїнової та сироватки кисломолочного сиру – смак злегка кислуватий, для підсирної – від солонуватого до солоного.

Молочну сироватку використовують у виробництві різноманітних продуктів: білкових концентратів, молочного цукру, згущених і сухих молочних продуктів, морозива, сирів та ін. Крім того, її також використовують у виробництві хлібобулочних, кондитерських, ковбасних виробів, продуктів дитячого харчування, унаслідок чого зазначені продукти збагачуються повноцінними білками тваринного походження, покращуються їх споживчі якості. У сільському господарстві молочна сироватка є сировиною для отримання альбуміну для корму тварин і птиці, при виробництві бактеріальних заквасок – для силосування кормів тощо. Молочний цукор, який отримують із сироватки, використовують для отримання антибіотиків, а також продуктів дитячого та дієтичного харчування. Молочну сироватку згущують і сушать, при цьому всі компоненти, що утримуються у вихідній молочній сироватці, концентруються.

Мікрофлора молочної сироватки складається із залишкової мікрофлори пастеризованого молока й мікрофлори заквасок, які використовують для виробництва кисломолочного сиру і різних видів твердих сирів. Крім того, у молочній сироватці міститься значна кількість мікроорганізмів, які потрапляють під час технологічного процесу з обладнання, повітря й рук працівників.

Молочна сироватка є гарним середовищем для швидкого розвитку мікроорганізмів, які в ній знаходяться, і це її основний недолік як сировини для виробництва різних біологічно цінних харчових продуктів, оскільки в процесі зберігання вона швидко псується.

Мікробіологічний контроль продуктів, що виробляють із молочної сироватки, здійснюють за загальноприйнятими методиками.

Маслянка. Маслянка, або сколотини – це плазма вершків, яку отримують під час переробки вершків на масло. Маслянка є цінною молочною сировиною для виробництва різноманітного асортименту продуктів харчування, оскільки має невисоку енергетичну цінність (низький вміст ліпідів) при значному вмісті біологічно активних речовин (фосфоліпідів). Вміст фосфоліпідів у маслянці більш, ніж у двічі перевищує їхній вміст у вершковому маслі.

Маслянка – це однорідна рідину без осаду, білого або слабо-жовтого кольору. Смак і запах маслянки, отриманої під час виробництва солодковершкового масла, чисті, молочні, допускається слабокормовий присмак. Маслянка, отримана під час виробництва кисловершкового масла, має кисломолочні чисті смак і запах, допускається слабокормовий присмак.

Кількісний і якісний склад мікрофлори маслянки відповідають складу мікрофлори вершків, які використовують для переробки. Загальна кількість бактерій допускається до 4 млн. клітин в 1 см³. Мікрофлора маслянки представлена спороутворюючими й термостійкими мікроорганізмами, а також вторинною мікрофлорою (після пастеризації вершків) – молочнокислими бактеріями, бактеріями групи кишкових паличок,

ентерококами, гнильними мікроорганізмами. Маслянка не повинна містити патогенних мікроорганізмів, навіть і сальмонел, у 25 см³.

У разі необхідності збереження й транспортування маслянки її охолоджують до температури не вище ніж 10° С і зберігають у закритих резервуарах. Маслянку можна згущувати і сушити, у такому випадку всі компоненти, що утримуються у вихідній маслянці, концентруються.

Маслянку використовують для виробництва кисломолочних напоїв (маслянка солодка, біомаслянка, кефір з маслянки, маслянка згущена з цукром, маслянка суха), сирів, сиркових виробів, морозива тощо. Ці продукти корисні тим, що містять практично весь білковий, вуглеводний і мінеральний набір речовин молока та близько 1 % молочного жиру.

Мікробіологічний контроль і оцінку санітарного стану продуктів, що одержують з маслянки, здійснюють за загальноприйнятими показниками.

Санітарний контроль виробництва вторинної молочної сировини має на меті визначення дієвості та ефективності системи НАССР на підприємстві, у якій обов'язково повинні бути визначені критичні точки керування санітарно-показовими та патогенними мікроорганізмами на всіх етапах технологічного процесу.

Контрольні питання

1. Якими мікроорганізмами представлена мікрофлора знежиреного молока?
2. Поясніть з якої мікрофлори складається мікрофлора молочної сироватки?
3. Якими мікроорганізмами представлена мікрофлора маслянки?

2. МІКРОБІОЛОГІЯ М'ЯСНОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1. Мікробіологія м'яса

2.1.1. Мікрофлора організму тварин

Мікрофлора організму тварин складається з постійної (нормальної) мікрофлори і випадкової. Постійна мікрофлора сформувалась у процесі еволюції і складається з мікроорганізмів, що пристосувалися до умов існування в різних системах організму. Мікроби живуть в системах організму, які контактують із зовнішнім середовищем: у шлунково-кишковому тракті, шкірно-вовнових покривах, в дихальних шляхах тощо.

Мікрофлора шкіри і вовняного покриву представлена різними мікроорганізмами, які потрапляють з повітря, ґрунту, виділень тварин, підстилки та інших об'єктів, з якими стикаються тварини. Постійними мікроорганізмами шкіри є в основному кокові форми бактерій, а також деякі паличкоподібні бактерії: кишкова, синьогнійна, сінна палички. Коки мешкають у волосяних мішечках, у протоках сальних і потових залоз. При зниженні імунітету тварин вони можуть викликати гнійні запальні процеси. Кількість мікроорганізмів на шкірі залежить від умов утримання тварин і становить від кількох сотень тисяч до 1 - 2 мільярд клітин на 1 см².

Мікрофлора травної системи найбільш рясна і різноманітна. Її кількісний і якісний склад залежать від складу кормів, їх мікрофлори, від умов у різних відділах травного апарату.

У рубці жуйних тварин знаходяться сотні мільйонів мікроорганізмів в 1 г вмісту. Основну мікрофлору становлять збудники різних бродінь, під дією яких відбувається переробка кормів. Мікроорганізми рубця беруть участь у розкладанні клітковини, розщепленні білків, сечовини та інших речовин. Ці ж мікроби синтезують вітаміни та інші сполуки, корисні для організму тварини. Мікроорганізми рубця під час травлення пересуваються в нижні відділи шлунково-кишкового тракту, перетравлюються і суттєво поповнюють білковий баланс тварин.

Мікрофлора шлунка і тонкого кишечника незначна, що пояснюється несприятливими умовами для розвитку мікробів. Мікрофлора даного відділу представлена кишковими паличками, ентерококами і бацилами, серед яких нерідко зустрічаються штами, що володіють токсикогенними властивостями.

Товстий кишечник густо населений мікроорганізмами. В 1 г вмісту товстого кишечника знаходяться сотні мільйонів мікроорганізмів, що обумовлено тривалим перебуванням в кишечнику залишків їжі і відсутністю бактерицидних факторів. Переважають у мікрофлорі товстого кишечника бактерії групи кишкової палички, ентерококи, збудники бродіння, гнильні бактерії. Постійна мікрофлора товстого кишечника має антагоністичну дію відносно патогенних і гнильних бактерій, бере участь у забезпеченні організму тварин вітамінами групи В, С і К.

Серед постійних мешканців кишечника є умовно-патогенні штами, здатні викликати захворювання при ослабленні імунітету. Крім того, можуть бути присутніми патогенні мікроорганізми, носіями яких є тварини: сальмонели, паличка ботулізму.

Під час захворювання тварин, при тривалому лікуванні антибіотиками відбувається зміна складу мікрофлори кишечника: дисбактеріоз. Водночас зменшується кількість або зовсім зникають кишкові палички, молочнокислі бактерії, що сприяє зниженню корисного впливу облігатної мікрофлори. У кишечнику збільшується кількість гнильних бактерій, з'являються токсикогенні штами кишкової палички, створюються умови для розмноження грибів і патогенних бактерій. Під час дисбактеріозу відзначається виснаження тварин, відставання в рості, з'являються шлунково-кишкові захворювання.

У вимені корів можуть міститися різні мікроорганізми, зокрема й патогенні, найчастіше піогенні стафілококи, що викликають гнійні запалення. В інших системах організму (дихальна, сечостатева) також містяться мікроорганізми, але в меншій кількості.

2.1.2. Причини і джерела ендogenous обсіменіння м'яса

М'язова тканина здорових тварин теоретично повинна бути стерильною. Однак при забої тварин в умовах м'ясокомбінату м'ясо зазвичай містить різну кількість мікроорганізмів. Ця мікрофлора може бути результатом ендogenous (прижиттєвого) або екзogenous (післязабійного) шляхів обсіменіння.

Ендogenous інфікування органів і тканин відбувається в основному за життя тварини, це буває при їх захворюванні. Збудники захворювань знаходяться в певних органах і тканинах, але періодично можуть з'являтися у крові і розноситися по організму, інфікуючи внутрішні органи і тканини.

У здорових тварин ендogenous обсіменіння органів і тканин мікроорганізмами пов'язано зі зниженням імунітету організму, яке відбувається під впливом різних несприятливих факторів, наприклад, стресовий стан забійних тварин, що обумовлений зміною звичної обстановки, стомленістю, переохолодженням, перегріванням, травмами та ін. У разі зниження імунітету настає порушення бар'єрної функції слизових оболонок, сполучної тканини, і мікроорганізми з місця постійного мешкання проникають у м'язову тканину і внутрішні органи по кровоносних і лімфатичних судинах. При цьому з'являються не тільки сапрофітні мікроорганізми, а й патогенні, наприклад, сальмонели, збудники ботулізму, носіями яких є тварини.

Посмертне ендogenous обсіменіння органів і тканин мікроорганізмами починається відразу після знекровлення. Стінка кишечника стає легко проникною для мікроорганізмів, і вони проникають з кишечника спочатку в лімфатичні вузли, потім в тканини і органи. Через годину після забою і знекровлення в мезентеріальних лімфатичних вузлах здорових свиней виявляється до 300 тисяч мікроорганізмів в 1 г.

Для запобігання обсіменіння м'яса та внутрішніх органів мікроорганізмами необхідно якомога швидше видалити кишечник з черевної порожнини. Якщо видалення внутрішніх органів проводять через 2 години з

моменту знекровлення тварин, то в тканини проникає велика кількість мікроорганізмів з кишечника. Відповідно до правил ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясопродуктів такі м'ясні туші підлягають обов'язковому мікробіологічному дослідженню.

Великий вплив на ступінь мікробного обсіменіння м'яса надає реакція (рН) м'яса, яка залежить від вмісту глікогену в м'язовій тканині. У процесі дозрівання м'яса відбувається розкладання глікогену з утворенням молочної кислоти, у результаті чого рН м'яса знижується. У м'язовій тканині здорових, вгодованих, відпочивших тварин міститься велика кількість глікогену. У такому м'ясі створюється кисла реакція в інтервалі 5,6 - 5,9. Кисла реакція перешкоджає розвитку мікроорганізмів, особливо гнільних бактерій.

У м'язовій тканині хворих, ослаблених, недостатньо вгодованих, стомлених тварин глікогену міститься майже в 2 рази менше, отже, утворюється менше молочної кислоти і рН значно знижується. Зазвичай м'ясо таких тварин має рН 6,2 і вище. У такому м'ясі гнільні мікроорганізми розвиваються швидше, що зумовлює стрімке псування м'яса.

Під час ендогенного обсіменіння мікроорганізми виявляються не тільки на поверхні, але і в глибині м'язової тканини. М'ясо, отримане від хворих, виснажених, стомлених тварин, для яких характерне зниження імунітету, містить значну кількість мікроорганізмів у глибоких шарах тканини.

Ендогенне інфікування м'яса патогенними мікроорганізмами не завжди поєднується з одночасним проникненням у м'ясо санітарно-показових мікробів, наприклад, бактерій групи кишкової палички. Це значно знижує роль санітарно-показових мікроорганізмів як показника епідеміологічного неблагополуччя.

Для зменшення ендогенного бактеріального забруднення м'яса застосовують комплекс профілактичних заходів, що включають дбайливе транспортування забійних тварин, обов'язковий передзабійний відпочинок, диференційований за тривалістю, дотримання термінів передзабійної витримки.

2.1.3. Екзогенне обсіменіння м'яса мікроорганізмами

Екзогенне обсіменіння м'яса мікроорганізмами відбувається під час забою тварин і при подальших операціях оброблення туш, транспортуванні м'яса. Джерелами мікробного обсіменіння м'яса служить шкура тварин, шлунково-кишковий тракт, обладнання, руки і одяг працівників, інструменти, повітря, вода. Ступінь екзогенного забруднення м'яса залежить, насамперед, від дотримання санітарних правил, технології оброблення туш.

Розглянемо джерела екзогенного обсіменіння м'яса мікроорганізмами в забійному цеху.

У процесі знекровлення при працюючому серці в перерізані шийні судинах створюється негативний тиск, у результаті чого йде часткове засмоктання крові, повітря, забруднень з вовняного покриву. З забрудненою кров'ю мікроби разносяться по організму і потрапляють у м'язову тканину.

Основним джерелом екзогенного обсіменіння туш є зйомка шкур, при якій можливе значне забруднення поверхні туші. На 1 см² поверхні шкіри виявляють до 500 млн. мікроорганізмів, а іноді і більше. Найбільше забруднення шкур тварин відзначається навесні і восени.

Бруд з поверхні шкур потрапляє на поверхню м'ясних туш у момент відриву. Ступінь забруднення залежить від способу зйомки шкури. Під час роботи установок для механічної зйомки шкур з великої рогатої худоби відбувається значне обсіменіння мікроорганізмами значної поверхні туш. Під час механічної зйомки шкур на підвісних шляхах ступінь мікробного обсіменіння туш істотно менший.

Забруднення поверхні туш при зйомці шкур відбувається також з рук робітників, з інструментів, на яких виявляються десятки - сотні млн. мікробних клітин. Для зниження забруднення туш з рук робітників та інструментів необхідно проводити періодично їх санітарну обробку в розчині хлорного вапна.

Велика кількість мікроорганізмів потрапляє на поверхню туш з повітря забійного цеху. Найбільш високий вміст мікробів відзначається в повітрі поблизу установок зйомки шкур, оглушення та знекровлення. У повітрі забійного цеху виявляють різноманітну мікрофлору, представлену спороутворюючими гнильними бактеріями, грамнегативними паличками, грибами, актиноміцетами, різними коками. Можна сказати, що повітря забійного цеху забруднюється мікроорганізмами переважно з шкіряних покривів тварин.

Для поліпшення санітарного стану шкіряних покривів і повітряного середовища необхідно проводити санітарну обробку тварин перед забоєм, а також періодичну дезінфекцію повітря. Сьогодні для цього застосовують миття під душем з механічним очищенням і знезараженням хімічними препаратами. У результаті кількість мікроорганізмів на шкіряних покривах зменшується в 25 - 80 разів.

Під час обробки свинячих туш застосовують шпарення, або обпалювання туш для видалення щетини. Мікробне забруднення поверхні туш істотно зменшується при обпалюванні. У процесі шпарки вода в шпарильних чанах забруднюється і збагачується мікроорганізмами, у результаті проходження туш через забруднену воду відбувається обсіменіння мікроорганізмами не тільки поверхні туш, але внутрішніх органів і тканин.

Застосування прогресивних методів технології, зокрема обробка туш пароповітряною сумішшю в установках безперервної дії сприяє поліпшенню санітарного стану свинячих туш, так як кількість мікроорганізмів на поверхні туш зменшується приблизно в 300 разів.

Значне екзогенне обсіменіння м'ясних туш відбувається при вилученні внутрішніх органів з грудної та черевної порожнин (нутруванні). Туші обсіменяються мікроорганізмами з рук, з інструментів, з одягу робітників. Якщо нутрування проводять з пошкодженням цілісності шлунково-кишкового тракту, туша забруднюється вмістом кишечника, і кількість

мікроорганізмів різко зростає. Мікроби потрапляють в глибокі шари м'язової тканини при проколах ножом, що сприяє швидкому псуванню м'яса.

Після нутрування для надання тушам належного товарного вигляду проводять мокру зачистку (туалет туш).

Під час сухої зачистки зрізають залишки внутрішніх органів, побитості, незначні ділянки забруднені кров'ю, або залишками шлунково-кишкового тракту. У процесі охолодження і подальшого зберігання м'ясних туш, що піддалися сухій зачистці, фасції підсихають і виступаюча після зняття шкіри серозна рідина. Поверхневі шари м'язової тканини зневоднюються і стають щільнішими, що сприяє утворенню добре вираженої шкоринки підсихання. Відбувається фіксація мікроорганізмів на поверхні туш. У плівці підсохлих колоїдів створюються несприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

Мокра зачистка являє собою миття туш струменем теплої води або фонтануючими щітками. Забруднення разом з мікроорганізмами видаляються водою. Одночасно відбувається перерозподіл мікробів із забруднених на незабруднені ділянки туш, поверхня туш зволожується і розпушується. Наслідком цього буде сповільнене формування скоринки підсихання і проникнення мікроорганізмів у м'язову тканину.

Таким чином, мокрий туалет туш несприятливо впливає на санітарний стан м'яса та стійкість його в процесі зберігання. Однак сьогодні неможливо відмовитися від мокрого туалету, тому слід суворо дотримуватись технологічних інструкцій первинної переробки тварин і піддавати миттю тільки сильно забруднені ділянки туш. Уразі незначного забруднення потрібно обмежуватися сухою зачисткою.

2.1.4. Кількісний та якісний склад мікрофлори м'яса

М'ясо, отримане при забої здорових, вгодованих, невтомлених тварин з дотриманням санітарних і технологічних вимог, зазвичай містить мікроорганізми тільки на поверхні, що пов'язано з екзогенним обсіменінням у процесі розробки туш. Кількість мікроорганізмів у м'ясі залежить від рівня

санітарного стану виробництва. При належному санітарному стані на поверхні м'яса виявляють кілька тисяч - десятки тисяч мікробних клітин. У разі низького рівня санітарного стану кількість мікроорганізмів на 1 см² поверхні м'ясних туш може досягати 500 тисяч клітин і більше.

Якісний склад мікрофлори свіжого м'яса різноманітний. Більшу частину мікрофлори складають мікроорганізми шкіряних покривів і шлунково-кишкового тракту, які є основними джерелами мікробного обміненія м'яса в процесі його обробки. Виявляють кокові форми бактерій, бактерії групи кишкової палички, гнильні спороутворюючі бактерії, неспороутворюючі грамнегативні палички, цвілеві гриби, дріжджі. Іноді можна виявити сальмонели та інші патогенні мікроорганізми.

2.1.5. Мікрофлора охолодженого м'яса

М'ясо зберігають в охолодженому і замороженому стані. В охолодженому і мороженому м'ясі в процесі зберігання відбуваються зміни кількісного і якісного складу мікрофлори.

Охолодженим вважається м'ясо, яке зберігається нетривалий час (до 3 тижнів) при температурі 0 - 4°C.

Низька температура охолодженого м'яса впливає на мікроорганізми різних температурних груп неоднаково. На термофільні і мезофільні мікроорганізми низькі температури мають значний вплив. Термофіли і частина мезофільних мікроорганізмів гинуть, проте велика кількість мезофілов уповільнюють свій розвиток і залишаються в м'ясі в стані анабіозу. Такими є багато видів бактерій із сімейства *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*.

Психрофільні мікроорганізми розвиваються і проявляють ферментативну активність в охолодженому м'ясі при температурі 0 °C і нижче. Крім них виявляються психротрофні мікроорганізми, здатні розвиватися при низькій температурі, хоча оптимальна температура їх росту 20 - 30 °C.

Розвиток психрофільних та психротрофних мікроорганізмів при низьких температурах відбувається за тими закономірностям, що і при помірній температурі, але всі фази розвитку значно подовжуються. У початковому періоді зберігання мікрофлора охолодженого м'яса залишається незмінною протягом деякого часу. Цей період називається лаг-фазою (фазою затримки розмноження), і характеризується адаптацією мікроорганізмів до умов середовища. Тривалість цієї фази залежить від якості м'яса, початкового мікробного обсіменіння, температури м'яса і повітря, швидкості охолодження м'яса.

Чим нижче рівень мікробного обсіменіння м'яса, тим довшою буде лаг-фаза. В охолодженому м'ясі, отриманому при забої здорових, вгодованих тварин з дотриманням санітарно-гігієнічних правил, що містять незначну кількість мікроорганізмів, лаг-фаза триває 3 - 5 діб. При недотриманні цих умов і високому мікробному обсіменінні м'яса лаг-фаза скоротиться, і мікроорганізми почнуть розмножуватись вже в першу добу. Подовження фази затримки розмноження спостерігається також при швидкому охолодженні м'яса, при наявності скоринки підсихання.

Після закінчення лаг-фази мікроорганізми, здатні до розвитку при низькій температурі, починають розмножуватись. Кількість психрофільних і психротрофних мікроорганізмів збільшується. Мікроорганізми, які не здатні до розвитку і розмноження, відмирають.

У встановленому температурно-вологісному режимі зберігання в охолодженому м'ясі активно розмножуються і становлять переважну більшість неспорутворюючі грамнегативні палички роду *Pseudomonas* і *Achromobacter*, а також цвілеві гриби і дріжджі. Найбільш активно розмножуються бактерії роду *Pseudomonas*, які володіють антагоністичними властивостями щодо інших мікроорганізмів. Через кілька тижнів бактерії роду *Pseudomonas* складають 90% мікрофлори охолодженого м'яса. Ці бактерії виділяють активні ферменти, що розщеплюють білки і жири, а також

виробляють слиз. Вони є збудниками гниття охолодженого м'яса, якщо воно зберігається більше допустимого терміну зберігання.

Слід зазначити, що багато патогенних мікроорганізмів: золотистий стафілокок, сальмонели, збудник ботулізму зберігають життєздатність в охолодженому м'ясі.

Тепер охолодження м'яса проводять безпосередньо після забою тварин. Швидке охолодження в морозильних установках тунельного типу запобігає розмноженню мікроорганізмів у м'ясі, що особливо важливо у випадках з низьким рівнем санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Терміни зберігання охолодженого м'яса при температурі 0 - 1,5°C і відносній вологості 85 - 90% наступні: телятини – 4 - 5 тижнів; баранини – 10 - 15 днів; свинини – 1 - 2 тижні; яловичини – 3 тижні. Для подовження терміну зберігання охолодженого м'яса розробляють і впроваджують додаткові методи консервування м'яса холодом. До них відносять часткову заміну повітря вуглекислим газом, повну заміну повітря азотом, вакуумна упаковка м'яса. Ці методи дозволяють подовжити терміни зберігання охолодженого м'яса в 2 - 3 рази до 60 - 70 діб. У таких умовах зберігання в м'ясі розвиваються переважно психрофільні факультативно анаеробні мікроорганізми.

З метою забезпечення високої якості охолодженого м'яса необхідно дотримуватись таких профілактичних вимог: отримання м'яса з низьким рівнем обсіменіння; ретельна санітарна обробка холодильних камер, інструментів і обладнання; швидке охолодження м'яса; підтримання температурних режимів і вологості повітря в камерах охолодження.

2.1.6. Мікрофлора замороженого м'яса

Заморожене м'ясо – це свіже м'ясо, підготовлене для тривалого зберігання. Відповідно до діючих технологічних інструкцій заморожене м'ясо рекомендується зберігати при температурі не вище 12 °C при відносній вологості повітря 90 - 95%. Термін зберігання яловичини і баранини 1

категорії при мінус 12°C становить 6 місяців; при мінус 18°C – 12 місяців. Температура мінус 18 °C для зберігання замороженого м'яса є найкращою, тому що при ній припиняють розмноження і ферментативну активність будь-які мікроорганізми, а при температурі вище мінус 18°C якість м'яса знижується. У деяких випадках морожене м'ясо зберігають за температури мінус 12°C, але його якість значно нижче. М'ясо заморожують цілими тушами (козлятина, телятина), напівтушами (свинина, яловичина), чвертинами (яловичина), також замороження м'яса проводять шматками.

У процесі заморожування і зберігання в м'ясі відбувається відмирання більшої частини мікроорганізмів. Згубну дію на мікроорганізми має низька температура, збільшення концентрації розчинених речовин і зниження вологості продукту. Під час заморожування м'яса вода перетворюється в кристали льоду. У разі швидкого заморожування утворюються дрібні кристали льоду всередині і поза клітинами; при повільному заморожуванні – великі кристали, які пошкоджують оболонку м'язових клітин. У результаті вимерзання води в м'ясі знижується вологість і підвищується концентрація розчинених речовин, що сприяє відмиранню мікроорганізмів.

Відмирання мікроорганізмів відбувається в міру зниження температури. Швидкість відмирання мікробів знаходиться в прямій залежності від температури. Чим нижче температура заморожування, тим вище швидкість відмирання мікроорганізмів. Наприклад, при швидкому заморожуванні до температури мінус 18 до мінус 20°C гине значно більше мікробів, ніж при повільному заморожуванні до температури мінус 12°C.

Під час зберігання мороженого м'яса відбувається відмирання залишкової мікрофлори при заморожуванні. Водночас швидкість відмирання знаходиться в зворотній залежності від температури зберігання.

У процесі заморожування і зберігання мікроорганізми в м'ясі відмирають, однак дослідження і практика показують, що морожене м'ясо навіть при тривалому зберіганні стерильним не стає. Більш того, на ньому збільшується кількість деяких груп мікроорганізмів, які осідають на нього з

повітря, а також контактуванні м'яса з забрудненими поверхнями. У замороженому м'ясі до кінця зберігання можна виявити життєздатні сапрофітні мікроорганізми – збудники псування, а також токсикогенні і патогенні мікроорганізми, що відрізняються високою стійкістю до низької температури. Слід підкреслити, що в замороженому м'ясі до кінця терміну зберігання змінюється співвідношення між різними групами мікроорганізмів, переважно це холодостійкі мезофіли і серед них патогенні і токсикогенні бактерії.

Істотне значення у збільшенні мікробного обсіменіння м'яса має процес відтаювання – *дефростація*. При відтаюванні температура на поверхні м'яса підвищується, відбувається виділення м'язового соку, тобто створюються сприятливі умови для розмноження мікробів. Збережені мікроорганізми починають інтенсивно розмножуватися. Активність їх розмноження залежить від способу заморожування м'яса. При повільному заморожуванні, утворюються великі кристали льоду, що пошкоджують м'язові клітини, тому при дефростації виділяється багато м'язового соку, що сприяє розмноженню мікроорганізмів. При швидкому заморожуванні утворюються дрібні кристали льоду, що не травмують м'язові клітини, тому м'язовий сік, що виділяється всмоктується назад.

Великий вплив на інтенсивність розмноження мікроорганізмів під час дефростації має температура. Рекомендується повільне розморожування за температури 1 - 8 °С. При цьому температура на поверхні м'яса підвищується поступово, одночасно відбувається реабсорбція м'язового соку, що виділяється, отже, не відбувається стимулювання мікроорганізмів до розмноження. Швидке розморожування при кімнатній температурі сприяє різкому підвищенню температури на поверхні м'яса та інтенсивного розмноження мікроорганізмів.

Вище викладена інформація вказує, яке важливе значення має початкова мікрофлора м'яса перед надходженням його на процес заморозки. Для кращого збереження м'яса від впливу мікроорганізмів слід починати

дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог з моменту забою тварини і закінчувати процесом його надходження на відтаювання.

З метою запобігання псування мороженого м'яса потрібно підтримувати постійну температуру мінус 18°C при відносній вологості повітря 90 - 95%, проводити санітарну обробку приміщень. У цьому випадку досягається максимальна тривалість зберігання м'яса: для яловичини і баранини 10 - 12 місяців; телятини – 5 - 6 місяців; свинини – 6 - 9 місяців.

2.1.7. Псування м'яса

Псування м'яса настає в результаті діяльності мікроорганізмів у процесі зберігання. Види псування м'яса: *ослизніння, гниття, бродіння, пігментація, пліснявіння.*

Ослизніння - вид псування охолодженого м'яса до кінця періоду зберігання. На поверхні м'яса з'являється суцільний слизовий наліт сірого і сіро-зеленого кольорів. Збудниками псування є в основному бактерії роду *Pseudomonas* – грамнегативні неспороутворюючі палички, що мають високу ферментативну активність. Вони накопичуються на поверхні і проникають всередину м'яса по сполучній тканині. Під час ослизніння відбувається розпад білків і жири, у результаті чого якість м'яса знижується.

Швидкість розвитку ослизнення залежить від вологості повітря, температури зберігання і рівня початкового мікробного обсіменіння. Чим нижче температура і менша відносна вологість повітря, тим довше зберігається м'ясо без ознак псування. Чим вище початкова забрудненість м'яса мікроорганізмами, тим швидше з'являються ознаки ослизнення.

Гниття настає при тривалому зберіганні охолодженого м'яса з ознаками ослизнення. Гниття м'яса викликають різні аеробні, факультативно-і облігатноанаеробні бактерії. У разі низької температури зберігання, близької до 0 °C, збудниками гниття в основному є психрофільні бактерії роду *Pseudomonas*. У разі зберігання м'яса при підвищених температурах у

ньому розвиваються мезофільні гнильні бактерії: паличка протей, бацили картопляно-сінної групи, кластридії.

У процесі гниття відбувається руйнування білкових молекул і накопичення продуктів розпаду: аміаку, сірководню, фенолу, скатолу, індолу, меркаптанів, первинних амінів, які володіють дуже неприємним запахом і отруйними властивостями.

Кисле бродіння розвивається зазвичай у субпродуктах, багатих глікогеном (печінка, серце), рідше – в м'язовій тканині. Продукт набуває неприємний кислий запах, сірий або зеленуватий колір, знижується пружність тканини. Збудниками пороку є психротрофні молочнокислі бактерії і дріжджі, які зброджують вуглеводи з утворенням органічних кислот.

Пігментація характеризується появою на поверхні м'яса пігментних плям, які з'являються при накопиченні пігментоутворюючих аеробних бактерій. Наприклад, чудова паличка *Ps. prodigiosum* утворює плями червоного кольору, синьогнійна паличка *Ps. aeruginosa* – синього, флюоресцируюча паличка *Ps. fluorescens* – зеленого. Поява такого пороку свідчить про серйозні порушення санітарно-гігієнічного режиму на підприємстві.

Пліснявіння зазвичай спостерігається при відносно низькій температурі зберігання (мінус 5 - мінус 10°C) і низькій вологості, тому що цвілеві гриби здатні рости при даних температурах і менш вимогливі до вологи, ніж психрофільні бактерії. На поверхні м'яса зазвичай спостерігається зростання колоній цвілевих грибів роду *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium*. Цвілі викликають розпад білків і жирів, підвищення лужності, м'ясо набуває своєрідний затхлий запах. Зазвичай поява цвілі спостерігається на тих ділянках туші, де рух повітря інтенсивніше і відбувається зволоження поверхні. Під час пліснявіння створюються сприятливі умови для подальшого розвитку в м'ясі гнильних бактерій.

2.1.8. Мікрофлора м'яса птиці

М'ясо птиці, як і м'ясо забійних тварин, обсіменяється мікроорганізмами ендогенними і екзогенними шляхами.

Ендогенне (прижиттєве) обсіменіння відбувається при захворюваннях птахів. Тоді в органах і тканинах птахів виявляються збудники інфекційних захворювань: туберкульозу, сальмонельозу та ін. У здорових птахів прижиттєве обсіменіння мікроорганізмами відбувається під час транспортування на підприємства. Незвична обстановка без корму і води призводить до різкого ослаблення захисних сил і надходження мікробів з шлунково-кишкового тракту, жовчного міхура, печінки у м'язову тканину. У водоплавних птахів нерідко виявляються в м'язах кінцівок сальмонели, носіями яких вони часто є.

Екзогенне (післязабійне) обсіменіння поверхні тушок птиці, внутрішніх органів відбувається в процесі забою і наступної обробки тушок. Найбільш значне забруднення тушок птиці виникає під час теплової обробки (шпарки), видалення оперення, видалення внутрішніх органів (патрання) і холодильної обробки. У процесі теплової обробки птиці вода в шпарильних чанах швидко забруднюється і кількість мікроорганізмів в ній збільшується в 100 і більше разів. При цьому вода обсіменяється не тільки сапрофітними, але і патогенними мікробами. З води мікроорганізми потрапляють на тушки птиці.

Для зменшення забруднення тушок мікроорганізмами рекомендується проводити шпарення в 0,004% розчині соляної кислоти, цей метод дозволяє знизити забрудненість мікроорганізмами поверхні тушок в 2 і більше разів.

При знятті оперення в результаті пошкодження шкіри мікроби проникають в підшкірну клітковину і в м'язи. Значно збільшується вміст мікроорганізмів при видаленні внутрішніх органів (патрання) у результаті порізів і розривів кишечника. При напівпатранні, коли видаляється лише кишечник і клоака, обсіменіння мікроорганізмами збільшується, ніж при повному потранні. Внутрішня порожнина тушок забруднюється вмістом кишечника, у якому містяться не тільки сапрофітні, але й умовно-патогенні і

патогенні бактерії. Затримка патрання також сприяє збільшенню обсіменіння тушок мікробами.

Холодильна обробка птиці проводиться методами охолодження або заморожування. Охолодження здійснюють зазвичай контактним способом шляхом занурення тушок у крижану воду або в водо-крижану суміш за температури 0 - 2 °С. Відбувається забруднення води і перехресне обсіменіння тушок мікроорганізмами. Рекомендується використовувати воду з вмістом активного хлору 10 - 20 мг в 1 л.

Контрольні питання

1. Які мікроорганізми містяться в організмі тварин, їх значення?
2. У яких випадках відбувається ендогенне обсіменіння м'яса мікроорганізмами?
3. Які існують джерела екзогенного обсіменіння м'яса?
4. Які мікроорганізми розвиваються в охолодженому м'ясі та які процеси вони викликають?
5. Як змінюється мікрофлора при заморожуванні, зберіганні і дефростації м'яса?
6. Які мікроорганізми, у яких умовах викликають псування м'яса?
7. Укажіть шляхи і джерела обсіменіння тушок птиці мікроорганізмами.

2.2. Мікробіологія виробництва м'ясопродуктів

2.2.1. Посол м'ясопродуктів

Посол є важливою технологічною операцією у виробництві м'ясопродуктів: шинки, окостів, ковбас. У результаті засолу м'ясопродукти набувають характерні органолептичні властивості: смак, аромат, забарвлення.

Посол грає провідну роль у утворенні специфічних властивостей продуктів і їх стійкості при зберіганні. Під час посолу у м'ясі відбуваються зміни, зумовлені ферментами м'яса і ферментами мікроорганізмів, що взаємопов'язані і мають вплив один на одного.

Розрізняють декілька способів посолу. Нині широкого поширення набув метод розсільного посолу, шприцювання, при якому розсіл нагнітається безпосередньо вглиб м'яса.

У розсіл поряд з сіллю вносять цукор, спеції, нітрит, аскорбінову кислоту. Цукор надає продукту ніжність, м'якість; спеції – аромат; нітрит – для пігментоутворення. Нітрит надає згубну дію на грамнегативні палички сімейства кишкових бактерій і багато видів клостридій, і зокрема на *Clostridium botulinum*. Багато авторів саме цим обгрунтовують застосування нітриту при посолі м'ясопродуктів. Важливу роль при цьому відіграє рН, оскільки при рН 6,0 і нижче гнітючий вплив нітриту на мікроорганізми зростає в 10 разів.

Кухонна сіль володіє комплексним впливом на мікроорганізми. Консервуючий вплив кухонної солі пов'язано з підвищенням осмотичного тиску середовища і прямою антимікробною дією іонів хлору.

Як відомо, у середовищі з високим осмотичним тиском виникає зневоднення і плазмоліз клітин мікроорганізмів. У результаті порушується життєдіяльність багатьох мікробів, частина з яких гине, а частина переходить у стан анабіозу. Встановлено також, що іони хлору справляють гнітючий вплив на мікробні клітини, знижуючи їх ферментативну активність. Особливо пригнічуються протеолітичні ферменти.

2.2.2. Вплив кухонної солі на мікроорганізми

Мікроорганізми, що містяться в м'ясі і розсолі, характеризуються різною чутливістю до кухонної солі. Серед них розрізняють несолелюбиві, солестійкі і солелюбиві мікроорганізми.

Несолелюбиві (негалофільні) мікроорганізми розвиваються в середовищах з концентрацією повареної солі 1 - 2% і припиняють розвиток при концентрації солі близько 6%. Такими є неспоруутворюючі грамнегативні палички (протей, БГКП, псевдомонас).

Солестійкі (солетолерантні) мікроорганізми здатні рости в середовищах з концентрацією солі 6 - 8% і зберігати життєздатність у середовищах з високим вмістом солі: 20% і більше. До них відносять багато видів коків, молочнокислі бактерії, бацили, кластридії.

Несолелюбиві мікроорганізми, чутливі до дії кухонної солі, у розсолі припиняють свій розвиток і відмирають. Солестійкі мікроорганізми зберігаються, частина з них адаптується до високої концентрації кухонної солі і починає розмножуватись, наприклад, молочнокислі бактерії, мікрококи. Активно розмножуються в розсолі галофільні мікроорганізми.

Низькі температури в процесі посолу мають велике значення, тому що істотно обмежують розмноження мезофільних мікроорганізмів. Найбільш ефективна температура 3 - 5°C, котра являється одним із факторів, що забезпечує пригнічення життєдіяльності цих мікроорганізмів.

Зазвичай посол проводять за температури 6 - 9 °C і відносній вологості повітря 80 - 85%. При більш високих температурах процес посолу прискорюється, але зростає небезпека отримання бракованої продукції в зв'язку з розвитком небажаних мікроорганізмів.

Необхідно відзначити, що в розсолі і м'ясопродуктах багато мікроорганізмів зберігають життєздатність тривалий час. Зокрема, високою стійкістю до умов посолу відрізняються деякі патогенні і токсикогенні мікроорганізми. Наприклад, сальмонели, бруцели, золотистий стафілокок зберігають життєздатність при посолі протягом декількох місяців.

Отже, не можна направляти в посол м'ясо хворих, ослаблених, стомлених тварин. Для засолу слід використовувати м'ясо, благополучне в санітарному відношенні.

2.2.3. Зміна мікрофлори в розсолах і м'ясопродуктах

У процесі використання кількісний і якісний склад мікрофлори в розсолах змінюється, створюється характерна мікрофлора розсолів. Зміну складу мікрофлори пов'язано з впливом консервуючих факторів розсолу, а також з антагоністичними відносинами між мікроорганізмами.

Як правило, у розсолах переважають галофільні і солестійкі мікроорганізми: мікрококи, молочнокислі бактерії, грамнегативні бактерії роду *Pseudomonas*, грампозитивні бацили картопляно-сінної групи. Молочнокислі бактерії і мікрококи складають корисну мікрофлору розсолів. У доброякісних зрілих розсолах кількість цих бактерій становить 90 % від загального числа мікроорганізмів.

Молочнокислі бактерії і мікрококи володіють антагоністичною дією по відношенню до гнильних бактерій. Вони обумовлюють стійкість розсолів, оберігають їх і солоні м'ясопродукти від псування. Таким чином, при посолі м'яса мають місце такі захисні фактори: концентрація кухонної солі, понижена температура, мікробний антагонізм, що забезпечують стійкість розсолів і м'ясопродуктів.

