

Дніпровський державний
аграрно-економічний університет

Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ РИБИ, РИБНИХ ВІДХОДІВ, НЕРИБНИХ І МОРСЬКИХ ПРОДУКТІВ

Навчальний посібник

Дніпро
2024



Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Піваров О.А., Ковальова О.С., Кошутько В.С.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ РИБИ, РИБНИХ ВІДХОДІВ, НЕРИБНИХ І МОРСЬКИХ ПРОДУКТІВ

Навчальний посібник



Дніпро 2024

УДК 664
П 32

Рекомендовано до друку вченою радою ДДАЕУ
протокол № 9 від 27 червня 2024 р.

Рецензенти:

Самойчук К.О. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Новіцький Р.О. – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури, керівник Науково-дослідного центру водних біоресурсів та аквакультури Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Мацук Ю.А. – кандидатка технічних наук, доцентка, доцентка кафедри харчових технологій Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара.

Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології переробки риби, рибних відходів, нерибних і морських продуктів : Навчальний посібник. Дніпро : ДДАЕУ, 2024. 334 с.
ISBN 978-617-95201-9-8

Навчальний посібник присвячено висвітленню основних напрямів та перспектив розвитку рибної промисловості, технології переробки риби та морепродуктів, розумінню проблем у формуваннях переробної галузі та вмінню застосовувати зарубіжний досвід переробної промисловості. Матеріал, наведений в посібнику, дозволяє ознайомитись з досягненнями і перспективними інноваційними напрямами та сучасними технологічними процесами переробки риби, рибних відходів, нерибних і морських продуктів та виготовленням різноманітних видів харчової і технологічної продукції.

Посібник призначено для здобувачів вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 181 Харчові технології першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів вищої освіти, а також для наукових працівників, аспірантів і фахівців, які цікавляться проблемами інноваційного інжинірингу харчових виробництв.

ISBN 978-616-95201-9-8

©Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С.
2024

ЗМІСТ

Стор.

Вступ	6
Розділ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ, РОДИНИ І ВИДИ РИБ	8
1.1. Класифікація риб	8
1.2. Родини риб	9
1.3. Харчова цінність риби	13
1.4. Класифікація нерибних морепродуктів	15
1.5. Рибні товари і продукти з переробленої риби та морепродуктів.....	16
Питання для самоконтролю.....	27
Рекомендована навчальна література.....	28
Розділ 2. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	29
2.1. Інноваційні заходи зберігання морепродуктів	29
2.2. М'які методи обробка рибної продукції	30
2.2.1. М'які термічні методи інактивації рибної продукції	31
2.2.2. М'які нетермічні методи інактивації рибної продукції	38
2.3. Обробка під високим тиском для збереження рибних продуктів.....	38
2.4. Імпульсні електричні поля для обробки рибної продукції.....	43
2.5. Затвердіння	44
2.5.1. Копчення	44
2.6. Ультрафіолетове та імпульсне випромінювання для збереження рибних продуктів	47
2.7. Холодна плазма	51
2.8. Холодильна обробка риби та морепродуктів	53
2.8.1. Суперохладження	53
2.8.2. Інноваційні методи охолодження риби та морепродуктів	55
2.9. Інноваційні фізико-хімічні методи інгібування мікроорганізмів.....	65
2.10. Інноваційні методи пакування рибної продукції	72
2.10.1. Інтелектуальна упаковка	73
2.10.2. Антимікробна упаковка, покриття та плівки	76
2.10.3. Упаковка з контрольованим вивільненням антимікробних агентів із плівок	87
2.10.4. Проблеми з використанням органічних та неорганічних протимікробних агентів	90
2.10.5. Стабілізація розчинного газу	94
2.10.6. Методи газового пакування	96
2.11. Інноваційні методи консервування морепродуктів	105
2.11.1. Використання натуральних консервантів	105
2.11.2. Використання органічних кислот у консервації риби	106

