

Н. М. Зубар

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

ПІДРУЧНИК

 **К О Н Д О Р**
Київ, 2020

УДК 641.5
ББК 36 я 73
391

Рецензенти:

В.В. Дорохович, д-р техн. наук, професор кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Національного університету харчових технологій

А.В. Касперський, д-р.пед. наук, професор, завідувач кафедри прикладних природничо-математичних дисциплін

Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова

М.М. Жеплінська, канд. техн. наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України

Зубар Н. М.

391 Теоретичні основи харчових виробництв : підруч. /
Н.М. Зубар. — Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. — 304 с.

ISBN

У підручнику викладені теоретичні основи харчових виробництв, дана характеристика технологічних процесів, функціонально-технологічних властивостей основних нутрієнтів та перетворення їх при виробництві харчової продукції. Розглянуто технологічне забезпечення якості продуктів харчування.

Підручник призначений для студентів вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації за спеціальністю 015 Професійна освіта. Харчові технології та може бути корисним для спеціальності 181 Харчові технології.

ISBN

УДК

© Н.М. Зубар, 2020

© Видавничий дім «Кондор», 2020

ЗМІСТ

Вступ	6
-------------	---

Частина I. Основні закономірності харчових технологій

Розділ 1. Технологічні закономірності харчових технологій

1.1. Нутрієнтний склад харчових продуктів	9
1.2. Класифікація технологічних процесів харчових виробництв	13
1.3. Технологічні принципи виробництва харчових продуктів	16
1.4. Основні напрями вдосконалення харчових технологій	20
1.5. Системний підхід та програмно-цільовий метод у харчових технологіях	21

Розділ 2. Функціонально-технологічні властивості харчових продуктів

2.1. Загальна характеристика функціонально-технологічних властивостей харчових продуктів	24
2.2. Стан вологи у харчових продуктах	25
2.3. Колоїдно-хімічні властивості продуктів	33
2.4. Структурно-механічні властивості	35
2.5. Теплофізичні властивості	38
2.6. Оптичні властивості	40
2.7. Сорбційні властивості	41

Розділ 3. Термічні процеси харчових виробництв

3.1. Класифікація термічної обробка харчових продуктів	44
3.2. Вологі способи теплової обробки	50
3.3. Сухі способи теплової обробки	57
3.4. Комбіновані способи теплової обробки	63
3.5. Охолодження, заморожування та розморожування	66

Розділ 4. Біохімічні та мікробіологічні основи харчових технологій

4.1. Біохімічні основи харчових технологій	74
4.2. Застосування ферментів в харчових технологіях	81
4.3. Мікробіологічні основи харчових виробництв	86
4.4. Біохімічні основи зберігання харчових продуктів	95

Частина 2. Харчові речовини та їх зміни під час технологічної обробки

Розділ 5. Білки в технології харчової продукції

5.1. Загальна характеристика та класифікація білків харчових продуктів ...	101
--	-----

5.2. Функціонально-технологічні властивості білків	104
5.3. Перетворення білків при виробництві харчової продукції	110
5.4. Особливості білків харчових продуктів та їх зміни у технологічному процесі	119

Розділ 6. Ліпіди та їх зміни в технологічному процесі

6.1. Загальна характеристика та класифікація ліпідів харчових продуктів ..	131
6.2. Функціонально-технологічні властивості жирів	135
6.3. Перетворення жирів при виробництві харчової продукції	138
6.4. Особливості ліпідів харчових продуктів та їх зміни у технологічному процесі	147

Розділ 7. Вуглеводи та їх зміни в технологічному процесі

7.1. Загальна характеристика та класифікація вуглеводів харчових продуктів	156
7.2. Функціонально-технологічні властивості вуглеводів	159
7.3. Перетворення вуглеводів при виробництві харчової продукції	162
7.4. Вуглеводи харчових продуктів та їх зміни у технологічному процесі ..	173

Розділ 8. Технологічне забезпечення якості харчових продуктів

8.1. Вітаміни в технологічному процесі харчових виробництв	182
8.2. Мінеральні речовини в технологічному процесі харчових виробництв	191
8.3. Колір, смак та запах харчових продуктів	194

Частина 3. Лабораторний практикум 209 |

<i>Лабораторна робота № 1. Дослідження теплового впливу на колоїдні системи</i>	210
<i>Лабораторна робота № 2. Вплив технологічних факторів на піноутворювальну здатність та стійкість пін</i>	214
<i>Лабораторна робота № 3. Вплив сахарози на температуру агрегації білків яєць та їх колоїдний стан</i>	221
<i>Лабораторна робота № 4. Вплив технологічних факторів на гідратаційні властивості білків борошна</i>	225
<i>Лабораторна робота № 5. Вплив технологічних факторів на клейстеризацію крохмалю</i>	229
<i>Лабораторна робота № 6. Вплив температури на органолептичні властивості продуктів карамелізації цукрів</i>	234
<i>Лабораторна робота № 7. Накопичення редукуючих цукрів у процесі теплової кулінарної обробки овочів</i>	235
<i>Лабораторна робота № 8. Визначення вологоутримуючої здатності м'ясного фаршу в залежності від технологічних факторів</i>	238

Навчально-контролюючі тести.....	242
Ситуаційні задачі	287
Понятійно-термінологічний словник.....	289
Список рекомендованої літератури	301

ВСТУП

Інноваційні зміни на сучасному етапі є одним зі стратегічних пріоритетів в діяльності більшості підприємств. Світові тенденції розвитку харчової галузі з використанням інноваційних процесів у виробництві продукції невпинно прямують до створення нових видів продукції, новітнього устаткування та обладнання, залучення кваліфікованого персоналу з високим рівнем компетентності.

Потужний потік інновацій ХХІ століття, перетворення науково-технічного прогресу на основне джерело економічного зростання стали тими чинниками, котрі докорінно змінили вимоги суспільства до якості підготовки кадрів, в тому числі педагогічних. Це передбачає якісно інший рівень особистісного та професійного розвитку фахівця вищої школи, готового до здійснення ефективної професійної діяльності, здатного витримати конкуренцію на ринку праці, досягти успіху в професійній кар'єрі, тобто оволодіти конкурентоздатністю, що забезпечує його кар'єрне зростання.

Сьогодні майбутній фахівець повинен психологічно готуватися до необхідності швидко опанувати навички й виконувати різні функції, тобто бути універсальним працівником. Ринок праці визначає, що головним стає не кількість знань, що, звичайно, важливо, а здатність вирішувати проблеми, уміти виявляти себе в непередбачених ситуаціях.

Отже, для конкурентоздатності фахівця необхідні інструментальні знання, практичні навички й прагматичне мислення. Тому основне завдання вищої освіти — формування висококваліфікованої, творчої особистості, фахівця, здатного до саморозвитку, самоосвіти, інноваційної діяльності та спроможного адаптуватися до змін сфери діяльності.

У тенденціях розвитку сучасних харчових технологій відслідковуються три основних напрями:

- перехід від циклічних технологій до безперервних (поточних) як найбільш ефективних та економічних;
- впровадження замкнутих (безвідходних) технологічних циклів виробництва як найбільш екологічно нейтральних;

- підвищення наукоємкості технологій найбільш пріоритетних у бізнесі.

Удосконалення технологій і практики їх використання — важлива умова науково-технічного прогресу кожного підприємства. Виробничі технології належать до складних систем, вивчення яких можливе тільки при системному підході.

Не зменшуючи величезної значущості вітчизняної навчальної літератури з харчових технологій, теоретичних основ харчових виробництв, слід зазначити, що в ній повною мірою представлено фундаментальні узагальнені знання, які необхідні майбутнім фахівцям з харчових технологій та науковцям для професійної діяльності в галузі технології продуктів харчування.

На вивчення навчальної дисципліни «Теоретичні основи харчових виробництв», що викладається для студентів спеціальності 015 Професійна освіта. Харчові технології, відводиться 3 кредити ЄКТС. У підручнику враховано міждисциплінарні зв'язки з навальною дисципліною «Харчова хімією», яка викладається паралельно, а також із наступними фаховими дисциплінами «Загальні технології харчових виробництв», «Процеси і апарати харчових технологій», «Основи фізіології та гігієни харчування».

Враховуючи, що на сьогоднішній день не має підручників та навчальних посібників для вивчення дисципліни «Теоретичні основи харчових виробництв» у педагогічних вузах, даний підручник буде корисним, оскільки отримані знання є необхідною умовою для формування навичок в управлінні технологічними процесами виробництва харчових продуктів.

Систематизація інформації, яка наведена в підручнику, дозволяє студентам освоїти теоретичні основи і закономірності створення конкурентноздатної харчової продукції. Матеріал, представлений в підручнику, є синтезом сучасних знань із закономірностей технологічних процесів виробництва харчових продуктів, особливості дії фундаментальних законів стосовно певних технологій.

Інформація, яка міститься в цьому виданні, дозволяє поглибити знання із теоретичних основ харчових технологій, сформуванню власне бачення на моделювання технологічних процесів з виробництва харчової продукції.

Підручник складений на основі лекційних та лабораторних занять з дисципліни «Теоретичні основи харчових виробництв», які упродовж декількох років проводяться в Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова.

Надана в підручнику інформація є мінімально необхідною для наукового та практичного формування педагогів професійного навчання з харчових технологій. У зв'язку з особливостями функціонування окремих галузей харчової галузі, впровадженням нових розробок, які здатні суттєво змінювати технологічний процес, кожний фахівець галузі, володіючи системними знаннями із теоретичних основ харчових виробництв, може деталізувати їх.

У даному підручнику використана модульна система із збереженням класичної послідовності викладення матеріалу. Вважаю своїм обов'язком висловити подяку рецензентам за корисні поради й зауваження по змісту підручника професорам В.В. Дорохович, А.В. Касперському, доценту М.М. Жеплінській.

Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1. НУТРІЄНТНИЙ СКЛАД ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Харчові продукти — це продукти тваринного, рослинного, мінерального або біосинтетичного походження, що вживаються людиною в їжу в натуральному або переробленому вигляді, в тому числі напої та будь-які речовини, що застосовуються при виготовленні, підготовці і переробці харчових продуктів.

Класифікація харчових продуктів

за походженням

- тваринні (м'ясні, молочні, рибні, яйця птахів);
- рослинні (із зернових, фруктових, овочевих, прянощі із прямих рослин);
- грибні;
- мікробіологічні (яблучний оцет, лимонна кислота, квашення);
- мінеральні (кухонна сіль, йодована сіль);
- комбіновані (страви);

за хімічним складом:

- білкові, жирові, вуглеводні продукти;

за функціональним призначенням:

- традиційні (незмінені натуральні рослинні й тваринні);
- функціональні (змінені, що знижують ризик захворювань та підтримують активність органів);
- спеціальні (змінені дієтичні продукти, харчові добавки, продукти для спортсменів);
- продукти для харчування дітей.

У сучасній термінології для характеристики продуктів харчування використовують такі поняття, як органічні продукти, екологічно чисті продукти, генетично модифіковані продукти та інші.

Харчовий продукт — складний хімічний комплекс, що складається із сотень тисяч різних компонентів, здатних виявляти загальну і специфічну біологічну активність.

Серед компонентів харчових продуктів виділяють:

- *нутриєнти* — харчові (аліментарні) речовини, що виконують певні фізіологічні функції (рис. 1.1);
- *біологічно активні сполуки* — речовини, які мають певну специфічну активність і виконують, змінюють або впливають на функції в організмі (біогенні аміни, глікозиди, алкалоїди, поліфеноли, індоли тощо);
- *антиаліментарні речовини* — речовини, які впливають на засвоєння нутриєнтів (інгібітори ферментів, антивітаміни, демінералізуючі речовини);
- *природні токсини* — індивідуальні сполуки, що спричинюють отруєння (соланін, амігдалин, кумарин, мікотоксини);
- *чужорідні сполуки антропогенного походження* — звичайні та радіоактивні речовини, штучні хімічні сполуки та елементи, які чинять негативний вплив на організм людини (пестициди, біфеніли, вуглеводні, нітрозаміни тощо).

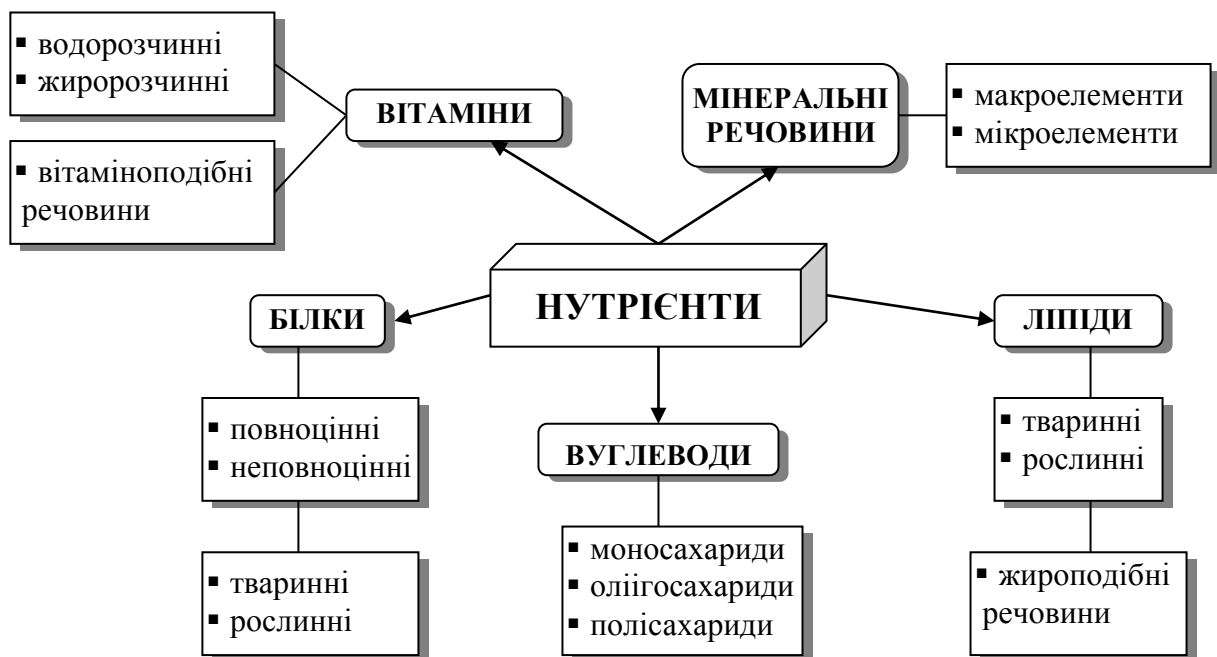


Рис.1.1. Нутриєнти харчових продуктів

Для полегшення вивчення усі ці речовини групують за певними фізіологічним і біохімічними властивостями. Відповідно до класи-

фікації А. А. Покровського, харчові речовини діляться на нутрієнти і нехарчові компоненти.

Нутрієнти — харчові речовини, які організм людини використовує для побудови, оновлення та нормального функціонування органів, тканин і клітин, а також як джерело енергії.

Серед нутрієнтів виділяють замінні і незамінні харчові речовини.

Незамінні (ессенціальні) харчові речовини — речовини, які не утворюються в організмі або утворюються в недостатній кількості: *незамінні амінокислоти та жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини і вода.*

Надходження з їжею незамінних харчових речовин є обов'язковим, а замінних харчових речовин є необхідним, так як за їх нестачі на їх утворення в організмі витрачаються інші харчові речовини, що приводить до порушення метаболізму.

Харчові речовини поділяють на дві групи:

- *макронутрієнти* — білки, жири, вуглеводи та макроелементи (кальцій, калій, магній, натрій, сірка, фосфор);
- *мікронутрієнти* — вітаміни та мікроелементи.

Останнім часом встановлено факт існування невідомих раніше факторів їжі, так званих *мінорних нехарчових біологічно активних компонентів*, які позитивно впливають на організм людини і знижують ризик розвитку багатьох захворювань — *біофлавоноїди, індоли, фітостероли, ізотіоціанати* тощо. Основним джерелом таких речовин є рослинна їжа — культивовані та дикі рослини.

Нехарчові компоненти:

- баластні сполуки (целюлоза, гемицеллюлоза, пектин);
- захисні компоненти (біологічно активні речовини);
- смакові і ароматичні речовини;
- компоненти їжі, що несприятливо впливають на організм людини (природні токсини, чужорідні сполуки антропогенного походження).

Мультикомпонентний склад харчових продуктів визначає їх загальнобіологічні властивості. Однак, саме з нутрієнтами пов'язують основні якісні характеристики харчових продуктів, серед яких фізіологічній ролі нутрієнтів приділяється найбільша увага.

З усього різноманіття тваринної, рослинної, мінеральної сировини та продуктів їх переробки називаються харчовими продуктами

тільки ті, які мають у своєму складі нутрієнти хоча б з однієї групи — білки, жири, вуглеводи, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини та відповідні органолептичні властивості (зовнішній вигляд, колір, консистенцію, запах і смак).

Наявність і співвідношення в композиційному складі окремих нутрієнтів визначає *харчову цінність* продукту. При цьому не існує «ідеального» продукту, здатного ізольовано задовольнити всі потреби людини в нутрієнтах та енергії.

До показників, що характеризують *харчову цінність* продуктів, окрім нутрієнтного складу, відноситься також:

- *енергетична цінність* — кількість енергії, що утворюється в організмі при дисиміляції продукту;
- *біологічна цінність* — це показник визначення ступеня засвоєння в організмі людини певного нутрієнту з харчового продукту (найчастіше оцінюють якість білка, що залежить від збалансованості амінокислот і відображає ступінь затримки білкового азоту в організмі);
- *перетравлюваність* — відповідність хімічного складу продукту ферментним системам організму;
- *засвоюваність* — відносна ступінь використання організмом окремих нутрієнтів, що надходять з харчовими продуктами;
- *приїдаємість* — швидкість вироблення негативного динамічного стереотипу вибору і вживання того чи іншого харчового продукту.

Продукти з високими показниками харчової цінності: молочні продукти, м'ясо та м'ясопродукти, хліб і хлібобулочні вироби, крупи, овочі, зелень, фрукти, ягоди, яйця, вершкове масло і рослинні олії.

Рослинні продукти є єдиними природними джерелами в харчуванні крохмалю, некрахмальних полісахаридів (харчових волокон), вітамінів С і Е, β -каротину, біофлавоноїдів, а також основними джерелами поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), калію, магнію, марганцю, нікелю.

Таким чином, використання в харчуванні окремих продуктів ґрунтується саме на характеристиці їх харчової цінності. Наприклад, риба і морепродукти, маючи високі показники харчової цінності практично за всіма показниками, рекомендуються до вживання

лише два-три рази на тиждень, що пов'язано з їх високою приїдаємістю (спостерігається у 70% європейського населення).

1.2. КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Технологічний процес харчових виробництв — це сукупність операцій з перероблення сировини і матеріалів у напівфабрикати та виготовлення готової продукції.

Технологічний процес схематично зображається у вигляді технологічної схем. У технологічній схемі спосіб виробництва харчових продуктів відображається шляхом послідовного опису операцій, що протікають в ході технологічного процесу у відповідних апаратах, машинах або іншому устаткуванні.

При виконанні окремих технологічних операцій відбуваються різноманітні фізичні, хімічні, біологічні процеси; кожна технологічна операція базується на певних фундаментальних законах, які визначають закономірності окремих технологічних операцій.

Класифікація технологічних процесів сприяє їх типізації та полегшує вибір ефективного способу обробки сировини та виробництва готової продукції. За основними закономірностями перебігу та рушійною силою технологічні процеси класифікують в такі групи:

- механічні процеси;
- гідромеханічні;
- теплові;
- масообміні (дифузні);
- хімічні та біохімічні;
- мікробіологічні;
- електрофізичні.

Необхідна умова протікання технологічного процесу — наявність рушійної сили. *Рушійна сила* технологічного процесу — це різниця потенціалів у двох точках системи, що розглядається.

Механічні процеси пов'язані з механічною обробкою продуктів. Рушійною силою механічних процесів є різниця зусиль у різних точках оброблюваного продукту. До механічних процесів відносяться процеси подрібнювання, пресування, сортування, перемішу-

вання сипких продуктів та сировини. У харчових технологіях під час подрібнення збільшується поверхня матеріалу, що обробляється, створюються передумови для інтенсифікації теплових, масообмінних і біохімічних процесів. Процес подрібнення твердих продуктів умовно поділяють на дроблення і помел. За фізичною сутністю принципової різниці між ними не має.

На підприємствах ресторанного господарства основні механічні процеси: очищення, нарізання, подрібнення, збивання, протирання, фарширування, порціювання тощо. Для механізації цих механічних процесів розробляються відповідні апарати та механізми (очищувальне, подрібнювальне, збивальне, формувальне тощо).

Гідромеханічні процеси — процеси, які відбуваються в рідинних (або газових) системах під зовнішнім впливом. Рушійною силою гідромеханічних процесів є перепад тиску, характерний для рідких, газоподібних середовищ: осідання в гравітаційному полі, фільтрування.

Гідромеханічні процеси поділяються на процеси:

- утворення неоднорідних рідинних систем та газових систем (перемішування, диспергування, піноутворення, емульгування, гомогенізація)
- розділення неоднорідних систем (осадження, фільтрування, центрифугування, мембранні методи, електроосаджування).

Теплові процеси — процеси, які пов'язані з перенесенням теплоти з одного середовища до іншого. Рушійною силою цих процесів є різниця температур. Теплові процеси, в свою чергу, поділяються на процеси:

- без зміни агрегатного стану (нагрівання, охолодження);
- зі зміною агрегатного стану (кипіння, конденсація, випарювання, заморожування, плавлення);
- специфічні (стерилізація, пастеризація, варіння, смаження).

Дифузійні (масообмінні) процеси — процеси, які характеризуються перенесенням (переходом) речовин з однієї фази в іншу. Рушійною силою масообмінних процесів є різниця концентрацій. Виділяють такі масообмінні процеси: адсорбція, абсорбція, перегонка, екстрагування, кристалізація, сушіння, штучне охолодження.

Хімічні процеси — процеси, які пов'язані із хімічними перетвореннями (окисно-відновні реакції, гідроліз, гідратація, дегідра-

ція, піроліз, розпад, синтез та інші). Хімічні процеси широко використовуються в харчових технологіях:

- отримання патоки, кристалічної глюкози шляхом кислотного гідролізу крохмалю, інвертного цукру шляхом кислотного гідролізу сахарози;
- отримання жирів способом гідрогенізації і переестерифікації та інші.

Хімічні процеси мають значення у виробництві хліба, борошняних кондитерських виробів, цукру, шоколаду, олії, пресованих дріжджів, а також при зберіганні продуктів.

Біохімічні процеси — процеси, які протікають за участю ферментів і лежить в основі технологій виробництва хліба та хлібобулочних виробів, вина, пива, чаю, амінокислот, органічних кислот, вітамінів і антибіотиків. Ці процеси відіграють важливу роль при зберіганні харчової сировини і готової продукції (зерна, плодів, овочів, жиру, жировмісних продуктів тощо).

Хімічні та біохімічні процеси — це процеси, пов'язані зі зміною хімічного складу і властивостей речовин. Знаючи характер протікання хімічних і біохімічних процесів в харчовій сировині, можна встановити особливості процесу, розробити найбільш правильний режим технологічного процесу.

Мікробіологічні процеси — це процеси, які пов'язані з перетворенням речовин під дією мікроорганізмів та інших біологічних факторів. У харчовій промисловості мікроорганізми (дріжджі) використовуються при отриманні алкогольних напоїв — вино, пиво, коньяк, спирт та інші продуктів, у хлібопекарській промисловості використовують дріжджі і бактерії, у молочній промисловості — молочнокислі бактерії тощо.

Мікробіологічні процеси підпорядковуються біологічним законам життєдіяльності мікроорганізмів.

Електрофізичні процеси відбуваються під впливом електричного струму (обробка інфрачервоним випромінюванням, змінним електричним струмом, в електростатичному полі, електроконтактні, високочастотні і надвисокочастотні обробки). Рушійною силою цих процесів є різниця електричних потенціалів.

Інфрачервона (ІЧ) обробка використовується для нагрівання (поверхневого) продукту і широко використовується для сушіння

продуктів (овочів, фруктів), запікання. ІЧ-випромінення здатне проникати в харчові продукти на глибину 6-12 мм. Метод ІЧ-обробки дозволяє зберегти вітаміни, біологічно-активні речовини і природні органолептичні властивості овочів та фруктів, значно знизити вміст мікрофлори, що підвищує терміни зберігання готової продукції.

Надвисокочастотна (НВЧ) обробка використовується при розморожуванні сировини, для нагрівання, розм'якшення, стерилізації.

НВЧ — нагрів продукту здійснюється у полі електромагнітного випромінювання. Взаємодіючи з речовиною на атомному та молекулярному рівні, ці поля впливають на рух електронів, що призводить до перетворення НВЧ-енергії в тепло. Електромагнітне поле НВЧ-нагріву здатне проникати на значну глибину (об'ємне нагрівання), яка залежить від властивостей продукту. У порівнянні із ІЧ-нагріванням застосування мікрохвиль призводить до більшої економії енергії, відзначається значно менше втрат вітамінів.

Перелічені процеси при виробництві різної продукції мають свої особливості, супроводжується значними змінами властивостей та складу продукту, знешкодженням шкідливих речовин та мікроорганізмів. Деякі технологічні операції властиві тільки при виробленні окремих продуктів (гідроліз, піроліз, полімеризація, гідрогенізація), коптіння, сульфитація, але з дуже складним механізмом перетворень в оброблюваному продукті.

Технологія харчових виробництв має свої особливості, оскільки щодо забезпечення якісних показників харчової сировини. Тому використання високих температур, тиску, швидкості значно обмежується, що в свою чергу вимушує знизити продуктивність або потужність технологічних процесів.

1.3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Основна мета виробництва харчових продуктів — отримання якісної продукції.

Якість продукції — це сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до свого призначення.

На якість харчових продуктів впливає:

- якість сировини (умови вирощування та одержання, транспортування і зберігання сировини тощо);
- технологія виробництва;
- тара і пакувальні матеріали;
- умов зберігання, транспортування, реалізації продукції.

При порушенні технології виробництва харчових продуктів неможливо отримати продукцію високої якості. Правильна упаковка захищає продукти від технічного пошкодження, забруднення, шкідливої дії зовнішнього середовища. Матеріал тари не повинен впливати на колір, смак, запах продуктів, вступати у хімічну реакцію з ними. Правильне транспортування і зберігання продуктів запобігає їхньому псуванню і забрудненню під час перевезення.

Основні технологічні принципи виробництва харчових продуктів:

- найкращого використання сировини;
- скорочення часу процесу;
- раціонального використання енергії;
- найкращого використання устаткування;
- оптимального варіанту;
- мінімального нанесення шкоди навколишньому середовищу.

Принцип найкращого використання сировини передбачає найкраще використання харчових складових сировини, комплексність переробки й рівень використання корисних її компонентів.

Однак, багато продуктів мають специфічні склад і структуру, які по різному перетравлюються і засвоюються. Так, теплова обробка продуктів поряд з підвищенням засвоюваності одних компонентів, приводить до руйнування інших компонентів.

Матеріальний баланс сировини, одержуваних з нього напівфабрикатів і готової продукції в цілому та по окремих компонентах дозволяє оцінити відповідність виду і якість сировини способом його переробки і ефективність тієї або іншої технології виробництва продукції.

Важливе значення в дотриманні принципу мають питання оптимізації технологічних процесів та вмілого комбінування сировини з метою одержання продукції з високими харчовими й смаковими достоїнствами.

Принцип найкращого використання сировини варто дотримувати на всіх стадіях виробництва та реалізації харчової продукції. Його дотримання передбачає також високий ступінь утилізації відходів за призначенням.

Вимоги до сировини в різних виробництвах можуть бути не однаковими. Наприклад, для виробництва крупи потрібний ячмінь з високим вмістом білка, а для одержання пива — з високим вмістом крохмалю. Невідповідність якості сировини технологічним вимогам призводить до додаткових витрат на виробництво готового продукту.

Принцип скорочення часу процесу передбачає інтенсифікацію технологічних процесів і одночасно підвищення якості готової продукції.

Збільшення тривалості теплової обробки продуктів може привести до зайвої втрати вологи, соковитості та смаку готової продукції та харчової цінності внаслідок руйнування харчових компонентів.

Інтенсифікація процесу — збільшення його швидкості досягається за рахунок збільшення різниці потенціалів, поверхні зіткнення фаз.

Рушійною силою технологічних процесів є різниця характерних для даного процесу потенціалів: для масообміну в межах однієї фази — різниця концентрацій, для теплообміну — різниця температур, для гідродинамічних процесів — тисків. Для збільшення швидкості процесу його необхідно проводити за максимальної рушійної сили, тобто за максимальної різниці потенціалів. Значно збільшується рушійна сила процесу за одночасної зміни температури й тиску.

Збільшення поверхні взаємодіючих фаз (подрібнення та нарізання продуктів таким чином, щоб площа зіткнення з поверхнею, що гріє, була найбільшою), оптимальна температура теплоносія також інтенсифікує теплообмін.

Прискорити технологічний процес можна за рахунок:

- попереднього розпушення структури продуктів за допомогою замочування сухих продуктів (гриби, бобових, деяких круп, сухофруктів і ін.),
- механічного впливу (відбивання, розпушування м'яса, подрібнення на м'ясорубці),

- хімічного й біохімічного впливу (маринування, ферментування м'яса);
- використання електрофізичних способів теплової обробки продуктів (ГЧ-нагрів, НВЧ-нагрів, індуктивний нагрів).

Принцип найкращого використання устаткування передбачає одержання максимального виходу продукції з одиниці технологічної машини чи апарату. Для цього необхідний правильний вибір продуктивності устаткування у технологічних лініях, узгодження одиничних операцій і технологічних потоків.

Основні вимоги до вибору технологічного устаткування:

- *технологічні* — отримання продукції високої якості з мінімальною кількістю відходів, максимальною продуктивністю, мінімальною витратою електричної енергії;
- *конструктивні* — стандартність і заміність деталей, найменша трудомісткість при зборці, стійкість режиму, довговічність і ремонтпридатність та найменша металомісткість машини;
- *ергономічні та техніки безпеки* — зручність управління та обслуговування, легка керованість і безпека під час обслуговування.

Принцип найкращого використання енергії передбачає оптимізацію технологічних процесів, направлене на скорочення енергоємності продукції (електроємності, теплоємності).

Електроенергія у харчових технологіях найчастіше використовується при експлуатації устаткування, тепла енергія — у вигляді пари або гарячої води.

Шляхи економії енергії:

- використання сучасного устаткування з невисокою енергоємністю;
- застосування менш енергоємних технологічних операцій, способів обробки продуктів та дотримання температурних режимів обробки продуктів.

Принцип оптимального варіанту передбачає оптимізацію виробництва продуктів харчування, які б забезпечили за мінімальних витрат досягнення заданої технологічної мети, за ланцюгом:

сировина → переробка сировини → харчові продукти.

Цей принцип обов'язково передбачає вирішення питань комплексної механізації і автоматизації, використання новітніх досягнень науки та техніки, а також найкращих технологічних режимів і прогресивного устаткування.

Принцип мінімального нанесення шкоди навколишньому середовищу передбачає комплексний підхід до охорони навколишнього середовища. Він включає розробку нових безвідходних технологій, більш ефективних способів і засобів очищення газів, води, а також удосконалення керування процесами очищення з метою підвищення якості й надійності роботи очисних пристроїв.

При цілісній оцінці технологічного процесу варто враховувати також витрати води, трудові та інші витрати на виробництво тієї або іншої продукції.

Висока якість кулінарної продукції поряд з дотриманням технологічних принципів дозволяє говорити про правильну організацію технологічного процесу на тім або іншій виробництві.

1.4. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розвиток харчових технологій здійснюється за трьома основними напрямками *розроблення та удосконалення*:

- харчової продукції;
- технологій виробництва харчової продукції;
- устаткування харчової галузі.

Визначені напрями перспективного розвитку харчової галузі повинні бути враховані при розробленні методичної системи підготовки майбутніх педагогів та фахівців харчової галузі.

З проведеного аналізу сучасного стану розвитку харчової галузі, проведеного Лазаревою Т. А.¹, виділено такі *перспективні напрями розроблення*:

харчової продукції

- пошук нових джерел сировини, застосування нетрадиційної сировини та продуктів переробки лікарських рослин, овочів, фруктів, ягід, насіння та ін.;
- розроблення та впровадження харчових продуктів підвищеної харчової та біологічної цінності, збалансованого складу;

¹ Лазарева Т. А. Теоретичні і методичні засади підготовки майбутніх інженерів-технологів харчової галузі до творчої професійної діяльності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук : спеціал. 13.00.04 — теорія і методика професійної освіти, Харків, 2014.

- використання функціональних інгредієнтів, біологічно активних добавок та формування продукції направленої дії;
- розроблення харчової продукції із сучасними харчовими добавками.

харчових технологій

- впровадження технологій з оптимальними умовами та режимами виробництва;
- скорочення технологічних циклів виробництва продукції;
- спрощення технологічних етапів у виробництві продукції;
- інтенсифікація технологічних процесів за рахунок використання сучасних ферментних препаратів, температурних режимів, імпульсних коливань теплоагентів та холодоагентів, електромагнітного та ультразвукового впливу та ін.;
- впровадження технологій з використанням нетрадиційних джерел енергії (біогазу, енергії сонця, вітру та ін.);
- впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій;
- впровадження безвідходних технологій.

устаткування

- впровадження ресурсо- та енергозберігаючого обладнання;
- покращення критеріїв та параметрів роботи обладнання;
- оптимізація енергетичних показників обладнання;
- спрощення конструкції обладнання;
- впровадження системи механізації та автоматизації технологічних процесів виробництва харчової продукції;
- підвищення рівня безпеки роботи обладнання.

1.5. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ТА ПРОГРАМНО-ЦІЛЬОВИЙ МЕТОД У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Для вдосконалювання існуючих, а також створення нових технологій та нових видів продукції чи устаткування використовують різні методичні підходи і методи.

Системний підхід — це сучасна загальнонаукова методологія дослідження складних об'єктів (харчових продуктів, технологічних ліній, процесів, операцій тощо), що дозволяє розглядати сполучення окремих елементів як єдину систему.

Структура системного підходу при дослідженні харчових технологій:

- визначення елементів системи (наприклад, рецептурний склад);
- визначення зв'язків елементів у системі (функціональну роль рецептурних компонентів);
- дослідження функціонування елементів у системі (наприклад, під дією різних способів та параметрів технологічної обробки);
- дослідження функціонування системи в цілому;
- аналіз отриманих результатів;
- створення теорії функціонування системи;
- розроблення програми управління системою (технологією).

Програмно-цільовий метод. В основі програмно-цільового методу планування наукових досліджень лежить визначення та постановка цілей і лише потім вибір шляхів їх досягнення. Методика програмно-цільового планування побудована за логічною схемою «цілі — шляхи — способи — засоби».

Відповідно до загальної мети на основі попереднього ретроспективного аналізу встановлюється мета наукових досліджень і розробок з конкретизацією їх по фундаментальних, теоретичних і практичних напрямках. По кожному з напрямків встановлюють завдання і будують дерева питань і результатів. На підставі зібраних матеріалів розробляють програму комплексного забезпечення рішення проблеми.

При вдосконалюванні або розробці нової продукції і харчових технологій можливі два вихідних положення:

- заздалегідь відомі вимоги до рецептури, технології або продукції — вирішення завдання може бути засновано на цілеспрямованому використанні технологічних властивостей продуктів або може передбачати необхідність додаткових дослідницьких робіт;
- відомі нові технологічні властивості продуктів, необхідно визначити сфери їхнього використання у харчових технологіях, у тому числі в напрямку вдосконалювання й розробки нових технологій і рецептур.

Впровадженню в практику нових продуктів завжди передують вивчення їхніх технологічних властивостей, що дозволяє обґрунтувати найбільш прийнятні способи їхньої обробки, види вироб-

леної продукції, можливість сполучення з іншими компонентами продукції.

Етапи створення інноваційних харчових технологій та нових видів продукції:

- розроблення інноваційної ідеї;
- добір сировинних матеріалів;
- складання рецептури;
- розроблення виробничої технології;
- технічне консультування по устаткуванню;
- навчання персоналу;
- допомога у виборі та організації виробництва пакувальних засобів;
- організація каналів реалізації.

На цьому шляху фахівці вважають за можливе вирішити й задовольнити всі запити замовника.

При розробці нових видів ресторанної продукції часто використовують вираз «конструювання» — створення збалансованої кулінарної продукції.

Питання для самоконтролю

1. Харчові продукти та їх склад.
2. Нутрієнтний склад харчових продуктів, есенціальні нутрієнти.
3. Загальна характеристика аліментарних речовин харчових продуктів.
4. Загальна характеристика неаліментарних речовин харчових продуктів.
5. Характеристика технологічних процесів, їх класифікація.
6. Функціонально-технологічні властивості харчових продуктів.
7. Сутність основних технологічних принципів виробництва харчових продуктів.
8. Перспективні напрями розроблення та удосконалення харчових технологій.

Розділ 2. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

2.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Під *функціонально-технологічними властивостями* розуміють їх фізико-хімічні характеристики, що визначають їх поведінку в процесі переробки в харчові продукти і забезпечують певну структуру, технологічні і споживчі властивості.

Функціонально-технологічні властивості можна розділити на:

- механічні (міцність, твердість, пружність, еластичність, пластичність, в'язкість, адгезію тощо),
- фізичні (теплоємність, оптичність, сорбція),
- хімічні (зміна складу, утворення нових речовин);
- структурні (взаємне розташування і взаємозв'язок складових частин або компонентів продукту).

Технологічні властивості визначають придатність продуктів до тих чи інших способів обробки і обумовлюють зміну їхньої маси, об'єму, форми, консистенції та інших показників. Технологічні властивості продуктів, що пройшли обробку, відрізняються від властивостей вихідних продуктів.

Сьогодні особливого значення набуває технологічність сировини, напівфабрикатів і готової продукції, їхня придатність або пристосованість до сучасних механізованих методів обробки при мінімальних затратах праці.

Високою технологічністю володіє, наприклад, картопля правильної форми і неглибоким заляганням вічок, що забезпечує мінімальні відходи при механічному очищенні. Високу придатність до механізованих методів переробки мають фаршеві маси з м'яса, риби та інших продуктів; зручно порціонувати рідкі однорідні продукти тощо.

Різні технологічні властивості, притаманні тим чи іншим продуктам, під час технологічної обробки проявляються у взаємозв'язку між собою і якість готової продукції визначається їхнім сукупним ефектом. Однак з методичних позицій вважають за доцільне розглядати роздільно особливості структури харчових продуктів, їх фізико-хімічні властивості і зміни харчових речовин.

На основі знання технологічних властивостей продуктів і цілеспрямованого їхнього використання можливе підвищення якості та удосконалення харчових технологій. При цьому важливо розширяти асортимент використання продуктів, а також їх цільове призначення.

Детальне вивчення закономірностей та кінетики структурних змін в харчових системах в процесі їх технологічної переробки є основою для вдосконалення інтенсифікації самих технологічних процесів, а також їх механізації та автоматизації.

2.2. СТАН ВОЛОГИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Вода є основним компонентом більшості харчових продуктів. Її вміст і стан у продуктах у значній мірі визначає спосіб механічної і теплової обробки та якість готової продукції — *калорійність, консистенцію і структуру харчових продуктів, впливає на їх зовнішній вигляд, смак та стійкість продуктів при зберіганні:*

- *кількість води в продукті визначає його енергетичну цінність* — чим більше води, тим менше сухих речовин (білків, жирів, вуглеводів, органічних кислот) в одиниці маси;
- *вміст води в продукті визначає умови та строки його зберігання* — надлишок води сприяє перебігу ферментативних і хімічних реакцій, активізує діяльність мікроорганізмів, в тому числі таких, які призводять до псування продукту, зокрема його пліснявіння;
- *вміст води у готовій продукції впливає на вихід* — із збільшенням кількості води вихід виробів збільшується.

Загальна вологість продукту вказує на кількість води в ньому, але не характеризує її причетність до хімічних, біохімічних і мікробіологічних змін в продукті. У забезпеченні його стійкості під час зберігання важливу роль відіграє співвідношення вільної і зв'язаної води.

Зв'язана волога — це асоційована вода, міцно зв'язана з різними компонентами — білками, ліпідами і вуглеводами за рахунок хімічних і фізичних зв'язків. Зв'язана вода міцно утримується сухими речовинами і погано видалається навіть випаровуванням ($t > 300^{\circ}\text{C}$) і не замерзає за температури — 40°C .

До зв'язаної води відноситься також *кристалізаційна* вода (кристали лимонної кислоти і глюкози), яку можна видалити з продукту в результаті термічного розкладання за підвищених температур. Зв'язана вода має інший показник заломлення, має нижчу температуру замерзання, густину, не засвоюється мікроорганізмами і позитивно впливає на збереження продукту.

Вільна волога — це волога, яка не зв'язана полімером і доступна для перебігу біохімічних, хімічних і мікробіологічних реакцій. Вільна вода слабо зв'язана з сухими речовинами, легко видалається з продукту під час висушування ($t \sim 100^{\circ}\text{C}$), віджимання, пресування і замерзає за 0°C .

Різновидом вільної води є *гігроскопічна*, поглинена продуктами з повітря. Продукти, що мають здатність поглинати або віддавати вологу, називаються *гігроскопічними* (цукор, цукристі кондитерські вироби, крупа, борошно, крохмаль, сушені плоди й овочі).

Плоди і овочі мають вологість 75...95%. В основному, це вільна вода, проте приблизно 5% вологи утримується клітинними колоїдами в міцно зв'язаному стані. Тому овочі і плоди легко висушити до 10...12%, але висушування до нижчої вологості вимагає застосування спеціальних методів.

Зв'язана вода може переходити у воду вільну і навпаки. Наприклад, під час розморожування м'яса, риби, свіжих плодів і овочів частина зв'язаної води переходить у вільну, що призводить до псування продуктів під дією мікроорганізмів. Під час замішування тіста, варіння макаронних виробів вільна вода поглинається білковими колоїдними системами і перетворюється на зв'язану воду.

Поділ на зв'язану і вільну воду є умовним, так як майже вся вода, що міститься в харчовому продукті знаходиться у зв'язаній формі, але утримується тканинами з різною силою.

Так, за класифікацією П.А. Ребіндера (для колоїдних капілярно-пористих тіл), в основу якої покладена природа та енергія хімічного

зв'язку, форми зв'язку вологи з сухими речовинами поділяються на три групи: хімічна, фізико-хімічна і фізико-механічна.

1. *Хімічна форма зв'язку* — молекули води входять до складу речовин в точному кількісному співвідношенні. Для видалення її потрібно інтенсивну обробку теплом, що призводить до руйнування структури матеріалу (зв'язана вода).

2. *Фізико-хімічна форма зв'язку* — адсорбційна та осмотична. Адсорбційно-зв'язана вода утримується силами Ван-дер-Ваальса поверхневих молекул колоїдних речовин (білків і вуглеводів) на межі поділу тверде тіло — вода. Наприклад, в зернових культурах за їх вологості менше 14% вода знаходиться в зв'язаному стані. З підвищенням вологості 14,5–15,5% з'являється вільна вода. Подальше поглинання води зумовлюється силами осмосу і дифузії. Така вода називається осмотичною або структурною. Вона не так міцно зв'язана, характеризує стадію набрякання (вільна вода).

3. *Фізико-механічна форма зв'язку* характерна для води, що заповнює капіляри, великі пори і порожнини в тілах. Капілярами вода утримується з більшою силою (зв'язана вода). Волога, що утримується силами зчеплення, зв'язана з матеріалом найслабкіше і може бути видалена механічним шляхом (вільна вода).

Стан води в харчових продуктах, її причетність до хімічних та біологічних змін характеризується таким показником як *активність води*.

Активність води a_w — це відношення тиску пари води над продуктом (P_w) до тиску пари води над чистою водою (P_0) за тієї ж температури:

$$a_w = \frac{P_w}{P_0} = \frac{ВВП}{100'} \quad (1.1)$$

де — ВВП відносна вологість продукту в стані рівноваги, коли продукт не сприймає вологу і не віддає її в атмосферу.

Показник активності води (таблиця 1.1) краще характеризує вплив вологи на псування продукту, ніж просто значення вмісту вологи. За величиною a_w розрізняють:

- продукти з високою вологістю $a_w = 1,0...0,9$;
- продукти з проміжною активністю $a_w = 0,9...0,6$;
- продукти з низькою активністю $a_w \leq 0,6$.

Таблиця 1.1

Активність води (a_w) в харчових продуктах

Продукт	Вологість, %	a_w	Продукт	Вологість, %	a_w
Фрукти	90–95	0,97	Борошно	16–19	0,80
Яйця	70–80	0,97	Мед	10–15	0,75
М'ясо	60–70	0,97	Карамель	7–8	0,65
Сир	40	0,92–0,96	Печиво	6–9	0,60
Джем	30–35	0,82–0,94	Шоколад	5–7	0,40
Хліб	40–50	0,95	Цукор	0–0,15	0,10
Кекс	20–28	0,83			

Вода в продуктах харчування, її вміст та активність є найважливішими чинниками, що впливають на стійкість продуктів під час зберігання:

- в продуктах з *низькою вологістю* можуть відбуватися процеси окиснення жирів, неферментативне потемніння, втрата водорозчинних речовин, ферментативне псування;
- в продуктах з *проміжною вологістю* — ті ж процеси, а також процеси за участі мікроорганізмів;
- в продуктах з *високою вологістю* — вирішальна роль належить процесам за участі мікроорганізмів.

Більшість бактерій розмножується за $a_w = 0,85...0,95$; плісняві — за $a_w = 0,6...0,8$; дріжджів — $a_w = 0,8...0,9$.

Активність води має велике значення для текстури продуктів. Наприклад, в сухих продуктах (сухе молоко, крекери і т.п.) максимальне значення a_w повинно бути $0,35...0,5$. Для продуктів з м'якою текстурою, що не повинні хрумтіти значення a_w мають бути більшими.

Стан води в м'ясі

М'ясо відносять до продуктів з високим вмістом білкових речовин. М'язова тканина містить до 75 % води. Для характеристики стану та міцності взаємодії тканин м'яса та води використовують так звану *водоутримуючу (водозв'язувальна)* здатність, яка показує частку зв'язаної вологи в загальній кількості води. Кількість зв'язаної води та її розподілення за формами і міцністю зв'язку впливає на властивості м'яса, у тому числі на його консистенцію.

Основними компонентами м'яса є м'язова і сполучна тканини, їх водозв'язувальна здатність має найбільше практичне значення. У м'язовій тканині близько 90 % є у м'язових волокнах (міофібрилах), інша — в міжклітинному просторі. Отже, водозв'язувальна здатність м'язової тканини залежить насамперед від стану міофібрилярних білків (міозину, актину і актоміозину). У сполучній тканині води міститься менше (50–65 %), більша частина її зв'язана з сполучними білками (колагеном і еластином). Практичне значення має взаємодія води з колагеном.

Розрізняють три основні форми зв'язку води з м'ясом: *адсорбовану, осмотичну і капілярну*. Для кожної форми зв'язку води із структурними елементами характерна своя міцність і свій специфічний вплив на стан м'яса і м'ясопродуктів у процесах переробки і зберігання.

Тенденція білків до зв'язування води пояснюється здатністю полярних груп білкової молекули до взаємодії з її диполями. Розрізняють такі види *адсорбції*:

До таких груп належать:

- іонна адсорбція — взаємодія води із іонізованими (зарядженими) групами бокових ланцюгів: $-\text{NH}_3$ і $\text{COO}-$.
- молекулярна адсорбція — взаємодію води з неіонізованими (незарядженими) групами бокових ланцюгів: $-\text{OH}$, $-\text{SH}$, $-\text{NH}$ -відповідних амінокислот і пептидних груп головних ланцюгів: $-\text{CO}-\text{NH}-$.

Вода, що зв'язується всіма переліченими групуваннями, фіксується адсорбцією, тому її називають *адсорбованою*, а самі групування — гідрофільними центрами.

Число іонізованих груп білка залежно від умов, в яких він перебуває, може змінюватися майже до нуля (в ізоелектричній точці білка), що змінює значення іонної адсорбції. Число неіонізованих полярних груп, як правило, залишається незмінним. Практично незмінним є і значення молекулярної адсорбції. Завдяки цьому зберігається здатність білка зв'язувати певну кількість води і в ізоелектричній точці. Іонна адсорбція характеризується міцнішим іонним зв'язком диполів води із зарядженими групами білка, ніж молекулярна.

М'ясо є складним структурним утворенням, тому його водозв'язувальна здатність залежить також від особливостей структури. З цих позицій виділяють осмотично і капілярно зв'язану воду:

- **осмотично зв'язана вода** — вода, яка вільно дифундує в середині тканин у вигляді рідини через стінки клітин завдяки різниці концентрацій у середині і зовні клітин (низькомолекулярні розчинні речовини, які містить структура тканин створюють у тканинах підвищений осмотичний тиск, сприяють припливу води в тканини);
- **капілярно зв'язана вода** — вода, що утримується системою капілярів (пор), які є в м'ясі невеликого радіуса (10^{-7} м). Капілярна волога переміщується в тканинах як у вигляді рідини так і у вигляді пари. Розрізняють два стани капілярної вологи: стиковий стан, коли вона перебуває у вигляді манжеток (защемлена вода), і канатний стан, коли краплі рідини з'єднуються між собою (защеплені повітрям), утворюючи безперервну рідку плівку, що обволікає дисперсні частини тіла.

Водозв'язувальна здатність м'яса визначає його технологічні властивості й поведінку за різних умов. Вона впливає на водозв'язувальну здатність м'ясопродуктів, вироблених з нього, на їхні органолептичні показники та вихід. Залежно від умов і особливостей технологічного процесу практичні наслідки змін водозв'язувальної здатності м'яса мають свої особливості.

М'ясо, що характеризується високим значенням водоутримуючої здатності, є найкращим для отримання якісної готової продукції. Зменшення гідратації білків за рахунок зниження рН від 6,8 до 5,7–5,8 внаслідок розпаду АТФ та асоціацією білків в комплекси, що спостерігається в стані посмертного задубіння, пояснює суттєве погіршення якості м'ясної сировини. Під час автолізу м'яса зміна частки адсорбованої вологи призводить до перерозподілу води в ньому, внаслідок чого змінюється частка осмотичної вологи. Розморожування, нагрівання м'яса впливає на кількість м'ясного соку, що відокремлюється. Тому першочергове значення мають зміни адсорбованої зв'язаної води. При заморожуванні або сушінні, коли вода відокремлюється від інших компонентів тканин (кристалізацією або випаровуванням), усі форми зв'язку впливають на хід цих процесів не однаково.

Тому з практичного погляду зручніше характеризувати водозв'язувальну здатність м'яса і м'ясопродуктів, керуючись передусім міцністю зв'язку адсорбованої вологи. Залежно від конкретного значення до міцно зв'язаної вологи належать або більша частина адсорбованої вологи мікрокапілярів, або також частина осмотичної вологи (при сушінні і заморожуванні). До слабкозв'язаної (надлишкової) належить та частина вологи, яка може відокремитися під час технологічного оброблення з негативним впливом на якість і вихід продукту (втрати м'ясного соку при розморожуванні, відтік бульйону при варінні ковбас, тощо).

Знаючи роль форми зв'язку вологи для кожного окремого випадку, можна зумовити зміщення рівноваги у бажаний бік, впливати на здатність складових часточок і структури тканин зв'язувати адсорбовану, капілярну і осмотичну воду.

Вода в тканинах гідро біонтів

Тканини гідробіонтів порівняно з тканинами м'язів теплокровних тварин більш зволожена. Вміст вологи змінюється як у різних видів риби, так і в середині одного виду. Залежить це від статі, віку, нагулу риби — від 52% до 92%.

У тканинах риби вода розподілена нерівномірно: 70–75% усієї води входить до складу плазми. Сполучно-жирова тканина характеризується вмістом від 2 до 25% води. Під час охолодження гідробіонтів до температур нижчих за криоскопічну ($-4...-5^{\circ}\text{C}$) 80...83% загального вмісту води перетворюється на лід, а при -20°C викристалізується до 95% усієї води.

У тканинах риби вода входить до складу колоїдних (головним чином білкових) систем і складає 80...90% загальної кількості. Форма зв'язків води при цьому різна, тому що гідрофільність білків залежить від ступеня їх денатурації та конформації. Не маючи міцного зв'язку з білками, вона може бути достатньо легко відокремлена з тканин риби механічним пресуванням.

Вільну воду розподіляють на воду змочування мікрокапілярів та макрокапілярів. Вода змочування утримується на поверхні риби за рахунок поверхневого натягу і має дуже слабкий зв'язок. Її кількість становить 0,5–7,0% маси риби залежно від ступеня подрібнення. Вода змочування має дуже велике значення для багатьох технологічних операцій — панірування, в'ялення, копчення. Тому багато

технологій передбачає допоміжні операції, метою яких є обсушування шматків або тушок риби.

Тканини риби за структурою характеризуються як капілярно-пористі тіла і містять у собі капілярну воду. Вона достатньо міцно зв'язана в тканинах, утворюючи розчин мінеральних та органічних сполук. Під час подрібнення змінюється як структура, так і кількість капілярів, тому вміст капілярної води змінюється. Для рибної сировини характерна певна величина осмотично-зв'язаної вологи, яка не може бути видалена з її тканин механічним шляхом (пресуванням, центрифугуванням).

Межу між зв'язаною та вільною водою встановити дуже важко, тому що під впливом різних факторів товщина водних оболонок міцел білків може змінюватися. Це є причиною перерозподілу вільної та зв'язаної вологи.

Установлено, що в м'ясі нежирних риб на частку зв'язаної вологи приходить до 7,2% від загального вмісту. Із загальної кількості води 40...45% утримується за рахунок капілярних сил; 45...55% за рахунок осмотичних сил; частка води змочування складає 0,8...2,5%; частка зв'язаної складає 6,5...7,5%.

Вода в молоці та молочних продуктах

Молоко на 86–89% складається із води, більша частина якої (83–86%) знаходиться у вільному стані, лише 3–3,5% знаходиться в зв'язаному. Тому молоко дуже часто використовується як технологічне середовище для варіння макаронних виробів, круп, овочів, та як рідку основу для виготовлення супів та напоїв.

Вільна вода є розчинником органічних (білки, лактоза, кислоти) та мінеральних речовин молока. У розчині знаходяться як одновалентні мінерали, так і до 33% від загального вмісту кальцію. За цих причин у молоці гірше розварюються крупи, оскільки кальцій перешкоджає руйнуванню сольових місточків протопектину.

Молоко має всі форми зв'язку вологи з речовиною. Найбільш міцно зв'язана вода, яка входить до складу молочного цукру — лактози. Вона видалається лише за нагрівання до 125... 130°C.

Фізико-хімічний зв'язок характеризується середньою міцністю та утворюється за рахунок притягання диполів води полярними групами молекул білків, фосфоліпідів, олігосахаридів. За надлишком води та залежно від стану білка, вона здатна до утворення

багатошарової гідратної водної оболонки навколо гідроксильних, карбоксильних груп.

Механічно-зв'язана вода має властивості вільної води і утримується комірками та капілярами структури. У капілярно-пористих молочних продуктах, таких як сухе молоко, казеїн, сир — вода заповнює макро- та мікрокапіляри, а також утримується поверхнею продукту (вода змочування). Ця вода дуже слабо зв'язана з продуктом, тому легко висушується та вимерзає.

У кефірі, ряжанці, кислому молоці вільна вода за умов утворення згустку заповнює внутрішні об'єми структурованих систем і механічно утримується в них. Вона легко видаляється з цих продуктів під час нагрівання за рахунок коагуляції згустку.

Вода в овочах

Відносна вологість внутрішньоклітинної атмосфери свіжих плодів та овочів складає близько 100%. Оскільки зовнішня атмосфера має, як правило, нижчу вологість, то під час зберігання плоди та овочі в'януть, зменшуючи масу на 5–7% за рахунок випаровування води. Це призводить до зниження пружності овочів, тобто тургору.

До втрати вологи в овочах та фруктах призводять різні технологічні фактори. Так, під час подрібнення свіжих овочів руйнуються цілісності мембрани і спостерігається втрата рідкої субстанції. З одного боку це погіршує якість салатів із свіжих овочів та фруктів, з іншого є ключовою технологічною операцією для приготування соків.

Збільшення сили осмотичного тиску ззовні клітин рослинної сировини, наприклад, з додаванням цукру, солі, соусів до свіжих овочів, суттєво змінює осмотичну рівновагу по різні боки мембран і є причиною втрати внутрішньоклітинного соку, що істотно погіршує якість салатів.

2.3. КОЛОЇДНО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ

Багато видів сировини і готової продукції є багатокомпонентними змішаними системами, які складаються відповідно не менше ніж з двох фаз — дисперсної фази та дисперсного середовища, що дозволяє розглядати їх в якості об'єктів фізико-хімічних дисперсних систем.

Харчові продукти — дисперсні гомогенні або гетерогенні системи. *Дисперсними* називаються системи, в яких одна речовина у вигляді частинок різної величини розподілена в іншій речовині. Середовище, в якому знаходиться роздроблена (диспергована) речовина називається *дисперсним середовищем*, подрібнена речовина *дисперсною фазою*.

Дисперсність — характеризує ступінь подрібненості частинок. Подрібнення речовини однієї фази в іншу називається *диспергуванням*.

Класифікують дисперсні системи:

- *за агрегатним станом обох фаз* (газовий (Г) — аерозоль, піни; рідкий (Р) — суспензії, емульсії; твердий (Т) — тверда піна, тверді включення в твердих тілах, рідкі включення у твердих тілах,
- *за ступенем дисперсності*.

За ступенем дисперсності системи діляться на три класи:

- ***Грубодисперсні системи*** — розмір частинок дисперсної фази — 10^{-3} — 10^{-5} см. Це порошки, суспензії, емульсії. Частинки дисперсної фази помітні в звичайному мікроскопі, вони затримуються паперовим фільтром, з часом осаджуються.
- ***Суспензії*** — це грубодисперсні системи, зависі твердих частинок у рідинах (Р1 — Т2).
- ***Емульсіями*** називають дисперсні системи, що складаються з двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких розподілена в іншій у вигляді дуже маленьких крапельок (Р1 — Р2) (олії у воді або крапельки жиру в молоці). Дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем називають ***аерозолями***.
- ***Тумани*** — це аерозолі з рідкою дисперсною фазою (Г1 — Р2), а пил, дим — аерозолі з твердою дисперсною фазою (Г1 — Т2).
- ***Колоїдні системи*** — ступінь дисперсності значно вища, 10^{-5} — 10^{-7} см. Їх можна розглядати, як мікрогетерогенні системи. Колоїдні частинки не осідають під дією сили тяжіння; проходять крізь паперові, але затримуються ультрафільтрами; невидимі у звичайному мікроскопі, але видимі у електричному мікроскопі (дим, туман). Колоїдні розчини називаються золями. Яскравим прикладом колоїдної системи є розчини желатину, альбуміну. Розрізняють дві групи колоїдних розчинів: *рідкі (золі) і гелевидні (гелі)*.
- ***Молекулярно- та монодисперсні системи*** (справжні розчини), ВМС. Розмір частинок 10^{-7} — 10^{-8} см. Ці розчини стійкі, не

порушуються. Прикладом таких дисперсійних систем може бути розчин глюкози, сахарози у воді (молекулярно-дисперсна система) і кухонної солі у воді (іонно-дисперсна система). Вони є істинними розчинами.

Значна частина кулінарної продукції являє собою багатоконпонентні змішані дисперсні системи, тобто одночасно є піною та емульсією чи суспензією з можливим пріоритетом одного із типів систем. Кулінарній продукції властиво багато закономірностей, характерних для ідеальних дисперсних систем того чи іншого типу.

Роль поверхневих явищ, які характерні для дисперсних систем і проявляються в технологічних процесах, залежать від дисперсної фази. Помітно ці явища проявляються, якщо розмір частинок дисперсної фази становить менше $1,10^{-5}$ м.

Такі вироби як муси, креми, самбуки, соуси на рослинній олії, овочеві пюре і ряд інших при механічному способі їх виготовлення за дисперсністю фази відповідають або близькі до вказаних величин. При ручному подрібненні продуктів, частки дисперсної фази рідко бувають менше $1,10^{-2}$ — $1,10^{-3}$ м. Гравітаційну стійкість таких суспензій на практиці підвищують за рахунок збільшення в'язкості дисперсійного середовища, наприклад, при приготуванні супів-пюре використовуються загусники.

Багато природних харчових продуктів, які використовуються у виробництві кулінарної продукції за розмірами розчинних сполук (білки, жири в емульсованому стані і ін.) являють собою системи з досить високою дисперсністю фази.

2.4. СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Структурно-механічні, або реологічні властивості харчових продуктів характеризують їх опірність впливу зовнішньої енергії, зумовлену будовою і структурою продукту, враховуються при виборі умов їх перевезення і зберігання, а також формують якість харчових продуктів.

До структурно-механічних властивостей відносять міцність, твердість, пружність, еластичність, пластичність, в'язкість, адгезію, тиксотропію тощо.

Міцність — властивість продукту протистояти деформації і механічному руйнуванню.

Під *деформацією* розуміють зміну форми і розміру продукту під дією зовнішніх сил. Деформація буває *оборотною і залишковою*. При оборотній деформації відбувається відновлення початкової форми після зняття навантаження.

Оборотна деформація може бути *пружною*, коли відбувається моментальне відновлення форми і розміру тіла, і *еластичною*, коли на відновлення потрібно більш-менш тривалий відрізок часу. *Залишковою* (пластичною) називається деформація, що залишається після припинення дії зовнішніх сил.

Харчові продукти, як правило, багатокomпонентні системи; їм властива як пружна деформація, яка зникає миттєво, так і еластична, а також пластична деформація. Однак у одних переважають пружні властивості над пластичними, у інших — пластичні над пружними, а у третіх переважаючими є еластичні властивості. Якщо харчові продукти не здатні до залишковим деформацій, то вони тендітні, наприклад цукор-рафінад, сушки, сухарі тощо.

Міцність — найважливіших показників якості макаронних виробів, цукру-рафінаду і інших продуктів. Цей показник враховується при переробці зерна на борошно, при подрібненні винограду при виробництві виноградних вин, картоплі при виробленні крохмалю тощо.

Твердість — це властивість поверхневого шару продукту чинити опір пружної і пластичної деформації або руйнуванню при місцевих контактних впливах з боку іншого, більш твердого тіла.

Твердість визначають при оцінці якості плодів, овочів, цукру, зерна та інших продуктів. Крім того, твердість може бути об'єктивним показником ступеня їх зрілості.

Пружність — здатність продукту миттєво відновлювати свою первинну форму або об'єм після припинення дії деформуючих сил.

Еластичність — властивість продукту поступово відновлювати форму або об'єм протягом деякого часу.

Показники пружності та еластичності використовують при визначенні якості тіста, клейковини пшеничного борошна, свіжості м'ясних, рибних та інших виробів. Вони враховуються при виготовленні тари, при визначенні умов перевезення і зберігання харчових продуктів.

Пластичність — здатність продукту необоротно деформуватися під дією зовнішніх сил. Властивість сировини змінювати свою форму при переробці і зберігати її в подальшому використовується при виробництві таких харчових продуктів, як печиво, мармелад, карамель тощо.

В результаті тривалого зовнішнього впливу пружна деформація може переходити в пластичну. Цей перехід пов'язаний з **релаксацією** — властивістю матеріалів змінювати напругу при постійній початковій деформації. На релаксації засновано виготовлення деяких харчових продуктів, наприклад ковбасних виробів. З м'яса, що характеризується пружною деформацією, готують фарш, а з нього ковбасу, що володіє властивостями пластичного матеріалу. Певні величини релаксації характерні тільки для продуктів твердодорідких структур — сиру, фаршу та інших. Ця властивість харчових продуктів враховується при перевезенні та зберіганні хлібобулочних виробів, плодів, овочів та інших.

В'язкість — здатність рідини чинити опір переміщенню однієї її частини щодо іншої під дією зовнішньої сили. Величина, зворотна в'язкості, називається **плинністю**.

На в'язкість продуктів впливають температура, тиск, вологість або жирність, концентрація сухих речовин і інші фактори. В'язкість харчових продуктів зменшується при підвищенні вологості, температури, жирності і зростає зі збільшенням концентрації розчинів, ступеня їх дисперсності.

В'язкість — властивість, характерна для таких харчових продуктів, як мед, олії, сиропи, соки, спиртні напої та інші. В'язкість є показником якості багатьох харчових продуктів і часто характеризує ступінь їх готовності при переробці сировини. Вона грає важливу роль при виробництві багатьох продуктів, так як активно впливає на технологічні процеси — перемішування, фільтрування, нагрівання, екстрагування та інших.

Повзучість — властивість продукту безперервно деформуватися під впливом постійного навантаження. Ця властивість характерна для сирів, морозива, коров'ячого масла, мармеладу і інших. У харчових продуктах повзучість проявляється дуже швидко, з чим доводиться рахуватися при їх обробці і зберіганні.

Тиксотронія — здатність деяких дисперсних систем мимовільно відновлювати структуру, зруйновану механічним впливом:

- ізотермічний оборотний перехід золю ↔ гель;
- для високомолекулярних речовин — здатність розплавів та концентрованих розчинів високомолекулярних речовин до ізотермічних оборотних процесів розрідження–згущення під дією деформацій.

Тиксотропія властива дисперсним системам і виявлена у багатьох напівфабрикатів і продуктів харчової промисловості (емульсійні соуси, желейна продукція тощо).

Особливе місце серед структурно-механічних властивостей займають поверхневі властивості, до яких відносять адгезію, або липкість.

Адгезія характеризує зусилля взаємодії між поверхнями продукту і матеріалу або тари, з якими він стикається. Цей показник тісно пов'язаний з пластичністю, в'язкістю харчових продуктів. Розрізняють два види адгезії:

- специфічна (власне адгезія) — результат сил зчеплення між поверхнями матеріалу;
- механічна — виникає при проникненні адгезиву в пори матеріалу і утриманні його внаслідок механічного заклинювання.

Адгезія характерна для таких харчових продуктів, як сир, вершкове масло, м'ясний фарш, деякі кондитерські вироби та інші. Вони прилипають до леза ножа при розрізанні, до зубів при розжовування.

Зайва адгезія ускладнює технологічний процес, при цьому підвищуються втрати при переробці продукту. Ця властивість харчових продуктів враховується при виборі способу їх переробки, пакувального матеріалу та умов зберігання.

2.5. ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ

Теплофізичні властивості обумовлюють характер і швидкість протікання процесу нагрівання або охолодження продукту. Знання теплофізичних характеристик потрібно для розрахунків кількості теплової енергії, необхідної для охолодження або заморожування харчових продуктів при перевезенні, зберіганні та переробці.

До теплофізичних властивостей відносять:

- питому теплоємність,
- коефіцієнт теплопровідності,
- коефіцієнт температуропровідності.

Сьогодні існує більш широке поняття теплофізичних властивостей речовин. До цих властивостей відносять також кількість теплоти, що виділяється або споживаної при фізико-хімічних процесах і функції стану (внутрішню енергію, ентальпію та інші).

Теплоємність характеризує інтенсивність зміни температури тіла при його нагріванні або охолодженні. *Питомою теплоємністю* називається величина, що характеризується кількістю тепла, яке необхідно для нагрівання одиниці маси речовини на 1°C.

На питому теплоємність великий вплив мають вологість, хімічний склад, структура продукту, характер зв'язку води в ньому та інші фактори. З підвищенням температури теплоємність харчових продуктів зазвичай збільшується. Для продуктів з великою вологістю (овочів, м'яса та інші) характерна висока теплоємність, близька за значенням до теплоємності води. Вміст жиру знижує теплоємність продукту.

Коефіцієнт теплопровідності характеризує здатність харчових продуктів проводити тепло. Він залежить від тиску, температури і вологості продукту, а для дисперсних харчових продуктів (борошно, цукор-пісок, крупа і інші) від розміру часток, пористості і об'ємної маси.

Теплопровідність харчових продуктів з високим вмістом вологи (плоди, овочі, м'ясо, риба та інші) близька до теплопровідності води. Невисокою теплопровідністю характеризуються харчові продукти, багаті жирами, і особливо пористі і сипучі матеріали, що пов'язано з присутністю в них повітря.

Коефіцієнт температуропровідності характеризує швидкість вирівнювання температури в різних точках температурного поля. Він є основною тепловою характеристикою і визначається експериментально або розраховується, якщо відомі коефіцієнт теплопровідності, теплоємність і щільність матеріалу.

Коефіцієнт температуропровідності обумовлює теплоінерційні властивості продуктів, тобто швидкість їх прогріву або охолодження. Чим вище коефіцієнт температуропровідності, тим швидше відбувається нагрівання або охолодження матеріалу.