У результаті діяльності корисних мікроорганізмів рН розсолів і м'ясопродуктів поступово знижується і встановлюється в інтервалі 5,8 - 6,0, тобто реакція середовища перестає бути оптимальною для бактерій, що розщеплюють білок, але не пригнічує впливу на корисні мікроорганізми.

Молочнокислі бактерії і мікрококи беруть участь у створенні специфічного смаку, аромату і поліпшення кольору в зв'язку з утворенням ароматичних сполук, органічних кислот, спиртів, летких жирних кислот і ін.

Нині розроблена методика інтенсифікації посолу окостів з використанням штамів молочнокислих бактерій, адаптованих до умов посолу.

У результаті ферментативної діяльності корисної мікрофлори в продукті накопичуються органічні кислоти, спирт, амінокислоти, карбонільні сполуки, що створюють специфічний аромат.

2.2.4. Санітарні вимоги до розсолу

Розсоли повинні відповідати певним санітарним вимогам. Вони не мають містити патогенних мікроорганізмів, стійких до високих концентрацій солі, зокрема сальмонел. До шприцювальних розсолів пред'являють особливі високі санітарні вимоги: не допускається наявність спороутворюючих бактерій, наявність ентерококів допускаються тільки в незначній кількості (більше ніж в 50 мл), так, як вони викликають закисання розсолів і м'ясопродуктів. У заливочних розсолах після 5-хвилинного кипіння ентерококи не повинні міститись в 500 мл, а спори анаеробних клостридій і аеробних бацил – в 50 мл розсола.

Псування розсолів відбувається при підвищеній температурі посолу, недостатній концентрації солі, підвищеному мікробному обсіменінні сировини, порушенні санітарно-гігієнічних умов. У зіпсованих розсолах відзначається поява неприємного запаху і смаку, утворення мути, пластівців, піни. Доброякісність розсолів оцінюється за результатами редуцтазної проби з метиленовим синім. У пробу розсолу додають розчин метиленовий синій і спостерігають за часом його знебарвлення. У розсолах з ознаками псування знебарвлення метиленового синього відбувається через 5 - 30 хв., у той час, як в доброякісних розсолах – через 1 годину.

Збудниками псування розсолів найчастіше є ентерококи, бактерії роду *Achromobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*.

При зберіганні солоних м'ясопродуктів можливе їх псування під дією мікроорганізмів. Це може бути поверхнєве і внутрішнє гниття, пліснявіння, зміна кольору, запаху, смаку. Запобігання псуванню копчених і варених м'ясопродуктів досягається дотриманням температури 4 - 6°C і обмеженням терміну зберігання. Продукти тривалого посолу (шпиг, окіст, копчений і солоний свинячий рулет) дозволяється зберігати за температури не вище 12 °C і відносній вологості повітря 70 - 80% протягом 5 - 9 місяців.

2.2.5. Мікрофлора м'ясопродуктів при сушінні у вакуумі

Сушка в умовах вакууму є одним із сучасних методів консервування продуктів. У герметичній упаковці висушені продукти зберігаються протягом декількох років у звичайних температурних умовах. У промисловості застосовують *сублімаційну сушку*. При сублімаційному сушінні м'ясо і м'ясопродукти спочатку піддають швидкому заморожуванню до температури мінус 30 - мінус 40°C, а потім сублімації – видаленню вологи при низькій температурі (мінус 15 - мінус 20°C) в умовах вакууму. Під час сублімації вода, яка знаходиться в продукті у вигляді льоду, переходить з твердого агрегатного стану в пару, минаючи рідку фазу. Видаляється 75 - 90% води: вся вільна і частина зв'язаної. Частина, що залишилася води випаровується при досушуванні при температурі 40 - 80 °C.

Значна частина мікроорганізмів у продуктах гине під впливом низької температури, високого осмотичного тиску, механічні дії кристалів льоду і підвищеної температури в процесі досушування. Обсяг залишкової мікрофлори залежить від технологічних режимів сушіння, фізико-хімічних властивостей продукту (рН, активності води та ін.), стійкості мікроорганізмів, їх початкової кількості. Істотний вплив на забрудненість мікроорганізмами готових продуктів надають санітарно-гігієнічні умови виробництва. Загальна бактеріальна забрудненість готових виробів становить 10^3 - 10^6 мікробних клітин в 1 г.

Склад залишкової мікрофлори сублімованих м'ясопродуктів представлений переважно спорами анаеробних клостридій (до 40%), спорами аеробних бацил (20 - 22 %), а також мікрококами, стафілококами, молочнокислими бактеріями, дріжджами. В окремих випадках виявляються кишкові палички, протей, сальмонели та інші представники сімейства кишкових бактерій. Під впливом негативних факторів деякі мікроорганізми змінюють свої властивості, втрачають здатність до розмноження, хоча зберігають життєздатність.

У процесі зберігання сублімованих м'ясопродуктів у герметичній упаковці відбувається відмирання частини збережених мікроорганізмів, особливо інтенсивно в перші 4 - 6 місяців. При зберіганні продуктів в умовах підвищеної вологості, активно розмножуються і зберегли життєздатність мікроби, кількість яких через 24 години зростає в 10 і більше разів.

Для отримання сублімованих продуктів, стійких у зберіганні, до сировини пред'являють високі санітарні вимоги. Сировина повинна мати низьку кількість бактерій, не містити коагулазопозитивних стафілококів, токсикогенних клостридій та інших небезпечних мікроорганізмів.

2.2.6. Мікрофлора м'ясних напівфабрикатів

М'ясні напівфабрикати виготовляють з цільного (кускового) і рубленого (фаршу), що відповідно отримують з охолодженого і мороженого м'яса. Відповідно до ДСТУ 4589:2006 «Напівфабрикати м'ясні натуральні від комплексного ділення яловичини за кулінарним призначенням. Технічні умови» м'ясо для виробництва напівфабрикатів має відповідати наступним показникам: КМАФАнМ – $5 \cdot 10^6$ КУО в 1 г, палички протей не допускаються в 0,1 г. Найбільш перспективним методом подовження термінів зберігання м'ясних напівфабрикатів є їх заморожування за температури від мінус 30 до мінус 40°C протягом 1 - 3 годин. При такому швидкому заморожуванні продукти не втрачають своїх властивостей.

У процесі заморожування частина мікрофлори гине, але деякі мікроорганізми зберігають свою життєздатність. Обсяг залишкової мікрофлори збільшується у тих випадках, коли початкова забрудненість сировини мікроорганізмами досить висока. У процесі зберігання швидкозаморожених м'ясних виробів за температури мінус 18 - мінус 20°C забезпечується збереження чисельності залишкової мікрофлори і спостерігається навіть невелике зниження кількості мікроорганізмів.

При мікробіологічних дослідженнях різноманітних швидкозаморожених м'ясних виробів виявлено, що в 30 - 55% виробів вміст бактерій становить – 10^2 - 10^3 КУО/1 г; в 35 – 50% виробів – 10^3 - 10^4 КУО/1 г бактерії групи кишкової палички (БГКП) не виявлялися в 0,1 г. Вища забрудненість мікроорганізмами відзначається у виробках, виготовлених з фаршу і субпродуктів і становить 10^4 - 10^5 КУО/1 г.

У мікрофлорі швидкозаморожених м'ясних виробів можуть бути присутніми патогенні мікроорганізми, які можуть потрапити під час підготовки м'яса, фасуванні, пакуванні. Такі мікроорганізми зберігають свою життєздатність при заморожуванні (психрофіли). У зв'язку з цим необхідно суворо дотримуватися санітарно-гігієнічних правил на всіх етапах виготовлення даної продукції.

Контрольні питання

1. Які існують методи посолу м'ясопродуктів?
2. Як поділяються мікроорганізми по відношенню до кухонної солі?
3. Як змінюється мікрофлора розсолів і солоних м'ясопродуктів?
4. Який роль корисної мікрофлори розсолів і солоних м'ясопродуктів?
5. Яким санітарним вимогам повинні відповідати розсоли?
6. Які фактори викликають загибель мікроорганізмів при сублімаційній сушці ?
7. Які фактори впливають на обсяг залишкової мікрофлори сублімованих продуктів ?

8. Які фактори забезпечують стійкість швидкозаморожених м'ясних напівфабрикатів ?

2.3. Мікробіологія ковбасних виробів

2.3.1. Санітарні вимоги до сировини для виробництва ковбас

Ковбаси відносять до продуктів, що вживають у їжу без попередньої термічної обробки, тому ковбаси повинні відповідати високим санітарним вимогам.

Джерелами мікрофлори ковбасних виробів є сировина і технологічні операції підготовки і переробки: разрубка туш, обвалювання, жилювання, посол, складання ковбасного фаршу, наповнення фаршем ковбасної оболонки.

Вимоги до сировини. Сировина є основним джерелом мікробного обсіменіння ковбас. Для виробництва ковбасних виробів допускається м'ясо, отримане від здорових вгодованих тварин. Умовно-придатне м'ясо можна застосовувати для виготовлення варених ковбас з дозволу ветеринарно-санітарного нагляду після попереднього проварювання і з обов'язковим мікробіологічними дослідженням готової продукції. М'ясо сумнівної свіжості (з ознаками ослизнення, пліснявіння), має забруднення на поверхні дозволяють використовувати після санітарної обробки (промивання і зачистки) з подальшим мікробіологічним контролем готових ковбас.

2.3.2. Динаміка мікрофлори в процесі виготовлення ковбас

У процесі розрубання туш, обвалювання і жилювання різко збільшується кількість мікроорганізмів у м'ясі. Операції ці проводяться вручну, тому обсіменіння м'яса мікроорганізмами є неминучим.

Під час розподілу напівтуш на відруби, обвалюванні і жилюванні м'яса м'язова тканина подрібнюється, оголюються її внутрішні ділянки, збільшується площа зіткнення м'яса із зовнішнім середовищем. Мікроорганізми вносяться в м'ясо з рук робітників, інструментів, робочих столів, спецодягу, повітря виробничих приміщень. Крім того, відбувається перерозподіл мікроорганізмів з поверхні на внутрішні ділянки м'язової тканини.

Ступінь мікробного обсіменіння залежить від величини шматків м'яса: чим дрібніше шматки і чим більше співвідношення поверхні до об'єму шматків, тим більше рівень їх мікробного обсіменіння. Встановлено, що вміст мікробів в дрібних шматках майже в 100 разів перевищує їх кількість, ніж у великих шматках масою 1 - 2 кг.

Мікроорганізми розмножуються на обвалочний столах, ножах, руках робітників, так як там накопичується кров, м'язовий сік, що є сприятливим середовищем для розвитку мікробів.

Якісний склад мікрофлори обсемененого м'яса дуже різноманітний і складається з різних сапрофітних і умовно-патогенних мікроорганізмів: гнильних, кишкових, кокових бактерій, цвілевих грибів, дріжджів та ін. Можливе потрапляння патогенних мікроорганізмів (сальмонел та ін.).

Для зменшення ступеня мікробного обсіменіння сировини на цьому етапі необхідно скоротити тривалість її обробки і виконувати підготовчі операції при зниженій температурі в цеху. Крім того, слід дотримуватися санітарно-гігієнічного режиму, що полягає в ретельній санітарній обробці столів, ножів, спецодягу, тари, дотриманні особистої гігієни працівниками. У кінці зміни і перед початком роботи обвалочні столи і ножі повинні митися гарячим содовим розчином, потім розчином хлорного вапна. Руки необхідно мити протягом зміни кілька разів.

Під час посолу кількість мікроорганізмів у м'ясі збільшується за рахунок обсіменіння посолочної суміші або розсолу з обладнання. У м'ясі зростає кількість різних солелюбивих і солестійких мікроорганізмів (аеробні спорові палички, пігментні бактерії, мікрококи, молочнокислі бактерії, дріжджі, цвілі). Для зменшення мікробного забруднення м'яса при посолі рекомендується застосовувати стерильну посолочну суміш, розсоли хорошої якості, дотримуватись температурного режиму і терміну посолу. Тривалість посолу для варених ковбас становить 1 - 3 доби, для сирокочених – 5 - 10 діб за температури не вище 3 - 5°C.

При виготовленні фаршу здійснюють подрібнення м'яса на дзизі і куттері, фарш перемішують у фаршмішалці, тому при вищевказаних технологічних операціях відбувається подальше обсіменіння фаршу мікроорганізмами з обладнання, з повітря та рук робітників. Крім того, температурний режим на цих операціях становить (18 - 22 °С), що сприяє швидкому розмноженню мікроорганізмів.

Під час додавання шпику і спецій фарш обсіменяється мікроорганізмами додатково. Зі спеціями, особливо з перцем, у фарш потрапляє величезна кількість споруутворюючих бактерій. Лабораторними дослідженнями встановлено, що в 1 г чорного перцю міститься 10 - 12 млн. мікробних клітин. У мікрофлорі перцю переважають бацили картопляно-сінної групи, грибоподібні палички, капустяні палички, можуть бути й анаеробні бактерії. Після внесення спецій у м'ясну сировину, кількість спор у ковбасному фарші зростає в 50 - 100 разів, тому спеції, що додаються в ковбасний фарш, необхідно стерилізувати гарячим повітрям. Використання стерильних спецій дозволяє значно зменшити мікробне забруднення ковбасного фаршу. Експериментально доведено, що стійкість при зберіганні ковбасних виробів, виготовлених з додаванням стерильних спецій, приблизно в 4 рази вище, ніж стійкість ковбас, вироблених з нестерильними спеціями.

Для зменшення рівня мікробного забруднення ковбас фарш слід готувати з дотриманням необхідних санітарних правил. Машини для подрібнення м'яса і мішалки перед роботою і в кінці робочого дня потрібно промивати гарячою водою і обробити паром. Грати, ножі, вали необхідно прочистити, ретельно вимити гарячим содовим розчином і просушити. Працівники, що обслуговують машини, повинні перед робочою зміною і в процесі роботи мити і дезінфікувати руки 0,2%-ним розчином хлорного вапна або хлораміном, стежити за чистотою спецодягу. Важливо регулярно проводити мікробіологічний контроль якості миття обладнання, рук робітників, стану спецодягу.

У процесі наповнення ковбасної оболонки, мікроорганізми потрапляють у фарш з обладнання, з ковбасних оболонок, з рук робітників, тому для зменшення мікробного обсіменіння ковбасних виробів потрібно проводити ретельну санітарну обробку шприців перед початком роботи.

Додатковим джерелом забруднення ковбасного фаршу мікроорганізмами служить ковбасна оболонка. Порівнюючи натуральні та штучні ковбасні оболонки, потрібно віддати перевагу штучним. У разі дотримання санітарних вимог зберігання і транспортування ці оболонки містять дуже невелику кількість мікроорганізмів. Натуральні кишкові оболонки забруднені різними мікроорганізмами, багато з яких є збудниками псування м'яса і м'ясопродуктів. Якісна санітарна обробка (очищення, дезінфекція) дозволяє істотно знизити вміст мікроорганізмів у натуральних ковбасних оболонках.

Дуже важливо, щоб набивання ковбасних батонів проводилось щільно і рівномірно. Під час нещільної набивки всередині батона утворюються порожнечі (ліхтарі), у яких накопичується волога і створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

2.3.3. Вплив теплової обробки на мікрофлору варених ковбас

Після наповнення ковбасних оболонок фаршем мікробне забруднення ковбасних виробів припиняється. За подальших технологічних операціях відбуваються певні зміни мікрофлори ковбас.

Осадження варених ковбас триває 2 - 4 год. при температурі не вище 2°C і відносній вологості 85 - 95%. У разі дотримання технологічних параметрів склад мікрофлори ковбасних виробів у процесі осадження істотно не змінюється. Підвищення температури і подовження тривалості осадження сприяє розмноженню і нагромадженню мікроорганізмів, зокрема, токсикогенних бактерій, наприклад, *Cl.perfringens*.

Обжарка – обробка ковбас гарячим димом, що має температуру 80 - 110°C протягом 1 - 1,5 год. Обсмажуванню піддають усі варені ковбаси,

напівкопчені та твердокопчені ковбаси, сосиски. Під дією диму оболонка і частково фарш на поверхні підсушуються і ущільнюються, у результаті чого мікроорганізми в них частково гинуть, а збережені перестають розмножуватися. Усередині ковбасних батонів фарш нагрівається. Усередині ковбасних батонів діаметром 3 - 5 см температура в центрі сягає 40 - 50 °С, кількість мікроорганізмів зменшується. У батонах діаметром 8 - 15 см температура в центрі не перевищує 40°С і бактерії активно розмножуються. У зв'язку з цим слід дотримуватись термінів обсмажування, тому що при їх подовженні кількість мікроорганізмів у ковбасах збільшується.

Варку ковбас проводять з метою доведення продукту до готовності, придання йому відповідних смакових якостей та знищення мікроорганізмів. Під час варіння ковбасних виробів патогенні мікроорганізми і більшість сапрофітних збудників псування ковбас повинні загинути під дією температури.

Ковбаси варять паром за температури 85 – 90 °С протягом від 10 хв. до 2,5 год., залежно від діаметра батона. Температура всередині батонів досягає 70 – 72 °С. У ковбасах відмирають 99 - 99,9% мікроорганізмів, що містяться в них. Зберігають свою життєдіяльність лише спори бактерій і невелика кількість термостійких неспоруютьчих мікроорганізмів, переважно коків.

Мікробіальна забрудненість сирих ковбас коливається в широких межах у залежності від сорту ковбас. Загальна кількість мікроорганізмів у ковбасах вищих сортів становить десятки тисяч клітин в 1 г, у ковбасах нижчих сортів сотні тисяч і навіть мільйони мікробних клітин.

Після процесу варіння ковбас забрудненість мікроорганізмами різко знижується і складає сотні клітин у ковбасах вищих сортів або кілька тисяч бактерій в низькосортних виробках. У глибині батонів кількість мікроорганізмів більше, ніж у поверхневих шарах, за рахунок різної інтенсивності прогрівання.

2.3.4. Склад залишкової мікрофлори

Готові ковбаси повинні відповідати високим мікробіологічними вимогам. Загальна кількість мікроорганізмів в ковбасах нормується. Так загальна мікробна забрудненість ковбасних виробів складає в середньому від декількох десятків до декількох сотень тисяч мікробних клітин в 1 г., тоді як в ліверних ковбасах може міститись від декількох десятків тисяч до декількох сотень тисяч. У ковбасах III сорту завжди міститься більше мікроорганізмів, ніж у ковбасних виробих I і II сорту. У разі дотримання всіх санітарних вимог і технологічних режимів виробництва загальна мікробна обсемененість варених і напівкопчених ковбас I і II сортів повинна не перевищувати 1000 і в ковбасах III сорту не вище 2000 мікробних клітин в 1 г. Наявність в ковбасних виробих кишкової палички, або протей незалежно від загальної мікробної забрудненості свідчить про низький санітарний рівень виробництва. Висока бактеріальна забрудненість готових ковбас може бути пов'язана з порушенням санітарних норм або недотриманням технологічних режимів осадження, варіння, а також залежить від початкового обсеменіння сировини мікроорганізмами.

Після варіння ковбаси охолоджують під душем до температури 30 - 35°C і далі в камері охолодження до 4 °C з метою запобігання швидкого розмноження бактерій, що залишилися у продукті. Варені ковбаси відносять до виробів, що швидко псуються і повинні бути реалізовані протягом 72 год.

2.3.5. Мікробіологія копчених і сиров'ялених ковбас

Копчені ковбаси поділяють на сирокопчені і варено-копчені, що відрізняються технологією виготовлення.

Сирокопчені ковбаси. Технологія виготовлення сирокопчених ковбас включає наступні етапи: осадження протягом 5 - 7 діб, копчення за температури 18 – 25 °C, сушку тривалістю до 1,5 місяців. Різновидом сирокопчених ковбас є сиров'ялені ковбаси, які сушать без попереднього копчення.

Найважливішим фактором консервування ковбасних виробів є дозрівання фаршу і сушка ковбаси. Смак і запах готової сирової ковбаси обумовлюють різні добавки, компоненти коптильного диму, а також значна кількість мікроорганізмів, що утворюють корисну мікрофлору виробів.

У ході технологічного процесу мікрофлора сирової ковбаси змінюється в кількісному і якісному відношенні. На початкових етапах кількість мікроорганізмів збільшується, досягаючи мільйонів клітин в 1 г. Стан ковбасного фаршу оцінюють як гігієнічно задовільний, якщо загальна бактеріальна забрудненість складає не більше 10^6 КУО, а клостридій не більше 10 КУО в 1 г. До кінця сушки кількість мікроорганізмів зменшується в кілька разів. Однією з умов забезпечення потрібного напрямку мікробіологічних змін є дотримання виробничої та особистої гігієни працівниками.

Якісний склад мікрофлори фаршу в процесі дозрівання ковбас також зазнає змін. У складі первісної мікрофлори переважають бактерії групи кишкової палички, гнильні бактерії, стафілококи. У невеликій кількості виявляють молочнокислі бактерії, мікрококи, дріжджі. У процесі дозрівання ковбас збільшується кількість молочнокислих бактерій, мікрококів і дріжджів, вони стають переважаючими. У міру дозрівання в ковбасах відмирають грамнегативні палички, гнильні бактерії.

Зміна мікрофлори сирової ковбас пов'язано з комплексним впливом ряду факторів: підвищення концентрації солі, антисептичних коптильних речовин, зневоднення середовища, зниження рН, мікробний антагонізм. Молочнокислі бактерії, мікрококи і дріжджі є стійкими до підвищеної концентрації кухонної солі, до коптильних речовин, тому вони активно розмножуються в процесі сушіння виробів. Вони володіють антагоністичною дією на гнильні бактерії, кишкові бактерії, стафілококи. Антагоністичну дію молочнокислих бактерій і мікрококів обумовлено зміною рН ковбасного фаршу в кислу сторону, що несприятливо впливає на

гнильні бактерії. Крім того, мікроби-антагоністи виробляють антибіотичні речовини.

Таким чином, під впливом комплексу бактерицидних і бактеріостатичних чинників мікрофлора сиров'ячених ковбас істотно змінюється. Мікрофлору готових сиров'ячених і сиров'ялених ковбас складають молочнокислі бактерії видів *Lbs. plantarum*, *Lbs. brevis*, *Pediococcus cerevisiae*, *Leuconostoc dext.*, мікрококи, дріжджі роду *Debariomyses*. Ця мікрофлора ковбас є корисною і має суттєвий вплив на формування специфічних органолептичних властивостей сиров'ячених і сиров'ячених ковбас.

У деяких країнах чисті культури вищевказаних мікроорганізмів використовують у якості заквасок, які вводять у ковбасний фарш для отримання високоякісних ковбасних виробів. Позитивні результати, отримані при використанні дріжджів роду *Debariomyses*, для обробки поверхні сиров'ячених ковбас з метою запобігання від пліснявіння.

Варено-копчені ковбаси виготовляються за іншою технологією, яка включає осадку протягом 1 - 3 діб, гаряче копчення за температури 50 - 60 °С, варіння, вторинне копчення за температури 32 - 45 °С, сушку протягом 5 - 7 діб.

Зміна мікрофлори варено-копчених ковбас відбувається за тими ж закономірностям, що і в сиров'ячених ковбасах. Однак при варінні велика частина мікроорганізмів відмирає, зокрема, кишкові палички, протей, гнильні бактерії, більшість молочнокислих бактерій і мікрококів. В ході подальших технологічних етапів (вторинне копчення, сушка) відбувається розмноження збережених після варіння мікроорганізмів, головним чином, молочнокислих бактерій і мікрококів. Але загальна кількість мікроорганізмів у варено-копчених ковбасах значно менша, ніж в сиров'ячених.

Мікробіологічні показники копчених і сиров'ячених ковбас такі ж, як і варених. У випадках, якщо вироби не відповідають нормативним показникам, їх направляють на повторну сушку протягом 7 - 10 діб. Якщо

мікробіологічні показники і після сушіння залишаються вище нормативних, ковбасу переробляють у варену.

2.3.6. Зміна мікрофлори ковбасних виробів при зберіганні

Стійкість ковбасних виробів при зберіганні визначається цілою низкою чинників: кількісним і якісним складом залишкової мікрофлори, ступенем зневоднення, вмістом кухонної солі, значенням рН, концентрацією коптильних речовин, консистенцією продукту.

Найбільш стійкими в зберіганні є сирокочені ковбаси, що пояснюється найбільш низьким вмістом вологи, найбільшою концентрацією солі і антисептичних коптильних речовин, кислою реакцією фаршу (рН 6,2 - 6,4), щільною консистенцією продукту. Велике значення для стійкості цих ковбас має залишкова мікрофлора, що володіє антагоністичною дією відносно гнильних мікроорганізмів. Зберігати сирокочену ковбасу рекомендується при температурі 4 - 6 °С. Тривалість зберігання ковбаси коливається від 1 - 2 тижнів до 6 місяців у залежності від сорту і способу виготовлення. Допускається нетривале зберігання при кімнатній температурі.

Варено-копчені ковбаси менш стійкі в зберіганні, Тривалість зберігання продукту за температури 4 - 6 °С становить 3 - 5 днів; у замороженому стані варено-копчені ковбаси можуть зберігатися до 6 місяців. Після такого зберігання можливе виникнення такого пороку, як розм'якшення і втрата коптильного аромату.

Менш стійкими в зберіганні є варені ковбаси, що пов'язано з досить високим вмістом вологи (близько 60 %) і менш щільною консистенцією виробів. Найменший термін зберігання мають субпродуктові ковбаси, у яких умови для розмноження мікроорганізмів найсприятливіші. Це обумовлено складом сировини (субпродукти), пухкою консистенцією фаршу, наявністю пористої оболонки, яку не піддають обсмажуванню, проникною для мікробів, більш високим значенням рН (6,7 - 6,9).

Варені ковбаси можна зберігати за температури 2 - 4 °С протягом 1 - 2 тижнів. Під час тривалого або неправильного зберігання в ковбасах відбувається розмноження збережених мікроорганізмів та мікроорганізмів, що потрапили з поверхні, що призводить до псування ковбас. Розрізняють такі види псування ковбас: кисле бродіння, гниття, згірклість, пліснявіння.

Кисле бродіння спостерігається у варених м'ясних і ліверних ковбасах, що мають високу вологість, що містять борошно і рослинні домішки. Збудниками пороку є молочнокислі бактерії, кишкові палички, дріжджі та ін. Мікроорганізми розкладають вуглеводи з утворенням молочної та інших органічних кислот, у результаті чого продукт набуває кислий смак і запах, колір і консистенція ковбас не змінюється. При доступі кисню фарш набуває сіро-зелений колір.

Гниття обумовлено діяльністю гнильних бактерій, які потрапляють в ковбаси при порушенні санітарного та технологічного режимів виробництва. Гниття ковбас відрізняється тим, що гнильне розкладання відбувається у всій масі батона і супроводжується розм'якшенням і виділенням газів з неприємним запахом. У копчених ковбасах виявити гнилісне псування важко, оскільки запах маскується ароматом коптільних речовин.

Згірклість спостерігається при тривалому зберіганні копчених ковбас. Збудниками пороку є мікроорганізми, що володіють ліполітичними властивостями: бактерії роду псевдомонас, цвілеві гриби. У ковбасах відбувається глибоке розкладання жиру з накопиченням альдегідів і кетонів, унаслідок чого продукт набуває прогірклий смак і їдкий запах.

Пліснявіння є найбільш частим пороком копчених ковбас при тривалому зберіганні в умовах підвищеної вологості. Зазвичай цвілі розвиваються на оболонці ковбасних батонів, утворюючи сухі і вологі нальоти. При нещільній набивці цвілі проростають всередину батона. Ковбаси з рясним проростанням цвілі необхідно піддавати санітарній обробці і переробляти в нижчі сорти. Налюти цвілі з оболонки видаляють протиранням, миттям з подальшим підсушуванням.

Контрольні питання

1. Яка сировина допускається для виробництва ковбас?
2. Як змінюється мікрофлора в процесі підготовки сировини (жилуванні, подрібненні)?
3. Які можливі джерела мікробного обсіменіння ковбас?
4. Як впливає обсмажування і варіння на мікроорганізми в ковбасних виробках?
5. Які мікробіологічні показники нормуються в ковбасних виробках?
6. Як змінюється мікрофлора копчених і сиров'ялених ковбас ?
7. Які мікроорганізми становлять корисну мікрофлору твердих ковбас ? Яка її роль?
8. Чим пояснюється стійкість різних ковбас при зберіганні ?
9. Які існують види псування ковбас та збудники?

2.4. Мікробіологія м'ясних консервів

2.4.1. Санітарні вимоги до сировини та принципи технології

М'ясні консерви є стерилізовані м'ясопродукти в герметично закупорених банках. Вони є продуктами тривалого зберігання при дотриманні певних вимог. Якість консервів забезпечується ретельним підбором і санітарною обробкою сировини, дотриманням санітарно-гігієнічного режиму і режиму стерилізації.

Під час виготовлення консервів слід використовувати м'ясо від здорових вгодованих тварин, отримане з дотриманням технологічних і санітарних вимог. Не допускається м'ясо умовно-придатне, сумнівної свіжості, погано знекровлене, забруднене, двічі заморожене. Не дозволяється використовувати м'ясо і субпродукти від тварин вимушеного забою. Технологія виробництва м'ясних та м'ясо-рослинних консервів складається з наступних операцій: підготовки сировини, закладки в банки, закупорювання банок, стерилізації.

2.4.2. Джерела мікрофлори консервів

Джерелами мікрофлори консервованих продуктів є сировина і допоміжні матеріали. Сировиною служить м'ясо, субпродукти, рослинна сировина: горох, квасоля, боби. М'ясо та субпродукти завжди містять ту чи іншу кількість мікроорганізмів, збудників псування консервів, а в деяких випадках патогенні і токсикогенні мікроорганізми (сальмонели, стафілококи, *Cl. Perfringens* та ін.). Вміст мікроорганізмів у сировині значною мірою визначає мікробіологічну забрудненість консервів до і після стерилізації.

Рослинна сировина зазвичай містить на поверхні велику кількість мікроорганізмів, основну частину яких складають ґрунтові спороутворюючі бактерії. Зокрема, можуть виявлятися токсикогенні і патогенні бактерії.

Для зменшення ступеня забрудненості сировину перед переробкою необхідно піддавати санітарній обробці (миттю, зачистці). Вода, що

застосовується для миття, має відповідати вимогам ДСТУ для питної води і не повинна містити анаеробних клостридій в 100 мл.

У процесі підготовки сировини і її закладки в банки (розподіл на відруби, обвалювання, жилювання, подрібнення) забрудненість сировини мікроорганізмами збільшується. Джерелами мікробного забруднення є інструменти, обвалочні столи, тара, руки і спецодяг робітників, повітря. У консервному цеху слід дотримуватися суворого санітарного режиму, оскільки ступінь обсіменіння сировини мікроорганізмами знаходиться в прямій залежності від рівня санітарії і гігієни на виробництві.

Сировина додатково збагачуються мікроорганізмами при додаванні в банки допоміжних матеріалів: прянощів, бульйонів, соусів, жиру. Сама операція закладки сировини в банки сприяє підвищенню рівня мікробного обсіменіння, тому що мікроби потрапляють з рук (при ручній закладці) або з обладнання при машинному наповненні.

Після закладки і порціонування сировини та допоміжних матеріалів консервні банки закривають, закупорюють у вакуум-закупорювальній машині. Під час закупорення з банок видаляється кисень, що зменшує хімічні зміни продукту, сприяє збереженню вітамінів, смакових і ароматичних речовин від руйнування у результаті окислення. Створення вакууму в консервних банках усуває можливість розвитку аеробних бактерій.

Після закупорення банки перевіряють на герметичність у вакуум-апараті «Бомбаго» або в ваннах з гарячою водою. З негерметичних банок витісняється зігрите повітря, яке піднімається як бульбашки. Негерметичні банки на стерилізацію не відправляють.

2.4.3. Стерилізація консервів

Стерилізація консервів є особливо важливим етапом технологічного процесу. Мета стерилізації - знищення патогенних і токсикогенних мікроорганізмів, а також мікробів, що викликають псування продукту. Стерилізацію консервів проводять в автоклавах. Режим регламентується

технологічними інструкціями і залежить від виду консервів, розміру банок, умов зберігання. Надійна стерилізація м'ясних консервів досягається за температури 112 - 120 °С.

Ефективність стерилізації консервів залежить не тільки від температури і тривалості нагріву, але і від ряду факторів, що впливають на мікроорганізми при стерилізації.

Велике значення мають кількісний і якісний склад мікрофлори, фізико-хімічні властивості продукту, а саме: консистенція, рН, вміст жиру, кухонної солі.

Найбільший вплив на ефективність стерилізації має склад мікрофлори продукту і, зокрема, вміст термостійких мікроорганізмів. Найбільш стійкими до нагрівання є спори бактерій, отже, якщо в продукті міститься багато термостійких спороутворюючих бактерій, то в таких консервах можуть зберегтися життєздатними мікроорганізми.

Слід враховувати і загальний обсяг мікрофлори в консервах перед стерилізацією. Чим вище початкова забрудненість продукту, чим більше в ньому спор бактерій, тим більша кількість бактерій може зберегти життєздатність після стерилізації. При високому первісному мікробному обсіменінні консервів збільшується ймовірність випуску недостерилізованої продукції.

Вплив на ефективність стерилізації має консистенція і гомогенність продукту. Нагрівання консервів, що мають рідку консистенцію, відбувається швидше і рівномірніше за рахунок виникнення конвекційних струмів. У консервах щільної консистенції конвекція утруднена, тепло поширюється повільніше, і температура в різних частинах банок буде неоднаковою. У зв'язку з цим відмирання мікроорганізмів в продуктах, що мають рідку заливку, відбувається швидше і повніше.

Загибель мікроорганізмів при нагріванні настає в результаті коагуляції білків. Встановлено, що в кислому середовищі коагуляція білків настає швидше, а значить і термостійкість бактерій зменшується. У продуктах з

нейтральною і слаболужною реакцією більшість спороутворюючих бактерій має максимальну стійкість до нагрівання. У продуктах з підвищеною кислотністю термостійкість спор бактерій зменшується, і вони гинуть швидше.

Ефективність стерилізації залежить також від вмісту жиру в продукті. У жировому середовищі стійкість мікроорганізмів до високої температури підвищується, оскільки жир є поганим провідником тепла. Навколо мікробних клітин утворюється гідрофобна жирова плівка, яка захищає білки цитоплазми від коагуляції. У жировому середовищі бактеріальні клітини більш термостійкі і для їхнього знищення потрібно більше часу.

Термостійкість мікроорганізмів у м'ясних консервах залежить від концентрації в них кухонної солі. Невеликі концентрації кухонної солі до 3 - 5 % підвищують стійкість до високої температури багатьох мікроорганізмів, що обумовлено осмотичним видаленням вологи з мікробних клітин.

Таким чином, певні фізико-хімічні властивості продуктів у поєднанні зі стерилізацією обумовлюють певною мірою стійкість консервів при зберіганні, впливаючи на ефективність стерилізації.

2.4.4. Залишкова мікрофлора консервів

Залишковою мікрофлорою називають мікроорганізми, що зберегли свою життєдіяльність після термічної обробки. Залишкову мікрофлору стерилізованих консервів зазвичай складають спори мікроорганізмів, що володіють високою термостійкістю. У складі залишкової мікрофлори пастеризованих консервів, крім спороутворюючих бактерій, є також термостійкі неспороутворюючі бактерії, переважно коки.

Залишкова мікрофлора м'ясних і м'ясо-рослинних консервів, як правило, представлена термофільними аеробними бацилами (*Bac. Polytuxa*, *Bac. Stearothermophilus*, *Bac. Coagulans*), мезофільними аеробними бацилами (*Bac. Mesentericus*, *Bac. Subtilis*, *Bac. Cereus*), а також облігатними анаеробними клостридіями (*Cl. putrificum*, *Cl. perfringens*, *Cl. pasteurianum*,

Cl. butiricum). Спори цих мікроорганізмів можуть зберігати життєздатність навіть після тривалого нагрівання за температури 115 - 120 °С.

Зрідка в консервах виявляють паличку ботулізму (*Cl. Botulinum*), що володіє токсикогенними властивостями і що є найнебезпечнішим мікроорганізмом залишкової мікрофлори консервованих продуктів. Спори палички ботулізму мають дещо меншу термостійкість у порівнянні з іншими анаеробними клостридіями. Час відмирання палички ботулізму приймається за мінімальну стандартну норму при розробці режимів стерилізації низькокислотних і середньокислотних консервів, зокрема, м'ясних і м'ясо-рослинних.

Беспорові форми мікроорганізмів зазвичай при стерилізації гинуть. Виявлення життєздатних клітин неспоруютьчих бактерій у готових консервах вказує на порушення режиму стерилізації: недостатню температуру або тривалість нагріву, на високу початкову забрудненість продукту. З беспорових бактерій у консервах часто виявляють стафілококи, зокрема, токсикогенні золотисті стафілококи.

Готові консерви повинні відповідати вимогам промислової стерильності. Промислова стерильність не тотожна абсолютній стерильності. У промислово-стерильних виробках не повинні міститись патогенні і токсикогенні мікроорганізми, а також збудники псування консервів: термофільні бацили, газоутворюючі мезофільні бацили і клостридії. Однак допускається наявність обмеженої кількості життєздатних клітин негазоутворюючих непатогенних і нетоксикогенних бактерій роду *Bacillus*. Допустима кількість цих бактерій, що не порушує мікробіологічної стабільності консервів, може становити кілька десятків клітин в 1 г.

2.4.5. Псування консервів

Розрізняють такі види псування консервів: бомбаж, плоскокисле псування, сульфідне псування.

Бомбаж. Бомбажних називають банки з роздутими денцями. Бомбаж буває істинним і хибним. Істинний бомбаж буває мікробіологічним і хімічним.

Мікробіологічний бомбаж консервів настає в результаті життєдіяльності газоутворюючих мікроорганізмів, які розмножуються і розкладають органічні речовини продукту з утворенням великої кількості газів: вуглекислого, водню, сірководню та ін. Збудниками бомбажа є переважно мезофільні облигатні анаероби роду *Clostridium*. Збудником бомбажа може бути токсикогенний облигатний анаероб *Cl. botulinum*. Однак при розмноженні цього мікроорганізму банки нерідко залишаються за зовнішнім виглядом з плоскими нероздутими денцями.

Хімічний бомбаж зумовлений утворенням водню при корозії металу банок. Такий бомбаж частіше виникає в консервах, що містять органічні кислоти.

Хибний (фізичний) бомбаж спостерігається унаслідок розширення банок під дією високої температури, переповнення банок продуктом, недостатнього видалення з банок повітря, неправильного закупорення денця, їх деформації, занадто швидкого зниження тиску пара в кінці стерилізації. Такі консерви нешкідливі, якщо виключене їх мікробіологічне псування.

Плоскокисле псування обумовлене розкладанням вуглеводів з утворенням органічних кислот під впливом мікроорганізмів. Вміст консервів набуває кислий запах і смак, іноді змінюється колір продукту. Збудниками плоскокислого псування є термофільні аеробні бацили. Вони розвиваються за підвищеної температури зберігання (55 - 70 °C). Цей вид псування спостерігається зазвичай у м'ясо-рослинних консервах.