2.11.3. Ефірні олії та екстракти рослин або водоростей	109
2.11.4. Особливості технології виробництва консервів із риби	116
2.11.5. Інноваційні методи попередньої переробки рибної сировини	117
2.12. Нехарчова рибна продукція, переробка та обладнання	122
2.12.1. Асортимент продукції від переробки нехарчової рибної продукції	124
2.12.2. Утилізація відходів нехарчової рибної продукції	133
Питання для самоконтролю.....	136
Рекомендована навчальна література.....	137
Розділ 3. ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ РИБИ І МОРЕПРОДУКТІВ	138
3.1. Машини для мийки риби	138
3.2. Машини для сортування риби	141
3.3. Ванна і конвеєр для глазурування риби	146
3.4. Рибочистки	154
3.5. Шкірозійомні машини	159
3.6. Універсальні машини для переробки риби	176
Питання для самоконтролю	196
Рекомендована навчальна література.....	196
Розділ 4. НЕРИБНІ МОРСЬКІ ПРОДУКТИ	197
4.1. Характеристика нерибних морських продуктів	197
4.2. Інноваційні технології переробки креветок та морських молюсків	207
4.2.1. Рециркуляційні системи аквакультури	207
4.2.2. Основні види креветок, що зустрічаються в британському рибальстві	209
4.2.3. Обробка креветок у морі	211
4.2.4. Обробка креветок на березі.....	215
4.2.5. Інноваційні технології у торгівельній практиці	219
4.2.6. Інноваційні харчові продукти з креветок	225
4.2.7. Інноваційні методи очищення креветок	227
4.2.8. Інноваційне обладнання для переробки креветок	232
4.2.9. Інноваційне обладнання для переробки крабів	243
Питання для самоконтролю	253
Рекомендована навчальна література.....	254
Розділ 5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РИБНОГО БОРОШНА ТА РИБ'ЯЧОЇ ОЛІЇ	255
5.1. Сировина та умови її зберігання у виробництві рибного борошна та риб'ячої олії	256

5.2. Інноваційні технології та обладнання переробки рибної сировини на рибне борошно та риб'ячу олію	261
5.2.1. Компактні установки з виробництва рибного борошна	262
5.3. Зелені технології виробництва олій, багатих на поліненасичені жирні кислоти ω -3 з морепродуктів	283
Питання для самоконтролю.....	290
Рекомендована навчальна література.....	290
Розділ 6. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ	
ВИРОБНИЦТВА ІКРИ	292
6.1. Види ікри	292
6.2. Інноваційні замітники риб'ячої ікри	297
6.3. Інноваційне обладнання для промислового виробництва риб'ячої ікри	299
Питання для самоконтролю	305
Рекомендована навчальна література.....	305
Розділ 7. ЗРАЗКИ ІННОВАЦІЙНОГО ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	
В РИБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	306
7.1. Пакувальні матеріали	306
7.1.1. Гнучка упаковка	308
7.1.2. Жорстка упаковка	311
7.2. Інноваційне пакувальне обладнання для риби та морепродуктів	312
7.3. Види вакуумного пакувального обладнання	321
Питання для самоконтролю	324
Рекомендована навчальна література.....	325
Висновки.....	326
Використана література.....	329

ВСТУП

Інноваційний інжиніринг в харчових виробництвах свідчить про впливову роль нових сучасних ідей та запитів технологій на вагоме покращення харчових продуктів з використанням безмежної кількості видів сировини, добавок та сучасних засобів на благо споживачів.

Інноваційні технології з переробки риби та морепродуктів займають важливе місце у харчовій індустрії, яка спирається на результати наукових досліджень та практичних досягнень у галузі. Ці масштабні виробництва забезпечують споживачів всього світу корисною продукцією, яку нам дарує природа і яку треба раціонально взяти у неї у вигляді сировини, переробити її з мінімальною кількістю відходів, виготовити смачну їжу і таким чином дати людству можливість користуватися високо цінними продуктами, наповненими природніми білками, жирами, вітамінами, мікроелементами та ще великою кількістю корисних компонентів задля життя і здоров'я. Саме інноваційні технології здатні до збереження великої кількості сировини з риби та морепродуктів і тим самим сприяти екологічній стабільності та відновленню популяцій в океанах, морях, річках, озерах та інших різного виду натуральних та штучних водоймищ.

Тільки спираючись на сучасні наукові погляди і досягнення у створенні інноваційних технологій в харчовій галузі за умови ретельного вивчення технологічних аспектів переробки харчової продукції, пошук та засвоєння новітніх технологічних закономірностей виробництва харчової продукції можливо використовувати цінну морську та річкову сировину з високою ймовірністю не нашкодити навколишньому середовищу, а навпаки збільшувати водне середовище продуктами, які можуть бути корисні людству. Для цього необхідно повсякденно відслідковувати та створювати інноваційні технології та формувати різноманітний асортимент кінцевої продукції шляхом вивчення

етапів планування, конструювання та розроблення нових технологічних заходів вироблення харчових продуктів високої якості шляхом розуміння особливостей застосування інновацій в харчовому виробництві, особливо в такому, яким є переробка риби та морепродуктів.