На температуропровідність впливають вологість, температура, щільність, пористість, жирність і інші властивості продукту. Цей вплив строго індивідуальний для кожного харчового продукту. Так, для круп коефіцієнт температуропровідності зменшується зі збільшенням вологості, температури і насипної маси, а для меду — з підвищенням температури зменшується, але з підвищенням вологості збільшується.

2.6. ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ

До оптичних властивостей харчових продуктів відносять кольоровість, прозорість, рефракцію, оптичну активність.

Колір харчових продуктів обумовлений наявністю в них природних або синтетичних барвників — пігментів. Так, *хлорофіл* забарвлює плоди і овочі в зелений колір; забарвлення малини, вишні, сливи, чорної смородини і багатьох інших плодів залежить від наявності в них *антоціанів*; *каротиноїди* — жовто-оранжеві пігменти харчових продуктів; колір м'яса обумовлений наявністю *міоглобіну*.

Колір продуктів залежить від їх здатності поглинати, відбивати або пропускати світлові промені і обумовлений відбитим світлом. При повному відображенні продуктом світлових променів він має білий колір. Наприклад, кухонна сіль, цукор-пісок сприймаються як білі, хоча їх кристали прозорі. Якщо світлові промені повністю поглинаються продуктом, то він здається чорним (чорнослив, маслини, чай). Якщо промені видимого спектру частково поглинаються продуктом, то його забарвлення визначається кольором відбитих променів. Наприклад, колір червоних вин обумовлений тим, що вони поглинають все світлові промені, крім червоних.

Прозорість — важливий показник якості багатьох харчових продуктів — лікєро-горілчанних виробів, вин, фруктових і мінеральних вод та ін. Прозорість характеризує здатність матеріалу пропускати світло. Напої, які рівномірно пропускають весь видимий спектр — безбарвні і прозорі, наприклад спирт, горілка. Продукти, які пропускають випромінювання тільки у вузькому спектральному інтервалі — прозорі і пофарбовані, наприклад вина, прояснені соки. Непрозорими є колоїдні розчини, емульсії і суспензії, так як вони значно розсіюють світло.

Рефракція світла — зміна напрямку поширення світлового потоку при переході з одного середовища в інше — лежить в основі визначення якості харчових продуктів. Коефіцієнт заломлення виражається відношенням синуса кута падіння променя до синуса кута заломлення. На показник заломлення впливають температура, склад і концентрація сухих речовин в продукті і ряд інших чинників. Рефрактометричний метод застосовують при дослідженні таких продуктів, як жири, томатопродукти варення, джем і ін.

Оптична активність характеризує здатність деяких речовин змінювати напрям коливань при проходженні через ці речовини поляризованого світла. Вона обумовлена особливостями будови кристалічної решітки у речовин в твердому кристалічному стані або особливостями будови молекул у речовин, оптична активність яких проявляється тільки в розчинах.

Оптична активність речовин характеризується питомою обертанню. Під питомою обертанню розуміють кут повороту площини поляризації, який викликається стовпом розчину довжиною в 1 дм при концентрації 1 г речовини в 1 мл.

Питоме обертанню залежить від природи речовини, температури, довжини хвилі поляризованого світла і розчинника.

2.7. СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Сорбційні властивості характеризують здатність харчових продуктів поглинати з навколишнього середовища пари води і летючі речовини. Ці властивості відіграють велику роль при перевезенні і зберіганні харчових продуктів.

Розрізняють чотири типи сорбції:

- **адсорбцію** — поглинання речовин поверхнею продукту;
- **абсорбцію** — поглинання речовин всією масою продукту;
- **хемосорбцію** — хімічну взаємодію між речовиною і продуктом;
- **капілярну конденсацію** — зрідження рідкої фази в мікро- і макрокапілярів твердих продуктів.

Десорбція — процес, зворотний сорбції і визначає перехід речовин з поверхневого шару в навколишнє середовище.

Сорбція і десорбція парів і газів призводять до зміни якості продукту, який може висихати через нестачу вологи в навколишній

атмосфері, набувати неприємного запаху або втрачати аромат при порушенні умов зберігання.

На практиці найбільше значення мають сорбція і десорбція водяної пари. Зволоження харчового продукту, тобто сорбція їм водяної пари, спостерігається тоді, коли парціальний тиск пара у поверхні продукту менше парціального тиску пари в повітрі.

Процес випаровування (десорбція) відбувається при більшому тиску парів у поверхні продукту в порівнянні з тиском пари в повітрі. Якщо тиск пари в повітрі і в навколишньому середовищі рівні, то настає стан динамічної рівноваги. Вологість продукту, відповідна стану рівноваги, називається *рівноважною вологістю*. Вона залежить головним чином від хімічного складу і стану продукту, а також від відносної вологості і температури повітря.

Гігроскопічність — якість продуктів поглинати вологу з навколишнього середовища і утримувати її капілярами і всією поверхнею. Гігроскопічність харчових продуктів залежить від їх структури і складу, а також від температури і вологості навколишнього середовища. Як правило, порошкоподібні харчові продукти (сухе молоко, кава), чай, сушені фрукти і овочі відрізняються високою гігроскопічністю.

Значно підвищує гігроскопічність продукту вміст у ньому речовин, здатних активно поглинати пари води з навколишнього атмосфери. До таких речовин відносяться фруктоза, яка обумовлює гігроскопічність меду, солі кальцію і магнію, присутні в якості домішок в кухонній солі і зумовлюють її гігроскопічність.

Вміст гігроскопічної вологи в продукті залежить від відносної вологості повітря, що характеризує ступінь насичення його водяними парами. *Відносна вологість повітря* — це відношення абсолютної кількості вологи в повітрі до тієї кількості, яка необхідна для його насичення при даній температурі.

Таким чином, харчові продукти характеризуються комплексом простих і складних властивостей — хімічних, фізичних, технологічних, фізіологічних. Сукупність цих властивостей визначає їх корисність для людини, тобто споживчі властивості. Корисність продуктів харчування характеризують їх харчова, біологічна, фізіологічна, енергетична цінність, доброякісність, органолептичні властивості.

Питання для самоконтролю

1. Загальна характеристика функціонально-технологічних властивостей харчових продуктів.
2. Вода, форми зв'язку води з матеріалом та зміни їх під час перероблення та зберігання харчових продуктів.
3. Вміст води в окремих харчових продуктах, її вплив на енергетичну цінність готових виробів, активність біохімічних та мікробіологічних процесів.
4. Дисперсні системи харчових продуктів. Драгли, їх характеристика і властивості. Старіння драглів. Природа золь-гель переходів.
5. Розчини високомолекулярних сполук, їх утворення, специфічні властивості, стійкість і руйнування.
6. Структурно-механічні властивості основних складових сировини та зміни у процесі технологічної обробки.
7. Теплофізичні властивості та їх показники.
8. Оптичні властивості та їх показники.
9. Сорбційні властивості та їх показники.

Розділ 3. ТЕРМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

3.1. КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Термічна обробка є основною в технології виробництва більшості харчових продуктів. Під час термічної обробки до продуктів подається (*нагрівання*) або відводиться (*охолодження*) тепло, внаслідок чого змінюються його структурні та органолептичні показники (консистенція, смак, колір), а також мікрофлора. Її тривалість і температура можуть бути різні в залежності від мети проведення та швидкості змін параметрів процесу та теплофізичних властивостей харчових продуктів.

Теплофізичні властивості обумовлюють характер і швидкість процесу нагрівання або охолодження продукту. До них відноситься питома теплоємність, коефіцієнт теплопровідності та температуропровідність.

Теплоємність характеризує інтенсивність змін температури тіла при його нагрівання або охолодженні. Питоною теплоємністю називається величина, що характеризується кількістю тепла, яке необхідне для нагрівання одиниці маси речовини на 1°C.

На питому теплоємність впливають вологість, хімічний склад, структура продукту, характер зв'язку води в ньому. З підвищенням температури теплоємність харчових продуктів збільшується. Чим більше в продукті води, тим вища його теплоємність.

Теплопровідність — перенесення енергії від більш нагрітих ділянок продукту до менш нагрітих в результаті теплового руху мікрочастинок. Теплопровідність приводить до вирівнювання температури продукту. Теплопровідність залежить від температури та вмісту води в продукті. При підвищенні температури цей показник зростає. Теплопровідність багатьох харчових продуктів з високим вмістом води (м'яса, риби, плодів, соків) близька до тепло-

провідності води. Меншу теплопровідність мають рослинні олії, сипучі продукти.

Температуропровідність характеризує швидкість зміни (вирівнювання) температур продуктів.

Коефіцієнт теплопровідності — це кількість теплової енергії, що проходить через масу продукту товщиною в 1 мм на площі 1 м² за 1 годину при різниці температур у протилежних частинах у 1°С.

Коефіцієнт температуропровідності — це кількість теплової енергії, що проходить в одиницю часу через одиницю поверхні при одиничному градієнті енергії. Він характеризує швидкість вирівнювання температури в різних точках температурного поля і залежить від теплоємності, теплопровідності і щільності продукту.

Залежно від мети застосовують такі групи методів теплової обробки:

- *поверхнева* теплова обробка — ошпарювання, обпалювання, обжарювання, пасерування;
- *нагрівання з метою досягнення певної готовності продукту* — варіння, смаження, запікання, бланшування, уварювання, коптіння тощо;
- *нагрівання з метою попередження мікробіологічного псування продукту* — пастеризація, стерилізація, тиндалізація, сушіння;
- *нагрівання з метою виділення з сировини тих або інших складових частин* — витоплювання жиру, виварювання желатину і клею.

Для отримання бажаного результату вибираються температура, тривалість та нагріваюче середовище: вода, пара, повітря, жир.

Залежно від техніки здійснення теплової обробки використовують різні засоби нагрівання продуктів, а саме:

- поверхневий,
- радіаційний (інфрачервоне випромінювання — ІЧ-нагрів),
- об'ємний (надвисокочастотне випромінювання — НВЧ-нагрів),
- індукційний,
- комбінований,
- пароконвективний,
- радіаційно-конвективний (РК).

Поверхневий спосіб нагрівання продуктів здійснюється підведенням тепла до їхньої поверхні, а доведення до повної готовності відбувається за рахунок теплопровідності самих харчових продуктів.

Інтенсивність теплообміну залежить від форми, розмірів і фізичних параметрів продукту, що нагрівається, режиму руху, швидкості, температури і фізичних параметрів середовища, що нагрівається. Однак тривалість процесу теплової обробки при поверхневому нагріванні обумовлена, насамперед, низькою теплопровідністю більшості харчових продуктів.

Тривалість теплової обробки продуктів — це сума двох складових: тривалості нагрівання до заданої температури в центрі продукту і тривалості процесу теплової обробки при постійній температурі. Інтенсифікувати процес теплової обробки продуктів на стадії їх нагрівання до заданої температури можна за рахунок збільшення коефіцієнта тепловіддачі від гріючого середовища до поверхні продукту і збільшення теплосприймаючої поверхні продукту.

Радіаційний спосіб нагрівання продуктів здійснюється потоком інфрачервоного випромінювання. В основі ІЧ-нагрівання лежить властивість харчових продуктів поглинати енергію перемінного електромагнітного поля. Швидкість нагрівання залежить від щільності випромінювання і від спектрального складу ІЧ-променів — при зменшенні довжини хвилі глибина проникнення ІЧ-променів у продукт збільшується, процес теплової обробки інтенсифікується.

Інфрачервоне нагрівання використовують переважно у процесах смаження і випікання кулінарних виробів. При використанні ІЧ-випромінювання для термічної обробки м'ясних кулінарних виробів тривалість процесу порівняно з традиційним способом обробки скорочується на 40–60%, питома витрата електроенергії зменшується на 20–60%, а вихід готової продукції збільшується на 10–16%.

Об'ємний спосіб нагрівання продуктів відбувається в електромагнітному полі надвисоких частот (НВЧ-нагрівання). При цьому відбувається не поверхнєве нагрівання продуктів, а прогрівання їх одночасно по всьому об'єму.

Приготування продукції здійснюється у спеціальних НВЧ-шафах (печах), у яких використовується принцип діелектричного нагрівання. У цьому разі прогривається тільки продукт, поміщений в камеру, як правило, без додавання води і жиру. Оскільки через втрати тепла в навколишнє середовище температура поверхневих шарів менша, ніж температура центральних, то на поверхні продукту відсутні специфічна кірочка і забарвлення.

При НВЧ-нагріванні, так само, як і при поверхневому, виділяється тепло і відбувається масообмін між поверхнею продукту і навколишнім середовищем, внаслідок чого поверхня продукту втрачає частину теплоти, а температура всередині (в центрі) продукту підвищується повільніше, ніж температура зовнішніх його шарів. Утворюється температурний градієнт між поверхнею і центральною частиною продукту, виникає явище термодифузії, при якому волога переміщується в напрямку теплового потоку від центра до поверхні за рахунок різниці концентрації.

Знаючи глибину проникнення поля НВЧ у харчові продукти, можна визначити їхні найбільш раціональні форми та розміри, і значно скоротити тривалість теплової обробки.

У полі НВЧ, крім теплової обробки харчових продуктів, здійснюють також розморожування виробів та їх нагрівання до заданої температури. Обидва процеси протікають без істотних втрат маси, зміни зовнішньої форми і за достатньо короткий проміжок часу (2,5–3,5 хвилин).

Однак цей спосіб не дозволяє одержати на поверхні виробів специфічної смаженої кірочки, тому його рекомендують застосовувати в комбінації з ІЧ-нагріванням та іншими методами поверхневого нагрівання харчових продуктів.

Індукційний спосіб нагрівання — це нагрівання матеріалів електричними струмами, які індукуються змінним магнітним полем. При індукційному нагріві струмопровідні матеріали поміщаються в змінне електромагнітне поле і вихрові струми, що виникають при цьому в результаті розсіювання енергії, нагрівають днище металевого посуду. Конфорки не увімкнуться, якщо не виявлять на своїй поверхні посуд з магнітним дном. Щоб конфорка увімкнулася, потрібно перекрити посудом не менше, ніж половина діаметра конфорки. Посуд для індукційних плит можна перевіряти магнітом. Сучасні індукційні плити автоматично розпізнають придатний посуд і тільки в цьому випадку переходять в робочий режим (вмикають магнітне поле). При знятті посуду плита вимикається. Не потрібен час на розігрів конфорки — енергія виділяється прямо в товщі посуду, відразу із заданою потужністю.

Індукційні нагрівачі мають такі переваги:

- коефіцієнт корисної дії близько 90% (на відміну від 60–70% у електричних плит);
- безінерційний нагрів, що скорочує час теплової обробки на 40 відсотків;
- найбільш точне дотримання температурного режиму.

Комбінований спосіб забезпечує високу якість теплової обробки харчових продуктів при мінімальних витратах енергії. У процесі комбінованого способу використовують два джерела нагріву: НВЧ та ІЧ, радіаційно-конвективний, НВЧ і пар, НВЧ і гаряче повітря.

На базі поверхневого, НВЧ та ІЧ-нагріву застосовуються такі комбіновані способи теплової обробки харчових продуктів: радіаційно-конвективне нагрівання; НВЧ-парове нагрівання; НВЧ-нагрівання — гаряче повітря; пароінфрачервоне; інфрачервоне — НВЧ-нагрівання; НВЧ-нагрівання — інфрачервоне нагрівання.

Радіаційно-конвективний спосіб нагрівання застосовується у шафах з примусовою циркуляцією гарячого повітря, яка прискорює теплову обробку виробу, забезпечує більш рівномірне нагрівання їх з усіх боків і ефективне використання об'єму робочої камери. Колерування поверхні виробів здійснюється завдяки ІЧ-випромінювачам.

Послідовна тепла обробка продуктів у НВЧ-полі та ІЧ-променями дозволяє реалізувати переваги обох способів нагрівання і одержати вироби зі специфічним забарвленням верхніх шарів. Крім гарячого повітря для теплової обробки продуктів використовують перегріту ($t = 300\text{--}350^\circ\text{C}$) водяну пару.

При виборі способу теплової обробки харчових продуктів необхідно враховувати наступне:

- відповідність інтенсивності підведення теплоти і часу обробки продукту темпам фізико-хімічних змін білкової основи продукту;
- відповідність рівня температур гріючого середовища характеру і ступеню зміни жирів;
- рівномірність обігріву поверхні продукту.

За технологічним призначенням всі способи теплової обробки харчових продуктів можна поділити на основні та допоміжні (рис.3.1).

До **основних** відносять такі, в результаті яких він стає придатним до вживання в їжу або істотно змінюються властивості сировини і вона переходить з одного якісного стану в інший.

До *допоміжних* способів теплової обробки відносяться такі, за яких оброблювана сировина не піддається істотним змінам — ошпарювання, обпалювання, підігрівання, підсушування та інші. Ці способи обробки застосовуються перед основними, тому що вони сприяють наданню сировині специфічних властивостей, необхідних для виготовлення відповідного продукту.

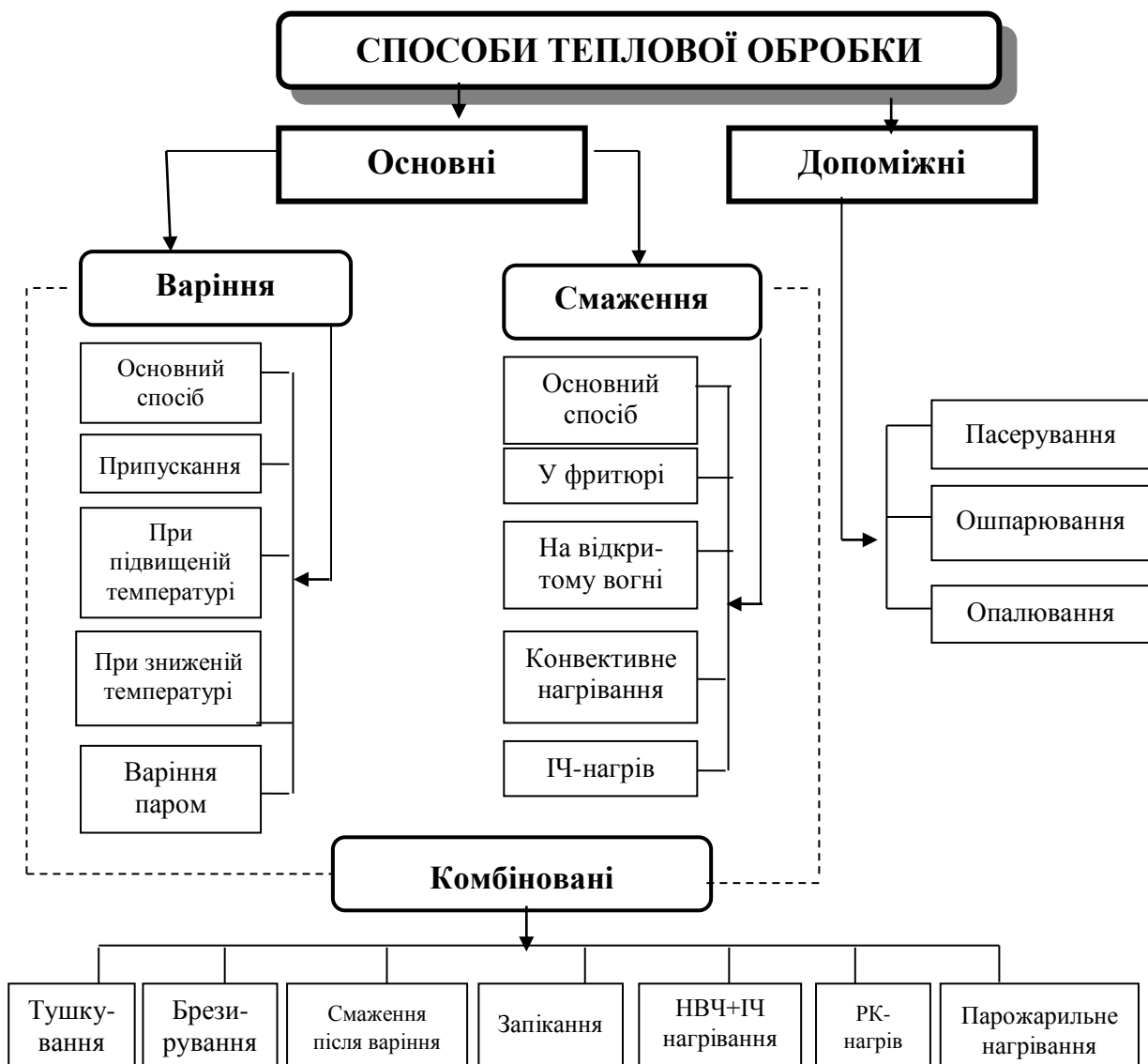


Рис. 3.1. Способи теплової обробки харчових продуктів

Залежно від нагріваючого середовища основні та допоміжні способи теплової обробки продуктів поділяються на:

- вологі;
- сухі;
- комбіновані.

У технології виробництва харчових продуктів прийнято доводити продукт до повної готовності. У ресторанній практиці все частіше зустрічається таке поняття, як ступінь готовності кулінарного виробу *аль денте* (від італійського *al dente*) — варіння овочів та макаронних виробів (пасти) так, щоб вони відчувалися «на зубах».

3.2. ВОЛОГІ СПОСОБИ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

При вологому способі обробки теплота передається продукту за допомогою рідкого гарячого середовища (води, бульйону, вологої пари або суміші насиченої пари та повітря). Таку обробку проводять у більшості випадків при температурі 75...100°C.

До вологих способів теплової обробки відносяться: *варіння*, *стерилізація* та інші допоміжні способи. Вони мають низку різновидів, обумовлених видом оброблюваної сировини, технологічним обладнанням, параметрами процесу та іншими факторами.

Варіння — найбільш поширений універсальний спосіб теплової обробки. Його використовують як *основний* — за допомогою варіння можна довести до кулінарної готовності будь-який продукт або напівфабрикат та *допоміжний* — як проміжний процес технологічної обробки сировини.

Варіння — доведення продукту до стану кулінарної готовності з повним або частковим зануренням у воду чи іншу рідину (молоко, бульйон тощо), або у водяній парі чи у НВЧ-печах.

Співвідношення води і продукту (гідромодуль), початкова температура рідини та режим кипіння при варінні залежать від виду продукту.

Різновиди варіння

1. *Основний спосіб* — варіння у великій кількості рідини (гідромодуль більше як 1:1, температура варіння — 95–98°C).

2. *Припускання* — варіння у невеликій кількості рідини (гідромодуль 1:0,3), або у власному соку — продуктів, які багаті вологою.

3. *Варіння в атмосфері насиченої пари* (температура — від 60–90°C до 105–107 °C).

4. *Варіння у вакуум-апаратах* — при зниженому тиску (температура — 60–70°C).

5. *Варіння у автоклавах* — при підвищеному тиску (300...350 кПа, при температурі 135...140°C).

6. Варіння у *НВЧ-апаратах* (варіння у власному соку).

Варіння виробів проводять з досягненням в центрі продукту температури 68...72°C. Надто висока температура та тривалість варіння викликає зниження виходу готового продукту та погіршення його органолептичних показників. При низькій температурі або недостатній тривалості процесу не досягається готовність, погіршуються органолептичні показники готового продукту та зниження стійкості при зберіганні.

При варінні в рідкому середовищі в продуктах відбуваються фізико-хімічні процеси, у результаті яких вміст води та сухих речовин у них змінюється. Із продукту у воду переходять розчинні речовини: білки, низькомолекулярні азотисті речовини, цукри, мінеральні речовини, вітаміни та інші. Рушійною силою цього переходу є різниця концентрацій відповідних речовин у продукті та рідкому середовищі (дифузія). Чим вище гідромодуль, тим більше розчинних речовин переходить із продукту в рідке середовище.

Процес варіння здійснюють у два етапи: на першому — нагрівання максимальне, на другому, після закипання рідини — мінімальне для підтримки режиму повільного кипіння, що забезпечує якість готового вареного продукту та економією теплової енергії. При інтенсивному, бурхливому кипінні порушується цілісність продукту, жир емульгується та окислюється, відбувається швидке википання рідини.

Припускання продуктів у пароводяному середовищі здійснюють у закритих посудинах, де є вода (10...30% до маси продукту) і волога насичена водяна пара, що утворюється у процесі нагрівання. Під час припускання менша частина продукту перебуває у воді, а більша — у середовищі пари. Температура у варильному середовищі при припусканні близько 100°C, тривалість припускання продуктів така ж, як при варінні у воді.

Варіння припусканням застосовують для продуктів, що не потребують тривалої теплової обробки: картоплі, моркви, риби, птиці тощо. При припусканні із продукту у воду переходить менше розчинних речовин, ніж під час варіння з повним зануренням продукту у воду. Це пояснюється низьким гідромодулем, а отже,

уповільненим процесом дифузії розчинних речовин між продуктом і рідким середовищем. Відвари, що утворюються після припускання, рекомендується використовувати для приготування супів і соусів.

Варіння продуктів у середовищі вологої насиченої водяної пари здійснюється в парових камерах, оснащених автономним парогенератором двох типів:

- ті, що працюють при атмосферному тиску, з температурою пари в робочому об'ємі 105...107°C;
- ті, що працюють при підвищеному тиску (до 200 кПа), з температурою пари в робочому об'ємі близько 120°C.

Варіння продукту вологою насиченою парою полягає в конденсації пари на поверхні продукту й передачі продукту прихованої теплоти пароутворення. Тривалість варіння продуктів паром при атмосферному тиску приблизно на 50% більша порівняно з варінням у воді. У парових камерах, що працюють при підвищених тисках, тривалість варіння продуктів така сама, як у воді.

Варіння паром має деякі переваги порівняно з варінням у воді: продукт не деформується, у конденсат із продукту переходять менше розчинних речовин. Тому останнім часом у підприємства харчування широко використовують параконвектомати — універсальні теплові апарати, призначені для варіння продуктів вологою насиченою водяною парою і смаження продуктів у середовищі перегрітої пари. Конвектомати оснащені комп'ютерами та іншими засобами автоматичного керування технологічним процесом.

Особливістю *теплової обробки в електричному полі надвисокої частоти (НВЧ)* є прогрів харчових продуктів одночасно по всьому об'ємі (*діелектричне нагрівання*).

Основна перевага об'ємного приготування продуктів в полі НВЧ-нагріву — швидкість приготування: час приготування зменшується приблизно в 5–10 разів у порівнянні з поверхневим прогрівом, а також підвищується збереженість нутрієнтів.

Сьогодні на підприємствах харчування широко використовують приготування продукції під вакуумом.

Особливості приготування у вакуумі
(технологія *СУ-ВІД від французького «sous vide» — у вакуумі*)

- Підготовлені продукти герметично упаковують під вакуумом.

- Пакети обробляються паром низького тиску (при 70–200°C) до готовності, потім охолоджують до 3°C (шокове заморожування).
- Термін зберігання — 1...3 тижні. Перед використанням готова продукція розігрівається в пакетах при температурі 85°C (у параконвектоматі).
- Спосіб приготування СУ-ВІД — вакуумованих овочевих напівфабрикатів при температурах 35–40°C, м'ясних (65–70°C)

Переваги способу:

- молекулярна структура клітин — незмінна, яскраво виражений аромат, висока харчова цінність готової продукції;
- незначні втрати маси і поживних речовин при тепловій обробці;
- економія часу працівників.

Небезпека методу вакуумування

- Оскільки низькі температури приготування — є ризик мікробіологічного забруднення продукту. Тому рекомендують охолоджувати продукт до 0°C перед вакуумуванням. Оптимальні режими теплової обробки: високі (85°C), або низькі (64–68°C), але протягом тривалішого часу.

Стерилізація

Стерилізація проводиться з метою знищення тих форм мікроорганізмів, які можуть розвиватися в звичайних умовах зберігання і викликати при цьому псування консервів або створювати небезпечні для здоров'я людини продукти своєї життєдіяльності.

У процесі стерилізації в консервах повинні бути відсутніми збудники псування харчових продуктів, патогенні і токсикогенні форми та можуть зустрічатися мікроорганізми, які не здатні розвиватися і викликати псування консервів у звичайних умовах зберігання.

Головними параметрами, які характеризують процес стерилізації, є *температура* і *час*, протягом якого консерви піддаються нагріванню. Ці два параметри можна назвати мікробіологічними, оскільки саме ними визначається загибель мікроорганізмів. Недотримання цих параметрів призводить до виникнення різних видів біологічного браку консервів, які виявляються, як правило, через декілька днів, а іноді й тижнів після стерилізації. Температуру вище 100°C створюють відповідним термодинамічним тиском. Такий тиск є третім параметром процесу. Він не впливає на знищення мікро-

організмів і є чисто фізичним параметром, але дотримуватись його потрібно, інакше з'являється виробничий брак продукції.

Стерилізація — це теплова обробка консервів за температури 100°C і вище. Стерилізація, яка проводиться за температури нижче 100°C, носить назву *пастеризації*.

Тиндалізація — повторна (багатократна) пастеризація: консерви піддають тепловій обробці двічі або тричі з інтервалами варіння 20...28 годин і зберігають за температури 18...20°C. Тиндалізація відрізняється від звичайної пастеризації більш м'яким режимом:

- за традиційної температури, але з меншою тривалістю;
- за традиційної тривалості, але за більш помірної температури.

Сумарний ефект режиму гарантує визначену стабільність консервів під час зберігання. За такого помірною нагрівання і охолодження *початкова* консистенція сировини змінюється мінімально, тому якість консервів краща, ніж за звичайної пастеризації і стерилізації.

Мікробіологічна стабільність за багатократною обробки забезпечується тим, що за першої обробки гине більшість вегетативних клітин бактерій. Частина ж з них встигає перетворитися в спорову (більш стійку) форму. Протягом добової витримки за кімнатної температури спори проростають і утворені вегетативні клітини гинуть за повторної обробки.

Дробова стерилізація — новий різновид повторної стерилізації, запропонований для консервів із гідробіонтів і передбачає двостадійну стерилізацію за традиційної температури і проміжною витримкою продукту між обробками протягом 1,5 і 0,5 год. відповідно за температури 30 і 50°C. Використання запропонованого способу дозволяє зменшити теплове навантаження на продукт у разі забезпечення мікробіологічної стабільності продукту і підвищити якість консервів.

Температура стерилізації залежить від активної кислотності середовища (величини рН, що є найголовнішим фактором), специфіки мікрофлори, яка характерна для даного середовища. Всі консервовані харчові продукти за величиною активної кислотності можна розділити на дві групи:

- малоокислотні (рН 4,2 і більше) — стерилізують за температур 112...120°C, іноді –125...130°C.;

- кислотні (рН менше 4,2) — стерилізують за 100°C або за більш помірних температур, але не нижче 75...80°C.

До першої групи відносяться всі м'ясні, рибні, молочні та овочеві консерви, а до другої всі плодоягідні консерви, варіння, джеми, соки.

Після визначення оптимальної температури стерилізації визначають тривалість процесу стерилізації. Загальна тривалість стерилізації залежить від двох складових — теплофізичної і мікробіологічної.

Вирішальним є мікробіологічна складова — це час, який необхідний для знищення мікроорганізмів, що знаходяться в глибині продукту. Цей час називають смертельним або летальним. Теплофізична складова — час проникнення тепла в центр банки. Зменшують летальний час антибіотичні речовини рослинного походження (*фітонциди*), значний вміст солі. За низького вмісту солі, цукру та жиру летальний час збільшується.

З урахуванням усіх вказаних факторів встановлюють формулу стерилізації, під якою розуміють умовний запис даних, що характеризують режим процесу.

Допоміжні вологі способи теплової обробки

До допоміжних вологих способів теплової обробки відносяться бланшування, ошпарювання, розігрівання, знежирювання, розморожування, обварювання, розварювання, уварювання.

Бланшуванням називається тепла обробка сировини за визначеного температурного режиму у воді, парі або у водних розчинах солей, цукру, органічних кислот, лугів. Від бланшування значною мірою залежить якість та вихід продукту. Але залежно від виду сировини та обраної технології бланшування сировини передбачає такі завдання:

- *змінити об'єм сировини та масу* — бланшування бобових, рису перед стерилізацією та ін.
- *розм'якшити сировину* з метою полегшення видалення неїстівних частин — шкірочки, кісточок, зернят, що характерно під час переробки плодоовочевої сировини.
- *підвищити клітинну проникність* — цитоплазматичні мембрани плодових клітин гальмують протікання деяких технологічних процесів: пресування, соління, зацукрювання.

Так, згідно з вимогами до варення, плоди після варіння повинні зберегти початковий об'єм і не бути зморщеними, а співвідношення між плодами і сиропом на рівні 1:1. Виходячи з цих вимог, варення необхідно варити так, щоб видалена під час варіння волога компенсувалась цукром, що проник у плоди. Небланшовані плоди стають зморщеними. У бланшованих плодах клітинна проникність зростає і з наступним зануренням в сироп одночасно відбувається осмос і дифузійне проникнення цукру до плодової клітини через пошкоджені цитоплазматичні мембрани. Але для цього потрібно створити перепад тиску по обидва боки мембран (чергування нагрів — охолодження), тому що і загибла клітина працює як осмотична система.

- *запобігти втратам речовин з сировини під час подальшої їх термообробки шляхом створення коагуляційного шару на поверхні;*
- *інактивувати ферменти,*
- *зниження вмісту сторонніх речовин (нітритів та нітратів; летких сірчистих сполук, які входять до складу білків і які надають продукту неприємний запах; глюкозидів, які надають неприємного гіркуватого присмаку — чорноплідна горобина, баклажани, спаржа; покращується смак терпких плодів);*
- *збереження поверхні продукту:* при бланшуванні плодів руйнується поверхневий восковий шар плодів з утворенням дрібних тріщин на шкірці, що запобігає утворенню великих тріщин, сповзанню шкірочки і розтріскуванню — сливи, виноград, деякі сорти яблук; перед смаженням качки також рекомендується її бланшувати — шкіра стає міцнішою, пори закриваються і під час приготування вона стає хрусткою.
- *збереження кольору зелених овочів:* шпинату, брокколі, спаржі, зеленого горошку тощо — спочатку обшпарюють кип'ятком або відварюють, а потім занурюють у крижану воду;
- *полегшення очищення від шкірки* (помідори, перець солодкий, окуневі та осетрові риби).

Обварювання — короткочасна обробка поверхні продукту гарячою водою або парою за температури нижче 100°C з метою послаблення зв'язків між частинами, які потрібно видалити під час обробки (волосяний покрив, щетину, пір'я), а також зменшення

механічної міцності шарів (епідермісу, слизової оболонки), що видаляються. Наприклад, ошпарювання шлунків тварин проводять для послаблення зв'язку слизистої оболонки зі стінкою шлунка за 62...65°C. Язики ошпарюють для послаблення зв'язку між сполучною оболонкою (шкірою) та тілом язика за 75... 80°C.

Розварювання сировини проводиться в киплячій воді або парю для руйнування структури тканини і полегшення протирання під час виготовлення фруктового або овочевого пюре, соків з м'якоттю, повидла, консервів для дитячого і дієтичного харчування. Тривалість розварювання складає від 15 до 25 хвилин за температури 100...110°C.

Уварювання — видалення вологи з продукту під час кипіння. Уварювання широко використовують у кондитерському, цукровому, консервному, молочному та інших виробництвах. Найбільш доцільним є спосіб уварювання у вакуум-уварювальних апаратах низького тиску. За низьких температур кипіння і короткочасного впливу тепла більш повно зберігаються цінні компоненти продукту і властиві йому колір, смак і запах, що підвищує якість готової продукції.

За методом ведення процесу розрізняють періодичне та неперервне уварювання. За періодичного процесу вихідний розчин може завантажуватися за один раз або порціями. Після досягання необхідної концентрації згущений розчин вивантажують, а апарат завантажують новою порцією вихідного розчину. За неперервного процесу уварювання безперервно підводять гріючу пару та початковий розчин і безперервно відводять уварений розчин, вторинну пару та конденсат гріючої пари.

3.3. СУХІ СПОСОБИ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

Характерною особливістю сухих способів теплової обробки продуктів є отримання продуктів із специфічним запахом і ароматом смажених, копчених або запечених та золотистою кірочкою. До таких способів відносять смаження, випікання, сушіння та інші.

Смаження

Смаження (жаріння) — теплова обробка продуктів на жири (або без нього), що дає змогу довести їх до кулінарної готовності за

температури, яка забезпечує набуття ними специфічного смаку і кольору.

Різновиди смаження

1. **Основний спосіб** — смаження у невеликій кількості жиру (5–10% до маси продукту) при температурі 140–160°C. У ресторанных технологіях часто використовують **сотерування** (cote) при смаженні м'яса, птиці, риби, картоплі, кабачків, цибулі та інших продуктів, нарізаних тонкими скибочками, при якому швидко опускають продукт в невелику кількість киплячого жиру на короткий час та використовують прийом «*підкидати, стрибати*». Швидке смаження попередньо замаринованих та обсушених невеличких шматочків м'яса, риби, птиці здійснюють на сковороді вок сферичної форми основним способом та у фритюрі при високій температурі.

2. **У фритюрі** — смаження у великій кількості жиру (співвідношення продукту і жиру не менше 1:4–6) при температурі 170–190°C.

3. **Смаження у жарильній шафі** при температурі 240–270°C.

4. **Смаження на відкритому вогні** (барбекю) при температурі 180–200°C (на решітках або шпажках).

5. **Смаження в ІЧ-апаратах** (інфрачервоне випромінювання).

Застосовують також комбіноване смажіння, коли використовуються одразу декілька способів передачі тепла (наприклад, конвекція і безпосередній вплив теплових променів, конвекція і контактний спосіб та інші). Температурний режим смажіння може бути як постійний, так і змінний.

Смаження на грилі — це швидкий спосіб приготування за допомогою інфрачервоного нагріву. Розрізняють наступні способи приготування за допомогою ІЧ-випромінювання:

- над джерелом тепла (вугілля, газові або електричні грилі, гриль-лава);
- під джерелом тепла (газові або електрогрилі — саламандра);
- між джерелами тепла (шампура, металеві решітки або пластини, що нагріваються).

Барбекю — це жаріння м'яса, риби, птиці, овочів, фруктів на задалегідь нагрітих і змащених жиром шампурах над сильним джерелом тепла (вугілля, газ або дрова). При використанні твердого палива (деревного вугілля або брикетів для барбекю) полум'я і дим повинні зникнути, перш ніж продукти поміщають на лозини,

інакше страва вийде з неприємним присмаком. Барбекю-казан забезпечений куполоподібною кришкою з двома отворами для вентиляції. Таким чином створюється ефект запікання як в духовій шафі, але з ароматом димку. Щоб отримати додатковий аромат, вугілля можна посипати розмарином або стеблами фенхеля.

Слід правильно підбирати температурний режим. Так, якщо для риби достатньо 170–200°C, то для м'яса з кров'ю потрібно біля 350°C.

Ступінь готовності для м'яса у ресторанних технологіях може бути в *англійській термінології*:

- EXTRA-RARE або BLUE — прогріте м'ясо до 46–49°C і швидко «закрите» на грилі (сире, але не холодне);
- RARE (з кров'ю) — непрожарене м'ясо з кров'ю (200°C, 2–3 хвилини) обсмажене зовні, червоне всередині, температура м'яса в середині 49–55°C;
- MEDIUM RARE (слабка прожарка) — м'ясо лише доведене до стану відсутності крові, з соком яскраво вираженого рожевого кольору (190–200°C, 4–5 хвилин), температура 55–60°C;
- MEDIUM (середня прожарка) середнепрожаренное, всередині світло-рожевий сік (180°C, 6–7 хвилин), температура 60–65°C;
- MEDIUM WELL (майже просмажене) — м'ясо з прозорим соком (180°C, 8–9 хвилин,) температура 65–69°C;
- WELL DONE (просмажене) — м'ясо майже без соку (180°C, 8–9 хвилин + доготовка в пароконвектоматі), температура 71–100°C;
- TOO WELL DONE або Overcooked (сильно просмажене — мінімальне наявність м'ясного соку, температура м'яса більше 100°C.

у французькій термінології:

- майже сире (*blue*),
- з кров'ю у середині (*saig-nant*),
- середньої просмаженості (*a point*),
- добре просмажене (*bien frit*).

Смаження під тиском

В даний час ведуться дослідження нового способу обробки продукту — *смаження під тиском*. Апарат складається з традиційної сковорідки з термостатичним тепловим контролем. Продукт кладеться в кошик для смаження, поміщений у гарячу рослинну

олію. Волога з нього випаровується за короткий проміжок часу та затримується в ізольованому вузлі для смаження, створюючи необхідний тиск.

Переваги смаження під тиском:

- в продуктах залишається більше вологи, ніж при традиційному способі, вони соковиті і приємні на смак, що особливо важливо для страв із продуктів з невеликим вмістом соку, наприклад, дрібної риби;
- швидкість приготування зростає (тиск створює швидкий теплообмін на поверхні продукту, а також подобу турбулентного руху в олії, змушуючи продукт увесь час переміщатися в ньому).

Смаження під тиском відкриває широкі можливості для удосконалювання процесу приготування їжі, його інтенсифікації.

Випікання використовують як метод тривалого приготування продуктів харчування під дією сухого тепла, спричиненого тепловою конвекцією, але не тепловим випромінюванням, як правило, а також в печі, але, в окремих випадках, і в гарячому попелі або на розпечених каменях. В основному використовується для готування хліба, тортів, печива, пирогів та інших кондитерських та хлібобулочних виробів. Процес випікання відбувається при температурі від 160 до 250°C.

Сушінням називається процес видалення з продукту будь-якої рідини. Враховуючи, що при цьому видаляють переважно воду, під сушінням розуміють процес зневоднення. Вологу видаляють *механічними* (пресування, фільтрування, центрифугування тощо) та *тепловими* (випарювання і конденсація) способами.

При тепловому способі тепла енергія витрачається на зміну агрегатного стану вологи — перетворення води в пару. Механічне видалення вологи з продуктів є недорогим способом, ніж теплове сушіння. Унаслідок цього за дуже великої вологості матеріал піддають спочатку механічному зневоднюванню (пресуванню).

Теплове сушіння роблять наприкінці технологічного процесу обробки вологих продуктів, коли необхідно видалити міцно зв'язану з ними вологу.

Розрізняють природне теплове сушіння і штучне.

Природне сушіння проводять на відкритому повітрі без додаткового нагрівання. Процес відрізняється великою тривалістю, не

регулюється, висушений матеріал має порівняно високу залишкову вологість.

Штучне сушіння здійснюється за допомогою нагрітого повітря або димових газів, які безпосередньо контактують з матеріалом, нагріваючи його і поглинаючи вологу. На цей процес затрачається багато теплової енергії. Однак цей спосіб є єдиним для повного видалення з харчових продуктів міцно зв'язаної вологи.

Штучне теплове сушіння може бути *контактним, конвективним, радіаційним, високочастотним і сублімаційним*.

Контактне сушіння здійснюється під час нагрівання матеріалу теплоносієм через стінку, що проводить тепло. Завдяки контактності з нагрітою стінкою, продукт прогрівається і висушується. Водяна пара видаляється із сушарки через штуцер. Контактним способом сушать молоко, дріжджі, пастоподібні продукти (овочеві і фруктові пюре, а також пасти).

При конвективному сушінні продукт обтікається струменем нагрітого повітря, що, поглинувши вологу і віддавши тепло, відводиться із сушильної камери вентилятором. Цим способом сушать хлібні вироби, цукор-рафінад, кондитерські вироби (мармелад, пастилу), сипучі матеріали (зерно, комбіорма).

Радіаційне сушіння здійснюється шляхом опромінення продукту інфрачервоними променями. Цим способом сушать бісквіти, тонкі шари тіста, печиво. Вологий продукт під дією теплових інфрачервоних променів швидко прогрівається, у той час як повітря в просторі між лампами і матеріалом майже не нагрівається. Таким чином, витрати тепла в навколишнє середовище за радіаційного сушіння незначні і тривалість процесу дуже невелика внаслідок швидкого видалення вологи з продукту.

Сушіння в полі струмів високої частоти застосовуються для видалення вологи, міцно зв'язаної з продуктами, наприклад, какао-бобів, зерна та інших. В електричному полі виникає інтенсивне коливання молекул вологого матеріалу. Унаслідок тертя між молекулами виділяється тепло, завдяки якому матеріал швидко нагрівається і висушується. При цьому відбувається рівномірний прогрів його по всій товщині, у зв'язку з чим продукт сушиться рівномірно, швидко і на його поверхні не з'являються пересушені скоринки.

Сублімаційне сушіння являє собою видалення вологи із замороженого продукту. Процес сушіння складається з двох стадій: заморожування за температури нижче 0°C, коли вся волога в продукті замерзає, і випарювання вологи з льоду у вакуумі без його плавлення (сублімація). Вологий продукт попередньо заморожують за температури близько -15...-18°C. Сублімаційно висушені продукти, зберігають колір, смак, запах, поживні властивості і біологічну цінність (білки, вітаміни).

В ресторанній практиці сушіння фруктів, овочів використовується для отримання чіпсів. Чіпсами є дуже тонкі зрізи овочів (баклажана, топінамбура, цукіні, та інших) і фруктів (апельсина, грейпфрута, яблука тощо), підсушені в духовій шафі до хрусткого стану. Фрукти, як правило, заздалегідь проварюють в цукровому сиропі, а потім підсушують при 100°C. Їх зазвичай використовують для прикраси рестораних страв, а також створюють смаковий контраст (наприклад ніжний смак крему і хрусткі чіпси).

Допоміжні сухі способи теплової обробки

До сухих способів допоміжної теплової обробки відносяться *пасерування, обсмажування, підсушування, підпікання, темперування, упарювання* та ін.

Пасерування — короткочасне смаження продуктів з жиром або без нього для вилучення духмяних та барвильних речовин перед наступною тепловою обробкою (пасерують моркву, цибулю, білі корені, борошно для супів, тушкованих страв тощо).

Обсмажування — короткочасне смаження продуктів без доведення їх до кулінарної готовності для надання готовим виробам певних органолептичних властивостей.

Підсушування застосовується для підвищення стійкості під час зберігання зерна, харчових продуктів, біопрепаратів, желатину тощо.

Підпікання використовується у технології приготування бульйонів (цибулю, моркву, біле коріння кладуть на суху добре нагріту поверхню очищеними).

Останнім часом підпечені з обох сторін риба, морепродукти, філе птиці, рідше м'ясо стають основним інгредієнтом популярних «теплих салатів» з різними видами листових овочів. В результаті утворюється ароматна хрустка скориночка, а усередині продукт залишається ніжним, соковитим.

Темперування — процес витримування продукту за певних умов (температура, відносна вологість повітря, тривалість). Метою цього процесу є надання продукту певних характеристик (консистенції, смаку, запаху, кольору). Темперування знайшло місце у технологіях виробництва багатьох харчових продуктів: у кондитерському виробництві (темперування шоколаду), у пивоварінні (темперування дріжджових суспензій), також у виробництві коньяків, вин, сиру та ін. Для кожної технології виробництва продуктів харчування характерні свої параметри температуру, які залежать від бажаного результату.

3.4. КОМБІНОВАНІ СПОСОБИ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

Для надання продуктам особливого смаку, аромату, соковитості, а також для їх розм'якшення використовують комбіновані способи теплової обробки

Комбіновані способи теплової обробки передбачають об'єднання декілька способів теплової обробки. До комбінованих способів теплової обробки відносять тушкування, запікання, варіння з подальшим обсмажуванням чи коптінням.

Тушкування — доведення до готовності у соусі або бульйоні зі спеціями, духмяними овочами, харчовими кислотами продуктів, попередньо обсмажених (м'ясо, птиця, риба, картопля, морква), відварених (цвітна капуста) або сирих (капуста білокачанна, риба).

Тушкування буває двох видів:

- *коричневе тушкування* — попередньо обсмажені продукти з рум'яною скоринкою або з мінімальним забарвленням тушкують (припускають) у наплитному посуді, глиняних горшечках, спеціальному овальному посуді (кассерол) або тушкують (запікають) у параконвектоматі (духовій шафі) — напівфабрикати з м'яса, птиці, риби, обсмажені овочі тощо;
- *Біле тушкування* — тушкування (припускання або запікання в соусі або бульйоні зі спеціями, духмяними овочами, харчовими кислотами) без обсмажування продуктів або бланшованими: м'ясо, птиця, селера, капуста, підшлункова залоза телятини, ягнятини тощо.

Запікання — це обробка виробів гарячим повітрям або повітряно-димовою сумішшю у тепловій камері, щоб довести їх до кулінарної готовності та утворення специфічної скоринки.

Запікання застосовують у виробництві кулінарних виробів (запечена птиця, м'ясо, печена картопля, печені яблука, запіканки, лазанья та інші), ковбас, м'ясних хлібів, солених м'ясних, рибних продуктів та інших.

У м'ясній промисловості запікання, як правило, проводиться в декілька стадій з поступовим підвищенням температури гріючого середовища від 70°C до 180°C у виробництві м'ясних хлібів і від 70°C до 80°C з термообробкою копчено-запечених ковбас. В обох випадках нагрівання ведуть до досягнення в центрі продукту температури 70°C.

Специфічними особливостями процесу запікання є те, що в результаті прямого контакту виробів з гріючим середовищем відбувається інтенсивне короткочасне випаровування вологи, що приводить до утворення поверхневого ущільненого шару, який перешкоджає подальшому виходу вологи (як у вигляді пари, так і у вигляді бульйону) із продукту. При цьому вихід готової продукції стає більшим. Втрати під час запікання проходять майже виключно за рахунок випаровування вологи і витікання невеликої кількості витопленого жиру. Отже, під час запікання всі інші складові частини продукту практично повністю зберігаються.

Папільот. У перекладі з французької кулінарний термін «Папільот» означає конвертик, зроблений з фольги або пергаментного паперу для запікання в духовій шафі або на барбекю. Для цього способу використовують також термостійку вінілову плівку, рукав, спеціальні пластикові пакети. Це швидкий спосіб приготування риби, овочів і курячого м'яса. Конвертики або рукав повинні бути щільно закриті, щоб під час запікання не виходила пара. При цьому риба готується у власному соку, залишається соковитою і ароматною. Температура запікання повинна бути біля 200°C.

Запікання продуктів в духовій шафі під соусом, з сиром або сухарями в порційному посуді широко використовується у вітчизняній кулінарії. У європейській кухні такі страви називають **гратен**.

Коптіння — це процес термічної обробки продуктів за допомогою димових газів та коптильних препаратів з метою надання

продуктам специфічних смаку та аромату і підвищення їх стійкості до зберігання. Якість коптіння залежить від хімічного складу коптільного середовища — повітряно-димової суміші, яку одержують у результаті спалювання деревини і тирси при традиційному способі коптіння або від коптільних препаратів (рідин) при бездимному коптінні.

Надають продукту специфічного аромату і присмаку кислоти, альдегіди і фенольні сполуки, що містяться в диму з деревини і які мають бактерицидні властивості. Недоліком димового коптіння є те, що до складу диму входять канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводні, з яких найбільш активним є 3,4-бензпірен.

Залежно від температури, при якій проходить процес, розрізняють три види коптіння:

- гаряче;
- напівгаряче;
- холодне коптіння.

Гаряче коптіння проводять при за температурі 35...50°C протягом 24 годин (застосовують коптіння після варіння у виробництві напівкопчених ковбас). За тривалого гарячого коптіння в тканинах сирих продуктів з помітною швидкістю проходять ферментативні зміни, в результаті яких виріб стає придатним в їжу без додаткової кулінарної обробки.

При виробництві копчено-запечених ковбас, м'ясних рулетів коптіння органічно поєднується з термічною обробкою виробів — запіканням. Під час коптіння продуктів відносну вологість повітряно-димової суміші доцільно підтримувати на рівні 40...45%, щоб одночасно проходило їх сушіння.

Напівгаряче коптіння (обсмажування) — короткочасне коптіння за відносно високої температури. Параметри процесу залежать від виду, розміру виробу та конструкції обжарювальної камери. Тривалість 0,5...2,5 години при температурі від 60...110°C.

Процес проводять у дві фази: спочатку підсушування оболонки за 50...60°C; потім обсмажування за максимальних температур. У кінці обсмажування температура у центрі батона 45°C для виробів малого діаметра і 30...35°C для м'ясопродуктів більшого діаметра.

Холодне коптіння здійснюється за температури 18...22°C протягом 2...3 діб. Застосовують при виготовленні сирокочених

виробів з м'яса та риби з метою збільшення випуску копчених виробів без пониження їх якості. Коптіння можна провести протягом 20...22 год за температури 26...28°C.

Коптильні препарати (рідини), що складаються із суміші хімічних речовин, які отримують з конденсату диму, з водного розчину суміші хімічних речовин, ідентичних тим, що містяться у коптильному диму, та інших.

Залежно від виду коптильного препарату та можливостей виробництва застосовують декілька способів їх використання — введення в фарш; зрошування поверхні продукту перед тепловою обробкою; занурювання продукту у розчин коптильної рідини; розпорошування в обжарювальній камері; електростатичне нанесення дрібно розсіяних частинок коптильного препарату.

Під час використання коптильних препаратів вироби обжарюють без використання диму у камерах за звичайних режимів.

3.5. ОХОЛОДЖЕННЯ, ЗАМОРОЖУВАННЯ ТА РОЗМОРОЖУВАННЯ

До термічної обробки відносяться процеси *охолодження та заморожування* сировини та харчових продуктів.

Охолодження — процес зниження температури сировини чи продуктів до заданої температури, але не нижче кріоскопічної з метою збереження необхідної якості продукту протягом певного часу. При охолодженні відбувається передача теплової енергії за допомогою теплового випромінювання, теплопровідності і конвекції.

Основне завдання охолодження полягає у створенні несприятливих умов для розвитку ферментативних і мікробіологічних процесів в харчових продуктах, а також необхідних параметрів для ведення технологічних процесів (наприклад охолодження фаршу при виготовленні ковбасних виробів).

Розрізняють *штучне і природне* охолодження. При природному охолодженні температура продуктів може бути знижена до температури навколишнього повітря, а при штучному — до більш низьких температур.

Охолодження на повітрі. Охолодження харчових продуктів в повітрі супроводжується випаровуванням вологи з поверхні

і виділенням внутрішнього тепла за рахунок біологічних процесів. Таким чином, охолодження є комплексним процесом тепло- і масообміну.

Основними параметрами режимів є температура, середня швидкість руху і відносна вологість повітря. На швидкість охолодження впливає ряд факторів: розміри продукту, величина його поверхні, маса продукту, питома теплоємність, початкова температура продукту, кінцева температура продукту і багато інших.

Водне охолодження. Широко використовується льодяну воду ($1...4^{\circ}\text{C}$) для охолодження продуктів до $4...6^{\circ}\text{C}$. Вода має більшу теплоємність і вищий коефіцієнт тепловіддачі, ніж повітря. З метою економичності води застосовують систему водообороту — її охолоджують у спеціальних спорудах (градирнях), очищують і знову використовують як холодильний агент.

Крижане охолодження. Крижане охолодження є найпростішим способом охолодження продуктів харчування, фізичну основу якого становить процес плавлення льоду і снігу. Залежно від способу отримання, лід буває природним або штучним.

Крижане охолодження застосовується в льодовиках. Лід закладають в такій кількості, щоб його вистачило на певний час, обсяг льоду повинен бути в 4–5 разів більше обсягу камер з продуктами. При крижаному способі можна знизити температуру до $6-8^{\circ}\text{C}$ і вологістю 90–95%.

Льодосоляне охолодження. Джерелом холоду є суміш льоду і кухонної солі. Чим більше солі, тим нижче температура суміші. Зниження температури відбувається до певної межі. Найнижча температура льоду з кухонною сіллю становить $21,20^{\circ}\text{C}$. Підсолена суміш дозволяє створювати в охолодженому середовищі більш низькі температури в порівнянні з крижаним охолодженням.

Охолодження сухим льодом. Сухий лід — тверда вуглекислота, яка за зовнішнім виглядом являє собою шматки речовини, схожої на крейду, але дуже холодні і швидко випаровуються при звичайній температурі. У звичайних умовах він з твердого стану перетворюється безпосередньо в пароподібний (відбувається процес сублімації). При цьому температура знижується до $-78,90^{\circ}\text{C}$. Сухий лід дуже зручний для охолодження продуктів, оскільки не виділяє вологи, не забруднює продукти, має низьку температуру.

Однак застосування його обмежене через порівняно високу температуру.

Штучне охолодження. Найбільшого поширення набув процес штучного охолодження з використання прихованої теплоти пароутворення рідин, киплячих при низьких температурах. Такі рідини отримали назву холодильних агентів. Перенесення тепла здійснюється в холодильних машинах. Хладоагент є хімічна речовина, призначена для відведення тепла від охолоджуваного середовища

Холодильною машиною називається сукупність пристроїв, необхідних для безперервного відводу тепла від охолоджуваного середовища при низькій температурі і передачі його навколишньому середовищу при високій температурі.

Існуючі холодильні машини поділяються на дві групи:

- *компресорні* — працюють з витратою механічної енергії;
- *адсорбційні* — працюють з витратою теплової енергії.

Найбільше застосування мають компресорні холодильні машини.

Основними холодильними агентами переважно є аміак, фреони (хладони) і деякі вуглеводні. *Аміак* — помірний холодоагент, має низьку вартість, високі теплофізичні показники, але є токсичним, вибухонебезпечним, агресивним до деталей з міді та її сплавів. *Фреони* (понад 50 різних фреонів та їх сумішей) — нешкідливі і негорючі, використовуються у всіх температурних групах. *Вуглеводні* (етан, пропан, етилен) мають низьку температуру замерзання, але є вибухонебезпечними. В даний час широко застосовуються холодильні агенти — аміак і фреон-22.

Кожен спосіб охолодження оцінюють за сукупністю ознак, серед яких першорядне значення мають якість продукту і економічність способу охолодження. Охолодження продуктів починається з поверхневих шарів, а потім поступово поширюється в середину. Швидкість охолодження й кінцева температура охолоджуваних продуктів у багатьох випадках є визначальними для успішного холодильного зберігання, особливо продуктів рослинного походження. Якщо швидкість недостатньо велика, то у продукті часто відбуваються небажані зміни внаслідок руйнівної дії мікробіологічних і ферментативних процесів, що можуть випереджати процес охолодження. Чим швидше та глибше охолодити свіжі продукти, тим краще збережуться їхні початкові показники якості та зменшаться втрати їх маси.

Заморожування. Заморожування харчових продуктів відбувається внаслідок зниження температури нижче точки замерзання його соків (кріоскопічної точки). Кріоскопічна точка залежить від концентрації розчинних речовин в клітинному соку і складає в середньому: для м'яса від $-0,6$ до $1,2^{\circ}\text{C}$; молока — $0,55^{\circ}\text{C}$; яєць $-0,5^{\circ}\text{C}$; риби від $-0,6^{\circ}$ до -2°C і т.д. При подальшому охолодженні температуру знижують від -18 до -25°C ; у деяких випадках до -50 , -60°C і нижче. При цьому майже вся вода в продуктах замерзає, практично повністю припиняються життєдіяльність мікрофлори і активність ферментів, унаслідок чого продукти тривало і якісно зберігаються за умови, що температура весь час залишається на такому ж низькому рівні. Стійкість замороженим продуктам надає перетворення води з крапельнорідинного стану у твердокристалічний.

Тваринні та рослинні тканини містять клітинну рідину, яка є розчином солей, білків і вуглеводів і є колоїдами. Характер замерзання колоїдних розчинів відрізняється від замерзання молекулярних сольових розчинів. Чистий сольовий розчин під час замерзання розділяється на дві фази — воду та сіль; під час розмерзання сіль знову рівномірно розподіляється у воді, утворюючи первісний розчин. Таким чином, процес замерзання сольового розчину є оборотним.

У колоїдних розчинах частки речовин, розподілені в розчиннику, значно більше в порівнянні з частками в молекулярних сольових розчинах. Зі зниженням температури продукту до кріоскопічної точки клітинного соку, що залежить від концентрації і солей у ньому, розчин починає замерзати. Кристали, що утворилися на початку замерзання, складаються переважно із чистого розчинника — води. З вимерзанням чистого розчинника концентрація клітинного соку зростає, а кріоскопічна температура знижується. Отже, у процесі заморожування значення концентрації як параметра розчину збільшується, у зв'язку з чим підсилюється коагулююча дія солей на колоїди. У міру вимерзання води температура замерзання розчину, що залишився, безупинно знижується внаслідок збільшення в ньому концентрації солей.

Цей процес триває доти, поки розчин не досягає евтектичної концентрації, за якої він замерзає без відділення чистого розчинника за температури, що називається евтектичною.

Евтектична температура харчових продуктів відповідає температурі, за якої вся рідина, що входить у їхній склад, перетворюється у твердий стан. Евтектична температура харчових продуктів знаходиться в межах $-60...-65^{\circ}\text{C}$.

У холодильній технології воду, що перетворилася в лід під час заморожування продукту, прийнято називати «вимороженою водою». Під цим терміном мають на увазі кількість льоду за даної температури, віднесену до сумарної кількості води й льоду, які містяться в продукті за цієї ж температури, або до загальної кількості води в продукті.

До початку заморожування кількість вимороженої води дорівнює нулю, за евтектичної температури кількість її досягає 100%. Кількість вимороженої води є тільки функцією температури і властивостей продукту і не залежить від способу, швидкості та умов заморожування.

Види заморожування. Залежно від способу відводу теплоти й конструкції холодильне устаткування можна поділити на:

- апарати з заморожуванням;
- апарати з холодним повітрям;
- апарати з охолодженим розчином;
- контактним способом;
- апарати з рідким і пароподібним холодоносієм;
- апарати з глибоким вакуумом.

Заморожування охолодженим повітрям. Під час заморожування повітря є передавачем теплоти продукту, що заморожується, до холодоагенту, що циркулює у середині (іноді на поверхні) теплообмінника-холодильника (морозильні камери і морозильні установки повітряного охолодження).

Заморожування в охолодженому розчині. Розсіл, що перебуває в ємності, охолоджується за допомогою випарника і подається насосом у морозильну установку (це найстаріший спосіб).

Безконтактне заморожування. Цим способом заморожування продукту здійснюють у металевій формі або у водонепроникній упаковці, занурюючи в охолоджений розчин солей. Умовою швидкого заморожування є ретельне розміщення продукту у формі, що виключає утворення повітряних кульок, які зменшують теплопередачу і знижують швидкість заморожування.

Заморожування продуктів у рідкому холодоагенті. Використовують безпечні холодоагенти (рідкий азот та інші).

Заморожування у глибокому вакуумі. Заморожування продуктів за зниженого тиску (адіабатичне охолодження) є основною операцією під час сублімаційного сушіння продуктів. Окремо процес не використовується, але є перспективним для продуктів, у яких механічне пошкодження тканини привело б до погіршення їх показників якості, а також для продуктів, які небажано піддавати теплової обробці.

Розморожування харчових продуктів — це технологічний процес перетворення води, що міститься в них, із твердого стану в рідке й можливе відновлення їхніх природних властивостей. Під час розморожування необхідно, щоб харчові продукти зберегли первинні властивості з найменшими втратами показників якості.

Термін «розморожування» іноді заміняють терміном «дефростація». Способи і режими дефростації залежать від виду продукту і його використання. Наприклад, заморожене м'ясо розморожують в камерах з високою відносною вологістю повітря, а рибу розморожують в ваннах з водою або розсолем при температурі 15...20°C або в установках з безперервною циркуляцією рідини. Розроблено спосіб розморожування нагріванням продуктів струмами високої частоти.

Під час заморожування та холодильного зберігання відбувається переміщення води з клітин у міжклітинні та міжволоконні простори. Під час розморожування вода, що утворюється під час танення льоду, повинна переміщатися у волокна та клітини тканини. Тому дуже важливо створити умови і режим для найбільш повного відновлення вихідного розподілу вологи між клітинами й міжклітинними просторами. Порушення його призводить до витікання соку з продукту, втраті поживних і смакових властивостей, зміни консистенції та кольору. Витікання соку під час розморожування може відбуватися в результаті:

- ушкодження тканин, клітин і волокон кристалами льоду, внаслідок чого їх здатність утримувати вологу різко знижується;
- часткової втрати здатності клітинних білків до набрякання;
- біохімічних змін у тканинах, які приводять до зміни реакції середовища, структури тканини, частковому розпаду складних

речовин до більше простих, що мають меншу здатність до поглинання вологи.

Під час розморожування біохімічні реакції у тваринних і рослинних тканинах підсилюються у бік гідролітичних реакцій, що також погіршує гідрофільність тканини і сприяє витіканню соку.

Харчові продукти розморожують такими методами, що принципово відрізняються за способом підведення тепла:

- підведення тепла до поверхні продукту від більше нагрітого зовнішнього середовища;
- одночасне нагрівання продукту по всьому об'ємі в полі НВЧ.

Розморожування шляхом теплообміну із зовнішнім середовищем поділяють на:

- повільне на повітрі за температури 0...4°C;
- на повітрі за 15...20°C;
- у пароповітряному середовищі за 25...40°C;
- зрошенням водою за температури 4...20°C;
- зануренням у воду за температури 4...20°C;
- у дрібно дробленому льоді за температури 0...1°C;
- на гарячій металевій поверхні за температури 180...200°C;
- діелектричним (об'ємним) нагріванням у полі НВЧ.

Одним з основних показників під час вибору способу розморожування є якість отриманого продукту та вплив на нього середовища:

- повітряне середовище доцільно застосовувати для розморожування дрібних продуктів;
- поле НВЧ — для кулінарних виробів;
- гарячу металеву поверхню — для напівфабрикатів;
- воду — для розморожування риби, птиці, плодів;
- пароповітряне середовище — для м'яса.

Питання для самоконтролю

1. Види термічної обробки продуктів харчування, їх класифікація.
2. Теплофізичні властивості продуктів.
3. Характеристика та призначення теплових процесів.
4. Вологі способи теплової обробки. Характеристика та призначення процесів.

5. Сухі способи теплової обробки. Характеристика та призначення процесів.

6. Охолодження, заморожування та розморожування: їх різновиди, характеристика та призначення процесів.

Розділ 4. БІОХІМІЧНІ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

4.1. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В основі багатьох харчових технологій лежить біохімічні процеси, які протікають за участю ферментів і мають велике практичне значення. В наш час більшість галузей харчової промисловості (виробництво хлібобулочних виробів, вина, пива, спирту, сиру, органічних кислот, чаю) засновані на використанні різноманітних ферментативних процесів. Використання ферментів дозволяє інтенсифікувати технологічні процеси, підвищувати якість продуктів, покращувати їх товарний вигляд.

Харчова промисловість в значних кількостях використовує ферментні препарати мікробного походження. Використання ферментів перетворилося у найважливіший промисловий принцип удосконалення харчових технологій.

В харчових продуктах міститься велика кількість ферментів, які суттєво впливають на їх якість та зберігання. Ферменти, що містяться в продуктах, можуть бути представлені такими видами:

- природними ферментами тваринних та рослинних клітин;
- ферментами, які накопичуються у готовому продукті в результаті попадання в неї мікроорганізмів в процесі їх життєдіяльності;
- ферментними препаратами, які використовуються при виробництві харчових продуктів.

Ферменти — це біологічні каталізатори білкової природи, які синтезуються в живих клітинах рослин, тварин або мікроорганізмів і регулюють перебіг всіх важливих процесів організму.

Ферментний препарат відрізняється від ферменту тим, що крім активного білка містить різні баластні речовини. Часто такий препарат містить не один, а декілька ферментів.

Ферменти можуть бути отримані під час культивування спеціальних мікроорганізмів, які в процесі росту і розвитку залежно від

умов можуть здійснювати спрямований синтез тієї або іншої групи ферментів і виділяти їх у середовище (*екзоферменти*) або накопичуватись в самій клітині (*ендоферменти*).

Для одержання ферментних препаратів використовують деякі рослинні організми або окремі органи рослин і тварин. Однак промислове виробництво ферментних препаратів з рослинної і тваринної сировини лімітується обмеженістю сировинних ресурсів і відносно невеликим асортиментом ферментів, які з неї можуть бути отримані. Найбільш перспективним є виробництво ферментів мікробного походження, тому що для такого виробництва сировинні ресурси невичерпні, а асортимент ферментів надзвичайно широкий. Мікроорганізми в спеціально створених умовах здатні синтезувати значну кількість ферментів. Продуцентами їх можуть бути бактерії, гриби, дріжджі, актиноміцети.

В процесах зберігання ферменти, що містяться в продуктах, можуть здійснювати як позитивний, так і негативний вплив на якість продуктів. Позитивна дія, наприклад, проявляється при дозріванні плодів та овочів, при зберіганні сиру, вина. В інших випадках ферменти можуть спричиняти погіршення якості або псування харчових продуктів, зменшення вмісту в них вітамінів. Так, згірнення молока, проростання зерна, поява солодкого смаку картоплі, псування м'яса та риби викликані негативною дією ферментів.

Ферменти прискорюють хімічні реакції, знаходячи «обхідні шляхи», що дозволяє молекулам долати активаційний бар'єр на більш низькому енергетичному рівні. Ферментативна реакція складається з двох стадій:

- на першій стадії відбувається утворення фермент-субстратного комплексу, перехідному стану якого відповідає значно нижча енергія активації;
- на другій стадії цей комплекс розпадається на продукти реакції та вільний фермент, який може взаємодіяти з новою молекулою субстрату.