Сульфідне псування виникає при розвитку в консервах термофільної анаеробної палички *Cl. nigrificans*, яка здатна розкладати білки з утворенням сірководню. Сірководень розчиняється у вмісті, і продукт набуває запах тухлих яєць, чорніє.

2.4.6. Мікробіологічний контроль консервів

Мікробіологічний контроль консервів включає два етапи: контроль до стерилізації та після стерилізації. Доброякісність консервів певною мірою залежить від рівня обсіменіння продукту мікроорганізмами перед стерилізацією. Тому нині ведуча роль належить мікробіологічному дослідженню вмісту консервних банок перед стерилізацією.

У консервах перед стерилізацією визначають загальну кількість мікроорганізмів (КМАФАнМ), наявність спор облігатних анаеробів – збудників бомбажа, а також спор термофільних аеробних бацил – збудників плоскокислого псування.

Загальну кількість бактерій визначають щодня по кожній лінії і по кожному виду продукції 1 раз у зміну. Загальна бактеріальна забрудненість консервованого продукту не повинна перевищувати наступних величин: м'ясо тушковане – 200 тис.; м'ясо-рослинні та сало-бобові – 50 тис.; паштет м'ясний і печінковий – 10 тис. КУО в 1 см³.

Якщо в консервах перед стерилізацією загальна бактеріальна забрудненість перевищує допустимі норми, то партію беруть під особливий контроль і здійснюють пошук джерела мікробного забруднення по всьому технологічному процесі.

Спороутворюючі бактерії у вмісті консервних банок визначають з профілактичною метою 1 - 2 рази на тиждень по кожному виду продукції. У консервах перед стерилізацією не повинні бути виявлені спори облігатних анаеробів і спори термофільних бактерій, збудників плоскокислого псування, в 0,5 см³ вмісту.

Після стерилізації консерви піддають непрямому мікробіологічному контролю: термостатній витримці при температурі 37 °С протягом 10 діб в кількості 5 - 10% від партії з метою виявлення залишкової мікрофлори. Під час термостатної витримки клітини, що збереглися можуть прорости, розмножитися і викликати псування консервів, яке спостерігається при зовнішньому огляді (бомбаж, витікання вмісту з банок, що лопнули). За

наявності ознак псування проводять дослідження мікрофлори для виявлення збудника пороку.

Паралельно з термостатною витримкою консерви після стерилізації піддають вибірковому мікробіологічному дослідженню для встановлення видового складу залишкової мікрофлори.

Контрольні питання

1. Яка сировина не допускається для виробництва консервів?
2. Які джерела мікрофлори консервів?
3. Який режим стерилізації м'ясних консервів?
4. Як впливають на ефективність стерилізації консервів рН, вміст вологи, солі, жиру ?
5. Які мікроорганізми становлять залишкову мікрофлору консервів ?
6. Які мікробіологічні показники консервів. Що розуміють під промисловою стерильністю ?
7. Які види псування консервів викликають мікроорганізми ?
8. Які мікробіологічні показники визначають в консервах до і після стерилізації?
9. Як перевіряють герметичність консервів?

2.5. Мікробіологія яєць і яйцепродуктів

2.5.1. Характеристика яєць і яйцепродуктів

Яйце птиці складається з білка, жовтка і шкаралупи з оболонками. У шкаралупі є пори діаметром 4 - 40 мкм. Під шкаралупою знаходяться підшкаралупна і білкова оболонки. Всередині останньої міститься білок, у центрі якого знаходиться жовток із зародковим диском. У яйці є комплекс поживних і біологічно активних речовин, необхідних для розвитку живого організму.

Уміст свіжих яєць, отриманих від здорових птахів, є стерильним, тобто не містить мікроорганізмів. Стерильність яєць забезпечується захисними властивостями організму птиці і, зокрема, наявністю бактерицидного білка лізоциму.

2.5.2. Ендогенний шлях зараження яєць мікроорганізмами

Яйця птиці обсіменяються мікроорганізмами двома шляхами: ендогенним і екзогенним. Ендогенне зараження яєць відбувається під час формування в яєчнику і яйцеводі хворих птахів при сальмонельозі, орнітозі, туберкульозі та інших захворюваннях. У яйцях хворих птахів часто містяться збудники хвороби, які нерідко передаються через яйце. Часто птахи мають приховану форму інфекційного захворювання або є бактеріоносіями і також можуть нести яйця, що містять патогенні мікроорганізми. Кількість інфікованих яєць, одержуваних від птахів-бактеріоносіїв становить від 10 до 95%. Найчастіше зараження яєць відбувається в період посиленої яйцекладки, що пов'язано з ослабленням організму птахів.

Вельми небезпечним є зараження яєць сальмонелами, що може призвести до виникнення токсикоінфекцій при вживанні інфікованих яєць. Особливу небезпеку становлять яйця водоплавних птахів, які часто бувають заражені сальмонелами. У зв'язку з цим качині і гусячі яйця заборонено продавати та використовувати в системі громадського харчування.

Ендогенне обсіменіння яєць мікроорганізмами можливе при наявності у птиці авітамінозу А і при захворюванні яєчників і яйцепроводів різної природи. Проте у яйцях, крім збудників хвороби, часто містяться умовно-патогенні мікроорганізми: коагулазопозитивні стафілококи, палички протей, синьо-гнійна, флюоресцентна та інші палички.

2.5.3. Екзогенне обсіменіння яєць мікроорганізмами

Екзогенне обсіменіння яєць мікроорганізмами відбувається при зборі, зберіганні, транспортуванні в результаті проникнення мікробів через пори шкаралупи і підшкаралупну оболонку. Через шкаралупу в яйця можуть проникати різні групи мікроорганізмів, зокрема, патогенні.

Екзогенне обсіменіння яєць мікроорганізмами пов'язане з забрудненням шкаралупи фекаліями птахів, землею, підстилкою, руками та ін. Кількість мікроорганізмів на шкаралупі варіює залежно від ступеня її забруднення від декількох сотень на 1 см² поверхні до мільйонів мікробних клітин. Рівень забруднення шкаралупи мікроорганізмами залежить від умов утримання та годівлі птахів.

Рясне забруднення шкаралупи патогенними і умовно-патогенними мікроорганізмами відбувається при підлоговому утриманні птахів, поганому обладнанні гнізд, порушення мікроклімату, використання неякісної підстилки. Утримання птахів в одноярусній автоматизованій батареї з високим рівнем механізації характеризується кращими санітарно-гігієнічними умовами та виходом яєць з чистою шкаралупою до 96%.

Мікроорганізми зі шкаралупи проникають всередину яйця через пори. Проникненню мікробів в яйце сприяють підвищена вологість повітря і коливання температури, при яких у пори всмоктується повітря і мікроорганізми.

Для зменшення рівня екзогенного обсіменіння яєць необхідно суворо дотримуватися правил збору яєць і санітарно-гігієнічного режиму. Для поліпшення товарного виду яєць і видалення мікроорганізмів застосовують

миття з дезінфікуючими препаратами, а також дезінфекцію яєць парами формальдегіду, йоду, хлору.

2.5.4. Зміна мікрофлори яєць при зберіганні

Яйце птиці володіє природними захисними механізмами, які захищають яйце від розвитку мікроорганізмів. Білок яйця характеризується сильною бактерицидною дією відносно багатьох груп мікроорганізмів. Бактерицидні властивості білка обумовлені наявністю в ньому антибіотичних речовин: лізоциму, овідіна, овомукоїда та ін. Розмноження мікробів в яйці пригнічується іншими факторами: високим значенням рН (9,2) і стійкістю протеїнів білка до протеолітичних ферментів. Сильнішу антимікробну дію має внутрішній шар білка, прилеглий до жовтка.

Найбільш сильними антимікробними властивостями володіє свіжознесене яйце. При зберіганні поступово змінюються фізико-хімічні властивості вмісту яйця, послаблюється антимікробна дія білка, шкаралупи і підшкаралупної оболонки, оскільки інактивується лізоцим і інші захисні речовини, пори шкаралупи стають більш проникними. Це створює сприятливі умови для проникнення і розмноження мікроорганізмів в яйці.

Для того, щоб уповільнити ослаблення захисних властивостей яйця, їх потрібно зберігати за температури 0 - 2°C і відносній вологості повітря 85%. При підвищеній температурі і високій вологості інактивація бактерицидних речовин яйця прискорюється. Бактерії, що проникли в підшкаралупний простір, розмножуються, утворюючи дрібні колонії. Під дією протеолітичних ферментів бактерій підшкаралупна оболонка розчиняється, бактерії проникають у вміст яйця і розмножуються, викликаючи його псування.

Гнильні бактерії, цвілеві гриби, актиноміцети розкладають складові частини яйця. Білок розріджується, стає мутним, з'являється неприємний запах сірководню. Під час овоскопії таких яєць проглядаються темні плями. У зв'язку з газоутворенням і зростанням тиску в середині яйця лопаються. Яйця з ознаками псування непридатні для харчових цілей.

2.5.5. Мікрофлора яйцепродуктів

Виробляють морожені і сухі яйцепродукти. До заморожених яйцепродуктів відноситься заморожена суміш білка і жовтка в природному співвідношенні (меланж). Під час виготовлення меланжу відбувається його обсіменіння мікроорганізмами з різних джерел. Мікрофлора меланжу різноманітна. Часто виявляють мікрококи, сарцини, стафілококи, бацили і грамнегативні палички, цвілеві гриби. Іноді присутні сальмонели та інші патогенні бактерії.

Джерелами мікробного обсіменіння яєць є інвентар, посуд, повітря виробничих приміщень, руки і спецодяг працівників. Для зменшення забруднення мікроорганізмами необхідно ретельно дотримуватися санітарно-гігієнічних режимів, застосовувати миття та дезінфекцію яєць. Вельми ефективною в цьому плані є пастеризація яєчної маси перед заморожуванням, завдяки чому вміст мікроорганізмів у меланжі знижується на 98 - 99%.

Заморожують яєчну масу за температури не вище мінус 18 – мінус 20°C. При цьому частина мікроорганізмів відмирає. Зберігання за температури мінус 8 - мінус 9°C призводить до подальшого скорочення мікрофлори. Однак повної загибелі мікроорганізмів не відбувається. Під час розморожування меланжу починається швидке розмноження залишкової мікрофлори, тому розморожений меланж підлягає негайному використанню.

Для тривалого зберігання виготовляють яєчний порошок методом висушування яєчної маси в дискових сушарках при температурі близько 60 °C або методом сублімаційного сушіння. Яєчну масу перед висушуванням готують у меланжевому цеху. У процесі приготування маса обсіменяється мікроорганізмами з тих же джерел. Отже, якість санітарної обробки яєць, дотримання санітарно-гігієнічного режиму істотно впливають на рівень обсіменіння мікроорганізмами сухих яйцепродуктів.

У висушених яйцепродуктах зберігаються життєздатними спори бактерій і часто вегетативних форм мікробів. У складі залишкової

мікрофлори постійно присутні аеробні бацили, анаеробні клостридії, різні коки, іноді виявляють сальмонели. У процесі зберігання мікроорганізми поступово відмирають, що пояснюється низькою вологістю (4 - 8%). Зберігати сухі яйцепродукти слід при кімнатній температурі, тому що відмирання мікробів відбувається інтенсивніше. В умовах підвищеної вологості яечний порошок піддається псуванню в зв'язку з розвитком мікроорганізмів.

Контрольні питання

1. Яку будову має яйце.
2. Які речовини забезпечують стійкість яєць до мікроорганізмів?
3. В яких випадках відбувається ендогенне зараження яєць мікроорганізмами?
4. З чим пов'язано екзогенне інфікування яєць?
5. Які фактори сприяють розмноженню мікробів в яйці?
6. Які фактори забезпечують стійкість яйцепродуктів при зберіганні?
7. Які мікробіологічні показники контролюють в яйцях і яйцепродуктах?

3. МІКРОБІОЛОГІЯ ХЛІБОПЕКАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Сировина і основні стадії технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів

Хлібобулочні вироби користуються широким попитом усіх верств населення. З огляду на це, до якості вказаних продуктів пред'являються високі вимоги не тільки по органолептичним і фізико-хімічними показникам, а й за їх безпеки для здоров'я людей.

Безпека продуктів харчування багато в чому залежить від мікробіологічних показників: загального мікробного обсіменіння, кількості санітарно-показових мікроорганізмів, відсутності патогенних і умовно-патогенних бактерій. Це також пов'язано не тільки з рівнем санітарно-гігієнічного стану виробництва, але і з дотриманням усіх вимог, що пред'являються до якості сировини, параметрам технологічного процесу.

Знання сучасних методів визначення ступеня зараженості сировини, напівфабрикатів і готової продукції сторонніми мікроорганізмами і способів їх пригнічення дозволяє отримати продукти, безпечні для споживача.

У хлібопекарському виробництві мікроорганізми відіграють двояку роль: дріжджі і молочнокислі бактерії спеціально використовують для приготування тіста, а мікроорганізми, які попадають у сировину із зовнішнього середовища, є шкідниками. Вони знижують якість сировини, визивають порушення ходу технологічного процесу і псування готової продукції, можуть стати причиною харчових отруєнь.

Сировина, що використовується у хлібопекарському виробництві, поділяється на основну і додаткову.

До основної сировини належить пшеничне і житнє борошно, дріжджі хлібопекарські, сіль кухонна харчова, вода; до додаткової – сировина, що застосовується згідно з рецептурою для надання виробам відповідних органолептичних і фізико-хімічних властивостей: цукор, жир, молоко, яйця, мак, горіхи, родзинки, солод, різні харчові добавки тощо. Усі види сировини

повинні відповідати вимогам стандартів і забезпечувати високу якість готових виробів.

Виробництво хлібобулочних виробів можна розділити на такі етапи: зберігання і підготовка сировини до виробництва, приготування тіста, оброблення тіста, випікання тістових заготовок, охолодження і зберігання хліба. Кожен з цих етапів включає низку технологічних операцій, що забезпечують виготовлення виробів.

Зберігання і підготовка сировини до виробництва. Борошно зберігають у ємкостях (силосах) або мішках. Перед подачею на виробництво при необхідності окремі партії змішують для покращання хлібопекарських властивостей, просіюють через сита для відокремлення сторонніх домішок і пропускають через пристрій для видалення металоманітних домішок.

Сіль зберігають у мішках або насипом в окремому приміщенні. Перед використанням її розчиняють у воді в солерозчиннику. На сучасних хлібозаводах сіль зберігають у вигляді насиченого розчину. Розчин фільтрують, відстоюють і подають на виробництво.

Пресовані дріжджі зберігають у холодильнику. Перед використанням їх подрібнюють. У спеціальній дріжджемішалці готують суспензію дріжджів у теплій воді, яку використовують для приготування тіста.

Вода зберігається у баках холодної та гарячої води. Перед приготуванням тіста холодну і гарячу воду змішують у певній пропорції для доведення до необхідної температури.

Цукор зберігають у мішках. Під час підготовки до виробництва його розчиняють у воді та фільтрують.

Тверді жири зберігають у ящиках або бочках, рідкі – у ємкостях. Перед використанням тверді жири розтоплюють і проціджують через сита певного розміру. Проціджують також рідкі жири й олії.

Яйця дезінфікують, розбивають і проціджують через сито.

У хлібопекарському виробництві протягом останніх років збільшилась тенденція використання *харчових добавок*. Їх здебільшого використовують з

метою покращання якості продукції при переробленні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями, інтенсифікації технологічного процесу, для покращання структурно-механічних властивостей тіста, об'єму хліба, структури м'якушки, смаку, аромату, подовження терміну зберігання виробів. Залежно від функціонального призначення і принципу дії харчові добавки, що застосовуються у хлібопеченні, можна об'єднати у кілька груп рис. 3.1

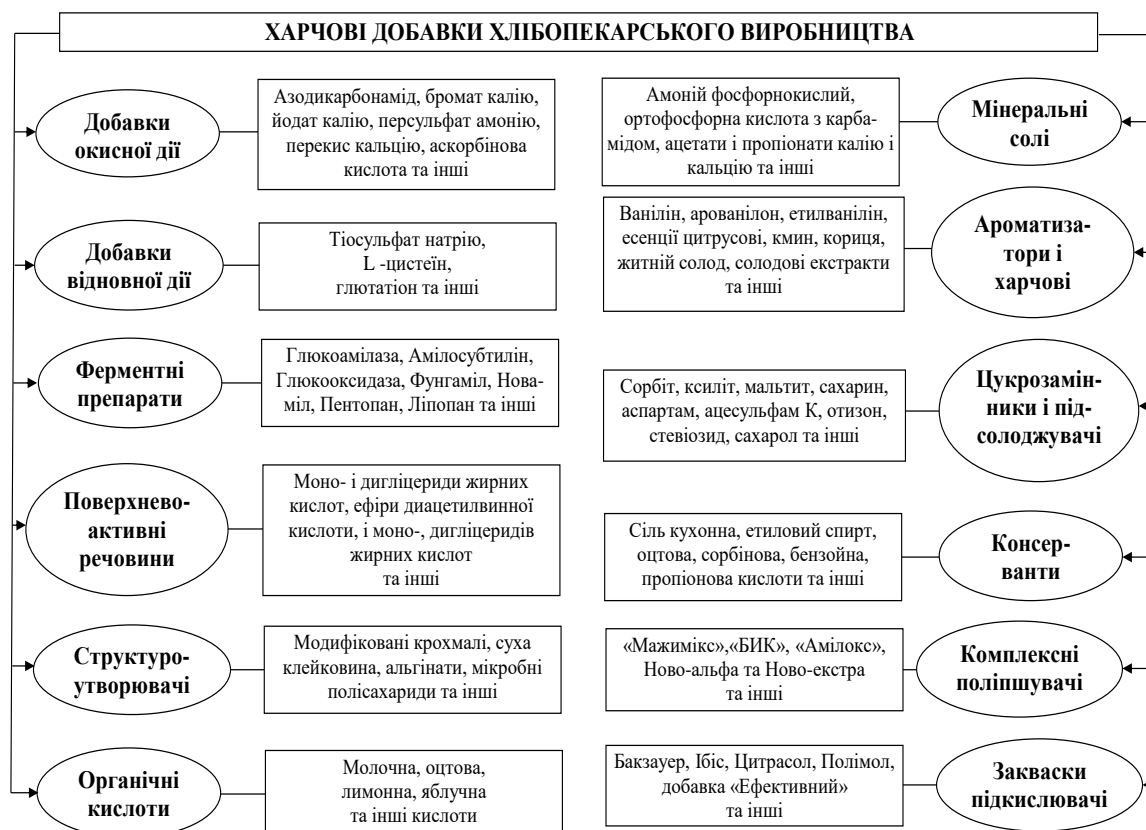


Рис. 3.1. Харчові добавки хлібопекарського виробництва

Серед харчових добавок особливу роль особливу роль у технології приготування хлібобулочних виробів відіграють ферментні препарати. Ферментні препарати відносять до технологічних харчових добавок. Вони є композиціями ферментів з різними функціональними властивостями. У хлібопекарській промисловості їх застосовують з метою інтенсифікації біохімічних процесів, що відбуваються при бродінні тіста та вистоюванні тістових заготовок, а також під час випікання, покращання якості виробів та уповільнення процесу їх черствіння. Ферментні препарати одержують

шляхом мікробного синтезу. Продуцентами ферментних препаратів є культури бактерій, дріжджів чи пліснявих грибів.

Найменування ферментних препаратів поєднує в собі скорочену назву ос-новного ферменту, активність якого в препараті переважає, і видову назву мікроорганізму – продуцента. Так, препарат, у якому переважаючим ферментом є амілаза, синтезована плісневим грибом *Asp. oryzae*, називається Амілоризином, якщо застосовувалась культура *Bac. subtilis*, — Амілосубтиліном.

У назві препарату відображається спосіб культивування мікроорганізмів, ступінь очищення препарату і концентрація ферментів. З цією метою після назви препарату ставиться індекс. Наприклад, Амілоризин П10Х або Амілосубтилін Г20Х. . В індексі літера П означає, що препарат одержано поверхневим методом культивування на твердих середовищах, а літера Г – глибинним вирощуванням у рідких середовищах. Літера Х умовно позначає кількість ферменту в стандартній (такій, що має точно визначену активність на одиницю маси) глибинній або поверхневій культурах. Цифра перед літерою Х відображає ступінь очищення препарату. Промисловість виробляє очищені ФП з індексами П10Х і Г10Х, П15Х і Г15Х, П20ХІГ20Х, П25ХІГ25Х.

У харчовій промисловості дозволене використання лише очищених ферментних препаратів.

ФП характеризують видами ферментативної активності (здатності): амілолітична активність – АЗ; протеолітична активність – ПЗ; пектолітична активність – ПкЗ; оцукрююча активність – ОЗ і т.п. Величина ферментативної активності виражається в одиницях на 1 г препарату. За одиницю активності приймається кількість препарату, яка каталізує розщеплення 1 г відповідного субстрату при точно визначених умовах проведення визначення.

Застосування ферментних препаратів дає можливість цілеспрямовано впливати на біополімерно-ферментативні комплекси борошна та регулювати

його хлібопекарські властивості, і тим самим впливати на хід технологічного процесу і якість хлібних виробів.

Найбільш відомими в Україні є амілолітичні ферментні препарати – Амілоризин П10Х, Амілосубтилін П10Х, Глюкоамілаза очищена.

Продуцентом Амілоризину П10Х є пліснявий гриб *Aspergillus oryzae*. У складі цього препарату міститься активна α -амілаза, а також екзо- і ендопротеази. Оптимальними умовами його дії є рН 4,7-5,4 і температура 40-45 °С.

Амілосубтилін отримують культивуванням бактерій *Bac. Subtilis*. Цей препарат містить α -амілазу, β -глюканазу і протеазу. Оптимальними умовами дії препарату є рН 6,0-6,3 і температура 50-55 °С. Бактеріальна α -амілаза має високу термостабільність і залишається активною майже до кінця випікання, тоді як грибна інактивується при 63-71 °С.

Залежно від якості борошна Амілоризин вносять у кількості 1,5-2,5 г, Амілосубтилін 0,06-0,1 г на 100 кг борошна.

При доданні амілолітичних ферментних препаратів унаслідок ферментативного гідролізу крохмалю у тісті накопичуються поживні речовини: цукри і декстрини. Завдяки збільшенню кількості цукрів інтенсифікується процес спиртового бродіння, скорочується тривалість вистоювання тістових заготовок, покращується забарвлення і аромат виробів. Декстрини, що утворилися, уповільнюють процес черствіння.

Ці препарати рекомендується використовувати при виробництві пшеничних і житніх сортів хліба за різними технологічними схемами. Додають їх замість солоду в заварки під час приготування рідких дріжджів, а також у житні закваски, в опари або тісто.

Приготування опари. Технологія приготування тіста з борошна житнього і пшеничного різні, тому що в цих процесах беруть участь різні мікроорганізми.

Метою приготування опари є одержання найбільшої кількості дріжджів з найвищою активністю. Це досягається тоді, коли починає падати швидкість

утворення газів CO_2 , тобто коли дріжджі привикають до борошняного середовища й переключаються з дихання на бродіння, у процесі останнього об'єм опари збільшується. У перші 1 – 1,5 години бродіння дріжджові клітини не розмножуються, а відбувається збільшення їх розмірів. Вони пристосовуються до нових умов середовища, тобто переживають період затримки росту. Потім процес бродіння активізується і дріжджі починають енергетично брунькуватися, тобто відбувається їх швидкий ріст; він продовжується до 4,5 - 5 годин і характеризується найбільшою швидкістю газоутворення. Якщо в цей час замісити тісто на готовій опарі, тривалість його бродіння буде мінімальним, тому що всі бродильні ферменти дріжджів набувають високої активності за час бродіння опари.

Заміс і бродіння тіста. На вибродженій опарі замішують тісто. Воно бродить 1 – 1,5 години за температури 28 – 31 °С. У напівфабрикатах, що бродять, відбувається *спиртове і молочнокисле бродіння*, яке обумовлює їх розпушення і дозрівання, змінення складу білків і крохмалю.

У тісті мікроорганізми знову пристосовуються до нового середовища, це призводить до затримки росту клітин, потім вони починають швидко розмножуватися, тобто переходять у фазу швидкого росту. Із всіх мікроорганізмів борошна молочнокислі бактерії найбільш пристосовані до розвитку в тісті. Розмножуючись, вони утворюють молочну кислоту, яка негативно діє на інші мікроорганізми, і таким чином, створюються умови для розвитку переважно молочнокислих бактерій. Спочатку погибають мікроорганізми, які живуть у лужному середовищі, наприклад, гнилості бактерії, потім мікроорганізми, які розвиваються в нейтральному середовищі, - бактерії групи кишкової палички. У разі подальшого збільшення кислотності гинуть уже кислотолюбиві бактерії – оцтовокислі, маслянокислі та інші. У борошні є мікроорганізми, які можуть розвиватися і при високій кислотності середовища, але для них необхідний кисень, тобто доступ повітря.

Виключення складають дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae*, які можуть жити в кисневому і безкисневому середовищі, оскільки тісто – середовище безкисневе, то в ньому розмножуються тільки ці дріжджі. Відповідно, у бродінні пшеничного тіста беруть участь *Saccharomyces cerevisiae* і молочнокислі бактерії.

Мікробіологічні процеси в тісті. У тісті спостерігається симбіоз дріжджів і молочнокислих бактерій.

Молочнокислі бактерії зброджують цукри з утворенням молочної кислоти, яка підкислює середовище, створює сприятливі умови для розвитку дріжджів.

Дріжджі в процесі життєдіяльності збагачують середовище азотистими речовинами і вітамінами, які необхідні бактеріям. Молочна кислота пригнічує життєдіяльність інших мікроорганізмів (гнилісних, бактерій кишкової групи, оцтовокислих, маслянокислих і ін.), продукти життєдіяльності яких токсичні для дріжджів.

У спиртовому бродінні тіста з пшеничного і житнього борошна беруть участь дріжджі, які відносяться до сараміцетів (*Saccharomyces cerevisiae* і *Saccharomyces cerevisiae*). Спиртове бродіння в тісті протікає в анаеробних умовах або при обмеженому доступі кисню повітря. У присутності кисню дріжджі одержують енергію в результаті процесів дихання, тобто ведуть себе, як аероби. Оптимальна температура розвитку хлібопекарних дріжджів біля 30 °С. Дріжджі добре переносять кислотність до 10 – 12 °Н. Негативний вплив на життєдіяльність дріжджів здійснює надлишкове додавання цукру і солі.

Молочнокислі бактерії зброджують молочний цукор – лактозу з утворенням молочної кислоти і ряду побічних продуктів. По характеру викликаємого бродіння молочнокислі бактерії поділяють на гомоферментативні і гетероферментативні.

До гомоферментативних відноситься: мезофільні молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum* і термофільна паличка Дельбрюка

(*Lactobacillus delbrueckii*), які утворюють при бродінні тільки молочну кислоту.

До *гетероферментативних* відносяться: *Lactobacillus brevis* і *Lactobacillus fermentum*, які утворюють поряд з молочною оцтовою кислотою, спирт діоксид вуглецю, водень і інші продукти.

Молочна кислота визначає кислотність тіста і цим сприяє розвитку дріжджів, затримує розмноження шкідливих у цьому процесі бактерій і є характеристикою повноти процесу бродіння, тому що по кінцевій кислотності тіста судять про його готовність. Молочна, оцтова, мурашина кислоти і інші речовини, які утворюються в результаті молочнокислого бродіння, покращує смак і аромат.

Молочнокислі бактерії потребують вуглеводів, амінокислот, вітамінів і інших факторів росту. Вони активні у слабо кислих середовищах, стійкі до наявності спирту. На розвиток молочнокислих бактерій неблагоприємно впливає висока концентрація цукру, солі, накопичення молочної і оцтової кислот.

Основними мікроорганізмами, які синтезують молочну кислоту в тісті, є мезофільні бактерії, які мають температурний оптимум розвитку біля 35 °С. Термофільні молочнокислі бактерії типу Дельбрюка мають температурний оптимум 48 – 54 °С. Із збільшенням температури опари і тіста нарощення в них кислотності збільшується.

Присутність диких дріжджів і мікроскопічних грибів у тісті небажане, оскільки дикі дріжджі погіршують підйомну силу пресованих дріжджів, а мікроскопічні гриби визивають значні біохімічні зміни. Але вони аероби і розвиваються тільки при доступі повітря, тому головною перепоною розвитку диких дріжджів і мікроскопічних грибів є недостача повітря в тісті.

3.2. Характеристика мікроорганізмів, які використовуються при виробництві хлібобулочних виробів

Виробництво хліба охоплює складний цикл мікробіологічних і біохімічних процесів, що відбуваються в тісті з моменту змішування борошна з водою і внесення необхідних мікроорганізмів. У виготовленні хліба беруть участь *дріжджі сахароміцети* і *молочнокислі бактерії*, для яких у тісті є всі необхідні умови: вологість (40 ... 50%), незначний вміст кисню і наявність необхідних поживних речовин, присутніх у борошні.

Дріжджі викликають у тісті спиртове бродіння, а *лактобактерії* – молочнокисле. Життєдіяльність цих мікроорганізмів починається на стадії замісу тіста, досягає найбільшої активності в стадії бродіння тіста. Під час розробки і вистоюванні відбувається уповільнення метаболічних процесів, а при випічці мікроорганізми гинуть.

Мікроорганізми заквасок і тіста істотно впливають на якість готових виробів, утворюючи необхідну для розпушення тіста кількість діоксиду вуглецю і накопичуючи різні кислоти, що, у кінцевому підсумку, визначає пористість м'якушки, обсяг, смак і аромат хліба.

Дріжджі сахароміцети. *Дріжджі* є представниками великого відділу грибів *Fungi* або *Micota*. Вони об'єднані в порядок одноклітинних неміцеліальних організмів - *Unicellomycetales*. Дріжджі, що утворюють у процесі статевого розмноження аскоспори, відносяться до класу вищих грибів аскоміцетов (*ascomycetes*). Вегетативне тіло їх в умовах місць постійного проживання є однією нерозгалуженою й оточеною оболонкою клітини.

У середині порядку одноклітинних грибів виділяються дві великі групи організмів, біологічна самостійність яких пов'язана з визначеним способом вегетативного розмноження - *брунькуванням* і *діленням*.

Порядок містить *три сімейства*, що розрізняються способом безстатевого розмноження. Систематика спороутворюючих дріжджів представлена на схемі 3.1.

Клітини дріжджів мають округлу, овальну, яйцеподібну або еліпсоїдну форму. Рідше зустрічаються циліндричні і лімоноподібні (апікулятні) форми дріжджових клітин (рис. 3.2.)

Будова дріжджової клітини. За будовою клітини дріжджі відносяться до еукаріотів (рис. 3.3.)

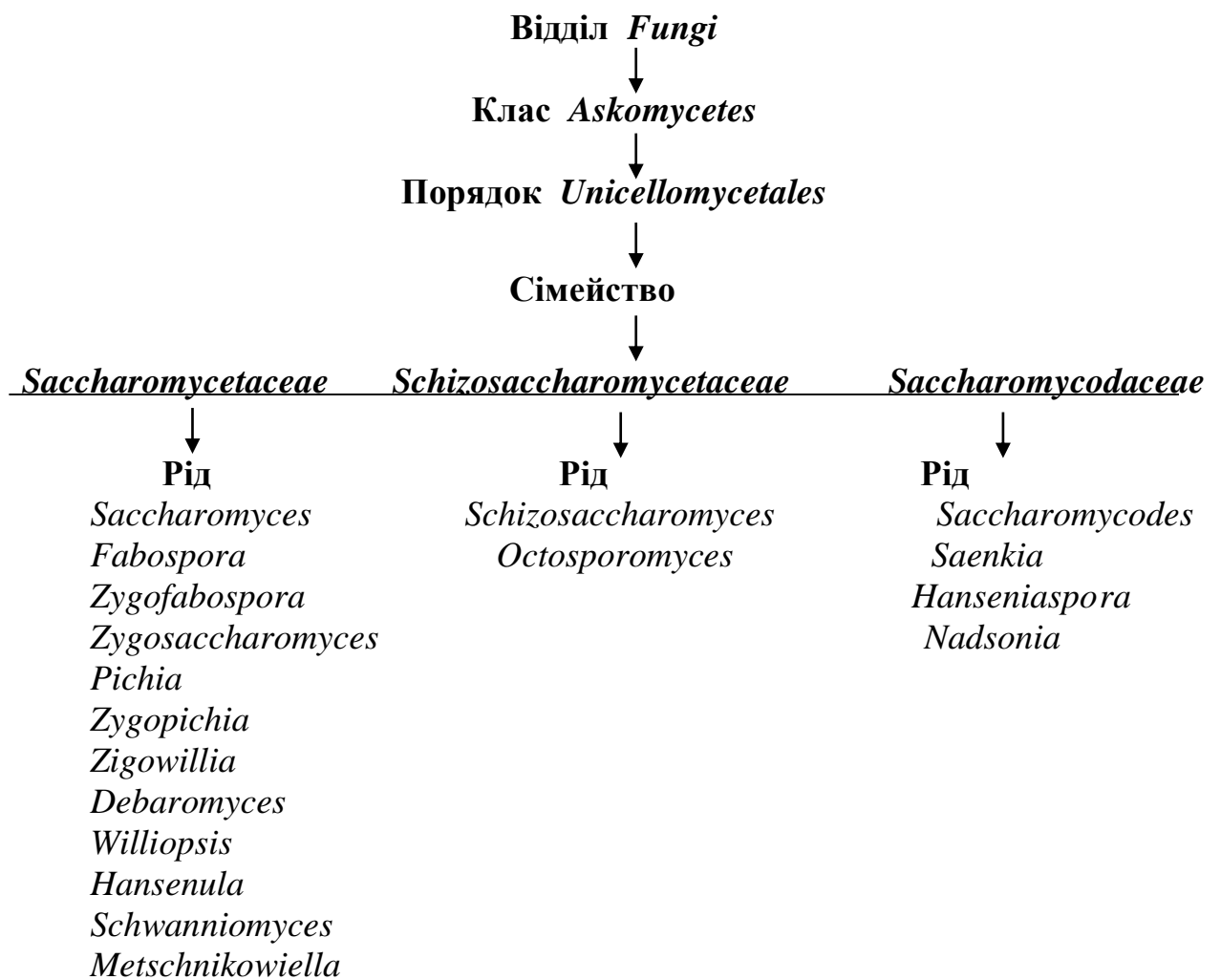


Схема 3.1. Систематика спороутворюючих дріжджів

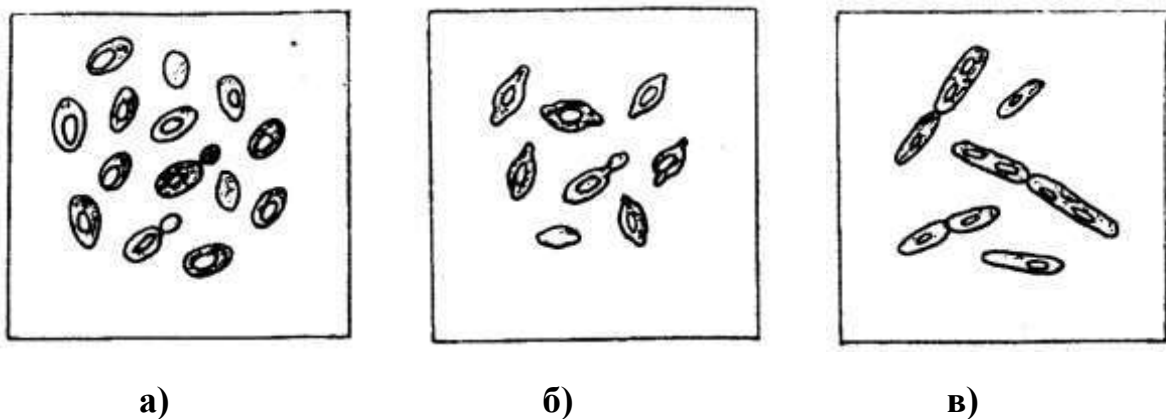


Рис. 3.2. Форми дріжджових клітин
 а) – *Saccharomyces cerevisiae* Kluyveri; б) – *Hanseniaspora apiculata*; в) – *Hansenula*



Рис. 3.3. Будова дріжджової клітини

Клітинна стінка виконує важливі функції: надає клітині визначену форму, підтримує внутрішньоклітинний тиск, володіє вибірковою проникністю - через неї в клітину проникають тільки низькомолекулярні сполуки.

Цитоплазматична мембрана (ЦПМ) - структура товщиною 8 ... 10 нм, щільно прилегла до внутрішньої сторони клітинної стінки. Вона складається з подвійного шару фосфоліпідів, гідрофільні голови яких звернені назовні, а гідрофобні кінці - всередину. У мембрану вбудовані структурні білки, що пронизують її або знаходяться на поверхні. ЦПМ виконує важливі функції: регулює надходження поживних речовин у клітину і видалення продуктів метаболізму, у ній локалізованих багато ферментів (транспорту поживних речовин, окисно-відновні, гідролітичні та ін.).

Ядро грає головну роль у клітині, здійснюючи генетичну, формативну і метаболічну функції. Воно контролює процес розмноження клітин, синтез білка, ліпопротеїнів, утворення нових клітинних структур. Ядро у дріжджів є округле утворення діаметром 1...2 мкм, відокремлене від цитоплазми подвійною пористою мембраною. Володіючи унікальною структурою, ядерна мембрана безпосередньо бере участь у реплікації ДНК і може сполучатися з цитоплазмою. Всередині ядра є нуклеоплазма з ядерцем, яке синтезує високомолекулярну РНК для рибосом. Головним компонентом ядра

є хроматин, який складається з ДНК і гістонів. Перед розмноженням весь хроматин концентрується в хромосоми, при розподілі яких передаються спадкові властивості організму.

Рибосоми - нуклеопротейні частинки діаметром близько 20 нм, які містять 40 ... 45% РНК і 55 ... 60% білка. Вони знаходяться в цитоплазмі або у вільному вигляді, або пов'язані з мембранами ендоплазматичного ретикулума. Рибосоми складаються з двох субодиниць - великої і малої, кожна з яких побудована з молекули рибосомальної РНК і визначеного набору білків. Основною функцією рибосом є синтез білка.

Цитоплазма дріжджової клітини являє собою складну колоїдну систему, що має в залежності від віку різний ступінь в'язкості. У молодій клітині спостерігається інтенсивний циклоз - кругові рухи цитоплазми, що забезпечують інтенсивний транспорт продуктів обміну від однієї органели до іншої. У цитоплазмі розташовуються всі структури клітин і гранули запасних поживних речовин. За даними електронно-мікроскопічних досліджень, основою цитоплазми є гомогенна мережа тонких ниткоподібних і глобулярних молекул.