Запропонований навчальний посібник є яскравим прикладом широкого застосування новітніх заходів у разі використання різноманітної харчової сировини як компонентів збагачення корисними елементами харчових продуктів загального, оздоровчого та лікувального призначення (у деяких випадках навіть унікальних за складом). Розглянуто окремі галузі харчових виробництв, бо охопити всі існуючі виробництва і асортимент корисної продукції харчування не є можливим. Приклади інноваційного інжинірингу у харчовій галузі, наведені в навчальному посібнику, між тим дають достатнє уявлення про наукову та практичну стратегію проектування та впровадження у виробництво сучасних технологій, що може надихати читача на інноваційну діяльність в технологіях харчових продуктів з використанням природніх фізіологічно-функціональних властивостей різноманітної рибної сировини та сировини на основі морепродуктів, та забезпечення перспективним асортиментом продуктів високої споживної якості.

Посібник призначено для здобувачів вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 181 Харчові технології, ступінь вищої освіти Бакалавр і Магістр. Він може бути корисним в процесі вивчення дисциплін «Інноваційний інжиніринг харчових виробництв» і «Технології молочних, м'ясних та рибних продуктів», також доцільно користуватись ним для роботи на аудиторних заняттях та для самостійної підготовки здобувачів денної і заочної форм навчання спеціальності 181 Харчові технології, ступенів вищої освіти Бакалавр і Магістр. Крім того його буде доцільно використовувати для наукових працівників, аспірантів і фахівців, які цікавляться проблемами інноваційного інжинірингу харчових виробництв.

Розділ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ, РОДИНИ І ВИДИ РИБ

Води України мають близько 200 (за іншими даними – 180) видів риб: 110 у річках, 180 – у морі (близько 90 видів живуть і в прибережних частинах Азовського та Чорного морів, і в ріках, що впадають у ці моря). Переважна більшість видів риб є промисловими; кілька десятків не мають промислового значення з уваги на свою нечисленність, малий розмір чи отруйність; серед промислових майже 10% припадає на види, що у великій кількості споживається людьми, і на них припадає більшість улову.

1.1. Класифікація риб

Риба і рибопродукти – цінний і часто незамінний продукт харчування, що забезпечує потребу людини насамперед у білках тваринного походження, широку гаму вітамінів, різноманіття мікроелементів та біологічно активних речовин. Основним завданням розвитку рибної промисловості є подальший розвиток світового і океанічного промислу при одночасному зростанню рибництва в внутрішніх водах і розширенню ставкового рибництва для більш повного задоволення зростаючих потреб населення в рибі і рибних продуктах. Рибу класифікують за місцем і способом існування, розміром або масою, характером покриву шкіри, термічним станом, будовою скелета, родинами і видами [1]:

- **За місцем і способом існування** рибу поділяють на: океанічну (зубатка, тунець, макрурус, нототенія, риба-шабля, риба-капітан), морську (тріска, камбала, палтус, пікша), прісноводну (стерлядь, минь, короп), прохідну, яка живе в морях, а нереститься в річках (осетрові, лососеві), або навпаки (вугор), напівпрохідні, які живуть в опріснених ділянках моря, а розмножуються в річках (лящ, сазан, судак, сом тощо) [1-3].

- **За розміром** рибу поділяють на дрібну (до 200 г), середню (1–1,5 кг), велику (понад 1,5 кг).

- **За характером покриву шкіри** рибу поділяють на лускату, без луски і з кістковими лусками – "жучками". До лускатої риби належать: судак, лящ, кета,

лин, зубан, короп, карась та ін.; до безлускатої – сом, вугор, минь. Рибу з дрібного лускою (зубатка, навага) обробляють аналогічно тій, що без луски, тому її умовно відносять до цієї групи. "Жучками" (шипками) вкрита осетрова риба [1].

- *За будовою скелета*: розрізняють рибу з кістковим скелетом (луската і безлуската) і хрящовим (осетрові риби, мінога).

- *За особливостей побудови* м'ясо риб уособлює м'язи разом із сполучною і жировою тканиною. У м'язовій тканині риб сполучна тканина розподілена рівномірно. Тому під час розробки риб м'ясо не поділяють на сорти і за кулінарним призначенням [3].