Класифікація і номенклатура ферментів базується на реакції, що вони каталізують (тобто враховується специфічність ферментів). Істотним є також субстратна специфічність. Сьогодні у списку ферментів, що постійно поповнюється, більше двох тисяч назв.

Ферменти поділяють на 6 основних класів:

- *оксидоредуктази* — ферменти, що каталізують окиснювально-відновні реакції;
- *трансферази* — ферменти, що каталізують перенесення цілих атомних угруповань з однієї сполуки на іншу (наприклад, залишків моносахаридів, амінокислот, фосфорної кислоти, метильних і амінів груп тощо);
- *гідролази* — ферменти, що каталізують реакції гідролізу, тобто розщеплення складних органічних сполук на простіші за участю води;
- *ліази* — ферменти, що каталізують реакції утворення подвійного зв'язку або приєднання угруповань за місцем розриву подвійного зв'язку;
- *ізомерази* — ферменти, що каталізують реакції ізомеризації і утворення ізомерних форм різних органічних сполук;
- *лігази (синтетази)* — ферменти, що каталізують реакції синтезу, пов'язані з розривом високоенергетичного зв'язку АТФ та інших нуклеозидтрифосфатів та утворення С–С–; С–S–; С–O–; і С–N–зв'язків.

Активність ферментів визначається величиною рН і температурою — кожний фермент має оптимальну їх зону дії:

- *рН* — для більшості ферментів рН в межах 4,5...5,5 (слабко кисле середовище);
- *температура* — підвищення температури на 10°C збільшує швидкість реакції в 2...3 рази (правило Ван-Гоффа), але тільки в інтервалі температур 40...50°C.

Необхідно відмітити, що представники усіх класів ферментів є присутніми в рослинній сировині, що переробляється, і ферментативна активність сировини неминуче впливає на хід технологічних процесів. Цей вплив може бути як корисним, так і шкідливим. У другому випадку необхідно регулювати ферментативну активність в сировині шляхом його попередньої обробки або введення технологічно допустимих компонентів.

Оксидоредуктази

Оксидоредуктази (окисно-відновні ферменти) застосовуються переважно на завершальних стадіях переробки рослинної сировини з метою збереження харчових і смакових переваг харчових продуктів або модифікації органолептичних властивостей.

о-Дифенолоксидаза — універсальний рослинний фермент, присутній в усіх органах і тканинах. З дією цього ферменту пов'язано утворення темнозабарвлених сполук — *меланінів* в результаті окиснення киснем повітря амінокислоти — *тирозину*. Під дією о-дифенолоксидази рослинні феноли окислюються спочатку в хінони, які, конденсуючись, перетворюються на меланіни. Колір меланінів залежить від їх молекулярної маси: чим більшою є молекулярна маса, тим темнішим є забарвлення, в міру збільшення молекулярної маси колір змінюється від рожевого до чорного. Потемніння зрізів картоплі, яблук, грибів, персиків й інших рослинних тканин в більшій мірі або повністю залежить від дії о-дифенолоксидази.

У харчовій промисловості для запобігання ферментативного потемніння, яке має місце під час висушування плодів і овочів, а також у виробництві макаронних виробів з борошна з підвищеною активністю о-дифенолоксидази застосовують:

- теплову інактивацію ферменту (бланширування);
- підкислення (за $\text{pH} < 3$ фермент є нестабільним);
- додавання інгібіторів (аскорбінова кислота, NaHSO_3 , SO_2 , NaCl), за присутності яких відбувається відновлення о-хінонів у феноли і пригнічується процес конденсації хінонів;
- механічно оброблені продукти (очищені, нарізані) заливають слабкими розчинами лимонної кислоти, яка має хелатну дію: зв'язує каталітично активні іони міді, що в свою чергу, інактивує о-дифенолоксидазу;
- своєчасне занурення оброблених продуктів у воду (краще в злегка підсолену воду), оскільки процеси окиснення розвиваються з часом — якщо продукт негайно залити водою, роз'єднавши тим самим з киснем повітря, можна запобігти потемнінню.

Позитивна роль ферменту проявляється в деяких ферментативних процесах: наприклад, під час ферментації чаю. Окислення дубильних речовин чаю під дією о-дифенолоксидази призводить до утворення темнозабарвлених і ароматичних сполук, які визначають колір і аромат чорного чаю.

Ліпоксигеназа каталізує окиснення поліненасичених жирних кислот (лінолеву, ліноленову, арахідонову) та їх естерів киснем повітря з утворенням високотоксичних гідропероксидів. Ненасичені жирні кислоти перетворюються на гідропероксиди, таким чином

змінюється положення подвійного зв'язку. Гідропероксиди жирних кислот — активні окислювальні агенти, здатні окислювати ненасичені жирні кислоти, каротиноїди, хлорофіл, амінокислоти, аскорбінову кислоту.

Високу ліпоксигеназну активність мають бобові, льон, зародки злаків. У насінні соняшнику, рапсу, конопель, горіха активність ферменту є невеликою, вона зростає під час проростання насіння.

Ліпоксигеназі належить важлива роль в процесах дозрівання пшеничного борошна, пов'язаних з поліпшенням її хлібопекарських властивостей, продукти окиснення жирних кислот, що утворюються під дією ферменту, здатні викликати зв'язане окиснення ряду інших компонентів борошна (пігментів, SH-груп білків клейковини, ферментів та інші). Таким чином відбувається освітлення борошна, зміцнення клейковини, зниження активності протеолітичних ферментів та інші позитивні зміни.

Утворення гідропероксидів жирних кислот — початкова стадія їх деградації, в процесі якої утворюються леткі речовини, що створюють характерний запах згірклих олій, борошна, круп за їх тривалого зберігання.

Для запобігання негативним наслідкам дії ліпоксигенази в продуктах, що зберігаються, роблять різні заходи:

- для уникнення згіркнення борошна під час помелу зерна відділяють фракцію зародків — найбільш багату ліпоксигеназою частину зерна;
- під час фасування рослинних олій і жировмісних продуктів за можливості виключають попадання кисню.
- застосування різних антиоксидантів — токоферолів, каротиноїдів, янтарної і фумарової кислот флавоноїдів, аскорбінової кислоти, рослинних екстрактів, що містять комплекс різноманітних антиоксидантів.

Аскорбатоксидаза каталізує окислювання аскорбінової кислоти. Цей фермент міститься у багатьох рослинах (огірки, капуста, кабачки, перець) і приводить до руйнування вітаміну С. Наприклад, якщо подрібнити овочі, то за 6 годин зберігання вміст вітаміну С зменшиться наполовину. Є природні інгібітори цього ферменту: щавлева, лимонна, винна кислоти, пектин, флавоноїди, деякі білки. Інактивувати аскорбатоксидазу можна бланшуванням.

Гідролітичні ферменти

Гідролази каталізують розщеплення складних сполук на більш прості з приєднанням води. Гідролітичні ферменти є найважливішим класом ферментів, що використовуються у харчових виробництвах. Основною продукцією ферментної промисловості є препарати гідролаз, таких як ліпази, карбогідрази, протеази, пектинази, целюлази. Гідролітичні ферменти використовуються переважно в початковій, найбільш трудомісткій стадії переробки органічної сировини, коли необхідно розщепити структурні або запасні полімери, фрагменти яких далі піддаються трансформації під дією ферментів інших класів.

Субстрати гідролітичних ферментів — полісахариди, білки, ліпіди, нуклеїнові кислоти та інші природні сполуки.

Ліпази каталізують розщеплення жирів. Вони широко розповсюджені в природі і відіграють важливу роль в процесах, що відбуваються під час переробки і зберігання харчових продуктів. До них належать:

- ліпази рослинного походження (рицини, пшениці та інших злаків);
- ліпази тваринного походження (панкреатична, ліпаза молока);
- ліпази мікробного походження (бактерійні і грибні ліпази).

Ліпази є універсальними ферментами, що використовуються для перетворення ліпідів. Гідролітичне розщеплення жирів ліпазами відбувається з помітною швидкістю в середовищах з концентрацією води не менше 1%. Субстратами ліпаз є гліцериди та інші естери.

Ліпаза у молоці сприяє утворенню ароматичних речовин. Зернова ліпаза приймає участь в процесі псування зернових продуктів під час зберігання, ліпаза пшениці веде до згіркнення борошна. Особливо це стосується продуктів, що містять підвищену кількість жиру, наприклад, вівсяного борошна або крупи, пшона. Накопичення вільних жирних кислот під дією ліпази (зростання кислотного числа жиру) є ознакою погіршення якості продукту. Вільні жирні кислоти, особливо ненасичені, легко піддаються окисненню під впливом різних факторів: ліпоксигенази, теплової обробки, кисню повітря, сонячного світла та інших. Таким чином, ліпази можуть ініціювати процес згіркнення та обмежувати терміни зберігання харчових продуктів.

Роль *карбогідраз* у технології харчових продуктів надзвичайно велика. Основною формою запасних вуглеводів в насінні і бульбах рослин є крохмаль. Ферментативні перетворення крохмалю лежать в основі багатьох харчових технологій.

Група ферментів, що гідролізують крохмаль (амілолітичних), включає: α -амілазу, β -амілазу, глюकोамілазу, α -глюкозидазу та інші. У значній кількості вони містяться у зерні злакових культур, особливо під час пророщення їх (солон), що використовується в технологіях бродильних виробництв (пивоваріння, технологія квасу, спиртове виробництво та інші).

Для промислового виробництва має значення фермент інвертаза (сахараза). В результаті дії ферменту на сахарозу виходить суміш еквімолярних кількостей α -глюкози і β -фруктози, що дістала назву «інвертного цукру», який солодший за сахарозу. Моносахариди, що утворилися в результаті дії інвертази, є більше розчинними, не так легко викристалізуються з висококонцентрованих сиропів. Необхідність гідролізу (інверсії) сахарози виникає під час приготування концентрованих цукрових сиропів, морозива, начинок для цукерок.

Протеази — ферменти, що діють на пептидні зв'язки та здійснюють гідролітичне розщеплення білків і пептидів.

Протеази поділяють на *протеїнази та пептидази*. Перші здійснюють гідроліз білків, другі — поліпептидів і дипептидів.

Протеїнази: пепсин, трипсин, хімотрипсин, палаїн, катепсін, реннін, бромелін та інші.

Пептидази трьох видів:

- *амінопептидази* каталізують відщеплення N-кінцевих амінокислот);
- *карбонептидази* — C-кінцевих амінокислот;
- *дипептидази* гідролізують дипептиди.

На доступність пептидних зв'язків гідролізу впливають вторинна, третинна і четвертинна структура білків. У впорядкованих структурах певні ділянки поліпептидного ланцюга екрановані і недоступні дії ферментів. Чим вище ступінь впорядкованості структури, тим менш білок схильний до протеолізу.

Найменш доступні для протеолізу є молекули з найменшою питомою поверхнею, тобто що наближаються за формою до кулі. Четвертинну структуру мають білкові молекули, що складаються

з субодиниць, які можуть бути асоційовані за рахунок ковалентних, іонних і водневих зв'язків. Асоційовані молекули є менш доступними для дії ферментів, ніж дисоційовані.

Денатурація білків супроводжується розгортанням поліпептидного ланцюга, демаскуванням раніше екранованих груп, що зумовлені вторинною, третинною, четвертинною структурою. Денатуровані білки гідролізуються швидше і повніше ніж нативні.

4.2. ЗАСТОСУВАННЯ ФЕРМЕНТІВ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Для харчових технологій ферменти викликають інтерес у *трьох* аспектах:

- під час переробки харчової сировини важливо знати та контролювати дію внутрішньоклітинних ферментів, які можуть викликати бажані або небажані зміни;
- цілеспрямоване застосування ферментних препаратів;
- чисті ферментні препарати застосовують як аналітичний засіб у хімії та технології харчових продуктів — без виділення визначають кількість речовини в системі.

Ферментні препарати дозволяють значно прискорити технологічні процеси, збільшувати вихід готової продукції, підвищити її якість, покращити умови праці на виробництві.

У технології харчових продуктів застосовують ферментні препарати з амілолітичною, протеолітичною, ліполітичною, оксидазною активністю. Вони використовуються в пивоварінні, виготовленні спирту, фруктових та овочевих соків, виготовленні дріжджів, сирів, м'ясопродуктів, рибопродуктів, переробки крохмалю, виготовленні білкових гідролізатів, інвертного сиропу та інших технологіях.

Хлібопечення

Якість хліба визначається особливостями хімічного складу борошна і активністю її ферментного комплексу, а також умовами бродіння і випічки. Висока якість можна тільки у тому випадку, якщо в процесі тістоведення гармонійно поєднуються швидкості мікробіологічних процесів і біохімічних перетворень. Ферментативний гідроліз високомолекулярних компонентів сировини (білків

і вуглеводів) певною мірою сприяє інтенсифікації цих перетворень і позитивно впливає на якість хліба.

Сьогодні широко застосовують ферментні препарати для регулювання біокаталітичних процесів, що відбуваються в приготуванні тіста і випічки хліба. Традиційний солод використовується в основному для приготування поживних середовищ (заварок) для рідких дріжджів, для активації пресованих дріжджів, а також у випічці спеціальних сортів хліба.

Ефективність використання тих або інших ферментних препаратів в хлібопеченні значною мірою залежить від якості борошна. Хлібопекарські властивості борошна, особливо якість клейковини і активність власних ферментів, визначають вимоги до ферментних препаратів.

Основним препаратом, широко впровадженим в хлібопекарську промисловість, є *амілоризин П10Х*. Він має амілолітичну і протеолітичну активність. Отримати хліб з належною пористістю, об'ємом і забарвленням кірки можна тільки у тому випадку, якщо на всіх стадіях технологічного процесу досить цукрів, що забезпечують інтенсивність газоутворення. Незважаючи на присутність у борошні власних цукрів, хліб, отриманий за рахунок зброджування тільки власних цукрів борошна, не відповідатиме вимогам стандарту. Під час газоутворення тільки за рахунок власних цукрів борошна максимум виділення діоксиду вуглецю припадає на перші 1...2 години бродіння. Між тим в процесі хлібопечення газоутворення в тісті повинне залишатися досить високим і на останній стадії (розстоювання і перші 10...15 хвилин випічки). За наявності у борошні активної β -амілази газоутворення в процесі бродіння тіста відбувається по зростаючій і максимум припадає на 4 години бродіння. Інакше для отримання додаткової кількості зброджуваних цукрів і інтенсифікації процесу бродіння потрібне застосування амілолітичних ферментних препаратів.

Значення цукрів не обмежується тільки процесом бродіння. Величезну роль цукру відіграють в утворенні забарвлених і ароматичних речовин хліба, приймаючи участь в реакції меланоїдиноутворення.

Важливими для хлібопечення є зміни, яких зазнає під час тісто-ведення і розстоювання білковий комплекс борошна. Саме білковий

комплекс і його ферментативні зміни визначають собою фізичні властивості тіста. Від білкового комплексу залежить поведінка тіста під час його замішування і розстоювання (формуотримання) та якість готового хліба, його об'єм, пористість, структура м'якуша.

Кондитерське виробництво

Застосування ферментних препаратів в кондитерському виробництві зумовлене, з одного боку, видом і властивостями сировини, з іншої – технологічною необхідністю і доцільністю.

Комплексні ферментні препарати, що містять активні *протеази* і *α-амілазу* (наприклад, *амілоризин П10Х*), застосовують у виробництві борошняних кондитерських виробів з метою прискорення процесу бродіння і коригування фізичних властивостей клейковини борошна, зміни властивостей реології тіста, прискорення його «дозрівання».

У виробництві борошняних кондитерських виробів з використанням дріжджів, таких як галети, крекери, кекси доцільним є застосування комплексних препаратів з переважанням протеолітичної дії, але які містять у своєму складі *α-амілазу*. Сукупну дію цих ферментів забезпечують дріжджі, що зброджують цукри і низькомолекулярні азотисті речовини. Частина невикористаних під час бродіння цукрів і азотистих речовин вступає в реакцію меланоїдиноутворення, завдяки чому галети і крекери набувають інтенсивного забарвлення і приємного аромату.

У виробництві печива з використанням хімічних розпушувачів, коли багато зусиль спрямовується на розслаблення клейковини, упродовж тривалого технологічного процесу разом з механічною дією на білки клейковини доцільним є використання протеолітичних ферментних препаратів — *α-амілаза*, яка є присутньою в якості супутнього ферменту як в грибних, так і бактерійних препаратах, не заважає їх використанню.

Для заварних пряників найбільше значення має протеоліз, але разом з потребою в регульованому розслабленні тіста важливим є і збереження свіжості (м'якості) продукту, тому доцільним є застосування комплексних ферментних препаратів з переважанням протеолітичної активності.

У виробленні кексів, а також бісквітного напівфабрикату, що випікаються в досить товстому шарі за невисокої температури, за

потреби застосування комплексних бактерійних препаратів слід їх не передозувати, щоб уникнути псування м'якуша. Необхідно враховувати, що збивання тіста призводить до підвищення атакуємості ферментами крохмалю, білків, інших речовин, посилюючи тим самим кінцевий ефект гідролізу. У виробництві бісквітного напівфабрикату потрібні комплексні ферментні препарати з помірною активністю протеолітичних ферментів і невисокою α -амілазною (декстринуючою) здатністю. За такого поєднання забезпечується помірне розслаблення клейковини, що сприяє кращому підйому тіста під час випічки і утворенню тонкопористої повітряної структури готових виробів. Утворення декстрину, у свою чергу, сприяє збереженню їх свіжості.

Комплексні ферментні препарати, що містять протеази і α -амілазу, використовуються для прискорення і полегшення обробки тіста у приготуванні листового напівфабрикату з метою поліпшення його еластичних властивостей і попередження усадки під час випічки. Крім того, застосування таких ферментних препаратів у виробництві вафель дозволяє оптимально знизити в'язкість вафельного тіста, сприяє отриманню тонких хрустких вафельних листів.

Інвертаза застосовується в кондитерській промисловості для виробництва відливних помадних корпусів цукерок, круглих помадних корпусів і рідких фруктових начинок, таких як вишневий лікер. У кожному випадку її застосування зумовлене необхідністю отримати напівм'яку або рідку консистенцію за високих концентрацій цукру (78%). Прискорення або уповільнення дії інвертази досягається шляхом зміни концентрації препарату, що вноситься, кількості води і температурного режиму. За високої температури інвертаза інактивується, і навіть за температури відливання (65°C) активність інвертази знижується на 12% впродовж 30 хвилин і на 24% впродовж 60хв. Деякі сорти цукерок, наприклад, цукерки з вишневим лікером, неможливо виготовити без інвертази. При виробництві помадної маси з кокосових горіхів застосування інвертази зумовлене і підвищеною вологоутримуючою здатністю фруктози, що утворюється під дією цього ферменту.

Молочні інгредієнти широко застосовуються у виробництві кондитерських виробів, вони в значній мірі зумовлюють їх аромат, смак і поживну цінність. У посиленні аромату молочного шоколаду,

карамелі, іриса, вершкового крему разом з іншими компонентами беруть участь і вільні жирні кислоти, що утворюються під дією ліпаз. За низьких рівнів вільних жирних кислот аромат виробів посилюється, але нові аромати не утворюються; за середніх — з'являється аромат олії; за високих — аромат сиру. Подібні ароматичні речовини можуть бути отримані шляхом модифікації олій або жирів із застосуванням препаратів ліпаз різного походження (тваринних, рослинних, мікробних).

М'ясна та рибна промисловість

Використовуючи ферменти, можна цілеспрямовано змінювати структуру білка. Завдяки частковому гідролізу білка досягається підвищення розчинності, емульгувальної активності, спроможності до піноутворення, стабілізації піни та емульсії. Особливий інтерес для модифікації білків та переробки їх у харчові продукти мають реакції розщеплення та утворення пептидних зв'язків, що каталізуються протеазами. Так, останнім часом почали використовувати частковий гідроліз білків сполучної тканини м'яса, *тендеризацію* м'яса для підвищення його якісних показників.

Найбільш ефективний метод підвищення розчинності білка — ***ферментативний гідроліз***. Для гідролізу білка тваринного походження використовують такі ферменти, як пепсин, папаїн, проназа. Однак підвищення його розчинності супроводжується підсиленням накопичення пептидів гідрофобного характеру.

Значно ефективніше піддаються солубілізації риб'ячі білки. Під дією амілосубтиліну, протосубтиліну, бромелаїну при рН 6,5... 7,0, температурі близько 30°C протягом 15 хвилин білки риби збільшують емульгувальну активність у 1,5 раза, а розчинність їх зростає на 20 %.

Незважаючи на складність управління ферментативними процесами, вони мають певну перспективу, бо не призводять до втрат харчової цінності, не погіршують засвоєння білків.

Особливого ефекту досягається за поєднання ферментативного процесу та хімічної модифікації, наприклад *сукцинування* (розглядається у розділі 5.3).

Для промислових цілей з рослинної сировини найчастіше виділяють протеолітичні ферменти — папаїн з дерева папайї, фіцін — з рослини інжиру, бромелаїн — з ананаса. Усі ці препарати істотно

поліпшують якість м'яса, сприяючи розм'якшенню твердих частин. З пророслого зерна одержують ферментні препарати для гідролізу крохмалю.

Широко відомі препарати амілолітичних, пектолітичних і протеолітичних ферментів, глюкооксидази, каталази та інші, одержувані за допомогою мікроорганізмів.

4.3. МІКРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Для виробництва харчових продуктів широко використовуються мікробіологічні процеси. Цілеспрямоване промислове використання мікробіологічного синтезу почалось у минулому столітті, коли мікробіологією були розроблені ефективні методи селекції та промислового застосування багатьох родин, видів, штамів і рас мікроорганізмів. Технології виробництва, які базуються на використанні направленого мікробіологічного та біохімічного синтезу, отримали назву *біотехнологій*, які в даний час набувають все більшого поширення.

Мікробіологічні процеси в харчових технологіях використовують з метою виробництва певних продуктів та консервування. На сучасному етапі розвитку харчових технологій спостерігається як подальша модернізація традиційних біотехнологій, так і розробка нових. Основними напрямками модернізації є:

- застосування біотехнологій для інтенсифікації виробництва;
- для зменшення негативного впливу жорстких режимів;
- для поліпшення якості, посилення смакових, ароматичних та інших споживчих властивостей продукції.

Більшість традиційних та нових біотехнологій засновані на використанні процесів бродіння, гідролізу та синтезу. Особливо широкого розповсюдження набули бродильні виробництва: виробництво етилового спирту, виноградних та плодово-ягідних вин, пивоваріння, хлібобулочних виробів, молочної продукції та інші харчові виробництва, основу технології яких складає процес бродіння.

Біотехнологічні процеси за їх збудниками та сутністю поділяють на процеси *дозрівання та бродіння*.

Дозрівання — це складний біотехнологічний процес, в якому беруть участь ферменти сировини або внесені ферментні препарати і мікробіологічні процеси. При дозріванні зміни відбуваються не тільки у вуглеводних, а й у білкових, жирових сполуках, органічних кислотах тощо.

Дозрівання як біотехнологічний процес переважно є складовою частиною технологій виробництва деяких харчових продуктів: вина, пива, кисломолочних продуктів. Дозрівання є завершальним технологічним процесом і відбуваються при зберіганні цих продуктів. У виробництві сирів, сиркопчених ковбас, м'ясокопченостей, солоної, пряної риби, рибних пресервів тощо процес дозрівання є вирішальним етапом технології, завдяки якому формуються основні функціональні та якісні характеристики продукту: смак, запах, консистенція, колір, структура та інші.

Сутність процесу дозрівання полягає в сукупній дії ферментів самої сировини або доданих до неї та ферментів мікрофлори, яка бере участь в дозріванні продукту. Так, при дозріванні вина під дією ферментів сировини в ньому відбуваються складні окислювально-відновні та гідролітичні процеси. Паралельно з ними протікають автолітичні процеси дріжджових клітин. Продукти автолізу і метаболіти взаємодіють з компонентами вина і внаслідок цього формуються колір, смак, аромат, прозорість та інші характеристики вина.

При виробництві сирів стадія дозрівання обумовлена дією ферментів молока, сичугового ферменту, молочнокислої та іншої мікрофлори. Під їх впливом у сирній масі проходять процеси гідролізу білків, молочного жиру, молочнокислого та пропіоновокислого бродіння. В залежності від складу сировини, температурного режиму та інших виробничих умов ці процеси можуть протікати за різними механізмами і утворювати різні кінцеві продукти. Саме цим пояснюється така велика структура сирної продукції і суттєві відмінності в її споживчих характеристиках.

Бродіння відбувається в середовищах, які містять цукристі речовини. У бродильних виробництвах застосовують різні мікроорганізми:

- *дріжджі* — у хлібопеченні, пивоварінні, виробництві етилового спирту, вин.
- *бактерії* — у виробництві оцту, молочної кислоти, житнього хліба, кисло молочних продуктів.

- *цвілеві гриби* — у виробництві лимонної кислоти, окремих видів сиру.

Ці мікроорганізми розрізняються за будовою, розміром, способом розмноження, реакцією з вільним киснем, умовами росту, здатністю діяти на різні субстрати. Але вони подібні в тому, що активно розвиваються і містять біокаталізатори — ферменти, за допомогою яких каталізують різні реакції.

Живі клітини продукують два типи ферментів:

- екзоферменти (зовнішній) — виділяються клітинами і діють у середовищі, розщеплюючи білки, вуглеводи, жири;
- ендоферменти (внутрішні) — утворюються й залишаються всередині клітин, здійснюючи процеси розкладання й синтезу речовин.

Бродіння — це біохімічне перетворення в *анаеробних умовах* органічних сполук, що містять в своєму складі кисень, під впливом мікроорганізмів або ферментів, що виділяються ними: вуглеводів, спиртів, органічних кислот, амінокислот, пуринів, піримідинів. При цьому вивільнена енергія витрачається ними для власної життєдіяльності.

Продуктами бродіння є прості сполуки — різні органічні кислоти (молочна, масляна, оцтова, мурашина), спирти (етиловий, бутиловий, пропіловий), ацетон, а також CO_2 і H_2O . Зазвичай в процесі бродіння утворюється кілька продуктів. Залежно від того, який основний продукт накопичується в середовищі, розрізняють такі види бродіння:

- *молочнокисле*
- *спиртове*
- *маслянокисле*
- *пропіоновокисле*
- *лимоннокисле*
- та інші.

Фактори середовища, що впливають на життєдіяльність клітин поділяють на хімічні, фізичні і біологічні:

- *хімічні фактори* — склад середовища, концентрація речовин, рН, редокс-потенціал, наявність інгібіторів, фізіологічно активних речовин;

- *фізичні* — температура, енергія випромінювання, тиск, вологість та інші;
- *біологічні* — це взаємодії між мікроорганізмами, що обумовлено одночасною присутністю в середовищі різноманітних видів (симбіоз, метабіоз, антогонізм).

Знання факторів, що впливають на обмін речовин мікроорганізмів і особливостей їхнього впливу на клітину дозволяє здійснювати регулювання процесів ферментації в бажаних межах і гарантувати високу якість одержаних продуктів.

Спиртове бродіння

В харчовій промисловості найбільш широко використовується спиртове бродіння, збудниками якого є культурні дріжджі сімейства сахароміцетів (*Saccharomyces*).

Спиртове бродіння здавна використовується людиною у хлібопекарстві (забезпечує пористість дріжджового тіста) та для виробництва пива, вина, етилового спирту.

Спиртове бродіння — біохімічний процес ферментації, при якому цукри (глюкоза і фруктоза), розкладаються під дією ферментів з виділенням енергії і утворенням етилового спирту та вуглекислого газу.



Сахароза і мальтоза зброджуються лише після попереднього їх гідролізу на складові моносахариди ферментами α -глікозидазою і β -фруктофуранозідазою дріжджів.

В процесі бродіння завжди в незначній кількості утворюються деякі інші речовини: янтарна, лимонна кислота, а також суміш амілового, ізоамілового, бутилового та інших спиртів, оцтова кислота, дикетони, оцтовий альдегід, гліцерин і ряд інших сполук, від наявності незначних кількостей яких залежить специфічний аромат вина, пива та інших спиртних напоїв. Вищі спирти ще називають *сивушними маслами*.

Оптимальна температурна для життєдіяльності та розмноження дріжджів — 25...30°C, мінімальна — 2...3°C. За температури 45...50°C клітини дріжджів відмирають. За умови високої концентрації цукру в середовищі життєдіяльність їх припиняється у зв'язку зі збільшенням осмотичного тиску, а за певного його значення насту-

пає плазмоліз — стискання клітин з наступним відшаруванням протоплазми від клітинної оболонки.

Розрізняють дріжджі верхового і низового бродіння.

Дріжджі верхового бродіння (пилоподібні) — на стадії інтенсивного бродіння виділяються на поверхні середовища у вигляді товстого шару піни і залишаються в такому стані до закінчення бродіння, потім осідають, але щільного осаду на дні бродильного апарата не дають. До них відносяться хлібопекарські, спиртові, деякі раси пивних дріжджів.

Дріжджі низового бродіння (пластівчасті) — під час бродіння не переходять у поверхневий шар, а швидко після закінчення бродіння злипаються за рахунок клейких оболонок і осаджуються та осідають, утворюючи на дні бродильного апарата щільний шар. До них відносяться більшість винних дріжджів і пивні дріжджі.

Різновиди дріжджів, що застосовуються у виробництві, відрізняються декількома особливостями. Різні раси дріжджів застосовують для виробництва пива і виноградного вина.

У хлібопеченні використовують пресовані дріжджі — суміш декількох рас дріжджів. Спирт і вуглекислий газ, які утворюються при бродінні, розпушують тісто і сприяють його підйому, а побічні продукти бродіння надають хлібу своєрідний смак і аромат.

Молочнокисле бродіння

Молочнокисле бродіння — процес анаеробного окиснення вуглеводів, кінцевим продуктом якого є молочна кислота.

Молочнокисле бродіння використовується для консервації продуктів харчування за рахунок інгібування росту мікроорганізмів молочною кислотою і зниження рН з метою:

- тривалого зберігання (квашення овочів, сирокочення);
- виробництва кисломолочних продуктів (кислого молока, кефіру, ряжанки, йогурту, сметани, ацидофіліну, кумису);
- квасу, хлібних заквасок і «рідких дріжджів» для хлібопечення,
- біотехнологічного способу виробництва молочної кислоти;
- силосування кормів (рослинної маси).

При молочнокислому бродінні з однієї молекули гексози утворюються дві молекули молочної кислоти:



Молочнокисле бродіння спричиняють мікроорганізми, які поділяються на дві групи:

- I група — *гомoferментативні* молочнокислі бактерії (мікроорганізми, подібні *Streptococcus lactis*), що є істинними анаеробами і які зброджують гексози в точній відповідності з наведеним вище сумарним рівнянням молочнокислого бродіння.
- II група — *гетероферментативні* (бактерії *Bacterium lactis aerogenes*), які, окрім молочної кислоти, утворюють що утворюють молочну, оцтову кислоти, етиловий спирт, вуглекислий газ, водень і метан. У житньому хлібі разом зі спиртовим бродінням, відбувається молочнокисле бродіння, в результаті чого накопичується як молочна, так і оцтова кислоти.

Молочнокисле бродіння може збуджуватися як чистими культурами мікроорганізмів, так і природною (банальною) молочнокислою мікрофлорою, для якої створюють сприятливі умови розвитку. Чисті культури використовують в кисломолочному, сироробному, ковбасному виробництвах, а також під час мікробного синтезу молочної кислоти. В інших виробництвах, наприклад під час засолювання та квашення плодів і овочів, частіше використовують природну мікрофлору.

Кращими субстратом є моносахариди, проте молочнокисла мікрофлора легко гідролізує дисахариди до мономерів та засвоює їх (запасає надлишкові цукри у вигляді полімерних форм — манітол, декстран). Молочнокисла мікрофлора продукує ендoferменти, які залишаються і діють в цитоплазмі мікробіальної клітини. Тому для протікання процесу бродіння необхідно, щоб субстрат знаходився в розчиненому стані і міг транспортуватися крізь оболонку клітин в цитоплазму. Виходячи з цього, для проведення бродіння сировини, яка не містить вільних цукрів, піддають попередній обробці. Частіше за все таким заходом є засолювання, який викликає плазмоліз клітин сировини і вихід клітковинного соку.

Молочна кислота, що накопичується в кількості 1...2% має виражену бактерицидну дію. У результаті її накопичення також відбувається зниження рН, створюється кисле середовище. Все це разом створює несприятливі умови для інших видів мікроорганізмів, крім дріжджів та пліснявих грибів.

Тому поряд з молочнокислим, як головним, домінуючим, видом бродіння, майже завжди має місце супутні — спиртове, оцтовокисле, а також розвиток плісняви. Під час використання природної мікрофлори супутні види бродіння можуть викликатися різними видами і расами молочнокислої мікрофлори. Так, серед різновидів і рас молочнокислої мікрофлори є такі, що можуть зброджувати цукри з утворенням не тільки молочної кислоти, а й етилового спирту, оцтової кислоти, вуглекислого газу тощо:



Якщо субстратом бродіння є рибоза, то поряд з молочною утворюється оцтова кислота за схемою реакції:



За умови доступу кисню під дією супутної мікрофлори етиловий спирт зброджується до оцтової кислоти:



Супутні продукти — етиловий спирт, мурашина, оцтова, пропіонова, масляна кислота, вищі спирти та інші сполуки беруть участь у формуванні смако-ароматичних властивостей, консистенції та інших характеристик продукту.

Оптимальна температура для молочнокислого бродіння — 30...35°C, але практично його проводять за більш низьких температур (20...25°C), оскільки оптимальний діапазон є також кращим для маслянокислої та гнильної мікрофлори. Оптимальне значення рН — 3,0...4,5. Більшість видів молочнокислої мікрофлори, як і дріжджі, відносяться до факультативних анаеробів, тому для кращого перебігу процесу створюють анаеробні умови, що також сприяє пригніченню розвитку небажаної, шкідливої, аеробної мікрофлори.

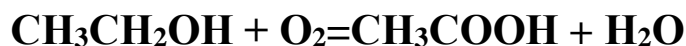
Оцтовокисле бродіння

Оцтовокисле бродіння — це процес окиснення оцтовими бактеріями етилового спирту в оцтову кислоту. Найчастіше оцтовим бродінням уражаються вина. Харчові продукти після оцтового бродіння мають запах оцтової кислоти, стають мутними і навіть ослизнюються. Оцтове бродіння покладено в основу виробництва оцтової кислоти, яка є харчосмаковою добавкою та консервантом і широко

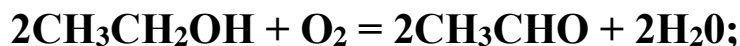
використовуються в харчових виробництвах. Супутніми продуктами цих біотехнологій є глюконова та щавлева кислоти.

Для оцтовокислого бродіння переважно використовують ректифікований етиловий спирт, спирт-сирець з крохмалевмісної сировини або плодово-ягідні виноматеріали (для отримання фруктового оцту).

Оцтовокисле бродіння — це окислення бактеріями етилового спирту в оцтову кислоту:



Під час оцтовокислого бродіння реакція окислення етилового спирту протікає в дві стадії: спочатку утворюється оцтовий альдегід, який потім окислюється в оцтову кислоту:



Збудником оцтовокислого бродіння є оцтовий гриб (*Mycodegma aceti*). Оцтовокислі бактерії є грамнегативними, паличкоподібними, безспоривими, чітко аеробними організмами. Серед них є рухомі і нерухомі бактерії. Вони кислотостійкі і деякі можуть розвиватися за рН середовища до 3,2.

Оптимальна температура росту і розвитку різних оцтовокислих бактерій складає 20...35°C. Деякі з них здатні синтезувати вітаміни В₁, В₂, В₁₂, проте багато з них самі потребують вітаміни і перш за все пантотенової кислоти. Оцтовокислі бактерії часто зустрічаються у вигляді довгих ниток і багато з яких утворюють плівки на поверхні субстрату. Деякі бактерії суцільної плівки не утворюють, а дають тільки колонії їх на поверхні рідини або «кільце» біля стінок судини.

Основним компонентом харчового оцту є оцтова кислота. Отримувати її можна двома способами:

- хімічним — з продуктів сухої перегонки деревини
- мікробіологічним — в результаті оцтовокислого бродіння спиртовмісних рідин (виноградне вино, сидр, пивне сусло, мед і соки різних фруктів або водний розчин етилового спирту).

У таких рідинах окислення етанолу до оцтової кислоти проводять в більшості випадків оцтові бактерії *Acetobacteraceae*. При цьому в готовому продукті поряд з оцтовою кислотою є невелика

кількість складних ефірів, альдегідів і інших органічних сполук, які надають йому особливий смак і приємний аромат. Розведена ж водою оцтова кислота, отримана хімічним шляхом, позбавлена таких властивостей.

Пропіоновокисле бродіння

Пропіоновокисле бродіння — це процес анаеробного перетворення вуглеводів та молочної кислоти, що здійснюється деякими бактеріями, зокрема представниками родини *Propionibacterium*, кінцевими продуктами якого є пропіонова та оцтова кислоти та вуглекислий газ.

Бактерії, для яких характерне пропіоновокисле бродіння, використовуються у процесі виробництва твердих сирів (голландського, швейцарського), отриманні медичного вітаміну В₁₂. При виробництві сиру це бродіння відбувається після молочнокислого. Виділення кислот і газу цими мікроорганізмами важливе для остаточного формування смаку та утворення «вічок» у цих сирах.

Маслянокисле бродіння

Маслянокисле бродіння — це бродіння під дією маслянокислих бактерій, що зустрічаються в ґрунті, повітрі, забрудненій воді, скупченнях рослинних залишків з утворенням масляної кислоти за тривалого зберігання харчових продуктів. Цей процес відбувається за тривалого зберігання харчових продуктів. Масляна кислота має гіркий присмак. Накопичення цієї кислоти у складі продуктів погіршує їх смакові якості.

Характерні ознаки маслянокислого бродіння:

- виділення газів,
- гострий запах масляної кислоти,
- неприємний смак.

У консервах і сирах при маслянокислому бродінні спостерігається спучування банок. Маслянокисле бродіння може розвиватися в сирому борошні, надаючи їй гіркий смак. Маслянокислі бактерії чутливі до кислоти і тому їх діяльність проявляється там, де молочнокисле бродіння виключено (пастеризоване молоко) або у сирому молоку при тривалому зберіганні на холоді.

Лимоннокисле бродіння

Лимоннокисле бродіння — окислення вуглеводів, деяких спиртів і органічних кислот до лимонної кислоти плісневими грибами

з родів *Aspergillus* і *Penicillium*. Окрім лимонної кислоти, при лимоннокислому бродінні утворюються невелика кількість глюконової і щавлевої кислот. Промислове одержання лимонної кислоти відбувається шляхом зброджування грибом *Aspergillus niger*.

Спочатку з вуглеводів утворюється піровиноградна кислота, яка перетворюється на щавлевооцтову кислоту, а потім на лимонну.

Промислове одержання лимонної кислоти базується на зброджуванні грибом *Aspergillus niger* розчину сахарози або меляси.

4.4. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

При зберіганні сировини відбуваються гідролітичні та автолітичні процеси, які обумовлені дією ферментів, що в ній знаходяться.

Гідролітичні процеси протікають під дією гідролаз. Вони гідролізують білки, жири, вуглеводи і, як правило, погіршують смак і запах продукту, є причиною значних втрат.

Автоліз — цей процес, який протікає в тканинах м'яса і риби.

Властивості м'яса змінюються у певній послідовності відповідно до основних етапів автолізу: парне м'ясо — посмертне задубіння — послаблення посмертного задубіння і визрівання — глибокий автоліз. Його якісні показники при цьому істотно відрізняються:

- *парне м'ясо* (до 3 годин після забою) — має ніжну консистенцію і високу водозв'язувальну здатність;
- *м'ясо в період посмертного задубіння* (перша доба після забою) — різке зниження водозв'язувальної здатності, зростання механічної міцності, зниження рН від 6,5...7,0 до 5,5...5,6, погіршення смаку і запаху;
- *м'ясо на стадії визрівання* (після двох або більше діб зберігання) — м'ясо частково відновлює свої властивості, хоча і не досягає рівня парного, у м'ясі істотно поліпшуються всі характеристики, причому збільшення температури середовища прискорює процес визрівання.

Основою автолітичних перетворень м'яса є зміни вуглеводної системи, системи ресинтезу АТФ, стану міофібрилярних білків, що входять у систему скорочення.

У м'ясі відбувається анаеробний розпад глікогену, який здійснюється у результаті фосфоролізу і амілолізу з утворенням молочної кислоти і глюкози. Швидкість гліколізу можна регулювати:

- введення хлориду натрію в парне м'ясо пригнічує процес;
- використання електростимулювання — прискорює;
- інтенсивний зажиттєвий розпад глікогену може спричинити стресові ситуації у тварин.

Ферментативний розпад глікогену є пусковим механізмом для розвитку наступних фізико-хімічних і біохімічних процесів. Накопичення молочної кислоти призводить до зміщення рН у кислий бік від 7,2 ... 7,4 до 5,4 — 5,8, у результаті чого:

- збільшується стійкість м'яса до дії гнильних мікроорганізмів;
- знижується розчинність м'язових білків (ізоточка рН 4,7... 5,4), рівень їх гідратації, водозв'язувальна здатність;
- набухає колаген сполучної тканини;
- підвищується активність катепсинів (оптимум діяльності рН 5,3), що спричинює гідроліз білків на пізніших стадіях автолізу;
- руйнується бікарбонатна система м'язової тканини з виділенням вуглекислого газу;
- створюються умови для інтенсифікації реакцій кольороутворення внаслідок переходу в міоглобіні двоховалентного заліза в тривалентне;
- змінюється смак м'яса;
- активізується окиснення ліпідів.

Накопичення молочної кислоти істотно впливає на стан м'язових білків, що, в свою чергу, визначає технологічні властивості м'яса, консистенцію, водозв'язувальну здатність, емульгуючі і адгезійні показники.

Зміщення рН м'яса в кислий бік запускає механізм перетворення міофібрилярних білків: міозин взаємодіє з фібрилярним актином з утворенням актоміозинового комплексу, що приводить до скорочення м'язів. Результатом скорочення є зростання твердості м'яса, зменшення еластичності і рівня водозв'язувальної здатності. Зміщення рН у кислий бік сприяє збільшенню загальної активності тканинних ферментів — катепсинів. При цьому виникають умови для протеолітичного гідролізу м'язових білків на стадії визрівання

м'яса. Під впливом тканинних ферментів поступово відбувається дисоціація актоміозинового комплексу.

Слід зазначити, що характер розвитку автолізу в білих і червоних м'язових волокнах м'яса дещо відрізняється. Червоні волокна характеризуються повільним скороченням і значною тривалістю процесу на відміну від білих.

У процесі тривалого визрівання м'яса істотно поліпшуються органолептичні і технологічні характеристики. На ранніх стадіях автолізу м'ясо не має вираженого смаку і запаху. Залежно від температури зберігання смак і аромат м'яса з'являється лише на 3–4-ту добу, завдяки накопиченню продуктів ферментативного розпаду білків і пептидів (глутамінова кислота, треонін, сірковмісні амінокислоти), нуклеотидів (інозин, гіпоксантин та ін.), вуглеводів (глюкоза, фруктоза, піровиноградна і молочна кислота), ліпідів (низькомолекулярні жирні кислоти), а також креатину, креатиніну та інших азотистих екстрактивних речовин.

Термін визрівання м'яса залежить від виду тварин, частини туші, вгодованості і температурного режиму зберігання. Як правило, в м'ясі з нормальним розвитком автолізу його ніжність і водозв'язувальна здатність досягають оптимуму через 5...7 діб зберігання за температури 0–2 °С, органолептичні показники — на 10...14-ту добу. В зв'язку з цим тривалість витримування вибирають залежно від способу подальшого технологічного використання сировини.

Найкращий вид сировини для натуральних напівфабрикатів — м'ясо з періодом витримування 7...10 діб визрівання. Парне м'ясо рекомендується використовувати для виробництва варених ковбас і солених виробів зі свинини. Білки парного м'яса мають найбільшу водозв'язувальну і емульгуючу здатність, розварюваність колагену максимальна.

Ці обставини забезпечують високий вихід готової продукції і знижують вірогідність утворення дефектів за теплового оброблення. В перші години після забою м'ясо бактерицидне і вміщує незначну кількість мікроорганізмів.

Проте робота з парним м'ясом потребує як високої оперативності технологічного процесу (інтервал від моменту забою до стадії термообробки готових виробів не повинен перевищувати 3 години),

так і використання спеціальних способів, спрямованих на затримання ходу гліколізу і процесу взаємодії актину з міозином:

- швидке заморожування обваленого парного м'яса (без або після попереднього подрібнення) введенням твердої вуглекислоти;
- обвалювання парного м'яса, швидке подрібнення і соління з введенням 2–4 % хлориду натрію;
- введення розсолів через кровоносну систему одночасно із знекровленням під час забою тварин;
- ін'єктування розсолів у відруб безпосередньо після розбирання парних туш;
- використання сублімаційного сушіння парного м'яса.

Усе це дає змогу ліквідувати або звести до мінімуму наслідки посмертного задубіння.

Під час автолізу також змінюються білки сполучної тканини. Так, розварюваність колагену в парному м'ясі максимальна, а на стадії задубіння різко зменшується. Під час визрівання м'яса ступінь термічної дезагрегації колагену поступово підвищується.

За умови глибокого автолізу відбувається розпад білків і жирів, з'являється кислий смак. *Риба придатна до споживання тільки в початковій стадії автолізу.*

Однією з головних причин псування сировини під час зберігання є розвиток мікроорганізмів. У мікробіологічних процесах розрізняють *бродіння, гниття і пліснявіння* сировини.

Бродіння — це процес окисного розщеплення безазотних органічних речовин під дією ферментів, що виділяють мікроорганізми (дріжджі, бактерії, плісневі гриби). Можливе протікання спиртового, молочнокислого, оцтовокислого, протеїнового бродіння.

Гниття — процес бактеріального розкладання білків, що супроводжується утворенням гостро неприємно пахучих і токсичних для організму людини і тварин амінів та ароматичних сполук.

У процесі гниття бере участь велика кількість різноманітних мікроорганізмів. Загальний біохімічний характер цих процесів досить постійний; деталі змінюються в залежності від виду мікрофлори, зовнішніх умов, складу та властивостей білків, що розкладаються. У залежності від складу білків продукти гниття будуть різні. Легше піддаються дії мікроорганізмів білки, що знаходяться в розчиненому стані, такі як желатин, білки крові, білки яєць.

Гниття — це глибокий розпад білків і продуктів їх гідролізу. До продуктів розпаду відносяться аміак, аміни, фенол, крезол. Вони мають неприємний запах і є токсичними, що робить продукт непридатним до вживання та використання.

Пліснявіння — найпоширеніший вид мікробіологічного псування харчових продуктів. Пліснявіння викликають цвілеві гриби, що утворюють на поверхні харчових продуктів пухкі слизуваті нальоти білого, жовтого або чорного кольору. Споживання продуктів, уражених цвілевими грибами, може спричинити тяжкі харчові отруєння.

Найвідоміші представники цвілевих грибів — мукор та пеніцил, дрібні і легкі спори яких розносяться потоками повітря, а, потрапивши на сприятливий субстрат, проростають, утворюючи нові міцелії. Гриб мукор часто з'являється на хлібі, овочах у вигляді білого пухнастого нальоту, який через певний час стає чорним. Гриб пеніцил оселяється на харчових продуктах і на ґрунті. Певні види цвілевих грибів використовуються для отримання харчових продуктів та лікарських препаратів: лимонної кислоти, певних сортів твердих сирів із гострим смаком та специфічним запахом (наприклад, знамениті «рокфор» та «камам-бер»), антибіотиків, вітамінів.

Цвілі викликають розкладання цукрів, білків, жирів. У результаті утворюються афлоноксини, що є дуже шкідливими речовинами. Продукти набувають неприємного смаку і запаху.

Пліснявінню сприяє висока відносна вологість повітря. Для розвитку більшості мікроорганізмів сприятливими умовами є підвищена температура (20 — 40°C) і вологість повітря.

На розвиток мікроорганізмів впливає також реакція середовища.

- дріжджі і цвілі розвиваються в кислому середовищі;
- гнильні мікроорганізми розвиваються в лужному середовищі.
- Розвиток мікроорганізмів при температурі
 - до 0°C — сповільнюється;
 - 0°C — припиняється;
 - 70 — 100°C — гине основна маса, залишаються спори;
 - понад 120°C — гинуть і спори.

Процеси, які протікають у харчових продуктах, що зберігаються, взаємозалежні. Якість і втрати окремого продукту залежать від спільного впливу різних процесів, їх спрямованості й інтенсивності. Якість деяких продуктів під час зберігання протягом певного

часу може поліпшуватися, що спостерігається під час дозрівання осінніх і зимових сортів яблук і груш, помідорів, бананів, під час дозрівання м'яса, витримці марочних коньяків і вин. Для інших товарів (крупа, цукор, картопля, буряк та ін.) можна зберегти первісну якість, створивши оптимальні умови зберігання. Однак практично неможливо повністю виключити зниження якості і втрати продукту під час зберігання.

Питання для самоконтролю

1. Ферменти, їх характеристика та використання у технології харчових продуктів.
2. Ферменти, що каталізують окиснювально-відновні реакції та їх вплив на харчові продукти.
3. Гідролітичні ферменти, технологічні фактори, що впливають на інтенсивність гідролітичних процесів.
4. Механізм дії амілолітичних, протеолітичних, ліполітичних ферментів під час виробництва харчових продуктів.
5. Застосування ферментних препаратів у харчових виробництвах.
6. Бродильні мікроорганізми та види бродіння.
7. Механізм молочнокислого бродіння, вплив технологічних факторів., Використання бактеріальних заквасок.
8. Оцтовокисле бродіння та використання у виробництві оцту.
9. Спиртове бродіння та використання у харчових технологіях.
10. Гідролітичні та автолітичні процеси, що відбуваються при зберіганні харчових продуктів.
11. Мікробіологічні процеси, що відбуваються при зберіганні харчових продуктів.

Розділ 5. БІЛКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

5.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ БІЛКІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Білки — це високомолекулярні азотовмісні органічні сполуки, молекули яких побудовані із залишків амінокислот, з'єднаних пептидним зв'язком. Білки в продуктах рослинного і тваринного походження відрізняються за своїм складом та біологічною цінністю.

Білки класифікуються за:

1) *походженням*: рослинні, тваринні, вірусні, бактеріальні;

2) *знаходженням*: м'язові білки, білки молока, яєць і т.д.

3) *будовою молекул*: глобулярні, фібрилярні.

4) *хімічним складом*: прості і складні.

5) *Розчинністю* — прості білки поділяють: альбуміни, глобуліни, проламіни, глутеліни, пістони і протаміни та склеропротейни.

Прості білки — білки, які побудовані тільки із залишків α -амінокислот. До простих білків належать:

- *альбуміни* — розчинні у воді і сольових розчинах, нерозчинні в концентрованих розчинах солей, характеризуються високою гідрофільністю та дисперсністю, мають кислі властивості; дуже поширені в тваринних та рослинних організмах, є складовою частиною крові, м'язів, молока; вони транспортують у крові різні речовини (вітаміни, іони металів, гормони), виконують антитоксичну функцію;
- *глобуліни* — слабозрозчинні у воді, добре розчинні в розчинах солей, слабокислі або нейтральні білки; на відміну від альбумінів є більш грубо дисперсними, в організмі людини та тварин виконують роль антитіл; до них належать лактоглобулін молока, фібриноген крові, більша частина білків насіння бобових — легумін гороху, фазеолін квасолі, гліцидин сої;
- *гістони і протаміни* — розчинні в сольових розчинах; мають яскраво виражені основні властивості; є основними білками

ядра клітини і утворюють основну масу білкової частини нуклеопротеїдів;

- *склеропротеїни* — нерозчинні у воді, слабких кислотах, лугах і сольових розчинах, білки опорних тканин (хрящів, кісток), вовни, волосся;
- *проламіни* — розчинні в 70–80%-ному етанолі, нерозчинні у воді і абсолютному етанолі, багаті аргініном (білки рослинного походження, містять велику кількість глютамінової кислоти і лізину);
- *глютеліни* — не розчиняються в сольових розчинах, спирті, але розчинні в розведених лугах та кислотах, знаходяться, як правило, спільно з проламінами (глютеліни і проламіни становлять основну масу білків зернових культур).

Складні білки — мають білкову частину, що складається із залишків амінокислот, і небілкову, що може бути представлена іонами металів, ліпідами, вуглеводами, залишком фосфорної кислоти. Їх класифікують за небілковою частиною:

- *нуклеопротеїди* — небілкова частина: нуклеїнові кислоти РНК та ДНК; білкова: протаміни та гістони;
- *хромопротеїди* — в небілковій частині містять пігменти, до таких білків належать гемоглобін, міоглобін (білок м'язів), а також хлорофіл;
- *фосфопротеїди* — в небілковій частині мають залишок фосфорної кислоти: казеїн молока, вінелін (білок жовтка яєць), іхтулін (білок ікри риби);
- *ліпопротеїди* — небілковою групою є ліпід: ліпопротеїди (розчинні у воді), протеоліпіди (жиророзчинні);
- *глікопротеїди* — небілковою частиною є вуглеводи та їх похідні (гексуронова кислота, глікогенні амінокислоти);
- *металопротеїди* — комплекси білків з важкими металами: феритин — містить до 20% Fe, є основною формою запасу заліза в організмі і синтезується в печінці; церулоплазмін містить 0,34% міді.

Глобулярні білки — це білки, в молекулах яких поліпептидні ланцюги щільно згорнуті в компактні кулясті структури (глобули). Це альбуміни та глобуліни сироватки крові, білки молока, яєць, які мають форму кулі. Правильної форми глобули не бувають, найчастіше

вони мають еліпсоїдну або овальну форму. Між двома крайніми формами білків є велика кількість перехідних форм — від кулеподібної до веретеноподібної і волокнистої.

Фібрилярні білки — це білки, які утворені поліпептидними ланцюгами, що розташовані паралельно один одному уздовж однієї осі і утворюють довгі волокна (фібрили) або шар. Вони є нерозчинними у воді. Фібрилярні білки — це велика група білків, що є основними структурними елементами сполучної тканини (колаген, кератин, еластин, кератин, білок м'язів — міозин, білок крові — фібрин).

Колаген — основна складовою частина з'єднувальної тканини. Більшість його знаходиться в сухожилках, зв'язках, шкірі, кістках, хрящах. Колаген є у всіх багатоклітинних організмах, окрім рослин. Під час варіння м'язової тканини частина пептидних зв'язків у колагені піддається гідролізу, утворюється суміш пептидів, що називається желатином.

Еластин — це структурний білок еластичних волокон, який міститься в сполучній тканині (в шкірі, стінках кровоносних судин, зв'язках і легенях). Волокна еластину здатні розтягуватися в кілька разів у порівнянні з попередньою довжиною та повертатися в початковий стан після усунення навантаження. Визначає ці властивості еластину складний білок глікопротеїн. До того ж молекули еластину мають форму закручених спіралей, які здатні як скручуватися, так і закручуватися в безмежну кількість разів. Молекула еластину дуже близька за будовою до колагену, але є відмінності в амінокислотній послідовності.

Кератин — входить до складу сполучної і покривної тканин, волосся, пір'я, рогів.

Скорочувальні білки — актин і міозин, які утворюють у м'язових клітинах скорочувальні комплекси.

Транспортні білки утворюють комплекси з речовинами, які вони транспортують між тканинами або через мембрану. До таких білків належать дихальні білки, що переносять кисень. Гемоглобіни і міоглобіни містять іони Fe^{2+} у складі небілкової частини — гему.

Захисні білки — це імуноглобуліни, які виробляються клітинами імунної системи лімфоцитами і входять до складу сироватки крові та інших позаклітинних рідин, а також поверхні деяких клітин, наприклад, лімфоцитів. Організм виробляє антитіла на чужорідні

білки, полісахариди, інші речовини. Антитіла проявляють високу специфічність до свого антигену.

5.2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ

Функціональні властивості білків — це такі фізико-хімічні характеристики білків, що визначають їх поведінку під час переробки в харчові продукти і забезпечують певну структуру, технологічні і споживчі властивості.

З метою забезпечення стабільності технологічного процесу, поліпшення якості і розширення асортименту харчових виробів здійснюють регулювання функціональних властивостей.

Завдяки унікальним функціональним властивостям білки у виробництві харчових продуктів застосовуються як:

- важливо необхідна складова біологічної цінності харчового продукту;
- необхідний технологічний компонент із певними технологічними властивостями;
- лікувально-профілактична добавка.

До найбільш важливих функціональних властивостей білків відносяться:

- розчинність;
- водо- та жирозв'язувальна здатність;
- здатність стабілізувати дисперсні системи (емульсії, піни, суспензії);
- здатність утворювати желе;
- плівкоутворювальна здатність;
- адгезійні і реологічні властивості (в'язкість, еластичність);
- здатність до текстурування.

Особливості функціональних властивостей білків зумовлюються:

- *їх структурою* — специфічною послідовністю амінокислотних залишків в поліпептидних ланцюгах, нерівномірним розташуванням гідрофобних і гідрофільних груп на поверхні білків, наявністю або відсутністю спіралізуючих ділянок, що впливає на наявність гідрофобних, електростатичних і водневих зв'язків;
- *параметрів технологічного процесу* — рН, температура, ступінь гідратації, іонна сила тощо;

- *фізичною дією* — тиск, перемішування, емульгування, збивання;
- *хімічним впливом та модифікацією*.

Розчинність білків

Розчинність є одним з основних, найважливіших показників функціональності білків та технологічних властивостей білковмісних продуктів.

Розчинність є первинним показником оцінки функціональних властивостей білків, характеризується кількістю білка, що переходить в розчин і визначається:

- *коефіцієнтом розчинного азоту (КРА)* — кількість азоту, що перейшов у розчин (відсоток від загального);
- *коефіцієнтом диспергованості білка (КДБ)* — кількість білка, що перейшов в розчин (відсоток від загального змісту його в продукті).

Білки з високою *гідрофобністю* — добре взаємодіють з *ліпідами*, з високою *гідрофільністю* — добре взаємодіють з *водою*.

Розчинність білків залежить від рН середовища і присутності солей.

Залежність розчинності білків від рН середовища:

- за рН, що відповідає ізоелектричній точці, білки мають найменшу розчинність, оскільки сумарний заряд на їх молекулах дорівнює нулю і частинки позбавлені здатності відштовхуватися за рахунок електростатичних взаємодій з молекулами розчинника;
- у кислому або лужному середовищі, навпаки, забезпечується взаємодія протилежно заряджених іонів розчинника (H^+ або OH^- відповідно) з поверхнями білкових часток, заряджених позитивно в кислому середовищі і негативно в лужному, а значить і перехід білків в розчин.

Залежність розчинності білків від концентрації солей:

- під час додавання невеликих кількостей солей розчинність збільшується, оскільки іони перешкоджають електростатичній взаємодії бічних груп білка між собою;
- високі концентрації солей, що знижують гідратацію поліпептидних ланцюгів, навпаки, посилюють гідрофобні білок-білкові взаємодії і призводять до випадання білка в осад (висолювання).

Використання як розчинника води, розбавлених розчинів солей, лугів і водно-спиртових розчинів забезпечує перехід гетерогенних

сумішей в розчин, відповідно, альбуміну, глобулінів, глутелінів і проламінів та отримання білкових фракцій, що розрізняються за амінокислотним складом, молекулярними масами і функціональними властивостями.

Водозв'язувальна здатність білків

Водозв'язувальна здатність білків (або гідратація) характеризується адсорбцією води за участю гідрофільних залишків амінокислот (білки зв'язують воду, набухають, збільшуються їх маса і об'єм). В результаті гідрофільної і гідрофобної гідратації кількість адсорбційно зв'язаної води для білків коливається від 0,2 до 1,0 г на 1 г білку, частіше 0,3–0,4 г/г.

Основна частина води являється *слабозв'язаною* і її можна розглядати як структурно-зв'язану вологу (осмотично, капілярно і імобілізаційно зв'язана волога).

Слабозв'язана волога може втрачатися в процесі зберігання продуктів, або при інших рівних умовах за рахунок дефіциту вологості в приміщенні. Вона може поглинатись за рахунок потенціальної здатності білків до набухання. Наприклад, при додаванні вологи до м'ясного фаршу за рахунок додаткового набухання актоміозинового білкового комплексу, який виділяється із зруйнованих м'язових волокон.

Здатні зв'язувати вологу також білкові системи, попередньо обезводнені тим або іншим способом. Наприклад, волога поглинається при вимочуванні оселедців, при відновленні сублімованих білкових продуктів або продуктів з проміжною вологістю.

Здатність білків до набухання залежить від рН середовища:

- чим більше рН середовища відхиляється від ізоелектричної точки білку, тим більше підвищується його розчинність і відповідно набухаємість і здатність зв'язувати вологу.

Так, відомо, що підкислене середовище при маринуванні м'яса сприяє набуханню колагену.

В значних кількостях поглинається волога білками клейковини, а також білками зернобобових культур при замісі тіста або промиванні та замочуванні круп, бобових за рахунок *іонної гідратації*.

Позитивний вплив *солі* на гідратацію білкових систем проявляється також в результаті підвищення в системах осмотичного тиску і збільшення розчинності глобулінів.

Висока здатність білків утримувати воду в харчових продуктах (м'ясних, хлібобулочних та інших) підвищує їх вихід, подовжує терміни зберігання і покращує текстуру. Денатуровані білки мають знижену водозв'язувальну здатність і їх застосування негативно позначається на якості продукції.

Жирозв'язуюча здатність білків

Жирозв'язуюча здатність білків характеризується адсорбцією жиру за рахунок гідрофобних залишків. За невисокої вологості гідрофільні групи, взаємодіючи з молекулами води, утворюють мономолекулярний шар, за високої — навколо глобул білка формується багат шарова структура з одночасним проникненням води в западини і виступи. Загальна кількість води і жиру на поверхні досягає 0,2–0,4 г на 1 г білків.

Жирозв'язувальна здатність білків залежить не лише від особливостей амінокислотного складу і структури, але і від фракційного складу, способу обробки, рН середовища, температури і присутності вуглеводів, ліпідів і інших білків.

Висока жиротримувальна здатність білків забезпечує ніжну і однорідну текстуру виробів, виключає відділення жиру, зморщування виробів, зменшує втрати під час теплової обробки.

Жироемульгуючі властивості білка

Жироемульгуючі властивості білка — утворення білком на поверхні крапель жиру (за рахунок гідрофобної взаємодії) тонкої плівки, яка притягує воду (за рахунок полярних груп) і протидіє злипанню жирових частинок. Присутність в одному білковому ланцюзі гідрофобних і гідрофільних угруповань забезпечує розподіл молекул певним чином на межі поділу фаз *вода-олія* і *вода-газ*.

Орієнтація гідрофільних груп білка до води, а гідрофобних — до олії на межі поділу фаз у вигляді міцного адсорбційного шару знижує поверхневий натяг в дисперсних системах і робить їх агрегативно стійкими і одночасно в'язкими.

Найбільш поширеними є харчові емульсії «олія у воді» і «вода в олії», що називаються, відповідно, прямими і зворотними. Усі види емульсій з білком отримують механічним диспергуванням однієї рідини в іншій за допомогою мішалок, гомогенізаторів, що забезпечують деформацію дисперсійного середовища з утворенням дрібних часток. На основі жироемульгуючих властивостей рослинні

і тваринні білки застосовуються у виробництві хлібобулочних, борошняних кондитерських виробів, низькокалорійного маргарину, майонезу, паст, м'ясних продуктів.

Піноутворення білків

Піноутворення пов'язане зі здатністю білків утворювати висококонцентровані системи *рідина — газ, тверде тіло — газ* у вигляді піни.

Білки виконують функцію піноутворення в кондитерській промисловості (суфле, пастила), у випіканні хліба, у виробництві пива. Поверхня газових пухирців покриває рідка або тверда оболонка, що складається із білків. У випадку, коли ця оболонка стоншується, газові пухирці лопаються, відбувається коалесценція або з'єднання пухирців, піна стає пухкою, менш стійкою.

Піни отримують механічним розподілом повітря в розчині білка шляхом збивання або за рахунок закипання води, зниження тиску, забезпечення хімічних і мікробіологічних процесів у білково-вмісних харчових системах. Так, білки клейковини утворюють піну в хлібному тісті під дією діоксиду вуглецю в ході бродіння, а в кондитерському — за рахунок хімічних розпушувачів під час виділення аміаку і діоксиду вуглецю. Піноутворювальні властивості є основою виробництва збитих кондитерських виробів (бісквітів, десертів, кремів тощо).

Піноутворювальні властивості білків характеризуються такими показниками:

- *пінотворна здатність* — вимірюється об'ємом піни, віднесеним до маси білку;
- *стабільність піни* характеризується періодом її напіврозпаду, тобто часом, необхідним для руйнування половини об'єму піни.

Обидва показники залежать від рН середовища, концентрації білку, солей, температури, присутності ліпідів, сахарози, харчових волокон, фракційного складу і будови білків. Стійкість структури піни є важливим фактором підвищення якості харчових продуктів.

Желеутворювальні властивості білків

Желеутворювальні властивості білків характеризуються здатністю їх колоїдного розчину із вільнодиспергованого стану переходити у зв'язанодисперсний (з утворенням систем, що мають властивості твердих тіл — гель, драглі).

Пружні властивості желе, що зумовлені утворенням просторової сітки взаємодіючих молекул білка, залежать від:

- мінімальної його концентрації, за якої настає желеутворення (желе-точки);
- рН середовища;
- присутності інших білків, солей, полісахаридів.

Білок як желеутворювач повинен утворювати желе в широкому діапазоні рН, іонної сили, за мінімальної концентрації і з необхідними фізико-хімічними властивостями.

До фізико-хімічними властивостей желе відносяться:

- міцність, твердість, еластичність;
- тиксотропія (здатність зворотно переходити в текучий стан за механічної обробки і знову утворювати нетекуче желе після зняття навантаження);
- температура розм'якшення і плавлення;
- ступінь набрякання;
- здатність до синерезису (відділення дисперсійного середовища із скороченням об'єму желе);
- сорбція барвників і ароматичних речовин та інших.

Універсальним желеутворювачем є желатин, що дозволяє в широких межах забезпечити регулювання консистенції, хімічного складу і біологічну цінність харчових продуктів.

В'язко-еластично-пружні властивості білків

Характерною властивістю деяких харчових білків є низький рівень полярності функціональних груп. Молекули води, оточуючи частинки білків, відштовхуються, а молекули білків, навпаки, агрегуються з утворенням комплексів з притаманними їм реологічними властивостями (в'язкість, еластичність, пружність). Найбільш виражений комплекс таких властивостей мають білки пшеничної клейковини, що зумовлюють у виробках суцільну текстуру з наповнювачами (зерно, висівки, родзинки). Пружність і еластичність білків зумовлена глютеніною фракцією білків.

Функціональні властивості білків визначаються їх структурою. Наприклад, в'язкість і желеутворювальні властивості залежать від розміру і форми молекул, а водозв'язувальна здатність, піноутворювальні, емульгувальні властивості залежать від співвідношення на поверхні полярних і гідрофобних груп. Тому усі

чинники, які змінюють структуру білків, призводять до регулювання їх властивостей.

5.3. ПЕРЕТВОРЕННЯ БІЛКІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Регулювання функціональних властивостей білків досягається зміною умов їх виділення, висушування, фізичним, фізико-хімічним впливом, ферментативною і хімічною модифікацією. Параметри обробки можуть змінювати амінокислотний і фракційний склад білків, спричиняти денатурацію, агрегацію або взаємодію з іншими компонентами (ліпідами, вуглеводами).

Основні перетворення білків при виробництві харчової продукції — гідратація, дегідратація, денатурація, деструкція, модифікація.

Гідратація і дегідратація білків

Гідратація — властивість білків зв'язувати значну кількість вологи. При цьому молекули білка утримують воду за рахунок утворення гідратної оболонки та адсорбції (зв'язування молекули води за рахунок водних зв'язків).

У розчинах з малою концентрацією білка (молоко, рідке тісто) білки повністю гідратовані і більше зв'язувати воду не можуть. У продуктах з малою вологістю (м'ясо, яйця, борошно) білки гідратовані не повністю і можуть зв'язувати додаткову її кількість.

Гідратація білкових речовин має принципове значення з погляду як організації технологічного процесу, так і забезпечення якості готової продукції. Властивість додаткової гідратації має велике значення в технології виробництва продуктів харчування (вироби з тіста, продукція з м'яса, риби, яєць). Від ступеня гідратації залежить властивість борошна утворювати тісто, напівфабрикатів із м'яса і риби утримувати вологу.

Дегідратація білків — це протилежний гідратації процес, тобто процес видалення вологи. Дегідратація відбувається під час денатурації (сушіння, заморожування і розморожування м'яса та риби, теплової обробки).