Ендоплазматичний ретикулум (ЕР) – система подвійних мембран (каналців, бульбашок або цистерн), тісно контактує з ЦПМ, ядром, мітохондріями й іншими структурами. ЕР пронизує всю цитоплазму; до його поверхні прикріплені рибосоми. Він бере участь у біологічних процесах клітини, забезпечуючи упорядковану доставку низькомолекулярних з'єднань до місць їх використання.

Мітохондрії - обов'язкові структури еукаріотної клітини. У залежності від умов культивування дріжджів мітохондрії можуть мати сферичну, паличкоподібну або ниткоподібну форму. Мітохондрії оточені подвійною мембраною: зовнішньої – гладкою і внутрішньої, що утворює безліч складок або трубочок, званих хрестами. Внутрішній вміст мітохондрій називається матріксом. До складу мітохондрій входить 30 ... 40% ліпідів і 60 ... 65% білка. У мітохондріях локалізовано ферменти циклу трикарбонових кислот,

дихального ланцюга, у них знаходяться також специфічні циклічні молекули ДНК (неядерні). Найважливішою функцією мітохондрій є синтез АТФ (аденозинтрифосфату).

Апарат Гольджі являє собою мембранну структуру, безпосередньо пов'язану з ендоплазматичною мережею. Основною функцією апарату Гольджі є транспорт різних речовин до місця їх використання або виділення з клітини, а також видалення з клітини токсичних продуктів.

Лізосоми - щільні гранули, обмежені ліпопротеїдною мембраною. У лізосомах знаходяться активні ферменти з класів гідролаз і лігаз, що розщеплюють макромолекули полісахаридів, ліпідів, білків.

Вакуоль - органела, відокремлена від цитоплазми вакуолярної мембрани. Вакуоль грає важливу роль в обміні речовин клітини. У ній зосереджені солі натрію, калію, кальцію, магнію, а також різні ферменти, поліфосфати, вуглеводи, білки. Ці речовини використовуються клітиною у міру потреби. Розміри вакуолі залежать від віку та фізіологічного стану дріжджової клітини: у молодих клітинах вакуолі дрібні, у старих - займають більшу частину клітини.

Глікоген - запасна поживна речовина, що представляє собою полісахарид, структурною одиницею якого є D-глюкоза. Гранули глікогену з'являються в клітинах дріжджів на початку бродіння при надлишковому вмісті в середовищі вуглеводів. До кінця бродіння вміст глікогену в клітинах зменшується.

Метахроматін (волютин) – резервна речовина клітини, що складається з ліпопротеїдів, поліфосфатів, магнію і РНК. Він накопичується в вакуолях або в цитоплазмі у вигляді гранул. У дріжджів, що розмножуються в середовищі, збідненої фосфором, метахроматін не виявляється.

Жир, що знаходиться в цитоплазмі і вакуолі, також виконує роль резервного матеріалу і являє собою суміш тригліцеридів з фосфоліпідами і ергостеролом. У старих клітинах крапельки жиру добре розрізняються завдяки заломленню світла. *Дочірній шрам* з'являється у материнської

клітини після відділення від неї дочірньої клітини при безстатевому способі розмноження дріжджів - брунькуванню.

Розмноження дріжджів. Дріжджі сімейства *Saccharomycetaceae* розмножуються брунькуванням, сімейства *Schizosaccharomycetaceae* (*шізосахароміцес*) - діленням, а дріжджі сімейства *Saccharomycodaceae* (*сахаромікодаце*) розмножуються брунькуванням, що завершується розподілом.

Брунькування – це безстатевий спосіб розмноження дріжджів. На клітині з'являється маленький горбок (нирка), який поступово збільшується в розмірах. Утворенню нирки передують складні внутрішньоклітинні процеси: гідроліз полісахаридів клітинної стінки і її розм'якшення, активація ферменту хітінсинтетази і біосинтез хітину, який входить до складу ниркової перегородки. Там, де нирка з'єднана з клітиною, поступово утворюється звуження - перетяжка. Після досягнення розміру нирки приблизно 1/3 розміру материнської клітини ядро – переміщується в перетяжку і ділиться (мітоз), при цьому одне з ядер залишається в материнській клітині, друге переходить у нирку. Перетяжка поступово звужується і приблизно через 2 год. молода дочірня клітина відокремлюється від материнської. Відділення дочірньої клітини відбувається лише тоді, коли поділяються шари перегородки, залишаючи на материнській клітині бруньковий рубець. У процесі розмноження на дріжджовій клітці з'являється до 25 ... 30 брунькових рубців. Дочірні клітини не завжди відокремлюються від материнських, вони також розмножуються брунькуванням, – у результаті утворюються скупчення з багатьох клітин.

Розподіл дріжджової клітини відбувається аналогічно поділу бактерій - після поділу ядра з'являється поперечна перегородка, що призводить до утворення двох дочірніх клітин, ідентичних материнській.

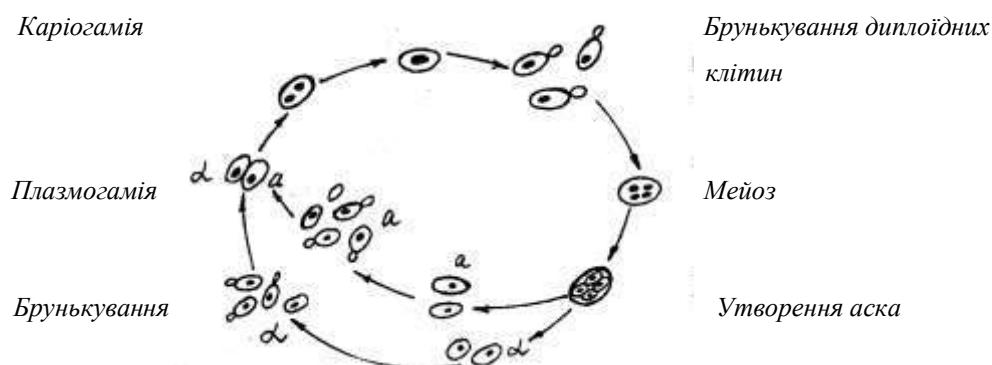
Статеве розмноження. *Saccharomyces cerevisiae* має добре охарактеризованим статевим циклом, у гаплоїдній і диплоїдній фазах якої клітини можуть розмножуватися брунькуванням. Вегетативні клітини протилежних

типів спарювання (a і a) зливаються, у них відбуваються послідовні процеси плазмогамія (злиття цитоплазм двох клітин) і каріогамії (злиття ядер). У результаті утворюється зигота – диплоїдна клітина з подвійним набором хромосом. У сприятливих умовах диплоїдні клітини стабільні і можуть необмежений час розмножуватися брунькуванням. Вони більші і активніше гаплоїдних. У разі голодування або інших несприятливих умов клітина приступає до спороутворення. Діплоїдне ядро – ділиться шляхом мейозу на 4 ... 8 частин, після чого формування аскоспори. Процес утворення і дозрівання аскоспор триває 15 ... 48 год. Клітинна стінка дріжджів змінюється, і клітина перетворюється в аск (сумку). Зазвичай в аску містяться чотири аскоспори, однак зустрічаються також аски з двома і трьома спорами. Спори дріжджів мають більш товсту і міцну оболонку, ніж вегетативні клітини. Вони досить стійкі до несприятливих зовнішніх факторів (температури, висушування, рН та ін.), але менш термостабільні в порівнянні з бактеріальними спорами і гинуть за температури 80 °С.

У сприятливих умовах аскоспори проростають у гаплоїдні клітини, які далі розмножуються брунькуванням. Швидке проростання аскоспор спостерігається тільки в середовищі, що містить легко доступні джерела вуглецю, такі, як глюкоза або фруктоза.

У культурних дріжджів, розвиток яких відбувається на багатих вуглеводами середовищах, здатність до спороутворення значно ослаблена або повністю втрачена. Відновити здатність дріжджів утворювати спори можна примусовим шляхом, культивуючи їх на збіднених поживних речовинах середовищах.

Життєвий цикл дріжджів схематично представлений на рис. 3.4.



*гаплоїдних
клітин*

з аскоспорами

Рис. 3.4. Життєвий цикл розвитку дріжджів сахароміцетів

Аскоспори частіше мають сферичну форму, але можуть бути бобовидної, голкоподібної, шпилькоподібної форми та ін. (рис. 3.5.).

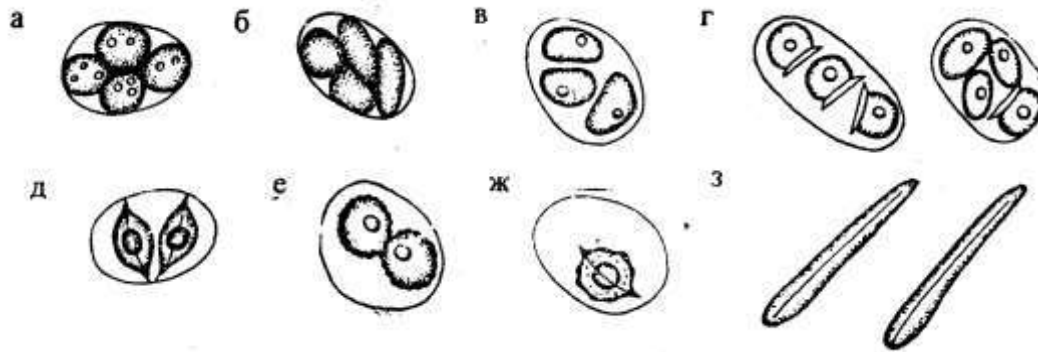


Рис. 3.5. Спори деяких родів дріжджів сімейства *Saccharomycetaceae* (по В.І. Кудрявцеву): а – *Saccharomyces*; б – *Fabospora*; в – *Zygorichia*; г – *Hansenula*; д – *Williopsis*; е – *Debaromyces*; ж – *Schwanniomyces*; з – *Metschnikowiella*

Характеристика штамів дріжджів, які використовуються в хлібопекарному виробництві. У хлібопеченні використовують лише два види дріжджів сахароміцетів – *Saccharomyces cerevisiae* (сахароміцес цевевізіа) і *Saccharomyces minor* (сахароміцес мінор) (рис. 3.6., 3.7.).



Рис. 3.6. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae.

Морфологічні ознаки. Клітини дріжджів цього виду мають овальну, округлу, яйцевидну або злегка видовжену форму розміром (5 ... 6) x (10 ... 14) мкм. Молоді активні клітини при мікроскопіюванні мають тонку прозору оболонку і гомогенну, без

видимих включень, цитоплазму, невелику вакуоль. Іноді в цитоплазмі зустрічаються одне-два зернятка поліфосфатів. У більш зрілих клітинах оболонка потовщується, цитоплазма стає зернистою, число і розміри вакуолей збільшується. Під час старіння культури в цитоплазмі клітин

з'являються краплі жиру у вигляді круглих, різко заломлюючих світло блискучих включень.

Культуральні ознаки. Колонії на сусло-агарі білі, круглої форми з рівними краями й опуклим центром, з гладкою, тьмяно-блискучою поверхнею, діаметром 0,5 ... 1,0 см. Іноді зустрічаються колонії з складчастою шорсткою поверхнею, горбисті. Культури дріжджів, що утворюють шорсткі колонії, характеризуються зниженою бродильною активністю.

При зростанні на рідкому солодовому суслі дріжджі цього виду утворюють невеликий осад жовтувато-білого кольору.

Фізіологічні ознаки. Дріжджі цього виду зброджують глюкозу, галактозу, сахарозу, мальтозу, частково раффінозу і прості декстрини солодового сусла; не зброджують лактозу, ксилозу, арабінозу, крохмаль і клітковину. Оптимальна температура розвитку – біля 30 ° С, оптимальне значення рН знаходиться в діапазоні 4,6 ... 5,0. Концентрація цукру понад 15% і хлориду натрію понад 1,5%, етилового спирту понад 5% пригнічує життєдіяльність дріжджів. При вмісті в середовищі спирту 12 ... 14% бродіння практично припиняється.

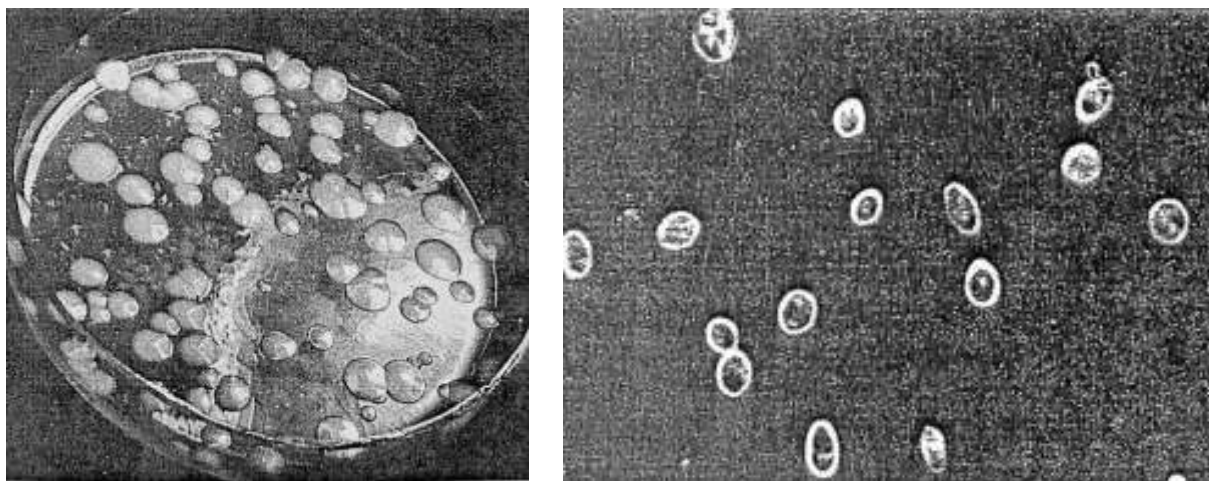


Рис. 3.7. *Saccharomyces minor*.

Saccharomyces minor . Дріжджі цього виду є специфічними для житнього тіста.

Морфологічні ознаки. Клітини дрібні, круглі, діаметром 1,5 ... 3,0 мкм з характерним брунькуванням: нирки розташовуються на одному з кінців клітини. При вирощуванні дріжджів у рідкому середовищі нирки утворюються на обох кінцях клітин або по дві нирки на одному кінці.

Культуральні ознаки. На сусло-агарі утворюються дрібні сірувато-білі колонії з рівними краями і піднятим центром, діаметром 0,4 ... 0,8 см. Поверхня колоній гладка, блискуча. У солодовому суслі утворюють невеликий осад сірувато-білого кольору, який при збовтуванні легко змучується.

Фізіологічні ознаки. Зброджують і засвоюють глюкозу, галактозу, сахарозу, раффінозу; не зброджують лактозу, ксилозу, арабінозу, крохмаль, клітковину. Характерною особливістю дріжджів цього виду є відсутність у них здатності зброджувати мальтозу і прості декстрини. Проте вони добре розмножуються в житніх заквасках, що пояснюється наявністю в житнього борошна вільних цукрів, а також забезпеченням доступних вуглеводів у результаті дії ферментів борошна і молочнокислих бактерій. За бродильною активності дріжджі *S. minor* поступаються виду *S. cerevisiae*, але вони менш вимогливі до джерел азотного і вітамінного харчування, більш кислотостійких і здатні розмножуватися в середовищі з рН 3,0 ... 3,5.

У хлібопекарському виробництві використовують різні штами дріжджів виду *S. cerevisiae*. **Штамами (або расами)** називають мікроорганізми одного виду, виділені з різних джерел або з одного джерела, але в різний час, що розрізняються між собою за деякими ознаками, цінних для цього виробництва.

Цінними виробничими властивостями дріжджів є *підйомна сила, мальтазна і зімазна активність, осмочутливість.*

Підйомною силою називається час, необхідний для підйому стандартного тіста на висоту 70 мм від дна стандартної форми.

Підйомна сила пресованих дріжджів за *стандартним методом* не повинна перевищувати 70 хв.

Існує *прискорений спосіб* визначення підйомної сили. За цим способом визначають час, протягом якого спливає кульку тіста, замішаного з певною кількістю дріжджової суспензії. За прискореним способом підйомна сила пресованих дріжджів повинна бути не більше 19 хв.

Підйомна сила сухих дріжджів за стандартним методом не повинна перевищувати 85 хв.

Мальтазна активність - час, що витрачається на виділення 10 мл CO₂ при зброджуванні 1 г мальтози наважкою дріжджів 0,5 г.

Пресовані дріжджі за показником мальтазної активності оцінюються згідно з даними табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Оцінка дріжджів за показником мальтазна активність

Мальтазна активність, хв.	Оцінка дріжджів
85...100	Відмінні
101...110	Хороші
111...160	Задовільні
Вище 160	Погані

Осмочутливість дріжджів (тобто чутливість до певної концентрації цукру і хлориду натрію) визначається по різниці в часі, який потрібен на виділення 10 мл CO₂ наважками дріжджів у тісті з додаванням хлориду натрію і без нього.

Для хлібопекарського виробництва рекомендовані наступні раси дріжджів - Томська-7, ЛБД-Х1, Одеська-14, Шведська-28, Київська-21, і штами - Л-441, Я-1 і ін.

Раса Томська-7 (Т-7). Клітини круглі або злегка овальні, досить дрібні - (6 ... 8) x (5 ... 6) мкм. Мають гарну зімазну, але слабку мальтазну активність. Пресовані дріжджі, отримані на цій расі, є стійкими при зберіганні.

Раса ЛБД-Х1. Клітини довгастої і еліпсоподібної форми розміром (8 ... 14) x (3,6 ... 5,6) мкм. Вони невибагливі до складу меляси і добре ростуть на щільних середовищах.

Раса Одеська-14 (О-14). Клітини овального або еліпсоподібного розміру (7 ... 11) x (6 ... 8) мкм. Культура відрізняється високою швидкістю генерації, дає вихід дріжджів вище, ніж раси Томська-7 і ЛДБ-Х1. У пресованому вигляді стійка при зберіганні, але вимоглива до складу живильного середовища, особливо до наявності в ній ростових речовин.

Раса Шведська-28 (Ш-28). Клітини подовжені, еліпсоподібні, розміром (8,5 ... 11) x (5,6 ... 7,4) мкм. Дріжджі цієї раси дуже вимогливі до наявності ростових речовин і вибагливі до хімічного складу м'ясоового середовища. Мають гарну стійкість, невисоку мальтозну активність.

Раса Київська-21 (К-21). Клітини овальні або круглі розміром (6 ... 10) x (5 ... 6,4) мкм. Культура стійка до інгібіторів росту, не вибаглива до ростових речовин, добре переносить висушування.

Штам Л-441. Клітини овальні, великі, розміром (8 ... 14) x (6 ... 9) мкм. Характеризується високою продуктивністю, повністю зброджує раффінозу, стійкий до шкідливих домішок і мікробного обсіменіння меляси. Має високу питому швидкість росту і забезпечує хороші хлібопекарські властивості товарних дріжджів. При 35 °С зберігається понад 96 годин.

Штам Я-1. Виведений з виробничої раси Одеська-14 шляхом спрямованого відбору.

Володіє високою швидкістю генерації і стійкістю до підвищеної температури вирощування (37 ... 38 °С), що важливо для підприємств південних регіонів. Клітини великі, округлої форми.

Штами ЛВ-7, Л-1, Л-2, Л-3, ЛК-14 характеризуються високою продуктивністю, здатні конкурувати зі сторонньою мікрофлорою, стійкі до підвищеної температури (до 40 °С). Мають клітини середніх і крупних розмірів. Добре переносять висушування, зберігаючи вихідну ферментативну активність. Підйомна сила пресованих і сушених дріжджів для всіх штамів 45

... 56 хв. Мальтазна активність штаму Л-2 - 60 ... 80 хв., Л-1 - 100 ... 110, Л-3 - 120 ... 135, ЛВ-7 і ЛК-14 - 130 ... 180 хв.

Хлібопекарські властивості зазначених штамів дріжджів наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Хлібопекарські властивості дріжджів різних штамів

Показники	Хлібопекарські властивості дріжджів різних штамів						
	Т-7	ЛБД-Х1	О-14	Ш-28	К-21	Л-441	Я-1
Підйомна сила, хв.	55	50	45	46	60	45	47
Мальтазна активність, хв.	160	125	95	115	103	95	–
Осмочутливість, хв.	12	9	10	18	10	–	–

Молочнокислі бактерії. Молочнокислі паличкоподібні бактерії (лактобацили), які відносяться до роду *Lactobacillus* сімейство *Lactobacillaceae*, є постійними супутниками хлібопекарського виробництва. Учений М.Ф. Попов ще в 1887 р. показав, що в житніх заквасках присутні не тільки дріжджі, а й специфічні бактерії, здатні розпушувати тісто і накопичувати в ньому кислоту завдяки їх газоутворюючій і кислотоутворюючій здатності. Німецький дослідник В. Голігер в 1902 р виявив в житніх заквасках і тісті три різних типи негазоутворюючих бактерій - продуцентів молочної кислоти. Автор бачив роль цих бактерій не тільки в тому, що вони продукували кислоту в тісті, але і в їх антагоністичній дії на сторонні мікроорганізми, що вносяться з борошном: гнильні, маслянокислі, оцтовокислі. Німецький вчений В. Геннеберг в 1909 р. вперше представив відомості про участь у бродінні кислого тіста гетероферментативних молочнокислих бактерій і вважав, що бродіння тіста відбувається як за

рахунок дріжджів, так і бактерій. Датський учений Д. Кнудсен в 1924 р. з великої кількості заквасок кислого тіста виділив молочнокислі бактерії, які розділив на дві групи - А і В. До групи А автор відніс гомоферментативні бактерії *Streptobacterium plantarum*, а до групи В - представників підгрупи бетабактерій, що утворюють, крім молочної кислоти, значну кількість інших продуктів, головним чином летких кислот.

Учений В.Л. Омелянський, який вивчав в 1924 р. спонтанне бродіння тіста, підтвердив, що цей процес відбувається в результаті життєдіяльності специфічних газоутворюючих бактерій, характерних для мікрофлори борошна. Він показав, що ці мікроорганізми можуть служити в якості закваски для підняття житнього тіста.

Питання про використання чистих культур бактерій кислого тіста для приготування заквасок у нашій країні був поставлений на початку 20-х років, виходячи з того, що застосування таких заквасок попередить небажаний вплив сторонньої мікрофлори борошна на процес бродіння і дозволить використати виділені штами в заданій кількості.

Створення заквасок для пшеничного і житнього тіста на чистих культурах дріжджів і молочнокислих бактерій сприяло інтенсифікації процесу приготування хліба і поліпшення якості готової продукції.

Молочнокислі бактерії об'єднані в одну групу за здатністю накопичувати в якості основного продукту бродіння молочну кислоту. Вони широко поширені в природі, зустрічаються в ґрунті, на поверхні рослин, у рослинних, м'ясних і молочних продуктах, у кишечнику людини і тварин.

Лактобацилли являють собою прямі палички різних розмірів – від коротких (2 ... 5 мкм) до довгих (12 ... 15 мкм) - і товщиною 0,5 ... 1,0 мкм із закругленими або обробленими кінцями.

Молочнокислі бактерії, здебільшого, нерухомі, грампозитивні, не утворюють спор (за рідкісним винятком), що не продукують пігментів, не відновлюють нітрати в нітроти, не утворюють індол і сірководень, не розріджують желатину. Розмножуються, як і більшість бактерій, простим

поділом. Температурні межі зростання 20...53 ° С, оптимальна температура 30 ... 45 ° С.

По відношенню до кисню повітря молочнокислі бактерії є факультативними анаеробами. Вони не здатні синтезувати АТФ (аденозінтрифосфорну кислоту) за рахунок дихання, що відображає відсутність у них цитохромів і інших гемсоутримуючих ферментів.

Молочнокислі бактерії позбавлені ферменту каталази, який розщеплює пероксид водню на воду і молекулярний кисень. Цю функцію у них виконує фермент пероксидаза.

Відсутність каталазної активності є однією з діагностичних ознак молочнокислих бактерій, оскільки вони представляють собою фактично єдиний вид бактерій, позбавлених каталази, але здатних рости в присутності кисню повітря.

Молочнокислі бактерії дуже вимогливі до джерел харчування; їм необхідні вітаміни, значна кількість амінокислот. Встановлено, що в живильному середовищі повинні міститися пантотенова і нікотинава кислоти, рибофлавін, піридоксин, біотин і фолієва кислота. З вуглеводів вони переважно зброджують гексози і, набагато рідше, пентози. Залежно від метаболічної активності молочнокислі бактерії поділяють на гомоферментативні і гетероферментативні. Перші утворюють при ферментації цукрів до 95% молочної кислоти і незначна кількість побічних продуктів. Другі, поряд з молочною кислотою, що накопичується в кількості 60 ... 70%, утворюють етанол, оцтову і мурашину кислоти, діоксид вуглецю.

Слід зазначити, що межі між гомо- і гетероферментативним типом бродіння до певної міри умовні і можуть варіювати при зміні окисно-відновного потенціалу середовища.

В останньому виданні визначника бактерії Бергі лактобацилли об'єднані в сімейство *Lactobacillaceae*, рід *Lactobacillus*, які поділені на три групи:

1. Облігатно гомоферментативні лактобацилли, що розщеплюють гексози до молочної кислоти по гліколітичному шляху Ембдена-Мейергофа-Парнаса, але не здатні зброджувати пентози в глюконат.

2. Факультативно гетероферментативні лактобацилли, здатні зброджувати гексози з утворенням молочної кислоти по цьому ж шляху, а деякі види при дефіциті глюкози з утворенням молочної, оцтової, мурашиної кислот і етанолу, а також здатні ферментувати пентози з утворенням молочної і оцтової кислот .

3. Облігатно гетероферментативні лактобацили, які зброджують пентози по пентозофосфатному шляху з утворенням молочної, оцтової кислот і діоксиду вуглецю.

На схемі 3.2 приведена систематика лактобацилл, які використовуються в хлібопекарній промисловості.

Молочнокислі бактерії ростуть при оптимальному значенні рН 6,5 ... 6,8. Однак вони є кислотостійкими і в напівфабрикатах хлібопекарського виробництва витримують рН 3,0 ... 3,5. Характерною властивістю молочнокислих бактерій є їх спиртостійкі. Вони здатні розмножуватися при високих концентраціях етанолу – 18 ... 24 об. %. Зростання молочнокислих бактерій інгібують висока концентрація цукру (понад 10%), хлориду натрію (понад 3%), а також молочна й оцтова кислоти, які накопичуються при бродінні.

При зростанні в рідкому середовищі молочнокислі бактерії утворюють рівномірну муть і невеликий осад. На поверхні агарізованому середовищі молочнокислі бактерії формують дрібні гладкі блискучі колонії зі сферичною поверхнею сірувато-білого кольору (S-тип, від англ. Smooth - гладкий). У деяких випадках спостерігаються зірчасті або волокнисті колонії, що врастають у субстрат (R-тип, від англ. rough - шорсткий). Набагато рідше зустрічаються слизові колонії (O-тип). Глибинні колонії мають вигляд сочевиці (а) або трикутника (б) (рис. 3.8).

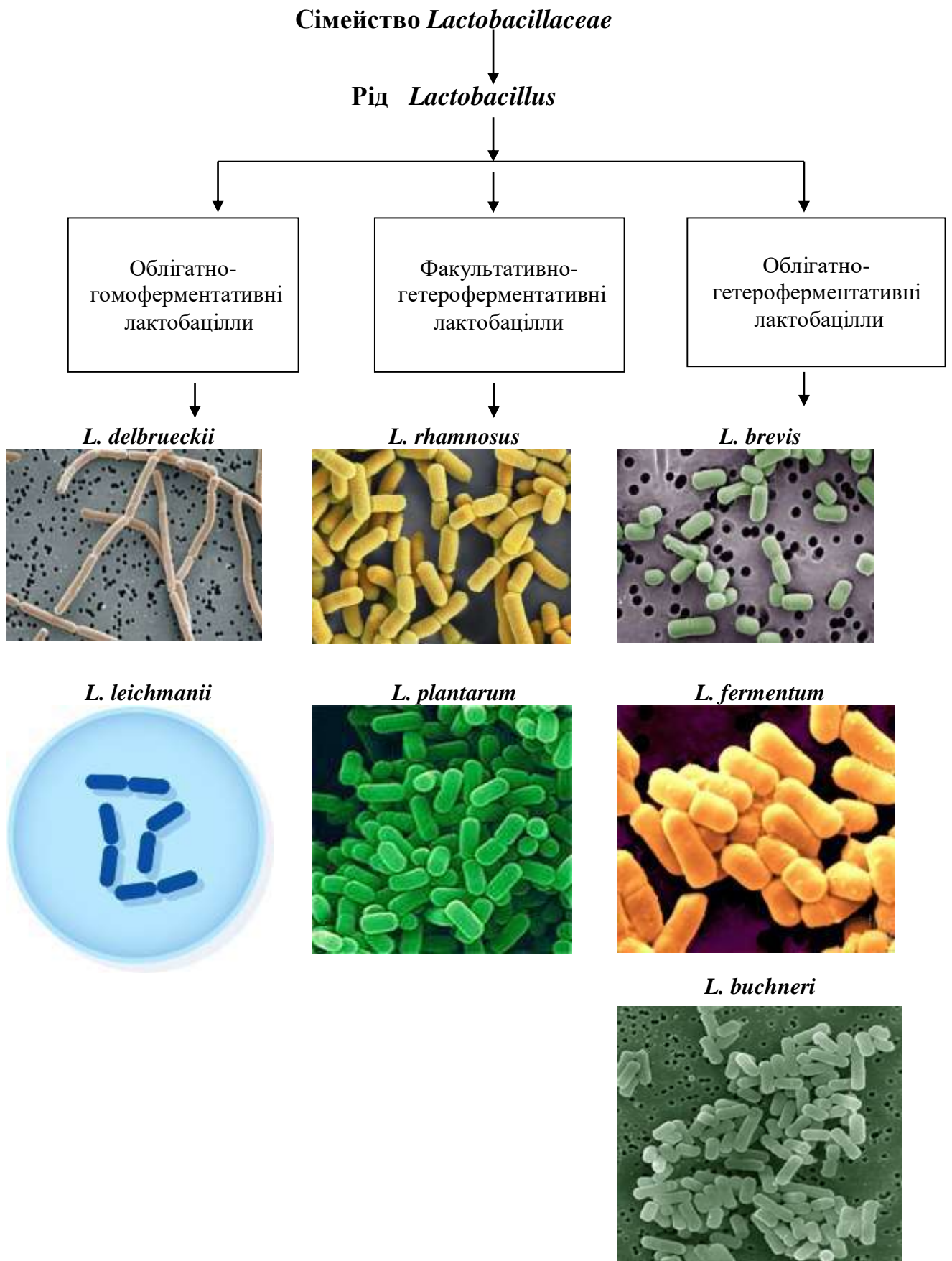


Схема 3.2. Систематика лактобацилл, які використовуються в хлібопеченні

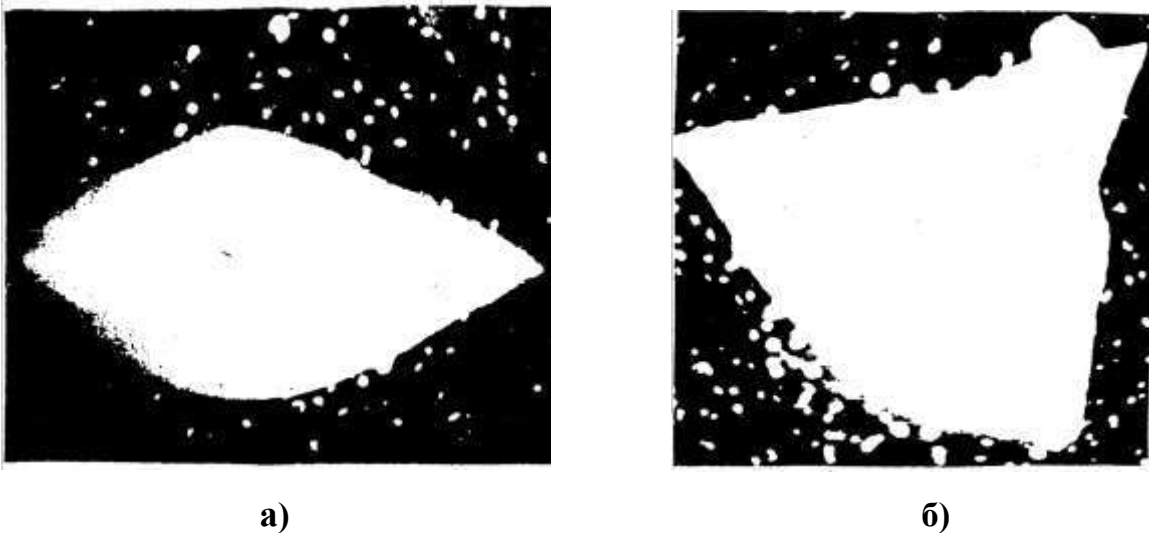


Рис. 3.8. Глибинні колонії молочнокислих бактерій (а, б)

Молочнокислі бактерії відіграють істотну роль у формуванні смаку і аромату хліба, особливо житнього. У результаті збродження цукрів у тісті молочнокислі бактерії утворюють молочну, оцтову, пропіонову, мурашину кислоти, спирт і діоксид вуглецю. Молочна кислота надає житньому хлібу приємний кислуватий смак, а летючі кислоти – специфічний аромат. Велике значення в утворенні ароматичного комплексу хліба грають карбонільні сполуки – альдегіди, ацетоїн, діацетил, оксиметилфурфурол, фурфурол, діоксиацетон. Діоксид вуглецю сприяє розпушуванню тісту. Утворені молочнокислими бактеріями кислоти не впливають на життєдіяльність дріжджів і в той же час подавляють зростання гнільних, маслянокислих, оцтовокислих бактерій, представники бактерій групи кишкової палички. Гомо- і гетероферментативні лактобацилли здійснюють також протеоліз білків пшеничного і житнього борошна, сприяючи накопиченню в тісті азотовмісних і водорозчинних з'єднань.

3.2.1. Мікроорганізми, які використовуються при приготуванні пшеничного тіста

Пресовані дріжджі. Для приготування пшеничного тіста використовують дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* в пресованому, сушеному і рідкому вигляді або у вигляді дріжджового молока.

Пресовані дріжджі повинні становити собою технічну чисту культуру. *Расами*, або *штамами*, називають мікроорганізми в межах виду, які розрізняються між собою по деяким ознакам, цінними для цього виробництва.

Расовою особливістю хлібопекарських дріжджів є стійкість до підвищеної температури, додаванню солі, і до високої кислотності середовища, а також здатністю добре розрихлювати тісто, тобто високою бродильною активністю.

Чисті культури виробничих рас, які використовуються у хлібопекарному виробництві, володіють активним комплексом ферментів, зокрема, мальтозою, що важливо для нормального тістотворення, тому що дріжджі з високою мальтозною активністю прискорюють процес дозрівання тіста.

Технологічний процес виробництва пресованих дріжджів складається з наступних стадій:

Вирощування чистої культури (ЧК) ⇒ Вирощування природно-чистої культури (ПЧК) ⇒ Вирощування товарних дріжджів ⇒ Виділення дріжджів

Перша стадія розмноження ЧК дріжджів проводиться в лабораторії заводу в пробірках і колбах зі збільшенням обсягу середовища від 0,05 до 8 дм³. В якості поживного середовища використовується солодове сушло (12 ... 14% СР), вітамінізоване томатним або морквяним соком.

На стадії ПЧК розмноження дріжджів здійснюють у цеху чистих культур послідовно в:

- ✓ малому інокуляторі (обсяг середовища до 80 дм³),
- ✓ великому інокуляторі (V = 800 дм³),
- ✓ і маточному інокуляторі (V = 2000 дм³).

Поживне середовище містить рівну кількість мелясного сушла (10% СР) і солодового сушла (12% СР).

На стадії вирощування товарних дріжджів використовують мелясне сушло (8% СР). Процес спочатку ведуть в проміжному дріждегенераторі

($V = 6000 \text{ дм}^3$) за температури $30 \text{ }^\circ\text{C}$ з безперервною аерацією середовища, потім в дріжджевищувальному апараті ($V = 20000 \text{ дм}^3$).

Дріжджі відокремлюють від середовища на сепараторах, промивають їх холодною водою, потім знову сепарують. Отриману дріжджову суспензію або дріжджове молоко направляють на прес-фільтри, де дріжджі пресуються в щільну масу з масовою часткою вологи 75%.

Дріжджі формують у вигляді брусків масою 50, 100, 500 і 1000 г, упаковують і зберігають за температури $0 \dots 4 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 10 ... 12 діб.

Згідно з ДСТУ 4812:2007 «Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови» дріжджі хлібопекарські пресовані повинні відповідати наступним вимогам, наведеним у табл. 3.3., 3.4.

Таблиця 3.3

Органолептичні показники дріжджів пресованих хлібопекарських

Назва показника	Характеристика
Колір	Рівномірний сіруватий з жовтуватим відтінком, на поверхні бруска не повинно бути темних плям
Запах	Прісний, властивий дріжджам, без запаху плісняви та інших сторонніх запахів
Смак	Властивий дріжджам, без стороннього присмаку
Консистенція	Щільна. Дріжджі повинні легко ламатись і не мазатись

Таблиця 3.4

Фізико-хімічні показники дріжджів пресованих хлібопекарських

Назва показника	Норма
Вологість у день виготовлення, %, не більше ніж	75
Підіймальна сила (підняття тіста до 70 мм), хв., не більше ніж	55

Назва показника	Норма
Кислотність 100 г дріжджів у день виготовлення в перерахунку на оцтову кислоту, мг, не більше ніж	120
Кислотність 100 г дріжджів після 12 діб зберігання або транспортування за температури від 0 °С до 4 °С у перерахунку на оцтову кислоту, мг, не більше ніж	300
Стійкість дріжджів (за температури випробування 35 °С), год. не менше ніж	60

Стороння мікрофлора пресованих дріжджів. Аспоррогенні дріжджі (рис. 3.9). У процесі отримання пресованих дріжджів можуть розмножуватися також *сторонні мікроорганізми*. Найбільш небезпечними є наступні групи мікроорганізмів, які присутні в мелясі, мелясних розчинах, виробничих субстратах і готових пресованих дріжджах.



Рис. 3.9. Аспоррогенні дріжджі.

Candida krusei - найбільш поширений шкідник дріжджового виробництва, здатний витіснити основну культуру. При значному вмісті їх у товарних дріжджах неминучі ускладнення в технологічному процесі і зниження якості хліба.

Для *C. krusei* характерні клітини різноманітної форми: округлі, дрібні, овальні, вузькі і довгі. У спільній культурі з хлібопекарськими дріжджами форма і розміри клітин *C. krusei* істотно змінюються. Вони стають схожими на клітини сахароміцетів. Тому мікроскопіювання не дозволяє виявити цей вид серед хлібопекарських дріжджів. *C. krusei* характеризується тим, що активно зброджує і засвоює лише глюкозу, тому в чистій культурі погано росте на м'ясному середовищі. У разі зростання в цьому ж середовищі

спільно з сахароміцетами *C. krusei* інтенсивно розмножується, використовуючи поживні речовини, що надаються сахароміцетами. На сусло-агарі *C. crusei* утворює білі або кремові плоскі або злегка опуклі колонії з звивистим краєм. Псевдоміцелій розгалужений, добре розвинений.