1.2. Родини риб

У родини об'єднують рибу з однаковими ознаками: формою тіла, будовою скелета, шкіряним покривом, кількістю і розміщенням плавників тощо [1–3].

Родини океанічних риб

Родина осетрових (атлантичний осетр) – найцінніша риба з ніжним і дуже смачним білим м'ясом, що має жирові прошарки. Форма тіла риби цієї родини веретеноподібна. Тіло покрите кістковими "жучками" у п'ять рядів, між якими є дрібні кісткові зерна і пластинки. Скелет – хрящовий, за винятком голови, де є кісткові утворення. Ікра осетрових риб від світлого – до темно-сірого, майже чорного кольору, дуже поживний і цінний продукт харчування. їстівна частина осетрових становить майже 90% загальної їх маси [1].

Родина лососевих – наприклад, лосось атлантичний. Риби цієї родини мають сріблясту дрібну луску, яка щільно прилягає до тіла, і чітко виражену бокову лінію. Біля хвоста знаходиться жировий плавник. М'ясо лососевих ніжне, смачне, майже не має міжм'язових кісток, з прошарками жиру між м'язами, в потовщеннях і під шкіркою (черевна частина). М'ясо у більшості видів риби (сьомга, лосось) світло-рожевого або червоного кольору, у нельми, білорибци, сига – білого. Високо ціняться ікра оранжевого кольору, з добрими смаковими і

поживними якостями. Їстівна частина лососевих риб становить 51–56% їхньої маси [2].

Родина скумбрієвих – родина морських та океанічних риб, що охоплює скумбрії, тунців і пелаמיד, які є найважливішими промисловими об'єктами [1].

Родина оселедцевих – оселедці, салака, кільки, тюлька, сардини, сарданела. Тіло оселедцевих довгасте, стиснуте з боків, вкрите дрібною лускою, яка легко відпадає, бокової лінії не має, хвостовий плавник дуже роздвоєний [3].

Родини прісноводних риб

Родина коропових – лящ, сазан, короп, карась, лин, вобла, товстолобик, маринка, амур, рибець та ін. Тіло високе, стиснуте з боків, вкрите лускою, яка щільно прилягає до шкіри, спинний плавник один, м'ясо ніжне, середньої жирності, смачне, рибець – жирне, має багато дрібних міжм'язових кісток. Їстівна частина становить близько половини маси риби [1–3].

Родина окуневих – окунь, судак, йорж, берш. Окуневі мають два спинних плавники: перший – колючий, другий – м'який. Тіло вкрите дрібного щільною лускою, бокова лінія пряма, на боках поперечні розпливчасті темні смуги. М'ясо нежирне, соковите, смачне, багате на екстрактивні та клейкі речовини. Їстівна частина складає 38-45% [4]. Проте берш є «червонокнижним» видом, тому в Україні промислом і харчовою промисловістю не використовуються.

Риби морські

Родина тріскових – тріска, пікша, навага, минь, минтай, сайда, хек та ін. Тіло у тріскових риб видовжене, звужене до хвостового плавника, вкрите срібною лускою. Більшість представників цієї родини мають три спинних і два анальних плавники, чітку бічну лінію, на підборідді є вусик. Винятком є минь, що має один анальний плавець. Черевні плавники розміщені перед грудними. У миня плавники зрощені (два спинних і два анальних). М'ясо тріскових біле, ніжне, не має міжм'язових кісток, нежирне (до 1% жиру). Містить багато білків (до 20%) і мінеральні речовини, у печінці тріски – до 65% жиру. Частка їстівних частин становить 55% [1–3].

Окремі види риб і рибоподібних гідробіонтів. З багатьох родин вивчені й мають промислове значення тільки окремі представники.

Щука – має видовжене тіло, вкрите дрібною лускою, голова велика, спинний і анальний плавники розміщені в кінці тулуба [1].

Сом – риба без луски. Тіло видовжене, вкрите слизом, на нижній і верхній щелепах є вусики; спинний плавник маленький, анальний довгий, закінчується біля хвостового плавника. М'ясо ніжне, жирне, смачне. Дрібних кісток немає [1].

Зубатка – має видовжене тіло, стиснуте з боків у задній частині. Спинний і анальний плавники довгі, на черевці плавників не має. Риба – без луски і дрібних кісток. М'ясо смачне, ніжне. Печінка зубатки – делікатес, а ікра за смаком нагадує осетрову [4–5].