Дегідратація є дуже важливим фактором технології, який забезпечує як органолептичні показники білковмісних виробів, так і функціональну активність білкових речовин. Від ступеня дегідратації

залежать такі важливі показники, як консистенція готових виробів, їх вологість і вихід.

Розрізняють *оборотну та необоротну дегідратацію*. Як правило, необоротна дегідратація супроводжується денатурацією білків.

Дегідратація білковмісних продуктів може бути наслідком цілеспрямованої дії згідно з технологічним процесом, а також результатом впливу різних небажаних факторів, наслідком яких є втрата функціональних властивостей білків, наприклад розчинності або вологоутримуючої здатності.

Денатурація

Під впливом нагрівання, хімічних речовин (дія кислот, високі концентрації солей, розчинників), інтенсивний механічний вплив, зберігання, випромінювання або їх комплексна дія відбувається **денатурація білків** — руйнування третинної і вторинної структури білка.

Глибина денатураційних процесів супроводжується *дегідратацією та деструкцією* білкових речовин, причому, в реальних технологічних процесах неможливо точно встановити причинно-послідовну взаємодію цих процесів та зміну агрегатного стану білків, оскільки ці процеси відбуваються одночасно.

При *підвищенні температури* посилюється тепловий коливний рух окремих залишків амінокислот, водневі зв'язки між ними розриваються і відбувається перегрупування частини амінокислотних ланцюгів. Поліпептидний ланцюг розгортається і формується по-новому — відбувається денатурація білка. При *денатурації* змінюється форма молекули білка, його натуральні властивості:

- у результаті перегрупування полярних груп знижується здатність білка зв'язувати полярні молекули води і білки частково втрачають здатність набухати;
- перегрупування активних груп приводить до втрат багатьма білками стійкості проти дії ферментів і білки легше перетравлюються трипсином;
- білки втрачають здатність розчинятися.

Зниження властивості зв'язувати воду (дегідратація) є основною причиною зменшення маси м'яса і риби під час варіння і смаження.

Втрата стійкості проти дії ферментів підвищує засвоюваність білків багатьох продуктів після їх теплової обробки за винятком

білка казеїну, який після теплової обробки важче гідролізується травними ферментами (тому м'який сир протирають при приготуванні запіканок, пудингів, суфле).

В результаті денатурації *глобулярних білків* відбувається **агрегація (згортання) білків** — в результаті руйнування водневої захисної оболонки на поверхні білкових молекул під час денатурації, частинки легко з'єднуються одна з одною і збільшуються.

Денатурація і агрегація білкових систем відбиваються на їх гідратаційних властивостях. На стадії денатурації сумарна гідрофільна і гідрофобна гідратація білку може не тільки не знизитися, але й зрости. (наприклад, для яєчного альбуміну та гемоглобіну). Водоутримувальна здатність білкових систем за рахунок інших форм зв'язку (осмотична і капілярно зв'язана, а також імобілізована волога) залежить від характеру згортання білкових систем.

Згортання буває трьох видів:

- якщо концентрація білків була незначною, то згорнуті білки утворюють *пластівці* (на поверхні м'ясних, рибних і овочевих відварів);
- якщо концентрація білків була великою, то при згортанні вони утворюють *гель* (щільна студениста маса, наприклад білки яєць);
- якщо білок в продукті знаходиться вже у вигляді гелю, то при згортанні він ущільнюється і виділяється рідина.

У *фібрилярних білках* поліпептидні ланцюги витягнуті і зв'язані один з одним водневими зв'язками. При нагріванні рух поліпептидних ланцюжків посилюється, водневі зв'язки між ними розриваються, що призводить до двох характерних явищ:

- волокна білка розриваються на окремі ланцюги амінокислот (*дезагрегація*);
- амінокислотні ланцюжки скорочуються за рахунок розриву внутрішніх зв'язків (*зварювання*).

Глибина денатураційних змін білкових систем залежить від режимів обробки продуктів. Нагрівання продуктів до більш високих температур і збільшення тривалості обробки при підвищених температурах сприяє зростанню денатураційних змін білків. Разом з тим, харчові продукти, доведені за допомогою теплової обробки до готовності, завжди мають деяку кількість неденатурованих білків.

Так як в процесі денатурації білків приймає участь вода, то процес залежить від ступеню гідратації і розчинності білків. Зсув значень рН середовища в ту чи іншу сторону від ізоелектричної точки білку підвищує його розчинність і температуру денатурації.

Деструкція

Деструкція білка — це руйнування первинної структури білка. Глибина деструкційних процесів залежить від багатьох технологічних факторів:

- *хімічних факторів* (хімічна модифікація) — можливі порушення на рівні первинної структури, що є проявом деструкції;
- *ферментів* (автолітичне дозрівання м'яса або риби, ферментативна модифікація, наприклад при виробництві сиров'ялених ковбас, ковбас типу салямі) — при цьому змінюється консистенція, збільшується ніжність та інші якісні показники;
- *температури, тиску* (руйнування білкового компоненту в реакції меланоїдиноутворення; утворення аромату при смаженні, випікання чи запіканні — амінокислотний залишок у процесі окислювального дезамінування та декарбоксілювання розпадається на альдегід, вуглекислий газ, аміак; глютин у присутності вологи за тривалої термообробки (температури, тиску) деградує до низькомолекулярних желатоз.

Кінцевий склад сполук у процесі деструкції білків різний і залежить як від виду білка, так і режиму обробки. Поруч з амінокислотами, пептидами утворюються такі летючі продукти, як аміак, сірководень, фосфористий водень, вуглекислота, вода, альдегіди, кетони та інші. Цим речовинам притаманне утворення певної суміші ароматичних речовин, які беруть участь у формуванні смаку та запаху готової до вживання продукції.

Оскільки при деструкції частина білка руйнується, що призводить до зміни його харчової та біологічної цінності. Однак деструкція білків стала важливим технологічним етапом і зумовлює обґрунтування багатьох параметрів технологічного процесу.

Модифікація білків

Модифікація білків — вплив на структуру білка, що призводить до зміни цілого комплексу його фізико-хімічних властивостей.

Модифікація відкриває шлях до цілеспрямованого регулювання функціональних властивостей білкових систем у технології харчових продуктів.

Виділяють три основні напрямки в регулюванні функціональних властивостей харчових білків, які можуть бути успішно використані комплексно:

- *хімічна модифікація;*
- *ферментативна модифікація;*
- *фізико-хімічна модифікація.*

Вивчення функціональних властивостей білків дає можливість модифікації структури білка, перетворювати білки з іншими структурними характеристиками, наприклад, глобулярні у фібрилярні.

Структура природних фібрилярних білків є еталоном під час отримання м'ясоподібних систем із протеїнів рослинного походження (наприклад, взаємне розміщення молекул желатину в гелях). Білки, що здатні до гелеутворення, повинні мати компактну структуру з гнучкими поліпептидними ланцюгами, які можуть взаємодіяти між собою та утворювати сітку в просторі за рахунок сил побічної валентності (водневих зв'язків, електростатичних та гідрофобних взаємодій). Ці процеси залежать від умов середовища: рН, концентрації солі, температури.

Особливість структури білків пшеничної клейковини забезпечує утворення зчепленої еластичної системи за рахунок виникнення значної кількості міжмолекулярних дисульфідних зв'язків, які з'єднують багато поліпептидних ланцюгів у одну гігантську молекулу. Така структура потрібна для утворення тіста та отримання виробів необхідної якості і її можна регулювати шляхом відновного розщеплення або окислювального замикання дисульфідних зв'язків.

Наведені приклади підтверджують, що структура білка сильно впливає на його характеристики та визначає функціональні та технологічні властивості білковмісних продуктів.

Хімічна модифікація здійснюється за рахунок кислотного або лужного гідролізу білків, стабілізації білків шляхом солеутворення, ацилування тощо.

Хімічна модифікація допомагає регулювати гідрофільно-ліпофільний баланс білкової системи шляхом введення за допомогою

реагентів додаткових функціональних груп, змінювати сумарний заряд білка, що в цілому регулює і розширює спектр використання білковмісних продуктів.

Приклади хімічної модифікації

- Отримання амінокислот, що використовуються у новітніх харчових технологіях;
- отримання рибних білкових концентратів шляхом лужного гідролізу та солюбілізації, що дозволяє отримати необхідну розчинність, емульгуючі та піноутворюючі здатності;
- деструкція глобулярних білків бобових та сої (дисоціації при критичних значеннях рН та діалізу великої іонної сили) визначає нові функціональні властивості білка — здатність до гелеутворення, більш характерну для гнучких фібрилярних білків, що дозволяє утворювати гелі та імітувати м'ясоподібні системи та можна модифікувати їх властивості.

Можливість *солюбілізації* білків шляхом солеутворення впливає з їх основних властивостей як полімерних амфолітів, здатних до взаємодії з катіонами та аніонами. Можливі два види взаємодії — утворення сольових «місточків» та специфічна сорбція іонів на поверхні білка. При цьому утворюються *протеїнати*, які характеризуються значно більшою розчинністю у порівнянні з нативними або знесоленими білками.

Зміна розчинності білків пов'язана зі специфічною взаємодією іонів, наслідком чого є зміна заряду білка на поверхні молекули та його конформації, які й забезпечують підвищену розчинність та більш високий ступінь гідратації. Підвищенню розчинності білка також сприяє зміна іонної сили розчинів.

Найбільш широко із солей-модифікаторів використовують хлорид натрію та неорганічні фосфати. Так, регулюючи здатність м'ясних рецептурних композицій до вологоутримання, використовують хлорид натрію, піро- або триполіфосфат натрію, які підвищують розчинність міофібрилярних білків. Відомо, що поліфосфати відносно білків характеризуються антиденатураційними, антисептичними, антиокислювальними властивостями, а також виступають у ролі кріопротекторів.

Модифікація білків шляхом ацилування оцтовим або янтарним ангідридами є одним із найпоширеніших прийомів хімічної

модифікації білків. Результатом такої модифікації є зрушення ізоелектричної точки білка до більш кислої зони. За дії янтарного ангідриду цей процес більше виражений. Це дає змогу навіть за низьких ступенів модифікації значно покращувати такі технологічні показники, як розчинність, здатність до емульгування та піноутворення.

В технологічній практиці ацильовані казеїни молока використовуються як емульгатори та стабілізатори емульсій, загущувачі напоїв, соусів, плодкових та овочевих пюре. Риб'ячі білки використовуються як емульгатори, сполучні речовини та речовини, що утворюють гелі під час термообробки.

Зміна структури білка можлива шляхом нагрівання. Розпад білка на субодиноці, їх часткове розгортання та агрегація приводить, за оптимальних умов, до утворення білкових гелів. Але стабільність отриманих гелів залежить від утворення дисульфідних містків між поліпептидними ланцюгами.

Ферментативна модифікація

Ферментативна модифікація білків дозволяє цілеспрямовано змінювати структуру білка в різних напрямках: підвищення розчинності, емульгуючої здатності, стимулювати здатність білка до піноутворення, стабілізації пін та емульсій.

Ферментативна модифікація білків включає:

- *ферментативний гідроліз;*
- *пластеїнова реакція.*

Ферментативний гідроліз — найбільш ефективний метод підвищення розчинності білка під дією протеїназ (пепсин, папаїн, протеїназа). Однак, поряд із підвищенням його розчинності відбувається накопичення пептидів гідрофобного характеру.

Незважаючи на складність управління ферментативними процесами, вони мають певну перспективу, бо не призводять до втрат харчової цінності, не погіршують засвоєння білків.

Особливий ефект досягається за поєднання ферментативного процесу та хімічної модифікації, наприклад *сукцинування*. Ферменти-гідролізатори риб'ячого білка, які характеризуються високою піноутворюючою здатністю, у результаті сукцинування втрачають характерний рибний смак, що дозволяє їх використовувати у виробництві кондитерської продукції, морозива та напоїв.

Пластеїнова реакція — зворотний процес ферментативного розщеплення, коли під дією протеолітичних ферментів наново утворюються пептидні зв'язки.

Завдяки тому, що окремі амінокислоти, у тому числі й незамінні, здатні реагувати у формі ефірів, їх можна цілеспрямовано вбудувати в білки. Чим більшою є гідрофобність, тим швидше амінокислота включається до складу білка або пептиду.

Вбудовуючи триптофан, лізин та метіонін у зеїн — білок кукурудзи, який характеризується низькою харчовою цінністю, вдалося отримати пластеїн з високою біологічною цінністю.

Біологічна цінність соєвих білків низька через незначну кількість сірковмісних білків. Шляхом часткового гідролізу цього білка пепсином, змішування його з частковим гідролізатом кератину шерсті, багатим на сірковмісні амінокислоти, і наступної пластеїнової реакції під впливом нагарази отримують пластеїн з харчовою цінністю, близькою до казеїну.

Дуже цікавими є властивості пластеїнів, що отримані завдяки включенню глютамінової кислоти. По-перше, глютамінові кислоти, які отримано з соєвих білків, розчинні за будь-яких значень рН і стійкі до термічної коагуляції. По-друге, вони отримали визначений смак термообробленого м'яса, що є характерним для глютамінату натрію.

Фізико-хімічна модифікація

Фізико-хімічна модифікація білкових систем включає наступні види:

- *комплексоутворення* з природними біополімерами (білками, полісахаридами тощо) та мономерними сполуками (вуглеводами, ліпідами);
- *механічну дію* різного роду;
- *термічну дію* тощо.

Комплексоутворення за типом білок-білок-взаємодія дозволяє отримувати високоцінні білкові суміші, які зберігають високі функціональні властивості перших. Зернові добавки до м'ясного, рибного фаршу у вигляді борошна пшениці, рису, бобових та інших в кількості від 10% до 30% завдяки комплексоутворенню забезпечує мінімальну втрату вологоутримуючої здатності під час термообробки.

Високими функціональними властивостями характеризуються *білки та вуглеводи*. Так, здатність сахарози підвищувати температуру коагуляції білків яєць широко використовується в технології кондитерських виробів, десертів.

Під час спільного висушування риб'ячих білків з моноцукрами утворюються комплекси, які характеризуються високою розчинністю. Розчинність одночасно залежить від природи цукрів та їх концентрації в рибному фарші. За впливом на розчинність продукту з риб'ячим білком найбільшою ефективністю характеризується глюкоза, менше впливові сахароза, фруктоза. Аналогічно стабілізують риб'ячі білки гліцерин та модифікований крохмаль. За функціональними властивостями відновлені рибні фарші з добавками близькі до свіжовиготовлених. Але вони потенційно можуть втратити харчову цінність внаслідок реакції меланоїдиноутворення.

Відомі також методи підвищення функціональних показників, особливо «сили» клейковини борошна, під час комплексоутворення білків борошна з кислими полісахаридами (похідними пектину), а також за присутності ксантану (0,1...0,5%).

Білки разом з ліпідами здатні до комплексоутворення, утворюються білково-жирові емульсії, які підлягають денатурації значно меншою мірою, що використовується під час виготовлення фаршевих ковбасних виробів.

Механічна дія також має певну роль у модифікації властивостей білкових речовин. Так, інтенсивність помолу, спосіб і ступінь помолу є важливими у визначенні якості пшеничного борошна.

Високий ступінь подрібнення м'ясних та рибних фаршів, особливо на колоїдних млинах, призводить до механічної деградації саркомерів міофібрил, наслідком чого є підвищення вологоутримуючої здатності та розчинності.

Режими термічної дії регулюють деякі функціональні властивості м'ясних систем, зокрема вологоутримуючу здатність, ніжність, соковитість виробів. Тривалістю та параметрами термічної обробки регулюють показники якості молочного сиру. Одночасне проведення механічного перемішування в середовищі сироватки призводить до утворення «казеїнового зерна», яке суттєво за органолептичними показниками відрізняється від сиру, отриманого термокислотою коагуляцією, але без перемішування.

Часткова термічна коагуляція риб'ячих білків або термічне заварювання борошна, наслідком чого є часткова денатурація клейковини, змінюють когезію, дозволяють регулювати формуючу здатність та органолептичні показники харчових систем.

5.4. ОСОБЛИВОСТІ БІЛКІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗМІНИ ЇХ У ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

Білки яєць

Яйця дуже широко використовуються у технологічних процесах харчових виробництв, мають високу харчову і біологічну цінність.

Функціональні властивості яєць:

- піноутворювальна
- емульгувальна
- драглеутворювальна
- стабілізувальна.

Технологічні властивості яєць:

- висока спорідненість із іншими продуктами
- добрі смак, колір, консистенція та інші.

Більшість цих властивостей зумовлені унікальними властивостями їх білків. Білки яєць містяться в кожній частині яйця в різному стані. Так, для білків (близько 50%) характерна наявність простих протеїнів, які знаходяться у вільному розчиненому стані, у жовтках (близько 44,3 %) у вигляді комплексних сполук — протеїдів у комплексі з ліпідами, цукрами, фосфором.

Овоальбумін та ововітелін, що становлять найбільшу масу яйця, є найважливішими з його протеїнів.

Овоальбумін — основна фракція білка яєць (3/4 усіх протеїнів), є типовим колоїдом, характеризується амфотерними властивостями, добре розчиняється у воді, слабких розчинах солей, слабких кислотах і розбавлених лугах; утворює дисперсні розчини, які знаходяться у стані фізико-хімічної рівноваги. Наявність великої кількості заряджених полярних груп забезпечує добру розчинність білка у воді.

Ововітелін — фосфопротеїд, становить 4/5 протеїнової частини жовтка.

Ізоелектрична точка білків яйця знаходиться у кислій зоні рН 4,55...4,88.

Денатурація яєчних білків може бути викликана такими факторами: температура, сильні кислоти та луги, сечовина, органічні розчинники (спирт, ацетон), ультрафіолетові промені, γ -промені, звукові хвилі, високий тиск, а також механічна дія (збивання).

Під час *денатурації білків яйця* виділяють такі стадії:

- внутрішньомолекулярна перебудова, або власне денатурація;
- флокуляція денатурованих молекул, підготовка до коагуляції;
- утворення нерозчинного у воді згустку.

Денатурація цілком чистого розчину овоальбуміну характеризується різким підвищенням в'язкості. Пластівці, що утворюються в ізоелектричній точці, повністю розчинні в кислотах та основах; реакція флокуляції оборотна в часі.

Теплова денатурація настає значно легше у вологому протеїні, аніж у сухому. Температура денатурації сухого кристалічного овоальбуміну підвищується з пониженням відносної вологості повітря.

Швидкість денатурації залежить, головним чином, від температури та рН, а також від концентрації розчину, присутності солей та інших речовин.

Коагуляція яєчного білка відбувається поступово в межах температур від 57,5 до 82,0°C. Чим вища температура, тим швидше відбувається теплова коагуляція овоальбуміну. Сахароза та гліцерин пригнічують коагуляцію, як і велика кількість глюкози.

Механічна денатурація яєчного білка відбувається внаслідок струшування розчину протеїну (поверхнева денатурація). Чим вища концентрація білка, тим нижча швидкість денатурації. Швидкість денатурації значною мірою залежить від рН розчину білка. На протилежність до теплової денатурації, поверхнева денатурація має найбільшу швидкість в ізоелектричній точці овоальбуміну або поблизу неї.

Збивання розчину білка в піну або пропускання пухирців повітря крізь розчин викликає поверхневу денатурацію, подібно до того, як це відбувається під час струшування, та весь білок може бути переведений у нерозчинний стан.

Білки яйця також денатують під впливом ультрафіолетового опромінювання, високого тиску, звукових хвиль.

Алкоголь справляє на овоальбумін такий же вплив, як і температура. Денатурація настає або в ізоелектричній точці, або поблизу

неї і є оборотною за концентрації алкоголю нижче за визначений мінімальний рівень. Якщо концентрація алкоголю перевищує визначений рівень, то швидкість денатурації починає збільшуватися і, зрештою, денатурація стає необоротною.

Під час денатурації відбуваються численні зміни в нативному овоальбуміні — підвищення в'язкості, зниження розчинності, зміна форми молекул, хімічні та біологічні зміни. Молекулярна структура нативного білка упорядкована і компактна, тоді як у денатурованого — безладна та дифузна.

Денатурація викликає також і деструктивні зміни, а саме: виділення сульфгідрильних та інших груп, виділення азоту та сірки тощо. Ступінь дисоціації молекули овоальбуміну різна залежно від способу денатурації.

Денатуровані білки мають специфічні біологічні властивості, вони краще перетравлюються ферментами, ніж нативні.

Білки молока

Білки молока неоднорідні, вони різні за складом, вмістом, фізико-хімічними властивостями, біологічною цінністю та мають різні технологічні властивості.

До *функціональних властивостей білків* молока треба віднести:

- здатність емульгувати жири
- стабілізувати жирову емульсію
- підвищувати водозв'язуючу та водопоглинаючу здатність
- утворювати дрібнопористі піни.

У молоці виділяють дві групи білків, які мають різні властивості — *казеїн* та *сироваткові білки*. Фракції казеїну та сироваткових білків відмінні за молекулярною масою, ізоелектричною точкою, співвідношенням амінокислот, особливостями складу та структури. У розчинах вони знаходяться у вигляді колоїдів, оскільки їх частини мають значні розміри, порівняно з дисперсним середовищем.

Колоїдний стан білків визначає їх легку доступність та перетравлення протеолітичними ферментами. Так, казеїн засвоюється в організмі на 95%, сироваткові білки (альбуміни та глобуліни) — на 97 %.

Білки молока мають високу біологічну цінність завдяки їх амінокислотному складу (значно більше ніж у білках м'яса, риби та рослинних продуктів міститься триптофану, метіоніну, ізолейцину,

лейцину, фенілаланіну, валіну), збалансованістю незамінних амінокислот, хорошому перетравленню та засвоєнню.

Казеїн (78–85 % загального вмісту білка у знежиреному молоці) знаходиться у вигляді колоїдних частинок, або міцел, тоді як неказеїнові, *сироваткові білки* (15–22%) залишаються в молочній сироватці і знаходяться в ній у розчиненому вигляді. Ці дві групи білків молока також неоднорідні, вони складаються з фракцій, які мають різну розчинність у різних речовинах та за різних умов.

Казеїн у молоці знаходиться у вигляді кальцій-фосфат-казеїнового комплексу (КФКК). Цей комплекс складається з казеїнату кальцію з колоїдним фосфатом кальцію, до його складу також входять у невеликій кількості лимонна кислота, магній, калій та натрій.

У казеїновому комплексі головну роль відіграє кальцій, який утворює кальцієві містки, які відіграють суттєву роль в агрегації колоїдних часток казеїну при його сичужному або кальцієвому згортанні.

Міцели казеїну стійкі до нагрівання та механічної обробки молока. Стабільність їх залежить від вмісту розчинних солей кальцію, хімічного складу казеїну, активної кислотності та інших факторів.

У свіжому молоці за рН 6,6 міцели казеїну мають негативний заряд. Ізоелектрична точка спостерігається для казеїну при рН 4,6–4,7. При доведенні молока до рН 4,6 казеїн випадає в осад за 20°C — він електронейтральний, має найменшу розчинність та коагулює.

Сироваткові білки (β -лактоглобулін, α -лактоальбумін, альбумін сироватки крові, імуноглобулінів та протеозопептидної фракції).

На частку β -лактоглобуліну припадає 7–2% усієї кількості білків молока. Під час нагрівання молока до 85–100°C він увесь коагулює, а з солями кальцію утворює молочний камінь. Його ізоелектрична точка при рН 5,3.

У менших кількостях у молоці міститься α -лактоальбумін (2–5% від загальної кількості білків молока). Ізоелектрична точка при рН 4,2–4,5. Цей білок сильно гідратований і тому не коагулює під дією сичужного ферменту, відносно термостійкий, що виказує наявність у молекулі великої кількості S-S зв'язків.

Імунних глобулінів у молоці ще менше (1,9–3,3%), але в молозиві вони складають 90% від загальної кількості сироваткових білків. Вони термолабільні і денатурують уже під час нагріву молока до температури вище 70°C.

Імуноглобуліни об'єднують групу високомолекулярних білків (глікопротеїдів), виконують функцію антитіл. Імуноглобуліни молока мають властивості аглютинації — склеювання мікробів, а також кульок жиру.

В процесі технологічної обробки білки молока зазнають значних змін. Теплова денатурація сироваткових білків молока знижує їх розчинність, а також звільняються активні сульфгідрильні групи (-SH) амінокислот (цистин та цистеїн).

Вже при 65°C починається денатурація альбуміну, яка посилюється зі збільшенням температури та її тривалості. При моментальному нагріванні до 75°C згортається 15% альбуміну, до 81°C — 71 %, до 95°C — денатурує весь альбумін.

Під час швидкої пастеризації (72–76°C з витримуванням 15–20 хвилин) основна частина сироваткових білків зберігає високий ступінь дисперсності та не коагулює з казеїном під час кислотного та сичужного згортання молока. З підвищенням температури теплової обробки (85–87°C з витримуванням 5–10 хв.; за 92–95°C — 2–3 хвилин) відбувається майже повна денатурація та агрегація сироваткових білків, які коагулюють з казеїном. Тому казеїн набуває великої спроможності до гідратації, підвищує зневодненість згустку. Сироваткові білки також беруть участь у створенні структури згустку, надаючи йому твердості.

Найбільш лабільні імунні глобуліни — β -лактоальбумін та сироваткові альбуміни, найбільш стійкою фракцією є α -лактоальбумін. Казеїн, на відміну від сироваткових білків, має значно більшу термостійкість. Свіже молоко може витримувати нагрів до 150–160°C без явних ознак коагуляції казеїну. З підвищенням кислотності казеїновий комплекс коагулює за більш низьких температур. Молоко з кислотністю 55–60°Т згортається за кімнатної температури.

Одна з важливих технологічних якостей білків молока, що суттєво впливає на особливості технологічних процесів виробництва молочних продуктів, є їх гідратація. Вона зумовлена тим, що молекули білка на поверхні міцел та всередині їх мають значну кількість іонізованих полярних груп атомів, що створює можливість для отримання глобулою електричного заряду. Оскільки молекули води мають дипольну структуру, то вони, завдяки взаємодії різнойменних електрзарядів, орієнтуються навколо міцел казеїну, утворюючи гідратні

оболонки. Будучи досить стійкими, вони захищають міцели від злиття, стабілізуючи полідисперсну систему, якою є молоко. Захисні властивості гідратних оболонок залежать від їх товщини та міцності.

Завдяки стабільності колоїдної системи в процесі теплового впливу, молоко широко використовується в харчових технологіях

Білки м'яса та риби

М'ясом називають скелетну мускулатуру тварин, до складу якої входять *м'язова, сполучна та жирова тканини*.

М'язові волокна складаються з *міофібрил, саркоплазми, сарколеми та ядер*. Білки м'язового волокна поділяють відповідно до його структурних елементів. Білки відрізняються один від одного кількістю та якістю амінокислот, що входять до їх складу. *Міофібрилярні та саркоплазматичні білки* є основними компонентами, з яких побудовано м'язове волокно.

Кількість білка у м'ясі тварин різної вгодованості в окремих частинах туші різний. Загальний вміст білків м'яса недостатньо характеризує його харчову цінність, бо поряд з повноцінними білками (актоміозин, міоген, глобулін X), до складу яких входять усі незамінні амінокислоти, у м'ясі є неповноцінні білки сполучної тканини (колаген, еластин). Білки м'яса в значній кількості містять усі незамінні амінокислоти та не поступаються за біологічною цінністю білкам яєць та молока.

Білки риби містять майже всі амінокислоти, у тому числі незамінні, знайдені у продуктах тваринного походження. М'ясо риби має краще співвідношення повноцінних та неповноцінних білків унаслідок малого вмісту сполучної тканини. Крім того, білки м'яса риби швидко перетравлюється, їх засвоєння складає 97%.

Білки м'яса мають найвищу біологічну цінність, оскільки характеризуються добре збалансованим амінокислотним складом, найбільше схожим зі складом амінокислот білків організму людини. Білки м'яса добре засвоюються організмом, підвищують ступінь засвоєння рослинних білків і дають можливість збалансувати амінокислотний склад їжі.

Білки міофібрил (*міозин, актин, актоміозин та тропоміозин*) складають приблизно 65% усієї кількості білків та визначають технологічні властивості м'яса та риби і відіграють важливу роль у змінах м'язових тканин.

Міофібрили складаються із ниткоподібних молекул міозину, що чітко орієнтуються в міофібрилах та зумовлює еластичність м'язового волокна.

Міозин — це найважливіший повноцінний білок. У мускульній тканині на його частку у м'ясі тварин припадає 35...40% усіх м'язових білків, у рибі — 20...30%. Міозин не розчиняється у воді, але розчиняється у сольових розчинах середньої концентрації. Він здатний до значної гідратації, що пояснюється наявністю великої кількості полярних груп, розміщених на його ниткоподібній молекулі. Ізоелектрична точка міозину риби — рН 5,2–5,4, м'яса тварин — рН 5,4...5,5. Температура денатурації міозину 45...50°C.

Актин — повноцінний білок (10–15% усіх м'язових білків). Він існує у двох формах: глобулярній (*G-актин*) та фібрилярній (*F-актин*). *F-актин* спроможний вступати у взаємодію з міозином, утворюючи комплексний білок *актоміозин*, який спроможний у присутності іонів калію і магнію та за участі АТФ міцно стискатися. Температура денатурації актину приблизно 50°C.

Актоміозин є основним білком міофібрил, не розчиняється у воді, розчиняється у слабких сольових розчинах, частково осаджується насиченим розчином хлористого натрію. Він є основною скорочувальною речовиною м'язів. За підвищеного вмісту іонів калію актоміозиновий комплекс розпадається на актин та міозин. Температура денатурації актоміозину становить 42...48°C.

Тропоміозин (2,5% усіх білків) належить до глобулінів, є неповноцінним білком із-за відсутності триптофану, містить значно менше сірковмісних амінокислот. Тропоміозин добре розчинний у воді, не денатурує під впливом нагрівання. Ізоелектрична точка тропоміозину відповідає рН 5,1.

Білки саркоплазми (*міоальбумін, глобулін Х, міоген, міоглобін, нуклеопротейди та міоглобін*) складають приблизно 32–37% внутріклітинних білків.

Міоальбумін (1–2% усіх білків) є типовим альбуміном. Температура коагуляції 45...47°C, ізоелектрична точка — рН 3,0...3,5.

Глобулін-Х (20% усіх білків) включає ряд білків, які є типовими глобулінами. Ізоелектрична точка глобуліну-Х близько 5,2. У розчинах білок коагулює за 50°C. Глобулін Х у м'ясі риб у порівнянні з м'ясом теплокровних, міститься у 2–3 рази менше, причому на

частку азоту глобулінів припадає 8...15% від загального азоту. Глобулін стійкий до нагрівання, за $t = 65^{\circ}\text{C}$ коагулює на 72%.

Міоген (20%) розчиняється у воді, частково висолюється хлористим натрієм. Температура коагуляції його розчинів $55\text{--}65^{\circ}\text{C}$, ізоелектрична точка — рН 6,0...6,5.

Міоглобін міститься в м'язовій тканині в кількості 0,1–1,0%. Міоглобін є неповноцінним білком, оскільки в ньому відсутня амінокислота ізолейцин, також відсутні цистин і цистеїн. *Гемоглобін крові* та *міоглобін* мають загальні властивості: рН ізоелектричної точки 6,29.

Міоглобін має темно-червоний колір і зумовлює природний колір м'язового волокна. Основною структурою, яка надає міоглобінові червоного забарвлення, є *протопорфін*, який становить замкнену структуру, що складається з чотирьох з'єднаних разом пірольних кілець; у центрі структури знаходиться двовалентне залізо (Fe^{2+}). В деяких випадках можливе окислення заліза до тривалентного (Fe^{3+}), тоді утворюється метміоглобін.

Метміоглобін, як і інші похідні міоглобіну, що зв'язані з газами (СО, NO), уже нездатний з'єднуватися з киснем. Похідні міоглобіну утворюються під час переробки м'яса та його зберігання.

Колір м'яса залежить від трьох факторів — концентрації міоглобіну, ступеня зв'язування кисню міоглобіном, величини заряду заліза в гемі (Fe^{2+} або Fe^{3+}). Зв'язаний з киснем міоглобін, що містить Fe^{2+} — *оксиміоглобін* (MbO_2) надає м'ясу яскравого світло-червоного забарвлення. Окислений і нездатний зв'язуватися з киснем міоглобін, до складу якого входить тривалентне залізо Fe^{3+} — *метміоглобін* (MetMb) має коричневий колір. Відновлений, здатний зв'язуватися з киснем *міоглобін* (Mb) з іоном Fe^{2+} , характеризується темно-червоним кольором. У м'ясі міоглобін знаходиться у всіх формах і колір м'яса залежить від їх співвідношення.

Білки сарколеми (*колаген, ретикулін, еластин*) складають приблизно 4,4–5,0% загальної кількості білків клітини. Це основні білки сполучної тканини. У рибі білки оболонки волокна (сарколеми) представлені білками сполучної тканини — *колагеном* та *муцинами* і не містять еластину.

Колаген — білок, який не розчиняється у холодній воді, під час варіння він переходить у глютин, який добре розчиняється в гарячій

воді. Колаген є неповноцінним білком, оскільки не містить триптофану, цистину, цистеїну, містить дуже мало тирозину та метіоніну.

Волокна колагену слабо розтягнені. При нагріванні у воді до температури 60–70°C вони скорочуються приблизно на 1/3 або 1/4 від початкової довжини, а при нагріванні до 80°C колаген перетворюється на желатин. У рибі під час нагрівання у воді при температурі вище 60°C колаген піддається деструкції та переходить у водорозчинну форму, утворюючи глютин, желатози.

З протеолітичних ферментів на колаген впливають тільки пепсин та колагеназа, а на механічно подрібнений колаген діють ще інші ферменти (трипсин, катепсин та ін.). *Ретикулін*, хоча і є схожим на колаген, не утворює желатину під час кип'ятіння.

Колаген спроможний утримувати дуже велику кількість води: 100 г сухого колагену за рН 5–7 поглинає до 200 г води. Зі зміщенням рН у кислий або лужний бік кількість води, що поглинається, стрімко збільшується. Цю властивість використовують у різних процесах переробки сировини, яка містить колаген.

Еластин — це основний білок еластинових волокон. Він не розчиняється в холодній та гарячій воді, розчинах солей, розведених кислотах та лугах, не утворює желатину. На відміну від колагену та ретикуліну, не розчиняється у воді під час нагрівання.

Це єдиний білок, який містить хлорофорний залишок, що надає еластину характерного жовтого кольору. Еластичність цих волокон пов'язана з незвичним поперечним зв'язком між суміжними поліпептидими ланцюгами, які не мають містків S-S.

З підвищенням вмісту сполучної тканини знижується біологічна цінність м'яса, оскільки вміст неповноцінних білків зростає та збільшується його жорсткість, підвищується їх стійкість до теплової обробки, тим самим збільшується час доведення м'яса до стану кулінарної готовності. Тому кількість сполучної тканини та складність їхньої будови зумовлюють неоднакову технологічну цінність різних частин туші та м'яса різних видів тварин.

Денатурація білків. Під час посолу, варіння, смаження та інших видів технологічної обробки м'яса відбуваються денатурація білків, яка призводить до зміни їх колоїдного стану та втрати білкових речовин. Розмір втрат білків зумовлений різними розчинністю та осаджуваністю.

Під час варіння м'яса і риби водорозчинні білки переходять у розчин, згортаються й утворюють піну, ущільнюється білковий гель міофібрил, що призводить до зменшення маси і об'єму продукту і залежить від ряду причин (величини шматків, умов нагрівання та інших). Із м'яса і риби переходять в навколишнє середовище розчинені білки, мінеральні солі, екстрактивні речовини.

Виділення води при згортанні білків м'яса проходить більш інтенсивно при 45–75°C, але продовжується до 100°C. У риб цей процес закінчується при 75°C. Зменшення маси продукту обумовлюється також витопленням із нього жиру (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Зміна маси продукту під час теплової обробки

Продукти (1,5-2 кг)	Втрати, %	
	під час варіння	під час смаження
Яловичина	38	35
Свинина	40	32
Баранина	36	37
Телятина	36	37
Кури	25	31
Риба	20	18–21

Білки рослинного походження

У рослинах білкові речовини відіграють величезну роль, оскільки білки складають основну масу протоплазми.

Велика кількість білка міститься в окремих видах насінні, найбільше у бобових та олійних культурах (горосі, квасолі, сої, соняшнику). У олійних плодах та насінні білки складають суттєву частку сухої речовини: соняшник — 13,5–19,1%; льон 24,1–25; соя 26,5–44,7.

Білки протоплазми — ферментні та структурні білки. Окрім цих білків у клітинах рослин присутні захисні та токсичні білки, які утворюються в рослинах у разі мікробного зараження, пригноблюючи розвиток мікроорганізмів.

У насінні олійних рослин синтезуються білки-інгібітори ферментів трипсину та хімотрипсину, а також ферменти-інгібітори гідролаз. У насінні сої близько 5% від загального вмісту білка припадає на частку інгібітора трипсину. Вони добре розчиняються у воді або розбавлених розчинах солей.

Білки соєвих бобів, насіння соняшника та інших олійних культур містять достатню кількість майже всіх незамінних амінокислот. Насіння олійних рослин має значний потенціальний резерв білкових речовин. Виробництво білкових продуктів з олійного насіння взагалі забезпечує можливості для більш повного задоволення потреб населення у повноцінних продуктах, а також розширення шляхів регулювання органолептичних, харчових, механічних, дієтичних та інших характеристик харчових виробів.

Борошно отримують, подрібнюючи зерна злакових, гречки, бобових. Найважливішими компонентами борошна є білки, що є частиною білково-протеїназного комплексу. Окрім білків, до цього комплексу входять протеолітичні ферменти, активатори та інгібітори протеолізу.

Білкові речовини пшеничного борошна складають у середньому 14–18% від маси борошна. Вміст білків у пшеничному борошні залежить від його гатунку. Так, у борошні вищого та I гатунку білків 10,3%, II гатунку — 11,7 %, обійному — 12,7 %. У житньому борошні сіяному — 6,9 %, обійному — 0,7 %, обдирному — 8,95 %.

Фракційний склад білків пшеничного борошна залежить також від співвідношення ендосперму та оболонки. Білки оболонки, алеїронового шару складаються, в основному, з альбумінів та глобулінів, білки ендосперму — з глютелінів та проламінів, що утворюють клейковину.

Проламіни — білки, які розчиняються в 60–80% розчині етанолу у воді. У борошні з пшениці та жита представником проламінів є гліадин. Вміст гліадину в пшеничному борошні становить 3%, житньому 6...7% від маси борошна. Гліадин швидко набрякає на відміну від інших білків борошна.

Глютеліни — білки борошна, які розчиняються у 1,1–0,2% розчинах лугів, їх кількість становить 20–50% від маси всіх азотистих речовин борошна.

Основним представником глютелінів у пшеничному та житньому борошні є глютенін. Глютенін та гліадин становлять від 2/3 до 1/2 маси всіх білків борошна.

Білки борошна належать до ліофільних речовин. Здатність до набрякання залежить від властивостей білків та рН середовища. Ізоелектрична точка білків пшеничного борошна знаходиться в межах

pH 5,5–7,1. Вони здатні поглинати до 250–300 % води, при цьому утворюючи (*лише білки пшеничного борошна*) клейковинний каркас тіста. Особливістю білкових речовин житнього борошна є їх здатність до швидкого та інтенсивного набрякання. Значна їх частина необмежено набрякає та пептизується, утворюючи в'язкий колоїдний розчин. Виходячи з цього, незважаючи на присутність гліадину та глютеніну, білки житнього борошна не утворюють клейковини.

До складу білків пшеничного борошна входить 18 амінокислот, у тому числі усі незамінні. Однак в борошні низького гатунку (обойному борошні) незамінних амінокислот більше і його біологічна цінність значно більша за інші гатунки. У білках пшеничного борошна лімітувальними амінокислотами є лізин, треонін, а також метіонін. Засвоєння білків борошна становить 83–85%.

Однією з найважливіших властивостей білків борошна також є їх здатність до денатурації та старіння. Під час денатурації білки втрачають здатність до набрякання, віддають частину води та утворюють еластичний гель зі стійкою формою. Швидкість та ступінь денатурації залежить від температури, тривалості нагрівання та вологості продукту, тобто гідрофільності білків у продукті. Температура денатурації також залежить від гідрофільності білків. У процесі зберігання гель віддає частину води. Цей процес називається синерезисом. З цим пов'язано черствіння, наприклад, хліба.

Питання для самоконтролю

1. Загальна характеристика білків та їх класифікація.
2. Функціонально-технологічні властивості білків.
3. Денатурація білків, її наслідки та використання у харчових технологіях.
4. Функціонально-технологічні властивості білків яєць та їх зміни технологічному процесі.
5. Функціонально-технологічні властивості білків молока та їх зміни технологічному процесі.
6. Функціонально-технологічні властивості білків м'яса, риби та їх зміни технологічному процесі.
7. Функціонально-технологічні властивості білків насіння, борошна та їх зміни технологічному процесі.

Розділ 6. ЛІПІДИ ТА ЇХ ЗМІНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

6.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЛІПІДІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Ліпіди — обов’язкові компоненти будь-якої живої клітини. Вони входять до складу усіх оболонок клітин (біологічних мембран), у тому числі нервової тканини і головного мозку. В нервовій тканині міститься до 25% ліпідів, в клітинних мембранах — до 40%. Багатими на ліпіди є підшкірна жирова тканина, головний та спинний мозок, печінка, нирки і серце.

Ліпід (за W.R.Bloor) — поширена група речовин, що містяться в живому організмі, різних за своїм складом, структурою та функціями в організмі, але схожих за фізико-хімічними властивостями, а саме: нерозчинність у воді і розчинність в органічних розчинниках (рис.6.1).

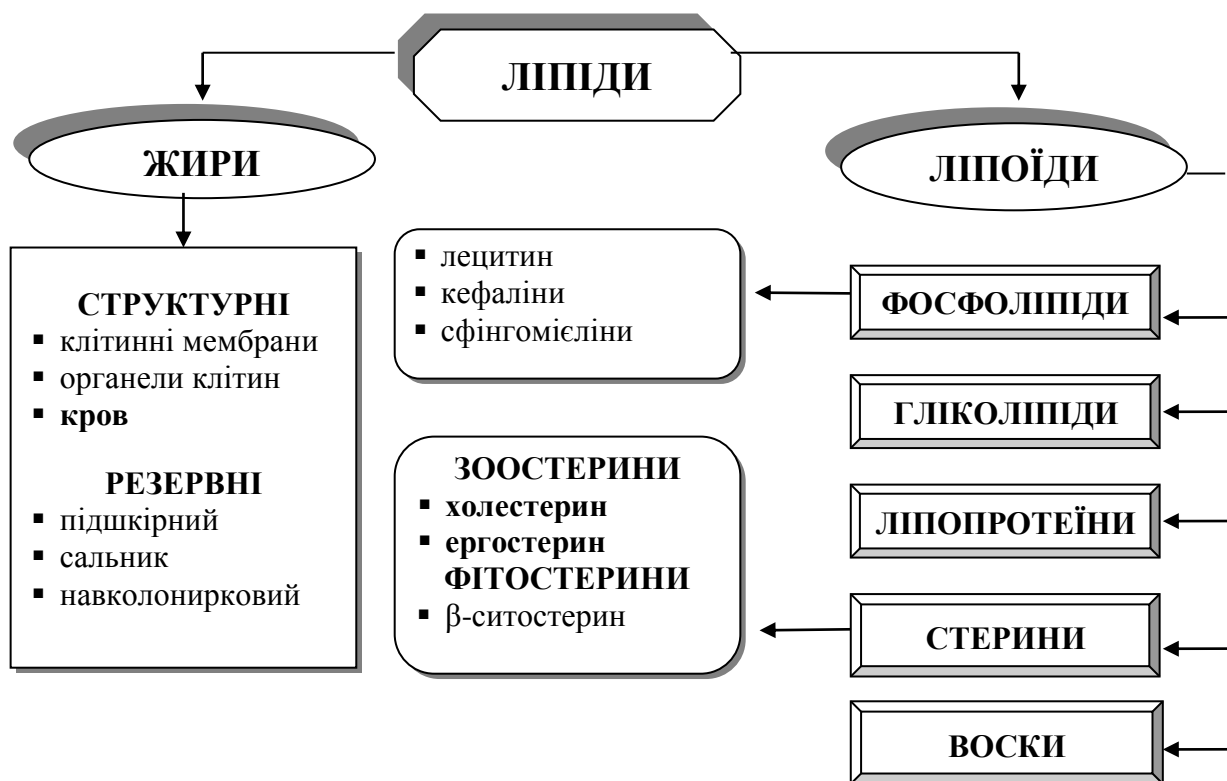


Рис. 6.1. Класифікація ліпідів продуктів харчування

Харчові жири — це продукти харчування, які одержують з жирових тканин рослинних та тваринних організмів. Тому за походженням вони поділяються на тваринні і рослинні, які в свою чергу підрозділяються на тверді і рідкі.

В організм людини з продуктами харчування жири надходять, так званими, «видимими» (олія, вершкове масло, сало тощо) та «прихованими» (риба, м'ясо, молоко, яйця).

Основним компонентом харчових жирів є *тригліцериди*. Вони не мають смаку і запаху, безбарвні. До складу молекули тригліцеридів харчових жирів входять: гліцерин (близько 10%) і жирні кислоти з різною довжиною вуглецевого ланцюга та різним ступенем насиченості атомів вуглецю (рис.6.2).



Рис. 6.2. Жирні кислоти харчових жирів

Жирні кислоти, які входять до складу ліпідів, містять, переважно, парну кількість атомів карбону, найчастіше — 16 або 18.

Жирні кислоти насичені є твердими за температури 18°C , мають високу температуру плавлення ($44\text{...}75^{\circ}\text{C}$). У складі рослинних олій містяться пальмітинова (6...13 %) та стеаринова кислоти (2...4%). У тваринних жирах (яловичому, баранячому, маслі вершковому)

містяться майже усі насичені жирні кислоти, в тому числі пальмітинова (близько 25 %) та стеаринова кислоти (7...21%).

Жирні кислоти ненасичені (олеїнова, лінолева, ліноленова) містяться у рослинних оліях та тваринних жирах. Найбільше олеїнової кислоти у оливковій олії (64,9%), соняшниковій — 23,7%, соєвій 19,8%, а в тваринних жирах 36...43%. Лінолевої кислоти у рослинних оліях міститься 50...60%, окрім оливкової (12%), а в тваринних жирах 2...9 % (рис. 6.3).

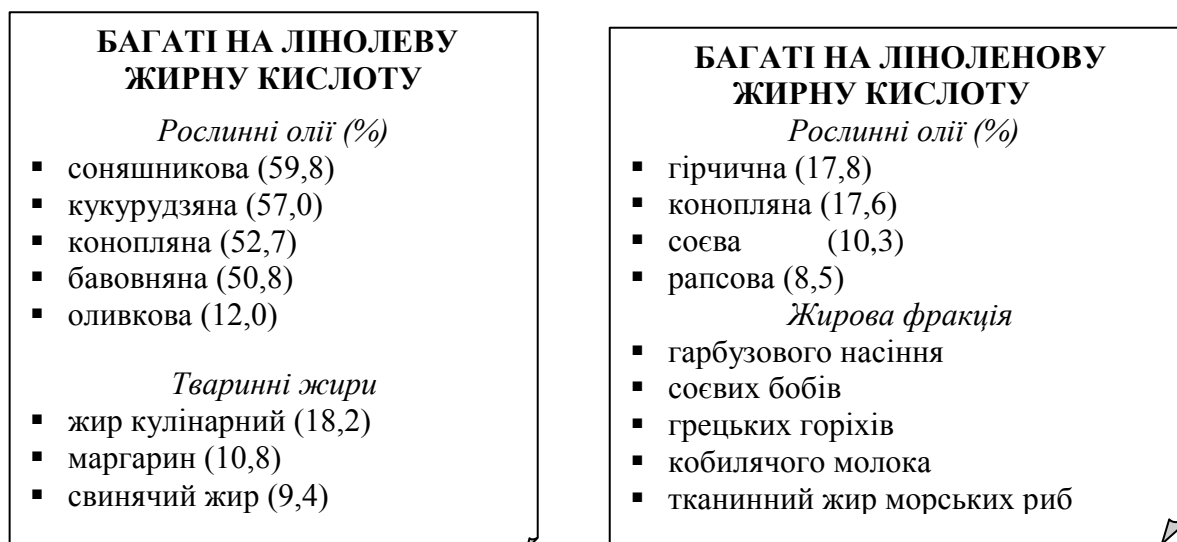


Рис. 6.3. Жири, багаті на ненасичені жирні кислоти

Особливе значення мають *поліненасичені жирні кислоти* — ліноленова, арахідонова та інші, які не можуть синтезуватися в організмі людини і тому є незамінними. Олії порівняно з тваринними плавленими жирами вважаються біологічно ціннішими, оскільки в них більший вміст ненасичених жирних кислот, у т.ч. незамінних поліненасичених (рис. 6.4).

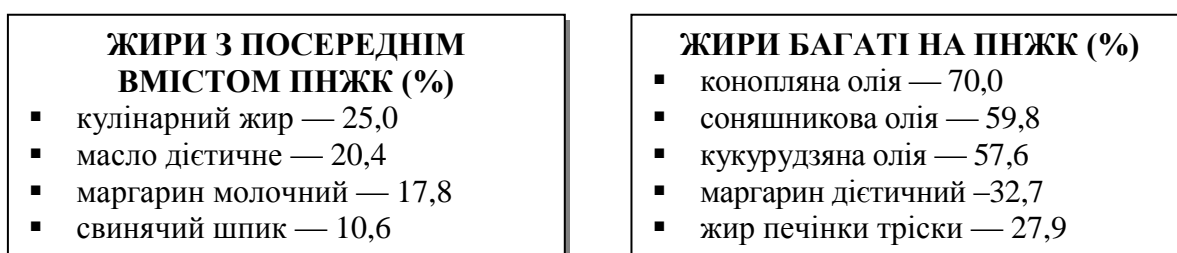


Рис. 6.4. Жири, багаті на поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК)

У жирах наряду із тригліцеридами містяться ліпоїдні речовини: фосфоліпіди, стерини, вільні жирні кислоти, барвникові речовини,

вітаміни, воски. У рослинних оліях на частку ліпоїдних речовин припадає 3...4% маси, в тваринних — у декілька разів менше. Виняток — жири морських тварин та риб, в яких вміст ліпоїдних речовин сягає десятків відсотків.

Фосфоліпіди (фосфатиди) відіграють важливу роль в організмі людини. Основними фосфоліпідами є *лецитин* та *кефалін*. Лецитин необхідний для формування клітин і тканин організму, запобігає накопиченню холестерину, сприяє його виведенню, запобігає ожирінню печінки. Лецитин і кефалін є природними емульгаторами та антиокисниками.

Стерини — високомолекулярні спирти, які містяться в тканинах рослин і тварин. За походженням розрізняють:

- *зоостерини* — стерини тваринного походження (холестерин);
- *фітостерини* — стерини рослинного походження (β -ситостерин, стигмастерин);
- *мікостерини* — стерини грибного походження.

Стерини мають кристалічну будову, причому зоостерини й фітостерини різняться формою кристалів, що дозволяє ідентифікувати природу жиру (встановити його походження).

З тваринних стеринів важливе значення має *холестерин*. Склад харчових жирів може помітно впливати на рівень холестерину в організмі людини. Чистий холестерин — перлинчасті пластинки, жирні на дотик. Він нерозчинний у воді, малорозчинний в органічних розчинниках. Температура плавлення холестерину становить 149°C.

Вільні жирні кислоти в ідеалі не повинні міститись у жирах. Їх наявність свідчить про те, що виготовлення тваринних жирів та їх зберігання відбувалися з порушенням технологічних режимів. Показник, який кількісно характеризує наявність в жирах вільних жирних кислот — кислотне число. Воно нормується стандартами на всі види жирів і від нього залежать сорти тваринних топлених жирів.

Барвникові речовини містяться здебільшого у рослинних жирах, тваринні жири їх майже не містять. Ці речовини легко руйнуються, окислюючись під дією світла. Найбільш відомі барвникові речовини — це каротиноїди, хлорофіл, госсіпол.

6.2. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИРІВ

Жири в технології харчових продуктів відіграють важливу роль, їх функціонально-технологічні властивості повинні бути спеціалізовані відповідно до вимог. Технологію отримання багатьох жирів побудовано таким чином, щоб отримувати задані функціонально-технологічні властивості, регулюючи склад, харчову цінність, стійкість до технологічних процесів, умов зберігання та консистенцію.

Жири мають такі фізико-хімічні та функціональні властивості, які значною мірою визначають технологічні властивості харчових продуктів, а саме:

- *нерозчинність у воді* — отримання продуктів з емульсійною структурою (креми, соуси, тісто, фаршеві суміші тощо);
- *відносно низька температура плавлення* визначає розм'якшення або перехід у рідкий стан продуктів після нагрівання;
- *здатність застигати під час охолодження* дозволяє формувати консистенцію деяких продуктів та виробів (кондитерські креми, глазур шоколадна, ковбаси, паштети).
- *пластичність багатьох жирів за нормальної температури* пояснює більшість функціональних та технологічних властивостей, які вони можуть надати продуктам та напівфабрикатам;
- *здатність передавати тепло* використовується у технологічних процесах під час смаження;
- *як технологічне середовище* використовується для зберігання деяких харчових продуктів у жирах, що забезпечує збереження їх якості;
- *здатність екстрагувати жиророзчинні речовини* (жиророзчинні вітаміни, барвникові речовини, ефірні олії) полегшує їх засвоєння та поліпшує смак і аромат продукції (наприклад пасерування коренеплодів, томатів тощо);
- *як зв'язувальний матеріал* у сумішах жири дуже часто використовуються в кондитерських кремах, пастах та інших виробках;
- *як розпушувачі впливають на текстуру виробів* в кондитерському виробництві (листокове, пісочне тісто);
- *як наповнювач технологічних сумішей* підвищує їх харчову та біологічну цінність.

Важливо, щоб в кожному конкретному технологічному випадку функціональні властивості обґрунтовано перетворювати на технологічний параметр.

Для засвоєння жирів організмом дуже важливе значення має температура плавлення. Тугоплавкі жири з температурою вище 36,6 °С із фізіологічної точки зору вважають нехарчовими (яловичий, баранячий). Легкоплавкі харчові жири мають температуру плавлення $\leq 36,6$ °С (масло вершкове, маргарини). Рідкі жири (рослинні олії) не тільки харчові, але біологічно активні.

Температура плавлення жирів залежить від:

- присутності жирних кислот з *короткими вуглеводними ланцюгами*;
- присутності *ненасичених жирних кислот*;
- наявності *цис-, трансізомерів жирних кислот* (їх орієнтація у просторі відносно подвійних зв'язків).

Консистенція жирів найчастіше є найважливішою технологічною характеристикою, що визначає можливість використання жиру *за необхідної температури технологічного процесу*. Так, для фритюрних жирів однією з основних вимог є температура димоутворення, яка забезпечує виконання технологічного процесу виготовлення продукції. Фритюрні жири — термічно стійкі за температур близько 200°С, а також стійкі до окислення та полімеризації. Для цього вони повинні містити якнайменше ненасичених жирних кислот, у тому числі лінолевої кислоти, характерної для олій, вільних жирних кислот, моно- та дигліцеридів та інших речовин, які руйнуються при 200°С.

Модифікація жирів

Модифікація жирів — це вплив, що змінює їх структуру.

Процеси модифікації: гідрогенізація, переетерифікація, фракціонування. Переетерифікація та, особливо, гідрогенізація змінюють харчову цінність жирів, що необхідно враховувати при виробництві харчових продуктів.

Гідрогенізація здійснюється насиченням воднем ненасичених жирних кислот в молекулах тригліцеридів олій та жирів морських тварин для зниження їх ненасиченості. У промисловості процес гідрогенізації здійснюється при температурі 180–240°С у присутності мідно-нікелевих каталізаторів з метою зміни жирно-кислотного складу вихідного жиру.

Гідрогенізація здійснюється з метою отримання твердих жирів, маргаринів, тобто жирів, здатних до емульгування, а також підвищенню температури плавлення для отримання таких жирів, які б мали потрібну температуру за кімнатної температури або за температури технологічного процесу. Це, як правило, залежить від трансформ жирів. Ступінь ізомеризації та кількість ізомерів залежать від повноти гідрогенізації.

Гідрогенізація змінює харчову цінність жирів. Слід підкреслити, що з фізіологічної точки зору *транс-ізомери вважаються не харчовими*, хоча метаболізм різних нових ізомерів лінолевої та олеїнової кислот не до кінця вивчено.

Переетерифікація — цілеспрямована дія щодо ізомеризації, яка дозволяє регулювати фізико-хімічні властивості та технологічні властивості жирів. Тригліцериди при температурі 80–90°C у присутності каталізатора (натрій, калій та інші) здатні обмінюватися залишками карбонових кислот — відбувається реакція переетерифікації. За такої спрямованої переетерифікації оптимізується вміст твердих тригліцеридів деяких жирів та регулюється температура плавлення жирів.

Переетерифікація високоплавких тваринних і рослинних жирів з рідкими рослинними оліями дозволяє отримати харчові пластичні жири з високим вмістом ліноленової кислоти при відсутності транс-ізомерів. Переетерифіковані жири використовуються як компоненти маргаринової продукції, спеціального призначення застосовуються у хлібопекарській промисловості, кондитерському виробництві і виробництві морозива.

Властивості тригліцеридів можна змінювати фракціонуванням.

Фракціонування жирів — це їх розподіл на групи за температурою застигання. Розподіляючи ці фракції, отримують олії з різними властивостями та застосуванням. Найширшого використання набуло фракціонування пальмової олії.

Пальмова олія має характерний жирнокислотний склад: майже рівні частини насичених (пальмовий стеарин) і ненасичених (пальмовий олеїн) жирних кислот. Пальмовий стеарин за фізичними властивостями значно відрізняється від пальмової олії і має широкі межі значень температури плавлення і йодного числа. Пальмовий стеарин використовується для виробництва маргаринів і легких

масел, а також у кондитерській промисловості. Пальмовий олеїн має вузький склад ацилгліцеролів, він повністю рідкий в теплому кліматі і легко змішується з будь-якою олією.

6.3. ПЕРЕТВОРЕННЯ ЖИРІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

До складу природних жирів входять ненасичені жирні кислоти, які є хімічно і біологічно реакційноздатними. Чисті жири характеризуються як практично однорідна маса і під час їх зберігання відбуваються зміни, характерні лише для жирів. Жири, які знаходяться у зв'язку з іншими компонентами харчових продуктів, менш стійкі при зберіганні. Їх зміни взаємопов'язані зі змінами інших речовин.

В процесі переробки і зберігання жировмісних продуктів або виділених з них жирів відбуваються різноманітні перетворення їх під впливом біологічних, фізичних і хімічних чинників. В результаті цих перетворень змінюється хімічний склад, погіршуються органолептичні показники і харчова цінність жирів. Найчастіше саме жири є тим лімітуючим фактором, який зумовлює параметри технологічного процесу та терміни зберігання продукції. Жири псуються, при цьому смак та запах стають специфічними і неприємними, жир гіркне і стає непридатним до споживання.

Незалежно від технологічних режимів переробки і зберігання, а також виду жиру, в них проходять однотипні зміни, що зводяться до гідролізу і окислення. Велика здатність їх до окислення є причиною того, що вони швидко втрачають свою біологічну цінність, ще до того, як продукт стане не придатним до вживання. Ці процеси відбуваються за схемою, представленою на рис. 6.5.

Переважає в жирі гідролітичного або окислювального процесу залежить від температури, наявності кисню, світла, води, тривалості нагрівання, присутності речовин, що прискорюють або уповільнюють ці процеси. Тому основні способи теплової обробки жировмісних продуктів і жирів (варіння, смаження) розрізняються за ступенем і характером дії на жир. Під час варіння переважають гідролітичні процеси, а в процесі смаження — окиснювальні.

Залежно від температури й тривалості нагрівання, жир може зазнавати різних змін — від руйнування природних біологічно

активних речовин, що містяться в них (вітамінів, фосфатидів тощо) до утворення окислених сполук, які можуть бути токсичними, змінюючи їх харчову цінність. Якість жиру оцінюють за кислотним, пероксидним, ацетиловим числами, вмістом альдегідів, кетонів та інших сполук.

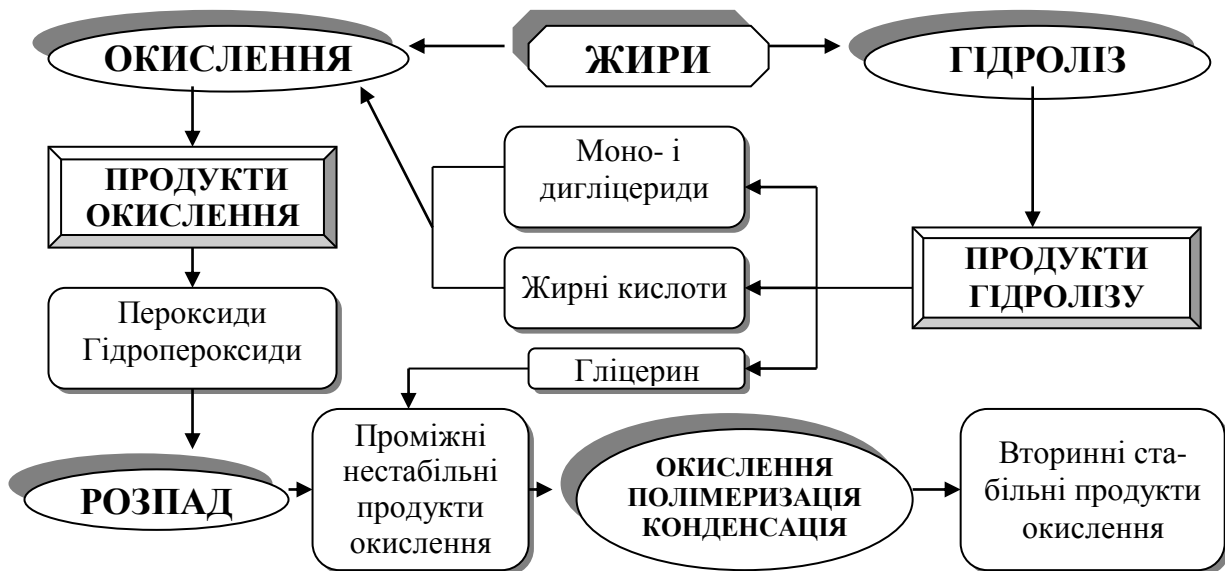


Рис. 6.5. Фізико-хімічні перетворення жирів

Гідроліз жирів

Гідролітичне розщеплення жирів проходить за обов'язкової участі води. Гідроліз жирів відбуваються в процесі зберіганні жирів та жировмісних продуктів та їх тепловій обробці (наприклад варінні).

Гідроліз може бути *ферментативним* і *неферментативним*. При ферментативному гідролізі під впливом тканинних ліпаз спостерігається гідроліз тригліцеридів, що супроводжується накопиченням жирних кислот і, як наслідок, підвищенням кислотного числа.

Швидкість і глибина гідролізу жиру залежать від температури:

- за температури вище 20°C — ферментативний гідроліз значно прискорюється;
- зниження температури уповільнює процес гідролізу, але навіть за -40°C ферментативна активність ліпаз проявляється, але в слабкій мірі.

За підвищеної вологи, температури може статися *гідролітичне псування жирів*, спричинене каталізаторами та ферментами мікроорганізмів.

Утворення в жирі при гідролізі невеликої кількості високомолекулярних жирних кислот не викликає змін смаку і запаху продукту. Але якщо у складі тригліцеридів є низькомолекулярні кислоти, то під час гідролізу можуть з'явитися капронова і масляна кислоти, що характеризуються неприємним запахом і специфічним смаком, які різко погіршують органолептичні властивості продукту. Ці жирні кислоти містяться у молочних продуктах: масло вершкове, сир м'який жирний, сметана, вершки.

У топлених жирах *ферментативного* розщеплення жирів не спостерігається, оскільки в процесі витоплення за температури близько 60°C ліпаза, що міститься в жировій тканині, інактивується. Гідролітичне псування топленого жиру відбувається за наявності вологи, в результаті обсіменіння мікрофлорою, неповній денатурації білків при витопленні жиру з жирової тканини або під впливом каталізаторів.

Для зберігання харчових властивостей жиру продукти, до складу яких він входить, піддають відносно м'якому тепловому впливу. При короткочасному нагріванні під дією температури, що не перевищує 100°C, жири не зазнають істотних змін у своєму складі. При цьому можуть руйнуватися вітаміни А і Е.

Жир, що міститься в продуктах, в процесі варіння плавиться і переходить в рідину. Кількість жиру, що поступає у варильне середовище, залежить від його вмісту і характеру відкладення в продукті, тривалості варіння, величини шматків і інших причин. Так, м'ясо втрачає при варінні до 40% жиру, риба прісна до 50%, риба середньої жирності — до 14 % жиру.

Основна частина жиру (90–96,5%) збирається на поверхні бульйону, і лише невелика частина (3,5–10%) розподіляється в бульйоні у вигляді найдрібніших жирових крапельок (емульгується).

Кількість емульсованого жиру зростає при інтенсивному кипінні та співвідношенні води до продукту. Наявність у бульйоні *солей і кислот* (наприклад при додаванні кухонної солі і кислих продуктів) сприяє процесам гідролізу. Утворення солей високомолекулярних жирних кислот надає бульйону каламутність, погіршуючи його якість (утворюється мутний мильний бульйон). При гідролізі жиру утворюються переважно стеаринова й пальмітинова жирні кислоти, що, у свою чергу, емульгуються і надають йому неприємного присмаку.

В результаті емульгування збільшується поверхня зіткнення жиру з киплячою водою, що сприяє його гідролізу та окисленню. Тому при варінні бульйону жир, що спливає на поверхню, періодично знімають, і при обмеженому доступі повітря і помірній температурі (90–95°C) переважають гідролітичні процеси і неглибоке окислення жирних кислот, тому що вільні жирні кислоти окисляються значно швидше, ніж тригліцериди.

У результаті гідролізу тригліцеридів з утворенням вільних жирних кислот зростає *кислотне число*. При варінні можуть утворитися такі продукти окислювання, як монооксикислоти. Утворення ди- та моногліцеридів, що утворюються при гідролізі, сприяє зростанню *ацетильного числа* — показника вмісту в жирі гідроксильних груп. Частина жирних кислот окислюється безпосередньо на місці подвійного зв'язку з утворенням пероксидних сполук, про що свідчить зниження *йодного числа* жиру.

Окислення жирів

Жири при взаємодії з киснем повітря окислюються. Окислення жирів відбувається при зберіганні (за наявності повітря) та тепловій обробці. Розрізняють автоокислення і термічне окислення жирів:

- *автоокислення* жирів проходить за низьких температур у присутності кисню;
- *термічне окиснення* відбувається за температури 140°C...200°C.

Автоокислювальні процеси зазвичай супроводжують або навіть випереджають термічне окислення і тому їх необхідно розглядати разом. Напрямок і глибина окислення олій і жирів залежать в першу чергу, від їх тригліцеридного складу: *зі збільшенням ступеня ненасиченості жирних кислот, що входять до їх складу, швидкість їх окислення зростає*. Тригліцериди насичених кислот за звичайних умов практично не окислюються.

В основі сучасних уявлень про механізм реакції окиснення жирів лежить висунута Бахом і Енглером *пероксидна теорія*. Її механізм, як *ланцюгової вільнорадикальної реакції*, розроблений академіком М.М. Семеновим.

Сутність реакції автоокислення

При автоокисленні жиру спочатку відбувається накопичення вільних радикалів (*індукційний період*). Як тільки концентрація їх досягає певної величини, індукційний період завершується і починається

процес швидкого приєднання кисню до радикалів. Цей процес називається *автокаталітичною ланцюговою реакцією* і включає декілька стадій:

1) *ініціації* — стадія зародження, розвитку утворення вільних радикалів (ненасичених жирних кислот та пероксидів жирів (гідропероксидів));

2) *розгалуження* — стадія нагромадження пероксидів внаслідок окислення ненасичених жирів під впливом кисню і вільних радикалів;

3) *затухання* — стадія обриву ланцюга, за якої вільні радикали утворюють стабільні нерадикальні сполуки (альдегіди та кетони з низькою молекулярною масою).

Первинні радикали молекули жиру утворюються при гомолітичному розриві зв'язку С–Н в *α*-положенні до подвійного зв'язку в жирнокислотному ланцюгу. Далі вільні радикали взаємодіють із киснем повітря і утворюють *пероксидні радикали*, ще далі — *гідропероксиди* — первинні продукти окиснення жиру. За глибокого окислення жирів можливе утворення циклічних пероксидів та епоксидних сполук.

Гідропероксиди подалі піддаються різним перетворенням і утворюють *спирти, альдегіди, кетони, кислоти, окисикислоти* та інші. Альдегіди і кетони є вторинними продуктами окиснення. Органолептичні показники, в основному, залежать від вмісту альдегідів і кетонів і в меншій мірі від окси- та карбонових кислот.