Рис. 3.10. *Candida mycoderma*

Candida mycoderma (рис. 3.10) – постійний супутник сахароміцетів у дріжджовому виробництві. Клітини мають овальну або подовжену циліндричну форму. Для цих дріжджів характерне утворення на рідких середовищах щільної товстої плівки, яка вповзає на стінки. У разі попадання в культивовану рідину

C. mycoderma, володіючи високою швидкістю розмноження, здатна накопичуватися у великій кількості і швидко витіснити основну культуру.

C. mycoderma не володіє мальтажною активністю, за рахунок чого різко погіршуються хлібопекарські властивості дріжджів. На сусло-агарі утворює плоскі, матові, гладкі, рідше зморшкуваті колонії з рівним або мілко зазубреним краєм, білого або жовтувато-сірого кольору.



Рис. 3.11. *Candida utilis*

Candida utilis (рис. 3.11) – характерний представник супутньої мікрофлори дріжджового виробництва. Клітини овальні, іноді зібрані по дві-три, утворюють «гілочки». Особливістю цього виду є використання нітрату калію в якості єдиного джерела азоту. На сусло-

агарі утворює м'які блискучі гладкі з хвилястим краєм колонії сірого кольору. Псевдоміцелій розвинений слабо.



Рис. 3.12. *Candida guilliermondii* утворює осад і кільце навколо стінок. Колонії на сусло-агарі плоскі, гладкі, матові, з хвилюю-простим краєм. Ці дріжджі швидко утворюють псевдоміцелій.

Аспорогенні дріжджі використовують субстрат більш повно у порівнянні з хлібопекарськими дріжджами, не знижуючи при цьому швидкості росту. Вони швидко пристосовуються до порушень технологічного процесу, по цьому легко витісняють дріжджі сахароміцети. Причиною інфекції можуть служити засівні дріжджі, повітря, поживні розчини.

Аскоспорогенні дріжджі роду *Saccharomyces*. У дріжджовому виробництві зустрічається тільки один вид цього роду - *Saccharomyces paradoxus*. Для такого виду характерні круглі або овальні дрібні клітини, у яких формуються по 2...4 аскоспори. Зброджує глюкозу, сахарозу, галактозу і частково раффінозу. Бродіння протікає інтенсивно, тому при інфікуванні хлібопекарських дріжджів цим видом зниження підйомної сили не спостерігається. У той же час мальтазна активність значно знижується, оскільки *S. paradoxus* не зброджує мальтозу. При значній мірі обсіменіння можливе зменшення виходу дріжджів за рахунок низької генеративної активності і менших розмірів клітин *S. paradoxus*.

Спороутворюючі гнильні бактерії. Представники роду *Bacillus* часто інфікують живильні середовища і товарні дріжджі. Вони широко поширені в природі і потрапляють у виробництво з сировиною, повітрям. Бацили

уповільнюють швидкість розмноження дріжджів, викликають відмирання нирок і клітин, знижують вихід і стійкість дріжджів, сприяють автолізу дріжджових клітин. Частіше за інших у дріжджовому виробництві зустрічаються види *B. subtilis* і *B. mesentericus* (рис. 3.13 – 3.19).



Рис. 3.13. *B. subtilis*



Рис. 3.14. *B. mesentericus*



Рис. 3.15. *B. cereus*



Рис. 3.16. *B. mycoides*

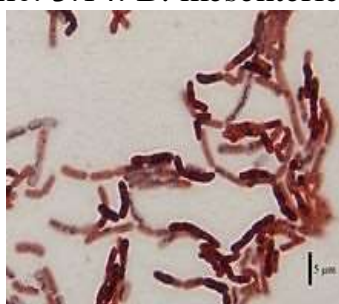


Рис. 3.17. *B. megaterium*



Рис. 3.18. *B. brevis*

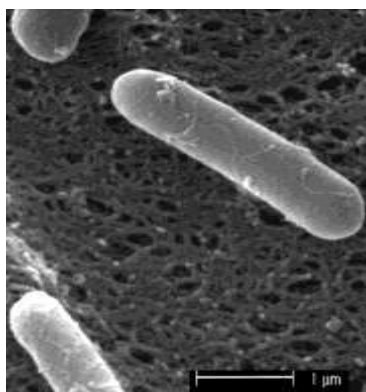


Рис. 3.19. *B. polymyxa*

Беспорові гнильні бактерії (рис. 3.20).

Представники роду *Pseudomonas* - види *P. fluorescens*, *P. putida*, *P. stutzeri*, *P. aurefaciens* – виявляються в м'ясі, культивованих середовищах, товарних дріжджах. Клітини дрібні, рухливі, з полярним розтушуванням джгутиків, грамнегативні. Ці бактерії зменшують вихід дріжджів, погіршують їх

якість.



Рис. 3.20. *B. polymyxa*

Деякі види володіють активними протеїназами, що викликають швидкий протеоліз дріжджів і появу продуктів розпаду білка (індолу, скатолу, меркаптану, сірководню та ін.), які неприємно пахнуть.

Бактерії кишкової групи (колі форми). Основні представники – *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* (рис. 3.21. – 3.24).



Рис. 3.21. *Escherichia coli*



Рис. 3.22. *Citrobacter freundii*



Рис. 3.23. *Enterobacter cloacae*



Рис. 3.24. *Klebsiella pneumoniae*

За морфологічними і культуральними властивостями вони дуже схожі між собою. Ентеробактерії є дрібні безспорівні грамнегативні палички, рухомі, з перитрихіально розташованими джгутиками. Присутність цих бактерій у пресованих дріжджах свідчить про порушення

санітарного режиму виробництва. Ентеробактерії сприяють швидкому псуванню дріжджів при зберіганні.

Молочнокислі бактерії (рис. 3.25). Молочнокислі паличкоподібні бактерії, що відносяться до роду *Lactobacillus* сімейства *Lactobacillaceae*, є постійними супутниками хлібопекарських дріжджів. Частіше за інших у дріжджовому виробництві зустрічається вид *L. plantarum*. Він активно розмножується в спільній культурі з хлібопекарськими дріжджами, конкуруючи за поживні речовини і знижуючи швидкість генерації дріжджів. Представники гетероферментативних молочнокислих паличок *L. brevis* і *L. fermenti* з'являються в дріжджовому виробництві епізодично. Ці бактерії

більш властиві пивоварному, ніж дріжджовому виробництву. Метаболіти зазначених видів лактобацил (оцтова і мурашина кислоти) негативно впливають на розмноження і бродильну активність дріжджів.

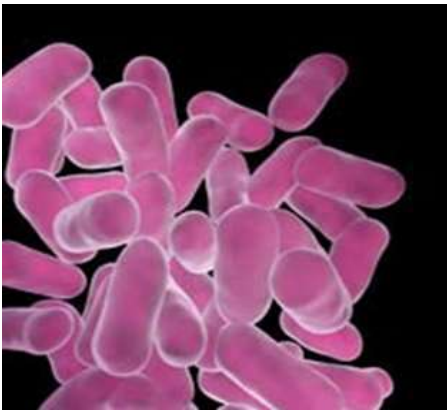


Рис. 3.25. Молочнокислі паличкоподібні бактерії, що відносяться до роду *Lactobacillus* сімейства *Lactobacillaceae*

зустрічаються види *Leuc. dextranicum* і *Leuc. mesenteroides*. Лейконостоки відрізняються від інших лактобактерій здатністю утворювати потужну слизову капсулу на середовищах, що містять сахарозу. Капсула складається з полісахариду декстрану. Колонії лейконостоку на щільних середовищах з сахарозою мають вигляд характерних напівпрозорих крапель слизу. Якщо лейконостоки у великій кількості розмножуються в мелясі, то вона стає дефектною. Спостерігаються великі втрати цукру за рахунок продукування з нього декстрану.

Хлібопекарські дріжджі відносяться до категорії швидкопсувних продуктів, тому їх зберігання і транспортування повинні здійснюватися за температури 0 ... 4 °С. При цій температурі клітини дріжджів знаходяться в стані анабіозу. Однак і в цих умовах для підтримки життєвих функцій дріжджі потребують енергії, яку вони отримують шляхом розщеплення запасних поживних речовин, насамперед, глікогену і трегалози. Після того, як вичерпано 80 – 90% глікогену і 30 – 40% трегалози, дріжджі починають розщеплювати білки, що призводить до автолізу клітин.

Рід *Leuconostoc*. До цього роду вналежать гетероферментативні молочнокислі бактерії, зброджують вуглеводи з утворенням молочної кислоти і великої кількості летючих сполук - етанолу, оцтової кислоти, діоксиду вуглецю та ін. Клітини лейконостоків мають вигляд подовжених коків, з'єднаних у пари або ланцюжки. Вони нерухомі, грам-позитивні. Найбільш часто в дріжджовому виробництві

Для гарантованої стійкості дріжджів при зберіганні вміст трегалози має бути не менше 8% в перерахунку на суху речовину (СР).

На стійкість дріжджів при зберіганні великий вплив робить інфікування їх сторонніми мікроорганізмами. Гнильні бактерії, особливо психрофільні і психротрофні, здатні розмножуватися при низьких температурах, виділяють протеолітичні ферменти і викликають швидку псування дріжджів. При цьому підвищується активність протеїназ самих дріжджів. Протеїнази дріжджів активні у відновній формі, при переході ж в окислений стан вони втрачають свою активність. Вплив окиснювачів на дріжджове молоко підвищує стійкість пресованих дріжджів. З цією метою застосовують аерування суспензії дріжджів перед пресуванням протягом 30 хв. або обробку її пероксидом водню, внесеного в кількості 0,01% до обсягу, з витримкою протягом однієї години. Зазначені заходи призводять до зниження швидкості падіння окислювально-відновного потенціалу в процесі зберігання і на 20 – 25% зменшують протеолітичну активність дріжджів.

Сушені дріжджі. *Сушені дріжджі* одержують висушуванням пресованих дріжджів до масової частки вологи 10 %. Оскільки пресовані дріжджі є швидкопсувним продуктом, їх консервують шляхом висушування.

Переваги сушених дріжджів полягають у їх хорошій транспортабельності і стійкості при зберіганні. Гарантійний термін зберігання вітчизняних сухих дріжджів з урахуванням обумовленої втрати активності становить від 5 до 12 міс. Імпорتنі сушені дріжджі мають термін зберігання до 2 років у непорушеній упаковці.

Насьогодні український ринок сушених хлібопекарських дріжджів представлений великою кількістю торгових марок різних країн: Франції, Фінляндії, Туреччини, Швеції, Англії та ін. Добре зарекомендували себе на українському ринку французька фірма «Лесафрр», турецька фірма «Пакмайя».

Сушені дріжджі поділяють на два основних типи: сухі високоактивні і сухі високоактивні «інстантні».

Вони відрізняються способом підготовки перед внесенням у тісто.

Сухі високоактивні дріжджі перед внесенням у тісто активують у теплій (35 ... 38 °С) воді протягом 10 ... 15 хв. Зазвичай одну частину дріжджів активують в 4 ... 5 частинах води.

«Інстантні» дріжджі, навпаки, не повинні знаходитися в контакті з водою. Їх змішують з борошном перед замісом тіста або вносять у тісто в перші хвилини замісу. Дріжджі того чи іншого типу вносять у тісто в кількості 0,5% до маси борошна. У здобне тістом з великим вмістом цукру і жиру кількість сушених дріжджів можна збільшити до 1,4 ... 1,6%.

У процесі висушування клітини дріжджів зневоднюються, при цьому відбувається частковий протеоліз білка, глибина якого залежить від температури і тривалості сушіння. При вільному доступі кисню протеоліз протікає і під час зберігання сушених дріжджів.

У процесі сушіння кількість трегалози збільшується на 30 ... 70% за рахунок глікогену. Вуглеводи дріжджів використовуються в перші години сушіння в результаті посиленого дихання в потоці повітря. При нестачі вуглеводів відбувається розпад білків і знижується активність ферментів. Після висушування підвищується проникність клітинної оболонки дріжджів, що пов'язано зі зміною вмісту сульфгідрильних з'єднань типу глутатіона. Усе це призводить до падіння підйомної сили і мальтазної активності дріжджів у процесі сушіння і подальшого зберігання.

Якість сушених хлібопекарських дріжджів має відповідати вимогам нормативних документів, наведеними в табл. 3.5, 3.6.

Таблиця 3.5

Органолептичні показники дріжджів хлібопекарських сушених

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Форма вермішелі, гранул, дрібних зерен, шматочків, порошку або крупоподібні
Колір	Світло-жовтий або світло-коричневий
Запах	Властивий сушеним дріжджам, без сторонніх запахів: гнилісного,

	плісняви та ін.
Смак	Властивий сушеним дріжджам

Фізико-хімічні показники дріжджів хлібопекарських сушених

Назва показника	Норма для сорту	
	вищого	першого
Масова частка вологи, %, не більше	8,0	10,0
Підймальна сила дріжджів у день виготовлення (підняття тіста до 70 мм), хв., не більше ніж	70,0	85,0
Примітка. При зберіганні дріжджів у сухому приміщенні при температурі не вище 15 °С підймальна сила щомісячно зменшується на 5 % в порівнянні з вихідною підймальною силою дріжджів у день їх виготовлення		

Якість сушених дріжджів і зміна їх ферментативної активності при зберіганні залежать від способу висушування. Сушку дріжджів здійснюють у стрічковій сушарці, у віброкип'ячому шарі, під вакуумом, методом сублімації. Сушка дріжджів методом сублімації забезпечує більш високий ступінь збереження життєздатності і активності ферментів дріжджів, а також кращі пористість, колір, смак, стійкість при зберіганні в порівнянні з тепловою сушкою.

У хлібопеченні дози внесення пресованих і сушених дріжджів наступні:

- ✓ 0,5% сушених або 1,5% пресованих до маси борошна при опарному способі;
- ✓ 0,8 ... 1,0% сушених або 2,5 ... 3,0% пресованих дріжджів при безопарному способі;
- ✓ і до 5% пресованих для здобних виробів.

Залежно від підйомної сили сушені дріжджі застосовують у наступній кількості (замість 1 кг пресованих дріжджів):

- ✓ 70 хв. - 500 г;
- ✓ 90 хв. - 650 г;
- ✓ більше 90 хв. - 900 г;
- ✓ більше 100 хв. - 1000 г.

Активация дріжджів. У процесі накопичення клітинної маси дріжджі знаходяться в умовах інтенсивної аерації, і їх дихальні ферменти активні. У тісті дріжджі потрапляють в анаеробні умови, у зв'язку з чим вони повинні переключитися з процесу дихання на бродіння. Для активування бродильних ферментів потрібен певний час, що збільшує тривалість напівфабрикатів.

З метою прискорення бродіння опари або тіста дріжджі активують. У процесі активації відбувається перемикання метаболізму дріжджових клітин з дихального типу на бродильний, підвищується їх мальтазна активність.

Пресовані дріжджі активують шляхом витримування їх у рідкому поживному середовищі при 30 ... 32 ° С протягом 1 ... 2 год.

Сушені дріжджі активують протягом 5 ... 6 год. у середовищі з великою кількістю поживних речовин, ніж для пресованих дріжджів. За вказаний період часу активується, головним чином, зімаза, активність інших ферментів нижче.

Активация дріжджів дозволяє знизити їх витрати й скоротити тривалість бродіння.

Рідкі дріжджі. Для отримання пшеничного тіста, поряд з пресованими дріжджами або замість них, широко використовують рідкі дріжджі, які готують безпосередньо на хлібопекарських підприємствах.

Рідкі дріжджі являють собою напівфабрикат, одержуваний бродінням водно-борошняної заварки термофільними молочнокислими бактеріями з подальшим вирощуванням дріжджів виду *S. cerevisiae*.

Ця технологія (так звана «раціональна» схема), розроблена в 1930 - 1935 рр. професором А.І. Островським, отримала широке розповсюдження в промисловості.

Процес виробництва рідких дріжджів містить наступні стадії:

приготування оцукренної борошняної заварки ⇒ *Заквашування заварки термофільними молочнокислими бактеріями* ⇒ *Вирощування дріжджів виду S. cerevisiae на заквашеній заварці*

Заварку готують шляхом поступового змішування борошна і води з температурою 83 ... 85 ° С в співвідношенні 1: 3.

Потім заварку охолоджують до температури 63 ... 65 ° С і вносять 1 ... 2% до маси борошна неферментованого ячмінного або житнього солоду. Замість солоду можна використовувати ферментні препарати: амілорізін (0,007 ... 0,010% до маси борошна) або глюкоамілазу (0,02 ... 0,03% до маси борошна). Глюкоамилаза найбільш ефективна для оцукрювання заварок - під її впливом утворюється значна кількість глюкози. Тривалість оцукрювання борошняної заварки складає 1,0 ... 1,5 год.

У підготовлену водно-борошняну заварку, охолоджену до температури 50 ... 54 °С, вносять культуру молочнокислих бактерій виду *Lactobacillus delbrueckii* (паличка Дельбрюка) і зброджують її при температурі 48 ... 54 °С протягом 12 ... 14 год. до кислотності 12 ... 14 град. Накопичується в заварці молочна кислота (до 1,0 ... 1,3%) стимулює ріст дріжджів, пригнічує розвиток сторонньої мікрофлори в дріжджовій біомасі, поліпшує властивості тіста і якість хліба.

Заквашену заварку охолоджують до 28 ... 30 °С і вносять у неї дріжджі *S. cerevisiae*. За температури 30 °С термофільні молочнокислі палички не розмножуються.

І.М. Ройтер і Р.С. Башірова виділили з кислих заквасок і борошна Сімферопольського хлібозаводу штам *молочнокислих бактерій E-1* (енергійний кислотоутворювач), заквашує затори в співвідношенні борошна і води 1: 3 до тієї ж кислотності за 6 ... 8 год. Цикл приготування рідких дріжджів різко скорочується, тому що на закисання заторів витрачається в 4 ... 5 разів більше часу, ніж на вирощування самих дріжджів. У заварці, заквашеній штамом E-1, виявляється більше водорозчинного і амінного азоту, ніж у заварці, заквашених паличкою Дельбрюка. Тому дріжджі, вирощені в заторах, заквашених штамом E-1, краще розмножуються і відрізняються більшою підйомною силою.

Виділений штам Е-1 відрізняється від *L. delbrueckii* по ряду ознак, одним з яких є високий рівень кислотоутворення. У борошняних заторах (співвідношення борошна і води 1: 2) штам Е-1 утворює до 4,1% молочної кислоти, а *L. delbrueckii* - лише 1,4%.

А.І. Островський застосував для запропонованої ним схеми дріжджі *S. cerevisiae* штам Ростовський-21. Пізніше для приготування рідких дріжджів стали використовувати змішані культури дріжджів. На багатьох підприємствах запроваджено суміш штамів Щелковський-4 і Дніпропетровський-6. Штам Щелковський-4 активніший у перші години бродіння тіста, тоді як штам Дніпропетровський-6 виявляє більш високу активність при вистоюванні тіста.

Рідкі дріжджі повинні відповідати наступним вимогам, наведеним у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Фізико-хімічні показники рідких дріжджів

Назва показника	Норма
Підйомна сила по кульці, хв.	25...30
Кислотність, град.	7...9
Масова частка вологи, %, не вище	90
Кількість дріжджових клітин в 1 г, млн.	90...120
Співвідношення дріжджів і лактобацилл	1:1

Процес приготування рідких дріжджів включає два цикли: розведення і виробничий.

Цикл розведення полягає в поступовому розмноженні чистих культур термофільних молочнокислих бактерій та дріжджів у рідкому середовищі (солодовому суслі) і в борошняній оцукреній заварці до досягнення кількості, необхідної для виробництва хліба. У циклі розведення вирощування мікроорганізмів ведуть без відбору культури, а у виробничому циклі

здійснюють регулярний відбір рідких дріжджів. Цикл розведення здійснюють один-два рази на рік.

У виробничому циклі відбір рідких дріжджів здійснюють через кожні 2 ... 3 год. цілодобово. Від готових дріжджів відбирають $\frac{1}{2}$ або $\frac{1}{4}$ частину для замісу тіста, а відібрану частину відновлюють такою ж кількістю заквашеної заварки. Готовність рідких дріжджів визначають за підйомною силою методом спливаючої кульки. Вона повинна бути від 15 до 25 хв. Кислотність рідких дріжджів повинна складати 10 ... 12 град., Масова частка вологи - 86 ... 90%.

Рідкі дріжджі застосовуються при переробці борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями, а також у регіонах з жарким кліматом, де існує реальна небезпека розвитку тягучою хвороби хліба.

Для підвищення біотехнологічних властивостей рідких дріжджів розроблена раціональна схема їх приготування на основі селекції високопродуктивних штамів мікроорганізмів і оптимізації умов культивування. Селекція проводилася в напрямку отримання нових активних штамів дріжджів, що відрізняються стійкістю до підвищених температур (36 ... 45 °C) і кислотності (18 ... 20 град.), адаптованих до хлориду натрію з метою використання їх в рідких солоних опарах – осмотолерантних .

Для підвищення швидкості розмноження дріжджів і збільшення виходу біомаси протімізовані умови їх культивування за рахунок введення наступних стадій:

1. Оцукрювання борошняної заварки ферментними препаратами глюкоамілази і α -амілази, або використання високооцукреного напівфабрикату на початку вирощування дріжджів.

2. Введення в заварку белковомістячих продуктів (соєве борошно, концентрат зі шроту бавовнику та ін.).

3. Внесення мінеральних солей (CaSO_4 , MgSO_4 , K_2HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

4. Проведення аерації середовища в початковій стадії вирощування дріжджів.

Властивості селекціонованих штамів дріжджів наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Біохімічні и технологічні властивості нових штамів дріжджів

Показники	Штами дріжджів			
	«Центральна Азія»		Р-17- ДержНДІХП	
	1	2*	1	2*
Зимазна активність, хв.	60	65	60	68
Мальтазна активність, хв.	65	60	80	75
Бродильна активність, хв.	19	13	17	14
Осмочутливість, хв.	15	10	12	10
Модуль росту, ч ⁻¹	0,25	0,21	0,23	0,24
Технологічні властивості:				
підйомна сила, хв.	15...20	10...15	18...22	15...20
кількість клітин, млн./г	300–350	290–310	250–300	220– 250
кислотостійкість, град	До 20		До 15	
термостійкість, °С	До 45	40	До 38	38

* Адаптовані до хлориду натрію

Сьогодні на підприємствах використовуються розроблені технології приготування мезофільних заквасочних дріжджів і мезофільних заквасочних ергостерінових дріжджів, які передбачають вирощування дріжджів в оцукреній заварці спільно з мезофільними молочнокислими бактеріями при температурі 28 ... 32 °С.

Для мезофільних заквасочних дріжджів застосовують два штам селекціонованих молочнокислих бактерій - *Lactobacillus casei* С-1 і *Lactobacillus plantarum* А 63. Після вирощування їх в борошняної оцукреній заварці вводять штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Фр-3, стійкий до зниженої температури.

У технології ергостерінових заквасочних дріжджів вирощують спільно мезофільні молочнокислі бактерії - штам *L. casei* С-1, *L. plantarum* А 63 і

L. plantarum 30 - і штаб дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* 576, що володіє підвищеним синтезом ергостерину. Застосування ергостерінових дріжджів рекомендується в екологічно неблагополучних регіонах.

У виробництві хлібобулочних виробів застосовують також **пшеничні закваски** – пропіоновокислу, ацидофільну, вітамінну, комплексну, ергостерінову. Для зазначених заквасок селекціоновано нові штаби мікроорганізмів. Посилення біосинтетичних, мікробоцидних і технологічних властивостей нових штабів досягалося шляхом вирощування їх у борошняному середовищі з молочнокислими бактеріями і дріжджами, характерними для хлібопекарського виробництва. У табл. 3.9 наведені біохімічні та технологічні властивості пшеничних заквасок.

Таблиця 3.9

Характеристика властивостей пшеничних заквасок

Закваска	Мікробіологічний склад	Мальтазна активність, хв.	Кількість клітин, 10^7 КУО/г	Кислотність, град
Пропіоновокисла	<i>P.shermanii</i> ВКМ-103	–	200...250	12...14
Комплексна	Дріжджі № 69 <i>L.rhannosus</i> С-1 <i>L.brevis</i> 78 <i>L.fermenti</i> 34 <i>P.shermanii</i>	65...70	120...130 1,5...2,0	8...12
Ацидофільна	Дріжджі <i>S.cerevisiae</i> NP-17, <i>L.acidophilus</i> 146	60...65	35...40 200...250	9...12
Вітамінна	Дріжджі <i>Burella armenioka</i> Сб-206 <i>S.cerevisiae</i> Фр-3 <i>L.acidophilus</i> 146 <i>P.shermanii</i>	60	15...20 30...35 200...210 1,5...2,0	7...10
Ергостерінова	Дріжджі № 576 (гибрид) <i>L.casei</i> 63 <i>L.plantarum</i> 30	40...45	35...40 120...150	8...10

У ДержНДІХП розроблені прискорені способи приготування тіста із застосуванням *пшеничних заквасок* - пропіоновокислої, ацидофільної,

комплексної, вітамінної. Найкращі результати якості виробів, особливо за смаком і запахом, структурно-механічними властивостями м'якушки (пористість дрібна, рівномірна, тонкостінна, м'якуш еластичний), були одержані при застосуванні ацидофільної закваски. Це можна пояснити підвищеною протеолітичною, амілолітичною і, ймовірно, ліполітичною активністю ацидофільних паличок, за рахунок чого у виробках накопичуються продукти гідролізу білка, цукру і жиру й утворюються смакові і ароматичні сполуки, що сприяють дозріванню тіста, формуванню його структури, поліпшення смаку і запаху продукції.

Рідкі пшеничні закваски. *Рідкі пшеничні закваски* становлять напівфабрикат, виготовлений на оцукреній заварці за температури 28 ... 30 °С, у якому одночасно вирощені мезофільні молочнокислі бактерії видів *Lactobacillus plantarum* (лактобаціллус плантарум), *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermenti* і дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*. Рідкі пшеничні закваски використовують для підвищення кислотності пшеничного тіста і для його розпушення. Леткі кислоти, що накопичуються в тісті лактобактеріями, сприяють поліпшенню смаку і аромату готових виробів.

Для отримання рідких пшеничних заквасок використовують штами мезофільних молочнокислих паличок, характеристика яких дана нижче.

***Lactobacillus plantarum* (лактобаціллус плантарум) А 6.** Клітини мають вигляд коротких паличок розміром (1,5 ... 2,5) x 0,8 мкм, розташованих попарно або ланцюжками. На щільному середовищі утворює колонії у вигляді сочевиці. Оптимальна температура зростання 30 °С.

***Lactobacillus plantarum* (лактобаціллус плантарум) А 63.** Короткі палички розміром (0,6 ... 0,9) x 0,7 мкм, розташовані поодинокі або короткими ланцюжками. Колонії мають вигляд щільних чечевичок. Оптимальна температура росту 30 °С.

***Lactobacillus plantarum* (лактобаціллус плантарум) 30.** Тонкі палички розміром 4,0 x 0,5 мкм, розташовані переважно ланцюжками. Оптимальна температура росту 34 °С.

Lactobacillus rhamnosus C-1. Поодинокі клітини розміром (3 ... 8) x 1,6 мкм. Оптимальна температура росту 33 ... 35 ° С.

Lactobacillus rhamnosus C-2. Великі товсті палички розміром (8 ... 15) x 1,0 мкм, часто утворюють довгі нитки. Оптимальна температура зростання 33 ... 35 ° С.

Lactobacillus fermenti 34. Товсті палички від коротких до середніх розміром (3 ... 7) x 10 мкм, одиночні і в довгих ланцюжках. Оптимальна температура росту 34 ° С.

Lactobacillus brevis 78. Тонкі короткі палички розміром (1,3 ... 10) x 0,6 мкм, поодинокі або в довгих ланцюжках. Оптимальна температура зростання 28 ... 30 ° С.

Lactobacillus brevis B 5. Тонкі довгі палички розміром (2,6 ... 13) x 0,45 мкм, розташовані поодинокі або ланцюжками. Оптимальна температура росту 30 ° С.

Схема приготування рідких пшеничних заквасок складається з наступних операцій:

Приготування поживного середовища ⇒ *Розведення чистих культур мікроорганізмів (молочнокислих бактерій і дріжджів)* ⇒ *Приготування вихідної закваски (маточника)* ⇒ *Приготування основної виробничої закваски*

Живильним середовищем для вирощування дріжджів служать сушло і борошняна заварка, для вирощування молочнокислих бактерій маточник.

Маточник готують на оцукреній борошняній заварці. Дріжджі вносять або у вигляді вирощеної чистої культури, або пресовані або сушені, або з додаванням стиглого тіста. Готовність маточника визначаються по підйомній силі, що становить 15 ... 20 хв. (по спливанню кульки), і по кислотності 6 ... 8 град.

Виробнича закваска готується шляхом перемішування маточника з оцукреною заваркою або борошняною бовтанкою. Підйомна сила закваски

повинна бути 15 ... 20 хв., кислотність – 6 ... 12 град. Подальше отримання виробничої закваски ведеться з відбором.

3.2.2. Мікроорганізми, які використовуються при приготуванні житнього тіста

Густа закваска. За хлібопекарськими властивостям житнє борошно відрізняється від пшеничного. У ньому міститься активний фермент α -амілаза, що каталізує розщеплення крохмалю до декстринів. Декстрини надають м'якущі липкість і непропеченість. Щоб знизити активність α -амілази, кислотність тіста підвищують до 10 ... 12 град. Білки житнього борошна, на відміну від пшеничного, при замішуванні тіста не утворюють клейковини, що визначає його газотримувальну здатність. При підвищенні кислотності тіста відбувається набухання білків житнього борошна, за рахунок чого збільшуються в'язкість і газотримувальна здатність. Висока кислотність житнього тіста (рН 4,2 ... 4,3) покращує хлібопекарські властивості житнього борошна і, крім того, є фактором, що перешкоджає розвитку технічно шкідливих мікроорганізмів (збудників тягучої хвороби хліба, маслянокислих бактерій).

Для досягнення високої кислотності житнє тісто готують на заквасках з чистих культур дріжджів і молочнокислих бактерій, причому останнім відводиться основна роль у дозріванні тіста.

Тісто для хліба з житнього борошна можна готувати на:

- *густій заквасці,*
- *рідкій заквасці без заварки,*
- *рідкій заквасці із заваркою,*
- *концентрованій бездріжджовій молочнокислій заквасці.*

Густа закваска використовується при виготовленні тіста з житнього оббивного і обдирного борошна, а також із суміші різних сортів житнього і пшеничного борошна.

Для виведення густої закваски використовують комбінацію штамів лактобацил *L. plantarum* 63, *L. brevis* 5, *L. brevis* 78 і чистих культуру дріжджів *S. minor* штам Чорноріченські, вирощені на солодовому суслі. При відсутності чистої культури допускається застосування пресованих дріжджів.

Густа закваска повинна мати вологість 48 ... 50%, кислотність 13 ... 16 град, і підйомну силу (по кульці) до 25 хв.

Процес приготування густої закваски охоплює два цикли: *розведення і виробничий*.

У разі повного **циклу розведення** густої закваски оновлюють один-два рази на рік відповідно до встановленого на кожному підприємстві графіку або ж у міру необхідності при погіршенні підйомної сили, при уповільненні кислотонакопичення, зміні смаку, запаху та інших дефектів, через вимушені простої або при порушенні встановленого технологічного режиму виробництва.

У циклі розведення закваску готують з борошна, води, чистих культур дріжджів і молочнокислих бактерій або з закваски колишнього приготування з додаванням в 1-й фазі пресованих дріжджів.

Цикл розведення, представлений нижче у вигляді схеми і складається з трьох фаз:

1-а фаза

Змішування компонентів (вода + дріжджі + молочнокислі бактерії + борошно) ⇒ Бродіння (температура 28 °С, кислотність 7...9 град.)

2-а фаза

Додавання борошна і води до закваски 1-ї фази ⇒ Перемішування ⇒ Бродіння

3-а фаза

Додавання борошна і води до закваски 2-ї фази ⇒ Перемішування ⇒ Бродіння

У кожній фазі циклу розведення в результаті накопичення кислот підвищується кінцева кислотність закваски, а тривалість бродіння зменшується.

Цикл розведення густих заквасок можна здійснювати також з використанням *сухого лактобактерину*. Він являє собою висушену методом сублімації біомасу молочнокислих бактерій. Лактобактерин зберігають у скляних флаконах протягом 12 міс при температурі 4 ... 8 °С. В одній дозі лактобактерину (1 г) міститься близько 10 млрд життєздатних клітин молочнокислих бактерій наступних штамів: *L. plantarum* 30, *L. brevis* 5, *L. brevis* 78.

Перед початком циклу розведення у флакони з лактобактерином вносять по 10 см³ води з температурою 38 ... 40 °С і витримують 10 хв., після чого суспензію бактерій вносять у поживну суміш з житнього борошна і води. Суміш ретельно перемішують і витримують при температурі 33 ... 35 °С протягом 4 ... 5 год. для активації молочнокислих бактерій. Одночасно готують заквасочні дріжджі. Для цього змивають клітини дріжджів з косяків на сусловому агарі, водну суспензію дріжджів вносять у живильну суміш з борошна і води й активують дріжджі протягом 4 ... 5 год. за температури 28 ... 30 °С. Активовані лактобактерії і заквашувальні дріжджі змішують з водою та борошном і готують закваску в три фази, як зазначено вище.

Виробничий цикл передбачає безперервне використання і відновлення наявної кількості закваски. Закваску зазвичай ділять на чотири або три частини, з яких одну частину (25 або 33,3% відповідно) використовують для відтворення закваски, а решту масу витрачають на приготування двох або трьох порцій тіста. Відбір закваски проводять через кожні 3 ... 4,5 год. цілодобово, тому що при такому циклічному режимі лактобактерії і дріжджі розмножуються з максимальною швидкістю зростання. На тривалість бродіння густої закваски у виробничому циклі до заданої кислотності впливають сорт і якість борошна, температура, співвідношення стиглої закваски і живильної суміші.

Рідка закваска без заварки. Суть методу полягає в приготуванні закваски, що має вологість 70 ... 80%, кислотність 9 ... 13 град, підйомну силу (по кульці) до 35 хв.

У циклі розведення рідку закваску отримують із застосуванням суміші чистих культур дріжджів *S. cerevisiae* Л-1 і *S. minor* штам Чорноріченський в поєднанні з сумішшю рідких культур молочнокислих бактерій: *L. plantarum* 30, *L. rhamnosus* 26, *L. brevis* 1, *L. fermenti* 34 або сухого лактобактерину для рідких хлібних заквасок з суміші цих же штамів лактобацил.

Живильним середовищем для приготування рідкої закваски служить суміш з житнього борошна і води. У 100 кг поживної суміші вологістю 70% співвідношення житнього борошна і води становить 35:60.

На рідкій заквасці без заварки за уніфікованою лєнінградської схемою можна виробляти хліб із житнього і суміші різних сортів житнього і пшеничного борошна.

Рідка закваска із заваркою. Закваска із заваркою повинна мати вологість 80-85%, кислотність 9 ... 12 град, підйомну силу до 30 хв.

У циклі розведення закваску готують із застосуванням чистої культури дріжджів *S. cerevisiae* Л-1 в поєднанні з сумішшю штамів молочнокислих бактерій *L. plantarum* 30, *L. rhamnosus* 26, *L. brevis* 1, *L. fermenti* 34.

Для приготування закваски готують поживну суміш з борошна, води і заварки, у яку вносять чисті культури мікроорганізмів, усе добре перемішують і залишають для бродіння на 7 ... 9 год. до накопичення кислотності 7 ... 10 град. До стиглої закваски 1-ї фази додають живильну суміш, перемішують, зброджують до необхідної кислотності і отримують закваску 2-ї фази, а потім і 3-ї фази циклу розведення.

Рідку закваску із заваркою можна законсервувати на 8 ... 24 год. шляхом охолодження. Для цього близько 50% закваски з кислотністю 9 ... 12 град охолоджують до температури 5 ... 10 ° С і зберігають при цій же температурі в ємностях з охолоджувальною сорочкою.

Для реактивації закваску підігрівають шляхом подачі гарячої води у водяну сорочку, додають живильну суміш у співвідношенні 1: 1 з початковою температурою 31 ... 33 ° С, зброджують до кислотності 9 ... 12

град і використовують на приготування тіста і відтворення закваски звичайним способом.

На рідкій заквасці із заваркою за уніфікованою ленінградської схемою виробляють переважно сорти хліба із суміші житнього і пшеничного борошна.

Концентрована бездріжджова молочнокисла закваска (КМКЗ).

Концентрована бездріжджова молочнокислая закваска (КМКЗ) має вологість 60 ... 70%, температуру 37 ... 41 ° С, кислотність 18 ... 24 град. Тісто готують у дві стадії (КМКЗ ⇒ тісто) або в три стадії (КМКЗ ⇒ опара ⇒ тісто). При замішуванні тіста на КМКЗ в якості біологічних розпушувачів використовують пресовані або рідкі дріжджі.

У циклі розведення КМКЗ готують із застосуванням суміші рідких культур молочнокислих бактерій: *L. plantarum* 30, *L. rhamnosus* 26, *L. brevis* 1, *L. fermenti* 34 або сухого лактобактерина для рідких хлібних заквасок. Чисту культуру дріжджів не додають, так як підвищена температура сприяє інтенсивному розмноженню молочнокислих бактерій і більш високу кислотність закваски.

Приготування тіста на концентрованій молочнокислій бездріжджовій заквасці рекомендується для підприємств з двозмінним режимом роботи або для малих пекарень, які виробляють хліб з житнього або суміші різних сортів житнього і пшеничного борошна всього кілька годин на добу.

Закваску готують вологістю 60 % у діжі або 70 - 72 % у заварочній машині за температури 37 - 41 °С. Закваска виброджує в чанах з водяною сорочкою для підтримання температури. Підвищений температурний режим у заквасці створює умови для інтенсивного розвитку молочнокислих бактерій і пригнічує розвиток дріжджових клітин, унесених з борошном. Унаслідок цього у заквасці накопичується значна кількість кислот і не розвивається спиртове бродіння. Тривалість дозрівання закваски 8-12 год.

Для приготування тіста відбирають у витратний чан 90 % готової закваски. До 10 % закваски, що лишилася в ємкості для бродіння або діжі,

додають живильну суміш у кількості, еквівалентній відібраній для поновлення закваски.

Ритм поновлення закваски залежить від режиму роботи підприємства: при роботі у 2 і 3 зміни — через 8 год., а в одну зміну — через 12 год., при роботі в окремі дні – через 24 год.

При виробництві житніх і житньо-пшеничних сортів хліба на КМКЗ допускається збільшення кінцевої кислотності опари і тіста на один градус. Норми витрати пресованих дріжджів можуть змінюватись залежно від підйомної сили дріжджів, якості борошна та умов виробництва. Параметри технологічного процесу можуть змінюватись залежно від умов виробництва і якості сировини. Дозволяються зміни співвідношення борошна та води за стадіями технологічного процесу. Допускається регулювання співвідношення житнього і пшеничного борошна в межах 10 % у хлібі з суміші житнього і пшеничного борошна.