Камбала і палтус – мають плоске, несиметричне тіло, нижня половина якого світла і сліпа, верхня – темна під колір дна. Очі розміщені на верхній стороні голови. Спинний і анальний плавники облямовують тіло суцільною бахромою. М'ясо ніжне, біле, смачне, достатньої жирності (жиру не менше 5%), має специфічний смак [1–3].

Вугор – риба змісподібної форми. Тіло вкрите дуже дрібною, заглибленою в шкіру лускою. Спинний і анальний плавники довгі, зливаються з хвостом [1]. М'ясо ніжне, жирне (25-30%), смачне.

Мінога – рибоподібний гідробіонт стрічкоподібної форми; тіло без луски, вкрите слизом, має спинні та хвостовий плавники; скелет хрящовий, замість зябрових кришок – зяброві отвори; на рилі є присоска, жовчного міхура не має. М'ясо жирне (33%), смачне [1].

Скумбрія – має веретеноподібне тіло 19–35 см завдовжки з тонким хвостовим стеблом, вкрите дрібною сріблястою лускою. Спинка зеленувато-синя з темними вигнутими поперечними смужками. М'ясо ароматне, смачне, з різким рибним запахом. Жирність м'яса – 5–13%. Жир швидко окислюється [1].

Ставрида – має стиснуте з боків тіло. Голова і тіло вкриті дрібною лускою. Бічна лінія за грудним плавником різко вигинається донизу, вкрита кістковими щитками. На спині два плавники: перший – колючий, другий – м'який. М'ясо

смачне, ніжне, сіруватого кольору, має специфічний смак і запах, містить від 2 до 14% жиру, 19–20% білка [1–3].

Риба-шабля – має видовжене, стрічкоподібної форми тіло сіро-сталевого кольору, без луски. Замість хвостового плавника у неї волосяноподібний придаток. Спинний плавник розміщений від голови до хвоста. Черевних плавників не має, грудний – короткий. Нижня щелепа виступає вперед. М'ясо смачне, приємної консистенції (соковите, ніжне), зі специфічним запахом, який нагадує запах оселедця. М'ясо містить 3,2–3,6% жиру і 17,6–20,3% білка [1–3].

Нототенія – досить велика риба масою 1,5–8 кг. Риба має два колючих спинних плавники, анальні та грудні – довгі. Тіло вкрите лускою. М'ясо біле, ніжне, жирне, без дрібних кісток, дуже смачне у смаженому і відвареному вигляді [1].

Льодяна риба – має велику голову. На тілі темні смуги, розміщені впоперек. М'ясо біле, соковите, смачне. Кров риби не має кольору [1].

Зубан – має високе тіло, сплющене з боків, рожевого кольору, вкрите лускою. Плавники колючі. М'ясо соковите, ніжне, смачне (подібне до окуневих) [3].

Вугільна риба – має шкіру і луску чорного кольору. Луска дрібна, легко знімається. На спині – два плавники, розміщені далеко один від одного. М'ясо біле, смачне [3].

Макрурус – має веретеноподібне тіло з дуже видовженою хвостовою частиною, вкрите лускою з шилоподібними відростками. На спині є два плавники: перший – короткий, другий – довгий. Анальний плавник також довгий і доходить до кінця тіла. М'ясо біле з рожевим відтінком, ніжне, смачне. Печінка риби містить до 55% жиру. Ікра нагадує лососеву [1–3].

Промислове значення мають також *луфар*, *терпуг*, *бельдюга*, *риба-капітан*, *мероу* та ін. [6–8].

1.3. Харчова цінність риби

Значне місце в українській кухні посідає риба. Це продукт високої харчової цінності завдяки вмісту білків (13–23 %), жирів (0,1–33 %), мінеральних речовин (1–2 %), вітамінів А, D, Е, В₂, В₁₂, РР, С, екстрактивних речовин і вуглеводів. Хімічний склад риби не є постійним і змінюється, залежно від виду, віку, місця і пори вилову [9–10].

Білки – основна складова частина м'яса риби і представлені простими (альбуміни і глобуліни) і складними білками (нуклеопроतेїди, фосфоропротеїди і глікопротеїди). Вони майже повністю (на 97%) засвоюються організмом людини, що особливо цінно для харчового раціону людини. Неповноцінний білок сполучної тканини колаген (15%) в процесі теплової обробки легко переходить у глютин, тому м'ясо риби розм'якшується швидше, ніж м'ясо свійських тварин [9–10].