Автоокиснення супроводжується також позиційною, геометричною ізомеризацією ненасичених кислот і процесами полімеризації (відбувається «зшивання» як міжмолекулярне, так і внутрішньомолекулярне).

Вільні радикали в жирах утворюються під дією *ініціатора* шляхом відщеплення атома водню від вуглеводневого ланцюга вільної або зв'язаної з гліцерином жирної кислоти. *Ініціаторами окислення є:*

- енергія (теплова, енергія світла та інших видів випромінювання);
- присутність металів зі змінною валентністю;
- хімічні речовини, які здатні відщеплювати водень із СН — зв'язку.

Процес автоокиснення жирів значно прискорюється за наявності вологи, світла і каталізаторів. Каталізаторами можуть бути

легкоокиснювальні метали (оксиди або солі заліза, міді, свинцю, цинку, нікелю, кобальта), що знаходяться в складі металевої тари, інвентарю і за рахунок змінної валентності самі можуть бути окислювачами жирів.

Каталітична дія металів пов'язана з їх здатністю легко приєднувати або віддавати електрони, що призводить до утворення вільних радикалів з гідропероксидів жирних кислот.

Також каталізаторами можуть бути органічні сполуки, що містять залізо (білки, геми гемоглобіну), ліпоксидази, активність води, яка може виступати як каталізатор металів та інші.

Ліпоксидази зустрічаються в рослинних тканинах, особливо в бобових та картоплі. Ліпоксидази активні за дуже низьких температур, інгібуються антиокислювачами — донорами водню. Деякі із них мають сульфгідрильні групи в основі. Ліпази також можуть прискорювати окислення жирів.

Активними каталізаторами є ферменти, головним чином ферменти мікроорганізмів. Тому забруднення жирів, особливо бактеріальне, прискорює процес їх окислення.

На характер окислення жирів у харчових продуктах впливає присутність у них *антиоксидантів*. У свіжому жирі пероксидів немає. Інтенсивне утворення пероксидів є адекватним показником окислення, але не впливає на органолептичні показники самого жиру, оскільки вони не дають відчуття прогірклого жиру. Наявність індукційного періоду пояснюється тим, що на початку процесу молекул з підвищеною кінетичною енергією (збуджених або вільних радикалів) дуже мало. Зумовлено це також вмістом в жирі природних антиоксидантів: каротиноїдів, токоферолів, лецитинів, які активніше взаємодіють з вільними радикалами і з киснем повітря і тим самим перешкоджають окисленню жирів. Тривалість індукційного періоду залежить від концентрації антиоксидантів, природи жиру і умов переробки та зберігання. Тваринні жири, у складі яких менше ненасичених жирних кислот, є стійкішими, ніж рослинні.

У той же час слід підкреслити, що на окислення жирів впливає природа та ступінь їх подрібнення (жири у вигляді емульсій та дисперсій) та якісного складу субстратів. Білкові субстрати окислення гальмують, вуглеводні — прискорюють. Коли присутні дві

системи, що окислюються, то можуть виявлятися ефекти проокислення та антиокислення, залежно від їх співвідношення.

Первинні продукти окислення (пероксиди) органолептично не можна виявити, проте, за їх вмістом можна зробити висновок про глибину псування жиру, придатність його для тривалого зберігання і споживання. Вміст пероксидних сполук в жирі оцінюють за величиною *пероксидного числа*. Це досить чутливий показник, і за його значенням роблять висновок про початок і глибину окислення жиру.

Після індукційного періоду жир починає псуватися. Виявити це можна за збільшенням пероксидного числа і зміною органолептичних властивостей жиру. Пероксиди і гідропероксиди є нестійкими сполуками, тому відбувається їх розпад з утворенням вільних радикалів. При цьому проходять подальші різноманітні реакції, в результаті яких накопичуються вторинні продукти: окисполуки, альдегіди, кетони, низькомолекулярні кислоти та інші. Подальше перетворення низькомолекулярних альдегідів призводить до появи низькомолекулярних спиртів, жирних кислот і до нового розгалуження окислювального ланцюга.

Вторинні продукти окислення погіршують органолептичні показники жиру:

- змінюється природне забарвлення;
- проявляється специфічний смак і запах продукту;
- з'являється сторонній, іноді неприємний присмак, аромат.

В результаті окислення змінюються не лише органолептичні властивості жиру, але і знижується його харчова, у тому числі біологічна цінність.

Це пов'язано з окисленням життєво необхідних ненасичених жирних кислот, а також з руйнуванням каротиноїдів, токоферолів, фосфатів і інших біологічно активних речовин. Крім того, первинні продукти окислення — пероксиди — проявляють токсичну дію на організм. В той же час пероксиди в процесі різноманітних реакцій утворюють речовини, що містять карбоніли, а також полімерні сполуки, які погіршують засвоюваність жиру, знижуючи його біологічну цінність, а іноді мають канцерогенні властивості. Накопичення таких продуктів специфічного складу і будови відбувається найбільш інтенсивно за тривалого нагрівання жиру при високих температурах (вище 180°C).

Для запобігання окиснювальним процесам в жирах необхідно зменшити або виключити контакт жиру з киснем повітря. Без доступу кисню навіть тривале нагрівання за 180°C...190°C не викликає помітних окислювальних змін жиру. Збільшенню контакту з повітрям сприяє нагрівання жиру тонким шаром, смаження продуктів пористої структури, сильне спінювання і перемішування жиру.

Для стабілізації фритюрних жирів застосовують кремнійорганічні рідини (поліметилсилоксани). Ці сполуки, утворюючи на поверхні жиру тонку плівку і пригнічуючи його спінювання, утруднюють взаємодію жиру з киснем.

Жир доцільно зберігати в герметичній тарі, у вакуумній упаковці або в атмосфері інертного газу за від'ємних температур. У жирах не повинно бути легкоокиснювальних металів (міді, заліза, марганцю), їх солей або органічних похідних сполук свинцю, олова і інших металів. Для уповільнення окислювальних процесів в жирах застосовують антиоксиданти.

Термічне розкладання жирів

За температури понад 200°C може статися термічне розкладання жиру з виділенням диму (*піроліз*).

Температура, за якої починається виділення диму, називається *температурою* (або точкою) *димоутворення, або піролізу*.

На величину цієї температури впливає вид жиру, вміст вільних жирних кислот, матеріал і розмір посуду, наявність металів та інші чинники. Наприклад, збільшення у свинячому жирі вмісту вільних жирних кислот з 0,02 до 0,81% зменшує температуру піролізу з 221°C до 150°C. Залізо і мідь каталізують піроліз жиру.

Продукти піролізу погіршують колір жиру під час смаження харчових продуктів. Потемніння жиру відбувається за рахунок забруднення його речовинами пірогенетичного розпаду, дрібних частинок, що утворюються в процесі обвуглювання, реакцій меланоїдиноутворення і карамелізації, а також накопичення темнозабарвлених продуктів окислення самого жиру.

Зміна запаху жиру за тривалого смаження продуктів викликана утворенням акролеїну. Карбонільні сполуки, що утворюються під час смаження:

- *надають жиру приємний запах смаженого* (містять у своєму складі парну кількість атомів вуглецю — 4, 6, 10, 12);

- *погіршують запах і смак жиру* (містять непарну кількість атомів вуглецю — 3, 5, 7).

Псування жирів

Розрізняють три основні види псування жирів: *прокисання, згіркнення й осалювання.*

Прокисання є початковою стадією псування жирів і пов'язано тільки з їх гідролізом і накопиченням вільних жирних кислот, що надають жирам кислого смаку.

Згіркнення відбувається в результаті окиснення ненасичених жирних кислот, які знаходяться як у вільному стані, так і тих, які утворилися в результаті попереднього процесу. Кінцевими продуктами окиснення є низькомолекулярні сполуки: кислоти (наприклад, масляна), альдегіди, кетони й інші сполуки, що надають жирам гіркого смаку і різкого, неприємного запаху.

Згіркнення жирів може відбуватися внаслідок *хімічних і біохімічних процесів.*

Хімічне згіркнення перебігає в умовах контакту жиру з киснем повітря і носить назву автоокиснення жирів. Найбільшим змінам підлягають жири, які містять значну кількість залишків високонасичених кислот з накопиченням вільних жирних кислот, іноді низькомолекулярних, не властивих цьому жиру, збільшується пероксидне число, утворюються леткі карбонільні сполуки (альдегіди і кетони). Саме ці сполуки надають запах згірклості жиру.

Біохімічне згіркнення викликається специфічними пліснями, життєдіяльність яких затухає зі зниженням температури і повністю припиняється за високих температур. В процесі біохімічного згіркнення, що відбувається за участі ферментів плісняви, утворюються кетокислоти і метилалкілкетони в результаті β -окиснення вільних жирних кислот, що утворюються під час гідролізу ліпаз. Із кислот утворюється кетон, що містить на один атом вуглецю менше, ніж в початковій кислоті. Кетонне згіркнення іноді називають «*духмяним згіркненням*» у зв'язку зі своєрідним запахом продуктів окислювального псування.

Запобігти такому окисненню можна за умов низьких (зберігання у холодильниках) або високих температур (перетоплювання жирів).

Осалювання — найбільш глибокий процес псування жирів, протягом якого появляється сальна мазеподібна консистенція,

підвищується температура топлення, відбувається знебарвлення жиру і він приймає салистий присмак в результаті окислення ненасичених кислот до оксикислот. Кількість їх визначають за *ацетиловим числом*, яке зростає зі збільшенням кількості оксигруп.

Оксикислоти, що утворилися, залучаються до процесу полімеризації, внаслідок чого утворюються високомолекулярні сполуки і жир набуває характерної сальної мазеподібної консистенції.

Процес осалювання супутній процесу згіркнення. Жир, який осалився, не може бути використаний як харчовий продукт, його використовують тільки для технічних цілей.

Зміна забарвлення жирів пов'язана з руйнуванням каротиноїдів, яке настає до початку окислювальних змін. Відбувається також і розпад токоферолів. Жир, що знебарвлюється, інколи набуває зеленуватого забарвлення, змінюється його спектр поглинання. Ці зміни каротиноїдів дозволяють виявити окислювальні зміни жирів на ранніх стадіях.

6.4. ОСОБЛИВОСТІ ЖИРІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗМІНИ ЇХ У ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

Жири продуктів тваринного походження

Жири молока

Молочний жир — жирна частина молока, являє собою суміш тригліцеридів, яка знаходиться в молоці у вигляді жирових кульок. З оболонками жирових кульок зв'язані фосфати і стерини.

Коров'яче молоко містить 3,2— 4,5 % простих ліпідів (гліцериди та стериди) і 0,04–0,06 % складних ліпідів (фосфоліпіди чи фосфатиди).

Склад молочного жиру змінюється в залежності від складу і раціону кормів, пори року, стадії лактації, породи тварин і ін. В складі жиру переважають насичені жирні кислоти, вміст ненасичених кислот складає влітку 34–44%, взимку — 25–33%.

До складу молочного жиру входять переважно 10 насичених і 10 ненасичених жирних кислот, між їх молекулярною масою та фізичними властивостями існує взаємозв'язок: чим нижча молекулярна маса кислоти, тим вища густина і навпаки та чим більша молекулярна маса, тим вища точка плавлення.

Кислотний вміст жиру залежить від виду тварин: найвищий вміст летких жирних кислот у коров'ячому молочному жирі. Для оцінки якості молочного жиру користуються числами, або константами.

Число Рейхерта–Мейссля — характеризує вміст в жирі *масляної та капронової* (леткі, розчинні у воді жирні кислоти). Молочний жир, на відміну від інших жирів, має високе це число — від 20 до 35, у середньому 24 — 26. Тому за його величиною роблять висновок про натуральність молочного жиру. В інших тваринних та рослинних жирах воно дорівнює одиниці або трохи більше. Якщо величину числа Рейхерта–Мейссля помножити на 0,204, одержують відсоток масляної та капронової кислот.

Число Поленське означає вміст *каприлової та капринової* (летких з водяною парою, але нерозчинних у воді кислот). Для жиру молока воно коливається від 0,3 до 3. Добуток від множення числа Поленське на 0,286 становить вміст летких нерозчинних у воді жирних кислот.

Число омилення (Кетсторфера) виражається кількістю міліграмів калію гідроксиду, необхідного для омилення 1 г жиру і залежить від молекулярної маси жирних кислот. Чим більше у складі жиру високомолекулярних жирних кислот, тим менше число омилення і навпаки. Для молочного жиру воно коливається в межах 222 — 235. За числом омилення можна визначити молекулярну масу тригліцеридів.

Йодне число дає змогу визначити кількість ненасичених жирних кислот. Виражається кількістю грамів йоду, яке зв'язується з ненасиченими жирними кислотами в 100 г молочного жиру. Для жиру коров'ячого молока йодне число коливається від 25 до 45. Вміст олеїнової кислоти визначають множенням йодного числа на 0,9. Йодне число молочного жиру залежить від стадії лактації корови, пори року, кормів. Воно збільшується влітку і зменшується взимку.

На технологічні властивості молочного жиру впливає його температура плавлення і застигання й густина.

Температура плавлення молочного жиру (за якої жир переходить з твердого стану у рідкий) становить 28–35 °С, а температура застигання (за якої розтоплений жир стає твердим) — 18 — 23 °С.

Молочний жир є сумішшю тригліцеридів з різною температурою плавлення, тому його перехід у рідкий стан відбувається поступово.

Густина жиру визначають ареометром за температури 100°C і перераховують на температуру 20°C. Густина молочного жиру за температури 20°C — від 0,918 до 0,924 г/см³.

Жир у молоці міститься у вигляді жирових кульок діаметром 2,3 — 3 мкм. У теплому молоці жир перебуває у вигляді емульсії, а в холодному — суспензії. Величина їх має важливе технологічне значення. Чим вони більші, тим легше відокремлюються під час сепарування. Цей показник залежить від породи, індивідуальних особливостей тварин, стадії лактації та годівлі корів.

Жирові кульки в молоці не склеюються між собою через наявність навколо них стабільної адсорбційної білково-ліпідної оболонки. Злипання жирових кульок відбувається після руйнування цієї оболонки під дією механічних факторів (при збиванні вершків на масло). Молочний жир не стійкий проти впливу високих температур, світлових променів, водяної пари, кисню повітря, ферменту ліпази, розчинів лугів і кислот: він піддається гідролізу, осалюванню та окисленню.

Гідроліз (омилення) жиру відбувається під впливом лугів, ферментів, води та інших факторів. Він розщеплюється на гліцерин і жирні кислоти. При лужному омиленні жиру, що набуло застосування у миловарному виробництві, утворюються гліцерин і солі жирних кислот (мило).

Осалювання жиру відбувається під дією сонячних променів, підвищеної температури, каталізаторів та інших факторів, які викликають насичення жиру киснем, воднем, галоїдами ненасичених жирних кислот. Олеїнова кислота в результаті осалювання перетворюється на оксикислоту — діоксистеаринову кислоту. Жир при цьому гіркне, набуває смаку старого сала, важко плавиться, а вершкове масло стає білим, як стеарин.

Окиснення жиру відбувається під тиском повітря, ферментів молока за наявності вологи. При окисненні утворюються альдегіди, кетони, оксикислоти. Жир набуває специфічного гіркуватопекучого смаку й запаху, а його поверхня — жовтого кольору.

Молочний жир має високу *біологічну цінність* — є носієм жиророзчинних вітамінів, а також джерелом синтезу незамінних амінокислот. Молочний жир значно відрізняється від інших видів харчових жирів вмістом більшої кількості різних жирних кислот.

Молочний жир разом з іншими продуктами засвоюється на 95 %, тоді як жир м'яса — лише на 90 %. Високий вміст олеїнової кислоти зумовлює м'яку консистенцію масла. Олеїнова кислота завжди є у складі молочного жиру в значних кількостях (26 — 44 %). За звичайної температури вона рідка. Кількість лінолевої та ліноленої кислот у складі жиру збільшується при годівлі тварин лляною і конопляною макухою. Жир, який містить в собі лінолеву кислоту, сприятливо впливає на організм людини (профілактично діє проти склерозу).

Жир м'яса, птиці та риби

Під час розбирання туш тварин збирають жирову тканину, що у виробничих умовах називається жир-сирець. Його використовують для виготовлення харчових жирів.

Залежно від анатомічного розташування жирової тканини розрізняють:

- міжм'язовий — жир, який міститься між м'язами;
- підшкірний — «здор, у свиней — шпик»;
- внутрішній жир (сальника, рубця, навколонишковий, серцевий);
- кістковий — жир, який міститься в кістках.

Баранячий жир поділяють на курдючний та внутрішній.

Залежно від сировини тваринні жири поділяють на:

- яловичий, свинячий, баранячий, конячий;
- жир дрібних тварин (борсуковий, бабаковий);
- пташиний (гусячий, курячий, качиний);
- кістковий, а також збірний, отриманий внаслідок варіння м'ясної сировини, субпродуктів та під час виготовлення продуктів зі свинини, яловичини і баранини.

Жир-сирець являє собою сполучну тканину, в клітинах якої містяться жирові включення, які і є сировиною для топлених харчових жирів.

Багато тваринних жирів споживається прямо або побічно, як інгредієнти чи наповнювачі у продуктах харчування чи стравах. Тваринні жири в основному використовують як кулінарні жири. У харчовій індустрії жири використовуються при виробництві ковбасних виробів, консервів, копченостей, субпродуктів тощо.

Тваринні жири у харчових технологіях:

- призводять до меншого злипання інших інгредієнтів;

- використовуються для смаку, оскільки спеціально вибрані для цього жири надаватимуть певного аромату, яким вони володіють;
- як смакова база, оскільки жири також можуть «нести» смак інших інгредієнтів, оскільки багато смаків, які присутні в хімічних речовинах, є розчинними у маслі.

Тваринні жири складаються в основному з насичених жирних кислот (сума цих кислот, головним чином стеаринової і пальмітинової, досягає 50% і вище), однак у свинячому жирі чимало (до 10,5 %) поліненасичених кислот, у тому числі 9,5 % ліноленової, 0,6 % лінолевої і 0,4 % арахідонової, біологічно найбільш активної. З тваринних жирів свинячий, безумовно, найбільш повноцінний. Вміст моно- та поліненасичених кислот в жирах морських тварин значний, а вміст докозагексаєнової кислоти не зустрічається в наземних тварин та рослин, а є характерним для морських тварин.

Сало в залежності від способу відгодівлі містить 88–94% чистого жиру, який за рівнем засвоюваності близький з молочним і риб'ячим жирами. Біологічна активність сала в п'ять разів вища, ніж яловичого жиру. Свіже сало зберігає свої біологічну цінність, сприяє виведенню з організму радіонуклідів і тому рекомендується до щоденного вживання з профілактичною метою, особливо в екологічно несприятливих зонах. За вмістом незамінних жирних кислот свиняче сало переважає вершкове масло.

Тваринні жири мають температуру плавлення від 184°C, температуру кипіння близько 200°C і температуру займання 280°C (займання відбудеться без іскри). Деякі тваринні жири, такі як гусячий жир мають більш високу точку димоутворення, ніж інші тваринні жири.

Найвищу біологічну цінність серед тваринних топлених жирів має свинячий жир, оскільки у ньому міститься більше незамінної лінолевої кислоти, вітаміну Е, він має найнижчу температуру топлення (33–46°C) і добре засвоюється (90–96%).

Нежирне м'ясо яловичини або свинини містить від 3 до 6% тригліцеридів в основному насичених жирних кислот і близько 1% фосфоліпідів, багатих на ненасичені жирні кислоти, які є схильними до швидкого окислення. Оскільки фосфоліпіди входять до складу мембран клітин (мітохондрій), то ліпіди м'язової тканини більш чутливі до окислення, ніж жирової. М'ясо птиці

легше окислюється, оскільки його фосфоліпиди більш багаті на ненасичені жирні кислоти.

Окисленню піддаються заморожене м'ясо або охолоджене після термообробки. Гемоглобін при тепловій обробці денатурує, частково звільняючи залізо, яке каталізує окислення жиру. Дегідратоване м'ясо є більш стійким через незначний вміст вологи і дозволяє зберігати продукти тривалий час, особливо коли застосовується вакуумна упаковка і холодильне зберігання.

Ефективним антиоксидантом, що зв'язує залізо, є поліфосфати у кількості 0,01 — 0,1% від маси м'яса. Антиокислювальні властивості для м'яса має аскорбінова кислота у кількості 0,1%.

Хлорид натрію сприяє окисленню тригліцеридів. Солоне м'ясо свиней прогуркає швидше.

В тушах риб міститься від 0,1 до 33% жиру. У риб'ячому жирі міститься велика кількість поліненасичених жирних кислот, особливо надзвичайно цінні жирні кислоти — ліолева (C_{18:2}), ліоленова (C_{18:3}), арахідонова (C_{20:4}), докозагексаєнова (C_{22:6}) і вітаміни (особливо А і D), в менших кількостях є вітамін Е. Тому рибні жири мають високу харчову і біологічну цінність і застосовуються як лікувально-профілактичний продукт.

Риба містить різну кількість міжклітинних жирових кульок, тому жирна риба має більшу схильність до окислення, ніж нежирна. Крім того, темні м'язи (хвоста) на відміну від білих м'язів містять багато міоглобіну, що пояснює велику схильність до окислення.

Під час зберігання риби окислення ліпідів часто є лімітуючим фактором, який визначає псування сировини, особливо, коли розвиток мікроорганізмів пригнічено заморожуванням, стерилізацією або дегідратацією. Процеси окислення розвиваються швидко внаслідок того, що ліпіди риби дуже ненасичені і міоглобін каталізує окислення.

Жири рослинних продуктів

У крупах жири містяться в середньому 1 — 2%, але у сої — 17,3%, горосі — 23%, вівсяній — 6,21%, кукурудзяній — 4,85%. До їх складу входять насичені жирні кислоти (пальмітинова та стеаринова жирні кислоти), ненасичені — олеїнова, ліоленова.

Соя — джерело поліненасичених жирних кислот, ліолевої жирної кислоти міститься у 4–5 разів більше, ніж у інших крупах та у 1,5–2 рази більше дефіцитної ліоленової.

Насичені жирні кислоти складають 20–30% у крупах з незначним вмістом жирів, а в крупах з підвищеним вмістом жирів та бобових переважають поліненасичені жирні кислоти (45–60%). Тому жир круп, який містить значну кількість лінолевої кислоти — пшона (68%), вівсяної (45%) круп та бобових нестійкий і під час зберігання піддається окисленню та згіркненню.

У овочах ліпіди представлені в основному фосфоліпідами та гліколіпідами. Жирних кислот не має, окрім картоплі. Незважаючи на низький вміст ліпідів у картоплі (0,4%), але значна кількість фосфоліпідів (0,34%) обмежує зберігання сухого картопляного пюре, чіпсів.

У насінні, зародках та плодах олійних рослин міститься значна кількість ліпідів і саме вони є сировиною для отримання рослинних жирів. Рослинні жири (олії) є рідкими при кімнатній температурі. Деякі тверді рослинні жири також можуть називати маслами: кокосове, какао-масло.

Рослинні жири і олії можуть бути їстівними (харчовими) і неїстівними. Приклади неїстівних рослинних жирів і олій включають *оброблену тунгову і касторову (рицинову) олію*, які використовуються як мастильні матеріали, в олійних фарбах, косметичній, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Харчова лляна та соєва олія за своєю біологічною цінністю стоїть на першому місці серед рослинних олій за вмістом поліненасичених жирних кислот. Вони унікальні, оскільки в ній містяться поліненасичені жирні кислоти омега-3 (60%), омега-6 (20%) і деякі інші ненасичені жирні кислоти (20%). Крім жирних кислот в олії їх насіння міститься велика кількість мінеральних речовин (калій, магній, цинк, мідь), вітамінів А, Е, В₁, В₂, В₆, С, органічні кислоти і ферменти.

До складу олій входять тригліцериди вищих ненасичених жирних кислот. Як домішки, в оліях присутні білки та вода (які зумовлюють каламутність нерафінованої олії), а також деякі ліпіди (фосфоліпіди, воски), каротини, токофероли, хлорофіл, а також вуглеводи, мінеральні речовини та інші. Домішки каротинів та хлорофілу обумовлюють забарвлення олій: жовте, бурштинове, коричневе, зеленувате.

Фосфоліпіди, які є складовою частиною всіх клітин, містяться в олії в кількостях залежно від величини техногенногенної дії на

насіння: чим інтенсивніша технологічна дія на насіння, тим більше фосфоліпідів потрапляє в олію.

Фосфоліпіди легко окислюються, через що їх вважають антиокислювачами олій. Проте ця властивість негативно впливає на технологічні властивості олій. Наприклад, лецитин при окисленні надає олії характерного темного забарвлення.

Фосфоліпіди здатні до утворення в рослинних оліях колоїдних розчинів, з яких вони при поглинанні води випадають в осад, що називається фузом. Гідратація є основним способом виведення фосфоліпідів із рослинних олій.

У складі олії є воски, які входять до складу клітинних стінок та утворюють тонкий наліт на поверхні покривних тканин насіння. Віск сильно утруднює отримання прозорих олій, дрібні кристали воску не випадають в осад і ніби зависають в олії, роблячи її мутною. Одним із шляхів отримання прозорих соняшникових олій є виморожування, або вентуризація — укрупнення кристалів воску шляхом витримки олії при температурі 7–10 °С з наступним їх відділенням від олії фільтрацією.

Жиророзчинні пігменти — *каротиноїди*, надають олії колір від світло-жовтого до темно-червоного (найбільше міститься в кукурудзяній олії), *хлорофіли* — зеленого (в соєвій, кукурудзяній, ріпаковій, гірчичній оліях), *госсіпол* (токсична речовина, яка міститься в бавовниковій олії) — чорного.

Видаляють жиророзчинні пігменти з олії за допомогою адсорбентів. Госсіпол як і хлорофіли, також є активними антиокислювачами

Питання для самоконтролю

1. Загальна характеристика жирів.
2. Функціонально-технологічні властивості жирів.
3. Модифікація жирів.
4. Зміна жирів у процесі зберігання.
5. Зміна жирів під впливом технологічних факторів.
6. Окислення жирів.
7. Особливості жирів молока та їх зміни під впливом технологічних факторів.

8. Особливості жирів м'яса, риби, птиці та їх зміни під впливом технологічних факторів.

9. Особливості рослинних олій та їх зміни під впливом технологічних факторів

Розділ 7. ВУГЛЕВОДИ ТА ЇХ ЗМІНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

7.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГЛЕВОДІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Вуглеводи — складні природні органічні сполуки, які містяться в основному в продуктах рослинного походження — до 90% від усіх сухих речовин, в тваринному до 2%, переважно солодкі на смак.

Завдяки тому, що вуглеводи краще за інші харчові речовини розщеплюються із звільненням відповідної кількості енергії, вони особливо важливі у харчуванні людини як джерела енергії.

Згідно сучасній класифікації вуглеводи поділяють на *складні і прості*. До простих відносять моносахариди, до складних — олігосахариди та полісахариди. За засвоюваністю організмом людини вуглеводи поділяються на *засвоювані (доступні) і незасвоювані (недоступні)* (рис.7.1).

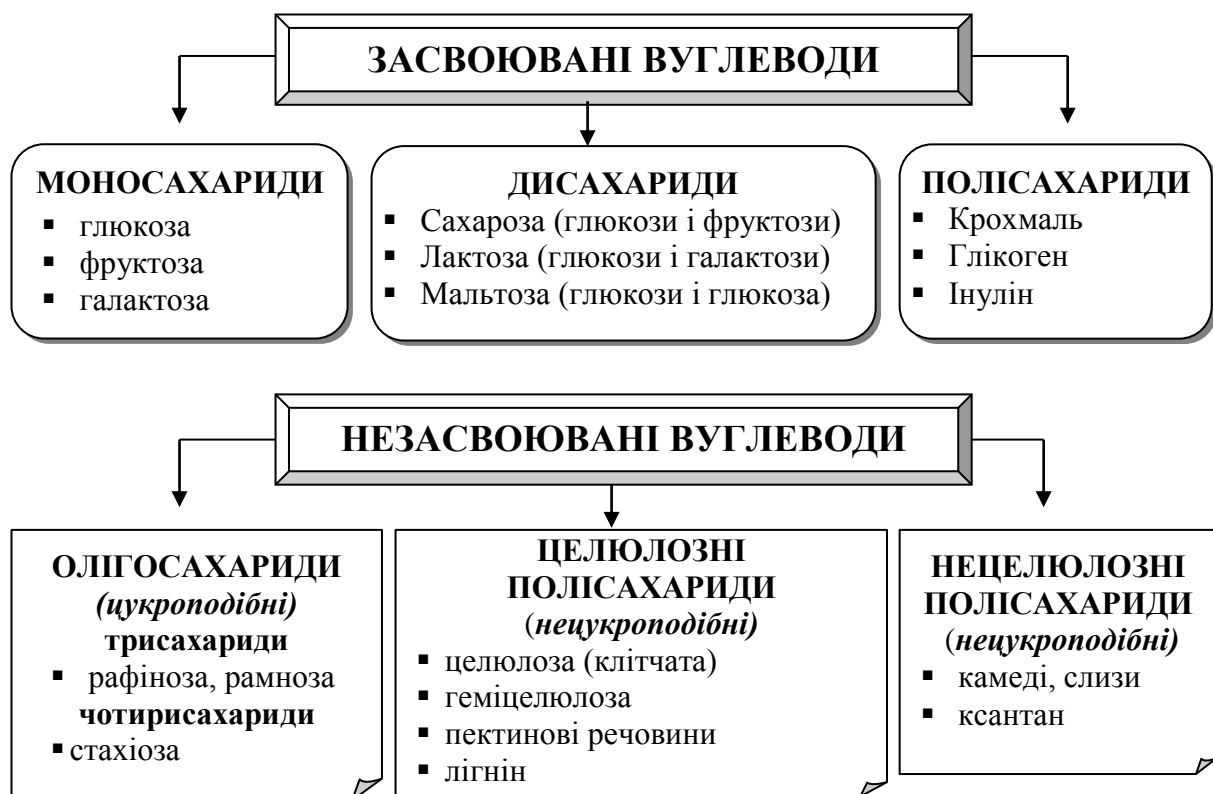


Рис. 7.1. Класифікація вуглеводів харчових продуктів

Характеристика моносахаридів

- *Глюкоза* (виноградний цукор) у вільному стані міститься в ягодах і фруктах. З молекул глюкози побудовані крохмаль, глікоген, мальтоза; глюкоза є складовою частиною сахарози, лактози.
- *Фруктоза* (плодовий цукор) міститься в чистому вигляді у бджолиному меді, ягодах і фруктах; є складовою частиною сахарози.
- *Галактоза* — складова частина молочного цукру (лактози), яка міститься в молоці ссавців, рослинних тканинах, насінні.
- *Арабіноза* міститься в хвойних рослинах, у буряковому жомі, входить до складу пектинових речовини, слизу, гуми (камедь), геміцелюлози.

Характеристика олігосахаридів

Олігосахариди — це полісахариди, молекули яких містять від 2 до 10 залишків моносахаридів, з'єднаних глікозидними зв'язками. Відповідно до цього розрізняють дисахариди, трисахариди і т. д.

До дисахаридів належать мальтоза, сахароза і лактоза.

- *Мальтоза* — утворюється як проміжний продукт в результаті дії амілаз на крохмаль (або глікоген) і складається із залишків глюкози.
- *Сахароза* — звичайний харчовий цукор, молекула якої складається з залишку глюкози і фруктози.
- *Лактоза* міститься тільки в молоці і складається із залишку галактози і глюкози.
- *Рафіноза* — містить залишки фруктози, глюкози і галактози, найбільш поширений. Вона знаходиться в значних кількостях в цукровому буряку і у багатьох інших рослинах, зокрема у бобових.

Характеристика гомополісахаридів (складаються з однакових моносахаридних ланок)

За функціональним призначенням полісахариди поділяють на структурні (целюлоза) і резервні (глікоген і крохмаль).

- *Крохмаль* є комплексом двох гомополісахаридів: лінійного — *амілози* і розгалуженого — *амілопектину*, молекули яких побудовані із залишків глюкози.
- *Глікоген* — полісахарид, що міститься в тканинах тварин, близький за своєю будовою до амілопектину з сильно розгалуженими ланцюжками.

- *Целюлоза* (або клітковина) — основний структурний компонент оболонки рослинної клітини, гомополісахарид *глюкози*, здатний зв'язувати воду (до 0,4 г води на 1 г клітковини).
- *Геміцелюлози* — полісахариди клітинної оболонки, що складаються з полімерів *глюкози* та інших *гексоз*. Вони здатні також утримувати воду і зв'язувати катіони.
- *Декстрини* — гомополісахариди, побудовані із залишків *глюкози*, утворюється з сахарози під дією специфічного ферменту декстрансахарази, що виробляється бактеріями. Декстрини використовують для отримання молекулярних сит — сефадексів різних марок.
- *Пентозани* — целюлозоподібні полісахариди, побудовані з *ксилози*, *арабінози* та інших *пентоз*. Особливо багаті пентозанами шкаралупа горіхів, соняшників, кукурудзяні початки, солома, жито.
- *Інулін* — високомолекулярний вуглевод, розчинний у воді. Міститься у великій кількості у бульбах земляної груші, і жоржини, в коренях кульбаби, цикорію, в артишоках. Інулаза гідролізує інулін з утворенням *фруктози* (міститься у рослинах, пліснявих грибах і дріжджах).
- *Слиз і гумі (камедь)* — група колоїдних полісахаридів, до яких належать розчинні у воді вуглеводи, що утворюють надзвичайно в'язкі і клейкі розчини (гумі, що виділяються вишневыми, сливовими або мигдалевими деревами, слиз в льняному насінні, зерні жита).
- *Камеді* мають такі цінні властивості, як підвищена в'язкість, клейкість, здатність до набрякання і т.д. Камедь (гуміарабінотрагакант) застосовується в якості зв'язуючих речовин і загусників, служить емульгатором, стабілізатором в харчовій промисловості.

Гетерополісахариди (складаються із різного типу моносахаридних ланок)

- *Пектинові речовини* — полісахариди, основою яких є полігалактуронова (пектова) кислота, входять до числа основних компонентів рослин і водоростей у формі водорозчинного *пектину*, *протопектину*, а також у формі кальцієвих і магнієвих солей *пектинової кислоти*. Найважливіша властивість — комплексо-

утворювальна здатність, що ґрунтується на взаємодії молекули пектину з іонами важких металів, радіонуклідів. Вони виводять отруйні речовини із організму людини.

- *Протопектин* — нерозчинний у воді, в якому молекули пектину хімічно з'єднані з іншими компонентами клітинної стінки — целюлозою, арабаном, галактаном, геміцелюлозою, структурним білком. Під час гідролізу протопектину утворюється розчинний пектин (під час дозрівання плодів пектинові речовини розщеплюються пектолітичними ферментами і протопектин переходить в розчинний пектин).
- *Пектин* — розчинний у воді, утворює колоїдні розчини. Має гелеутворюючу здатність (утворює желе за певного співвідношення з органічними кислотами та цукром і широко використовується у виробництві мармеладу, пастили, зефіру).
- До *геміцелюлоз* відносяться гетерополісахариди рослин (*глюкоманани, галактоманани і ксилани*), які, як правило, супроводжують целюлозу і лігнін, причому ксилани і глюкоманани міцно адсорбуються на поверхні целюлози.

7.2. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

Вуглеводи харчових продуктах виконують важливі функціонально-технологічні функції, які полягають в забезпеченні їх солодкості, здатності зв'язувати воду, ароматичні речовини, забезпечувати якість і текстуру харчової продукції.

Солодкість

Солодкість — важлива властивість низькомолекулярних вуглеводів отримувати відчуття солодкості у роті під час споживання харчових продуктів. Шкала солодкості наведена у табл.7.1.

Таблиця 7.1

Шкала солодкості (за Бістер-Вудом)

Сахара	Один.	Цукрозамінники	Один.
Сахароза	100	Сахарин, цикламат	500
Глюкоза	74	Аспартам	180
Галактоза, мальтоза	32,5	Ксиліт	90

Закінчення табл. 7.1

Сахара	Один.	Цукрозамінники	Один.
Фруктоза	173	Сорбіт	63
Інвертний цукор	130		
Лактоза	16		

Гідрофільність

Гідрофільність — найважливіша властивостей вуглеводів, що використовуються в отриманні харчових продуктів. *Гідрофільність* — здатність зв'язувати воду і контролювати активність води в харчових продуктах і зумовлена наявністю численних гідроксильних груп. Ці групи взаємодіють з молекулами води, що приводить до сольватації та розчинення вуглеводів та інших їх полімерів.

Ефект зв'язування води значною мірою залежить від структури цукру (фруктоза є значно більш гігроскопічною, ніж глюкоза; сахароза і мальтоза зв'язують однакову кількість води, а лактоза є набагато менш гігроскопічною).

Форми гідратів, що мають міцну кристалічну структуру, у меншій мірі здатні абсорбувати вологу. Неочищені цукор або цукрові сиропи в більшій мірі здатні абсорбувати воду, ніж очищені цукри (домішки перешкоджають утворенню водневих зв'язків між молекулами цукру).

Гідрофільність обумовлює необхідність у контролі надходження вологи до продукту, що містить вуглеводи. Наприклад, заморожені пекарські продукти не повинні містити значної кількості вологи, тому доцільно замість сахарози використовувати мальтозу, лактозу. В інших випадках потрібний контроль активності води, щоб запобігти втрати вологи під час зберігання (це застосування гігроскопічних вуглеводів, фруктових сиропів, інвертного цукру).

Зв'язування ароматичних речовин

Вуглеводи мають властивість зв'язувати ароматичні речовини

Леткі ароматичні речовини — це численна група карбонільних сполук (альдегіди, кетони), похідні карбонових кислот та інших.

Для більшості харчових речовин, під час одержання яких використовуються різні види сушіння, вуглеводи є важливими компонентом, вміст яких сприяє збереженню кольору та летких ароматичних речовин.

Здатність до зв'язування ароматичних речовин у дисахаридів виражена в більшій мірі, ніж у моносахаридів.

Суть цього процесу полягає в заміні взаємодії «цукор-вода» на взаємодію «цукор-ароматична речовина»:

Цукор-вода + ароматична речовина → цукор-ароматична

речовина + вода

Ефективними фіксаторами аромату і кольору є великі вуглеводні молекули, наприклад, гуміарабік. Утворюючи плівку навколо цих речовин, він перешкоджає абсорбції вологи і втраті її за рахунок випаровування і хімічного окиснення. В харчовій промисловості для фіксації харчових ароматів використовують мікрокапсулювання сумішей гуміарабіку і желатину.

Утворення харчового аромату (реакції карамелізації та меланоїдиноутворення)

Продукти термічного розкладання цукрів включають піранові і фуранові сполуки, а також фуранони, лактони, етери. Наявність тих або інших ароматичних сполук надає кожному продукту властивого йому аромату.

Утворення тих чи інших ароматичних речовин залежить від перебігу цукор-амінної реакції та температури:

- D-глюкоза + гліцин за 100°C — *карамелевий аромат*;
- D-глюкоза + валін за 100°C — *аромат житнього хліба*, а за 180°C — *аромат шоколаду*;
- D-глюкоза + глютамін за 100°C — *аромат шоколаду*;
- D-глюкоза + пролін D-глюкоза — *запах смаженого білку*, а за 180°C — *аромат, притаманний випеченим виробам*;
- D-глюкоза + гістидин за 100°C не дає ніякого аромату, а за 180°C — *запах паленого цукру*;
- D-глюкоза + метіонін — утворюються продукти, що мають *запах картоплі*;
- D-глюкоза + цистеїн і цистин — *запах смаженого м'яса*.

Ці особливості необхідно враховувати під час виробництва харчових продуктів.

Функціонально-технологічні властивості полісахаридів

Полісахариди, які присутні в харчових продуктах (*крохмалі, модифіковані крохмалі, пектини, камеді, метилцелюлоза, полісахариди водоростей*), виконують важливі функціонально-технологічні

функції, які полягають в забезпеченні їх якості і текстури: твердості, крихкості, густини, загущення, в'язкості, клейкості, гелеутворюючої здатності, відчуття у роті. Саме завдяки полісахаридам утворюється структура харчового продукту — м'яка або крихка, набрякла або желеподібна.

Полісахариди використовуються як:

- *загусники* — збільшують в'язкість;
- *гелеутворювачі* — змінюють структуру із плинної на постійну;
- *стабілізатори* — зберігають структуру протягом певного часу;
- *кріопротектори* — запобігають розвитку пошкоджень продуктів при їх заморожуванні та подальшому відтаюванні;
- *структуроутворювачі* — здатність за певних умов утворювати гелі з певною структурою (наприклад, пористістю);
- *здатність «імітувати» стан насичення та зниження відчуття голоду.*

Усі розчинні полісахариди дають в'язкі розчини (*гідроколоїди*) через великий розмір їх молекул. Серед натуральних харчових полісахаридів найменш в'язкими є розчини гуміарабіку. В'язкість розчину залежить від *розміру молекули, форми і заряду*:

- якщо молекула має заряд за рахунок йонізації присутніх в ній карбоксильних груп, то ефект впливу заряду може бути дуже великим в усіх випадках, окрім дуже кислих розчинів.

В'язкість залежить від *присутності поліелектролітів* — впливають на конфігурацію і розмір молекули) і *природи присутніх сторонніх речовин* — можуть спричиняти гальмівну дію на витікання полімеру).

Все, що змушує нерозчинні лінійні молекули перетворюватись на більш витягнуті, призводить до збільшення в'язкості, і, відповідно, якщо в результаті якої-небудь дії молекули стають менш лінійними, тобто компактнішими або згорнутими, в'язкість розчину зменшується.

7.3. ПЕРЕТВОРЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Основні перетворення, що відбуваються у вуглеводах за різних видів технологічної обробки і зберігання харчових продуктів:

- *гідроліз ди- і полісахаридів (кислотний і ферментативний);*
- *реакції гідратації та дегідратації вуглеводів;*

- *реакції деградації вуглеводів (карамелізації моно-, і ди-, полісахаридів; меланоїдиноутворення)*

Ці процеси відбуваються залежно від:

- складу вуглеводного комплексу;
- температури, вологості та рН середовища;
- наявності ферментів;
- присутності в продуктах інших компонентів, що взаємодіють з вуглеводами (білків, ліпідів, органічних кислот та інших).

Гідроліз дисахаридів

В процесі нагрівання дисахариди (сахароза, мальтоза, лактоза) під дією кислот або у присутності ферментів розпадаються на моносахариди.

Гідроліз сахарози (утворюється розчин рівної кількості глюкози і фруктози) називають ***інверсією***, бо проходить зміна напрямку обертання площин поляризації системи (із правоповоротного у лівоповоротний розчин).

Суміш рівної або еквімолекулярної кількості глюкози і фруктози називається ***інвертним цукром***. Він має більш солодкий смак, попереджує викристалізацію помадки.

Інверсія характерна для *гідролізу сахарози* і не спостерігається при гідролізі інших дисахаридів. В зв'язку з ним, фермент, гідролізуючий сахарозу називається *інвертазою*.

Ступінь інверсії сахарози залежить від:

- тривалості обробки;
- виду та концентрації кислот (найбільша інвертна здатність у щавлевої кислоти, у 10 разів менша у лимонної, в 15 разів у яблучної, у 17 — молочної, в 45 разів — оцтової).

Інверсія сахарози відбувається при варінні киселів, компотів, сиропів, приготуванні помадок, запіканні яблук.

Мед — це природний інвертний цукор, що утворюється за рахунок ферменту інвертази.

ГІДРОЛІЗ ПОЛІСАХАРИДІВ

Кислотний гідроліз крохмалю

При кислотному гідролізу крохмалю послаблюються і розриваються асоціативні зв'язки між амілозою і амілопектином, наростає

число вільних альдегідних груп, зменшується ступінь полімеризації.

У міру проходження гідролізу вміст декстрину зменшується, глюкози — збільшується, концентрація мальтози, три- і тетрасахаридів спочатку збільшується, потім їх кількість знижується.

Разом з основним процесом (гідролізом крохмалю) відбуваються побічні реакції реверсії і розкладання глюкози.

Продукти розкладання глюкози, що накопичуються в патоці, погіршують її склад, колір, підвищують гігроскопічність. Домішки, що присутні в крохмалі, сприяють перебігу інших побічних реакцій з утворенням темних барвних сполук.

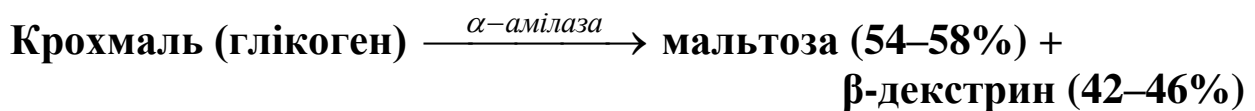
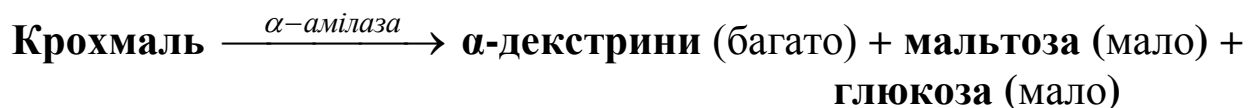
Кислотний гідроліз був головним в отриманні глюкози з крохмалю та має істотні недоліки (високі концентрації кислот і висока температура), що призводить до утворення продуктів термічної деградації і дегідратації вуглеводів та реакції трансглікозлювання.

Ферментативний гідроліз крохмалю

Крохмаль гідролізується під дією амілолітичних ферментів — α -амілази і β -амілази з утворенням декстринів.

Декстрин — це полісахарид з проміжною довжиною ланцюга, що утворюються в результаті дії амілаз.

Схему гідролізу крохмалю можна представити так:



Ферментативний гідроліз крохмалю використовується:

- в хлібопеченні (процес приготування тіста і випічки хліба);
- виробництві пива (отримання пивного сусла, сушка солоду);
- квасу (отримання квасних хлібців);
- спирту (підготовка сировини для бродіння);
- різних цукристих крохмалопродуктів (глюкози, патоки, цукрових сиропів).

Ферментативний гідроліз некрохмалистих полісахаридів

Гідроліз *целюлози* відбувається під дією комплексу *целюлітичних ферментів*.

Гідроліз *геміцелюлоз* має місце під дією великого комплексу *геміцелюлазних ферментів*. Ця група полісахаридів під час гідролізу дає досить різноманітний набір сполук: глюкозу, фруктозу, манозу, галактозу, ксилозу, арабінозу, глюкуронову і галактуронову кислоти.

Гідроліз *пектинових речовин* має місце під дією *пектолітичних ферментів*:

- *пектинестераза* — гідролізує естерні зв'язки в пектиновій кислоті і пектині і відщеплює метиловий спирт;
- *полігалактуроназа* — здійснює гідролітичне розщеплення α -1,4-глікозидних зв'язків в ланцюзі пектинових речовин і за своєю дією на пектинові речовини поділяється на ендо- і екзоферменти;
- *протопектиназа* — це фермент, що діє на протопектин.

Ферментативний гідроліз некрохмалистих полісахаридів використовується в харчовій галузі для повнішої переробки сировини і поліпшення якості продукції:

- під час виробництва солоду має значення для утворення барвних і ароматичних продуктів (в процесі висушування солоду і створенні певних органолептичних властивостей пива);
- у виробництві соків і виноробстві — для освітлення, збільшення виходу соку, поліпшення умов фільтрації.

Набрякання, клейстеризація та старіння крохмалю

Набрякання і клейстеризація — найважливіша властивість крохмалю, від якої залежить вихід, об'єм, консистенція продуктів на його основі. Він набрякає, поглинаючи велику кількість розчинника і значно збільшуючись в об'ємі.

Під час нагрівання крохмальної суспензії до 50...60°C відбувається обмежене і зворотне поглинання води зернами крохмалю. Зерна стають прозорими. Під час видалення води обережним висушуванням властивості крохмалю не змінюються: зберігається форма, шаруватість зерен, подвійне променезаломлення ними поляризаційного світла.

Подальше нагрівання до температур 80...90°C призводить до необоротного сильного набрякання, яке супроводжується збільшенням об'єму зерен у декілька разів, втратою шаруватості, переходом у розчин низькомолекулярної фракції амілози.

Нагрівання вище 100°C викликає розпад зерен. При цьому клейстер являє собою розчин полісахаридів (амілози і амілопектину), в якому дисперговано фрагменти зруйнованих зерен.

Здатність до клейстероутворення зумовлена наявністю в крохмалі амілопектину. В'язкість амілопектинової фракції вища, ніж амілозної внаслідок розгалуженої будови молекули амілопектину.

Як правило, великі крохмальні зерна клейстеризуються за нижчої температури, ніж дрібні. Температуру, що відповідає руйнуванню внутрішньої структури крохмальних зерен, називають *температурою клейстеризації*. Вона залежить від джерела одержання крохмалю (табл. 7.2.)

Таблиця 7.2

Температура клейсеризації крохмалів

Вид крохмалю	Вміст амілози, %	Температура клейстеризації, °С
Картопляний	23	58–66
Кукурудзяний	28	62–70
Пшеничний	26	53–65
Рисовий	18	61–78
Вівсяний	27	56–62
Гороховий	35	57–70

В'язкість крохмальних клейстерів має значення при виробництві соусів, киселів та інших для одержання необхідної консистенції. Чим більшу в'язкість має клейстер, що містить певну кількість крохмалю, тим менше його потрібно витратити для отримання продуктів з необхідною в'язкістю. Для отримання клейстеру з однаковою в'язкістю треба брати різні кількості того або іншого крохмалю. Картопляний крохмаль дає клейстер зі значно більшою в'язкістю, ніж кукурудзяний.

Фактори, що впливають на клейстеризацію крохмалю

Клейстеризація крохмалю, в'язкість крохмальних розчинів, характеристика крохмальних гелів залежать не лише від температури, але і від інших присутніх компонентів — *цукру, білків, жирів, харчових кислот і кількість води*.

- *Сахароза* — збільшення концентрації сахарози зменшує швидкість клейстеризації крохмалю, знижує пік в'язкості, в'язкість

клейстерів збільшується. Однак встановлено, що дисахариди зменшують силу крохмальних гелів, відіграючи роль пластифікатора, втручаючись в утворення зон зв'язування.

- *Харчові кислоти* — в'язкість крохмальних клейстерів зменшується зі зниженням рН. За низьких рН має місце інтенсивний гідроліз з утворенням незагусаючого декстрину. Тому для уникнення кислотного розрідження в кислих продуктах в якості загусника використовують модифіковані крохмалі.
- *Кислоти і цукри одноразово* — додавання до підкислених клейстерів значної кількості сахарози уповільнює гідроліз, що відбувається через високу її гідратаційну здатність, а через це — недостатнє зв'язування води зернами крохмалю.
- *Хлорид натрію* навіть у незначних концентраціях знижує в'язкість крохмального клейстеру.
- *Поверхнево-активні речовини* підвищують температуру досягнення максимальної в'язкості, проте ці речовини стабілізують клейстер під час зберігання.
- *Білки* є або натуральними супутниками крохмалю в природних системах, або їх додають у вигляді молока та яєць. Вони мають стабілізуючий вплив на крохмальні клейстери.
- *Ліпіди* (жири, олії) — жири, які можуть утворювати комплекси з амілозою, гальмують набрякання крохмальних зерен. У виробництві випічки клейстеризації крохмалю значно перешкоджають два чинники: великі концентрації жиру і низька активність води. Моногліцериди жирних кислот (C₁₆-C₁₈) призводять до збільшення температури клейстеризації, збільшення температури, що відповідає піку в'язкості, зменшенню сили гелю.
- *Кількість води* — для повної клейстеризації крохмальних зерен потрібне співвідношення «крохмаль : вода — 1:10». Тому під час випікання булочних виробів процес клейстеризації значно відрізняється, оскільки води в системі в три рази менше, ніж потрібно (це сприяє утворенню сухої та еластичної м'якушки в виробах).

Властивості крохмальних клейстерів

Прозорість клейстерів. Клейстери з бульбових культур мають прозору безкольорову желеподібну консистенцію, із зернових — непрозору молочно-білу пастоподібну. Клейстер кукурудзяного

амілопектинового крохмалю за властивостями ближчий до картопляного.

Прозорість клейстерів крохмалю залежить від присутності інших речовин:

- *поверхнево-активні речовини, цукор* значно збільшують цей показник.
- *білкові речовини, харчові емульгатори* роблять клейстери непрозорими.

Драглеутворююча здатність клейстерів. Крохмальні клейстери в концентраціях, починаючи від 4%, протягом певного часу здатні утворювати драгли. Для одержання желеподібної консистенції застосовують картопляний крохмаль або інші бульбові крохмалі, а для виготовлення в'язких пастоподібних мас — кукурудзяний або інші зернові крохмалі.

Під час зберігання або заморожування в драглях відбувається відшаровування води та ущільнення структури самих драглів. Для одержання стійких до синерезису драглів використовують амілопектинові крохмалі, зокрема воскоподібної кукурудзи, або модифіковані.

Желеутворююча здатність крохмалю. Здатність крохмалю утворювати желе проявляється за достатнього вмісту крохмалю в клейстері, а утворення і властивості желе з них залежать, в основному, від амілозної фракції. Відомо, що желе утворюються в тих випадках, коли молекули мають будову ланцюга (лінійну). Утворення желе використовується, наприклад, у виготовленні киселів, запіканок, цукерок, ковбас та інших. Желе з крохмалів різних видів за своїми властивостями не однакові.

Властивості крохмальних желе залежать від концентрації крохмалю, тривалості вистоювання та інших чинників. Міцність желе швидко зростає з часом їхнього зберігання і вистоювання, найшвидше це відбувається у концентрованих желе.

Плівкоутворююча здатність клейстерів. Крохмальні клейстери, особливо багаті на амілозу, утворюють міцні плівки з низькою кисневою проникністю. Плівки, отримані з крохмалю, аморфні, ступінь кристалізації змінюється залежно від умов формування плівки. Механічні властивості плівок з амілопектину мають більш ламкий характер, ніж з амілози.

Наявність присмаку «сирого зерна» в клейстерах. «Крохмальний» смак або смак «сирого зерна» викликають неуглеводні компоненти гранул крохмалю. Цей смак послаблюється під час варіння і може бути повністю замаскований іншими смаковими речовинами. Менш виражений крохмальний смак бульбових та амілопектинових крохмалів може бути результатом меншого вмісту в них ліпідів

Ретроградація клейстерів. Крохмальні клейстери під час зберігання або охолодження піддаються старінню (ретроградації).

Ретроградація — це процес, який полягає в переході амілози і амілопектину з обводненого, клейстеризованого стану в кристалічний. Вода із зв'язаної перетворюється на вільну. Полісахариди крохмального зерна притягуються, утворюють водневі зв'язки між собою, ущільнюються, що приводить до набуття ними кристалічної структури, притаманної нативним зернам крохмалю.

Желе, що змінили первинну міцність під час зберігання, після вторинного нагрівання набувають її знову, тобто явище структуроутворення є оборотним за нагрівання, причому у рисових і пшеничних крохмалів спостерігається повна оборотність, а у картопляних — обмежена.

У крохмальних желе, особливо з картопляного крохмалю, з часом спостерігається синерезис, що проявляється в тому, що в результаті ущільнення структури гелю виділяється вільна вода на поверхні.

ПРОЛІЗ КРОХМАЛЮ

У результаті термічної обробки сухого крохмалю протікають складні перетворення, які представлені рядом хімічних реакцій.

На перших етапах (до 130°C) відбувається втрата всієї капілярної і частини зв'язаної вологи. Подальше підвищення температури призводить до прискорення розщеплення полісахаридних молекул, необерненого відділення води, зміни структури вуглеводів за рахунок утворення нових *a*- та *b*-зв'язків, тобто має місце реакція рекомбінації.

МОДИФІКОВАНІ КРОХМАЛІ

Поряд з натуральними крохмалю широко застосовують крохмалепродукти, одержані в результаті модифікування та розщеплення перших унаслідок хімічної, фізичної, біологічної або комбінованої дії, а також похідні крохмалю. У молекулі крохмалю

є багато вільних гідроксильних груп, які здатні вступати в хімічні реакції з багатьма сполуками і утворювати етери та різні похідні. На цьому засновано отримання різних модифікованих його похідних.

Модифіковані крохмалі широко використовуються:

- під час одержання випечених та оздоблювальних напівфабрикатів;
- як згущувачі, стабілізатори, емульгатори;
- як носії, що підсилюють заданий смак та аромат;
- відрізняються підвищеною стабільністю та прозорістю клейстерів;
- здатні утворювати міцні плівки.

Використання модифікованих крохмалів обумовлено обмеженим спектром властивостей нативних крохмалів, а саме: неналежна в'язкість клейстерів, низька стабільність останніх за підвищеної температури, кислотності середовища, швидке старіння під час зберігання клейстерів або заморожування-розморожування.

Види модифікованих крохмалів

- ***Резистентні крохмалі.*** За високотемпературної технологічної обробки крохмалів зернових культур можуть утворюватись так звані *резистентні крохмалі*, які відрізняються низьким ступенем атакуємості ферментами травлення та нижчим ступенем засвоюваності в організмі людини та є природними інгредієнтами продукції оздоровчої дії.
- ***Пористі крохмалі.*** Крохмаль, що диспергований у водних системах за відповідних умов заморожування та відтавання, піддається необоротним перетворенням: утворюється нерозчинний у воді пористий крохмаль. Він характеризується високою всмоктуючою здатністю і структурою, яка подібна до структури випеченого хліба.
- ***Розщеплені крохмалі.*** Їх одержують термічною або механічною обробкою, дією кислот, окислювачів, солей, амілаз, використанням опромінення, ультразвуку, g-променів, бомбардуванням електронами. При цьому молекули крохмалю піддаються деструкції, що призводить до зменшення молекулярної маси, появи нових внутрішньо- і міжмолекулярних зв'язків. Для розщеплених крохмалів характерні підвищена стабільність властивостей під час зберігання, низька в'язкість, більша прозорість клейстерів.
- ***Гідролізовані крохмалі.*** Для гідролізу використовують соляну або сірчану кислоти, а також амілолітичні ферменти. За зовніш-

нім виглядом зерна цього крохмалю не відрізняються від зерен нативного, але їх кристалічність є більш вираженою. Гарячі клейстери, навіть концентровані, є рідкими, а під час охолодження твердішають, утворюючи еластичні драгли. Гідролізований крохмаль використовують як сировину під час виготовлення желе для оздоблення тістечок та тортів.

- **Окислені крохмалі.** Модифіковані крохмалі цього типу за зовнішнім виглядом не відрізняються від нативних. Їх виробляють під дією на зерна крохмалю гіпохлоритів, перманганатів, перекисів, йодної кислоти, її солі, броматів та інших сполук. Усі окислені крохмалі використовуються як желуючий компонент для виготовлення оздоблювальних напівфабрикатів під час виготовлення кондитерських виробів, а також під час виробництва булочної продукції для надання еластичності м'якушці та запобігання черствінню.
- **Набрякаючі крохмалі.** Готуються шляхом попередньої клейстеризації водної суспензії крохмалю і подальшого висушування клейстеру в тонкому шарі на парових барабанних вальцювих сушилах. Набрякаючі крохмалі, контактуючи з водою, поглинають її значно більше, ніж нативний крохмаль, сильно збільшуючись при цьому в об'ємі; вони відрізняються підвищеною розчинністю в холодній і теплій воді. Набрякаючі крохмалі використовують для виготовлення начинки для пирогів, як загущувач та стабілізатор під час виробництва тортів та тістечок.
- **Екструзійні крохмалі.** Вони за своїми властивостями відносяться до групи набрякаючих, а за методом обробки — до підданих вологотермомеханічній дії за температур клейстеризації. У ході обробки продукт набуває іншої структури, стає крихким, при контакті з водою набрякає і частково розчиняється. Екстудовані крохмалі відрізняються збільшеною вологоутримуючою здатністю. Застосовуються вони як загущувачі під час виготовлення оздоблювальних напівфабрикатів для борошняних кондитерських виробів.

КАРАМЕЛІЗАЦІЯ

Нагрівання *сахарози, глюкози і фруктози* до температури понад 100°C у нейтральному або слабко кислому середовищі призводить

до їх дегідратації з утворенням *ангідридів цукрів* — ненасичених продуктів, які мають високу реакційну здатність.

Карамелізація — процес перетворення цукру при високих температурах в аморфну масу, більш або менш інтенсивно пофарбовану в жовто-коричневий колір.

Продукти карамелізації:

- *карамелан* — світло-солом'яного кольору;
- *кармелен* — яскраво-коричневого кольору;
- *кармелін* — темно-коричневого кольору.

Розчинність продуктів карамелізації знижується: *кармелан* добре розчинний у холодній воді, *кармелен* — добре у гарячій воді, а *кармелін* — поступово лише у гарячій воді.

За подальшої дегідратації утворюється *оксиметилфурфурол*, який термічно розпадається на мурашина і левулінова кислоти. Ароматичні леткі речовини значною мірою впливають на органолептичні показники продукції.

Карамелізація залежить від багатьох факторів:

- виду та концентрації цукру;
- тривалості та температури;
- рН середовища;
- присутності інших речовин.

Особливо чутливою до нагрівання є фруктоза, її карамелізація проходить в 6...7 разів швидше, ніж глюкози. Сахароза за нагрівання в ході технологічного процесу в слабокислому або нейтральному середовищі піддається частковій інверсії з утворенням глюкози і фруктози. Ці моносахариди піддаються подальшим перетворенням.

Інтенсивність солодкого смаку цукрів після карамелізації знижується.

МЕЛАНОЇДИНОУТВОРЕННЯ

Меланоїдиноутворення (реакції неферментативного потемніння — *реакція Майяра*) — взаємодія відновлюючих цукрів (*моносахаридів і дисахаридів*), таких, що містяться в продукті і таких, що утворюються під час гідролізу більш складних вуглеводів (карбонільних груп) з амінокислотами, пептидами і білками (*аміногрупами*) з утворенням темнозабарвлених продуктів (меланоїдини — від грецького «меланос» — темний).

Амінокислоти у складі білків менш реакційно здатні до цукроамінної конденсації, ніж у вільному стані (більшість гідролізатів білків мають темне забарвлення).

Фактори, що впливають на швидкість і глибину процесу меланоїдиноутворення

- *pH середовища*: найбільш сприятливе pH 7,8...9,2;
- *вологість*: за дуже низького і за дуже високого вмісту. вологи не спостерігається потемніння, максимальне — за проміжного вологовмісту;
- *температура*: з підвищенням температури швидкість реакції зростає;
- *вплив іонів металів*: за присутності Cu^{2+} і ($\text{Fe}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$). Інтенсивність потемніння зростає, іони Na^+ не впливають;
- *вплив структури цукру*:
 - D-ксилоза > L-арабіноза (пентози);
 - D-галактоза > D-маноза > D-глюкоза > D-фруктоза (гексози);
 - мальтоза > гексози > лактоза > сахароза (дисахарози);
- *вплив характеру амінокислоти*: чим далі розташована аміногрупа від карбоксильної, тим активнішою є ця амінокислота в реакції Майяра.

7.4. ВУГЛЕВОДИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЇХ ЗМІНИ У ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

У харчових продуктах містяться моносахариди, дисахариди, полісахариди та вуглеводи клітинних стінок. До складу харчових продуктів входять як самі моносахариди, так і продукти їх біологічної та технологічної трансформації, які виникають за рахунок реакції окислення та відновлення.

Вуглеводи в продуктах харчування представлені моносахаридами (глюкоза, фруктоза, галактоза та ін.), дисахаридами (сахароза, мальтоза, лактоза та інші) і полісахаридами (крохмаль, глікоген, целюлоза, пектинові речовини та інші).

Овочі, фрукти та ягоди багаті на вуглеводи, які містяться у вигляді цукрів (сахарози, фруктози, глюкози), крохмалю, клітковини, інуліну. Вміст цукрів коливається від 0,2 до 10 %:

- *глюкози* — виноград, агрус, малина (3,9...7,3%), баклажани, капуста білокачанна, морква, гарбузи, кавуни (2,1...3%);
- *фруктози* — виноград, кавуни, груші, яблука, агрус, малина (5,2...7,2 %),
- *сахарози* — буряк столовий, цибуля ріпчаста, диня, персик (5,9...8,6 %),
- *крохмалю* — борошно, крупи, бобові (47,4...68,7%), картопля (15–20 %), зелений горошок (5–6,9 %), цукрова кукурудза (4–10 %), в інших овочах його зовсім немає або є в незначних кількостях.
- *клітковини* — малина, суниці, обліпіха (4,0...5,1%), апельсини, лимони, перець червоний солодкий, баклажани, морква (1,2...1,4%);
- *пектин* — буряк столовий, фрукти та ягоди (0,6...1,1%);
- *інулін* — до 20 % у топінамбурі, часнику, корені цикорію.

Лактоза міститься в молоці та молочних продуктах (4,5...5,8%). Найбільше лактози у кобилячому молоці, найменше — у козиному. У нежирному кисломолочному сирі лактози 1,8%, у жирному — 2,8%. Гідроліз лактози в кишечнику відбувається повільно, що обмежує процеси бродіння та сприяє нормалізації діяльності кишкової мікрофлори — молочнокислих бактерій, які є антагоністами бактерій гниття.

Морські водорості багаті на цінні вуглеводи:

- у *бурих водоростей* вміст вуглеводів 70%, до складу яких входить альгінова кислота, яку широко використовують у харчовій промисловості;
- *зелені морські водорості* мають менший вміст вуглеводів 30–35%;
- *червоні водорості* вміщують до 70% вуглеводів, з полісахаридів яких найбільш цінні слизисті цукри — агар.

Всі полісахариди входять у склад клітинної оболонки водоростей у вигляді натрієвої, калієвої та кальцієвої солей.

Особливу цінність представляє наявність у водоростей *альгінової кислоти*. Багато лікувальних ефектів морської капусти, пояснюються саме цим полісахаридом, сорбційні можливості якої не поступаються жодному природному сорбенту. Значну користь мають солі альгінової кислоти. Альгінати калію, натрію, магнію,

розчиняючись у воді, утворюють в'язкі розчини. Саме ця їх особливість дозволяє широко використовувати їх у якості стабілізаторів та в'язучих речовин для виготовлення харчової продукції. Альгінова кислота має чудову здатність сорбувати воду (у 300 разів більшу за власну масу). Сьогодні єдиним джерелом видобування альгінової кислоти є бурі морські водорості.

Тваринні продукти містять значно менше засвоюваних вуглеводів, ніж рослинні. *Глікоген* є формою запасання глюкози у тварин. У тварин найбільші кількості глікогену запасуються печінкою (7–10 % загальної маси) та скелетними м'язами (1–2 % від загальної маси). Невеликі кількості глікогену знаходяться в нирках, і ще менші — в клітинах мозку і білих кров'яних тільцях. М'ясний і печінковий глікоген подібні за будовою до крохмального амілопектину і засвоюються так само як крохмаль.

Зміни вуглеводів у технологічному процесі

Здатність сахарози до розчинення в технологічній практиці традиційно використовується для підсолоджування та надання їм певних структурно-механічних властивостей.

Шляхом технологічної трансформації цукру із кристалічного стану у склоподібний отримують значну кількість харчових виробів: карамелі, гріль'яжних мас, помадних мас, тощо. Температурний вплив на цукор може не призводити до глибоких змін його властивостей, а може викликати більш глибокі зміни, які призводять, водночас, до деструктивних і полімеризаційних процесів.

Серед основних змін цукрів, які проходять під впливом високих температур є зміна зовнішнього вигляду, кольору, смаку, запаху, а також фізико-хімічних показників, які, головним чином, зумовлені реакціями карамелізації та меланоїдиноутворення.

Карамелізація може відбуватися під час технологічного процесу:

- виготовлення сиропів, підварок, джемів;
- випікання та обсмажування виробів з борошна;
- сушіння крохмалю, цукру;
- пасерування борошна;
- смаження овочів тощо.

Інтенсивність технологічного процесу можна регулювати шляхом корегування параметрів процесу, досягаючи заданих результатів. За карамелізації, як правило, інтенсивність солодкого смаку

цукрів знижується за рахунок деструкції цукрів та накопиченням полімерних сполук, що менш солодкі.

Утворення смачної, хрусткої, золотисто-коричневої скоринки хліба, його смак і аромат пов'язані з реакцією *меланоїдиноутворення*. Вона відбувається в процесі зберігання фруктових соків, при висушуванні фруктів і овочів, отриманні сухого молока, уварюванні цукрового сиропу, у виробництві солоду.

В процесі отримання вина, виготовлення коньяку і шампанського утворюються продукти меланоїдиноутворення, які впливають на колір, смак і аромат. За дуже тривалої витримки вина відбуваються глибокі зміни продуктів, що беруть участь в реакції меланоїдиноутворення, що призводить до зміни первинних властивостей вина.

Меланоїдиноутворення викликає фізико-хімічні, органолептичні зміни і визначає якість готової продукції, її харчову та біологічну цінність.