При необхідності зберегти закваску на час тривалої перерви у роботі 10 кг закваски зберігається в холодильнику за 4 - 6 °С. При потребі, до неї додають живлення у співвідношенні 1:9, виброджують при температурі 37-40 °С до кислотності 18-22 град і накопичують до необхідної кількості. Живлення для закваски готують порційно у машинах ХЗ-2М-300.

Тісто готують у дві стадії (КМКЗ ⇒ тісто) або у три стадії (КМКЗ ⇒ опара ⇒ тісто).

При *двофазному способі* разом з КМКЗ вносять у тісто 10-15 % борошна, а при *трифазному* – 5 - 10 % борошна від загальної кількості його в тісті. Пресовані дріжджі дозують у кількості 0,5 - 1,0, а рідкі – 30 % до маси борошна.

Тісто виброджує за температури 30 ± 1 °С у разі безопарного способу 120 - 180 хв., за опарного – 60 - 120 хв. до кислотності на 1 - 2 град. вищої кислотності хліба, передбаченої стандартом.

При опарному способі опару готують вологістю 60 % із 60 % всього борошна з урахуванням внесеного в опару з КМКЗ. Опара виброджує 150 - 180 хв. за 28 - 30 °С.

Трифазний спосіб складніший, його рекомендується використовувати у виробництві хліба лише з житніх сортів з кислотністю 9 град і більше. Порівняно з безопарним при опарному способі знижуються витрати КМКЗ і дріжджів на приготування тіста, покращується смак і аромат хліба. Тісто на КМКЗ можна готувати порційно в машинах «Стандарт», ТММ-1М, А2-ХТБ та інших або безперервно-поточним способом з використанням машин Х-12, Х-26, И8-ХТА-12/1, А2-ХТТ та інших і коритоподібних або бункерних ємкостях для бродіння.

3.3. Мікробіологічні процеси, які відбуваються в тісті

Мікробіологічні процеси, які відбуваються в пшеничному тісті.

Основною мікрофлорою тіста є дріжджові клітини і молочнокислі бактерії. У тісті спостерігається симбіоз цих мікроорганізмів.

Симбіоз (грец. Συμ-βίωσις - «спільне життя» від συμ- - спільно + βίος - життя) - форма взаємовідносин, при якій обидва партнери або тільки один отримує користь з іншого.

Молочнокислі бактерії зброджують цукри з утворенням молочної кислоти, яка підкислюючи середовище, створює сприятливі умови для розвитку дріжджів. Дріжджі в процесі життєдіяльності збагачують азотистими речовинами і вітамінами, які необхідні бактеріям. Молочна кислота подавляє життєдіяльність інших мікроорганізмів (гнилостих, бактерій кишкової групи, оцтовокислих, маслянокислих і інших), продукти життєдіяльності яких токсичні для дріжджів.

Основними процесами під час дозрівання тіста є *спиртове і молочнокисле бродіння*. Процеси спиртового і молочнокислого бродіння є ланцюгом складних перетворень, що обумовлені взаємодією ферментів дріжджів і кислотоутворюючих бактерій тіста та ферментів борошна. При

цьому дріжджові клітини і молочнокислі бактерії споживають речовини, розчинені у рідкій фазі тіста (це переважно продукти ферментативного гідролізу складових борошна) і виділяють у тісто продукти бродіння.

У спиртовому бродінні тіста з пшеничного і житнього борошна беруть участь дріжджі, які відносяться до сахароміцетів (*Saccharomyces cerevisiae* і *Saccharomyces minor*). Спиртове бродіння в тісті протікає в анаеробних умовах або при обмеженому доступі кисню повітря. У присутності кисню дріжджі одержують енергію в результаті процесів дихання, тобто ведуть себе, як аероби. Оптимальна температура розвитку хлібопекарських дріжджів біля 30 °С. Дріжджі добре переносять кислотність середовища до 10 – 12 °Н.

Негативний вплив на життєдіяльність дріжджів здійснює *надлишкове додавання цукру і солі*.

При вмісті хлориду натрію більше 2,5 ... 3,0% бродіння практично припиняється і внаслідок високого осмотичного тиску відбувається плазмоліз дріжджових клітин. Сіль гальмує також розмноження молочнокислих бактерій, у результаті чого швидкість накопичення кислот у тісті різко падає. Цукор у концентрації, що не перевищує 10%, стимулює ферментативну активність дріжджів і молочнокислих бактерій, швидкість зростання газоутворення в тісті збільшується. Однак при додаванні цукру в кількості 40 ... 50% бродіння припиняється зовсім і плазмоліз дріжджових клітин стає переважаючим. Нормальний процес бродіння порушується також при вмісті жиру в тісті 10% і більше. У зв'язку з цим для приготування здобного тіста, у якому вміст цукру і жиру може в сумі становити 14% і більше, кількість внесених дріжджів підвищують до 5% до маси борошна. У процесі приготування здобного тіста іноді застосовують технологічну операцію - «виздобу тіста». У цьому випадку здобні речовини (жири, цукри) додають не під час замісу тіста, а лише в самому кінці бродіння (за 30 ... 40 хв. до його закінчення).

Молочнокислі бактерії зброджують молочний цукор – лактозу з утворенням молочної кислоти і ряду побічних продуктів. По характеру

бродиння, які визивають молочнокислі бактерії розділяють на *гомоферментативні* і *гетероферментативні*.

До гомоферментативних відносяться мезофільні молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum* і термофільна паличка Дельбрюка (*L. delbrueckie*), які утворюють при бродинні тільки молочну кислоту.

До гетероферментативних відносяться *Lactobacillus brevis* і *Lactobacillus fermentum*, які утворюють поряд з молочною оцтову кислоту, спирт, діоксин вуглецю, водню й інші продукти. Молочна кислота визначає кислотність тіста і цим сприяє розвитку дріжджів, затримуючи розмноження шкідливих у цьому процесі бактерії є характеристикою повноти процесу, тому що по кінцевій кислотності тіста судять про його готовність. Молочна, оцтова, мурашина кислоти і інші речовини, що утворюються в результаті молочнокислого бродиння, поліпшують смак і аромат хліба.

Молочнокислі бактерії потребують вуглеводів, амінокислот, вітамінів і інші фактори росту. Вони активні в слабкому кислому середовищі, стійкі до наявності спирту. На розвиток молочнокислих бактерій не благополучно впливає висока концентрація цукру, солі, накопичення молочної і оцтової кислот.

Основними мікроорганізмами, синтезуючими молочну кислоту в тісті, є мезофільні бактерії, які мають температурний оптимум розвитку біля 35⁰С. Термофільні молочнокислі бактерії типу бактерій Дельбрюка мають температурний оптимум 48 – 54 ⁰С. Із збільшенням температури опари або тіста нарощення в них кислотності прискорюється.

Присутність диких дріжджів і мікроскопічних грибів у тісті небажане, оскільки дикі дріжджі погіршують підйомну силу пресованих дріжджів, а мікроскопічні гриби визивають значні біохімічні змінення. Але вони аероби і розвиваються тільки при доступі повітря, тому головним перепоном розвитку диких дріжджів і мікроскопічних грибів є нестача повітря у тісті.

Мікробіологічні процеси, які відбуваються в житньому тісті.

Житнє борошно, у порівнянні з пшеничним, має ряд відмінних рис. Уміст білків у ньому на 10 ... 15% менше. Кількість вуглеводів у житнього борошна становить 80 ... 85%. Вони представлені крохмалем, цукрами, слизами, пентозанами і клітковиною.

Житнє борошно відрізняється підвищеним вмістом власних цукрів: до 80% усіх цукрів борошна відводиться на частку сахарози (4 ... 6% від маси борошна), відновлюючих цукрів трохи - 0,2 ... 0,4%. У житньому борошні присутні рафіноза, левулезани і водорозчинні поліфруктозани. Газоутворююча здатність житнього борошна завжди достатня і не викликає особливих турбот у хлібопекарів.

Відмінними рисами житнього борошна є низька температура клейстеризації крохмалю (52 ... 55 ° C), велика його атакуємість і наявність ферменту α -амілази. Усе це створює сприятливі умови для гідролізу крохмалю при бродінні тіста.

У бродінні житнього тіста, поряд з дріжджами, беруть участь молочнокислі бактерії, за рахунок чого кислотність житнього тіста досягається 12 град. Гомо- і гетероферментативні молочнокислі бактерії накопичують у житньому тісті молочну та оцтову кислоти, інші леткі сполуки, які надають хлібу специфічний смак і запах. Підвищена кислотність сприятливо впливає на структурно-механічні властивості житнього тіста, сприяє гідролізу і набухання білків, гальмує дію α -амілази при випічці, скорочує період утворення під її дією декстринів, що запобігає підвищеній липкості і заминанню м'якушки готового хліба.

Фактори, які впливають на життєдіяльність мікроорганізмів у тісті. До факторів, які впливають на життєдіяльність мікрофлори тіста відносяться *температура, вологість, рН*, а також *вміст різних речовин* (цукру, солі, жиру, продуктів обміну та ін.).

Дріжджі і молочнокислі бактерії, за виключенням палички Дельбрюка, відносяться до мезофілів; оптимальна температура їх розвитку 25 – 35 °C.

Палички Дельбрюка належать до термофільних мікроорганізмів, оптимальна температура розвитку 48 – 54 °С.

По відношенню до вмісту води ці мікроорганізми являються *гідрофітами*, тобто вологолюбивими. Тому слабше консистенція тіста, тобто більша його вологість, тим активніше розвиваються дріжджі і молочнокислі бактерії, і швидше відбувається процес бродіння.

Для життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій є слабке кисле середовище з оптимальним рН 4 – 6.

При надлишковому додаванні солі спиртове бродіння в тісті уповільнюється, а при високих концентраціях (5% і більше до маси борошна) практично призупиняється в результаті збільшення осмотичного тиску і плазмолізу дріжджових клітин. Сіль гальмує життєдіяльність кислотоутворюючих бактерій і знижує швидкість накопичування кислот.

Вплив цукру на мікроорганізми залежить від його концентрації. При додаванні невеликої кількості цукру (до 10% до маси борошна) активність дріжджів і молочнокислих бактерій зростає, газоутворення збільшується. При внесенні великої кількості цукру (до 30%) швидкість газоутворення знижується, а при додаванні 40 – 50% цукру призупиняється зовсім у результаті плазмолізу, тобто в цьому випадку дія цукру аналогічна дії солі.

Плазмоліз (від грец. plásma — виліплене, оформлене і грец. lýsis — розкладання, розпад) - відділення протопласту від клітинної стінки при зануренні клітини в гіпертонічний розчин.

При вмісті в тісті жиру в кількості 10% до маси борошна і більше активність життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій знижується, оскільки обволікають клітини мікроорганізмів, ускладнює проходження розчинних харчових речовин через клітинну стінку. У результаті порушується обмін речовин.

До продуктів обміну речовин, які впливають на розвиток мікрофлори тіста, відносяться вітаміни і різні ароматичні і смакові речовини. Так при бродінні молочнокислих використовують вітамін В₂, які виділяється

дріжджами у зовнішнє середовище, а молочна кислота, яка утворюється бактеріями, створюють кисле середовище, яка сприятливу для розвитку дріжджів і не сприятливу для інших мікроорганізмів.

Для поліпшення якості тіста і посилення процесів бродіння застосовують спеціальні технологічні операції: *обминання* і *виздобу*.

Обминання – короткочасний повторне промішування тіста з метою покращення структури тіста і отримання хліба з м'якою, тонкостінною і рівномірною пористістю м'якушки. Обминання здійснюють зазвичай по закінченню приблизно 2/3, загальної тривалості бродіння тіста. За цей час дріжджі зброджують живильні речовини, які знаходяться поблизу них, і процес газоутворення. Під час обминання дріжджові клітини попадають на нові ділянки тіста і одержують доступ до нових порцій живильних речовин. Процес бродіння таким чином активізується. Надлишки CO₂, який утворюється при бродінні, видаляються. Обминання пов'язане також з додатковим насиченням тіста бульбашками захопленого повітря, що визиває покращення структури тіста, смаку і аромату хліба.

Під час приготування здобного тіста застосовують *виздобу*. **Виздоба** – це процес додавання основної маси здобних речовин (жиру, цукру) не під час замішування тіста, а під час першого його обминання, тобто після деякого бродіння тіста. Виздоба визвана тим, що додавання зразу великих концентрацій цукру і жиру в тісто гальмує життєдіяльність дріжджів і молочнокислих бактерій.

3.4. Мікроорганізми, які визивають псування хлібобулочних виробів

Джерелами сторонньої мікрофлори є сировина, повітря, технологічне устаткування, тара, персонал.

Різноманітна сировина, що використовується в хлібопекарному виробництві, завжди буває обсеменено мікроорганізмами, розвиток яких порушує нормальний процес бродіння і дозрівання тіста.

Мікрофлора зерна і борошна. Мікрофлора борошна відбувається переважно від мікрофлори зерна. У процесі помолу зерна мікроорганізми, які знаходяться на його поверхні, у значній кількості переходять у борошно.

Мікроорганізми зерна поділяють на **сапрофітні, фітопатогенні та патогенні** для людини і тварин.

До групи сапрофітів відносять епіфітні мікроорганізми, які населяють здорові рослини в процесі їх росту і дозрівання.

Епіфітними називають мікроорганізми, які живуть на поверхні рослин і харчуються за рахунок природних виділень тканин рослин. Мікроорганізми потрапляють на поверхню рослин, а потім і на зерно, головним чином, з ґрунту. Вони також заносяться на рослини вітром, опадами, комахами, птахами. Епіфіти не впроваджуються в тканини рослин і не надають шкідливого впливу на їх розвиток. Чисельний і видовий склад епіфітної мікрофлори рослин залежить від температури і вологості середовища. За теплої вологої погоди серед епіфітів домінують безспорві паличкоподібні бактерії, а в суху спекотну погоду переважаючими стають спороутворюючі палички видів *B. subtilis*, *B. mycoides*, *B. mesentericus* і ін. В умовах вологої прохолодної погоди часто розмножуються міцеліальні гриби роду *Fusarium* (рис. 3.26), *Rhizopus* (рис. 3.27) та ін. Вміст мікроорганізмів у зерні досить значний і досягає $2 \cdot 10^7$ КУО/г.

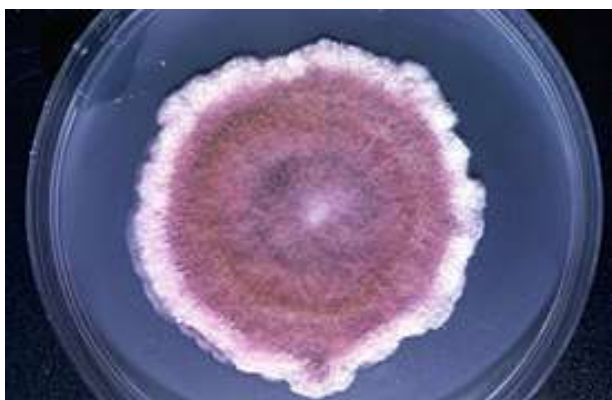


Рис. 3.26. *Fusarium*



Рис. 3.27. *Rhizopus*

Типовими епіфітами, постійно присутніми на поверхні зелених рослин, є бактерії роду *Erwinia* і *Pseudomonas* (рис. 3.28, 3.29).

Erwinia herbicola – дрібні безспоріві грамнегативні палички, рухливі (мають два полярних джгутика). Факультативний анаероб. На м'ясопептонному агарі утворює гладкі колонії золотисто-жовтого кольору. На зерні відразу після обмолоту вміст *Erwinia herbicola* досягає 90 ... 96% від загального числа мікроорганізмів. Переважання бактерій цього виду є показником свіжості і доброякісності зерна.

Pseudomonas fluorescens виявляється на зерні, що має підвищену вологість у момент збирання, і на морозобійному.

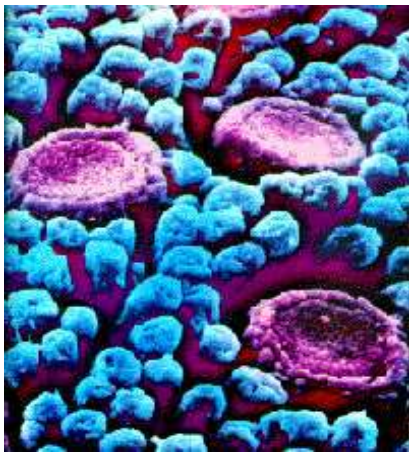


Рис. 3.28. *Erwinia herbicola*

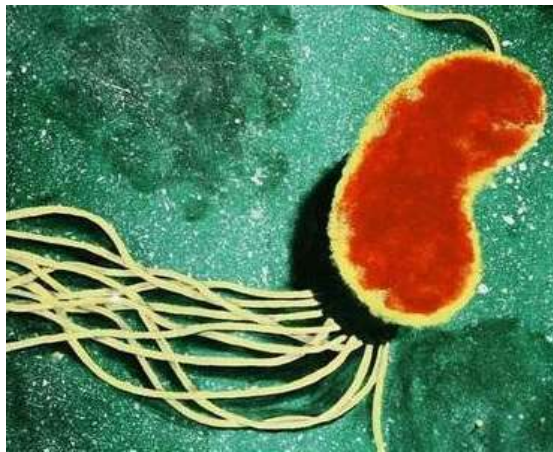


Рис. 3.29. *Pseudomonas fluorescens*

Мікрококи, бацили, дріжджові гриби виявляються в значній кількості лише на вологому зерні, яке не було своєчасно підсушене після обмолоту і зберігалось в купі протягом трьох-чотирьох діб за температури вище 10 °С. На пошкодженому зерні виявляються бактерії родів *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Sarcina*, *Proteus*.

Дріжджі роду *Saccharomyces*, *Torulopsis*, *Candida* не роблять суттєвого впливу на збереження і якість злаків, але при підвищенні вологості сприяють самозігріванню і появи в зерні «комірною» запаху.

Зерно злакових культур часто містить польові гриби роду *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium* і ін. Міцелій зазначених грибів найчастіше в стадії

молочної стиглості проникає в зародок і заходить в ендосперм. У результаті утворюються дефектні зерна: щуплі, плямисті, з чорним зародком.

На збереження і якість зерна впливають головним чином гриби роду *Aspergillus* (*Asp. Niger*, *Asp. Glaucus*, *Asp. Fumigatus*), *Penicillium* (*P. glaucum*), *Alternaria* (*A. consortiale*, *A. alternata*), в меншій мірі - *Mucor* (*M. mucedo*, *M. racemosus*), *Cladosporium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Trichothecium*, *Thamnidium*. Ці гриби практично не виявляються на свіжезібраному зерні, але показуються на зерні, що зберігається, що може служити однією з причин його самозигрівання і псування. Ступінь зараженості зерна пліснявими грибами зазначеного роду залежить від обробки зерна (очищення, підсушування), а також від можливого вторинного зволоження зерна при перевезенні або зберіганні.

У разі тривалого зберігання зерна з вологістю, що не перевищує критичну, відбувається поступове зниження загального числа бактерій і грибів. Водночас змінюється співвідношення різних груп і видів мікроорганізмів, виявлених на зерні на початку зберігання. Повністю зникає *Erwinia herbicola*, але зберігаються спорові види, кількість яких збільшується по відношенню до загальної кількості мікроорганізмів. У значній мірі зберігають свою життєздатність спори грибів *Aspergillus*, *Penicillium*.

До фітопатогенної групи належать паразитичні види бактерій і грибів, що живуть за рахунок рослини-господаря. У період зростання і дозрівання вони викликають захворювання - бактеріози і мікози. Широко поширені бактеріози пшениці, жита, ячменю, кукурудзи, рису, збудниками яких є деякі представники бактерій роду *Pseudomonas*. Захворювання виражаються в появі плямистості і почорніння колоскових лусочок, стержня колоса і верхньої частини стебла. При сильному розвитку хвороби зерна темніють, стають щуплими і втрачають у масі до 60 ... 70%.

Серед грибних захворювань - мікозів зернових культур - найбільш поширеними є: різьки, тверда або мокра головешка, фузаріоз і ін.

Ріжки. Збудником пурпурових ріжок є гриб *Claviceps purpurea* - представник класу вищих грибів аскоміцетів. Гриб вражає переважно жито, рідше - пшеницю, ячмінь у період цвітіння (рис. 3.30).

У суцвіттях уражених рослин ріжками добре помітні склероції, що мають вид ріжок темно-фіолетового кольору. При збиранні врожаю склероції обсіпаються, потрапляють у ґрунт і там зимують. Навесні склероції набухають і проростають, утворюючи плодові тіла у вигляді головок на ниткоподібних ніжках. З кожної склероції розвивається кілька стром, що мають червонувате забарвлення. У середині головки строми є порожнини, у яких відбувається статевий процес, який включає формування аскогона, антеридія, здійснення плазмогамії і каріогамії. Процес завершується утворенням сумок (асків), що містять по 8 ниткоподібних аскоспор. Цикл розвитку збудника ріжок пурпурових показаний на рис. 3.31.



Рис. 3.30. Пшениця, ячмінь вражені грибом *Claviceps purpurea*



Рис. 3.31. Цикл розвитку ріжок

Дозрілі аскоспори викидаються на квіти злаків у період їх масового цвітіння і там проростають у спороносящий міцелій. Через декілька днів після зараження розвивається конідіальна стадія гриба. Велику роль у розповсюдженні конідій гриба комахами грає «медвяна роса», у яку занурені

конідії. В ураженій зав'язі до моменту дозрівання жита міцелій ущільнюється і замість зерен формуються ріжки (склероції). При підвищеній вологості склероції утворюються вже через тиждень після появи «медвяної роси»; у суху погоду – через два тижні.

Захворювання ріжками знижує врожай зерна. Крім того, попадання склероцій у зерно може викликати сильні отруєння людини і тварин (токсикози). Описано велика кількість токсинів ріжок і їх похідних, що володіють високою біологічною активністю. Токсини, представлені, головним чином, алкалоїдами, які є похідними ерготіновою і лізергіновою кислотами. Уживання в їжу хліба з борошна, що містить ріжки, викликає слабкість, запаморочення, судоми (отруєння під назвою «ерготизм»). Уміст ріжків у зерні не

повинен перевищувати 0,05%.



Рис. 3.32. Пшениця, ячмінь вражені збудниками якої є види *Tilletia caries*, *Tilletia hordei*

До моменту цвітіння міцелій гриба проникає в зав'язь, і в фазі молочної стиглості внутрішня частина зерна

заповнюється спорами головні. У колосі замість зернівки утворюються округлі мішечки, наповнені масою чорних хламідоспор. Уражений колос має темнуватий відтінок і нагадує обвуглену лучину (звідси пішла назва «головня»). Під час збирання врожаю і при обмолоті мішечки руйнуються і

Головня (сажка). Захворювання

викликають мікроорганізми, що відносяться до класу вищих грибів - базидіоміцетів. Розрізняють тверду, пильну і бульбашкову головню. Нині широко поширена тверда (мокра) головня пшениці, ячменю, жита, збудниками якої є види *Tilletia caries*, *Tilletia hordei* (рис. 3.32). Головневі спори проростають на нахиленому насінні ще до утворення сходів. Міцелій проникає в проросток зерна і росте разом з рослиною.

спори потрапляють на поверхню здорового зерна. Зерно набуває запаху оселедцевого розсолу внаслідок присутності в спорах триметиламіну. Спори твердої головної гігроскопічна, при сирості легко мажуться. Борошно з зерна, ураженого твердою головною, набуває темного відтінку; неприємний запах і смак може викликати подразнення слинних залоз і розлад функцій кишечника.



Рис. 3.33. Пшениця, ячмінь вражені грибами роду *Fusarium*.

Фузаріоз - це хвороба злакових культур, збудником якої є гриби роду *Fusarium* (рис. 3.33). При ураженні зерна грибом виду *F. graminearum* в ньому накопичуються мікотоксини - глюкозиди і алкалоїди. Хліб з домішкою борошна з фузаріозного зерна може стати причиною отруєння,

відомого під назвою «п'яна хвороба». Отруєння виражається в появі слабкості, тяжкості в кінцівках, різких головних болях, розладу функцій кишечника, іноді в порушенні зору.

Борошно з пшениці, ураженої грибами роду *Fusarium*, утворює тісто вологе, з липкою поверхнею. Хліб, що випікається з такого борошна, має тьмяний жовтий м'якуш і темну скорину. Спостерігається зменшення кількості та погіршення якості клейковини - вона стає розпливчастою, слизистою або, навпаки, малорозтяжною, короткорваною, з темним кольором і неприємним запахом. Під дією протеолітичних ферментів фузаріуму відбувається різке ослаблення консистенції тіста і його еластичності. Особливість фузаріозів полягає в тому, що часто конкретне захворювання викликає не один, а одночасно кілька видів грибів цього роду.

Зараження зерна фузаріозом відбувається не тільки в полі, але і при його зберіганні в умовах підвищеної вологості. Для запобігання розвитку фузаріуму при зберіганні необхідно, щоб вологість зерна не перевищувати 13

... 14%. Зерно, прибране в сиру погоду або уражене грибом, не можна змішувати зі здоровим. Його слід зберігати окремо.

Види гриба *F. sporotrichioides* і *F. roseum*, розвиваючись на злаках, зимуючих під снігом, синтезують дуже отруйну речовину - фузаріогенін. Він викликає отруєння (аліментарно-токсичну алейкію), ознаками якого є слабкість, набряк горла і піднібіння, різкі болі при ковтанні, а також у стравоході й шлунку. Аналогічне отруєння викликає кладоспорієва кислота, що утворюється деякими представниками грибів роду *Cladosporium*.

Багато грибів при розвитку на зерні накопичують небезпечні для людини і тварин мікотоксини: афлатоксин, який синтезується *Aspergillus flavus*, фумігатотоксин (*A. fumigatus*), охратоксин (*A. ochraceus*), стахіботріотоксин (*Stachibotrys alternans*) і ін.

Патогенні для людини і тварин мікроорганізми є випадковими; вони потрапляють на зерно з ґрунту, розносяться гризунами і тваринами. З ґрунту на зернові культури можуть потрапляти збудники сибірської виразки, сапу, бруцельозу, туляремії та ін.

Мікроорганізми, що потрапили в борошно в процесі помелу зерна, при несприятливих умовах стають збудниками різних видів його псування: *пліснявіння, самозігрівання, прокисання, прогіркання*. При попаданні великої кількості спор гнильних бактерій видів *Bacillus subtilis* і *Bacillus mesentericus* в борошно вони стають причиною тягучого псування хліба.

У борошні, що має масову частку вологи не вище 15% і зберігається в умовах низької відносної вологості і постійної температури, мікроорганізми не розмножуються і поступово відмирають. При тривалому зберіганні знижується кількість бактерій *Erwinia herbicola*. Незначне збільшення вологості борошна (на 1 ... 2%) призводить до швидкого зростання в ній числа бактерій і грибів.

Найбільш поширеним видом псування борошна при зберіганні є **пліснявіння**.

Гриби роду *Aspergillus*, *Penicillium* (рис. 3.34) розвиваються в борошні при більш низькій вологості, ніж бактерії. Борошно починає пліснявіти при

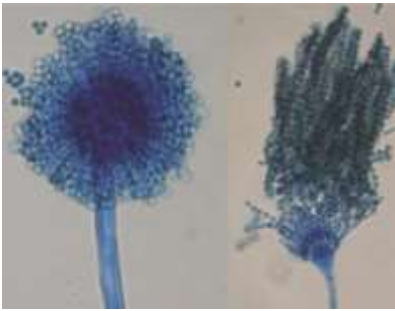


Рис. 3.34. Гриби роду *Aspergillus*, *Penicillium*

відносній вологості повітря вище 79%.

Зацвіле борошно стає недоброякісним (темніє і набуває неприємного затхлого і пліснявого запаху). Зацвіле борошна знижує її харчову цінність, зростає титруєма кислотність, погіршується якість клейковини, яка стає більш темною, короткорваною, втрачає

еластичність і погано відмивається. Поширення пліснявіння у внутрішні шари продукту може призвести до самозігрівання, в результаті чого борошно втрачає сипучість, злежується в грудки або міцні брили.

Прокисання зазвичай розвивається в глибині маси продукту. Збудниками цього виду псування є молочнокислі бактерії, рідше олійнокислі і інші бактерії, які зброджують цукри з утворенням кислот. Цукри в борошні утворюються з крохмалю в результаті розщеплення його ферментами борошна (амілазами) і бактеріальними ферментами.

Борошно набуває специфічного кислого запаху і смаку, різко зростає його титруєма кислотність, погіршуються хлібопекарські якості.

Прогіркання може відбуватися без участі мікрофлори в результаті процесів окислення ліпідів борошна киснем повітря. Прогіркання пов'язано також з ферментативним гідролізом жиру, у якому беруть участь мікроорганізми, що мають активні ліпази, насамперед, плісняві гриби. У результаті гідролізу жиру в борошні накопичуються жирні кислоти, які надають їй неприємний смак і запах, змінюється колір борошна, втрачається ознака свіжості.

Для запобігання розвитку перерахованих вад необхідно дотримуватися правил зберігання борошна, не допускаючи підвищення вологості продукту і коливань температури повітря. Оскільки борошно має високу гігроскопічність, його слід зберігати при відносній вологості повітря не вище

79% і постійній температурі. Вологість продукту не повинна перевищувати 14 ... 15%.

Мікрофлора дріжджів. Недосконалі дріжджі роду *Candida* понижують мальтозну активність пресованих дріжджів. Самі ж вони в процесі бродіння тіста не беруть участь, а тільки збіднюють живильне середовище. Лейконосток визиває утворення слизі в рідких заквасках із заваркою.

Мікрофлора солоду. Солод являє собою пророщене, підсушене і розмолоте зерно, головним чином, ячменя або жита. Під час зберігання солода в несприятливих умовах на ньому розвиваються міцеліальні гриби – пеніцилли і аспаргілли, спори яких постійно є на зерні.

Мікрофлора цукру, солі, жирів та іншої сировини. Ця сировина для тіста може стати джерелом сторонньої мікрофлори, яка визиває порушення технологічного процесу виробництва, а іноді і порчу готової продукції. Тому вся вона повинна відповідати вимогам діючих нормативних документів, і зокрема, за мікробіологічними показниками.

3.5. Шляхи запобігання виникнення мікробіологічного псування хлібобулочних виробів

Тягуча хвороба хліба. Зерно пшениці та жита заражається різними мікроорганізмами ще на корені. Під час помелу зерна мікроорганізми потрапляють у борошно, тому воно практично завжди може бути інфіковане ними. Деякі мікроорганізми набувають розвитку в хлібі і роблять його непридатним для вживання. Найчастіше псування хліба викликають збудники картопляної хвороби, пліснявіння, крейдяної хвороби або почервоніння м'якушки.

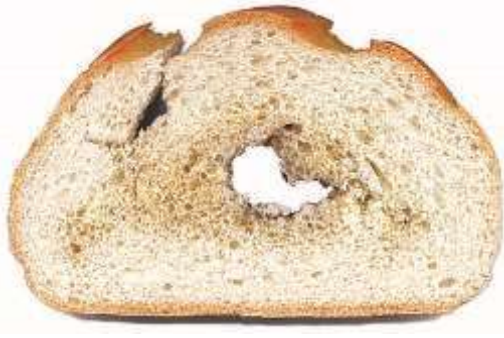


Рис. 3.35. Хліб уражений «картопляною» хворобою

Тягуча хвороба або так звана «картопляна» хвороба хліба носить мікробіологічний характер (рис. 3.35). Уперше це було встановлено в 1885 р. Г. Лораном. Уражений хліб має вологий, мастку м'якушку жовтого або коричневого кольору, яка при розламуванні або різанні утворює тонкі довгі, тягучі, сріблясті

нитки. Залежаний хліб перетворюється повністю в коричневу мастку масу. Псуванню піддається переважно хліб з пшеничного борошна, м'якуш якого має незначну кислотність. Хліб з першими ознаками псування спочатку має приємний фруктовий запах, але з часом запах стає неприємним, що викликає відразу.

У розвитку хвороби розпізнають *чотири стадії*. Спочатку спостерігається незначне потемніння м'якушки і легкий сторонній запах. Далі запах стає відчутнішим, при розламуванні хліба з'являються тонкі нитки — це слабка стадія ураження картопляною хворобою. Пізніше, при середньому ступені захворювання, м'якушка набуває липкості, а при сильному — стає слизькою з неприємним запахом гниття.

Нині встановлено збудники цієї вади хліба - *споріві палички видів Bacillus mesentericus (картопляна паличка) і Bacillus subtilis (сінна паличка)*, спори яких витримують температуру випічки хліба. Захворювання можуть викликати також бактерії видів *B. mycoides (грибовидна)*, *B. megaterium (рис. 3.36 – 3.39)*.

За морфологічними ознаками ці культури мало відрізняються один від одного і являють собою дрібні палички з закругленими кінцями, розташовані поодиноці або ланцюжками; у рідких середовищах можуть утворювати довгі нитки. Зазначені бактерії грампозитивні, у молодих культурах мають рухливість (перітрихи). Розмір клітин варіює в межах (1,5 ... 5) x (0,6 ... 0,8) мкм. Обидва види утворюють ендоспори, причому у *B. subtilis* діаметр

суперечка перевищує діаметр клітини, а у *B. mesentericus* розмір спор збігається з діаметром вегетативної клітини.

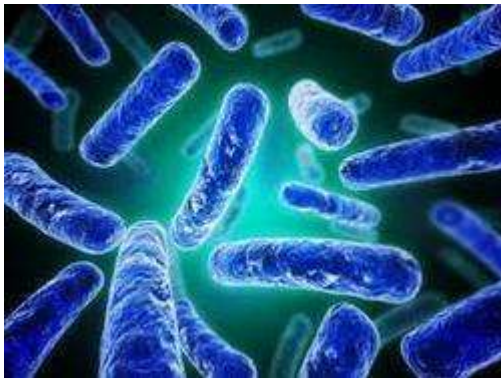


Рис. 3.36. *Bacillus mesentericus*
(картопляна паличка)



Рис. 3.37. *Bacillus subtilis*
(сінна паличка)



Рис. 3.38. *B. mycoides*
(грибовидна)



Рис. 3.39. *B. megaterium*

Спори сінної і картопляної паличок легко переносять кип'ятіння і висушування. Вони можуть зберігатися при випічці хліба, якщо температура всередині м'якушки не перевищує 100°C . Згубною для них є температура 121°C , яка досягається при стерилізації в автоклаві при тиску $0,1\text{ МПа}$.

Бактерії зазначених видів розрізняються за культуральними ознаками.

На щільних поживних середовищах *B. subtilis* утворює розгалужені колонії, які сильно врастають в агар. На поверхні колоній часто з'являються краплі слизу.

Колонії *B. mesentericus* найчастіше слизисто-складчасті з корковою плівкою на поверхні або зморшкуваті. Вони не врастають в агар, не гілкуються і не утворюють крапель слизу.

Культури картопляної палички розріджують желатин, відновлюють нітрати в нітрити, активно гідролізують крохмаль, що робить м'якуш хліба липким, що тягнеться. У сінної палички ферментативна активність слабкіше, ніж у картопляної, проте вона активніше зброджує цукри з накопиченням кислоти.

Обидва види містять також протеолітичні ферменти, які розкладають білки, що надає зараженому хлібу різкий специфічний запах.

Оптимальною температурою зростання картопляної палички є 37 ... 40 ° С, сінної палички - 37 ... 50 ° С, але вони можуть розмножуватися і за більш низьких температурах - близько 30 ° С.

Оптимальними умовами для розвитку тягучого псування хліба є:

- ✓ висока вологість повітря,
- ✓ температура зберігання хліба понад 20 ° С,
- ✓ рН тіста близько 6,5.

У кислому середовищі при рН 4,5 ... 4,9 ці бактерії не розмножуються.

Причини псування хліба

1. Переробка борошна з високим вмістом спор - від однієї до п'яти тисяч спор в одному грамі. Особливо багато спор містить борошно, що отримано із зерна, яке зазнало самозігрівання при неправильному зберіганні, або зерна, вирощеного в умовах сухого, жаркого клімату. Найбільшу складність представляє переробка пшеничного борошна другого сорту, часто зараженого картопляною паличкою.

2. Інфікування обладнання та приміщень хлібозаводу спорами бактерій, яке відбувається при переробці зараженого борошна і порушенні санітарного режиму підприємства.

3. Неправильна вторинна переробка хліба (приготування сухарної крихти із зараженого бракованого хліба, сушіння браку за низької температури).

4. Порушення технологічних параметрів (кислотний режим приготування опари, вологість, пропеченість м'якушки та ін.).

5. Недотримання режиму зберігання хліба (зберігання неохолодженого хліба в теплому приміщенні).

Хліб, уражений тягучою хворобою, у їжу не вживається. Його забороняється переробляти і в сухарне борошно. При слабкій зараженості хліб може бути використаний на сушку сухарів для тварин. Якщо хліб не можна використовувати в технічних цілях, його спалюють.

Заходи попередження тягучого псування хліба. Однією з істотних заходів щодо профілактики тягучого псування хліба є *рання діагностика захворювання*, що дозволяє своєчасно виявити збудника.

За зараженістю борошна спорами картопляної і сінної паличок її поділяють на *три групи*: незаражене, слабо заражене, сильно заражене.

Для борошна вищого і першого сортів показник «сильно заражене» передбачає переведення його в категорію бракованого, а слабо заражене борошно зазначених сортів рекомендується використовувати тільки для кондитерських і дрібноштучних виробів. Пшеничне борошно другого сорту і оббивне з показником «сильно заражена» слід використовувати тільки на житньо-пшеничні сорти хліба.

Заходи боротьби з тягучою хворобою хліба зводяться, з одного боку, до створення умов, що перешкоджають розвитку збудників, а з іншого боку, до ліквідації вогнищ зараження шляхом дезінфекції.

Способи придушення розмноження *B. mesentericus* і *B. subtilis* у хлібі засновані на їх біологічній особливості, а саме на чутливості до зміни кислотності середовища. У кислому середовищі розмноження цих бактерій сповільнюється.

У зв'язку з цим на хлібозаводах і пекарнях застосовуються *хімічні* і *біологічні способи підвищення кислотності середовища*.

До *хімічних засобів* належать молочна, оцтова, пропіонова кислоти і їх солі.

Для підкислення тіста дозволено використовувати оцтову кислоту й ацетат кальцію в кількості відповідно 0,1 і 0,2% до маси борошна.

Під час використання сильно зараженого борошна доцільно вносити ці речовини в максимальних дозуваннях (0,2 і 0,4% до маси борошна) або у вигляді суміші 0,1% оцтової кислоти і 0,2% ацетату кальцію. Але зазначені препарати погіршують фізико-хімічні властивості хліба, а саме знижують його об'єм і пористість.

Молочна кислота, що додається в кількості 0,3% до маси борошна, пригнічує збудників хвороби. Замість харчової молочної кислоти можна застосовувати молочну сироватку з кислотністю 100 ... 130 °Т у кількості 20% до маси борошна. Ефективно також використання згущеної сироватки.