Меланоїдиноутворення практично завжди має місце при тепловій обробці продуктів рослинного і тваринного походження, оскільки у них є певна кількість редукуючих цукрів та вільних амінокислот, які утворюються в ході технологічного процесу.

Необхідно знати і враховувати в харчових технологіях:

- утворення меланоїдинових пігментів може бути бажаним (під час смаження м'яса, випікання хліба, виробництва безалкогольних напоїв і пива, кондитерських виробів та інших) або небажаним (наприклад, вони погіршують смак, колір і запах м'ясних екстрактів, бульйонних кубиків та інших концентратів, а також під час зберігання харчових продуктів — фруктових соків, сиропів, сухого молока, яєчного порошку та інших);
- за меланоїдиноутворення знижується харчова цінність продуктів в результаті сполучення білків, вітамінів, амінокислот в комплексні сполуки; чим вищою є інтенсивність утворення коричневого забарвлення, тим нижчою є харчова цінність білкових продуктів (втрачається 20...50% вільних амінокислот); із збільшенням температури і тривалості нагрівання ці втрати зростають, особливо під час обсмажування м'яса;
- деякі продукти реакції можуть бути мутагенними (D-глюкози і D-фруктози з L-лізином або L-глутаміновою кислотою);

- проміжні продукти реакції Майяра (глюкози і гліцину) мають антиокислювальну активність, сполучаючись з пероксидами або вільними радикалами, сповільнюють окисний процес;
- відповідне регулювання реакції Майяра під час виробництва харчового продукту позитивно позначиться на його якості в процесі зберігання.

Якщо утворення коричневих пігментів для харчових продуктів є небажаним, можна *інгібувати меланоїдиноутворення*, наприклад:

- значним зниженням вологості (для сухих продуктів);
- зниженням концентрації цукру (розведенням);
- зниженням рН і температури (для рідких продуктів).

Також можна видалити один з компонентів субстрату (зазвичай, цукор), наприклад, в отриманні яєчного порошку, щоб не допустити появи запаху. Перед висушуванням додають глюкозооксидазу, що призводить до руйнування D-глюкози і утворення D-глюконової кислоти.

Щоб затримати небажані зміни, використовують сполуки, що легко з'єднуються з карбонільними сполуками, наприклад, пероксид водню, сірчисту кислоту, бісульфат натрію та оксид сірки. SO₂ захищає від потемніння, але не оберігає продукти від втрати амінокислот (наприклад, лізину).

Для запобігання побурінню картоплі у процесі смажіння її протягом двох тижнів зберігають за температури 20°C, що спричиняє ресинтез крохмалю з відновлювальних цукрів, утворених під час охолодження (або у процесі зберігання за певних умов).

Під час виробництва деяких продуктів треба уникати додавання цукрів, які характеризуються відновлювальними властивостями. Сахарозу або інші цукри бажано використовувати у невеликих концентраціях та додавати наприкінці або після закінчення термообробки.

Вуглеводи клітинних стінок рослин

Рослинна клітина складається з протопласта (цитоплазми і ядра) та жорсткої клітинної оболонки. Окремі клітини скріплені між собою за рахунок міжклітинної речовини, яка має назву серединних пластинок. Сукупність клітинних оболонок і серединних пластинок утворює клітинні стінки, а речовини, з яких вони утворені, у тому числі вуглеводи, називаються *речовинами клітинних стінок*.

Серединна пластинка складається, в основному, з геміцелюлоз і пектинових речовин. Поміж молекулами геміцелюлоз і пектинових речовин вбудовуються фібрили целюлози. Так формується первинна оболонка клітини. У подальшому вона стає більш товстою за рахунок нашарування додаткових шарів біополімерів, які утворюють вторинну оболонку.

Клітинні стінки складають 0,7...5,0% сирової маси плодів та овочів, їх кількість залежить від зрілості, умов вирощування, терміну і умов зберігання сировини та інших факторів. Всі речовини знаходяться в структурованому вигляді з утворенням надмолекулярних агрегатів за рахунок різних хімічних та фізичних взаємодій.

Геміцелюлоза разом з целюлозою і лігніном у високій концентрації міститься в багатьох фруктах і овочах, але особливо в злаках — овесі, пшениці, ячмені, просі, сої, нуті (5...10%). У рослинах вони виконують функцію опори та надають тканині міцності, що зумовлює консистенцію продукту. Для кожного виду рослинної сировини визначають спосіб технологічної обробки, тривалість, температура обробки, параметри середовища (присутність солей, значення рН), а також порядок закладання овочів згідно з рецептурою.

На відміну від целюлози геміцелюлоза має кращу розчинність, реагує з лужними розчинами, а також з мінеральними кислотами. Завдяки значній кількості гідроксильних груп геміцелюлози мають значну гідрофільність. Вони утримують воду в свіжих овочах, здатні до гідратації (наприклад, набрякання висушених овочів та фруктів), є учасниками перерозподілу води в процесі термічної обробки.

За рахунок карбоксильних груп геміцелюлози здатні бути учасниками іонообмінних реакцій у середовищі, пом'якшувати воду від солей насичення, а також зв'язувати іони металів, органічні речовини, які мають активні лужні групи.

Геміцелюлози практично не гідролізуються ферментами шлунку, частково гідролізуються в тонкому кишечнику та товстій кишці, здатні в кишечнику до набрякання, особливо після попередньої гідротермічної та термічної обробки.

Клітковина (целюлоза) — один з основних полісахаридів клітинних стінок, вміст якого складає 0,3...3,0% від маси їстівної частини овочів або 40...60% від маси клітинних стінок та залежить від

ступеня стиглості овочів та плодів: зі збільшенням ступеня стиглості вміст зростає. Це виявляється в нагромадженні «грубих» волокон та тканин. Наприклад, у молодому та зрілому редисі структура тканин, оцінювана експертами як консистенція, різна. Серед ягід великим вмістом клітковини характеризуються малина (5,1%), обліпіха (4,7%). Підвищений вміст клітковини у пастернакові (2,4%), хроні (2,8%), кропі (3,5%), артишоках (3,0%).

Клітковина у воді це нерозчинна, при цьому на ступінь розчинності не впливає температура, а також рН та присутність солей. Підвищена технологічна стійкість целюлози пояснюється ще й тим, що її лінійні полісахариди додатково скомпоновані в пучки, які отримали назву міцел. Міцели орієнтовані певним чином у клітинних стінках і занурені в неперервну аморфну масу «матрикс», що складається з геміцелюлоз, пектинових речовин, лігніну.

Найбільше значення для харчової промисловості має метиловий ефір целюлози — метилцелюлоза. Це гідрофільний білий порошок, що розчиняється в холодній (але не в гарячій) воді і утворює прозорий клейкий розчин або гель і використовується як загущуючий агент і емульгатор в харчових продуктах. Метилцелюлоза, як і целюлоза, не переварюється в організмі людини, нетоксична і не алергенна.

Дуже важливим компонентом клітинних стінок рослинних клітин є *пектинові речовини*. Пектинові речовини містяться в плодах (яблука, груші, цитрусові), ягодах (червона і чорна смородина тощо), бульбах (буряк, морква тощо) та інших. Хімічний склад та вміст пектинових речовин залежать від метеорологічних умов зростання, географічної зони, сортової приналежності, періоду розвитку та віку рослин.

В рослинах пектинові речовини містяться у вигляді нерозчинного *протопектину* в міжклітинній речовині і матриксі клітинної стінки, а також у вигляді розчинного *пектину* в соку овочів і плодів. До пектинових речовин також відносять пектову кислоту та її солі (пектати), пектинову кислоту та її солі (пектинати). Характерною і важливою властивістю розчинного пектину, пектатів та пектинатів є їх здатність утворювати гелі в присутності цукру (65–70% розчин) та кислоти (рН 3,1—3,5). В гелях міститься 0,2–1,5% пектину. Властивість пектинових речовин утворювати

гелі в присутності кислоти і цукру широко використовується в кондитерському виробництві при виготовленні желе, мармеладу, джемів, пастили, фруктових начинок для цукерок.

Сировиною для їх отримання служать яблучні вичавки. Пектин, повністю звільнений від метоксильних груп, желуючою здатністю не володіє і називається пектовою кислотою. Пектинові речовини оберігають плоди та овочі від висихання, утримуючи колоїдну вологу, вони входять до складу клітинних стінок разом з клітковиною, виконуючи опорні функції.

Пектинові речовини характеризуються відносною стабільністю протягом періоду зберігання рослинної сировини. Їх кількісний вміст, стан, співвідношення та взаємні перетворення значною мірою визначають індивідуальну консистенцію плодів та ягід. У процесі зберігання плодів та овочів вони здатні «дозрівати», тобто під впливом різного роду ферментативних та біохімічних процесів змінювати свою консистенцію та становитися більш м'якими. Причиною цих змін є значна деполімеризація пектинових речовин та перехід нерозчинного у воді протопектину в речовини з меншою молекулярною масою, які здатні до часткового розчинення, що особливо характерно для плодів та ягід. Трансформація протопектину у більш або менш розчинний пектин знижує міцність утримання клітинних структур у рослинній тканині, що, зрештою, з досягненням певних співвідношень визначає поняття «консистенція» готового виробу.

У процесі теплової обробки вуглеводи клітинних стінок і серединні пластинки значно змінюються. При нагріванні у вологому середовищі клітковина і більша частина геміцелюлоз набухають. Розчиняються у гарячій воді із геміцелюлоз арабан, галактан і глюкан. Більш глибокі зміни відбуваються із пектиновими речовинами: протопектин розчиняється у гарячій воді. Під дією тепла частина пектинових речовин руйнується із втратою властивостей, які характерні для них. Крім цього, розриваються природні зв'язки між структурними елементами клітинних стінок і серединних пластинок, що приводить до зниження міцності та розмягчення рослинної сировини. Для зміни вуглеводів клітинних стінок та серединних пластинок необхідно присутність достатньої кількості вологи.

Питання для самоконтролю

1. Зміни моносахаридів під час технологічного оброблення, вплив температури та кислотності на цей процес.
2. Зміни полісахаридів під час технологічного оброблення, вплив температури та кислотності та інших факторів на цей процес.
3. Карамелізація цукрів, умови процесу. Продукти карамелізації, їх властивості, вплив на якість основного продукту.
4. Меланоїдиноутворення та умови, що сприяють меланоїдиноутворення. Технологічне значення і особливості цього процесу в різних харчових технологіях.
5. Крохмаль, функціонально-технологічні властивості крохмалю.
6. Процеси набухання, клейстеризації та розчинення крохмалю, температура клейстеризації, вплив швидкості клейстеризації на консистенцію гелю. Особливості цих процесів у різних технологіях.
7. Кислотний та ферментативний гідроліз крохмалю.
8. Вуглеводи в продуктах харчування та зміни їх у процесі технологічної обробки.

Розділ 8. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

8.1. ВІТАМІНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Вітаміни — незамінні мікрокомпоненти їжі на відміну від макрокомпонентів (білків, ліпідів і вуглеводів). Вітаміни поділяють на водо- і жиророзчинні та вітаміноподібні сполуки:

- **водорозчинні вітаміни:** вітамін С, вітаміни групи В, РР і вітамін Н.
- **жиророзчинні** — вітаміни А, D, Е і К.
- **вітаміноподібні сполуки** — біофлавоноїди (вітамін Р), холін, інозит, вітамін U, карнітин, оротову (вітамін В₁₃), пангамову (вітамін В₁₅) і параамінобензойну кислоти, вітамін F.

Жирозчинні вітаміни

Вітамін А (вітамін росту, зору, антиінфекційний)

Вітамін А є необхідним для нормального зору, росту та імунної системи. Він виявлений лише в продуктах тваринного походження, особливо багато його в печінці та жирі (мкг%): у риб'ячому жирі 15, печінці яловичій — 8,2, печінці тріски — 4,4, жовтках яєць — 1,26, вершковому маслі — 0,59, яйцях — 0,25.

Попередниками вітаміну А є каротиноїди. З 500 відомих каротиноїдів приблизно 50 можуть перетворюватися в організмі у вітамін А. Найбільш важливим є β-каротин, з нього в організмі утворюється дві молекули ретинолу. β-Каротин локалізований в зелених частинах рослин та в плодах і овочах, що мають помаранчевий колір, у водоростях, грибах і бактеріях.

Вітаміни групи D (протирахітний фактор)

До вітамінів групи D відносяться ергокальциферол (D₂) і холекальциферол (D₃). Перший є продуктом рослинного, другого — тваринного походження. Вітамін D регулює вміст кальцію і неорганічного фосфору в крові, приймає участь в мінералізації кісток і зубів.

Кальциферол міститься в продуктах тваринного походження (мкг%): риб'ячому жирі — 125; печінці тріски — 100; оселедцях —

30, шпроти — 20,5, ікри лососевій — 8, жовтках яєць — 7,7, яловичій печінці — 2,5; яйцях — 2,2; вершковому маслі — 1,3.

Вітамін Е (антистерильний, вітамін розмноження)

Вітамін Е сприяє уповільненню окислювальних процесів, стимулює м'язову діяльність, перешкоджає окисленню вітаміну А.

Вітамін Е має найбільшу біологічну активність, міститься в рослинній сировині, особливо в оліях (мг%): соєвій — 115, бавовняній — 99, соняшниковій — 42. В хлібі міститься 2...4, в крупах — 2...15 мг%.

Вітамін К (антигеморагічний)

Вітамін К бере участь в процесах згортання крові. Він є необхідним для синтезу в печінці функціонально активних форм білку — протромбіну, який необхідний для утворення кров'яного згустку.

Основні його джерела — капуста білокачанна, брюссельська, кріп, салат, шпинат, горошок, томати, свиняча печінка, молоко, яйця.

Водорозчинні вітаміни

Вітамін С (антицинготний, антиокислювач)

Вітамін С бере участь у багатьох біохімічних окислювально-відновних процесах в організмі, чинить антиоксидантну дію і сприяє регенерації і загоєнню тканин, підтримує стійкість організму до різних видів стресів; забезпечує нормальний імунологічний і гематологічний статус.

Усю необхідну кількість вітаміну С людина отримує з їжею. Основні його джерела — овочі, фрукти, ягоди (мг%): у шипшині 1200, перці солодкому — 250, чорній смородині 200 мг%, зелені петрушки — 150, кропі — 100, капусті, лимонах — 45.

В силу нестійкості його вміст в овочах і плодах під час їх зберігання швидко знижується. Виключення — свіжа і квашена капуста. За теплової обробки їжі руйнується на 25...60%.

Вітамін С використовується для збагачення соків, водорозчинних напоїв, сухих сніданків, молока, в якості хлібопекарського поліпшувача, для збереження кольору м'ясних продуктів разом з нітратами і нітритом.

Вітамін В₁ (антиневритний, регулятор діяльності нервової системи)

Вітамін В₁ бере участь в регулюванні вуглеводного обміну, а також в реакціях енергетичного обміну.

Основні джерела вітаміну В₁ — продукти із зерна: пшеничний і житній хліб, хліб з борошна грубого помелу, деякі крупи та бобові (мг%): шрот соєвий — 2,2, дріжджі хлібні — 2, горох — 0,9, квасоля — 0,5, вівсяна крупа — 0,5 мг%, гречка ядриця — 0,4, свинина — 0,5-0,6, нирки — 0,39, печінка — 0,3, хліб пшеничний з борошна 2 сорту — 0,23.

Вітамін В₁ міститься в периферійних частинах зерна і під час помелу переходить у висівки. Для збільшення вмісту тіаміну на борошномельних заводах проводять збагачення борошна вищого і I сорту синтетичним тіаміном.

Вітамін В₂ (фактор росту, антисеборейний)

Вітамін В₂ входить до складу ферментів, що регулюють окислювально-відновні реакції в організмі. Він покращує стан шкіри, нервової системи, слизових оболонок, функцію печінки і кровотворення.

Рибофлавін широко розповсюджений в природі. Він синтезується більшістю вищих рослин, дріжджів і нижчих грибів, а також деякими бактеріями.

Джерела вітаміну В₂ (мг%): печінка — 2,2, нирки — 1,8, дріжджі — 0,68, яйця — 0,44, твердий сир — 0,4, сир м'який — 0,25; у хліб — 0,1; гречка ядриця — 0,2; м'ясо — 0,1...0,2; молоко, бобові — 0,15; овочі і фрукти — 0,01...0,06.

Вітамін В₆ (адермін, регулятор діяльності нервової системи)

Необхідний для нормальної діяльності нервової системи, органів кровотворення, печінки.

Вітамін В₆ широко розповсюджений в природі. Основні джерела (мг%): соя і квасоля — 0,9, печінка яловича, хрін — 0,7, часник — 0,6, кури, пшоно — 0,52, гранат — 0,5, гречка — 0,2. Деяка кількість вітаміну потрапляє в організм в результаті діяльності кишкової мікрофлори

Вітамін В₆ у вигляді піридоксину гідрохлориду використовується для збагачення борошна, виробів із зерна, молочних продуктів, продуктів лікувально-профілактичного і дитячого харчування.

Вітамін В₁₂ (антианемічний)

Вітамін В₁₂ синтезується виключно мікроорганізмами. Основним джерелом вітаміну В₁₂ є продукти тваринного походження. Найбільше вітаміну В₁₂ міститься в печінці, нирках, серці; менше — в м'ясі, твердих сирах, сирі, сметані, вершках, кефірі.

Вітамін РР (антипеларгічний)

Вітамін РР чинить регулюючий вплив на органи травлення, забезпечує нормальний обмін речовин в шкірі, покращує функції печінки, чинить специфічну дію на психічну діяльність, позитивно впливає на обмін холестеролу і утворення еритроцитів.

Джерела вітаміну РР — м'ясні продукти (мг%): печінка свинини — 12,0, дріжджі — 11,4, печінка яловичини — 9,0; кури 1 категорії — 7,7, качки 2 категорії — 6,0, нирки — 5, яловичина — 5,0, свинина — 2,6. Молоко і молочні продукти, яйця є бідними на вітамін РР, але з урахуванням значного вмісту триптофану, вони є задовільними його джерелами. У злакових і отримуваних з них продуктів вітамін РР знаходиться в зв'язаній формі і практично не засвоюється організмом.

Вміст ніацину в овочах і бобових є незначним. Під час помелу зерна втрачається до 80% ніацину. Ніацин використовують для збагачення кукурудзяних і вівсяних пластівців, борошна.

Вітамін Н (шкірний фактор)

Вітамін Н (біотин) бере участь у біосинтезі ліпідів, амінокислот, вуглеводів, нуклеїнових кислот, є необхідним для нормальних функцій шкіри, нервової системи; він приймає участь в обміні жирних кислот і стеринів.

Основні джерела біотину (мкг%): печінка і нирки — 98, яйця — 20,2. У молоці, м'ясі — до 3 мкг%. З рослинних продуктів багатими на біотин є продукти переробки зерна (мкг%): соя — 60; горох, вівсяна крупа — 20, пшеничний хліб — 4,8;

Використовується як стимулятор росту хлібопекарських дріжджів.

Вітаміноподібні сполуки

Вітаміноподібні сполуки відносяться до біологічно активних сполук, що виконують різноманітні функції в організмі. Їх можна розділити на декілька груп залежно від технологічних функцій (табл. 8.1).

Холін приймає участь в основних обмінних процесах (в обміні жирів), є необхідним для біосинтезу лецитину, попереджує жирове переродження печінки, тобто належить до ліпотропних речовин. Із холіну утворюється медіатор нервової системи — ацетилхолін, який є необхідним для передавання нервових імпульсів. Є дані про

кровотворне значення холіну, його позитивний вплив на процеси росту і опірність організму інфекціям.

Таблиця 8.1

Функції вітаміноподібних сполук

Функція	Вітаміноподібні сполуки
Незамінні харчові речовини з пластичною функцією	Холін; інозит
Біологічно активні речовини, що синтезуються в організмі людини	Ліпоєва кислота; оротова кислота; карнітин
Фармакологічно активні речовини їжі	Біофлавоноїди; вітамін U; вітамін B ₁₅ (пангамова кислота)
Стримуючий фактор росту мікроорганізмів	Параамінобензойна кислота

Джерела холіну (мг%): жовток яйця — 800, печінка — 635, нирки — 320, яйця — 251, сир м'який — 155...230, сметана — 124, нерафіновані рослинні олії — 120...124, бобові — 50...60, деякі овочі — капуста, шпинат та ін.

Інозит — ліпотропний, антисклеротичний фактор, нормалізує обмін жирів, холестерину, знижує його рівень у крові; нормалізує стан нервової системи та стимулює рухову функцію травного тракту.

Карнітин — підсилює метаболізм протеїну, сприяє окисленню жирних кислот; транспортує жирні кислоти з довгими ланцюгами в мітохондрії та регулює концентрацію аміаку в крові.

Ліпоєва кислота — виконує коферменті функції, учасник процесів окислення, регулює ліпідний обмін, знижує рівень холестерину в крові, має ростові властивості, є антиоксидантом вітаміну С.

Ліпоєва кислота широко розповсюджена в природі, але в основному в зв'язаній формі. До харчових джерел відносяться м'ясо і субпродукти, молочні вироби і хлібопекарські дріжджі.

Біофлавоноїди (Вітамін Р) — це група речовин, здатних укріплювати, підтримувати еластичність стінок капілярів, знижувати їх проникність та зміцнювати кровоносні судини, захищати від крововиливів, мають антигіпертензивні, антиоксидантні та інші властивості. Речовини з Р-вітамінною дією приймають участь в тканинному диханні, сприяють нагромадженню вітаміну С, знижують артеріальний тиск та сприяють жовчовиділенню.

Основні джерела біофлавоноїдів (мг%): чорноплідна горобина — 4000, чорна смородина — 1500, шипшина — 680, лимони і апельсини — 500, петрушка — 157, салат — 139 й інші овочі.

Вітамін U — сприяє загоєнню виразки шлунку і дванадцятипалої кишки, виявлено уперше в соку капусти, має протигістамінну, антисклеротичну та ліпотропну дію.

Джерела вітаміну U (мг%): капуста білокачанна — 16,4...20,7, буряк червоний — 14,6, капуста кольрабі — 12,9, зелень петрушки — 6,4, кукурудза молочна — 1,7, томати зрілі — 1,0, салат — 0,36.

Параамінобензойна кислота (вітамін H₁) впливає на обмінні процеси в організмі, приймає участь у засвоєнні білків, нормалізує роботу щитовидної залози та системи травлення, входить до складу фолієвої кислоти, разом з якою утворює коферменти та інші біологічно активні речовини. Вітамін є сильним антиоксидантом та противірусним засобом. В рослинах і тваринних тканинах параамінобензойна кислота здебільшого зв'язана з білками, поліпептидами та амінокислотами.

Джерела вітаміну H₁ — овочі, гриби, насіння, горіхи, рис, зародки та висівки пшениці, пивні дріжджі, печінка, молочні продукти, яєчний жовток, сир, риба.

Вплив технологічних факторів на вітаміни

Вітаміни різних груп характеризуються різною стійкістю до технологічного впливу: механічної обробки, температури та тривалості термообробки, дії кислот та солей, опромінювання тощо.

Стійкість вітамінів до технологічного впливу наведена у табл.8.2.

Таблиця 8.2

Стійкість вітамінів до технологічного впливу

Вітаміни	Фактори впливу
<i>1</i>	<i>2</i>
Ретинол (А)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійкий до лугів та нагрівання ▪ Легко окислюється і руйнується під дією світла на повітрі, при контакті з міддю і залізом устаткування, інвентарю і посуду ▪ в результаті теплової обробки руйнується до 30%
β-каротин	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійкий до високих температур ▪ Руйнується під дією сонячних променів
Кальциферол (D)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійкий до високої температури і кисню

Закінчення табл. 8.2

1	2
Токоферол (Е)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Відносно стійкий до нагрівання, руйнується під впливом ультрафіолетових променів, кисню ▪ Руйнується під дією лугів, окислюється при доступі кисню
Філохінон (К)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійкий до теплової обробки ▪ Руйнується на світлі та в лужному середовищі
Аскорбінова кислота (С)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Дуже не стійка, руйнується під дією окисників (кисню, міді, заліза) ▪ Стійкіший в кислому середовищі, ніж у лужному, є мало чутливим до світла ▪ Руйнується при зберіганні, нагріванні у лужному і нейтральному середовищах ▪ Інактивується при поєднанні з подрібненими овочами та плодами, що містять аскорбіназу
Тіамін (В ₁)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійкий до дії світла, температури у лужному та нейтральному середовищі ▪ Руйнується у кислому середовищі, під впливом спирту і ліків
Рибофлавін (В ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійким до підвищених температур, окиснення, не руйнується в кислому середовищі ▪ Нестійкий до дії відновників в лужному середовищі, руйнується під дією світла
Піридоксин (В ₆)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Стійкий до високої температури, кислого і лужного середовища ▪ Руйнується на світлі і в лужних середовищах
Кобаламін (В ₁₂)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Руйнується за тривалої дії світлових променів, в кислому і лужному середовищі; ▪ Термостабільний
Вітамін РР	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Не руйнується під дією світла, кисню повітря, в лужних і кислих розчинах. ▪ Проте частина його (до 25%) може переходити у воду в процесі варіння м'яса і овочів
Фолацин	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Втрачається у зелених овочах при зберіганні їх
Вітамін U	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Руйнується за теплової обробки тим більше, чим вона є довшою
Біотин (Н)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ В процесі технологічної обробки продуктів харчування біотин практично не руйнується ▪ Руйнується у лужному середовищі

Оскільки більшість вітамінів чутлива до технологічного впливу під час обробки харчових продуктів, необхідно дотримуватись технологічних параметрів та режимів з метою запобігання руйнуванню вітамінів.

Вимоги до зберігання та механічної обробки продуктів

- Зберігати продукти в темному і прохолодному місці.
- Не здійснювати механічну обробку харчових продуктів під яскравим світлом.
- Мити харчові продукти цілими або великими шматками, не залишати їх у воді на тривалий час.
- Нарізати і подрібнювати продукти безпосередньо перед приготуванням, використовуючи інструменти, посуд та устаткування з нержавіючої сталі та інших неокислювальних матеріалів.
- Квашені і солоні овочі зберігати під вантажем, покритим розсолем. Не промивати квашену капусту, оскільки при цьому втрачається більше 50% вітаміну С.

Вимоги до теплової обробки

- Підготовлені овочі відразу піддавати тепловій обробці. Для варіння овочі і плоди класти у киплячу рідину.
- Ширше застосовувати види кулінарної обробки, які не вимагають тривалого нагрівання.
- Суворо дотримуватися тривалості теплової обробки, не перевищувати її, щільно закривати посуд, у якому здійснюють теплову обробку.
- Звести до мінімуму перемішування продуктів при приготуванні.
- Овочі і картоплю краще варити в шкірці, або цілими.
- Використовувати овочеві відвари для приготування супів і соусів.
- Для овочевих відварів, соусів і супів доцільно використовувати деякі відходи овочів, багаті на вітаміни, мінеральні і смакові речовини, наприклад, стебла петрушки, раннього буряку, кропу.

Вимоги до готової продукції

- При виробництві харчової продукції використовувати продукти, багатих на вітаміни, а також вітамінізувати її.
- Нарізати овочі та фрукти, змішувати їх і заправляти тільки перед використанням (подаванням та вживанням).
- Зберігати гарячі овочеві страви не більше 1 години.

Використання вітамінів у харчових технологіях

Вітамінізація отримує все більш широке застосування у кондитерській, рибній, жировій, консервній, молочній, спиртогорілчаній промисловості та на виробництвах безалкогольних напоїв. Для

цього використовують традиційну сировину, дикоростучу та вітамінні препарати. Враховуючи негативний вплив різних факторів на вітаміни, їх рекомендують вводити в кінці технологічного процесу.

Для збагачення харчових продуктів вітамінами використовують шипшину, горобину, калину, барбарис, кизил, обліпіху, незрілі плоди грецького горіху тощо. Збагачення хліба і хлібобулочних виробів дріжджами, екстрактами зародків пшениці, хлібних висівок дозволяє підвищити вміст у цих výroбах вітамінів групи В.

Збагачення харчових продуктів вітамінами здійснюється також шляхом використання вітамінних препаратів (табл.8.3).

Найпоширенішими вітамінними препаратами є концентрати вітаміну А та D, (здебільшого отримують з печінки гідробіонтів), порошки та пігулки з вітамінами С, В₁, РР.

Таблиця 8.3

Вітамінізація харчової продукції

Вітаміни	Харчові продукти
Вітамін С	Овочеві і рибні консерви, кондитерські вироби
Вітамін А та β-каротин	Маргарин, молочні продукти, фруктові напої, заправки для салатів, суміші для випікання, морозива
Вітамін А та β-каротин	Барвник
Вітамін В ₁	Борошно, злакові, макаронні вироби та крупи
Вітамін В ₂	Борошно та крупи, молочні та дієтичні продукти
Вітамін В ₁₂	Крупи, напої та дієтичні харчові продукти
Біотин	Молочні суміші та інші продукти для дитячого харчування, стимулятор росту хлібопекарних дріжджів
Вітамін Е	Антиоксидантна стабілізація харчових масел, жирів і жиромісних продуктів
Пантотенова кислота	Злакові, напої, дієтичні та дитячі продукти

Доступними і найбільш раціональними методами консервування вітамінної сировини є її сушіння та сульфитація. Для виробництва вітамінних препаратів (вітаміну С та β-каротину) використовують люцерну, конюшину, кропиву, листя буряка та моркви, листя берези, каштана, смородини, вишні, акації тощо.

8.2. МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Мінеральні речовини є незамінними як і білки, ліпіди, вуглеводи і вітаміни. Мінеральні речовини виконують пластичну функцію в процесах життєдіяльності людини і в побудові кісткової тканини. У мікрокількостях вони стимулюють біохімічні процеси, але у великих кількостях можуть чинити токсичну дію на організм, тому вміст деяких неорганічних сполук в харчових продуктах регламентується медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості.

В процесі складного перетворення в організмі людини продуктів можуть утворитися лужні або кислі сполуки. До джерел лужно-утворюючих елементів відносяться плоди, овочі, бобові, молоко і молочні продукти. Інші продукти, такі як м'ясо, риба, яйця, хліб, крупа, макарони в процесі перетворень в організмі людини дають кислі сполуки.

Мікроелементи з урахуванням впливу на організмі поділяють на есенціальні, умовно есенціальні, умовно токсичні і токсичні.

До есенціальних мікроелементів відносяться: Fe, Co, Cu, Mg, Cr, Se, Mo, J, Zn .

Умовно есенціальні мікроелементи: B, Br, F, Li, Ni, Si, V.

Умовно токсичні і токсичні: Al, As, Sn, Hg, Pb.

У організм людини мікроелементи надходять з водою, їжею, рідше — з повітрям і через шкіру.

Нестача або надлишок в харчуванні будь-яких мінеральних речовин призводить до порушень обміну білків, жирів, вуглеводів, що в свою чергу, призводить до розвитку ряду захворювань:

Ca — уповільнення росту;

Mg — м'язові судоми;

Fe — порушення імунної системи;

Zn — ушкодження шкіри, уповільнення росту, статевого дозрівання;

Cu — слабкість артерій, порушення діяльності печінки, анемія;

Mn — безпліддя, погіршення росту скелета;

Mo — уповільнення клітинного росту, схильність до карієсу;

Co — злаякісна анемія;

Ni — почастішання депресій, дерматити;

- Cr — симптоми діабету;
Si — порушення зростання скелета;
F — карієс зубів;
J — порушення роботи щитовидної залози;
Se — слабкість серцевого м'яза.

До найбільш **дефіцитних** в харчуванні сучасної людини відносять **Ca, Fe**, до **надмірних** — **Na і F**.

Під час виробництва харчових продуктів частина мінеральних речовин може втрачатися (крім додавання кухонної солі), інша — переходити з одної форми в іншу тощо.

У рослинних продуктах мінеральні речовини втрачаються з відходами. Так, вміст мікроелементів під час одержання крупи і борошна знижується, оскільки в оболонках та зародках знаходиться значна кількість мінеральних речовин. М'ясні, рибні продукти та птиця в основному втрачають такі макроелементи, як кальцій і фосфор під час відділення м'якоті від кісток.

При тепловій кулінарній обробці (варіння, смаження, тушкування) м'ясо втрачає від 5 до 50% мінеральних речовин за рахунок коагуляції білків — виділяється досить велика кількість водної фази, в якій містяться розчинені мінеральні речовини та вітаміни.

Використання мінеральних речовин у харчових технологіях

Мінеральні речовини широко використовуються у різних галузях харчової промисловості: як барвники; консерванти; каталізатори; структуроутворювачі; мінеральні речовини, що перешкоджають злежуванню і комкуванню.

В харчовій промисловості для збереження червоного кольору застосовують *нітрат натрію та нітриту калію і натрію* під час посолу м'яса і м'ясних продуктів. Міоглобін при взаємодії з нітридами утворює червоний нітрозоміоглобін. Аналогічну дію виявляють і нітрати, які за допомогою ферменту нітроредуктази, що виділяється мікроорганізмами, перетворюються на нітрити.

До **мінеральних консервантів** відносяться діоксид сірки, солі сірчистої кислоти, які виявляють виражену антибактеріальну дію. Ці речовини часто використовуються як проміжні консерванти під час отримання продуктів із фруктів та наступним видаленням при нагріванні і вакуумуванні. Діоксид сірки, розчини H_2SO_3 широко використовуються як відбілювачі, а також гальмують фермента-

тивне потемніння свіжих овочів, картоплі, фруктів, сповільнюють утворення меланоїдинів.

До *мінеральних каталізаторів* відносяться речовини, що різко змінюють швидкість реакцій. Каталізаторами переважно виступають метали в чистому вигляді (нікель, кобальт, залізо, платина) і у вигляді оксидів чи солей (окис ванадію, окис алюмінії), сполуки заліза, магнію, кальцію, міді та інші.

До мінеральних речовин, *що перешкоджають злежуванню і комкуванню*, відносяться діоксид кремнію та солі кремнієвої кислоти, силікати калію, магнію, алюмосилікати, карбонати й фосфати кальцію, магнію. Ці речовини вводять у готові порошкоподібні чи кристалічні продукти (борошно, сухе молоко, цукрова пудра та інші), які поглинають вологу чи перешкоджають збільшенню площі контакту між частками.

Мінеральні солі покращують *структуру* харчових продуктів. При виробництві хліба вони застосовуються як стабілізатори та активатори ферментативної активності дріжджів, поліпшують структурно-механічні властивості тіста.

Під час виробництва плавлених сирів як солі-плавники використовують *солі ортофосфорної кислоти або натрієві солі лимонної кислоти*. При цьому у кальцій-казеїновому комплексі відбувається заміна іонів кальцію на натрій, що спричиняє руйнування нерозчинного комплексу та утворення розчинного у казеїн-натрієвого комплексу.

Для виробництва ковбасних виробів часто використовують суміші *солей фосфорної кислоти*, які збільшують водозв'язуючу здатність білків, позитивно впливають на емульгуючу та стабілізуючу здатність жирів, гальмують процеси окислення ліпідів.

Функціональним компонентом є *хлорид натрію*. Кількість солі, яку додають під час соління м'ясних виробів 2...2,5%, відповідає концентрації, за якої розчинність білків фракції актоміозину найбільша і білки частково переходять до розчину. Адсорбція білковими речовинами іонів хлору знижує ізоелектричну точку білків і збільшує значення рН середовища на 0,2...0,3 в нейтральний бік, що збільшує кількість полярних груп білків м'яса та кількість зв'язаних з ними молекул води. Чим ширший інтервал між рН середовища та ізоелектричною точкою білків м'яса, тим більша кількість гідрофільних груп і відповідно вища водозв'язуюча здатність.

При виробництві виробів з гелеподібною структурою на основі полісахаридних гелеутворювачів достатньо часто використовують солі модифікатори, які мають буферну та модифікуючу дію (*лактат натрію, ацетат та цитрат натрію* тощо), що дозволяє знизити гідролізуючу дію кислот при нагріванні, різко зменшити падіння гелеутворюючої здатності. Як модифікатори ці солі знижують температуру гелеутворення, а також підвищують міцність готових гелів.

Під час виробництва структурованих продуктів на основі альгіна-ту натрію використовують *хлорид кальцію* як джерело іонів кальцію, що є зшивними агентами та викликають гелеутворення альгіна-ту.

Таким чином, мінеральні речовини у складі харчових продуктів часто визначають окремі технологічні характеристики продукту: наприклад, структурні, гідрофільні чи гідрофобні властивості, відношення до впливу лугів, кислот, високої температури тощо, що вимагає знань щодо ролі того чи іншого мінерального елемента у складі продукту для можливості керувати технологічним процесом і виробництва кінцевого продукту високої якості.

8.3. КОЛІР, СМАК ТА ЗАПАХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Колір — це перша ознака, за якою оцінюється якість харчових продуктів, їх придатність до споживання. Тому при технологічній обробці прагнуть покращити природній апетитний зовнішній вигляд продукції.

Колір є важливим фактором у оцінці якості харчових продуктів і може відображати:

- ступінь зрілості (плодів), якість (м'яса, риби) та псування продукту;
- стадію та ступінь технологічного процесу (випікання хлібобулочних виробів);
- наявність домішок та сторонніх речовин;
- якість технологічної обробки (ступінь готовності тощо).

Для харчових виробництв дуже важливо забезпечувати необхідний колір харчових продуктів, зберігаючи природний колір та використовуючи різні за природою харчові натуральні або синтетичні барвники.

Речовин, які надають колір харчовим продуктам:

- природні пігменти, синтетичні або природні барвники, що спеціально вводять до складу продуктів;
- забарвлені речовини, які утворюються під час окислення та теплової обробки харчових продуктів (меланіни, меланоїдини, карамелени тощо).

Найбільш важливими природними пігментами харчових продуктів є *хлорофіли*, *каротиноїди*, *антоціани*, *флавоноїди* та *міоглобін*. Деякі з цих пігментів є вітамінами, провітамінами, або вітаміноподібними речовинами.

Природні пігменти

- *Антоціани* — визначають червоний та фіолетовий кольори (яблука, виноград, червоні овочі, ягоди тощо).
- *Катехіни* — безбарвні сполуки, які легко окислюються та набувають різного кольору (плоди, ягоди, молодий чайний лист, какао-боби).
- *Антоціани* — надають синій, червоний і фіолетовий колір залежно від рН клітинного соку у рослинній сировині.
- *Хлорофіли* — фотосинтетичні пігменти, що обумовлюють зелений колір овочів і ягід.
- *Каротиноїди* — група рослинних і тваринних пігментів жовтого, оранжевого або червоного кольору (каротин, ксантофіли і лікопін). *Каротин* — оранжево-жовтий пігмент (чим більший вміст каротину, тим інтенсивніше забарвлення). *Ксантофіли* — переважно жовті пігменти (жовтки яєць, панцири ракоподібних після теплової обробки). *Лікопін* — червоний пігмент (томати).
- *Флавоноїди* — найбільш широка група фенольних сполук (***антоціани, флаволи, флавоноли***), які надають жовтий, коричневий колір та мають вплив на смак і аромат готової продукції. *Антоціани* — пігменти, що обумовлюють колір від червоного або червоно-фіолетового в кислому середовищі до фіолетового в нейтральному середовищі і синього в лужному (журавлина, смородина, чорниця, малина, вишня, темнозабарвлена черешня і слива, а виноград та інші). *Флаволи та флавоноли* — барвники жовтого кольору (петрушка, виноград, апельсин), добре розчиняються у спирті, гірше у воді. Потемніння на повітрі очищених або розрізаних картоплі, яблук, грибів та інших пов'язано

з ферментативним окисленням фенольних сполук. Продукти окислення можуть активно взаємодіяти як із цукрами, так і з амінокислотами з утворенням забарвлених сполук типу меланоїдинів — реакція поліфеноламінна. Інтенсивність цих реакцій зростає при тепловій обробці продуктів.

- **Міоглобін** — надає м'ясу червоний колір. Оксиміоглобін має більш яскравий колір, ніж міоглобін (м'ясо різних видів і різних м'язів залежать від ступеня переходу міоглобіну в оксиміоглобін: у м'язовій тканині великої рогатої худоби було виділено 370 мг % міоглобіну, а в яскраво забарвлених м'язах свинячої туші — 144 мг % і слабо забарвлених — 79 мг %).

Барвники

Барвники — природні або хімічно синтезовані речовини, що надають або посилюють колір харчових продуктів.

За походженням барвники поділяють на 3 групи:

- натуральні речовини рослинного або тваринного походження;
- синтетичні речовини;
- неорганічні мінеральні речовини.

Натуральні барвники

Для отримання натуральних барвників використовують сировину рослинного походження: квіти, ягоди, плоди, коренеплоди, листя та тваринного походження (криль), яка містить такі пігменти, як антоціани, каротиноїди, хлорофіл тощо.

Як барвники використовують:

- **Червоний барвник** — екстракт із вичавок червоних сортів винограду і ягід бузини інтенсивно червоного кольору (містить антоціани і має червоне забарвлення в кислому середовищі і синє в лужному).
- **Жовтий і коричневий барвник (чайний)** отримують із відходів чайного виробництва.
- **Зелений барвник** — гомогенна паста зеленого кольору, одержана із соку подрібнених листів шпинату. Його використовують для підфарбування деяких солодких страв (крем, морозиво).
- **Палений цукор**, що являє собою продукт карамелізації сахарози, який при розчиненні у гарячій воді утворює темнозабарвлений розчин із приємним ароматом.
- **Какао-порошок і кава в порошку** — використовуються як барвники.

- **Жовті барвники.** Для забарвлення маргарину, вершкового масла, майонезу, рибних виробів застосовують каротиноїди з моркви, плодів шипшини, перцю, а також отримані мікробіологічно. ***β-каротин*** (E160a) — отримують синтетично або з природних джерел, наприклад крилю. ***Екстракти з червоного перцю*** (E160c) з характерним гострим смаком та кольором від жовтого до оранжевого застосовують у виробництві копчених виробів, соусів, сирів тощо. ***Куркума*** (E100) та ***шафран*** (E164) застосовують у кондитерській, хлібопекарній, лікерогорілчаній промисловості.
- **Зелені барвники.** Джерелом отримання ***хлорофілів*** (E140) є кропива, шпинат, морква та інші. Практичне значення також мають мідні комплекси хлорофілів (E 141) та їх натрієві і калієві солі.
- **Червоні барвники (антоціани)** отримують з відходів чорної смородини, вишні, чорниці, бузини, журавлини, суниці, малини, шипшини та інші. ***Антоціани*** (E163) є поширеними водорозчинними барвниками, забарвлення яких змінюється залежно від рН середовища: рН 1,5...2 та рН 3,4...5 забарвлення червоно-пурпурне; рН 6,7...8 — синє, синьо-зелене; рН 9 — зелене. Представником натуральних червоних барвників є речовина тваринного походження ***кармін*** (E120), який отримують з комахи кошенілі.

Для забарвлення алкогольних та безалкогольних напоїв широко використовують натуральні барвники — карамель (E150).

Синтетичні барвники

Синтетичні барвники мають деякі переваги, оскільки дають яскраві кольори та вони менш чутливі до впливу технологічних факторів.

Синтетичні барвники поділяють на такі групи:

- ***азобарвники*** — порошок жовтого кольору із золотим відтінком. (E102); жовтий «сонячний закат» (E110), червоний (E122, 124), чорний блискучий (E151);
- ***триарилметанові*** — синій (E131), діамантовий синій (E133), зелений (E142);
- ***хінолінові*** — жовтий (E104);
- ***індигоїдні*** — синій (E132).

Вказані синтетичні барвники дозволені до використання в Україні та застосовуються під час виробництва безалкогольних напоїв, кондитерських виробів, молочних продуктів, морозива, соусів, коп-

чених рибопродуктів тощо. Їх вміст у складі харчових продуктах обмежується значеннями максимально допустимих рівнів.

Неорганічні мінеральні барвники — діоксин титану, оксиди заліза, алюміній, срібло, здебільшого застосовуються для забарвлення поверхні драже та кондитерських виробів.

Зміни кольору при технологічній обробці

При технологічній обробці продуктів проходять зміни їх кольору в результаті порушення структури пігментів, які в них знаходяться, або внаслідок утворення нових забарвлених речовин.

Хлорофіл. В процесі варіння зелених овочів та ягід внаслідок руйнування нативного комплексу, у якому знаходиться хлорофіл, відбувається реакція з кислотами клітинного соку і утворюється **феофітин**, який має **зелено-буре забарвлення**. Чим вищий вміст кислот у клітинному соку і довше проходить теплова обробка, тим більша частина хлорофілу перетворюється у феофітин. Щавель, який містить у значній кількості щавлеву кислоту, дуже змінює свій колір при варінні.

Збереженню нативної структури хлорофілу та збереженню кольору в овочах сприяє:

- варіння їх у великій кількості киплячої води (3–4 л/кг) та при відкритому посуді і бурхливому кипінні — підвищує швидкість дифузії кислот клітинного соку в навколишнє середовище і відбувається часткове видалення летких кислот з водяною парою;
- варіння овочів у жорсткій воді — карбонати Ca і Mg можуть нейтралізувати частину кислот клітинного соку;
- варіння у слабкому розчині питної соди — нейтралізація кислот клітинного соку і омилення хлорофілу з утворенням натрієвої солі метилового спирту і фітону, яка має інтенсивний зелений колір;
- при наявності у варильному середовищі іонів заліза, олова, алюмінію і міді, хлорофіл внаслідок заміни магнію на ці елементи утворює сполуки відповідно з коричневим (залізо), сірим (олово та алюміній) і яскраво-зеленим (мідь) кольором.

Руйнування нативного комплексу хлорофілу може спостерігатися не тільки при тепловій обробці, але в результаті технологічних пошкоджень листків зелених рослин, у результаті чого на них можуть з'явитися бурі плями.

Каротиноїди. У процесі теплової обробки *каротиноїди*, в тому числі каротин помітно не руйнуються і забарвлені ними овочі свій колір також помітно не змінюють.

В процесі пасерування моркви, смаження томатів, пасерування томату-пюре або томат-пасти, а також смаження гарбуза каротиноїди частково переходять в жир і надають йому відповідний колір.

Антоціани. При механічній кулінарній обробці ягід і плодів антоціани можуть піддаватися окислювальній деструкції, а також вступати в реакції з металами, в результаті чого їх колір змінюється.

Інтенсивність зміни кольору вичавленого із ягід соку при зберіганні внаслідок дії кисню повітря і світла залежить від кислотності соку: чим вона вища, тим краще зберігається колір. Найменші зміни кольору спостерігаються при значенні рН середовища 2,0. При значенні рН середовища 3,0–4,0, що характерно для соку більшості ягід і плодів, найбільш стабільними при зберіганні соку пігменти вишні, потім чорниці й полуниці. З метою збереження кольору соків при зберіганні доцільно додавати до них лимонну кислоту.

Зміни кольору соків можуть бути обумовлені попаданням у них іонів заліза і міді із водопровідної води, у якій продукти промивали, або із устаткування, у якому його подрібнювали. Вказані метали змінної валентності можуть виступати в якості каталізаторів процесу окислювання антоціанів або вступати з ними у дію також із зміною при цьому кольору. Наприклад, з солями трьохвалентного заліза антоціани утворюють комплекси з блакитним або синім кольором.

В процесі варіння ягід і плодів їх колір змінюється. При нагріванні до 50°C активізуються окислювальні ферменти, які викликають руйнування антоціанів. Підвищення температури обумовлюють термічне руйнування ферментів і колір продуктів стабілізується.

Звичайно ягоди, а також вишні і черешні при виготовленні компотів не варять, а заливають охолодженим сиропом, що сприяє збереженню кольору. При виготовленні киселів, желе, мусів проварюють тільки вичавки, а сік додають наприкінці варіння. Це також сприяє збереженню кольору продукту.

Вплив рН середовища на зміну кольору антоціанів при теплової обробці ягід і плодів аналогічний до того, що при зберіганні соків із них, тому середовище доцільно підкислити.

Бетаніни буряка — самостійні пігменти і в залежності від кольору поділяються на дві групи: *червоні* — *бетаціаніни* і *жовті* — *бетаксантини*. На частку перших може випадати до 95,0% від загального вмісту пігментів.

Зміни кольору буряка при тепловій обробці обумовлені в основному амінами пігменту бетаніну (75–95% загального вмісту червоних пігментів). При тепловій обробці бетанін піддається зворотному гідролізу, а також незворотній деструкції в результаті чого інтенсивність кольору буряку знижується з можливими виявленням буруватого відтінку. Внаслідок зворотності гідролітичної зміни бетаніну, колір звареного буряка при зберіганні може частково відновлюватися.

Загальна кількість бетаніну, що піддається незворотній деструкції при тепловій кулінарній обробці коренеплоду досягає 50%. Ступінь руйнування пігменту залежить від таких факторів: тривалість нагрівання, спосіб нагрівання, характер механічної обробки коренеплоду, концентрації в ньому пігменту.

Незважаючи на значну тривалість обробки, пігмент добре зберігається у випадку варки коренеплоду в шкірці, тому що знижується дифузія пігменту в навколишнє середовище, його контакт із киснем і іонами металів із змінною валентністю, що каталізують його окислення. Такий результат маємо при запіканні коренеплодів.

Степінь деструкції пігменту залежить від значення рН середовища: у меншій мірі пігмент руйнується при значенні рН 5,8. Однак, при тушкуванні або припусканні буряка в підкисленому середовищі колір краще зберігається, що обумовлюється не кращим зберіганням пігменту, а залежністю інтенсивності кольору бетаніну від рН середовища (при рН менше 2,0 — *фіолетове забарвлення*, а в розчинах з більш високим значенням рН середовища — *червоне*).

Бурий колір буряка в процесі теплової кулінарної обробки пов'язують з утворенням забарвлених речовин внаслідок гідролізу бетаніну.

Флавоони. Картопля, капуста білокачанна, цибуля ріпчаста, яблука та інші в процесі теплової кулінарної обробки мають жовтий колір або темніють. Пожовтіння вказаних продуктів зв'язують із гідролізом безбарвних флавонових глюкозидів.

Міоглобін. При тепловій обробці м'яса глобін при температурах 70–80°C денатурує і втрачає зв'язок з гемом, який окислюється з переходом двохвалентного заліза в трьохвалентне. Новоутворений метміоглобін надає м'ясу сірий колір.

Додавання нітритів або нітратів натрію (або калію) призводить до утворення нітрозоміоглобину (No-міоглобін), який надає виробам рожево-червоного кольору. Цей спосіб широко використовується при виготовленні копченостей, ковбас, солонини.

Збереження червоно-рожевого кольору відвареного м'яса (рожевий колір або окремі червоні плями) говорять про те, що м'ясо не свіже (при зберіганні, особливо упакованим з обмеженим доступом повітря, накопичуються первинні, вторинні, а також третинні аміни та аміак). Вказані сполуки впливають на міоглобін з ефектом аналогічним до нітратів і нітритів з утворенням стійких рожево-червоних гемохромогенов.

Тому в процесі технологічної обробки харчових продуктів слід враховувати зміни, які відбуваються із пігментами продуктів, вибирати відповідні умови зберігання та теплової обробки, щоб не допустити погіршення їх кольору.

Смак і аромат харчових продуктів

Існування усього лише чотирьох первинних смаків (***солодкий, солоний, гіркий і кислий***) зовсім не означає, що ми здатні сприймати лише обмежений набір смакових відчуттів, оскільки вони є джерелами надзвичайно різноманітних і складних смакових відчуттів.

Смакові відчуття є наслідком одночасної стимуляції декількох речовин, які певним чином взаємодіють одна з одною. Основне правило, яке стосується смакових відчуттів, що викликаються сумішами, полягає в наступному: суміш не може спричинити нового смакового відчуття, вона здатна викликати тільки ті смакові відчуття, які викликають компоненти, що входять до її складу. Так, суміш кухонної солі і хініну (що має гіркий смак) має не кислий і не солодкий, а гірко-солоний смак.

Смак до відомої речовини може посилюватися за контрастом зі смаком іншої, речовини, що заздалегідь подіяла. Так, смак вина посилюється попереднім вживанням сиру і, навпаки, притупляється і псується після всього солодкого. Смаки легко компенсувати один з іншим і робити приємними, наприклад, занадто кислий смак —

солодким, але за цих умов не відбувається прямого змішування смаків, що дає щось середнє, оскільки смаки солодкого і кислого залишаються під час змішування в тій же силі, і тільки змінюється наше відношення до них.

Оскільки харчові продукти в основному це багатокomпонентні системи, то вони спричиняють складне смакове відчуття. Кислі і солодкі речовини можуть спричинити кисло-солодке відчуття, властиве багатьом сортам яблук або фруктовим напоям. На смакове відчуття кислот в плодах і овочах, крім кількісного їх вмісту, впливають концентрація водневих іонів в клітинному соку, вміст цукру, дубильних речовин. Якщо цукор маскує відчуття кислого смаку, то дубильні речовини навпаки його підкреслюють. Приклад кисло-солоного відчуття — смак огіркового розсолу. Гірке і солодке поєднується слабо, але гірке какао в суміші з цукром викликає своєрідне поєднання відчуттів, властиве шоколаду. А ось поєднання гіркого з солоним і особливо гіркого з кислим не відбувається зовсім. Суміші гірких і солоних, гірких і кислих речовин надто неприємні на смак.

Формування смаку харчових продуктів відбувається також під дією технологічних чинників. Наприклад, в формуванні солодкого смаку бере участь не тільки цукор, доданий за рецептурою, але і продукти інверсії сахарози, що мають більшу солодкість (варіння киселів, варення, запікання яблук).

На явищах контрасту смаків, їх компенсації і слідів засновано всю будову гастрономії, яка має ту фізіологічну цінність, що гарний, приємний смак їжі сприяє її кращому засвоєнню, посилюючи виділення травних соків і викликаючи настрій, сприятливий для нормального протікання всіх процесів в організмі.

Запах харчових продуктів

Аромат харчових продуктів обумовлений присутністю різноманітних речовин, які містяться у продуктах, так і утворюються в процесі теплової обробки.

У конденсатах запаху майже завжди присутні кислоти, спирти, складні ефіри, сірковмісні сполуки, аміни, альдегіди, кетони, лактони, феноли, вуглеводні та інші сполуки.

Багатьом продуктам надають аромат так звані ключові речовини, що утворюються під час їх вирощування. Натуральні продукти,

як правило, мають дуже багатий склад летких компонентів (наприклад, в концентраті летких речовин полуниці знайдено біля 300 сполук, в каві — більше 1000, але не всі леткі сполуки, присутні в продукті, є важливими для формування його аромату.

Аромат продуктів формують леткі органічні сполуки. Букетом називають комплекс специфічних нюхових нюансів, характерних для певного типу харчових продуктів (вино, алкогольні напої тощо).

Під **ароматизаторами** або **ароматичними речовинами** розуміють речовини (натуральні екстракти, настої, плодово-ягідні соки, сиропи, прянощі, окремі запашні речовини), що мають певний запах (аромат) та спеціально вносяться до харчових продуктів. У поєднанні з іншими речовинами, що входять до складу харчових систем, вони надають готовому продукту специфічний (звичний або особливий) аромат.

Натуральні ароматизатори отримують фізичними способами (пресуванням, екстракцією, дистиляцією) з сировини рослинного або тваринного походження. З різних причин виробництво харчових продуктів з використанням тільки натуральних ароматизаторів ускладнене, по-перше, через високу вартість початкової сировини, по-друге, через обмеженість природних сировинних ресурсів, по-третє, через недостатню стабільність існуючих натуральних ароматів.

Ідентичні натуральні ароматизатори за складом основних ароматичних компонентів та хімічною структурою ідентичні натуральним ароматизаторам. До того ж частину компонентів або навіть весь ароматизатор цілком отримують штучним шляхом. Хімічним синтезом отримують, наприклад, ванілін (основний ароматичний компонент для ароматизатора малини). Для більшості ідентичних натуральних ароматизаторів характерні висока стабільність, інтенсивність та цінова доступність.

Синтетичні ароматизатори містять щонайменше одну штучну речовину, якої в природі не існує, яку отримують хімічним синтезом. Наприклад, штучним ароматизатором є арованілон (етилванілін), який широко використовується у харчовій промисловості.

Ароматизація практично не ускладнює процес виробництва харчових продуктів. Ароматизатори можна вводити в продукти нерозбавленим (наприклад, порошок екстракту спецій під час виробництва ковбасних виробів) або у вигляді концентрованого розчину

(суспензії) у відповідному розчиннику. Розчинником може бути вода, олія, спирт, невелика частина самого продукту або його компонент. У виробництві виробів, які піддають тепловій обробці, для зменшення витрат ароматизатора під час нагрівання рекомендується ароматизувати наприкінці технологічного процесу. Важливим є ретельне перемішування продукту після внесення смако-ароматичних добавок.

Вплив теплової обробки на смак та аромат

Смак та аромат тих або інших продуктів визначається сукупним ефектом речовин, що входять до їх складу. Для деяких продуктів можна виділити так звані «ключові» речовини, ефект впливу яких на смак або аромат рибних продуктів активно беруть участь *триметиламін*, смаку м'яса — *глутамінова кислота*, смаку квашених овочів — *молочна кислота*.

Механічна обробка безпосередньо практично не впливає на смакові якості вихідних продуктів, за винятком, наприклад, процесів вимочування солоних продуктів чи інших подібних операцій. Однак, наступні зміни смакових якостей продуктів можуть залежати від характеру їх механічної обробки. Так, інтенсивність дифузійних процесів при варінні продуктів або поглинання жиру при обсмажуванні продуктів залежить від ступеня їх подрібнення.

Теплова обробка значно змінює смак і аромат продуктів залежно від температурних режимів обробки продуктів та властивостей навколишнього середовища.

При вологому способі обробки продуктів температурний режим в межах 100°C, а навколишнім середовищем є вода або пара. Смак готового продукту в цьому випадку визначається змінами, які протікають в самому продукті і масообміном з навколишнім середовищем. Варто враховувати, що чим більше співвідношення вода — продукт і чим вища ступінь подрібнювання продукту, тим більше, за інших рівних умов, розчинних речовин перейде у воду.

На процес дифузії впливає дифузійна проникність тканини продукту. Шкірочка овочів знижує інтенсивність переходу харчових речовин у воду, тому варто варити їх в шкірочці. Відомо, що для кращого збереження пігментів буряк також варять у шкірці.

Варіння таких продуктів як м'ясо, яйця, картопля, капуста, а також кип'ятіння молока супроводжуються виділенням фосфористого

водню внаслідок розщеплення фосфатидів і фосфопротеїдів. При розпаді метіоніну утворюється метилмеркаптан, що бере участь у формуванні аромату м'яса, яєць, капусти, картоплі і диметилсульфід, що бере участь у формуванні аромату капусти і картоплі. Продуктом розпаду метіоніну є також метіональ — речовина, що володіє м'ясним ароматом. При розщепленні глутатіону, що міститься в м'ясі виділяється сірчистий водень. Він же виділяється при варінні багатьох інших продуктів.

У складі летких речовин, що виділяються при варінні продуктів, майже завжди присутні різні альдегіди, утворення яких пов'язане з реакціями меланоїдиноутворення, що не так інтенсивно і глибоко як при високих температурах (вище 100°C), але протікають при варінні продуктів. В результаті процесів меланоїдиноутворення значно знижується вміст вільних амінокислот. Багато продуктів процесу меланоїдиноутворення розчинні у воді й активно беруть участь у формуванні не тільки аромату, але і смаку продукції.

При сухому нагріванні продуктів формування їхніх смакових достоїнств визначається перетвореннями компонентів, що відбуваються як у середині, так і на поверхні продукту. *Усередині продуктів* мають місце ті ж зміни, що і при вологому нагріванні, тому що температура в середині продукту не перевищує 100°C. При нагріванні поверхні продукту до 130°C утворюється ароматна скоринка за рахунок протікання процесів *меланоїдиноутворення, карамелізації цукрів, декстринізації крохмалю і помірного піролізу речовин*.

В результаті цих реакцій утворюється велика кількість ароматичних і смакових речовин, властивим смаженим, запеченим і випеченим виробам. Для інтенсифікації зазначених процесів поверхню продуктів змащують сметаною, меланжем, посипають тертим сиrom, цукром. На смак смажених виробів позитивно впливає жир, який вбирають продукти. Джерелом компонентів, що беруть участь у формуванні аромату продуктів, є також леткі жирні кислоти та різні карбонільні сполуки.

Формування специфічного м'ясного смаку і аромату відбувається за перетворення вуглеводів (глюкоза, рибоза, фруктоза), білків, амінокислот, нуклеотидів, ліпідів. Внаслідок взаємодії цих речовин, їх перетворень під час нагрівання утворюються сполуки, що в комплексі зумовлюють появу характерного запаху, а саме

альдегіди, кетони, сполуки, що містять сірку, летючі кислоти та інші.

У формуванні смаку і аромату м'яса вирішальну роль відіграють екстрактивні речовини, деякі з яких мають певний смак. Так, вільні амінокислоти, що містяться в м'ясі мають різний смак: серин, аланін, гліцин і триптофан — солодкуватий смак, тирозин, лейцин і валін — гіркуватий. Ангідрид креатину — креатинин має гіркуватий смак. Органічні кислоти, особливо молочна, додають кислуватий присмак м'ясу. Цукор, що міститься в м'ясі (глюкоза, фруктоза, рибоза), додає солодкий смак.

З вільних амінокислот м'яса особливо важливе значення мають **глутамінова кислота** і її натрієва сіль, які в значних кількостях додають продукту смак, близький смаку вареного м'яса. Глутамін, що міститься у м'язовій тканині, під час нагрівання зазнає дезамінування з утворенням глутамінової кислоти і аміаку. Накопичення глутамінової кислоти під час варіння посилює м'ясний смак м'яса та бульйону.

Характер і інтенсивність запаху і смаку м'яса залежать також від тривалості і температури теплової обробки. Для формування бажаних смаку і аромату м'яса необхідно певний час, який для різних частин м'яса неоднаковий.

Карамелізація цукру істотно впливає на смак продуктів. Інтенсивність солодкого смаку цукрів при карамелізації знижується, що є наслідком зменшення частки цукрів у системі за рахунок деструкції цукрів та утворення менш солодких полімерних сполук.

Під час зберігання харчових продуктів, наприклад, овочів і плодів відбувається зміна їх хімічного складу під дією ферментів, що призводить до зміни смакових властивостей цих продуктів. Під впливом ферментів крохмаль перетворюється в глюкозу, сахароза розщеплюється на глюкозу і фруктозу, зменшується вміст дубильних речовин, що позитивно впливає на смакові властивості плодів і овочів. Для деяких овочів такі зміни небажані, наприклад для картоплі, тому для попередження різних біохімічних і фізичних процесів необхідно чітко дотримуватись режимів зберігання та використовувати нові прогресивні методи зберігання харчових продуктів.

Таким чином, на смак та аромат харчових продуктів впливають такі чинники, як хімічний склад початкової сировини, технологія

переробки, даної сировини, добавки в продукти натуральних або штучних смаково-ароматичних речовин, а також характер хімічних, ферментативних і мікробіологічних процесів, що протікають в продуктах під час технологічної обробки і зберігання.

З метою підвищення органолептичних достоїнств харчової продукції використовують **смако-ароматичні добавки**:

- підсилювачі смаку та аромату;
- підсолоджувачі;
- натуральні ароматизатори та ароматичні речовини;
- натурально-ідентичні ароматичні речовини;
- штучні ароматичні речовини.

Підсилювачі смаку та аромату — речовини, що посилюють властивий харчовим продуктам смак та аромат. Поширеними підсилювачами смаку та аромату є **глутамінова кислота** та її калієві, натрієві, магнієві й кальцієві солі. Також використовуються нуклеотиди, мальтол, гліцин, гуанілова кислота, інозинова кислота та їх солі.

Підсолоджувачі — речовини нецукрової природи, які надають харчовим продуктам солодкий смак. Як правило, підсолоджувачі застосовуються під час виготовлення харчових продуктів, що мають низьку енергетичну цінність, а також у дієтичній продукції, призначених для осіб, яким рекомендується обмежувати споживання цукру за медичними показниками, оскільки підсолоджувачі не вимагають для свого засвоєння інсуліну.

До переліку замінників цукру, що дозволені до застосування в Україні, включені: сахарин, аспартам, ацесульфам-К, сорбіт, ксиліт, мальтїт, лактит, сахрол, сукралоза, стевіозид та інші.

Питання для самоконтролю

1. Загальна характеристика та класифікація вітамінів. Водо- та жиророзчинні вітаміни, вітаміноподібні речовини та провітаміни.

2. Характеристика технологічних факторів, що зумовлюють руйнування вітамінів. Стабілізація властивостей вітамінів.

3. Використання вітамінів у харчових технологіях. Вітамінні препарати і вітамінізація харчових продуктів.

4. Загальна характеристика та класифікація мінеральних речовин.

5. Технологічне значення мінеральних речовин та використання мінеральних речовин у харчових технологіях.

6. Характеристика речовин, що надають кольору, смаку та запаху харчовим продуктам.

7. Поняття про аромат та букет харчових продуктів.

8. Класифікація та загальна характеристика барвників, ароматизаторів і смакових добавок, що використовуються у харчовій промисловості.

9. Проблеми формування кольору, смаку та запаху харчових продуктів.

ВСТУП

Мета лабораторних занять — поглиблення теоретичних знань студентів із дисципліни «Теоретичні основи харчових виробництв», розвиток навиків самостійного аналізу змін, що відбуваються під дією різних факторів та умов технологічної обробки сировини, уміння зіставляти і аналізувати результати дослідження і робити висновки та розробляти пропозиції щодо їх використання.

Методики лабораторних робіт структуровані на такі основні частини: теоретична частина, експериментальна і контрольні запитання. Опису кожної роботи передують теоретичні відомості, що дозволяє проводити лабораторне зайняття незалежно від лекцій та збільшує їх навчальний потенціал. В експериментальній частині роботи описується алгоритм виконання роботи. Наприкінці кожної роботи наведений перелік питань для перевірки знань студентів.

Виконання лабораторної роботи містить такі етапи:

1) підготовчий етап: а) вивчення теоретичного матеріалу за темою лабораторної роботи; б) складання протоколу лабораторної роботи: тема лабораторної роботи; дата виконання; мета роботи; опис завдання; алгоритм виконання роботи;

2) безпосереднє виконання завдань в лабораторії: а) відпрацювання завдань; б) складання таблиць, побудова графіків;

3) аналіз отриманих параметрів і характеристик, формулювання висновків та розробка рекомендацій по лабораторній роботі;

4) підготовка до захисту лабораторної роботи за результатами роботи, розробленими рекомендаціями та контрольними питаннями.

Лабораторний практикум містить опис 8 лабораторних робіт, які включають такі підрозділи: мета роботи; матеріали для дослідження; прилади, лабораторний посуд; знання і вміння, які студенти повинні набути в результаті виконання лабораторної роботи; основні теоретичні відомості; алгоритм виконання роботи; аналіз одержаних результатів, висновки та рекомендації; контрольні запитання.

Порядок виконання лабораторних робіт

1. На першому занятті студенти отримують план лабораторних робіт з дисципліни та список рекомендованої літератури. Перед проведенням лабораторного практикуму в лабораторії студенти

знайомляться з вимогами техніки безпеки та правилами протипожежної безпеки при роботі з електричними приладами і зобов'язаннями не порушувати встановлені правила, що підтверджується підписами в журналі з техніки безпеки.

2. Студент допускається до виконання лабораторної роботи при знанні мети, змісту роботи та методики її виконання. Якщо студент не достатньо підготовлений до виконання лабораторної роботи, то він повинен підготуватися безпосередньо в лабораторії, отримуючи вказівки від викладача.

3. Захист однієї лабораторної роботи відбувається побригадно за одним звітом шляхом задавання питань кожному члену бригади і оцінювання відповідей кожного. Студенти, що не виконали або не захистили хоча б одну лабораторну роботу, не допускаються до екзамену з дисципліни «Теоретичні основи харчових виробництв».

Лабораторна робота № 1. **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО ВПЛИВУ НА КОЛОЇДНІ СИСТЕМИ**

Тривалість роботи — 2 години

Мета роботи — вивчити вплив температури на колоїдний стан дисперсних систем в залежності від початкового колоїдного стану.

Матеріали для дослідження: 2 яйця курячих, м'ясний сік, кисле молоко, суміш білка і жовтка, білок розведений водою.

Обладнання та лабораторний посуд: електроплита, 4 термометри на 100° С, 3 хімічні стакани (на 100 та 500 мл), 4 пробірки діаметром 2 см, скляні палички.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати сутність поняття дисперсних систем, типи колоїдних розчинів, вплив технологічних факторів на зміни колоїдного стану;
вміти визначати колоїдний стан білків.

Основні теоретичні відомості

Харчові продукти — дисперсні гомогенні або гетерогенні системи. Найчастіше вони є багатоконпонентні змішані системи, які складаються відповідно не менше ніж з двох фаз — дисперсної фази та дисперсного середовища, що дозволяє розглядати їх в якості

об'єктів фізико-хімічних дисперсних систем. Значна частина продукції являє собою багатокомпонентні змішані дисперсні системи, тобто одночасно є піною та емульсією чи суспензією, з можливим пріоритетом одного із типів систем. При цьому теорія і практика свідчать, що кулінарній продукції властиво багато закономірностей, характерних для ідеальних дисперсних систем того чи іншого типу.

Дисперсність характеризує ступінь подрібненості частинок.

Грубодисперсні системи — порошки, суспензії, емульсії. Частинки дисперсної фази затримуються паперовим фільтром, з часом осаджуються.

Суспензії — це грубодисперсні системи, зависі твердих частинок у рідинах.

Емульсії — дисперсні системи, що складаються з двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких розподілена в іншій у вигляді дуже маленьких крапельок (олії у воді або крапельки жиру в молоці). Дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем називають *аерозолями*. *Піни* — це дисперсні системи, в яких дисперсна фаза являє собою сукупність бульбашок газу, оточених тонкими плівками рідини.

Колоїдні системи — ступінь дисперсності значно вища. Їх можна розглядати, як мікрогетерогенні системи. Колоїдні частинки не осідають під дією сили тяжіння; проходять крізь паперові фільтри. Колоїдні розчини називаються золями. Яскравим прикладом колоїдної системи є розчини желатину, альбуміну. Розрізняють дві групи колоїдних розчинів: *рідкі (золі) і гелевидні (гелі)*.

Дисперсні системи залежно від взаємодії частинок фази і середовища один з одним можуть бути ліофільними («люблячі рідину») та ліофобні (бояться рідини).

Ліофобні золі термодинамічно нестійкі і їх частинки з часом схильні до агрегації і осадження. Найбільш важливим фізичним властивістю колоїдних дисперсних систем є тенденція частинок до агрегації. Коагуляція — це сильна агрегація, флокуляція — слабка, легко оборотна.

До *ліофільних колоїдів* належать розчини макромолекул, наприклад білка, желатину або крохмалю у воді. Розчинності цих речовин залежать від їх спорідненості до молекул розчинника і власним молекулам. Макромолекули з високою спорідненістю до розчинни-

ка мають достатньо відкриту конфігурацію і мають високу розчинність, в той час як молекули з більшою спорідненістю один до одного, ніж до розчинника, мають тенденцію до згортання (в клубок) і показують більш обмежену розчинність. Баланс подібних властивостей залежить від таких факторів, як рН, концентрації солі і температури. Внаслідок великих розмірів і здатності до згортання розчинні макромолекули мають тенденцію до зв'язування щодо великої кількості молекул розчинника і їх розчини в загальному випадку мають більшу в'язкість в порівнянні зі звичайними розчинами. Якщо всі молекули розчинника механічно пов'язані і захоплені макромолекулярної ланцюгом клубка, система в цілому наближається до твердого стану і називається гелем.

Агрегативна стійкість є здатність дисперсної системи зберігати незмінними розміри частинок. Втрата агрегативної стійкості відбувається за рахунок злипання частинок та їх об'єднання в агрегати. В результаті відбувається випадіння осаду дисперсійної фази і коагуляція колоїду.

Більшість колоїдних розчинів кінетично і агрегативно нестійкі. Коагуляція колоїдних розчинів — це процес асоціації і збільшення розмірів частинок і в кінцевому підсумку випадіння дисперсної фази в осад. Коагуляцію колоїдної системи можуть викликати такі фактори: підвищення або зниження температури; перемішування (збивання); зміна реакції середовища.

У харчових продуктах білки містяться у стані золів (слабо концентрованих, концентрованих) або гелів (ліогелів, коагелів, сухих неструктурованих гелів). Залежно від цього розрізняють три типи коагуляції (зсідання) білків:

- I тип — слабо концентрований золь переходить у коагель у вигляді пластівців (кип'ятіння молока, піна при варенні м'яса, овочів, крупів);
- II тип — концентрований золь → ліогель (гель обводнений), що спостерігається при варінні яєць;
- III тип — ліогель → коагель (гель зневоднений) — варіння м'яса, риби, виробництво кисломолочного сиру.

Ліогелі — це гелі, внаслідок утворення яких розчинник повністю утримується гелеутворювальною речовиною (термокоагуляція білків яєць).

Коагелі — це гелі, в яких розчинник частково відокремлюється під час гелеутворення (утворення сирного згустку).

Алгоритм виконання роботи

1. Для вивчення типів згортання білків використовуємо: куряче яйце, м'ясний сік, кисле молоко. Відділити білок від жовтка. Підготувати зразки по 3 мл відповідно до таблиці 1.

2. У кожен пробірку занурити термометр. Помістити пробірку із кожним дослідним зразком у хімічний стакан (водяну баню) та налити у нього стільки води, щоб її рівень перевищив рівень продукту в пробірці на 1 см.

3. Поставити стакан із дослідним продуктом на електроплиту та спостерігати початок коагуляції білків, їх загуснення й ущільнення згустку з виділенням рідини; відмітити температуру відповідного стану білків.

4. Воду в стакані довести до кипіння і кип'ятити 2 хвилини, витягнути пробірки і дати оцінку зовнішньому вигляду згустків.

Результати спостережень занести у таблицю 1:

Таблиця 1

Вплив температури на колоїдний стан білка залежно від концентрації

Показник	Куряче яйце				М'ясний сік		Кисле молоко
	Жовток	Білок	Суміш жовтка і білка	Розведений білок	Натуральний	Розведений	
Пробірки	1	2	3	4	5	6	7
Концентрація білка, %							
Початковий колоїдний стан білків							
Температура початку згортання							
Температура повного згортання							
Колоїдний стан згорнутих білків							
Вид колоїдних згустків після кип'ятіння							

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

Проаналізувати одержані результати, зробити теоретично обґрунтовані висновки та розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте глобулярні білки основних продуктів харчування, дайте оцінку їх колоїдному стану.

2. Розкрийте сутність процесів гідратації, дегідратації, денатурації та деструкції білків.

3. Як змінюється колоїдний стан глобулярних білків при тепловій денатурації залежно від їх концентрації?

Лабораторна робота №2.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ПІНОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ТА СТІЙКІСТЬ ПІН

Тривалість роботи — 4 години

Мета роботи — дослідити вплив концентрації, температурних режимів, тривалості збивання, рН середовища, наявності цукру та жиру на піноутворювальну здатність піноутворювачів і стійкість піни.

Матеріали для дослідження: желатин (1% та 3% водний розчин), яєчний білок — 2 шт., вершки жирністю 35% та 20%, цукор, олія.

Прилади, лабораторний посуд: міксер для збивання, ваги, циліндри 25–100 мл, хімічні стакани на 200 мл.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

Знати: механізм утворення піни, основні її параметри; фактори, що обумовлюють піноутворювальну здатність і стабільність піни.

Уміти: визначити піноутворювальну здатність та стійкість піни за різних технологічних факторах (концентрації піноутворювачів, температури та тривалості збивання, рН середовища, присутності цукру, жиру) на отримання піноподібної структури, стійкість пін та обґрунтувати рекомендації щодо використання отриманих результатів у технологіях харчових виробництв.

Основні теоретичні відомості

Велика кількість продукції виробляється на основі процесу отримання піноподібної структури, в якій основну частину об'єму виробу займають пухирці повітря.

Класичним визначенням піни як дисперсної системи, в якій дисперсійним середовищем є рідина, а дисперсною фазою — газ, відповідають такі вироби, як збиті вершки, коктейлі та деякі інші. Близькими до них за технологією виробництва є суфле, муси, самбуки, креми.

Технологічний процес виробництва такої продукції ґрунтується на теорії утворення пін.

Піни — це дисперсні системи, які складаються з пухирців газу, розмежованих прошарками рідини, тобто дисперсною фазою є газ, а дисперсійним середовищем — рідина. Однією з важливих характеристик піни є її дисперсність, яка характеризує ступінь подрібненості частинок, визначає властивості і процеси, які відбуваються в ній, а також технологічні властивості піни.

Піни можна отримати механічним, біохімічним та хімічним шляхом. Здатність продуктів утворювати піну пов'язують із властивостями білків, вуглеводів, які утворюють межу розділу фаз за рахунок того, що молекули речовин значно відрізняються від молекул розчинника. Різні продукти по-різному проявляють такі властивості.

Піноутворювальна здатність поверхнево-активних речовин залежить від деяких факторів: концентрації піноутворювача в розчині; наявності речовин, які сприяють піноутворенню.

Білки виконують функцію піноутворення в кондитерській промисловості (суфле, пастила), у випіканні хліба, виробництві пива. Поверхня газових пухирців покриває рідка або тверда оболонка, що складається із білків. У випадку, коли ця оболонка стоншується, газові пухирці лопаються, відбувається коалесценція або з'єднання пухирців, піна стає пухкою, менш стійкою.

Піни отримують механічним розподілом повітря в розчині білка шляхом збивання або за рахунок закипання води, зниження тиску, забезпечення хімічних і мікробіологічних процесів у білково-вмісних харчових системах. Так, білки клейковини утворюють піну в хлібному тісті під дією діоксиду вуглецю в ході бродіння, а в кондитерському — за рахунок хімічних розпушувачів під час

виділення аміаку і діоксиду вуглецю. Піноутворювальні властивості білків характеризуються піноутворюючою здатністю і стабільністю піни.

Піноутворююча здатність вимірюється об'ємом піни, віднесеним до маси білку, стабільність піни — періодом її напіврозпаду, тобто часом, необхідним для руйнування половини об'єму піни. Обидва показники залежать від рН середовища, концентрації білку, солей, температури, присутності ліпідів, сахарози, харчових волокон, фракційного складу і будови білків. Стійкість структури піни є важливим фактором підвищення якості харчових продуктів.

Для утворення піни необхідною є присутність піноутворювачів, які відносяться до поверхнево-активних речовин (ПАР). Молекули ПАР адсорбуються на поверхні розділу фаз, внаслідок чого на поверхні пухирців газу виникає плівка з пружними властивостями, яка відокремлює пухирці і знижує поверхневий натяг.

Зі збільшенням концентрації ПАР піноутворююча здатність спочатку збільшується до максимального значення, а потім знижується.

Одним із факторів самовільного руйнування піни є дифузійний перенос газу з маленьких пухирців у більш великі, що спричинено різницею тиску у маленьких та великих пухирцях.

У харчових технологіях в якості піноутворювачів широко застосовують білок курячого яйця, желатин, а також метилцелюлозу і білки молока. Білок курячого яйця використовують у свіжому, висушеному і замороженому вигляді. Піноутворюючу здатність має овоглобулін білка яйця. Присутність жовтка, що містить жир, знижує піноутворюючу здатність білка.

Піноутворююча здатність желатину в значній мірі залежить від молекулярної маси: чим вона більше, тим вище піноутворююча здатність речовини. При механізованому способі збивання систем кратність піни зростає: для білка курячого яйця вона становить 5,0 — 8,0, для желатину — 3,0 — 3,5.

Керувати процесом піноутворення можна за допомогою впливу на властивості піноутворювачів, дисперсійного середовища, а також на умови формування міжфазного адсорбційного шару.

Є певний взаємозв'язок між процесом формування міжфазного адсорбційного шару і режимом збивання суміші: швидкістю і тривалістю збивання, а також формою робочого органу. Вказана

залежність має складний і специфічний для кожної системи характер, головне — режим збивання або умови збивання повинні забезпечити максимально сприятливі умови для прояву властивостей піноутворювача — швидкості адсорбції і формування шару.

В існуючих рецептурах харчової продукції з пінною структурою враховується співвідношення між кількістю піноутворювача та інших компонентів, при якому в достатній мірі проявляється піноутворююча здатність піноутворювача. При розробці нових рецептур цю обставину слід враховувати, так як і нестача, і надлишок піноутворювача позначаються на якості готової продукції. Слід мати на увазі також можливість спільного застосування декількох піноутворювачів.

При використанні в якості піноутворювача білка курячого яйця глобули білка в адсорбційному шарі зазнають денатураційних змін, які на першому етапі процесу сприяють формуванню міцних еластичних міжфазних структур. По мірі збільшення тривалості збивання і поглиблення денатураційних змін білка міжфазні шари втрачають еластичність і набувають жорсткість.

Для випечених виробів міжфазний адсорбційний шар повинен бути еластичним, інакше під тиском нагрітого повітря розширюється, від чого вони можуть лопнути, що спричинить за собою зменшення об'єму і збільшення щільності виробів.

Разом з тим, якщо пінна маса (білкова) збита недостатньо і міжфазні шари не сформувалися достатньою мірою, піна внаслідок її нестійкості при перемішуванні з іншими компонентами буде руйнуватися. На практиці необхідну стійкість збитою білковою маси і достатню міцність міжфазного адсорбційного шару визначають по здатності піни зберігати надану їй форму і триматися на віночку, не сповзаючи з нього.

Температурний оптимум для піноутворення білка курячого яйця лежить в інтервалі 20–30°C, максимальна стійкість піни спостерігається при 20°C. Вплив добавок сахарози до маси білка курячого яйця проявляється у зв'язуванні нею вологи і відповідному збільшенні в'язкості системи, що погіршує умови адсорбції піноутворювача в міжфазний шар, тому системи на основі білка курячого яйця з цукром збивають при температурі близько 50°C. Одночасне зв'язування вологи сахарозою і збільшення в'язкості системи ведуть до підвищення стійкості піни. Не виключено, що підвищена

стійкість піни в цукрово-білкових системах обумовлена дегідративним і денатуруючим ефектом сахарози на білок.

Максимальна піноутворююча здатність та стійкість піни проявляється при значенні рН середовища 7,5–9,4. Підкислення білкових систем, а також додавання кухонної солі, що часто використовується у харчових виробництвах, частково знижує піноутворюючу здатність білка і майже не позначається на стійкості піни.

При характеристиці процесу піноутворення для систем з желатином слід враховувати його студнеутворюючу здатність. Піни, утворені при температурах 35°C і вище є рідинними системами з можливим відділенням рідини. При зниженні температури піноутворення, внаслідок агрегації макромолекул желатину, піноутворююча здатність останнього зменшується, а водоутримуюча — збільшується. При збиванні студнеутворюючої системи виникають труднощі із розливання маси у форми, хоча обсяг збитої маси може бути більшим за рахунок різкого зростання в'язкості збиваємої структури.

Зазвичай процес збивання сумішей з желатином починають при температурі 30–35°C і ведуть його при охолодженні маси. Збиту масу, не даючи їй застуднути, розливають у форми і охолоджують. Мінімальна піноутворююча здатність і одночасно максимальна стійкість піни для желатину спостерігаються при значенні рН середовища, близькому до ізоелектричної точки білкової речовини.

Зі збільшенням дисперсності міцність піни на основі желатину, подібно піни на основі білка курячого яйця, зростає, однак дуже висока дисперсність піни негативно позначається на її органолептичних властивостях.

Жири внаслідок утворення комплексів з піноутворювачами, негативно впливають на їх піноутворюючу здатність і стійкість утворених пін. Для вершків негативний ефект жиру усувається із-за того, що він знаходиться в емульгованому стані, а також застигає при охолодженні. Більш того, в застиглому стані він зміцнює структуру системи і підвищує стійкість піни.

Кращі результати виходять при збиванні вершків, що містять 30–35 % жиру і охолоджених до 4–7°C. Збивання необхідно вести при охолодженні, не допускаючи підвищення температури системи.

В якості піноутворювача в вершках виступають молочні білки, які одночасно є емульгаторами молочного жиру. Тому чим нижче

дисперсність жиру, тим краще вершки збиваються. І навпаки, при збиванні гомогенізованих вершків піна не утворюється, мабуть, внаслідок участі білків у емульсійній структурі. Негативний ефект на піноутворюючу здатність вершків має процес їх пастеризації, в ході якої білки зазнають небажаних денатураційних змін. Можна піддавати пастеризації тільки вершків з жирністю не менше 30%. Після пастеризації їх необхідно швидко охолодити до 15°C і витримати при цій температурі деякий час. Кислотність вершків практично не позначається на їх піноутворюючих властивостях. Об'єм вершків при збиванні збільшується в 2 — 2,5 рази, міцність піни в процесі збивання зростає і стає максимальною через 2–3 хвилини після досягнення максимального обсягу.

Ефективно підвищити стійкість піни можливо шляхом збільшення в'язкості дисперсійного середовища в результаті додавання до систем загусників, в якості яких використовують крохмаль, пектинові речовини та інші. Желатин, додається у збиту масу самбуков і кремів, служить фіксатором пінної структури цих виробів.

Алгоритм виконання роботи

1. Приготувати розчини піноутворювачів із желатину концентрацією 0,5% та 3,0%. Для цього 0,5 г та 3 г желатину всипати у мірну колбу на 100 мл та довести до мітки холодною водою, дати набухнути 40–60 хвилин, потім нагріти до повного розчинення. Приготувати зразки у відповідності до таблиці 2 побригадно за завданням викладача.

2. Перед збиванням потрібно виміряти висоту стовпчика рідини в стакані до збивання. Досліджувані зразки збивати міксером протягом 2-х та 5 хвилин. Після збивання виміряти висоту піни, яка утворилася внаслідок збивання. Оцінити дисперсність (Д) та структурну міцність (СМ) піни у зразках.

3. Для визначення стійкості (СП) піни збиті зразки залишають на 30 хвилин, після чого знову вимірюють висоту піни. Піноутворювальну здатність (ПЗ), розраховують за формулою:

$$ПЗ = \frac{H_{n1}}{H_p} \cdot 100\% \quad СП = \frac{H_{n1}}{H_{n2}} \cdot 100\%$$

H_p — висота стовпчика розчину, см;

H_{n1} — висота стовпчика піни до вистоювання, см;

H_{n2} — висота стовпчика піни після вистоювання, см.

Результати роботи оформити у таблицю 2.

Таблиця 2

Вплив технологічних факторів на піноутворюючу здатність білків яєць, вершків та розчину желатину

Вид піноутворювача	Зразки	Тривалість збивання					
		2 хвилини			5 хвилин		
	Концентрація, %	Д/СМ +++	ПЗ, %	СП, %	Д/СМ +++	ПЗ, %	СП, %
Вершки	35% (18–20°C)						
	35% (4–7°C)						
	35% + цукру 15% (4–7°C)						
	20 % (4–7°C)						
	20% + цукру 15% (4–7°C)						
Розчин желатину	0,5% (30–40 °C)						
	3% (30–40 °C)						
	3% (15–20 °C)						
	3% + цукру 20%						
	3% + олія						
Яєчний білок	20°C						
	4–7°C						
	+ олія (1%) (4–7°C)						
	+ цукор 2:1 (4–7°C)						
	+ цукор 2:1 (20°C)						
	+ цукор 2:1 (50°C)						

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

Проаналізувати вплив технологічних факторів (концентрації, жирності, температури, цукру та жиру) на піноутворюючу здатність білків яєць, теоретично обґрунтувати висновки та розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у виробництві кулінарної продукції.

Контрольні питання

1. Що таке піна, механізм її утворення та використання у харчових технологіях?
2. Що таке дисперсність, як вона впливає на міцність і стійкість піни та від яких технологічних факторів залежить?
3. Які застосовуються піноутворювачі у харчових виробництвах? Що таке поверхнево-активних речовини?
4. Зробіть порівняльну характеристику піноутворювальної здатності піноутворювачів та їх застосування.
5. Яким чином впливає технологічні фактори (концентрація, температурні режими, наявність рецептурних компонентів — цукор, сіль, кислоти) на піноутворюючу здатність та стійкість піни?

Лабораторна робота №3.

ВПЛИВ САХАРОЗИ НА ТЕМПЕРАТУРУ АГРЕГАЦІЇ БІЛКІВ ЯЄЦЬ ТА ЇХ КОЛОЇДНИЙ СТАН

Тривалість роботи — 2 години

Мета роботи — визначити вплив сахарози на температуру агрегації білків яєць та їх колоїдний стан.

Матеріали для дослідження: яйця курячі — 2 шт., молоко — 500 мл, цукор — 100 г.

Обладнання та лабораторний посуд: мікроскоп, електрична плита, штатив, хімічні стакани на 500 мл, пробірки, термометри.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати сутність процесів гідратації, дегідратації, денатурації, деструкції білків та вплив на них технологічних факторів (температури, цукру, солі, кислот тощо);

вміти визначати температуру коагуляції білків та оцінювати консистенцію утворених структур.

Основні теоретичні відомості

Майже всі продукти рослинного та тваринного походження містять білки, кількість яких коливаються в значних межах і які впливають на показники якості продуктів харчування.

Під час технологічної обробки білки зазнають змін, які впливають як на технологічні властивості безпосередньо білків, так і на

біологічну цінність, фізико-хімічні показники та якість продукції в цілому.

Глибина змін у білках залежить від їхніх природних властивостей, характеру впливу різноманітних зовнішніх факторів, їхньої концентрації у харчовій системі та інших. Найбільш значимими є *гідратація, дегідратація, денатурація та деградація білків*.

У процесі механічної обробки продуктів білки зазнають змін під час збивання, відбивання, маринування м'яса, риби з додаванням солі, кислот та інших речовин.

У харчових виробництвах дуже важливе значення має денатурація білків (порушення нативної просторової структури молекули білка) і особливе місце при цьому посідає теплова денатурація, яка супроводжується втратою спроможності білків до гідратації (набухання, розчинності), біологічної активності, поліпшенням їхньої реакційної здатності та засвоєння в організмі (вони стають менш стійкими до дії протеолітичних ферментів). Це великою мірою обумовлює зміну консистенції харчових продуктів, які містять велику кількість білка, а також мають вирішальне значення у формуванні виходу продукції, її структурно-механічних, органолептичних показників якості. На цьому етапі обробки білки здатні зв'язувати (адсорбувати) воду. Адсорбційна вода утримується білками завдяки водневим зв'язкам. Від ступеня гідратації білків залежить дуже важливі показники готової продукції (консистенція, смак та інші).

Теплова денатурація білків харчових продуктів відбувається в певному температурному інтервалі. Внаслідок денатурації відбувається агрегація білків, що призводить до збільшення в'язкості розчину, драглеутворення або утворення осаду.

Деякі речовини, наприклад цукор, сіль, кислота впливають на температуру денатурації білків. Температура денатурації білків підвищується у присутності цукрів. Властивість цукру впливати на температуру денатурації яєчних білків використовують, коли потрібно готувати креми, соуси з певною консистенцією.

У кислому середовищі прискорюється процес деградації колагену, термін доведення продукту до готовності скорочується, а вологоутримуюча здатність підвищується, готовий продукт має більш ніжну консистенцію. Таким чином, призупиняється процес дегідратації білків. Ці речовини також впливають на в'язкість розчинів.

Процес загусання білка яєць: 50–55°C — місцеві помутніння; 55–60°C — помутніння поширюється на весь білок; 60–65°C — білок помітно густіє; 65–75°C — утворюється драглеподібна ніжна маса; 75–85°C — утворюється драглі, що зберігають форму; 85–95°C — драглі поступово ущільнюються. При температурі 80–85 °C відбувається різке (24–28 разів) збільшення щільності зсілого білка, причому ступінь ущільнення білкового гелю залежить від тривалості нагрівання. При тривалому зберіганні при температурі 95°C гель ущільнюється без подальшого нагрівання. Жовток коагулює при більш високих температурах у порівнянні з білком: при температурі 70°C — початок загусання. Це дозволяє зберігати жовток рідким при досить ущільненому білку (яйце, зварене «в мішечок», яєчня). Меланж коагулює при температурі 70°C. Яйце, розведене молоком або водою, утворює менш щільні гелі. Це дає можливість отримувати яєчні страви дуже ніжної консистенції (омлети, яєчна кашка). Однак додавання до яйця великої кількості рідини настільки знижує концентрацію білкових золів, що при згортанні вони не утворюють суцільний драглі, а пластівці. Досить ніжні і добре зберігають форму драглі одержують при додаванні до яєць 50–60% рідини. Для отримання омлетів беруть на 40–50 г яйця 15 г молока.

Додавання цукру підвищує температуру коагуляції гелю. При коагуляції малоконцентрованого білкового золя з цукром утворення пластівців стає помітним при температурі 85°C, це обумовлено взаємним тяжінням полярних груп білків і цукрів. Теплова коагуляція гальмується присутністю солей і жирних кислот. Це пояснюється адсорбцією їх глобулярними білками і утворенням гідрофільних комплексів. Кухонна сіль у великих концентраціях знижує температуру зсідання білків. Тому, якщо при виготовленні яєчні крупинки солі потрапляють на жовток, на ньому утворюються плями (згорнувся білок). Щоб уникнути цього, солять тільки білок або сковороду посипають сіллю раніше, ніж виливають на неї яйця.

Алгоритм виконання роботи

1. В одному курячому яйці відділити білок від жовтка. Білок і жовток іншого яйця ретельно перемішати для отримання меланжу.

2. Взяти два зразки по 5 мл жовтка та суміші жовтка з білком (меланжу). Кожний зразок розвести в 30 мл молока і ретельно перемішати. Кожний з двох зразків розділити на дві рівні частини і до однієї

частини додати по 6 г цукру. Потім кожну з цих сумішей з цукром та без цукру знов розділити на рівні частини і налити у пробірки. Кількість речовини в усіх пробірках за об'ємом повинна бути однаковою.

3. У стакані ємністю 500 мл нагріти воду до температури 50°C. У воду занурити першу партію пробірок і нагріти до температури 70°C. Другу партію пробірок нагріти до температури 90°C.

4. З кожної суміші нанести краплю на предметне скельце і під мікроскопом розглянути стан білків після зсідання, охарактеризувати його. Порівняти ступінь однорідності суміші і розмір грудочок згорнутого білка.

За результатами досліджень скласти таблицю 3:

Таблиця 3

**Характеристика колоїдної структури білкових систем
в залежності від температури нагрівання**

Об'єкти дослідження	Температура, °C	Консистенція (+, ++, +++)	Вигляд під мікроскопом
Жовток	70		
	90		
Жовток+молоко	70		
	90		
Жовток+молоко+цукор	70		
	90		
Меланж	70		
	90		
Меланж+молоко	70		
	90		
Меланж+молоко+цукор	70		
	90		

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

Проаналізувати одержані результати, зробити теоретично обґрунтовані висновки та розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.

Контрольні питання

1. Колоїдний стан білків у харчових продуктах, вплив на нього технологічних факторів.

2. Гідратація та дегідратація білків, фактори, що їх спричиняють.

3. Денатурація білків та зміни їхніх властивостей.
4. Агрегування білків та фактори, що його спричиняють.
5. Деструкція білків та фактори, що її спричиняють.

Лабораторна робота № 4.
**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ
НА ГІДРАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ БОРОШНА**

Тривалість роботи 4 години

Мета роботи: встановили вплив технологічних факторів (температури, присутності кислот, солей) на гідратаційні властивості білків борошна.

Матеріали для дослідження: борошно пшеничне сире, борошно пшеничне прогріте (біле пасерування при 100°C, червоне пасерування при 150°C) по 160 г, 1% та 4%-ні розчини лимонної або оцтової кислот, 1% та 4%-ні розчини кухонної солі.

Обладнання та лабораторний посуд: фарфорові чашки, ваги, шпатель, скляні палички, мірний циліндр.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати сутність процесу гідrataції білків борошна та вплив на них технологічних факторів (температури, солі та кислот);

вміти визначати водопоглинальну здатність борошна та показники якості клейковини.

Основні теоретичні відомості

У харчових технологіях часто використовується борошно. У пшеничному борошні вищого і першого ґатунку 80% білків представлені гліадином і глютеїном у вигляді сухих безструктурних гелів. При додаванні до борошна води ці білки набухають, перетворюючись в обводнені гелі, утворюючи клейковину. Білки борошна здатні поглинати до 300% води від їхньої маси.

Здатність білків борошна до гідrataції залежить не тільки від природних властивостей білків, але й від зовнішніх чинників — технологічних факторів. До них відносять: підвищення температури (теплова денатурація, яка зменшує здатність білків до гідrataції); присутність органічних кислот, солей, які підсилюють гідrataційні процеси з білками.

Практично встановлено, що додавання органічних кислот (лимонної, оцтової, молочної) у кількості 0,2–0,3% до 0,5%, кухонної солі — 1,5% до маси борошна сприяють підвищенню водопоглинальної здатності білків.

Подальше підвищення концентрації цих компонентів спричиняє денатурацію білків борошна. Денатурація білків (хімічна, тепла та інша) значно зменшує здатність білків до гідратації.

Алгоритм виконання роботи

I етап

Приготувати 3 зразки борошна по 160 г: сире борошно; борошно, прогріте при 100°C протягом 30 хвилин; борошно, прогріте при 150°C протягом 30 хвилин.

Для визначення водопоглинальної здатності білків борошна в різних умовах відважити з кожного зразка борошна 5 наважок по 30 г. З кожної наважки у фарфоровій чашці замісити тісто, додаючи 15 мл води, розчинів кислот або солі (за завданням викладача). Замішувати тісто спочатку слід за допомогою шпателя або палички, продовжити руками доки тісто не прилипатиме до рук.

Кульку тіста зважити і визначити водопоглинальну здатність зразків борошна за формулою, %:

$$ВЗ = В/М \times 100$$

ВЗ — водопоглинальна здатність борошна, %;

В — кількість води (15 мл);

М — маса кульки тіста, г;

За результатами досліджень теоретично обґрунтовані висновки про вплив додавання розчинів кислот, солі на здатність білків до гідратації.

II етап

У три фарфорові чашки відважити по 30 г пшеничного борошна. Одну наважку прогрітого та одну наважку непрогрітого борошна залити 15 мл води з температурою 20°C, до другої непрогрітої наважки борошна додати 10 мл води та 5 мл 1% та 4 % розчинів лимонної кислоти. У трьох чашках замісити тісто, надавши йому форму кульки. Чашки закрити, щоб тісто не завітрювалося та залишити для вистоювання на 20 хвилин для набухання білків. Охарактеризувати набрякання білків, відмітивши консистенцію тіста.

Із досліджуваних зразків тіста масою 30 г відмити клейковину. Відмивання клейковини проводять у воді з температурою 20°C, наливши в каструлю. Воду з відмитим крохмалем проціджують крізь сито, шматочки клейковини повертають до загальної маси. Відмивання продовжують до тих пір, поки промивні води не будуть прозорими.

Перевіряють повноту відмивання крохмалю з тіста за кольором краплі води, в яку додати краплю йоду (якщо синє забарвлення не з'явиться — клейковина рахується відмитою).

Відмиту клейковину зважити і виразити у % за формулою:

$$K = M_k / M_T \times 100\%$$

K — частка клейковини, %;

M_k — маса відмитої клейковини, г;

M_T — маса кульки тіста, взятої для відмивання клейковини (30 г).

Якість клейковини оцінюють органолептично, визначають колір клейковини: світла, сіра, темна. Про фізичні властивості свідчать розтягуваність та еластичність клейковини.

Для визначення розтягування клейковини з 3 г відмитої клейковини сформувати кульку, яку помістити у чашку з водою (18°–20°C) на 10 хвилин. Потім захватити обома руками кульку клейковини і розтягнути її над лінійкою з міліметровими позначками до розриву так, щоб усе розтягування тривало близько 10 сек. У момент розриву клейковини зазначити позначку, на яку вона розтягнулася.

Еластичністю клейковини називають властивість її відновлювати початкову форму після розтягування над лінійкою приблизно на 2 см. За ступенем і швидкістю відновлення початкової довжини шматочка визначити її еластичні властивості.

Результати роботи занести у таку табл. 4.

Таблиця 4

Вплив технологічних факторів на водопоглинальну здатність борошна та якість клейковини

Досліджуваний зразок	ВЗ, %	Характеристика консистенції тіста	Показники якості клейковини		
			Частка клейковини, %	Ступінь еластичності (+, ++, +++)	Розтягуваність, мм
1	2	3	4	5	6
1. Б + вода (контроль)					

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5	6
2. Б + 1% кислоти					
3. Б + 4% кислоти					
4. Б + 1% солі					
5. Б + 4% солі					
6. БП+ вода					
7. БП+ 1% кислоти					
8. БП+ 4% кислоти					
9. БП+ 1% солі					
10. БП+ 4% солі					
11. БП+ вода					
12. ЧП + вода					
13. ЧП+1% кислоти					
14. ЧП +4% кислоти					
15. ЧП + 1% солі					
16. ЧП + 4% солі					

Умовні позначення:

ВЗ — водопоглинальна здатність зразків борошна

Б — борошно сире

БП — борошно, пасероване при 100°C

ЧП — борошно, пасероване при 150°C

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

За результатами роботи зробити теоретично обґрунтовані висновки про вплив температури пасерування, присутності кислот, солей на гідратаційні властивості білків борошна. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології

Контрольні питання

1. Колоїдний стан білків у борошні, вплив на нього технологічних факторів.
2. Поняття «сила борошна».
3. Що таке білково-протеїновий комплекс борошна, його роль у якості тіста?
4. Що таке клейковина і як її визначити?

Лабораторна робота № 5.
**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ
НА КЛЕЙСТЕРИЗАЦІЮ КРОХМАЛЮ**

Тривалість роботи 4 години

Мета роботи — спостереження за зовнішнім виглядом крохмальних зерен при різних температурних умовах та впливу цукру, кухонної солі, органічних кислот на процес клейстеризації крохмалю.

Матеріали для дослідження: картопляний, пшеничний, кукурудзяний чи інший крохмаль-сирець та прогрітий при різних температурах (120°C, 160°C) протягом 2 год; 0,004 н. розчин йоду в йодистому калії, 20% розчин сахарози, 1% розчин кухонної солі, 0,4% розчин лимонної або оцтової кислоти.

Обладнання та лабораторний посуд: мікроскоп, віскозиметр, предметні скельця, ваги, водяна баня, колби на 100 мл, термометри, циліндр на 50 мл, палички скляні, стакани мірні, водяна баня.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати будову крохмального зерна, сутність процесів деструкції та клейстеризації крохмалю;

вміти оцінювати консистенцію клейстерів.

Основні теоретичні відомості

Крохмаль є важливим компонентом харчових продуктів. Зовнішній вигляд зерен сирого крохмалю мають форму круглу чи овальну (для бульбових) і багатокутників (для зернових).

Під час технологічної обробки крохмалевмісної сировини й продуктів крохмаль здатний до адсорбції вологи, набухання і клейстеризації. Інтенсивність цих змін залежить від походження та властивостей крохмалів; значно впливають на них технологічні фактори: температура, тривалість нагріву, співвідношення крохмалю й води, присутність деяких харчових компонентів (цукру, солі, кислоти, жирів, ферментів тощо).

Клейстеризація крохмальних зерен при нагріванні з водою відбувається у декілька стадій. На початковій стадії відбувається обмежене і зворотне поглинання води зернами крохмалю. При видаленні води обережним висушуванням за невисоких температур властивості крохмалю не змінюються. Підвищення температури понад

55°C призводить до незворотного і сильного набухання крохмальних зерен, що супроводжується збільшенням об'єму, втратою шаруватості, переходом у розчин низькомолекулярної фракції амілози. Нативна структура крохмальних зерен руйнується. Цей процес має назву *деструкція*. Внаслідок деструкції утворюється дисперсна система з набряклих крохмальних зерен і розчинах у воді полісахаридів. Ця дисперсна система має назву крохмальний клейстер, а процес її утворення — *клейстеризація*. Однією з ознак клейстеризації є значне підвищення в'язкості крохмальної суспензії.

Зерна картопляного крохмалю є менш стійкі до нагрівання, ніж пшеничного та кукурудзяного: вони скоріше набухають і розпадаються. У виготовленні кулінарної продукції клейстеризація крохмалю відбувається у присутності різних речовин (білків, жирів, цукрів, кухонної солі, органічних кислот), які впливають на ступінь набухання та розчинність.

Нагрівання сухого крохмалю відбувається при пасеруванні борошна, що супроводжується розщепленням полісахаридних ланцюгів. У процесі сухого нагрівання змінюються і фізичні властивості крохмалю. Білий колір переходить у кремовий, а потім — у коричневий, збільшується кількість летких речовин, які обумовлюють наявність запаху, не властивого нативному крохмалю. По мірі нагрівання руйнується структура крохмального зерна, розщеплюються полісахариди, що супроводжується зменшенням в'язкості крохмальних клейстерів.

Деструкція крохмалю під час сухого нагрівання (при температурі понад 100°C) має назву *декстринізація*. Внаслідок декстринізації крохмальні зерна набувають здатності розчинятися у воді завдяки утворенню водорозчинних компонентів — декстринів.

На підставі цих змін розроблялися технології виробництва харчової продукції, наприклад: продукції з картоплі, випечених або відварених борошняних виробів, приготування киселів, соусів, каш та інших. Процес декстринізації крохмалів при різній температурі (120...150°C) покладено в основу виробництва пасеровок для соусів і супів.

Різке зниження температури (охолодження або тимчасове зберігання готової крохмалевмісної продукції при низьких температурах) спричиняє руйнування (старіння) крохмальних клейстерів, яке

пов'язане з поверненням крохмалю у нерозчинну форму шляхом сполучення молекулярних ланцюгів у агрегати й випадінням їх (у першу чергу амілози) в осад. Процес має назву *ретроградація* крохмалю. Результатом негативного впливу цього процесу на якість готової продукції є черствіння хліба й інших випечених борошняних виробів, злипання й утворення грудок у картопляному пюре, кашах, загущення консистенції киселів, соусів, супів-пюре та інших.

Алгоритм виконання роботи

I етап

Для дослідження беруть зразки нативного крохмалю та крохмалю, прогрітого при різних температурах (120°C чи 160°C). Студенти отримують зразки крохмалю за завданням викладача. У цих зразках визначають органолептичні показники крохмалю.

Органолептичні показники. Колір зразків прогрітого крохмалю порівнюють із кольором нативного крохмалю. Для цього на скляну пластину насипають 3–5 г досліджуваних зразків. Розрівнюють, утворюючи шар у 5 мм. Крохмаль накривають скляною пластиною і дещо спресовують. Після зняття пластини порівнюють колір зразків.

Для визначення запаху 10–15 г крохмалю залити такою ж кількістю води, нагрітої до 50°C, через 30 с воду злити і визначити запах досліджуваних зразків.

Для визначення зовнішнього вигляду підготувати препарати з крохмалю і розглянути під мікроскопом при збільшенні 7x40 і намалювати зерна крохмалю. Для приготування препаратів кінцем скляної палички, змоченої водою, взяти трошки крохмалю з різних зразків і нанести його на предметне скельце. Змочити крохмаль краплею води і накрити накривним скельцем. Звернути увагу на форму, величину зерен і наявність шаруватості. Намалювати, або сфотографувати.

II етап

Підготувати дві водяні бані з температурою води 70°C і 90°C. Приготувати 2% суспензії крохмалю, для чого відважити у хімічні стакани дві наважки по 0,2 г крохмалю, додати 10 мл води, перемішати. Суспензії помістити у водяні бані: із температурою 70°C та 90°C, витримати протягом 5 хвилин при цій температурі. Один із приготовлених клейстерів прокип'ятити на бані протягом 1 хвилини

та спостерігати руйнування крохмальних зерен при кип'ятінні крохмального клейстеру. Відносну в'язкість розчинів визначити на капілярному віскозиметрі.

З отриманих суспензій приготувати препарати, незабарвлені та забарвлені йодом. Для цього на предметні скельця нанести по дві краплі клейстеру, отриманих при різних умовах; на кожному предметному скельці одну краплю забарвити йодом і покрити препарати накривними скельцями. Надлишок рідини, яка виступить з-під накривних скелець, видалити фільтрувальним папером.

Спостерігати за змінами виду зерен в умовах різного середовища. До 1 г наважок додати відповідно 50 мл 20%-ного розчину сахарози, 1%-ного розчину кухонної солі, 0,4%-ного розчину лимонної або оцтової кислоти. Витримати 5 хвилин на водяній бані при температурі 90°C. Визначити відносну в'язкість.

Розглянути препарати під мікроскопом і сфотографувати їх, відмітити зміни виду крохмальних зерен внаслідок клейстеризації при різних температурах (наявність прозорості, зміни форми й розміщення зерен, наявність або відсутність шаруватості).

Приготувати препарат, забарвити його йодом, розглянути під мікроскопом і сфотографувати крохмальні зерна. Відзначити наявність зруйнованих зерен.

Результати досліджень занести в табл. 5.

Таблиця 5

Характеристика властивостей крохмалю залежно від технологічного впливу

Зразок крохмалю	Органолептичні показники			Фізико-хімічні показники	
	Зовнішній вигляд	Запах	Смак	Розчинність, %	В'язкість, у.о.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1. Нативний					
2. Оклеїстеризований при 70°C					
3. Оклеїстеризований при 90°C					
4. У клейстері після кип'ятіння					

1	2	3	4	5	6
5. Оклеїстеризованого в 20%-ному розчині сахарози					
6. Оклеїстеризованого в 1%-ному розчині кухонної солі					
7. Оклеїстеризованого в 0,4 %-ному розчині лимонної кислоти					
8. <i>Прогрітий до 120°C</i>					
9. Оклеїстеризований					
10. <i>Прогрітий до 160°C</i>					
11. Оклеїстеризований					

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

За результатами роботи зробити теоретично обґрунтовані висновки про вплив температури, кислот, кухонної солі на клейстеризацію та деструкцію крохмалю. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.

Контрольні питання

1. Класифікація крохмалів, їхні фізико-хімічні властивості.
2. Модифікація крохмалів, їхнє практичне застосування у технологічному процесі виробництва продукції харчування.
3. Будова крохмального зерна та полісахаридів, що входять до складу крохмалів. Характеристика відмінностей у будові різних видів крохмалів.
4. Клейстеризація крохмалю, використання у технологічному процесі виробництва продукції харчування.
5. Технологічні відмінності процесів набухання, розчинності і клейстеризації, їхнє практичне застосування.
6. В'язкість крохмальних клейстерів, її роль у конструюванні продукції харчування.
7. Ретроградація крохмалю, вплив її на якість продукції.

Лабораторна робота № 6.

**ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ КАРАМЕЛІЗАЦІЇ ЦУКРІВ**

Тривалість роботи 2 години

Мета роботи — визначити зміни сахарози у процесі нагрівання її до різних температур та максимальну температуру, до якої можна нагрівати сахарозу без погіршення її органолептичних властивостей.

Матеріали для досліджень: цукор.

Обладнання та лабораторний посуд: металеві бюкси, термометри на 250°C, мірний циліндр на 25 мл, ваги.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати сутність процесу карамелізації цукру;

вміти оцінювати органолептичні властивості продуктів карамелізації сахарози.

Основні теоретичні відомості

У процесі нагрівання цукрів вище температури плавлення починається процес *карамелізації*, у процесі якої утворюється багато різних сполук: ангідриди цукрів, продукти реверсії, кетони, фурфурол, оксиметилфурфурол та інші. Накопичення продуктів реакції призводить до утворення забарвлених продуктів і до появи запаху та присмаку.

Умовно процес карамелізації можна поділити на три етапи, протягом яких утворюються відповідно карамелан, карамелен, карамелін. Для кожного з етапів є характерний особливий присмак та колір. Реакція карамелізації цукрів відбувається під час випікання борошняних виробів — утворення скоринки, приготування карамелі тощо. Карамелізованим цукром підсилюють смак та колір соусів, він є харчовим барвником у кондитерському виробництві.

Алгоритм виконання роботи

На електричних вагах зважити 10 г цукру, перенести наважку в бюксу, додати 5 мл води. Бюксу поставити на електроплиту і нагрівати до температури 130°C. Температуру визначати зануренням термометра в розплав, стежачи, щоб термометр не торкався стінок бюкси. Після цього отриману масу залити невеликою кількістю

дистильованої води і розчинити. Отриманий розчин перелити у мірну колбу ємністю 50 мл і долити до мітки дистильованою водою, перемішати. Дослід повторити з температурами 150, 170, 190, 210°C.

Провести органолептичну оцінку всіх розчинів. Результати досліджень занести в таку таблицю 6.

Таблиця 6

Органолептична оцінка продуктів карамелізації цукру

Температура, °C	Колір	Смак	Запах
130			
150			
170			
190			
210			

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

За результатами роботи зробити висновки про вплив температури процес карамелізації цукру та обґрунтувати температурні режими для використання у харчових технологіях.

Контрольні питання

1. Сутність реакції карамелізації.
2. Моделювання смаку, кольору, аромату харчових продуктів з використанням продуктів карамелізації сахарози (навести приклади).
3. Сутність реакції меланоїдиноутворення, використання у харчових технологіях.

Лабораторна робота № 7.

НАКОПИЧЕННЯ РЕДУКУЮЧИХ ЦУКРІВ У ПРОЦЕСІ ТЕПЛОВОЇ КУЛІНАРНОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ

Тривалість роботи 4 години

Мета роботи — визначити вплив тривалості теплової обробки і реакції середовища на накопичення редукуючих цукрів у процесі теплової обробки овочів на прикладі моркви та буряку.

Матеріали для дослідження: морква, буряк; 15% розчин гідрату окису натрію, 2% розчин сірчаної кислоти міді.

Обладнання та лабораторний посуд: електроплита, бюретки для гарячого титрування, колби на 250 та 100 мл, вага.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати сутність процесів, що відбуваються у процесі теплової обробки овочів та вплив на них технологічних факторів (температури, кухонної солі та кислот);

вміти визначати кількість редуруючих цукрів у розчині.

Основні теоретичні відомості

У процесі теплової обробки овочів, наприклад моркви, буряку, відбувається утворення редуруючих цукрів внаслідок гідролізу сахарози та розщеплення високомолекулярних вуглеводів, які входять до складу клітинних стінок. Кількість редууючих цукрів, які утворилися, залежить від тривалості теплової обробки та реакції середовища.

Алгоритм виконання роботи

Моркву та буряк обчистити, натерти на крупній терці або нарізати соломкою. Кожного з овочів взяти три наважки масою 10 г. Дві наважки моркви та буряку помістити у термостійкі колби, залити дистильованою водою так, аби вона повністю покривала овочі. В одну з колб, де знаходиться буряк, додати 4% розчин оцтової кислоти. За допомогою універсального індикатора визначити рН у пробі з кислотою та без кислоти.

Відмітити рівень води в колбах, який повинен бути однаковий.

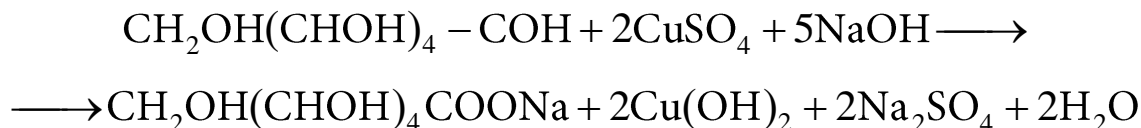
Проби швидко довести до кипіння і варити при слабкому кипінні, постійно підтримуючи початковий рівень води, доливаючи гарячу дистильовану воду. Одну пробу з морквою варити 15 хв., другу — 30 хв., обидві проби буряку варити 40 хв.

Третю пробу моркви та буряку також помістити в колби, залити такою ж кількістю дистильованої води і залишити для настоювання на весь час варіння попередніх проб.

Проби з морквою та буряком після варіння швидко охолодити під струменем холодної води і профільтрувати крізь паперовий фільтр у мірній колбі ємністю 250 мл. Настій моркви та буряку також профільтрувати в мірні колби на 250 мл. Шматочки овочів промити дистильованою водою і промивні води профільтрувати у відповідній мірній колбі. Вміст мірних колб довести до мітки

дистильованою водою, перемішати. Кількість інвертного цукру, вилученого з моркви та буряку, визначити за допомогою реакції Троммера.

В основу реакції Троммера покладено здатність гексоз при нагріванні в лужному середовищі відновлювати двовалентну мідь до одновалентної. При цьому гексози окислюються до оксикислот:



За цих умов сахароза не виявляє відновлюючих властивостей, що обумовлено її будовою.

Для проведення реакції в пробірки прилити по 10 мл досліджуваних розчинів. У кожену пробірку додати 5 мл 15% розчину гідрату окису натрію і по 10 крапель 2% розчину сірчаної кислоти міді. При цьому випадає блакитний осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$, який при струшуванні розчиняється. Утворений блакитний розчин обережно нагріти до кипіння. Відмітити забарвлення і величину осаду.

Результати роботи занести в табл. 7.

Таблиця 7

Порівняльна характеристика накопичення редуруючих цукрів при варінні овочів

Досліджуваний зразок	Інтенсивність забарвлення	Кількість осаду +++
1. Морква (контроль — без варіння)		
2. Морква + вода (15 хв. варіння)		
3. Морква + вода (30 хв. варіння)		
4. Буряк (контроль — без варіння)		
5. Буряк + вода (40хв. варіння)		
6. Буряк + 4% оцтової кислоти (40 хв. варіння)		

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

За результатами роботи зробити висновки про вплив тривалості теплової обробки та реакції середовища на інтенсивність утворення редуруючих цукрів.

Контрольні питання

1. Які вуглеводи входять до складу рослинних клітин?
2. Які зміни відбуваються у рослинних продуктах під дією теплової обробки ?
3. Вплив технологічних факторів на процеси гідролізу вуглеводів.
4. Як змінюється консистенція продуктів в процесі технологічної обробки ?

Лабораторна робота №8.

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОУТРИМУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ М'ЯСНОГО ФАРШУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Тривалість роботи 4 години

Мета роботи: визначення впливу технологічних факторів на вологозатримувальну здатність білкових продуктів тваринного походження.

Матеріали для дослідження: котлетне м'ясо — 250 г, 5%-ний та 40%-ний розчин кухонної солі, 5%-ний триполіфосфат натрію в 10%-ному хлористому натрії, розчин 30%-ної та 5%-ної лимонної кислоти.

Обладнання та лабораторний посуд: м'ясорубка, секундомір, фарфорові чашки — 8 шт., каструля для варіння на парі, квадратних скляних пластинок — 8 шт., фільтри середньо пористості — кружальця діаметром 15–20 мм, олівець, лінійка.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

знати сутність процесів, що відбуваються у процесі теплової обробки білкових продуктів та вплив на них технологічних факторів (ступінь подрібнення, перемішування, температури, кухонної солі та кислот);

вміти визначати кількість водопоглинальну та водоутримуючу здатність білкових продуктів тваринного походження.

Основні теоретичні відомості

Подрібнене м'ясо, риба здатні затримувати вологу, яка міститься в них. Окрім цього вони додатково зв'язують воду, якщо її додати до подрібненого м'яса.

Такі важливі показники якості сирого фаршу, як в'язкість, липкість, а також вихід та соковитість термічно оброблених виробів залежить від водопоглинальної та водоутримуючу здатності м'яса.

Такі різноманітні технологічні фактори, як сіль, зміна реакції середовища, термін технологічного процесу, температурний режим обробки, ступінь подрібнення мають вплив на водоутримуючу здатність м'яса.

Алгоритм виконання роботи

Котлетне м'ясо нарізати на шматочки і пропустити крізь м'ясо-рубку з крупною решіткою, потім половину фаршу і ще раз подрібнити. І перший, і другий фарш поділити на чотири порції по 25 г і помістити у фарфорові чашки.

У перші чотири фарфорові чашки з менш подрібненим фаршем послідовно (за вказівкою викладача) додавати (по 5 мл): води, 5%-ного та 40%-ного розчинів кухонної солі, 5%-ного розчину триполіфосфату натрію та по 5 мл 30%-ного та 5%-ного розчинів лимонної кислоти.

У наступні чотири фарфорові чашки з більш подрібненим фаршем додати всі вказані розчини в тій самій послідовності.

М'ясо в кожній чашці ретельно перемішати з доданим розчином, сформувати у вигляді кульки і залишити на 10 хвилин.

Визначення водоутримуючої здатності м'яса визначаємо методом Грау і Гамма в модифікації Воловинської. Метод застосовується для визначення кількості вологи, яка виділяється м'ясом при легкому пресуванні і поглинається фільтрувальним папером, утворюючи при цьому вологу пляму. Розмір її залежить від здатності м'яса зв'язувати вологу.

Із підготовленої кульки м'ясного фаршу на поліетиленові кружальця зважити наважку по 300 мг. Наважкам, крізь поліетиленову плівку, надати форму кульок. На вісім скляних пластинок покласти середньо пористі фільтри, в центрі яких помістити наважки кружальцями вверху. Наважки накрити скельцем і встановити на нього вантаж в 1 кг та витримати 10 хвилин. Через 10 хвилин вантаж і верхнє скельце зняти. Контур вологої плями і наважку фаршу на кожному фільтрі обвести олівцем. Фарш видалити.

Далі необхідно визначити площу вологих плям на фільтрах і розрахувати водоутримуючу здатність м'яса. Для цього на кожному

фільтрі визначити олівцем центр плями і провести через нього чотири лінії (кути між ними дорівнюють 45°) до перехрестя із зовнішнім контуром. Виміряти довжину цих ліній і знайти середнє арифметичне значення.

Вміст вільної води (ВВ) у % до загального вмісту у м'ясі визначають за формулою:

$$BB = [(S \text{ вологої плями} - S \text{ пресованого м'яса}) \times 8,4 \times 100] / A$$

Кількість зв'язаної води (ЗВ) у % до маси м'яса визначається за формулою:

$$B = [A - 8,4 \times (S \text{ вологої плями} - S \text{ пресованого м'яса})] \times 100 / M$$

A — загальний вміст води у наважці, мг (для сирих зразків — 220 мг, після теплової обробки — 180 мг);

M — наважка м'яса, мг (300 мг);

8,4 — число, отримане експериментальним шляхом, що показує кількість просоченої води в 1 см² фільтрувального паперу.

Визначення водоутримуючої здатності м'яса після теплової обробки (варіння на парі кульок фаршу) провести за цією ж методикою. Результати досліджень оформити у вигляді табл. 8.

Таблиця 8

Вплив технологічних факторів на водо утримуючу здатність м'яса

Зразки	До теплової обробки				Після теплової обробки			
	Вміст вільної води, %		Вміст зв'язаної води, %		Вміст вільної води, %		Вміст зв'язаної води, %	
	К	Д	К	Д	К	Д	К	Д
1. Контроль								
2. 5% розчин кухонної солі								
3. 40% розчин кухонної солі								
4. 5% розчин Na ₅ P ₃ O ₁₀								
5. 5% розчин лимонної кислоти								
6. 30% розчин лимонної кислоти								

Примітка:

К — крупний фарш

Д — дрібний фарш

Аналіз результатів, висновки та рекомендації

За результатами роботи зробити висновки про вплив ступеня подрібнення м'яса, різних концентрацій кухонної солі, лимонної кислоти, триполіфосфату натрію на водоутримуючу здатність білків м'яса у процесі теплової обробки. Як пов'язана водоутримуюча здатність білків м'яса із виходом готової продукції та органолептичними показниками якості. Розробити рекомендації щодо використання отриманих результатів у харчових технологіях.

Контрольні запитання

1. Форми й види зв'язку води у продуктах.
2. Гідратація харчових продуктів.
3. Участь вологи у фізико-хімічних процесах формування структури та консистенції.
4. Водоутримуюча здатність, вплив технологічних факторів на неї.

НАВЧАЛЬНО-КОНТРОЛЮЮЧІ ТЕСТИ

Розділ 1. Технологічні закономірності харчових технологій

До складу нутрієнтів входять такі речовини:

- a) білки, ліпіди, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини
- b) ферменти, амінокислоти, антибіотики, вітаміни
- c) токсини, синтетичні речовини, штучні речовини

Ксенобіотики — це речовини, які:

- a) є небезпечними чужорідними, шкідливими для організму
- b) приймають участь в процесах обміну
- c) приймають участь в процесах травлення
- d) виводять з організму шлаки та різні забруднювачі

До складу нехарчових речовин входять:

- a) баластні сполуки, смакові та ароматичні речовини, антихарчові сполуки, токсичні компоненти
- b) пептиди, жири, фосфоліпіди
- c) холестерин, ненасичені жирні кислоти, полісахариди
- d) ферменти, аміни, нуклеопротейди, макроелементи

Енергетична цінність харчових продуктів характеризує долю енергії, яка може вивільнитись із харчових продуктів у процесі:

- a) біологічного окислення білків, жирів, вуглеводів і використана для забезпечення фізіологічних функцій організму
- b) фізичної праці людини і використана для забезпечення фізіологічних функцій організму
- c) технологічної переробки сировини і використана для забезпечення фізіологічних функцій організму

Нутрієнти, які не є джерелом енергії:

- a) вітаміни
- b) білки
- c) жири
- d) вуглеводи

Білки — це високомолекулярні сполуки, до складу яких входять:

- a) амінокислоти

- b) ненасичені жирні кислоти
- c) органічні кислоти

Харчова цінність продукту визначається:

- a) вмістом основних харчових речовин, БАР, енергетичною цінністю, безпечністю та органолептичними властивостями
- b) вмістом основних харчових речовин, БАР, енергетичною цінністю
- c) вмістом БАР, енергетичною цінністю та безпечністю
- d) вмістом основних харчових речовин, БАР, енергетичною цінністю та органолептичними властивостями

Біологічна цінність харчових продуктів це:

- a) збалансований вміст у продукті білку, есенціальних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, ліпоїдів, вітамінів, мінеральних елементів та інших біологічно активних речовин
- b) збалансований вміст у продукті ефірних олій, поліненасичених жирних кислот, ліпоїдів, вітамінів, мінеральних елементів
- c) збалансований вміст у продукті клітковини, поліненасичених жирних кислот, ліпоїдів, вітамінів, мінеральних елементів
- d) збалансований вміст у продукті білку, пектинових речовин, поліненасичених жирних кислот, ліпоїдів, вітамінів, мінеральних елементів та інших біологічно активних речовин

Під фізіологічною цінністю продукту розуміють:

- a) вплив речовин продукту на травну, нервову, серцево-судинну та інші системи організму і на його опірність захворюванням
- b) вплив речовин продукту на підвищення імунітету
- c) вплив речовин продукту на травну, серцево-судинну систему організму;
- d) вплив речовин продукту на травну, системи організму і на його опірність захворюванням

До функціональних продуктів відносять продукти які:

- a) здійснюють благотворний вплив на здоров'я людини при їх регулярному споживанні в ефективних дозах
- b) містять вітаміни та органічні кислоти
- c) містять вітаміни, каротиноїди та пектини
- d) містять вітаміни, органічні кислоти, йод та пектини

Незамінні амінокислоти це:

- a) амінокислоти, що постачаються з їжею
- b) амінокислоти, що синтезуються в організмі людини
- c) амінокислоти, що містяться в білках рослинного походження
- d) амінокислоти, що містяться в білках тваринного походження

Повноцінні білки містять:

- a) всі незамінні амінокислоти
- b) всі незамінні амінокислоти крім триптофану
- c) всі незамінні амінокислоти крім валіну
- d) всі незамінні амінокислоти крім метіоніну

Баластні речовини (харчові волокна) для організму людини є:

- a) зайвими та шкідливими
- b) допомагають у процесі асиміляції компонентів їжі
- c) разом з продуктами життєдіяльності мікроорганізмів виконують важливі фізіологічні функції
- d) виконують поживну та регуляторну функції, беруть участь у засвоєнні компонентів їжі

Технологічна система це:

- a) сукупність технологічних операцій певної послідовності, що виконуються над продуктом, який переробляється
- b) послідовність дій над сировиною, що переробляється в харчовий продукт
- c) сукупність процесів, які реалізують технологічні та функціональні можливості сировини, що переробляється в харчовий продукт

Системний аналіз це:

- a) сукупність засобів, що подумки розчленовує систему на елементи з метою виявлення її цілісності
- b) логічний синтез розділяння елементів
- c) побудова ієрархічних зв'язків різних елементів системи
- d) побудова плану експерименту

Теорія систем дозволяє:

- a) вибрати оптимальний варіант технологічної операції, ділянки, лінії, використовуючи методи математичного моделювання
- b) удосконалювати суто технологічні прийоми, методи і процеси

с) забезпечувати задану або оптимальну надійність функціонування технологічних процесів

д) розглядати кінетичні закономірності на кожній технологічній операції і кожній технологічній ділянці у сукупності і узгоджувати їх з позицій кінцевої мети функціонування всієї технологічної лінії

Теорія оптимізації дозволяє:

а) спираючись на методи математичного моделювання вибрати оптимальний варіант технологічної операції, ділянки, лінії

б) розглядати кінетичні закономірності на кожній технологічній операції і кожній технологічній ділянці у сукупності і узгоджувати їх з позицій кінцевої мети функціонування всієї технологічної лінії

с) удосконалювати суто технологічні прийоми, методи і процеси

д) забезпечувати задану або оптимальну надійність функціонування технологічних процесів

Розділ 2. Функціонально-технологічні властивості харчових продуктів

Емульсії, суспензії, піни:

а) гетерогенні дисперсні системи

б) розгалужені дисперсні системи

с) зшиті дисперсні системи

д) гомогенні дисперсні системи

Гідрофільні емульгатори здатні утворювати емульсії типу:

а) «масло у воді»

б) «вода у маслі»

с) «масло у воді» та «вода у маслі»

д) монодисперсні емульсії

Дисперсні системи двох рідин, які не розчинюються одна в одній називаються:

а) суспензіями

б) емульсіями

с) аерозолями

д) пінами

Мікрогетерогенні системи з твердою дисперсною фазою і рідким дисперсним середовищем називаються:

- a) суспензіями
- b) емульсіями
- c) аерозолями
- d) пінами

До поверхнево-активних речовин відносяться такі, що:

- a) здатні концентруватися на поверхні поділу фаз
- b) здатні розчинятися в водному середовищі
- c) здатні концентруватися в одній з фаз
- d) здатні розчинятися в жировому середовищі

Піна може бути отримана такими способами дії як:

- a) диспергування
- b) розчинення
- c) конденсація
- d) емульгування

Дисперсність піни характеризується:

- a) середнім розміром кульки газу
- b) способом піноутворювання
- c) формою кульки газу
- d) кількістю кульок газу

Важливішою характеристикою дисперсних систем є ступінь роздрібнення або дисперсність — це величина:

- a) пропорційна розміру часток
- b) протилежна розміру часток
- c) не зв'язана з розміром часток
- d) відповідна розміру часток

Дисперсії рідини у газі називаються:

- a) емульсіями
- b) аерозолями
- c) суспензіями
- d) пінами

Здатність піни зберігати без зміни протягом часу основні параметри називається:

- a) піностійкість

- б) піноздатність
- с) піноутворююча здатність

Емульсії це:

- а) дисперсні системи, що складаються з двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких у вигляді крапельок диспергована у іншій
- б) мікрогетерогенні системи з твердою дисперсною фазою і рідким дисперсійним середовищем
- с) дисперсні системи, що складаються з дисперсної газової фази в дисперсійному рідкому середовищі
- д) розчини не менше двох рідин

Емульсії за концентрацією дисперсної фази класифікують на:

- а) розбавлені, концентровані, висококонцентровані
- б) рідкі, напіврідкі, тверді
- с) концентровані та рідкі
- д) неконцентровані

Коагуляція це:

- а) зміна колоїдного стану
- б) розчинення речовини
- с) зміна конфірмаційного стану

Сутність гідратації — це здатність сухої речовини продукту:

- а) переводити воду зі структурно вільного у структурно зв'язаний стан
- б) утримувати воду у структурно зв'язаному стані
- с) переводити воду зі структурно зв'язаного у структурно вільний стан
- д) утримувати воду у капілярно зв'язаному стані

Суспензії — системи з:

- а) твердою дисперсною фазою і газоподібним дисперсним середовищем
- б) твердою дисперсною фазою і рідким дисперсним середовищем
- с) твердою дисперсною фазою та колоїдним розчином
- д) твердою дисперсною фазою та емульсією

До функціональних властивостей білків відносять:

- а) вологозв'язуючу здатність, емульгуючу та піноутворюючу здатність, здатність до драглеутворення

- b) вологозв'язуючу здатність, здатність до гідролізу з утворенням пептидів, здатність до агрегації
- c) емульгуючу та піноутворюючу здатність, здатність до піролізу
- d) здатність до карамелізації

Функціональні властивості білка зумовлено:

- a) амінокислотною послідовністю, вторинною та третинною структурами білка
- b) наявністю у складі білка фенілаланіну
- c) значенням ізоелектричної точки

Білки як високомолекулярні поліамфотерні сполуки здатні з водою утворювати:

- a) розчини високомолекулярних сполук та колоїдні розчини
- b) дисперсні та колоїдні розчини
- c) емульсії та розчини високомолекулярних сполук
- d) золі

Капілярно зв'язана вода утворюється за рахунок:

- a) напівпроникних мембран
- b) різного роду пор, капілярів, мікропорожнин
- c) кристалогідратів
- d) гідроксильних іонів

Який колодний стан білків в крупах, борошні, бобових?

- a) золь
- b) сухий білковий гель
- c) обводнений гель

Яке значення має зміщення рН середовища в сторону, значно віддалену від ізоелектричної точки?

- a) підвищує гідратацію
- b) понижує гідратацію

В якому колодному стані знаходяться білки в кислому молоці?

- a) золь
- b) ліогель

В яких білкових розчинах молекули білка повністю гідратовані?

- a) в обводнених білкових студнях
- b) в концентрованих білкових розчинах
- c) в розчинах білка невеликою концентрації

При якій концентрації білкових розчинів в процесі теплової обробки спостерігається агрегування білка з утворенням пластівців?

- а) до 1%
- б) до 5%
- с) до 10%

За рахунок яких зв'язків молекула білка отримує адсорбційну воду?

- а) водневих
- б) пептидних
- с) дисульфідних
- с) коагель

За відношенням до утриманням води гелі поділяються на:

- а) термотропні та монотропні
- б) ксерогелі та ліогелі
- с) коагелі та ліогелі
- д) гідрофільні та гідрофобні

Утворення вершків у верхньому шарі молока є результатом руйнування емульсії, що зветься:

- а) коагуляція
- б) фазова інверсія
- с) флокуляція

Термодинамічну стійкість емульсії можна підвищити за рахунок

- а) введення емульгатора
- б) інтенсивності перемішування
- с) підбору компонентів у рецептурі

Найкращими стабілізаторами емульсійних структур є речовини з:

- а) середньою гідрофільністю
- б) високою гідрофільністю
- с) високою гідрофобністю

Твердими емульгаторами в кулінарній продукції можуть виступувати:

- а) перець молотий
- б) сіль кухонна
- с) лавровий лист

Стабілізація емульсії твердими емульгаторами можлива тільки при умові:

- a) максимального подрібнення емульгатора
- b) оптимального співвідношення між емульгатором, жиром та водою
- c) інтенсивного перемішування системи

Висококонцентровані емульсії в кулінарній продукції можна отримати шляхом:

- a) добавляння жиру в емульсію невеликими дозами
- b) інтенсивного перемішування компонентів
- c) змішування компонентів емульсії при низьких температурах

Якість готової продукції з пінною структурою залежить від кількісного співвідношення між:

- a) піноутворювачем і іншими компонентами
- b) піноутворювачем і кількістю вологи
- c) піноутворювачем і режимом збивання

Стійкість піни системи зростає, якщо при збиванні:

- a) зростає в'язкість
- b) зменшується в'язкість
- c) в'язкість залишається незмінною

Набухання високомолекулярних сполук відбувається за рахунок:

- a) адсорбції води молекулами
- b) вбирання води в молекулу
- c) руйнування нетривких зв'язків

Вологоутримуюча здатність продуктів залежить від:

- a) терміну замочування
- b) гідромодуля
- c) жорсткості води

Капілярно-зв'язана волога це вид:

- a) механічного зв'язку
- b) хімічного зв'язку
- c) фізико-хімічного зв'язку
- d) вид взаємодії сухої речовини та вологи

Постійна жорсткість питної води зумовлюється присутністю:

- a) сульфатів, хлоридів та нітратів кальцію та магнію

- b) бікарбонатів кальцію та магнію
- c) оксидів міді, заліза та марганцю
- d) оксиду кремнію, органічних речовин

Активність води дозволяє оцінити:

- a) температуру кипіння води
- b) стан води у продукті та її доступність
- c) стан води у продукті
- d) кількість води у продукті

Хімічно зв'язана вода під час сушіння:

- a) не видаляється
- b) видаляється
- c) видаляється залежно від виду продукту
- d) видаляється за підвищеного тиску

Які речовини поглинають найбільшу кількість води при замочуванні круп та бобових?

- a) крохмаль;
- b) пектини;
- c) білки.

Чим обумовлено замочування круп, бобових перед тепловою обробкою?

- a) поліпшенням смаку готових виробів;
- b) скороченням терміну теплової обробки;
- c) збільшенням маси готового виробу.