За кордоном для боротьби з тягучою хворобою використовуються деякі хімічні препарати, зокрема, у Німеччині – ропал і телтозан, основу яких складає ацетат кальцію, а також препарат СР-51, що складається з пропіонату кальцію. Ропал у дозуванні 0,20 ... 0,25% помітно гальмує розвиток тягучої хвороби хліба і не погіршує його якості. Гарні результати, отримані при внесенні у тісто 2% телтозану або 0,5% до маси борошна, препарату СР-25. У США використовують діацетат натрію в кількості 0,15 ... 0,30% до маси борошна. Усі зазначені препарати практично не впливають на розмноження дріжджів сахароміцетів у тісті.

З інших, досить ефективно діючих препаратів, використовуються для запобігання тягучого псування хліба, можна назвати наступні:

«Фадона» – суха добавка австрійської фірми «Бакальдрин», рекомендована доза якої становить 0,2 ... 0,4% до маси борошна.

«Мажімікс світло-зелений» – суха подкислююча добавка, що виготовляється французькою фірмою «Лесафр», рекомендована доза 0,5 ...

0,8% до маси борошна для попередження тягучого псування хліба і 0,8 ... 1,5% – при її появі.

У ряді країн для попередження тягучого псування хліба використовують комбінацію молочної і аскорбінової кислот.

Більш перспективними є *біологічні способи* боротьби з тягучим псуванням хліба. До біологічних подкислюючих факторів належать рідкі дріжджі, рідкі пшеничні закваски, концентрована молочнокисла закваска (КМКЗ).

Підвищення кислотності тісті у межах 1 град. можна досягти при використанні рідких дріжджів - до 10%. КМКЗ вносять у кількості 4 ... 6% до маси борошна.

У 1962 р. К.Є. Бартенєва запропонувала використовувати для пригнічення тягучої хвороби хліба пропіоновокислі бактерії, які є сильними антагоністами картопляної палички.



Рис. 3.40. Пропіоновокислі бактерії роду *Propionibacterium*

Пропіоновокислі бактерії належать до роду *Propionibacterium* (рис. 3.40). Це дрібні безспоріві нерухомі грампозитивні бактерії, клітини плеоморфні (булавоподібні, кокковидні, правильні чи роздвоєні палички і навіть розгалужені). Стосовно до кисню повітря – від анаеробних до аеротолерантних.

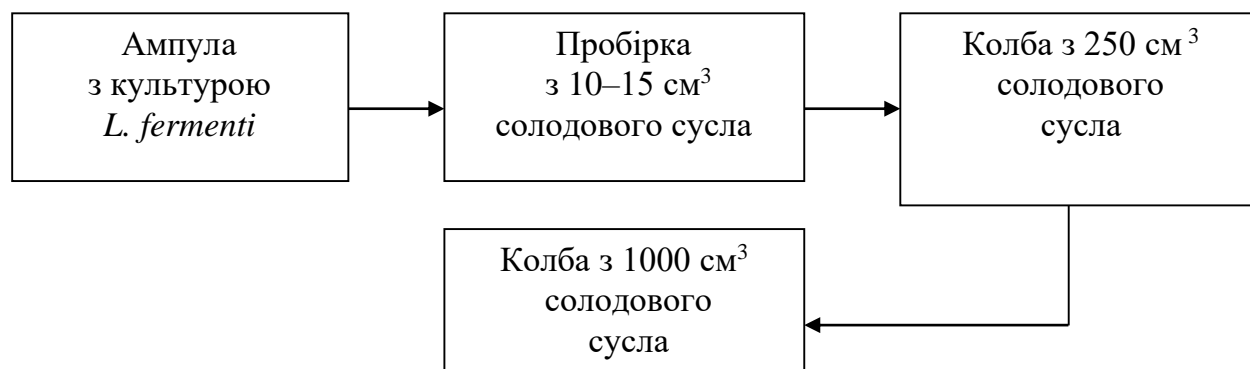
Вуглеводи зброджують по гексозодіфосфатному шляху з утворенням пропіонової, оцтової кислот і діоксиду вуглецю. Оптимальні значення температури 30 ... 37 ° С і рН – біля 7,0.

Пропіоновокислі бактерії (*штам Propionibacterium schermanii* ВКМ-103) вносять у тісто різними способами. Їх додають в опару в кількості 5 ... 7% у вигляді бульйонної культури, вирощеної на молочної сироватці, або як закваски, отриманої шляхом зброджування заварки протягом 10 ... 12 год. Дозування такої закваски становить 4 ... 6% до маси борошна. Більш кращим

є спосіб унесення пропіоновокислих бактерій у вигляді біомаси, яку готують з житнього обдирного борошна і зазначених бактерій. Готова біомаса являє собою густе пластичне тісто вологістю 42 ... 44%, кислотністю 16 град. і вмістом пропіонової кислоти 0,4 ... 0,5%. Біомаса може зберігатися кілька місяців при температурі близько 4 ... 5 ° С. Її додають у кількості 3 ... 5% до маси борошна.

Високою антагоністичною активністю по відношенню до збудників тягучого псування володіють деякі види лактобактерій. Широке застосування-трансформаційних змін у промисловості отримав спосіб приготування закваски молочнокислих бактерій. Закваску готують на спеціально приготовленій поживній суміші, що складається з пшеничного борошна II сорту і води (у співвідношенні 1: 2) з додаванням 10% оцукреної заварки від загального обсягу живильної суміші. У підготовлену суміш вносять чисту культуру лактобацилл виду *Lactobacillus fermenti* 27.

Розмноження культури *L. fermenti* здійснюють шляхом декількох пересівань (схема 3.3).



Після кожного пересіву культуру вирощують за 37 ° С протягом двох діб.

Підготовлену таким чином культуру молочнокислих бактерій вносять в поживну суміш у співвідношенні 1:4, витримують її при 37 ° С протягом 24 ... 36 год. до досягнення кислотності закваски 22 ... 25 град. Додавання до опари молочнокислої закваски (4 ... 6% до маси борошна) дозволяє запобігти розвитку в хлібі тягучого псування. Подальше збільшення об'єму закваски в

циклі розведення здійснюється в таких же режимах (одна частина вихідної фази і чотири частини поживної суміші). Отриману в циклі розведення закваску змішують з рівною кількістю живильної суміші і витримують 7 ... 8 год. за 35 ... 37 ° С. За цей час накопичується необхідна кислотність 22 ... 25 град. Такі генерації повторюють кілька разів до отримання необхідної кількості закваски. Мезофільні лактобактерії активні на всіх стадіях тістоведення і повністю пригнічують життєдіяльність картопляної і сінної паличок. Термофільні лактобактерії мають незначну гальмівну дію на *B. mesentericus*.

Додавання в опару 4 ... 6% закваски мезофільних лактобактерій дозволяє запобігти тягучому псуванню хліба. Закваску використовують у літню пору, небезпечну для захворювання хліба, або круглий рік з метою поліпшення якості продукції.

Методи знищення спор сінної і картопляної паличок зводяться до дезінфекції обладнання та приміщень підприємства, що випускає хлібобулочні вироби. Для миття підлоги і стін застосовується 1 ... 2% -й розчин хлорного вапна.

Для дезінфекції обладнання використовують 1% -й гарячий розчин соляної кислоти і, якщо змога, УФ-опромінення за допомогою ультрафіолетових ламп БУВ-15 або БУВ-30, установлених на відстані 20 см від об'єкта. Соляну кислоту після закінчення дезінфекції змивають водою. Спільне використання соляної кислоти й УФ-опромінення призводить до знищення 90% спорі забезпечує надійний антибактеріальний ефект.

Пліснявіння. *Пліснявіння* – найбільш поширений вид мікробіологічного псування хліба. На відміну від мікроорганізмів борошна, плісняві гриби є вторинною інфекцією, яка вражає готову продукцію. Спорі цвілі, що знаходяться в борошні зазвичай гинуть під час випічки. Хліб виходить з печі практично стерильним. Однак у процесі охолодження, транспортування і зберігання хліба його поверхня обсіменяється спорами пліснявих грибів. При цьому зараження може відбуватися шляхом

безпосереднього контакту з забрудненими предметами (транспортні або пакувальні засоби, руки і одяг обслуговуючого персоналу) або через повітря.

За даними деяких дослідників, у 1 м³ виробничих приміщень хлібозаводу міститься від 0,4 до 0,9·10⁵ спор пліснявих грибів. Повітря забруднюється при розпилюванні борошна. Особливо багато спор плісняви міститься в повітрі приміщень, у яких зберігається бракована продукція і повернений із торгової мережі хліб (1,25 ... 1,75·10⁵ спор в 1 м³ повітря).

Пліснявіння найчастіше виникає при неправильному режимі зберігання хліба. Сприятливими умовами для розвитку пліснявих грибів є температура повітря 25 ... 30 ° С і відносна вологість повітря 70 ... 85%. Спори плісняви дуже стійкі до факторів зовнішнього середовища. Вони можуть тривалий час зберігати свою життєздатність (до 15 років), а в сприятливих умовах проростають і міцелій гриба, що утворився, через чотири доби утворює до 50 млн. спор. Найчастіше хліб псується при розвитку грибів роду *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* (рис. 3.41 – 3.44).

Міцелій гриба поширюється спочатку по поверхні хліба, потім по тріщинах і порах проникає всередину м'якушки. Плісняви утворюють на поверхні виробів пухнасті або оксамитові нальоти різних кольорів:

Aspergillus candidans, *Aspergillus fumigatus* - білувато-жовтого;

Aspergillus flavus - жовто-зеленого;

Aspergillus glaucum - сіро-блакитного;

Aspergillus ochraceus - жовто-оранжевого;

Aspergillus glaucum - сіро-зеленого;

Aspergillus niger - чорного;

Penicillium glaucum - блакитно-зеленого;

Penicillium olivaceum - коричнево-жовтого;

Mucor mucedo - світло-сірого;

Mucor plumbeus - сірувато-чорного;

Rhizopus nigricans - білого з чорними головками;

Geotrichum candidum - білого.

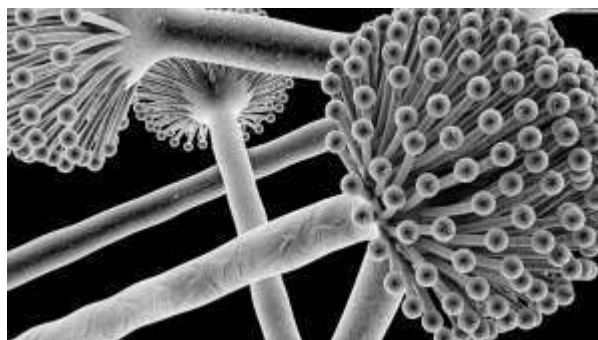


Рис. 3.41. Гриби роду *Aspergillus*



Рис. 3.42. Гриби роду *Penicillium*

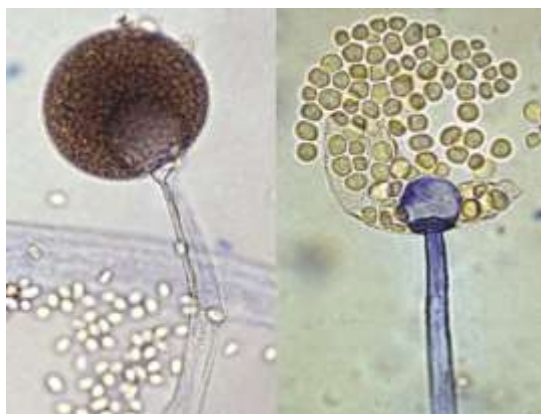


Рис. 3.43. Гриби роду *Mucor*



Рис. 3.44. Гриби роду *Rhizopus*

Хліб, уражений пліснявими грибами, має неприємний затхлий смак і запах внаслідок розщеплення білків, жирів і вуглеводів ферментами грибів. Зацвілий хліб уже непридатний до вживання. Крім того, він може містити отруйні речовини. Близько 80 видів пліснявих грибів утворюють мікотоксини: афлатоксини В₁, В₂, М₁, М₂, G₁, G₂, патулін, охратоксини, рубратоксин і ін.), які можуть бути канцерогенними для людини.

Заходи попередження пліснявіння хліба. Для запобігання пліснявіння хліб необхідно зберігати в сухому, добре вентиляваному приміщенні за температури повітря не вище 10 ... 12 ° С і відносній вологості 70 ... 75%.

Швидке охолодження хліба безпосередньо після його випічки попереджає процес пліснявіння. Хліб у лотках і на стелажах укладають нещільно, залишаючи вільні прошарки для циркуляції повітря. Поверхня хліба повинна бути без тріщин і пошкоджень. Хлібосховище облаштовують припливно-витяжною вентиляцією.

Для придушення розвитку пліснявих грибів на поверхні хліба запропоновані різні *фізичні, хімічні та біологічні способи*.

До *фізичних методів* належать стерилізація шляхом теплового оброблення хліба, мікрохвильова стерилізація, дія інертних газів і ін.

Стерилізація шляхом теплової обробки полягає в тому, що хліб спочатку упаковують у герметичну вологонепроникну термостійку плівку і нагрівають до 90 ° С протягом 30 ... 60 хв., щоб досягти в центральних шарах м'якушки температури вище 75 °С.

Мікрохвильова стерилізація здійснюється в промислових установках, у яких нарізаний і упакований хліб піддається мікрохвильовому нагріванню.

Крім термічної стерилізації, запропоновано обробляти хліб *токами високої частоти* або *ультрафіолетовим опроміненням*. Однак ці способи вимагають особливих пакувальних матеріалів, додаткових витрат на стерилізацію, що значно підвищує собівартість готової продукції.

Для зберігання хлібобулочних виробів, борошняних кондитерських виробів рекомендується використовувати *упаковки з модифікованою атмосферою*, що містять 59% азоту і 50% діоксиду вуглецю. Перспективним є підвищення бар'єрних властивостей пакувальних матеріалів за рахунок комбінування їх з антимікробними добавками. Уже отримані полімерні матеріали, що володіють мікробоцидними властивостями завдяки введенню в розплав полімеру сорбату калію і солей пропіонової кислоти.

Хімічні способи інгібування розвитку пліснявих грибів передбачають застосування органічних кислот (пропіонової, сорбінової, лимонної, бурштинової, фумарової та ін), а також їх кальцієвих і натрієвих солей.

Хімічні консерванти переважно вводять при замішуванні тіста. В окремих випадках ними обробляють поверхню хліба.

У якості консервантів найчастіше використовують сорбінову кислоту і пропіонат кальцію. Сорбінова кислота фізіологічно не шкідлива, засвоюється організмом як і інші жирні кислоти й не є канцерогенною. Вона служить ефективним консервантом і гальмує розвиток грибів. Формула сорбінової кислоти:



Додавання до борошна 0,10 ... 0,13% сорбінової кислоти дозволяє суттєво скоротити порчу хліба в результаті пліснявіння. Однак у більших дозах – 0,3% і більше - сорбінова кислота пригнічує розвиток дріжджів, за рахунок чого зменшується об'єм хліба. Цей недолік можна запобігти шляхом збільшення дози пресованих дріжджів і подовження часу бродіння.

У разі поверхневого консервування за першим способом хліб обприскують розчином сорбінової кислоти або її солей (іноді в сполученні з етиловим спиртом 90% -й концентрації). За другим способом готову продукцію щільно загортають у пакувальний матеріал, просочений сорбіновою кислотою.

Насьогодні процес пліснявіння можна запобігти за допомогою спеціальних консервуючих засобів. Найбільш ефективним з них є «Паносорб» виробництва німецької фірми «Hoechst AG». Він являє собою гранули сорбінової кислоти, вкриті тугоплавкою оболонкою, стійкою до температури бродіння і вистоювання тіста і розплавляються при випічці. Завдяки цьому «Паносорб» не пригнічує розвитку дріжджів і не порушує процес тістоведення. Дозування препарату 0,1 ... 0,2% до маси борошна.

Біологічні способи пригнічення пліснявіння хліба засновані на культивуванні в борошняних середовищах мікроорганізмів, які продукують органічні кислоти, антибіотичні речовини та інші протектори. Максимальним інгібуючим ефектом володіла пропіоновокисла закваска, повністю придушує розвиток грибів роду *Penicillium* і *Aspergillus*.

З метою запобігання пліснявіння хліба повітря в приміщеннях хлібозаводу очищається шляхом фільтрації або за допомогою ультрафіолетового опромінення. Для зниження ступеня зараженості спорами пліснявих грибів технологічного обладнання, лотків, контейнерів установлюють суворий контроль за їх гігієнічним станом, обробляють фунгіцидними засобами, періодично здійснюють дезінфекцію 2 ... 3% -м розчином оцтової кислоти.



Рис. 3.45. Крейдова хвороба хліба

Крейдова хвороба.

Крейдова хвороба хліба викликається недосконалыми грибами видів *Endomycopsis fibuligera*, *Endomyces chodacii* і *Trichosporon variabile*. Під час розвитку на поверхні скоринки хліба і в м'якушки з'являється білий, сухий, порошкоподібний наліт, що нагадує крейду або борошняний пил. Цей порок отримав назву «крейдова хвороба» хліба (рис. 3.45). Спори зазначених грибів дуже стійкі до високої температури і не гинуть під час випічки.



Рис. 3.46. *E. fibuligera*

E. fibuligera утворює міцелій з переплетеними гіфами (рис. 3.46). Конідії відгалужуються безпосередньо від міцелію і мають яйцеподібну форму. Якщо міцелій знаходиться в умовах поганої аерації, то в місцях утворення конідій з'являються дріжджеподібні клітини.

Дріжджі роду *Endomycopsis* досить швидко розмножуються на хлібі, у пиві, а також на інших поживних середовищах. Крейдова хвороба вважається безпечною для здоров'я людини, однак уражений нею хліб втрачає свої товарні якості.

Захворювання хліба, яке викликається «Чудовою паличкою». Почервоніння м'якушки хліба викликає «чудова паличка» *Serratia*

marcescens, включена в сімейство *Enterobacteriaceae*, або ще називають **кров'яна хвороба хліба** (рис. 3.47).



Рис. 3.47. Кров'яна хвороба хліба

Це дрібні безспоріві палички довжиною близько 1,0 мкм і товщиною до 0,5 мкм, розташовуються поодинокі або у вигляді коротких ланцюжків; по Граму фарбуються негативно; рухливі; по розташуванню джгутиків належать до перітріхів; спор і капсул не утворюють. Паличка є факультативним анаеробом, оптимальна температура її зростання 25 ... 30

°С.

Мікроб отримав широку популярність завдяки своїй здатності продукувати пігмент червоного кольору - протідіозин. Бактерії добре ростуть на різних субстратах, утворюючи невеликі гладкі блискучі колонії яскраво-червоного кольору, що нагадують краплі крові.

Serratia marcescens потрапляє в хліб із зовнішнього середовища і добре розмножується в ньому, викликаючи почервоніння м'якушки, оцукрення крохмалю і розрідження клейковини. Хліб з почервонілим м'якушем втрачає товарний вигляд і непридатний до вживання (відомі 4 летальних випадки після споживання хліба, ураженого «чудовою паличкою»).



Рис. 3.48. Хліб, уражений дріжджями виду *Rhodotorula roseum*

На хлібі можуть розмножуватися і інші бактерії, що утворюють пігменти жовтого, синього, фіолетового кольору. Наприклад, деякі представники дріжджів виду *Rhodotorula roseum* викликають появу на хлібі жовтих, рожевих або яскраво-червоних слизових плям (рис. 3.48).

Хвороба «П'яний хліб». П'яний

хліб - це хлібні злаки, уражені особливими грибками (*Fusarium roseum* та інші близькі види), а також хліб, випечений з борошна хворих рослин і викликає явища отруєння, кілька подібні зі сп'янінням. Характеризується збудженим станом, потім на зміну приходить апатія, депресія (може порушитися координація руху, сміх без причини, частіше з проявами розлади шлунково-кишкового тракту). При постійному вживанні зараженого хліба можуть розвиватися психічні розлади і анемія. На колосках хворих рослин нерідко буває рожевий наліт. Грибниця, що розвивається в зернах, розкладає їх білок і утворює отруйні речовини, що викликають отруєння. П'яний хліб особливо часто зустрічається на Далекому Сході.

П'яний хліб, хліб з пшеничного борошна (а також житнього, ячмінного і вівсяного), отриманого із зерна, ураженого деякими видами патогенних грибів з роду фузаріум, головним чином, Fusarium graminearum. При поїданні п'яного хліба у людини може розвинути алейкія аліментарно-токсична, а у тварин – отруєння.

Зерно може бути пошкоджене паразитичними грибами, що спричиняють його небезпечні захворювання - мікози. Хліб, випечений з борошна, інфікованого паразитичними грибами (ріжки, сажка, фузаріоз), за зовнішнім виглядом не відрізняється від звичайного. Уживання хліба з борошна, виготовленого з ураженого грибами зерна, зумовлює загрозове для здоров'я людини отруєння організму.



Рис. 3.49. Зерно, уражене паразитичним грибом *Claviceps purpurea*

вони викликають тяжке захворювання людини – ерготизм. Вміст їх у зерні в кількості 1 - 2 % може зумовити навіть летальний кінець хвороби.

Найбільш небезпечним грибковим захворюванням зерна є ураження його паразитичним грибом *Claviceps purpurea* (рис. 3.49). Цей грибок частіше уражає жито і рідше – пшеницю. При ураженні зерна на місці зав'язі колоска з'являються темно-фіолетові тверді ріжки завдовжки 9-20 мм. Домішки ріжків у зерні шкідливі,

Інше грибкове захворювання злаків – *сажка* (рис. 3.50). Розповсюджується спорами. Накопичення чорних спор сажки на колосках робить їх схожими на обвуглені стернини. Розпізнають пильну сажку і тверду. Це захворювання викликається грибами *Ustilaga tritici* і *Tillrteria tritici* відповідно.



Рис 3.50. Грибкове захворювання злаків – сажка.

Спори пильної сажки органолептично не можна виявити. Пильна сажка руйнує повністю колос, від нього залишається лише стебло, покрите спорами, які заражають здорові рослини. Заражене зерно за

зовнішнім виглядом не відрізняється від здорового. Спори твердої сажки утворюють на місці зав'язі квітки чорно-бурі мішечки.

Спори сажки в організмі людини закупорюють дрібні кровоносні судини, подразнюють слинні залози, викликають розлад роботи кишечника. М'якушка хліба, випеченого з борошна, що містить спори сажки, має сіруватий колір, іноді — неприємний запах оселедців.

За існуючими нормами зерно, що надходить на першу помольну систему, має містити ріжків і сажки не більше 0,05 %.



Рис. 3.51. Зерно, уражене грибом *Fusarium graminearum*

Зерно уражає також грибок *Fusarium graminearum* (рис.3.51). Ці грибки уражають зерно, що зимувало в полі, або пізні сорти пшениці та жита. Колоски, уражені цим грибом, покриваються рожевим нальотом. Зерна в заражених колосках недорозвинені. Токсичні речовини, що

виділяються цією плісенню, не руйнуються у процесі випікання хліба. Хліб, випечений з борошна, виготовленого із фузаріозного зерна, не має зовнішніх

ознак хвороби, але при його вживанні виникають сильні отруєння, що нагадують сп'яніння, іноді зі смертельним кінцем.

Контрольні питання

1. Які мікробіологічні процеси відбуваються під час приготування опари, а зокрема, за участі дріжджів?
2. Які мікробіологічні процеси відбуваються під час замісу і бродіння тіста?
3. Як впливають дикі дріжджі й мікроскопічні гриби на бродіння тіста?
4. Які види дріжджів сахароміцетів використовують у хлібопеченні та охарактеризуйте їх?
5. Які молочнокислі бактерії використовують у хлібопекарному виробництві.
6. Що представляють собою пресовані дріжджі та якою расовою особливістю вони характеризуються?
7. Яким фізико-хімічним показникам повинні відповідати дріжджі пресовані хлібопекарські та сушені, охарактеризуйте їх?
8. Що являють собою рідкі дріжджі, з яких стадій складається їх процес виробництва?
9. Які мікроорганізми використовують під час приготування водно-борошняної заварки та під час приготування рідких дріжджів?
10. Що являють собою рідкі пшеничні закваски які використовують у виробництві хлібобулочних виробів. Які штами мезофільних молочнокислих паличок використовують для отримання рідких пшеничних заквасок?
11. Які існують джерела інфікування пресованих дріжджів сторонніми мікроорганізмами?
12. Які мікроорганізми входять до складу заквасок для житнього тіста?
13. Які мікроорганізми входять до складу рідких заквасок без заварки?
14. Які мікроорганізми входять до складу рідких заквасок із заваркою?
15. Які мікроорганізми входять до складу концентрованої бездріжджової молочнокислої закваски (КМКЗ)?
16. Які культури молочнокислих бактерій застосовують у циклі розведення КМКЗ?

17. Які мікробіологічні процеси відбуваються в житньому тісті?
18. Які фактори впливають на життєдіяльність мікроорганізмів в тісті?
19. Як впливає на життєдіяльність мікрофлори тіста сіль, цукор, жир?
20. Як впливає на мікрофлору тіста процес обминання тіста?
21. Як впливає на мікрофлору тіста процес оздобки тіста?
22. На які групи поділяються мікроорганізми зерна?
23. Від чого залежить ступінь зараженості зерна пліснявими грибами?
24. Які є стадії розвитку «картопляної хвороби» хліба?
25. Які мікроорганізми являються збудниками «картопляної хвороби» хліба?
26. Якими мають бути оптимальні умови для розвитку тягучого псування хліба?
27. Які причини виникнення картопляної хвороби хліба?
28. Які здійснюють заходи по запобіганню псування хліба «картопляною хворобою»?
29. При яких умовах розмноження збудників «картопляної хвороби» сповільнюється?
30. Опишіть хімічний спосіб підвищення кислотності середовища з метою пригнічення розмноження збудників «картопляної хвороби».
31. Опишіть біологічний спосіб підвищення кислотності середовища з метою пригнічення розмноження збудників «картопляної хвороби».
32. Назвіть методи знищення спор сінної і картопляної паличок.
33. Назвіть мікроорганізми, що являються збудниками пліснявіння хліба.
34. Укажіть які способи існують для придушення розвитку пліснявих грибів на поверхні хліба.
35. Які мікроорганізми є збудниками крейдової хвороби хліба?
36. Які мікроорганізми є збудниками хвороби хліба як «Чудова паличка»?
37. Якими мікроорганізмами може бути викликана хвороба «П'яний хліб»?

4. МІКРОБІОЛОГІЯ КОНДИТЕРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1. Сировина і основні стадії технологічного процесу виробництва кондитерських виробів

Кондитерська промисловість випускає широкий асортимент виробів, які розподіляються на чотири основні групи: шоколад, шоколадні, цукрові та борошняні вироби.

До першої групи належить шоколад – кондитерський виріб з шоколадної маси для формування. Залежно від рецептури й технології шоколад виготовляють таких видів: темний (чорний); молочний; білий; виготовлений із кількох видів шоколадних мас (темної, молочної та білої); пористий; із добавленнями; із начинками. Шоколад виготовляють у вигляді блоків, плиток, батонів, медалей, гранул, вермішелі, пластівців й інших форм, із малюнками чи без них на поверхні, різних фігурок, зокрема, пустотілих із додаванням чи без додавання виробів нехарчової призначенності (іграшки тощо).

До другої групи належить шоколадний виріб – кондитерський виріб, виготовлений на основі шоколадної маси. До шоколадних виробів належать шоколадні цукерки та інші вироби з шоколадної маси з додаванням напівфабрикатів та сировини.

До третьої групи належить цукровий кондитерський виріб – кондитерський виріб, виготовлений на основі цукру чи замінника цукру. До цукрових виробів належать карамель, ірис, цукерки, драже, халва, мармелад, пастила, зефір.

До четвертої групи належить борошняний кондитерський виріб – кондитерський виріб з борошна, переважно з високим умістом цукру, жиру та яєчних продуктів. До борошняних виробів належать печиво, пряники, торти, тістечка, рулети, кекси, галети, крекери, вафлі.

Під час виробництва такого широкого асортименту продукції застосовують значно різні технологічні процеси. Наприклад, технологія карамелі зовсім не схожа на технологію печива і тістечок, а технологія халви

або мармеладу, різні між собою, і нічого на мають спільного з технологією шоколаду. Ці обставини значно ускладнюють вивчення мікробіології кондитерського виробництва, у технології якого використовуються складні процеси, як механічне перемішування, нагрівання, уварювання, охолодження, випаровування, кристалізування, драглеутворення і т.п.

Так виробництво шоколаду включає обробку какао-бобів, приготування цукрової пудри, шоколадної маси і формування шоколаду. Обробка какао-бобів є важливим етапом у технологічному процесі виготовлення шоколаду. Вона включає сортування какао-бобів; їх ферментацію, обсмаження, у результаті чого оболонка какао-бобів стає крихкою, легко відокремлюються від ядра, посилюється смак і аромат, зменшується вологість, досягається їх стерильність; подрібнення, при якому відбувається відокремлення оболонки від ядра і отримання крупик; помел крупки. Готова какао-маса йде на виготовлення шоколаду, цукерок глазурованих шоколадом, какао-масла(його отримують пресуванням на пресі).

Цукрову пудру отримують на кондитерських фабриках шляхом подрібнення і наступного просіювання через сита.

Для приготування шоколадних мас компоненти змішують у змішувачах, а потім відправляють на вальцьові машини. Формування шоколадних виробів здійснюється на шоколадновідливних машинах. Відлитий шоколад надходить у холодильну камеру, а після охолодження – на загортальні автомати.

Виробництво цукерок глазурованих шоколадом полягає в приготуванні цукеркових мас, формуванні, обробленні, глазуруванні, загортанні і пакуванні.

Виробництво карамелі складається з приготування сиропу, начинок, розробці і підготовці карамельної маси, обробленні, загортанні, пакуванні готової карамелі. Сироп готується на сироповарильних станціях, звідки перекачується по трубопроводам у вакуум-апарати для уварювання при 160 °С. Уварена карамельна маса охолоджується до 60 °С і подається разом з

розігрітою начинкою на джгутовитягувальну машину, потім на калібрувальну машину і далі на формувальну. Після формування карамель надходить на охолодження, обробку, загортання і пакування. У карамельному виробництві використовують досить велику кількість різноманітних начинок.

Це тільки декілька розглянутих прикладів виробництва кондитерських виробів, з яких можна побачити усі складності мікробіологічного контролю кожного виробництва.

Мікроорганізми в кондитерському виробництві грають негативну роль. Виняток становлять дріжджі сахароміцети, які використовують для приготування кексів, галет.

Основними джерелами мікроорганізмів при виготовленні кондитерських виробів є сировина і напівфабрикати. Від їх якості залежать безпека готових кондитерських виробів і їх стійкість при зберіганні. Майже всі кондитерські вироби піддаються термічній обробці і не представляють епідеміологічної небезпеки, якщо для їх виготовлення використовували доброякісну сировину і напівфабрикати.

Контамінація мікроорганізмами продуктів відбувається при різних ручних операціях під час обробки, фасування, транспортування, реалізації. Особливе значення у виникненні отруєнь і харчових захворювань мають кремкові кондитерські вироби, проте не виключена можливість контамінації збудниками бактеріальної і вірусної природи та інших цукристих продуктів.

Сировина для кондитерського виробництва дуже різноманітна: цукор, молоко, вершки, згущене молоко, вершкове масло, яйця, меланж, яєчний порошок, борошно, какао-боби, крохмаль, патока, мед, кава, фрукти, ягоди і продукти їх переробки, горіхи, ароматичні речовини, харчові кислоти, драглеутворюючі речовини, барвники і багато іншого.

Цукор білий. У кондитерському виробництві використовується буряковий цукор і тростинний цукор. Загальна мікробна забрудненість цукру залежить від умов його зберігання. У разі стандартної вологості 0,15% в 1 г

цукру може міститися від 10 до 1000 клітин мікроорганізмів. У цукрі виявлені осмофільні плісняві і дріжджові гриби, спори термофільних і мезофільних бактерій, і слизеутворюючих бактерії виду *Leuc. mesenteroides*.

Застосування цукру з підвищеним вмістом мікроорганізмів може призвести до псування готових виробів. Газоутворюючі бактерії і осмофільні дріжджі спричиняють здуття і розтріскування цукерок, особливого псуванню піддаються пастила, зефір, мармелад. Ці ж мікроорганізми сприяють бродінню і закисанню фруктових напівфабрикатів (пюре, варення, повидла, джемів).

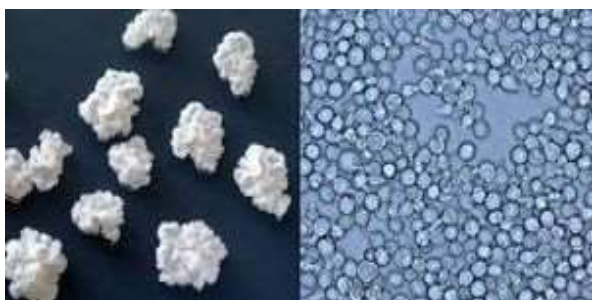


Рис. 4.1. Дріжджі роду *Zygosaccharomyces*

Мед. Бджолиний мед містить близько 70 ... 80% інвертного цукру, 20 ... 25% води, до 5% сахарози. У складі мікрофлори меду можуть знаходитися осмофільні дріжджі роду *Zygosaccharomyces* (рис. 4.1).

У незрілому і розбавленому меді вони викликають спиртове бродіння. Бактерії і плісняві гриби містяться в меді в незначній кількості. З бактерій виявлені *Sarcina lutea*, *B. subtilis*, *B. megatherium* тощо. Завдяки високій концентрації цукру і наявності бактерицидних речовин натуральний мед стійкий при зберіганні. Первинна мікрофлора меду, яку вносять у мед бджоли (бацили, осмофільні дріжджі і плісняві гриби), особливої небезпеки не представляє. Вторинне обсіменіння може представляти епідеміологічну небезпеку. Незважаючи на бактериостатичну дію меду за рахунок високого вмісту цукру і фітонцидів у ньому можуть виявлятися патогенні бактерії. Так, у Каліфорнії відзначені випадки захворювання на ботулізм дітей грудного віку, пов'язані з вживанням меду.

Молоко незбиране, вершки, згущене молоко. Молоко є багатим живильним середовищем для різних груп мікроорганізмів. Найбільш часто в ньому зустрічаються такі групи:

Молочнокислі бактерії - це сапрофітні паличковидні бактерії сімейства *Lactobacillaceae* - *L. delbrueckii* (паличка Дельбрюка), *L. acidophilus* (ацидофільна паличка), *L. helveticus* (сирна паличка), *L. rhamnosus*, а також кулясті бактерії сімейства *Streptococcaceae* - *Lac. lactis subsp. lactis* (молочний лактокок), *Lac. lactis subsp. cremoris* (вершковий стрептокок) і *Str. thermophilus* (термофільний стреп-токок), що відноситься до сімейства *Streptococcaceae*. Розмноження молочнокислих бактерій при температурі вище 15 °С викликає підвищення кислотності молока і його скисання.

Ентерококи - це стрептококи фекального походження, часто присутні в сирому молоці (*Str. Faecalis*, *Str. Faecium* і ін.) (рис. 4.2, 4.3).



Рис. 4.2. *Str. Faecalis*



Рис. 4.3. *Str. Faecium*

Характеризуються стійкістю до високої температури і можуть витримувати короткочасний режим пастеризації. Володіючи активними протеїназами, вони розщеплюють білки молока з утворенням гірких пептидів, що надає молоку гіркий смак.

Гнилісні бактерії. До них належать як спороутворюючі бактерії роду *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. mycoides*, *B. mesentericus*, *B. cereus*, *B. putrificus*, *B. polymyxa*), так і не утворюють спор палички видів *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus vulgaris*. Гнилісні бактерії викликають глибокий розпад молочного білка з утворенням гірких продуктів розпаду, часто з виділенням газу.

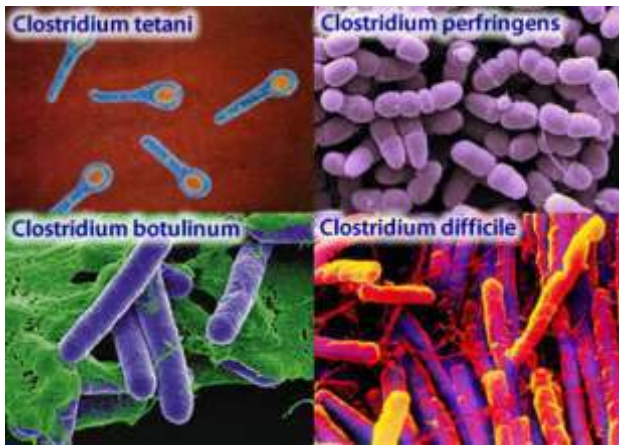


Рис. 4.4. Маслянокислі бактерії роду Clostridium

Маслянокислі бактерії (рис. 4.4) належать до роду *Clostridium*, строгі анаероби, утворюють спори. Під час розмноження в молоці накопичують масляну кислоту і газу, за рахунок чого молоко набуває неприємного прогірклого смаку і запаху.

Бактерії групи кишкової палички (рис. 4.5) згортають молоко з утворенням газу, надають йому неприємного смаку і запаху. Вони є санітарно-показовими мікроорганізмами. Деякі ентеропатогенні штами кишкових паличок викликають у людей кишкові захворювання (коліти, ентероколіти та ін.).



Escherichia coli



Enterobacter aerogenes



Citrobacter freundii



Klebsiella pneumoniae

Рис. 4.5. Бактерії групи кишкової палички

Дріжджі і міцеліальні гриби в свіжому молоці зустрічаються в незначній кількості і не роблять істотного впливу на його якість, однак при тривалому зберіганні молока, і особливо вершків, гриби розщеплюють молочний жир, що призводить до появи пороку «прогірклий смак».

Патогенні бактерії при попаданні в молоко і молочні продукти можуть стати причиною інфекційних захворювань або харчових отруєнь (токсикозів і токсикоінфекцій). Через молоко передаються такі захворювання, як бруцельоз, ящур, мастит, туберкульоз, сибірська виразка, черевний тиф, паратифи, дизентерія, холера. Збудниками харчових отруєнь можуть стати золотистий стафілокок, паличка ботулізму, паличка протей та ін. Під час пастеризації і стерилізації молока патогенні бактерії знищуються, вони гинуть також при варінні шоколадної маси, вершкових начинок, проте можуть залишитися життєздатними при виготовленні кремів.

У згущеному молоці можуть бути присутніми мікроорганізми початкового молока і цукру, що залишилися після згущення під вакуумом при температурі 50 ... 60 °С.



Рис. 4.6. Міцеліальні гриби виду *Catenularia fuliginea*

Розвиток у згущеному молоці міцеліальних грибів виду *Catenularia fuliginea* (рис. 4.6) призводить до появи на його поверхні шоколадно-коричневих плям (так званих «гудзиків») і сирного присмаку продукту.