Розділ 3. Термічні процеси харчових виробництв

Класифікаційна система процесів харчових виробництв поділяє їх на:

- a) механічні, гідродинамічні, біохімічні, масообмінні, теплові
- b) механічні, гідродинамічні, біохімічні, масообмінні
- c) механічні, гідродинамічні, теплові, масообмінні, хімічні і біохімічні
- d) механічні, гідродинамічні, біохімічні, масообмінні, хімічні

Термічна обробка харчових продуктів здійснюються з метою:

а) зміни структури тканин сировини, зниження вмісту сухих речовин, клітинної проникності та інактивації ферментів, надання продукту кулінарної готовності або певних органолептичних властивостей

б) зміни структури тканин сировини, її об'єму і маси, клітинної проникності та інактивації ферментів, надання продукту кулінарної готовності або певних органолептичних властивостей

с) зміни структури тканин сировини, підготовки сировини для подрібнення, клітинної проникності та інактивації ферментів, надання продукту кулінарної готовності або певних органолептичних властивостей

д) зміни структури тканин сировини, її об'єму і маси, надання продукту кулінарної готовності або певних органолептичних властивостей

Термічна обробка сировини викликає:

а) зміну її структурно-механічних, фізико-хімічних та органолептичних властивостей

б) зміну пластичних, теплофізичних та органолептичних властивостей

с) зміну клітинної проникності, теплопровідності, мікробного обсіменіння

д) зміну форми, кольору, органолептичних властивостей

Маринування:

а) хімічний спосіб кулінарної обробки

б) біохімічний спосіб кулінарної обробки

с) гідромеханічний

Сульфітація:

а) хімічний спосіб кулінарної обробки

б) біохімічний спосіб кулінарної обробки

с) гідромеханічний

Окислення жирів:

а) біохімічний спосіб кулінарної обробки

б) гідромеханічний

с) термічний спосіб кулінарної обробки

Бродіння тіста:

- а) хімічний спосіб кулінарної обробки
- б) біохімічний спосіб кулінарної обробки
- с) гідромеханічний

ІЧ-нагрів:

- а) електрофізичний спосіб кулінарної обробки
- б) термічний спосіб кулінарної обробки
- с) тепловий спосіб кулінарної обробки

Основні способи теплового обробки:

- а) варіння, смаження
- б) варіння, смаження, тушкування
- с) варіння, тушкування, припускання

Основний спосіб варіння:

- а) у великій кількості води
- б) у невеликій кількості води
- с) варіння, тушкування, припускання

Варіння — це технологічний процес, що проходить:

- а) при 95°C і співвідношенні продукту 1:1
- б) при 110°C і співвідношенні продукту 1:3
- с) при 90°C і співвідношенні продукту 0,3:1

Варіння у невеликій кількості рідини:

- а) припускання
- б) пасерування
- с) варіння у НВЧ-апаратах

Технологічний процес припускання — це:

- а) варіння у власному соку
- б) смаження у невеликій кількості жиру
- с) обсмажування продуктів

При основному способі смаження технологічні процеси проходять при температурі:

- а) 140–160 °C
- б) 170–190 °C
- с) 200–220 °C

У фритюрі технологічні процеси проходять при температурі:

- a) 170–180 °C
- b) 200–220 °C
- c) 230–240 °C

Оптимальне співвідношення жиру і продукту при смаженні у фритюрі:

- a) 1 : 4–6
- b) 1 : 2–4
- c) 1: 20

При основному способі смаження необхідна кількість жиру:

- a) 5–10%
- b) 20–25%
- c) 30–35%

При смаженні у жарильній шафі оптимальна температура:

- a) 240–270 °C
- b) 140–170 °C
- c) 300 °C

Оптимальна температура смаження на відкритому вогні:

- a) 180–200°C
- b) 140–170 °C
- c) 200–250°C

У ІЧ-апаратах відбуваються технологічні процеси:

- a) смаження
- b) варіння
- c) припускання

Тушкування — це:

- a) комбінований спосіб кулінарної обробки
- b) основний спосіб кулінарної обробки
- c) допоміжний спосіб кулінарної обробки

Запікання — це:

- a) комбінований спосіб кулінарної обробки
- b) основний спосіб кулінарної обробки
- c) допоміжний спосіб кулінарної обробки

Короткочасне смаження продуктів для вилучення духмяних та барвильних речовин:

- а) пасерування
- б) припускання
- с) обсмажування продуктів

Короткочасний вплив на продукт кип'ятку або пари або жиру:

- а) бланширування
- б) пасерування
- с) припускання

Для вилучення гіркоти свинячу печінку:

- а) бланширують
- б) обсмажують
- с) пасерують

Для полегшення очищення луски осетрової риби її:

- а) бланширують
- б) обсмажують
- с) пасерують

Обсмажування — це:

- а) допоміжний спосіб кулінарної обробки
- б) комбінований спосіб кулінарної обробки
- с) основний спосіб кулінарної обробки

Термостатування — це:

- а) зберігання заданої температури кулінарної продукції
- б) знижування температури кулінарної продукції, для доведення її до кулінарної готовності
- с) прогрівання кулінарної продукції до температури реалізації

При якому способі теплової обробки картопля менше усього втрачає масу?

- а) варіння
- б) смаження у фритюрі, нарізана соломкою
- в) смаження у фритюрі, нарізана брусочками
- г) смаження основним способом, нарізана скибочками

Вкажіть, з якою метою обсмажують сиру гречану крупу перед варінням?

- а) для прискорення процесу варіння;

- b) для зниження втрат при теплової обробці;
- c) для поліпшення консистенції каш;
- d) для поліпшення кольору каш;
- e) для збільшення в'язкості каш

Вкажіть процеси, які відбуваються при варінні круп зливним способом:

- a) зменшення маси;
- b) збільшення маси;
- c) втрата сухих речовин;
- d) накопичення розчинних речовин.

Перерахуйте способи теплової обробці, які використовуються для приготування страв з бобових:

- a) смаження основним способом;
- b) варіння;
- c) запікання;
- d) припускання;
- e) смаження у фритюрі.

Дріжджове тісто при випіканні збільшується в об'ємі тому, що:

- a) набухає клейковина;
- b) утворюється пара;
- c) утворюється вуглекислий газ.

При якому способі теплової обробки картопля менше усього втрачає масу?

- a) варіння
- b) смаження у фритюрі, нарізана соломкою
- c) смаження у фритюрі, нарізана брусочками
- d) смаження основним способом, нарізана скибочками

Охолоджувальним називається таке середовище:

- a) при якому продукт охолоджується в газовому середовищі
- b) при якому продукт втрачає товарний вигляд
- c) стикаючись з яким продукт віддає теплоту й знижує свою температуру
- d) при якому продукт замерзає

Розділ 4. Біохімічні та мікробіологічні основи харчових технологій

Хімічними називають технологічні процеси:

а) відбуваються за участю ферментів — біокаталізаторів самої сировини або ферментних препаратів, що додаються в ході технологічного процесу

б) під час яких відбуваються зміни хімічного складу і внутрішньої структури компонентів сировини, проміжних і готових продуктів

с) викликані дією мікроорганізмів (дріжджів, бактерій, мікрогрибів)

Мікробіологічна небезпека харчових продуктів спричиняється:

а) хімічними речовинами, токсинами, паразитами

б) продуктами життєдіяльності бактерій, грибів та вірусів

с) шкідниками, окисленням жирів, антибіотиками

д) гормональними препаратами, отрутохімікатами, дезінфікуючими засобами

Бродіння це:

а) сукупність процесів ферментативного перетворення вуглеводів, що здійснюються в анаеробних умовах

б) сукупність процесів ферментативного перетворення білків, що здійснюються в аеробних умовах

с) сукупність процесів ферментативного перетворення жирів, що здійснюються як в аеробних, так і в анаеробних умовах

д) сукупність процесів ферментативного перетворення білків, жирів та вуглеводів, що здійснюються в аеробних умовах

До мікробіологічних методів консервування відносяться:

а) квашення

б) застосування бензойної, сорбінової кислот

с) пастеризація

д) маринування

Квашення капусти — метод консервування:

а) біохімічний

б) хімічний

с) фізичний

д) фізико-хімічний

Мета анабіозу при консервуванні:

- a) створення умов, що пригнічують діяльність мікроорганізмів та гальмують ферментативні процеси
- b) створення умов, що пригнічують та скорочують життєдіяльність мікроорганізмів
- c) створення умов, що гальмують ферментативні процеси
- d) створення умов для нормального протікання процесу зберігання

Ферменти це:

- a) специфічні білкові речовини, які синтезуються в живих клітинах рослин, тварин або мікроорганізмів і регулюють перебіг всіх важливих процесів організму
- b) вітаміни, які синтезуються в живих клітинах рослин, тварин або мікроорганізмів і регулюють перебіг всіх важливих процесів організму
- c) специфічні білкові речовини, які синтезуються в живих клітинах рослин і регулюють перебіг всіх важливих процесів організму
- d) специфічні білкові речовини, які не синтезуються в живих клітинах рослин, тварин або мікроорганізмів і потрібні для регулювання перебігу всіх важливих процесів організму

Ферменти, що каталізують розщеплення складних сполук на більш прості, називаються:

- a) гідролази
- b) лігази
- c) ліази
- d) нуклеотиди

Який вид бродіння відбувається у процесі приготування дріжджового тіста?

- a) молочнокисле;
- b) молочнокисле та спиртове;
- c) молочнокисле та оцтовокисле;
- d) спиртове та оцтовокисле.

Оптимальною температурою, що до дії ферментів дріжджів, є така?

- a) 25...28°C;

- b) 30...35°C;
- c) 28...30°C;
- d) 34...40°C.

Біохімічна обробка напівфабрикатів із яловичини проводиться з метою:

- a) збільшити термін зберігання;
- b) розпушування з'єднувальної тканини;
- c) покращення смаку готової продукції.

В основі технологічного процесу виробництва кисломолочного сиру є:

- a) молочнокисле бродіння
- b) дріжджове
- c) оцтове-кисле

За типом реакцій ферменти поділяють на шість класів:

- a) оксидоредуктази, гідролази, ліази, трансферази, ізомерази, лігази
- b) глюкозидази, мальтази, ліази, трансферази, ліпази, амілази
- c) каротинази, гідролази, ліази, трансферази, ізомерази, лігази
- d) оксидоредуктази, сахарази, ліази, трансферази, ізомерази, лігази

Результатом ферментативного гідролізу цукрів під впливом дріжджів є:

- a) молочна кислота, етиловий спирт та вуглекислий газ
- b) оцтова кислота та вуглекислий газ
- c) етиловий спирт та щавлева кислота
- d) масляна, щавлева та лимонна кислоти

Сульфітація — це метод консервування кислотою:

- a) оцтовою
- b) бензойною
- c) сірчистою
- d) соляною

Які сполуки належать до вторинних продуктів спиртового бродіння:

- a) молочна кислота
- b) ізобутиловий спирт

- c) вуглекислота
- d) етанол

Процес ферментативного побуріння рослинної сировини обумовлений:

- a) окисненням поліфенолів
- b) реакцією меланоїдиноутворення
- c) гідролізом пектинів
- d) реакцією карамелізації

До речовин, які використовуються організмом як каталізатори або як матеріал для створення ферментів слід віднести:

- a) білки, вуглеводи, вітаміни, кальцій, фосфор, залізо, кобальт
- b) жири, вуглеводи, спирт, органічні кислоти
- c) білки, жири, вуглеводи, кальцій, фосфор, залізо
- d) прості цукри

Побуріння яблук під час їхнього очищення та нарізання обумовлене:

- a) окисненням поліфенолів
- b) гідролізом пектинів
- c) окисненням аскорбінової кислоти
- d) перетворенням антоціанів

Про інтенсивність тепловиділення плодів і овочів можна судити:

- a) по швидкості їхнього дихання
- b) по розміру клітин і міжклітинних просторів
- c) по ефективності охолодження й зберігання плодів
- d) по зміні температури навколишнього середовища

У результаті аеробного дихання в зовнішнє середовище виділяється:

- a) іони важких металів, пари азоту
- b) тепло, енергія
- c) тепло, вуглекислий газ, водяні пари й інші продукти обміну
- d) тепло, вуглекислий газ, цукри та білкові речовини

Ферментативне побуріння іде:

a) окислювально-відновний процес, який має місце при зберіганні та переробці певних видів рослинної сировини

б) процес, який має місце при зберіганні певних видів рослинної сировини у регульованому газовому середовищі

с) процес, який має місце при обробці рослинної сировини ферментами

д) процес, який має місце при прогріванні сировини

Продуктами ферментативного гідролізу крохмалю є:

а) декстрини, цукроза, фруктоза

б) декстрини, мальтоза, глюкоза

с) декстрини, мальтоза, фруктоза

д) декстрини, глюкоза, фруктоза

З якою метою проводиться іммобілізація ферментів:

а) багаторазового їх використання

б) підвищення їх активності

с) прискорення технологічного процесу

д) пригнічення їх активності

Розділ 5. Білки у технології харчової продукції

Білок утворюється з структурних елементів:

а) амінокислот

б) ферментів

с) жирних кислот

Між амінокислотами існують зв'язки, що утворюють первинну структуру білку:

а) пептидні

б) водневі

с) дисульфідні

д) солеві мостики

При збиванні яєчних білків спостерігається денатурація білків:

а) поверхнева

б) термічна

с) кислотна

Молекули білку в розчинах певної концентрації повністю гідратовані:

а) в розчинах білку невеликої концентрації

б) в концентрованих білкових розчинах

В присутності деяких речовин підвищується спроможність білків до гідратації:

- a) в присутності кислот
- b) в присутності луг
- c) в нейтральному середовищі

При заморожуванні харчових продуктів спостерігаються зміни з білками:

- a) денатурація
- b) гідратація
- c) деструкція

Ізоелектрична точка білка це:

- a) значення рН, при якому на молекулі білка число позитивних зарядів дорівнює числу від'ємних зарядів
- b) значення рН, при якому на молекулі білка число позитивних зарядів більше числа від'ємних зарядів
- c) значення рН, при якому на молекулі білка число позитивних зарядів менше числа від'ємних зарядів
- d) значення рН, при якому на молекулі білка відсутні від'ємні заряди

Значення рН середовища близьке до ізоелектричної точки білку впливає на зміну його властивостей:

- a) знижує температуру денатурації білків
- b) підвищує температуру денатурації білків

Білок не спроможний до денатурації в умовах:

- a) при відсутності води
- b) в ізоелектричній точці
- c) при тривалій термічній дії

У кислому середовищі перехід колагену у глютин відбувається:

- a) швидше
- b) повільніше
- c) припиняється

Здатність нативного білка зв'язувати вологу найменша:

- a) вище ізоелектричної точки
- b) нижче ізоелектричної точки

- c) в ізоелектричній точці
- d) за підвищених температур та тиску

Температурою коагуляції білків називають:

- a) температуру, за якої білки змінюють свій колоїдний стан
- b) температуру, за якої відбувається руйнування вторинної структури білка
- c) температуру, за якої відбувається підвищення в'язкості розчину білку
- d) температуру, за якої відбувається гелеутворення системи за об'ємом

М'язове волокно вміщує білки:

- a) саркоплазми, сарколеми
- b) міофібрил, саркоплазми
- c) міофібрил, сарколеми
- d) міофібрил, саркоплазми, сарколеми

Денатурація буває:

- a) механічною, поверхневою та хімічною
- b) тепловою, механічною та хімічною
- c) механічною, поверхневою та кислотною
- d) тепловою, поверхневою та механічною

Розбавлений білок коагулює з утворенням:

- a) флокулятив або осадів
- b) суцільного гелю
- c) твердої фази
- d) з ущільненням та випресовуванням частини води

Гідроліз білка тваринного походження під дією пепсину супроводжується накопиченням:

- a) пептидів
- b) пептидів та мінеральних речовин
- c) пептидів та вуглеводів
- d) білкового азоту

Поверхнево-активні властивості білка обумовлені:

- a) наявністю у їх складі гідрофільних груп
- b) наявністю у їх складі гідрофобних груп

- с) наявністю у їх складі гідрофільних та гідрофобних груп
- д) наявністю заряду на поверхні білка

Деструкція білків супроводжується:

- а) накопиченням вільного азоту
- б) зміною агрегатного стану
- с) зменшенням кількості 8н-груп
- д) збільшенням молекулярної маси

Дегідратація білків — це процес:

- а) зв'язування волога
- б) виділення вологи
- с) руйнування структури білків
- д) модифікації білкових молекул

Фактор, який забезпечує реалізацію поняття кулінарна готовність білоквмісної сировини:

- а) денатурація білків
- б) дегідратація білків
- с) гідратація білків
- д) коагуляція білків

На гідратацію білків впливають:

- а) атмосферний тиск, сонячне випромінювання, наявність вітамінів
- б) температура, тиск
- с) природні властивості білків
- д) рН середовища, іонна сила розчину, температура, ступінь дисперсності

Набрякання білків основане на взаємодії:

- а) полярних груп з полярними розчинниками
- б) полярних груп з неполярними розчинниками
- с) неполярних груп з полярними розчинниками
- д) полярних груп з лугами

Деструкція білків стосується зміни:

- а) первинної та четвертинної структури
- б) агрегатного стану
- с) механічної міцності поліпептидних зв'язків
- д) четвертинної структури

Які зміни з білками відбуваються при нагріванні їх при температурі не вище 100°C?

- a) денатурація
- b) гідратація
- c) деструкція

Якому виду денатурації піддається білок при сквашуванні молока?

- a) поверхневої
- b) теплової
- c) кислотної

Які зв'язки в молекулі білка найбільш міцні ?

- a) сульфгідрильні
- b) водневі
- c) пептидні

Як впливає на температуру денатурації білків яєць додавання сахарози?

- a) підвищує
- b) понижує
- c) не впливає

Вміст білків в яєчному білку?

- a) 5%
- b) 12%
- c) 16%

Які із білків є повноцінними?

- a) еластин
- b) казеїн
- c) колаген

Вміст якого білка в молоці вище?

- a) лактоальбумін
- b) лактоглобулін
- c) казеїн

В якому колодному стані знаходиться білок в м'ясі?

- a) обводненого гелю
- b) висушеного гелю
- c) золю

Які із білків харчових продуктів денатурують при більш високій температурі?

- a) білки м'яса, риби
- b) білки яєць, молока
- c) білки овочів

Який із факторів сприяє підвищенню термостійкості білків?

- a) гідратація
- b) зміщення рН від ізоелектричної точки
- c) термічна обробка

При якій температурі відбувається деструкція білків?

- a) 50° C
- b) 80° C
- c) 100° C

Основний білок, що містить кисломолочний сир:

- a) казеїн
- b) альбумін
- c) овомукоїд

Білок яєць овоальбумін забезпечує:

- a) гарну розчинність яєчного білка у воді
- b) при збиванні утворення піни
- c) стабільність піни

Набрякання білків основане на взаємодії:

- a) полярних груп з полярними розчинниками
- b) полярних груп з неполярними розчинниками
- c) неполярних груп з полярними розчинниками
- d) неполярних груп з неполярними розчинниками

Процес поглинання білком води, яке приводить до значного збільшення маси і об'єму називається:

- a) гідратація
- b) набрякання
- c) сушіння
- d) солюбілізація

Розділ 6. Ліпіди та їх зміни в технологічному процесі

Ліпіди — це група органічних речовин, що розчиняються:

- a) в органічних розчинниках
- b) у воді
- c) у кислотах
- d) у лужних розчинах

Під час автоокислення ліпідів утворюються:

- a) первинні, вторинні та третинні продукти окислення
- b) первинні продукти
- c) вторинні продукти
- d) первинні та вторинні продукти

Гідрогенізація це:

- a) перетворення рідких рослинних жирів за допомогою каталізаторів в тверді шляхом насичення воднем ненасичених жирних кислот
- b) перетворення твердих жирів за допомогою каталізаторів в рідкі шляхом насичення воднем ненасичених жирних кислот
- c) перетворення рідких рослинних жирів за допомогою ферментів в тверді шляхом насичення воднем ненасичених жирних кислот
- d) перетворення рідких рослинних жирів за допомогою каталізаторів в тверді шляхом насичення киснем ненасичених жирних кислот

Підвищення в'язкості жирів внаслідок тривалого нагрівання відбувається за рахунок накопичення:

- a) полімерів
- b) перекисей
- c) жирних кислот
- d) альдегідів та кетонів

Перекисне число жиру обумовлене наявністю:

- a) вільних жирних кислот
- b) альдегідів та кетонів
- c) ненасичених жирних кислот
- d) пероксидів

Кислотне число жиру обумовлене наявністю:

- a) вільних жирних кислот

- b) альдегідів та кетонів
- c) ненасичених жирних кислот
- d) пероксидів

Внаслідок гідролізу триацилгліцеринів накопичуються:

- a) моно-, діацилгліцериди, гліцерин, жирні кислоти
- b) стеарин, гліцерин, жирні кислоти
- c) моноацилгліцериди
- d) моноацилгліцериди, жирні кислоти, діацилгліцериди

Негативним наслідком процесу гідрогенізації жирів є:

- a) утворення транс-ізомерів жирних кислот
- b) утворення насичених жирних кислот
- c) утворення цис-ізомерів жирних кислот
- d) утворення акролеїну

Зазначте причини прогірклого смаку вершкового масла:

- a) гідроліз молочного жиру
- b) протеоліз білків
- c) недостатня кількість рідкої фракції молочного жиру
- d) підвищення температури до 28°C

Представниками ненасичених жирних кислот є:

- a) масляна, капронова, пальмітинова, стеаринова
- b) олеїнова, ленолева, ліноленова, арахідонова
- c) аланін, валін, триптофан, фенілаланін
- d) фолієва, пантотенова

Температура топлення жирів підвищується за умови:

- a) зниження вмісту у складі жиру ненасичених жирних кислот
- b) підвищення тиску
- c) наявності жиророзчинних вітамінів
- d) є незмінною характеристикою усіх жирів

Переестерифікація жирів — це реакція:

- a) зв'язування жирними кислотами водню
- b) відщеплення жирних кислот від тригліцеридів
- c) обміну жирними кислотами усередині тригліцериду та різними тригліцедами
- d) омилення жирів

За своєю суттю процес переетерифікації є:

- a) реакцією ізомеризації
- b) реакцією гідролізу
- c) реакцією карамелізації
- d) реакцією конденсації

Обов'язковою умовою протікання процесу переетерифікації:

- a) наявність каталізаторів
- b) підвищення температури та тиску
- c) зниження температури та тиску.
- d) наявність ферментів

Основні фактори, що впливають на процес гідролізу жирів:

- a) склад і структура жиру, співвідношення жирзода
- b) температура, природа каталізатору
- c) склад і структура жиру, температура, тривалість
- d) структура жиру, співвідношення жир:вода

При автоокисленні кулінарних жирів накопичуються:

- a) вільні радикали
- b) продукти термopolімеризації
- c) продукти гідролізу жирів
- d) циклічні сполуки

Процес звільнення харчових олій від вільних жирних кислот має назву:

- a) дезодорація
- b) рафінування
- c) гідрогенізація
- d) виморожування

Особливістю молочного жиру є високий вміст:

- a) низькомолекулярних жирних кислот
- b) фосфоліпідів
- c) мононенасичених жирних кислот
- d) високомолекулярних жирних кислот

При гідрогенізації жирів температура їх топлення:

- a) підвищується

- b) знижується
- c) не змінюється
- d) залежить від кількості домішок

Автоокислення жирів гальмується при:

- a) низьких температурах у середовищі O₂
- b) при високих температурах у середовищі O₂
- c) при високих температурах у середовищі CO₂
- d) низьких температурах у середовищі інертних газів та CO₂

Жири за нагрівання вище 200°C підлягають:

- a) піролізу
- b) прогріканню
- c) окисленню

До металів, що характеризуються високою каталітичною активністю по відношенню до ліпідів в реакціях окислення відносять:

- a) залізо, нікель, кобальт, мідь
- b) срібло, золото
- c) ртуть
- d) олово

До вторинних продуктів окислення ліпідів відносять:

- a) альдегіди, кетони, полімерні сполуки
- b) жирні кислоти, гліцерин
- c) амінокислоти та пептиди
- d) цукрозу та глюкозу

Під час окислення жирів змінюються наступні його характеристики:

- a) рН середовища
- b) органолептичні характеристики
- c) густина жиру
- d) температура жиру

Швидкість протікання процесу окислення знижується за умов:

- a) забезпечення середовища з низьким вмістом кисню
- b) наявності металів змінної валентності
- c) підвищення температури та сонячного випромінювання
- d) зниження рН середовища

Основний принцип дії антиокислювачів полягає в тому, що вони:

- a) перешкоджають утворенню вільних радикалів
- b) знижують температуру димоутворення жирів
- c) сприяють полімеризації жирів
- d) здатні вступати в реакцію з ферментами та знижувати швидкість окислення

При яких температурах зберігання спостерігається автоокислення жирів?

- a) 2 — 25°C
- b) 30 — 50°C
- c) 80 — 100°C

При яких умовах буде збільшуватися сумарна кількість продуктів окислення жирів ?

- a) 200°C
- b) 170°C
- c) 150°C

Наявність яких продуктів у варильному середовищі сприяє гідролізу жиру?

- a) білків
- b) кухонної солі
- c) цукрів

В якому випадку жири мають тверду консистенцію?

- a) коли насичені жирні кислоти переважають
- b) коли переважають ненасичені жирні кислоти
- c) коли вміст насичених і ненасичених кислот 1:1

Який із жирів краще застосовувати для смаження продуктів?

- a) з вмістом води не більше 0,5 %
- b) з вмістом води до 5 %
- c) з вмістом води до 16 %

Які зміни спостерігаються з жирами при температурах від 140°C до 200°C?

- a) автоокислення
- b) термічне окислення
- c) гідроліз

При якій температурі нагрівання прискорюється піроліз жиру?

- a) до 100°С
- b) до 180°С
- c) більше 200°С

Який із продуктів поглинає більше жиру при обсмажуванні?

- a) сира картопля
- b) варена картопля
- c) м'ясо

Розділ 7. Вуглеводи та їх зміни в технологічному процесі

Який із дисахаридів входить до складу бурякового цукру?

- a) сахароза
- b) мальтоза
- c) лактоза

Які необернені зміни відбуваються з крохмалем при варінні картоплі?

- a) клейстеризація
- b) ретроградація
- c) деструкція

Які моносахариди утворюються в процесі інверсії сахарози?

- a) глюкоза і глюкоза
- b) глюкоза і фруктоза
- c) глюкоза і галактоза

Який із вуглеводів відрізняється підвищеною солодкістю?

- a) глюкоза
- b) фруктоза
- c) мальтоза
- d) лактоза

Який із дисахаридів швидше піддається гідролізу при бродінні тіста?

- a) сахароза
- b) мальтоза
- c) лактоза

Які зміни спостерігаються з цурками при замісі тіста?

- a) ферментативний гідроліз дисахаридів
- b) кислотний гідроліз дисахаридів
- c) реакція меланоїдиноутворення

Який із крохмалів має найбільш високу температуру клейстеризації?

- a) картопляний
- b) амілопектиновий
- c) пшеничний

З підвищенням концентрації цукру у розчині його температура кипіння:

- a) підвищується
- b) знижується
- c) підвищується за умови зниження тиску
- d) не залежить від концентрації цукру

При клейстиризації крохмалю в'язкість його водної суспензії:

- a) погіршується
- b) не змінюється
- c) знижується
- d) підвищується

Крохмаль складається з полісахаридів:

- a) амілаза і амілопектин
- b) амілоза і целюлоза
- c) амілоза і амілопектин

Процес розпаду дисахаридів при нагріванні в присутності кислот чи ферментів це:

- a) гідроліз
- b) карамелізація
- c) меланоїдиноутворення
- d) клейстеризація

Карамелізація сахарози:

- a) змінює умови розчинення продуктів карамелізації
- b) знижує температуру розчинення продуктів реакції у воді

с) унеможлиблює можливість розчинення продуктів реакції у воді зовсім

д) підвищує температуру розчинення продуктів реакції у воді

Реакція меланоїдиноутворення це реакція:

а) термічної конденсації вуглеводів та жирів

б) конденсації вуглеводів

с) термічної конденсації вуглеводів та білків

д) гідролізу цукрів

Меланоїдиноутворення триває за умов взаємодії:

а) протеїнів та відновлювальних цукрів

б) ліпідів та полісахаридів

с) ферментів та моносахаридів

д) протеїнів та дисахаридів

Реакція меланоїдиноутворення:

а) підвищує харчову цінність продуктів

б) знижує біологічну цінність продуктів

с) не впливає на харчову цінність продуктів

д) підвищує біологічну цінність продукту

Продуктами реакцій меланоциноутворення є:

а) фурфуроли, альдегіди, меланоїдини

б) редуکتони, спирти, меланоїдини

с) глюкозони, аміни, меланоїдини

д) вуглеводи, білки, меланоїдини

При гідролізі крохмалю утворюється:

а) сахароза

б) лактоза

с) мальтоза

д) трегалоза

Ретроградація крохмалю супроводжується:

а) зменшенням кількості розчинних речовин

б) поглинанням кисню, розрідженням та гідролізом

с) дегідратацією та розрідженням

д) зростанням кількості розчинних речовин

Кінцевим продуктом гідролізу пектину в основному є:

а) глюкоза

- b) манноза
- c) галактуронова кислота
- d) фруктоза

Пектин це продукт кислотного гідролізу:

- a) протопектину
- b) клітковини
- c) геміцелюлоз

Пектинові речовини в основному побудовані із:

- a) глюкози
- b) целюлози
- c) галактуронової кислоти
- d) геміцелюлози

Гідроліз (інверсія) сахарози — процес розщеплення вуглеводів до монодукриди, що каталізується:

- a) гідроксильними іонами
- b) водородними іонам
- c) водородними іонами або ферментами
- d) ферментами

Карамелізація це:

- a) термічне перетворення крохмалю з отриманням склоподібного тіла
- b) термічне перетворення цукрів з отриманням склоподібного тіла
- c) термічне перетворення цукрів з отриманням інверсного цукру
- d) термічне перетворення целюлози з отриманням склоподібного тіла

Черствіння хліба насамперед зв'язане з такими змінами крохмалю:

- a) клейстеризація
- b) ретроградація
- c) деструкція
- d) декстринізація

В процесі карамелізації цукрози утворюються наступні речовини:

- a) карамелан, карамелей, карамелін, вода
- b) карамелан, карамелей, карамелін, глюкоза

- c) карамелан, карамелей, карамелін, пектин
- d) карамелан, карамелей, карамелін, крохмаль.

Харчовими волокнами є речовини, які характеризуються:

- a) підвищеною енергетичною цінністю
- b) зниженою енергетичною цінністю
- c) не несуть енергетичної цінності
- d) їх енергетична цінність залежить від виду продукту, у складі якого вони знаходяться

До харчових волокон відносяться:

- a) пектин, целюлозу, лігнін, камеді
- b) крохмаль, пектин, целюлозу
- c) геміцелюлозу, крохмаль, цукрозу, камеді
- d) мальтозу, цукрозу, ксилолу, натрійкарбоксиметилцелюлозу

Метою модифікації крохмалів є:

- a) підвищення стійкості крохмалів до різних технологічних чинників
- b) підвищення функціональних властивостей крохмалю
- c) підвищення функціональних властивостей крохмалю, а також підвищення стійкості до різних технологічних чинників
- d) зміна зовнішнього вигляду крохмалів

Прозорість крохмального клейстеру залежить від:

- a) температури клейстеризації
- b) гідромодуля
- c) виду крохмалю
- d) температури, гідромодуля, виду крохмалю

Яким чином впливає підвищення температури на розчинність сахарози у воді:

- a) підвищує
- b) знижує
- c) не впливає
- d) підвищує за наявності металів

Температура клейстеризації нативних крохмалів лежить в інтервалі:

- a) 30..55°C
- b) 60...85°C

- c) 100...120°C
- d) 130...150°C

Для протікання реакції карамелізації цукрів потрібно:

- a) наявність редукуючих цукрів, амінокислот і води
- b) наявність геміцелюлози, білків і води
- c) наявність ліпідів, амінокислот і води
- d) наявність клітковини, білків і кислоти

Крохмаль який міститься в овочах клейстеризується при температурі:

- a) 55–70°C
- b) 12–25°C
- c) 85–100°C

В результаті карамелізації кількість цукру в овочах:

- a) зменшується
- b) збільшується
- c) залишається незмінною

Пектинові речовини здатні:

- a) утворювати драглі в присутності цукрів і кислот
- b) утворювати піни в присутності цукрів і кислот
- c) утворювати крохмаль в присутності цукрів і кислот
- d) утворювати барвники в присутності цукрів і кислот

Целюлоза це:

- a) опорна речовина, що входить до складу стінок клітин
- b) речовина, що входить до складу крохмалю
- c) речовина, що входить до складу пектину
- d) речовина, що входить до складу сахарози

Який із полісахаридів розчиняється у воді?

- a) амілоза
- b) амілопектин
- c) крохмаль

Який із дисахаридів швидше піддається гідролізу при бродінні тіста?

- a) сахароза
- b) мальтоза
- c) лактоза

В клейстерах якого крохмалю амілоза швидше ретроградується?

- a) картопляного (23%)
- b) аміломаїсового (50–60%)
- c) восковидного (1%)

Який із моносахаридів краще карамелізується?

- a) глюкоза
- b) фруктоза
- c) галактоза

Якій крохмаль має більш високу температуру клейстеризації?

- a) картопляний
- b) кукурудзяний
- c) пшеничний

Якій крохмаль можна використовувати для приготування киселю, який не потребує варіння?

- a) фосфатний
- b) набрякаючий
- c) окислений

Скільки цукрів в середньому міститься в ягодах і плодах?

- a) 0,5–3 %
- b) 3–15 %
- c) 25–30 %

Вміст крохмалю в картоплі становить:

- a) 12–14%
- b) 15–20%
- c) 20–25%

При варці картоплі з крохмалем протікають зміни

- a) клейстеризація
- b) ретроградация
- c) декструкція

При зберіганні крохмалевмістовних кулінарних виробів при низьких температурах спостерігається:

- a) ретроградация
- b) клейстеризація
- c) декристалізація

При замісі дріжджового тіста з цукрами протікає:

- a) ферментативний гідроліз
- b) кислотний гідроліз
- c) меланоїдиноутворення

В молоці присутній цукор:

- a) лактоза
- b) сахароза
- c) мальтоза

При пасеруванні борошна спостерігається процес:

- a) деструкції
- b) клейстеризації
- c) ретроградації

При пасеруванні борошна протікає зміна його кольору завдяки:

- a) меланоїдиноутворенню
- b) гідролізу
- c) ретроградації

В технологічному процесі виробництва кулінарної продукції спостерігається збільшення розчинності крохмалю при термічній його обробці температурою:

- a) 130 °C
- b) 110 °C
- c) 90 °C

В початковій стадії випічки тіста з крохмалем протікає:

- a) клейстеризація
- b) ретроградація
- c) деструкція

Для здійснення процесу меланоїдиноутворення необхідна присутність:

- a) солоцукрів і амінокислот
- b) дисахаридів і білків
- c) поліцукрів і жирів

Інверсія цукрів протікає в присутності:

- a) органічних кислот
- b) білків
- c) ліпідів

Які необернені зміни відбуваються з крохмалем при варінні картоплі?

- a) Клейстеризація
- b) Ретроградація
- c) Деструкція

Низькометоксильовані пектини утворюють драгли, якщо в розчині є:

- a) іони кальцію
- b) іони натрію
- c) іони заліза

Агароїд утворює драгли при концентрації його в розчині

- a) 1.5%
- b) 1.0%
- c) 3%

Термін набухання агароїду становить

- a) 30–60хв.
- b) 20–30хв.
- c) 15–20хв.

Оптимальна температура утворення драглів для агароїду

- a) 15–170°C
- b) 10–150°C
- c) 8–100°C

Агароїд не рекомендують використовувати в якості драглетворювача у:

- a) молочних продуктах
- b) фруктових продуктах
- c) овочевих підварках

Пружність драглів агару підвищується, якщо в розчині є молекули

- a) сахарози
- b) мальтози
- c) фруктози

Кліткові стінки рослин головним чином вміщують:

- a) полісахариди

- б) білки
- с) ліпіди

На пом'якшення овочів при варці впливає накопичення в відварах:

- а) пектину і нейтральних цукрів
- б) вітамінів
- с) білків і барвників

Розрідження консистенції соусів під час тривалої теплової обробки обумовлено:

- а) руйнуванням крохмального зерна та деполімеризацією полісахаридів, що в ньому містяться
- б) ретроградацією крохмальних полісахаридів
- с) деструкцією протопектину та геміцелюлоз

Розділ 8. Технологічне забезпечення якості харчових продуктів

Речовини продуктів харчування, які сприяють збереженню вітаміну С:

- а) амінокислоти
- б) мінеральні речовини
- с) ферменти

У якій страві з картоплі міститься найбільша кількість вітаміну С

- а) картопля відварена
- б) картопляні котлети
- с) картопляна запіканка
- д) картопляне пюре

Зазначте способи, які протидіють потемнінню очищеної картоплі

- а) бланширування
- б) обробка розчинами кислот
- с) обробка сірчистим ангідридом
- д) обробка водою
- е) обробка паром
- ф) обробка низькими температурами

При пасеруванні моркви в жир переходять вітаміни:

- a) А
- b) β-каротин
- c) С
- d) В

При тепловій обробці овочів збереженню зеленої барви сприяє:

- a) велика кількість води і відкрита кришка посуду
- b) додаванні кислоти
- c) мала кількість води і закрита кришка

Барвні речовини буряку мають червоно-малинове забарвлення при рН:

- a) 4,5
- b) 7,1
- c) 8,3

В результаті яких теплових змін при тепловій обробці відбувається виділення летючих речовин?

- a) денатурація
- b) гідратація
- c) деструкція

В результаті яких змін білків при тепловій обробці утворюються нові смакові і ароматичні речовини?

- a) при гідратації
- b) при денатурації
- c) при деструкції

Зелений колір овочам надає:

- a) хлорофіл
- b) каротин
- c) бетанін

Технологічний процес кулінарної обробки продуктів рослинного походження більш всього впливає на:

- a) вітамін С
- b) вітамін А
- c) вітамін Д

Барвні речовини буряку мають червоно-малинове забарвлення при рН:

- a) 4,5
- b) 7,1
- c) 8,3

Чому при попаданні солі на жовток яйця під час смаження яєчні з'являються білі плями ?

- a) розчиняються кристали солі;
- b) відбувається розпад забарвлюючих речовин;
- c) відбувається окислення ліпідів;
- d) відбувається денатурація білків яйця.

Поява червоного кольору всередині готових виробів із січеного м'яса обумовлена:

- a) тепловою денатурацією фібрілярного білка колагену;
- b) реакцією меланоїдиноутворення;
- c) емульгуванням жиру;
- d) взаємодією міоглобіну з аміаком при перевищенні строків зберігання м'яса;
- e) дегідратацією білків з виділенням води;
- f) гідролізом білків.

Поява специфічного аромату та смаку при смаженні м'яса обумовлена:

- a) появою продуктів глибокого розпаду азотистих речовин і жиру при температурі вище 100 °С;
- b) реакцією меланоїдиноутворення і пірогенетичного розпаду білків і вуглеводів;
- c) денатурацією і деструкцією білків м'яса;
- d) деструкцією протопектину і геміцеллюлози

Які харчові речовини визначають специфічний запах риби при збереженні

- a) білки
- b) жири
- c) вуглеводи
- d) вода

- e) ферменти
- f) мінеральні речовини

Зазначте співвідношення яких харчових речовин визначають смак і консистенцію м'яса риби

- a) вуглеводи і вода
- b) жир і вода
- c) білка і вода

Зміна забарвлення та поява специфічного запаху при пасеруванні борошна обумовлена:

- a) реакцією меланоїдиноутворення
- b) денатурацією та деструкцією білків борошна
- c) термічною деструкцією амілопектину

Різноманітне забарвлення овочів пояснюється наявністю:

- a) пігментів
- b) ферментів
- c) органічних кислот

Жовтий, помаранчевий, червоний кольори овочів обумовлені наявністю:

- a) каротинів
- b) хлорофілу
- c) бетаніну

Вітамін С краще зберігається при:

- a) варінні на пару
- b) варінні у великій кількості води
- c) варінні у відкритому посуді

Жовтий колір жовтка яйця пояснюється вмістом:

- a) каротину
- b) рибофлавіну
- c) токоферолу

Червоний колір сирого м'яса залежить від наявності:

- a) міоглобіну
- b) глобуліну
- c) хлорофілу

Жовтий колір харчових продуктів зумовлений наявністю:

- a) хлорофілу
- b) каротиноїдів
- c) антоціанів
- d) катехинів

Розрізняють наступні види первинного смаку:

- a) кислий, солодкий, солоний, гіркий
- b) основний та сторонній
- c) ефектний та емоційний
- d) миттєвий та пролонгований

У формуванні смаку і аромату термічно оброблених продуктів значну роль відіграють:

- a) меланоїдини
- b) продукти гідролізу крохмалю
- c) акролеїн
- d) циклічні вуглеводні

Найнижчою термостабільністю під час технологічного процесу характеризується:

- a) вітамін С
- b) вітамін Е
- c) вітамін В₂
- d) ніацин

Червоний та фіолетовий колір харчових продуктів зумовлений наявністю:

- a) хлорофілу
- b) каротиноїдів
- c) антоціанів
- d) катехинів

Червоний колір м'яса теплокровних тварин обумовлений наявністю та концентрацією:

- a) пропоміозину
- b) актоміозину
- c) міоальбуміну
- d) протопорфіну

Вітамінізація кулінарної продукції провадиться з метою:

- a) підвищення харчової цінності
- b) покращення харчових властивостей
- c) подовження терміну зберігання
- d) підвищення безпечності

Присутність в деяких продуктах антивітамінів здатна:

- a) блокувати біологічну дію вітамінів
- b) підсилювати дію вітамінів
- c) погіршувати дію вітамінів
- d) гальмувати дію вітамінів

Каротин це:

- a) провітамін вітаміну А
- b) пігмент, який міститься в продуктах тваринного походження
- c) незамінна амінокислота
- d) посилювач смаку

СИТУАЦІЙНІ ЗАДАЧІ

1. Підприємство харчування використовує для виробництва десертів із пінною структурою желатин. Обґрунтуйте параметри технологічного процесу, за яких буде досягнута необхідна консистенція десертів. Підберіть піноутворювачі, дайте пояснення щодо їх вибору.

2. Заварні тістечка мають золотисту скоринку. Якщо колір скоринки тьмянний, блиск відсутній. Поясніть сутність процесів, що відбуваються під час випікання виробів, причину утворення скоринки, дайте характеристику процесів, що спричиняють її утворення.

3. В асортименті продукції переважають канапки. Охарактеризуйте причини і обґрунтуйте процеси, що відбуваються при завітрюванні (підсиханні). Розробіть рекомендації щодо захисту їх від завітрювання.

4. Споживач скаржиться на те, що страва із м'яса має жорсткувату, несоковиту консистенцію. Обґрунтуйте причини порушення, поясніть сутність процесів, що обумовили таку якість готової продукції, дайте рекомендації по вдосконаленню технологічного процесу.

5. Готова продукція після смаження у фритюрі має коричневу скоринку. Фритюрний жир змінив колір (потемнів), зросла його в'язкість. Поясніть сутність процесів, що обумовили таку якість готової продукції та фритюру, дайте рекомендації по вдосконаленню технологічного процесу. Порекомендуйте способи відновлення якості жиру.

6. Кондитерський цех спеціалізується на виробництві тістечок з пінною структурою. Підберіть відповідні піноутворювачі, обґрунтуйте свій вибір. Поясніть сутність процесів, що відбуваються під час піноутворення, параметри ведення технологічного процесу.

7. Якість хліба не відповідає вимогам державних стандартів. Які технологічні фактори можуть впливати на процес черствіння хліба. Які зміни відбуваються при цьому, обґрунтуйте їх. Поясніть, як можна цей процес загальмувати.

8. У підприємстві харчування у якості гарніру використовуються макаронні вироби. Поясніть сутність процесів, що відбуваються

під час їх приготування. Дайте рекомендації щодо параметрів технологічного процесу їх приготування, зберігання та реалізації.

9. Підприємство реалізує десерти із фруктів. Піна десертів не стійка, опадає. Поясніть сутність процесів, що відбуваються під час їх отримання піни. Дайте поради по вдосконаленні технології приготування.

10. Хлібобулочні вироби із дріжджового тіста не зберігають форму при випіканні. Поясніть сутність процесів, що відбуваються під час їх виробництва. Обґрунтуйте причини та розробіть рекомендації.

11. У кондитерському цеху виготовляються желейні оздоблювальні напівфабрикати для кондитерських виробів та десерти. Вам необхідно підібрати структуроутворювачі. Поясніть сутність процесів структуроутворення, обґрунтуйте технологічні параметри.

12. У підприємстві харчування на гарнір використовуються різноманітні каші. Поясніть сутність процесів, що відбуваються під час варіння крупи. Розробіть рекомендації щодо умов їх зберігання та реалізації.

13. При приготуванні страв з використанням зелених овочів часто їх колір змінюється на бурий. Поясніть сутність процесів, які відбуваються при тепловій обробці зелених овочів та заходи щодо збереження їх кольору.

14. Підприємство харчування реалізує кондитерські вироби із заварного тіста глазурані. Обґрунтуйте структуру готових вибір, процеси, що відбуваються під час теплової обробки та підберіть структуроутворювачі для глазури.

15. При приготуванні борщової заправки колір буряка столового змінився на темний. Поясніть сутність процесів розмягчення та зміни кольору. Запропонуйте технологічні умови для збереження пігментів.

ПОНЯТІЙНО-ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Аерозолі — дисперсні системи з газовим дисперсійним середовищем та твердою або рідкою дисперсною фазою.

Активність води — відношення парціального тиску пари води над продуктом до такого ж парціального тиску пари води над поверхнею води в закритому об'ємі у стані рівноваги за умови однакової температури.

Альбуміни — білки, розчинні у воді та розведених розчинах солей в інтервалі рН 4.. .8,5.

Амінокислоти — органічні кислоти, які містять одну або декілька аміногруп.

Амінокислоти замінні — амінокислоти, які синтезуються в організмі людини.

Амінокислоти незамінні — амінокислоти, які не можуть синтезуватися організмом з інших сполук.

Анаероби — мікроорганізми, здатні жити без атмосферного кисню, за рахунок так званого анаеробного дихання: якщо організми можуть жити як в присутності кисню так і без нього, їх називають факультативними анаеробами. Якщо при анаеробному диханні окислюються органічні сполуки, що містять в своєму складі кисень, такий процес називається *бродінням*.

Антиоксиданти — природні або синтетичні речовини, які уповільнюють або запобігають окисненню органічних сполук.

Білки — високомолекулярні природні полімери, побудовані із залишків амінокислот, які з'єднані пептидним зв'язком.

Ацилування — заміна атома водню аміно- або гідроксогрупи ацильною групою RCO в молекулу, часто в присутності каталізаторів.

Афлюоксини — клас природних мікотоксинів, що виробляються багатьма видами грибків роду *Aspergillus*, є токсичними і канцерогенними речовинами.

Біологічна цінність — оцінка за вмістом та збалансованістю у продукті незамінних есенційних факторів харчування (амінокис-

лот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин тощо).

Бланширування — короткочасне ошпарювання, або недовге (1 хвилина) варіння продукту. Застосовується для легкого очищення продукту від шкірки, у консервуванні, а також для знищення шкідливих бактерій.

Варіння — доведення продукту до стану кулінарної готовності з повним або частковим зануренням у воду чи іншу рідину (молоко, бульйон тощо), або у водяній парі чи у НВЧ-печах.

В'ялення — сушка продукту при невисокій (природній) температурі, протягом тривалого часу.

Висолювання білків — процес осадження білків із розчину за допомогою великих концентрацій нейтральних солей.

Вільні радикали — це молекули, в яких один з атомів має вільну валентність (у формулах він позначається крапкою).

Відносна вологість — відношення парціального тиску парів води, які присутні в повітрі, до тиску насичених парів води за тієї ж температури.

Вільна вода — не зв'язана полімерами продуктів і доступна для протікання різних реакцій.

Вітаміни — низькомолекулярні органічні сполуки різноманітної хімічної природи, необхідні для здійснення життєво важливих біохімічних та фізіологічних процесів у живих організмах.

Властивості білків фізико-хімічні — молекулярна маса, наявність полярних груп, значення ізоелектричної точки, оптичні властивості, показник заломлення, спектроскопічні властивості.

Властивості білків функціональні — можливість білка виконувати ту чи іншу функцію у технологічному процесі: вологоутримувальна, емульгувальна, стабілізуюча, структуро- утворювальна здатності.

Вуглеводи — це органічні речовини, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу, що належать до класу полігідроксикарбонільних сполук біохімічні сполуки.

Гелі — системи полімер-розчинник, які характеризуються великими оберненими деформаціями за умови практично повної відсутності в'язкого плину.

Гідратація білків — процес зв'язування білками води, в результаті чого вони набухають та збільшується їх маса і об'єм.

Гідрогенізація — гетерогенний каталітичний процес приєднання водню залишками ненасичених жирних кислот у молекулах ацилгліцеринів, що здійснюється з метою зниження ненасиченості жирних кислот рослинних масел та жирів морських тварин.

Гідроліз (грец. *hydro* — вода + *lysis* — розкладання, розпадання) — реакція обмінної взаємодії речовин з водою, в результаті якої складові частини речовини з'єднуються зі складовими частинами води.

Гістони — слабколужні низькомолекулярні білки, відрізняються високим вмістом аргініну і лізину та відсутністю триптофану, розчинні у воді та кислотах і мають виражену біологічну активність (в хромосомах гістони перебувають у комплексі з ДНК).

Глобуліни — поліфункціональні білки, розчинні в розведених нейтральних розчинах солей сильних кислот та нерозчинні у воді.

Глобулярні білки — білки, в молекулах яких поліпептидні ланцюги щільно згорнуті в компактні кулясті структури (глобули).

Глутеліни — прості білки, містяться в насінні злаків, в зелених частинах рослин, розчинні в розведених лугах і кислотах та нерозчинні у нейтральних розчинниках.

Гратинірування — покриття продукту іншим продуктом, який при термічній обробці тане і створює скориночку (наприклад — гратинірування сиром).

Дегідратація білків — процес видалення вологи із речовини.

Дезодорація — видалення із масел та жирів речовин, які визначають їх смак та запах (альдегіди, кетони, вільні жирні кислоти).

Денатурація — процес, під час якого під дією зовнішніх факторів відбувається зміна вторинної, третинної та четвертинної структури білкової макромолекули, тобто її нативної просторової структури.

Денатуруючі чинники — температура, різні випромінювання, значні зміни рН, іонної сили, зміна колоїдної рівноваги, інтенсивна механічна дія та інші поверхневі ефекти, ферментація, протеоліз, хімічні речовини та модифікація, вплив часу.

Десорбція вологи — видалення рідини з вологої поверхні.

Деструкція білка — руйнування первинної структури білка.

Дисперсна система — суміш, яка складається щонайменше з двох речовин, які взагалі або частково не змішуються одна з одною

й не реагують одна з одною хімічно. Перша речовина (дисперсна фаза) розташовується в дисперсійному середовищі.

Дисперсність — характеристика розмірів частинок у дисперсійному середовищі.

Емульсія — дисперсна система з рідким дисперсійним середовищем та рідкою дисперсною фазою. Основні типи емульсій — олія у воді (пряма), вода в маслі (зворотна).

Естери — органічні сполуки, що утворюються внаслідок взаємодії карбонових кислот зі спиртами з відщепленням молекули води.

Етерифікація — реакція утворення складних ефірів при взаємодії кислот та спирті в умовах кислого каталізу.

Жири — речовини тваринного, природного та мікробного походження, які складаються зазвичай з тригліцеридів (повних ефірів гліцерину та жирних кислот).

Жорсткість води постійна — зумовлюється присутністю у воді групи солей (сульфатів, хлоридів і нітратів кальцію й магнію).

Жорсткість води тимчасова — утворена гідрокарбонатами (може бути вилучена кип'ятінням).

Заморожування — штучне охолодження до температури нижче точки замерзання води (0°C).

Запікання — термічна обробка продукту в печі, духовій шафі, де створюється однакова температура з усіх боків продукту. Також слід виділити запікання в золі — один з найстародавніших способів приготування їжі.

Зацукровування — посипання цукром фруктів, ягід.

Зв'язана вода — асоційована вода, що міцно утримується різними компонентами харчових продуктів за рахунок хімічного та фізичного зв'язку.

Зв'язана волога фізико-хімічно — об'єднує адсорбційну і осмотичну вологу (погано видаляється під час сушіння).

Зв'язана волога хімічно — найбільш міцно з'єднана з матеріалом у вигляді гідроксильних іонів (під час сушіння зазвичай видаляється частково або взагалі не видаляється).

Зв'язана волога механічно — включає в себе вологу мікрокапілярів та макрокапілярів, погано зв'язана з матеріалом та може бути видалена не лише під час сушіння, але й механічно.

Желірування — внесення до рідини драглеутворюючих речовин з метою отримання заливних, желе тощо.

Ізоелектрична точка білка — значення рН розчину, за якого молекула білка стає електронейтральною.

Ізотерма абсорбції — крива, яка відображає зв'язок між кількістю води, що утримується харчовими продуктами, з активністю води в них за певної температури.

Інверсія — гідролітичне розщеплення сахарози на глюкозу та фруктозу. *Інвертний цукор* складається з рівних частин глюкози і фруктози.

Істинний розчин (іонно-дисперсний) — розчин, в якому розмір часток складає 0,1 нм. До них належать розчини електролітів (кухонна сіль).

Істинний розчин (молекулярно-дисперсний) — розчин, в якому розмір часток менший за 1 нм. До них належать розчини неелектролітів (спирт, цукор).

Іонна сила розчину — ступінь інтенсивності електричного поля, що створюється іонами в розчині.

Йодне число — показник вмісту ненасичених жирних кислот в жирі, який виражається кількістю йоду в грамах, який розраховується для 100 грамів досліджуваної речовини.

Карамелізація — термічне перетворення цукрів з отриманням склоподібного тіла, що супроводжується, як правило, зміною забарвлення та виникненням цілої гамми нових речовин.

Квашення — біохімічний процес консервування овочів, що ґрунтується на молочнокислому бродінні, під час якого утворюється молочна кислота, що є консервантом овочевої продукції. Кількість солі від 4 до 8 %.

Кислотне число — характеризує вміст у речовині вільних кислот, визначається кількістю КОН (в мг), яка необхідна для нейтралізації 1 г жиру.

Клейстеризація крохмалю — руйнування нативної структури крохмальних зерен у процесі гідротермообробки, яке супроводжується набряканням.

Коагуляція — злипання часток колоїдної системи під час їх зіштовхування в результаті теплового (броунівського) руху.

Коагуляція білка — процес зміни колоїдного стану білків, їх згортання під дією різних факторів: фізичних (температури), хімічних кислот, лугів і інших), біологічних (вплив певних факторів, при яких порушується гомеостаз і внаслідок цього білки втрачають свої властивості).

Колоїдні розчини (золі) — дисперсні системи, найдрібніші частинки будь-якої речовини в рідкому (гідрозолі), твердому чи газоподібному (аерозолі) середовищі.

Колерування — додання готовому (як правило, запеченому) продукту красивого кольору.

Копчення — приготування продукту за допомогою гарячого (теплого) диму. Розрізняють гаряче та холодне копчення.

Ліпіди — практично нерозчинні у воді компоненти клітини, які можуть бути екстраговані з неї органічними розчинниками.

Маринування — спосіб консервування харчових продуктів, заснований на дії кислоти (часто оцтової), яка в певних концентраціях (0,5–2%) і особливо в присутності кухонної солі пригнічує життєдіяльність багатьох мікроорганізмів, які викликають псування. Маринуванні в кулінарній практиці — витримування продуктів у розчинах органічних кислот для надання готовим виробам специфічних смаку, духмяності та консистенції, а також розм'якшування сполучних тканин м'яса і риби (лимонна, оцтова, молочна кислоти та продукти, що їх містять).

Меланоїди — гетерогенна група високомолекулярних темнозабарвлених сполук, утворення яких супроводжується накопиченням у харчовій системі продуктів деструкції вуглеводів, амінокислот та решток їх спільної взаємодії.

Меланіни — темно-коричневі і чорні пігменти тварин, людини й рослин.

Меланоїдиноутворення — датність відновлюючих цукрів взаємодіяти з білковими речовинами при нагріванні з утворенням темно-забарвлених продуктів.

Мінеральні речовини — хімічні елементи, необхідні організму людини для забезпечення нормальної життєдіяльності.

Модифікований крохмаль — спеціально оброблений крохмаль, який завдяки модифікації набув нових технологічних властивостей.

Моносахариди — прості вуглеводи, що не піддаються гідролізу, не розщеплюються водою на простіші вуглеводи (глюкоза, фруктоза, рибоза, амін оцукри).

Мочіння — процес консервування, за якого, при одному і тому ж принципі приготування з солінням і квашенням, використовується найменша кількість соли і додається цукор (солі 2,5–3 %).

Набрякання — процес поглинання сухими продуктами розчинника, внаслідок чого їх об'єм та маса зростає.

Неензимне побуріння — комплекс складних реакцій, спрямованих на різні продукти, з формуванням бурих та чорних пігментів, які як модифікація сприяють чи не сприяють смаку та запаху готових продуктів або напівфабрикатів.

Неомилювані ліпіди — ліпіди, які не містять жирнокислотних залишків, тому не гідролізуються і не утворюють мил.

Обсмажування — різновид смаження, як правило, допоміжна процедура, що має за мету створення скориночки на продукті.

Опалення (грілірування) — один з найстародавніших кулінарних прийомів, полягає в обробці продукту відкритим вогнем до готовності. Шашлик, наприклад, не печеться і не смажиться, а саме опалюється. *Обпалення* — видалення пір'я, волосся на птаху.

Охолодження — застосовується для приготування холодцю, кремів, желе. Дуже повільне охолодження, як кулінарний прийом, використовується для приготування добових щів;

Окиснення — взаємодія речовини з киснем, в результаті чого утворюються нові сполуки.

Олігосахариди — вуглеводи, молекули яких складаються із декількох моносахаридних залишків, з'єднаних глікозидними зв'язками (дисахариди — сахароза, мальтоза, трисахариди — рафіноза, рамноза, чотирисахариди — стахіоза).

Омилювані ліпіди — ліпіди, що гідрогенізуються лугами з утворенням солей жирних кислот, тобто мила та гліцерину.

Пептизація — самочинний розклад агрегатів (пластівців і згустків), утворених накопиченням колоїдних частинок, які злипаються, на агрегати менших розмірів або окремі частини.

Переетерифікація — зміна гліцеридного складу жирів та масел шляхом перерозподілу залишків жирних кислот всередині та між молекулами гліцеридів.

Перекисне число — характеризує наявність в жирах первинних продуктів окислення — перекисів, є показником ступеня свіжості, визначається по кількості 0,01 н. розчину тіосульфату натрію, який необхідний для взаємодії з перекисами в 1 г жиру.

Печення — термічна обробка продукту в посуді без жиру або з невеликою його кількістю.

Пасерування — короткочасне смаження продуктів для вилучення духмяних та барвильних речовин перед наступною тепловою обробкою (приготування пасеровок для супів, тушкованих страв тощо).

Припускання — варіння у невеликій кількості рідини, або у власному соку (продуктів, які багаті вологою).

Прожарювання — обов'язковий етап підготовки масла до смаження: в результаті цього, масло очищається від шкідливих домішок, світлішає і менше пригорає.

Піна — грубодисперсна система, в якій дисперсна фаза — це бульбашки газу, а дисперсійне середовище — рідина у вигляді тонких плівок.

Пластеїнова реакція — зворотний процес ферментативного розщеплення, коли під дією протеолітичних ферментів наново утворюються пептидні зв'язки.

Протеїнати — продукти солюбілізації білків шляхом солеутворення при взаємодії з катіонами та аніонами, які характеризуються значно більшою розчинністю, порівняно з нативними або знесоленими білками.

Поверхнева активність — здатність речовини знижувати поверхневий натяг на межі поділу фаз.

Поверхневий натяг — термодинамічна характеристика поверхні поділу двох фаз, які знаходяться в стані рівноваги.

Поверхнево-активні речовини — речовини, адсорбція яких із рідини на поверхні поділу фаз з іншою фазою (твердою, рідкою або газоподібною) призводить до значного зниження поверхневого натягу.

Полісахариди — полімерні вуглеводи, молекули яких побудовані з моносахаридних залишків, з'єднаних глікозидними зв'язками.

Проламіни — прості запасні білки, що містяться в насінні злакових рослин, гетерогенні речовини, розчинні в 50...90%-му етанолі та нерозчинні у воді і абсолютному спирті.

Рафінування — вилучення з олії вільних жирних кислот та фосфоліпідів.

Редокс-потенціал (окисно-відновний потенціал) — здатність приєднання або віддачі електронів в окисно-відновних реакціях, яка залежить від зміни в розчині концентрацій йонів H^+ та OH^- .

Ретроградація крохмалю — перехід крохмалю із аморфного стану в кристалічний за рахунок того, що окремі ділянки розгалужень молекул амілопектину й амілози зв'язуються водневими зв'язками по гідроксильних групах.

Розчинення — гетерогенна фізико-хімічна взаємодія твердого тіла та рідини, яка супроводжується переходом твердої фази в розчин.

Розчини ВМС — це молекулярно-дисперсні системи, утворені дифільними макромолекулами зі значною кількістю в них полярних груп. Однофазні гомогенні системи.

Седиментація — осадження частинок дисперсної фази в рідкому або газоподібному дисперсійному середовищі в гравітаційному полі або полі центробіжних сил.

Система — сукупність взаємопов'язаних між собою частин елементів, поєднаних між собою внутрішньосистемними зв'язками, об'єднаних спільною функцією.

Склеропротеїни — це білки, поліпептиди яких утворюють ниткоподібні або спіральні структури. Зазвичай погано розчинні у воді.

Смаження (жарка) — теплова обробка продуктів на жирі (без нього), що дає змогу довести їх до кулінарної готовності за температури, яка забезпечує набуття ними специфічного смаку і кольору у всьому об'ємі.

Соління — спосіб консервування харчових продуктів сіллю (від 8 до 30 %), при цьому потрібно відрізнити соління, як приготування нової страви (солоні огірки) або як засіб збереження продукту (солонина, лабардан).

Сольватація — зв'язування молекул розчинника молекулами або іонами розчиненої речовини, або набряклого тіла; сольватація у водних розчинах називається гідратацією.

Стабілізація — утворення стійкості системи за допомогою стабілізаторів.

Стероїди — речовини тваринного або рідше рослинного походження, мають високу біологічну активність (холестерин, гормональні стероїди, вітамін D).

Структура білка первинна — послідовність амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюгу. Основним типом хімічного зв'язку є пептидний зв'язок.

Структура білка вторинна — упорядковане просторове розміщення окремих ділянок поліпептидного ланцюга. Основний хімічний зв'язок — водневий.

Структура білка третинна — розміщення поліпептидного ланцюга білка у просторі.

Структура білка четвертинна — характерна для тих макромолекул білків, до складу яких входять декілька поліпептидних ланцюгів, не зв'язаних між собою ковалентно.

Суспензія — дисперсні системи, в яких тверді частини дисперсної фази знаходяться у зваженому стані в рідкому дисперсному середовищі.

Сферопротеїни — білки, поліпептиди яких утворюють клубки, більшість з них добре розчинні у воді.

Термодеструкція — руйнування молекул речовини на більш прості частинки під час нагрівання їх до визначеної температури (призводить до накопичення низькомолекулярних фракцій).

Термополімеризація жирів — міжмолекулярне і внутрішньомолекулярне «зшивання» молекул жирних кислот, а також взаємодію між окремими молекулами жиру, що призводить до збільшення густини і в'язкості.

Технологічна операція — дія або технологічний вплив на предмет, які відбуваються у певному місті за певний час, метою яких є досягнення певних властивостей та кондицій предметом.

Технологічна система — об'єкт, який функціонує самостійно, але пов'язаний із зовнішнім середовищем, складається з певної кількості елементів, що пов'язані між собою технологічними потоками і функціонують як єдине ціле із спільною метою — забезпечити випуск продукції із заданими властивостями.

Технологічна стадія — сукупність дій (операцій) та технологічних впливів, які забезпечують досягнення предметом певних технологічних кондицій (ступеня готовності).

Технологічний параметр — закріплена у межах технологічного процесу певна кількісна величина, обґрунтована з точки зору якості кінцевого продукту.

Технологічний процес — сукупність усіх стадій та технологічних операцій, пов'язаних між собою за певною логічною схемою, які в сумі забезпечують технологічне перетворення предмета з отриманням кінцевого за технологічною схемою продукту із заданими властивостями та якістю.

Технологічний режим — сукупність чисельних значень основних параметрів робочої зони, в якій виконується технологічна операція.

Технологічні властивості сировини — загальні властивості сировини харчових продуктів із заданими властивостями їх складових частин, що реалізуються в технологічному процесі.

Тригліцериди — основні складові частини жирів та олії, які споживаються в харчуванні.

Томління — як різновид дуже довгого, повільного тушіння за порівняно невеликих температурах або при повільному охолодженні.

Тушкування (тушіння) — доведення до готовності у соусі або бульйоні зі спеціями, духмяними овочами, харчовими кислотами продуктів, попередньо обсмажених або сирих.

Фламбування — займання на поверхні готової страви спиртних напоїв з метою отримання зовнішнього ефекту (страва подається палаючою) та поліпшення смаку та аромату страви.

Флотація — процес розділення дрібних твердих частинок, заснований на різному ступені їх змочуваності водою.

Фосфолініди — різноманітна, велика група складних ліпідів, структурним компонентом яких є фосфорна кислота.

Харчова цінність — найбільш узагальнене поняття, за допомогою якого характеризують всю повноту корисності їжі за загальним вмістом та співвідношенням основних нутрієнтів: білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів.

Число омилення — показник, що характеризує вміст у досліджуваній речовині кислот та естерів (складних ефірів) — кількість КОН (в мг), необхідна для взаємодії з вільними кислотами та складними ефірами, які містяться в 1 г жиру.

Якість продукції — це сукупність властивостей продукції, яку обумовлюють її придатність задовольнити певні потреби відповідно

до призначення та встановлених нормативних вимог, що закріплені нормативною документацією.

Фібрилярні білки — це білки, які утворені поліпептидними ланцюгами, що розташовані паралельно один одному уздовж однієї осі і утворюють довгі волокна (фібрили) або шар.

Флокуляція — утворення нетривких пухких агрегатів невизначеної форми з дрібних частинок дисперсної фази, які знаходяться в завислому стані в рідкому чи газовому середовищі.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальні технології харчових продуктів: підручник / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура [та ін.] // за ред. В.А. Домарецького. — К.: Університет «Україна», 2010. — 814 с.

2. Плахотнік В.Я. Теоретичні основи технологій харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / В.Я. Плахотнік, І.С. Тюрікова, Г.П. Хомич. — К.: Центр навчальної літератури, 2006. — 633 с.

3. Ростовський В.С. Теоретичні основи технологій громадського харчування: навч. посіб. / В.С. Ростовський. — К.: Кондор, 2018. — 200 с.

4. Ростовський В. С. Прогресивні ресурсозберігаючі технології в харчовій промисловості: навч. посіб. / В.С. Ростовський, Н.В. Олейник. — К.: Кондор, 2009. — 139 с.

5. Товажанський Л.Л. Теоретичні основи харчових технологій [Текст] : навчальний посібник / Л.Л. Товажанський, В.А. Домарецький, А.М. Куц [та ін.]. — Харків: НТУ «ХП», 2010. — 719 с.

6. Домарецький В.А. Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій: монографія / В.А. Домарецький, А.М. Куц, О.Ю. Шевченко // під ред. д-ра техн. наук, проф. В.А. Домарецького. — К.: Фенікс, 2011. — 704 с.

7. Калакура М.М. Теоретичні основи технологій харчових виробництв [текст]: навчальний посібник / М.М. Калакура. — К.: ВМУРоЛ «Україна», 2011. — 109 с.

8. Новікова О.В. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів: навч. посіб. / О.В. Новікова, В.С. Ростовський. — К.: Лира, 2010. — 256 с.

9. Теоретичні основи харчових технологій [Текст] : навч. посіб. / П. П. Пивоваров [та ін.] ; за ред. д-ра техн. наук, проф. П. П. Пивоварова ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — Харків: ХДУХТ, 2010. — 362 с.

10. Теоретичні основи харчових технологій [Текст] : навч. посіб. / М. Ф. Кравченко, А. В. Антоненко ; Київ. нац. торг.-екон. ун-т. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. — 516 с.

11. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах и задачах. Підручник. / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С.І. БУХКАЛО, П.А. КАПУСТЕНКО, О.П. АРСЕНЬЄВА [та ін.] — К.: Центр учбової літератури, 2011. — 832 с.

Навчальне видання

Н. М. Зубар

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

ПІДРУЧНИК

Керівник видавничих проектів: Ястребов А.О.

Друкується в авторській редакції

Дизайн обкладинки: Тишківська Н.М.

Комп'ютерна верстка: Тишківська Н.М.

Підписано до друку 02.06.2020 р.

Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman.

Умовн. друк. аркушів — 17,67.

Обл.-вид. аркушів — 13,10.

Тираж 200 прим.

ТОВ «Видавничий дім «КОНДОР»

Свідоцтво серія ДК № 5352 від 23.05.2017 р.

03067, м. Київ, вул. Гарматна, 29/31

тел./факс (044) 408-76-17, 408-76-25

www.condor-books.com.ua