Пліснявіння згущеного молока викликають міцеліальні гриби видів *Penicillium glaucum* (зелений пеніцил) і *Cladosporium herbarum* (чорна гроноподібна цвіль) (рис. 4.7, 4.8). Осмофільні дріжджі, які потрапляють у молоко з цукром, викликають його розрідження. Мікрококи, володіючи активними протеазами і ліпазами, розщеплюють молочний жир і білок, надаючи продукту прогірклий або сирний смак.



Рис. 4.7. Міцеліальні гриби виду *Penicillium glaucum*



Рис. 4.8. Міцеліальні гриби виду *Cladosporium herbarum*

Вершкове масло. Джерелами мікрофлори вершкового масла являються свіжі або проквашені вершки, обладнання, вода, сіль, барвники. Масло не є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, тому що розщеплювати молочний жир мало хто здатні з мікробів. У процесі зберігання масла розмноження мікроорганізмів відбувається переважно в плазмі, що являє собою водний розчин білків, молочного цукру, мінеральних солей та інших речовин. У солодковершковому маслі можуть бути присутніми псевдомонади, що потрапляють у нього з промивної водою; молочнокислі бактерії; ентерококи і спорові палички, що залишилися після пастеризації вершків або потрапили в них у результаті контакту з обладнанням. Псевдомонади володіють активними ліпазами і протеазами, що розкладають молочний жир і білки плазми, у результаті чого масло набуває прогірклого або гіркого смаку. Бактерії виду *Pseudomonas fluorescens* беруть участь в окисленні поверхневих шарів масла, викликаючи порок «штафф», (верхній шар стає прозорим, темно-жовтого кольору з неприємним осаленим і прогірклим смаком). Молочнокислі бактерії надають солодковершковому маслу невластивого йому кислуватого смаку. Спорові палички і ентерококи розщеплюють білки плазми і в маслі з'являється присмак гіркоти. Прогірклий смак і тухлий запах викликають дріжджі роду *Candida*, ентерококи, міцеліальні гриби. На поверхні масла часто розмножуються плісняві гриби родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*.

У кисловершковому маслі переважною мікрофлорою є молочнокислі бактерії. Їх кількість становить від 10^6 до 10^7 клітин в 1 грамі. Стороння мікрофлора складає незначну частину і грає незначну роль у зміні якості масла при зберіганні.

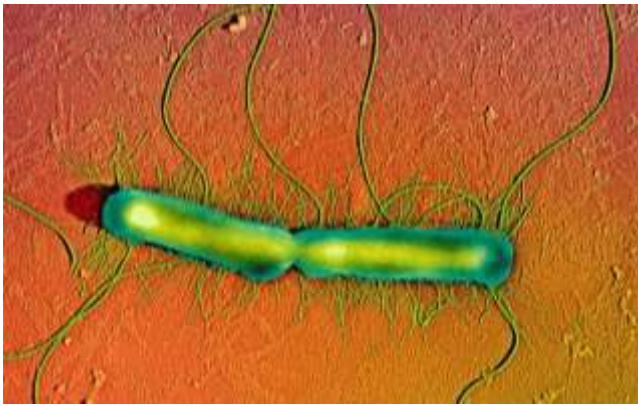
Яйця, меланж, яєчний порошок. Свіжі курячі яйця, отримані від здорової птиці, практично стерильні. У разі правильного зберігання яйця зберігаються довгий час стерильними. Захисними властивостями володіють шкаралупа і оболонка, а також антимікробні речовини, що містяться в білку (лізоцим, овідін, овомуцин і ін.), здатні пригнічувати розмноження багатьох мікроорганізмів. При порушенні правил зберігання відбуваються зміни у вмісті яйця. Відбувається інактивація лізоциму, пори в шкаралупі стають більш проникні для мікроорганізмів. У результаті цього всередину яйця проникають бактерії видів: *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas pyocyanea*, *Proteus vulgaris*, *Echerichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus subtilis* і ін. Розмножуючись усередині яйця, бактерії викликають гідроліз білка, потім проникають у жовток. Розкладання вмісту яйця призводить до зміни його кольору і появи неприємного запаху і газу. Міцеліальні гриби також можуть проникати через пори яйця і викликати його псування, при цьому колір яйця набуває характерну для цього виду цвілі забарвлення: зелене (*Penicillium glaucum*), чорне (*Aspergillus niger*), жовте (*Aspergillus flavus*).

У яйцях, і особливо в меланжу, можуть бути виявлені патогенні бактерії: туберкульозні палички від хворих птахів, сальмонели та інші представники бактерій кишкової групи. Зараження яєць відбувається *ендогенним* і *екзогенним* шляхами. *Ендогенне* обсіменіння відбувається в яєчнику і яйцеводі несучок, хворих на туберкульоз, сальмонельоз та іншими інфекціями. Яйця курей, хворих на туберкульоз, має використовуватися винятково для виробництва кондитерських виробів, які піддаються високій термічній обробці. Серед сальмонел найбільшу небезпеку представляють *S. typhimurium* і *S. enteritidis*, якими бувають заражені не тільки качині і гусячі, але і курячі яйця. Харчові отруєння можуть викликати також види *S. pullorum*

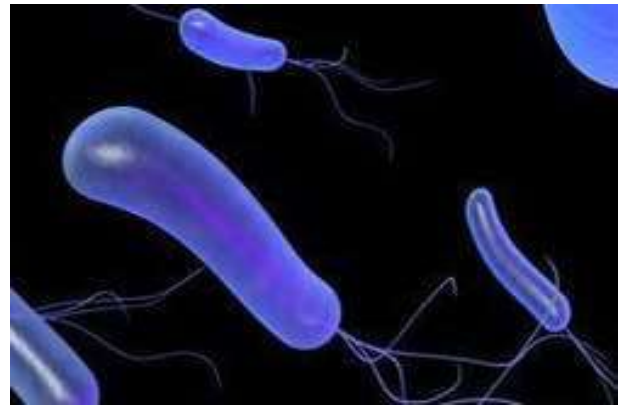
і *S. gallinarum*, що вважалися раніше безпечними. Сальмонели, будучи грамнегативними бактеріями, безперешкодно розмножуються в яйці, оскільки лізоцим на них не діє.

Меланж, що являє собою суміш білків і жовтків, добре розмішану, профільтровану і заморожену в спеціальній тарі за температури мінус 15 ... 18 °С, містить ті ж мікроорганізми, що і яйця. Під час зберігання при низьких температурах частина мікроорганізмів відмирає. Живі мікроорганізми, які залишилися в замороженому меланжу, у процесі розморожування можуть розмножуватися, тому розморожений меланж необхідно переробити протягом 2 ... 3 год. Бактеріальна забрудненість меланжу нормується: кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ) має бути не більше $5 \cdot 10^5$, титр кишкової палички повинен бути не нижче 0,1 г; патогенні бактерії, зокрема, сальмонели, повинні бути відсутні в 25 г продукту; наявність золотистого стафілокока і палички протей не допускається в одному грамі продукту.

Ячний порошок отримують шляхом розпилення яєчної маси в дискових сушарках. У яєчному порошок, що має масову частку вологи 6,5%, мікроорганізми не розмножуються, вони знаходяться в стані анабіозу. Їх життєдіяльність починає проявлятися при підвищенні вологості порошку до 15%. У готовому яєчному порошок виявляються гнильні безспорові палички *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens* (рис. 4.9), спорові палички *B. subtilis*, *B. mesentericus*, стафілококи. Поряд із сапрофітними мікроорганізмами, у яєчний порошок можуть потрапляти патогенні бактерії, зокрема, сальмонели, які зберігаються у ньому протягом 4 ... 9 міс.



Proteus vulgaris



Pseudomonas fluorescens

Рис. 4.9. Гнильні безспорові палички

Фруктово-ягідні напівфабрикати. У фруктово-ягідних заготовках у процесі зберігання можуть розмножуватися різні мікроорганізми, стійкі до таких несприятливих факторів, як високотемпературна обробка, підвищена концентрація цукру, кислоти, присутність консервантів. Особливо схильне псуванню фруктове пюре. У ньому можуть розмножуватися дріжджі сахароміцети, викликаючи спиртове бродіння (*S. cerevisiae*, *S. vini*), оцтовокислі бактерії, які накопичують у продукті оцтову та інші леткі кислоти (*Acetobacter aceti*), молочнокислі бактерії, що викликають молочнокисле закисання (роду *Lactobacillus*, *Lactococcus*). На поверхні пюре іноді спостерігається плівка - результат розмноження недосконалих дріжджів (роду *Candida*, *Monilia*) - або поява пліснявого шару (роду *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*).

Повидло менш схильне до мікробного псування, тому що його уварюють після додавання цукру. Проте в ньому можуть відбуватися мікробіологічні процеси за рахунок розмноження осмофільних дріжджів. Їх джерелами є цукор, забруднена тара, повітря. Міцеліальні гриби викликають пліснявіння повидла.

Какао-боби є сировиною для виробництва какао порошку і какао масла, які використовуються для виготовлення шоколаду, шоколадних цукерок, шоколадного крему та інших кондитерських виробів. Для

поліпшення смаку какао боби піддають ферментації, сушінню і обсмажуванню. Під час обсмажування більшість мікроорганізмів гине. Вторинне обсіменіння какао-бобів відбувається при тривалому зберіганні в умовах підвищеної вологості. Їх псування можуть викликати міцеліальні гриби, дріжджі *роду Candida* та ін. Для попередження пліснявіння какао-боби необхідно зберігати в сухому, добре провітрюваному приміщенні.

4.2. Мікроорганізми, які визивають псування кондитерських виробів

Деякі види кондитерських виробів можуть псуватися під впливом мікроорганізмів.

Кремові вироби. Крем використовується для виготовлення тортів і тістечок. Кондитерські креми отримують шляхом збивання компонентів, що входять у рецептуру. У процесі збивання отримана маса насичується повітрям і має піноподібну структуру. Зазвичай виробляють вершковий, білковий, заварний креми. Вершкові креми поділяються на чотири основні групи: вершковий основний, «Шарлотт», «Гляссе» і вершково-сметанний. Є також крем «Новий», що складається з вершкового масла і вершково-цукрового сиропу в співвідношенні 1:1,2.

Найбільш мікробіологічно стійкими є вершковий крем, що містить мало вологи і багато цукру в рідкій фазі, і крем «Новий». Найменш мікробіологічно стійкими є крем «Шарлотт» (через підвищений вміст вологи, наявність яєць і молока) і заварний крем. До складу заварного крему входить борошно, яке багате різноманітною мікрофлорою. Найчастіше заварний крем піддається молочнокислому закисанню.

Хімічний склад кремів сприятливий для розмноження багатьох мікроорганізмів, тому термін зберігання виробів з кремом суворо обмежений. Джерелами контамінації крему можуть бути сировина (молоко, вершки, цукор, масло, яйця), обладнання та інвентар, руки і одяг обслуговуючого персоналу, а також гризуни і мухи. У зразках крему виявляються кишкові палички (*Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*),

гнильні бактерії (*Proteus vulgaris*), спороутворюючі палички (*B. subtilis*, *B. mesentericus*), мікрококи, молочнокислі бактерії, дріжджі. Сапрофітні мікроорганізми викликають псування кремових виробів, погіршують товарний вигляд виробів. Мікробіологічні показники кремів залежать від обміненія вихідних продуктів, особистої гігієни обслуговуючого персоналу і якості виробничого контролю.

Потрапляють у крем патогенні мікроорганізми, які є причиною інфекційних захворювань і харчових отруєнь.



Рис. 4.10. Стафілококи виду *Staphylococcus aureus* (золотистий)

Стафілококи виду *Staphylococcus aureus* (золотистий) (рис. 4.10) при розмножуванні в кремі виробляють ряд токсинів, зокрема ентеротоксин, які викликають харчове отруєння - токсикоз. Стафілококи потрапляють у крем повітряно-крапельним шляхом або з гнійничкових ран, наявних на

руках працівників. Оптимальна температура росту і токсиноутворювання у стафілококів 37 °С. Під час дослідження кондитерських виробів з кремом встановлено, що стафілококовий ентеротоксин утворюється тільки в прилеглому до вершкового крему шарі бісквіта, а не в самому кремі, як вважали раніше. У заварному кремі, що містить борошно, ентеротоксин накопичується безпосередньо в масі крему.

У продуктах, контамінованих золотистим стафілококом, накопичення токсину відбувається за температури 37 °С через 5 ... 6 год. при масивності обміненія $5 \cdot 10^6$ КУО/г і через 8 год. при масивності обміненія $5 \cdot 10^3$ КУО/г. За температури 22 ... 25 °С час накопичення токсину збільшується до 10 ... 12 год. За температури 5 ... 6 °С розмноження стафілококів і утворення токсинів сповільнюється, а при 4 °С припиняється. Тому тістечка і торти необхідно зберігати за температури не вище 5 °С і відносній вологості повітря 70 ... 75%. Ентеротоксин стафілококів

відрізняється термостабільністю - при кип'ятінні протягом 30 хв. він не руйнується. Кисла реакція середовища несприятлива для стафілококів, при рН нижче 4,5 ... 4,7 їх ріст припиняється. Стафілококи досить стійкі до висушування, підвищеного осмотичного тиску, вони можуть розмножуватися в середовищі з вмістом цукру 40...50% і хлориду натрію 8 ... 12%.

Стафілококи не викликають змін органолептичних властивостей через виробів з кремом, але при концентрації клітин 10^6 ... 10^9 в одному грамі можуть стати причиною токсикозу. Ознаки отруєння проявляються зазвичай у вигляді гострого шлунково-кишкового захворювання через 1 ... 6 год. після прийому їжі, контамінованої стафілококами і містить ентеротоксин.

У білковому кремі можуть розмножуватися сальмонели та інші представники сімейства *Enterobacteriaceae*.

Мармелад, пастила, вершкова помадка. На поверхні цих кондитерських виробів найчастіше розмножуються міцеліальні гриби роду *Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*. Для попередження розвитку цих грибів рекомендується упаковувати мармелад у пергаментний папір, оброблений 1% -м розчином бензоату натрію або 0,4% -м розчином сорбінової кислоти. У кондитерських виробках дозволено застосування сорбінової кислоти.

Глазуровані цукерки. Деякі сорти глазурованих цукерок з лікерною начинкою або вершковою помадкою схильні до мікробіологічної порчі. Ознаки псування з'являються на третій-четвертий день після виготовлення: корпус цукерок спучується, іноді розтріскується під тиском газів, що утворюються осмофільними дріжджами роду *Saccharomyces*, *Brettanomyces* або газоутворювальними видами бактерій. У середині цих цукерок можуть також виявлятися міцеліальні гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium*.

4.3. Шляхи запобігання виникнення мікробіологічного псування кондитерських виробів

Кондитерські вироби різноманітні за складом, технологією виготовлення і вживанням для їх виробництва сировиною. Мікрофлора сировини служить основним джерелом мікрофлори напівфабрикатів і готової продукції. Деякі види сировини можуть, крім того, містити мікотоксини унаслідок поразки цвіллю в період зберігання. У арахісі, фундуку, какао-бобах, фісташках нерідко присутні афлатоксини. Гранично допустимою нормою афлатоксинів у продуктах, зокрема, у використовуваних у кондитерському виробництві, вважається в нашій країні 0,5 мкг/кг. Сировина повинна відповідати вимогам стандартів. Деякі мікроорганізми сировини на окремих етапах технологічного процесу гинуть, інші зберігаються і переходять у готову продукцію. Напівфабрикат і готові вироби можуть додатково інфікуватися при виробництві ззовні (з апаратури, устаткування, з повітря, з рук і одягу робочих і ін.); чисельність мікрофлори виробів збільшується і при порушенні технологічних режимів виготовлення.

У мікрофлорі виробів, крім збудників їх псування, можуть міститися і токсигенні форми. Відомі випадки отруєнь при вживанні деяких кондитерських виробів.

Мікрофлора основної сировини (цукру, молока, вершкового масла, яєць, борошна і ін.) та деяких напівфабрикатів була розглянута у відповідних розділах. Нижче приводяться відомості про мікрофлору готових виробів.

Псування мармеладу, пастили, вершкової помадки. Ці вироби малостійки при зберіганні, оскільки вони мають підвищений вміст вологи (22 – 24%), що сприяє розвитку в них осмофільних дріжджів, які визивають їх розтріскування, деформацію, а також зміну смаку. Причиною є виділення CO₂ при зброджуванні цукрів дріжджами.

Пластовий мармелад піддається пліснявінню при розвитку міцеліальних грибів, особливо при зберіганні його в приміщеннях з підвищеною вологістю повітря.

Для боротьби з цими видами псування використовують сорбінову кислоту, яка затримує ріст міцеліальних грибів і дріжджів. Кислоту вносять у

масу при виготовленні. Для попередження пліснявіння мармеладу використовують 0,4%-ий спиртовий розчин сорбінової кислоти, яким змочують пергамент для його загорання.

Псування карамелі, шоколаду, цукерок. Особливості технологічного процесу виготовлення карамелі (невеликий вміст вологи, висока концентрація цукру, який є консервантом, тверда консистенція) перешкоджають розмноженню мікроорганізмів. Карамель може зберігатися без псування протягом декількох місяців. Але деякі сорти карамельних начинок можуть піддаватися псуванню (гіркнути, бродити) при зберіганні під впливом мікроорганізмів. Механізація і створення потокових ліній по виробництву карамелі практично виключає контакт виробів з руками персоналу, що попереджає обсіменіння готової продукції мікроорганізмами.

Деякі сорти цукерок бувають нестійкі при зберіганні, наприклад, глазуровані шоколадом цукерки з вершковою помадкою або лікерною начинкою, які мають підвищений вміст вологи. При зберіганні можливе спучування корпусів цукерок, інколи вони розтріскуються в результаті тиску газів, що утворюються осмофільними дріжджами при бродінні або газоутворюючими видами бактерій. При загоранні продукції вручну можливо занесення різних патогенних мікроорганізмів, що визивають захворювання шлунково-кишкового тракту (дизентерія, черевний тиф, паратифи, холера та ін.). Ці інфекції заносяться з рук персоналу при недотриманні відповідного санітарно-гігієнічного режиму.

Мірами боротьби з вищезгаданими недоліками є використання високоякісної сировини, загальний високий санітарний рівень виробництва.

Контрольні питання

1. Які мікроорганізми можуть спричинити псування цукру білого?
2. Які мікроорганізми можуть спричинити псування меду?
3. Які мікроорганізми можуть спричинити псування молока незбираного, вершків, згущеного молока?

4. Які мікроорганізми можуть спричинити псування вершкового масла ?
5. Які мікроорганізми можуть спричинити псування яєць, меланжу, яєчного порошку?
6. Які мікроорганізми можуть спричинити псування фруктових напівфабрикатів?
7. Які мікроорганізми можуть спричинити псування какао-бобів?
8. Які фізико-хімічні показники напівфабрикатів впливають на стійкість до мікробіологічного забруднення?
9. Які існують джерела контамінації кондитерських напівфабрикатів та шляхи їх попередження?
10. Які мікроорганізми є причиною псування кондитерських готових виробів?

5. МІКРОБІОЛОГІЯ МАКАРОННОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1. Сировина і основні стадії технологічного процесу виробництва макаронних виробів

Макаронні вироби, які виробляються промисловістю, являють собою харчовий напівфабрикат, який отримують висушуванням до вологості 13 % і з раніше відформованого тіста з пшеничного борошна і води (іноді з додаванням невеликої кількості збагачувальних і смакових добавок).

Процес виробництва макаронних виробів складається з наступних основних операцій:

*Приймання і зберігання сировини ⇒ Підготовка сировини ⇒ Приготування макаронного тіста ⇒ Пресування тіста ⇒ Оброблення сирих виробів ⇒
⇒ Сушка виробів ⇒ Охолодження висушених виробів ⇒
⇒ Упаковка готових виробів*

Приймання і зберігання сировини. Уся сировина, що надходить на виробництво, підлягає ретельним лабораторним дослідженням на відповідність стандартам. Шляхом зважування здійснюється контроль маси. Зберігається сировина в спеціально обладнаних сховищах, з дотриманням норм і правил збереження харчових продуктів.

Підготовка сировини до виробництва. Вона полягає в просіюванні борошна, відділення від нього металомангнітних домішок, підігріві (температура борошна повинна бути не нижче 10°C), змішуванні різних партій борошна відповідно до вказівок лабораторії фабрики.

Воду, призначену для замісу тіста, підігрівають у теплообмінних апаратах, а потім змішують із холодною водопровідною водою до температури, зазначеної в рецептурі. Підготовка добавок полягає в розмішуванні їх у воді, необхідної для замісу тіста.

Приготування макаронного тіста. Приготування макаронного тіста можна розділити на наступні стадії: дозування рецептурний складових і заміс тіста.

Інгредієнти вводять за допомогою дозаторів, які безупинно подають борошно і воду з розчиненими в ній добавками в місильне корито у співвідношенні 3:1. У місильному кориті йде інтенсивне перемішування борошна і води, зволоження та набрякання часток борошна – відбувається процес, який умовно називається замісом макаронного тіста, тому що до кінця замісу макаронне тісто, на відміну від хлібного або бісквітного тіста, являє собою не суцільну зв'язану масу, а безліч зволжених розрізнених грудок і крихт.

Пресування тіста. Мета пресування (екструзія) – ущільнити замішане тісто. Перетворити його в однорідну зв'язану в'язкопластичну тістову масу, а потім крізь отвори (фільтри), пророблені в металевій матриці, випресовувати макаронні вироби. Форма отворів визначає форму сирих виробів (напівфабрикату).

Оброблення сирих виробів. Обробка охоплює: обдувку, нарізання і розкладання (або розвішування) відформованих виробів.

На виході з преса вироби піддаються обдуванню і різанню, унаслідок чого на поверхні утвориться підсушена скоринка. Це дозволяє уникнути злипання макаронних виробів при транспортуванні їх у сушильну камеру.

Підготовка до сушіння залежить від виду виробів, що виготовляються, і сушильного устаткування і полягає в розкладці сирих виробів на сітчасті транспортери, рамки або в касети, або в розвішуванні довгих сирих виробів на сушильні жердини – бастуни.

Сушіння макаронних виробів. Ціль сушіння – закріпити форму виробів і запобігти розвитку в них мікроорганізмів. Це найбільш тривала і відповідальна стадія технологічного процесу, від правильності проведення якої залежить, насамперед, міцність виробів. Дуже інтенсивне сушіння приводить до появи в сухих виробах тріщин, а дуже повільне сушіння, особливо на першій стадії видалення вологи, може привести до закисання і пліснявіння виробів.

Охолодження висушених виробів. Цей процес необхідний для того, щоб знизити високу температуру виробів, що виходять із сушарки, до температури повітря пакувального відділення.

Найбільше (переважно повільне охолодження) висушених виробів у спеціальних бункерах і камерах, які називаються стабілізатори-накопичувачі. Охоложені вироби піддають відбраковуванню, під час якого видаляють вироби, що не відповідають вимогам.

Упаковка готових виробів. Готові вироби упаковують або в дрібну тару вручну або фасувальними машинами, або насипом у велику тару.

Сировиною для виробництва макаронних виробів служать пшеничне борошно, збагачувачі і вода, мікробіологічні показники яких значною мірою впливають на якість готової продукції.

До якості пшеничного борошна пред'являються високі вимоги: вона повинна бути виготовлена з твердих сортів пшениці, грубого помелу, з високим вмістом клейковини. При зберіганні борошна особливо важливими факторами є масова частка вологи і температура. Підвищена температура (30 ... 35 ° C) і масова частка вологи борошна понад 15% стимулюють процеси дихання і розмноження мікроорганізмів, характерних для зерна і борошна. У процесі дихання виділяється тепло, відбувається самозігрівання борошна, за рахунок чого вона набуває стороннього «солодового» запаху і темніє. У результаті розмноження мікроорганізмів різко погіршуються технологічні властивості борошна, знижується якість клейковини, борошно набуває прогірклого смаку і запаху. Підвищена вологість борошна (більше 16%) сприяє пліснявінню, що робить його непридатним для використання у макаронному виробництві.

Вода, що застосовується для замісу тіста, повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

У виробництві макаронних виробів використовуються збагачувальні добавки - яйця, меланж, яєчний порошок, молочні продукти (сухе молоко,

нежирний сир), а також і смакові добавки - овочеві пасти, пюре і порошки. Щоб уникнути вторинного обсіменіння тіста і сирих напівфабрикатів при внесенні збагачувальних добавок, якість їх повинно суворо відповідати прийнятим нормам. У яєчному порошок і меланжу вміст мікроорганізмів строго регламентовано. У меланжу титр кишкової палички повинен бути не нижче 0,1 г; присутність патогенних бактерій, зокрема, сальмонел, не допускається в 50 г продукту.

5.2. Мікроорганізми, які визивають псування макаронних виробів

Однією із важливих технологічних стадій виготовлення макаронних виробів є заміс тіста.

Заміс тіста для макаронних виробів і їх оброблення проводяться за температури 40 ... 60 ° С, що сприяє розвитку багатьох термофільних мікроорганізмів. У результаті цього в тісті може виникнути бродіння з утворенням спирту, кислот, газів.

При традиційних способах замісу тіста, формування і сушіння макаронних виробів створюються сприятливі умови для розвитку різних груп мікроорганізмів, серед яких найбільшу небезпеку представляють патогенні бактерії, зокрема сальмонели. У табл. 5.1 показана зміна ступеня обсіменіння макаронних виробів в залежності від режимів замісу тіста і його формування:

- традиційний режим (ТР) - температура замісу тіста близько 40 ° С, температура формування +45 ... +50 ° С;
- високотемпературний режим замісу (ВТРЗ) - температура замісу 60 ... 65 ° С, температура формування 65 ... 70 ° С;
- високотемпературний режим формування (ВТРФ) - температура замісу - близько 40 ° С, температура матриці 110 ... 120 ° С.

Як впливає з табл. 5.1, при порівнянні трьох режимів замісу і формування макаронного тіста із пшеничного борошна вищого сорту з яєчними збагачувачами кращі результати за мікробіологічними показниками, одержаними у макаронних виробках, приготовлених по режиму ВТРФ.

Вплив режимів замісу і формування тіста на мікробіологічні показники макаронних виробів

Живильне середовище	Мікробіологічна забрудненість, КУО/г			
	Вихідне тісто	Виробів, приготовлених по режиму		
		ТР	ВТРЗ	ВТРФ
МПА	44000	6000	4000	1400
Сусло	39000	5800	2300	1200

Сирі макаронні вироби являють собою сприятливе середовище для розмноження мікроорганізмів. З метою запобігання розвитку мікробіологічних і біохімічних процесів вироби *консервують способом зневоднення* - сушінням до масового вмісту вологи не більше 13%. Як відомо, мікроорганізми здатні розмножуватися в середовищі, мають вологість 70 ... 85%. У разі висушування субстрату до 20% залишкової вологи харчування мікроорганізмів і відповідно їх розмноження припиняються, але продовжують протікати ферментативні процеси. При масовій частці вологи 8 ... 12% мікроорганізми знаходяться в анабіозі - стані, при якому всі життєві процеси уповільнені або призупинено. У продукті із залишковою вологістю 5% змінюються внутрішні структури клітин і мікроорганізми переважно гинуть.

Готові макаронні вироби повинні мати масову частку вологи не вище 13% і кислотність не більше 3,5 ... 5,0 град.

Макарони повинні зберігатися в холодних, добре вентильованих приміщеннях з відносною вологістю повітря не більше 70%. Пакувальний матеріал повинен мати вологість не вище 15%.

5.3. Шляхи запобігання виникнення мікробіологічного псування макаронних виробів

У разі порушення режимів сушки (наприклад, при повільному сушенні) і умов зберігання макаронні вироби можуть піддаватися мікробному псуванню, види якої розглянуті нижче.

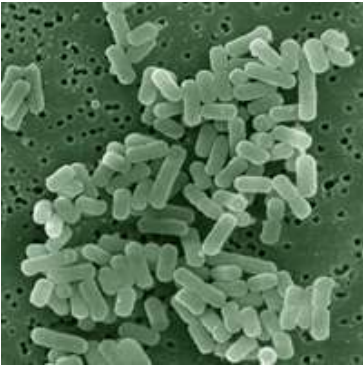


Рис. 5.1. Молочнокислі бактерії виду *L. buchneri*

Спучування макаронних виробів.

Поверхня макаронів покривається горбками, на розломі виявляються порожнечі. Причиною спучування макаронів є гетероферментативні молочнокислі бактерії видів *L. breve*, *L. fermenti*, *L. buchneri* (рис. 5.1), які ферментують вуглеводи з утворенням кислоти і газів (CO_2 і H_2). Вони потрапляють у зерно, борошно і тісто

з ґрунту, рослин. Для попередження спучування макаронних виробів необхідно дотримуватися режимів сушіння.

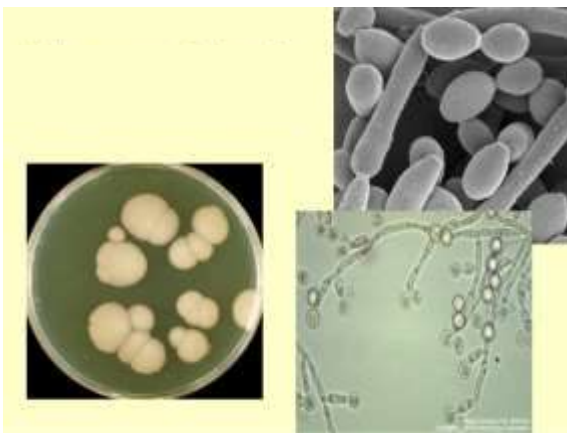


Рис. 5.2. Гриби з роду *Candida*

Фарбування макаронів.

На поверхні макаронів з'являються смуги фіолетового кольору в результаті розвитку недосконалих грибів з роду *Candida* (рис. 5.2), здатних виробляти пігмент фіолетового кольору. Макарони втрачають товарний вигляд і непридатні до вживання.

Прокисання. Зниження якості продукції у процесі виготовлення макаронних виробів може відбутися в результаті використання сировини низької якості і її підвищеного обсіменіння мікроорганізмами. Неможна допускати тривалого перебування вологого тіста при підвищеній температурі, яка допомагає розвитку мікроорганізмів. У цьому випадку в тісті активно розвиваються гетероферментативні молочнокислі бактерії, які утворюють різні кислоти (молочну, оцтову та ін.), що призводить до мікробного

псування тіста перед формуванням і сушінням – прокисанню, і готові вироби будуть мати підвищену кислотність. Збудниками псування є молочнокислі-круглі бактерії.

Пліснявіння. Макаронні вироби належать до довготривалих продуктів (до 1 року), що обумовлено низьким вмістом у них вологи. Але в процесі зберігання вони можуть піддаватися пліснявінню під дією міцеліальних грибів: *Asp. clavatus*, *Asp. candidus*, *Asp. clavatus*, *Pen. puberulum*, *Rhizopus nigricans*, *Mucor racemosus*. Це відбувається при неправильних режимах зберігання, тобто при підвищеній відносній вологості повітря (вище 65%) в погано вентильованих приміщеннях. Макаронні вироби мікроскопічні. Зволоження макаронів до 15 ... 16% призводить до пліснявіння продукції, а також прокисанню. Має значення і вміст вологи в пакувальному матеріалі (картонні коробки, папір і ін.), яке не повинно перевищувати 15%.

Запліснявілі і кислі макаронні вироби непридатні до споживання в їжу.

Контрольні питання

1. Як впливає борошно, що забруднене мікроорганізмами, на якість готових макаронних виробів?
2. Як режими замісу і формування тіста впливають на мікробіологічні показники готових макаронних виробів?
3. Яка причина спучування макаронних виробів, які мікроорганізми їх викликають?
4. Яка причина фарбування поверхні макаронних виробів, які мікроорганізми його викликають?
5. Які мікроорганізми є збудниками прокисання макаронних виробів?
6. Яка причина пліснявіння макаронних виробів, які мікроорганізми його викликають?

Список використаної літератури

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарного виробництва: Підручник. Київ: Логос, 2002. С. 365.
2. Коваленко В.О., Євлаш В.В., Чернова Л.О. Мікробіологія молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2011. С. 136.
3. Мармузова Л.В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности. Москва: ПрофОбрИздат, 2001. С. 136.
4. Скибіцький В.Г., Власенко В. В., Власенко І. Г., Ібатулліна Ф. Ж, Козловська Г. В., Соломон А. М., Мельник М. В. Мікробіологія молока та молочних продуктів: Підручник. Вінниця: «Едельвейс і К», 2008. С. 412.
5. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Substantiation of technology of fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Східно –Європейський журнал передових технологій*. 2019. 1/11 (97). С.6–16.
6. Соломон А.М., Бондар М.М. Fermented desserts of functional purpose using vegetable fillers. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. Вінниця, 2018. №3 (102). С. 168–179. Solomon A., Bondar M., Dyakonova A. Development of technological sour – milk dessert enriched with bifidobacteria. *«EUREKALife Sciences»*. Галін, 2019. №2. Р. 20–26.
7. Бредихин С. А., Космодемьянский Ю. В., Юрин В. Н. Технология и техника переработки молока. Москва, 2001. С. 400.
8. Красникова Л.В., Кострова И.Е. Микробиология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств: *Учеб. пособие*. Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2001. С. 81.
9. Скокаи Л.Е., Жарикова Г.Г. Микробиология основных видов сырья и полуфабрикатов в производстве кондитерских изделий. Москва: ДеЛи принт, 2006. С. 148.
10. Капрельянц Л.В., Пилипенко Л.М., Єгорова А.В. Мікробіологія харчових виробництв. Навчальний посібник. Херсон: ФОПГ ринь Д.С., 2016. С. 468.

11. Бергілевич О.М., Касянчук В. В., Салата В. З. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи: навч. посіб. (для підготовки фахівців у ВНЗ III-IV рівня акредитації за напрямками підготовки «Харчові технології та інженерія» і «Ветеринарна медицина») за ред. д. вет. Н., проф. В.В. Касянчук. Суми: Університетська То Ви
12. Ухарцева И.Ю. Микробиология и санитария: учеб. Пособие для студентов специальности «Товароведение и экспертиза товаров» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования. Минск: ИВЦ Минфина, 2006. С. 332.
13. Про молоко та молочні продукти: Закон України від 24.06.2004 р. № 1870-IV: <https://zakon.rada.gov.ua>
14. Інструкція щодо організації виробничого мікробіологічного контролю на підприємствах молочної промисловості. НААН; Ін-т прод. Ресурсів НААН – Київ: ННЦ «ІАЕ», 2014. С. 372.
15. ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови». Вид. офіц. Київ, 2011. 12 с. (Інформація та документація).
16. ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Вид. офіц. Київ, 2019. 16 с. (Інформація та документація).
17. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Вид. офіц. Київ, 2009. 17 с. (Інформація та документація).
18. ДСТУ 8131:2015. Вершки-сировина. Технічні умови. Вид. офіц. Київ, 2017. 14 с. (Інформація та документація).
19. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Затв. МОЗ України 12.05.2010 № 400.
20. Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів. Затв. МОЗ України 19.07.2012 № 548.
21. Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах». Затв. МОЗ України 13.05.2013 № 368

22. Грегірчак Н.М., Тетеріна С.М., Нечипор Т.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР: навч. посібн. К.: НУХТ, 2018. С. 274.
23. Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посіб. К.: НУХТ, 2009. С. 302.
24. Коваленко В.О., Євлаш В.В, Чернова Л.О. Мікробіологія молока і молочних продуктів: [Текст] навчальний посібник. Х.: ХДУХТ, 2011. С. 136.
25. Якубчак О.М., Хоменко В.І., Мельничук С.Д., Кравців Р.Й., Микитюк П.В., Козак М.В., Олійник Л.В. Ветеринарно санітарна - експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: підручник. Київ, 2005. С. 800 .
26. Лузина Н. И. Микробиология м`яса и м`ясных продуктов: Учебное пособие. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2004. С. 75.
27. Савелькина, Н. А. Биохимия и микробиология м`яса и м`ясных продуктов: учебное пособие. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. С. 44.
28. Мармузова Л.В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности. Москва: ПрофОбрИздат, 2001. С. 136.
29. Красникова Л.В., Кострова И.Е. Микробиология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств: Учеб. пособие. Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2001. С.81.
30. Скокаи Л.Е., Жарикова Г.Г. Микробиология основных видов сырья и полуфабрикатов в производстве кондитерских изделий. Москва: ДеЛи принт, 2006. С. 148.
31. Ухарцева И.Ю. Микробиология и санитария: учеб. Пособие для студентов специальности «Товароведение и экспертиза товаров» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования. Минск: ИВЦ Минфина, 2006. С. 332.

32. Соломон А. М., Бондар М. М. Закваски і їх види у сирі виробництві. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Серія «Харчові технології». Львів, 2016. Т. 18. № 2 (68). С.157–160.

33. Новгородська Н. В. Вплив паратипових факторів на терmostійкість молока. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології» ВНАУ*. – 2019. – В. 3 (106). – С. 138-146.

34. Харитонов В. Д. Проблемы и перспективы молочной промышленности 21 века. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2000. № 11. С. 16–18.

35. Ткаченко, Н. А. Заквашувальні композиції бактерій для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2016. №1. С. 55 – 67.

36. Solovieva A. V., Zhukova Y. A., Strelnikov L. S., Kalyuzhnaya O. S. Development of composition and technology of new functional foods - koumiss, thane, ayran Topical issues of new drugs development: International Scientific And Practical Conference Of Young Scientists And Student, 21 april, 2016. – Kh.: Publishing Office NUPh, 2016.– P. 373 – 374.

37. Kalyuzhna O.S. Development of the laboratory technology of the functional food koumiss. *Pharmaceutical review*. – 2015. – Vol. 34, №2. – P. 17–21.

38. Фурсова Т. П., Зобкова С. Б., Зимин А. Ф. Методика инструментальной оценки консистенции кисломолочных напитков. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2001. № 10. С. 44–47.

39. Власенко В. В., Мартенюк О. М., Соломон А. М. Визначення ефективності дослідного середовища для культивування молочнокислих бактерій. *Материалы II Междунар. научн.-практич. конф. «Европейская наука XXI века – 2007»*. Медицина. Биологические науки. Химия и химические технологии. Сельское хозяйство. Дніпропетровськ, 2007. – Т. 9. С. 38–40.

40. Власенко В. В., Власенко І. Г., Соломон А. М. Мікробіологія молока та молокопродуктів: навчальний посібник. Вінниця, 2006. С. 600.

41. Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М. Мікробіологія та вірусологія: Навч. посіб. За ред. Пінчук Н.В. Вінниця: ВНАУ, 2020. С. 346.
42. Кочубей – Литвиненко О.В., Ющенко Н.М. Технологія отримання та первинного оброблення молока: Підруч. – К.: НУХТ, 2013. С. 211.

Наукове видання

**Соломон А.М.
Казмірук Н.М.
Тузова С.Д**

МІКРОБІОЛОГІЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Підручник

Викладено в авторській редакції

Підписано до друку _____ 2020. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк лазерний.
Ум.друк арк. 13,5 Тираж 100 прим. Зам. №

Віддруковано у редакційно – видавничому відділі
Вінницького національного аграрного університету
м.Вінниця, вул. Сонячна 3, 21008
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 5009 від 10.11.2015