Жир риби характеризується високою часткою поліненасичених жирних кислот (лінолева, ліноленова, арахідонова тощо), але особливо цінними є ω -3-кислоти (ейкозапентаєнова і докозагексаєнова). З урахуванням складу жир рідкий, має низьку температуру плавлення і легко засвоюється організмом людини. Вміст вітамінів D і А суттєво підвищує його цінність. За вмістом жиру рибу умовно поділяють на такі групи [9–10]:

– *нежирна* (до 2%) – тріска, пікша, сайда, навага, минь, судак, річковий окунь, щука, йорж, тихоокеанська камбала;

– *маложирна* (2–5%) – короп, вобла, карась, кефаль, морський окунь, сом, в'язь, корюшка, оселедець тихоокеанський і атлантичний (під час нересту);

– *жирна* (5–15%) – білуга, осетер, стерлядь, сьомга, кета, горбуша, скумбрія, ставрида, тунець, оселедець атлантичний і тихоокеанський (влітку, восени, на початку зими);

– *дуже жирна* (15–33%) – лосось, білорибця, мінога, вугор, стерлядь сибірська, осетер сибірський, оселедець тихоокеанський і атлантичний (наприкінці літа).

Вміст жиру впливає на смакові якості риби, її харчову цінність і кулінарне використання. Чим жирніша риба, тим вона ніжніша, смачніша й ароматніша. Проте жир риби легко окислюється, і завдяки цьому погіршується якість рибних товарів [9–10].

Мінеральні речовини входять, переважно, до складу кісток риби, в числі яких найбільшу частку становлять сполуки **кальцію, фосфору, калію, натрію, магнію, сірки, хлору**, хоча дуже цінними є більшість мікроелементів, особливо **йод, бром, кобальт, манган, купрум, фтор** тощо. Морська риба містить більше мінеральних речовин, зокрема мікроелементів, ніж прісноводна. Екстрактивні речовини становлять незначну частку, легко розчиняються у гарячій воді, надають рибі та бульйонам специфічного смаку й аромату, сприяють появі апетиту і кращому засвоєнню їжі. Специфічний різкий запах морської риби зумовлений наявністю в ній азотистих речовин – амінів [9].

Вуглеводи риби представлені **глікогеном** (0,05–0,85%), який формує смак, запах і колір рибних продуктів. Солодкуватий смак риби після теплової обробки зумовлений розпадом глікогену до глюкози. Вміст води в рибі залежить від її жирності (чим більше жиру, тим менше води) і коливається від 52 до 83%. Споживні властивості риби залежать не тільки від хімічного складу, а й від співвідношення в її тілі їстівних і неїстівних частин та органів. До їстівних частин відносять м'язові тканини, шкіру, ікру, молоки, печінку; до неїстівних – кістки, плавники, луску, нутрощі. Голови деяких видів риб (наприклад осетрових) – їстівні, оскільки містять багато м'язової тканини і жиру. Чим більше в рибі м'язової тканини та ікри, тим вища її харчова цінність [10].

1.4. Класифікація нерибних морепродуктів

Нерибні об'єкти (морепродукти) бувають рослинного і тваринного (безхребетні) походження. Морепродукти мають високу харчову цінність, лікувальні та профілактичні властивості. М'ясо безхребетних істотно перевищує харчову цінність багатьох риб. Ні в яких інших продуктах немає стільки мікроелементів, особливо йоду. Використання безхребетних в харчуванні покращує обмін речовин, кровообіг, сприяє зниженню холестерину. М'ясо багатьох з морепродуктів відноситься до дієтичного. В узагальненому вигляді нерибні морепродукти можна поділити на наступні [9]:

- 1) ракоподібні: раки, краби, креветки, омари, лангусти
- 2) головоногі моллюски - кальмар, восьминоги, каракатиці
- 3) двостулкові моллюски - мідії, устриці, гребінці
- 4) голкошкірі - морські їжаки, трепанги, голотурії
- 5) ссавці - кити, тюлені.
- 6) морепродукти рослинного походження - водорості.

Ракоподібні мають захисний панцир і до них належать креветки, лангусти, омари (лобстери) і краби. Моллюски об'єднують різні види м'якотілих, які мають одну або дві черепашки (мідії, гребінці, устриці, равлики) або не мають їх взагалі (кальмари, осьминоги, каракатиці). Морепродуктам притаманний сильно виражений смак, тому необхідна мінімальна обробка під час приготування. Зважаючи на те, що морепродукти швидко псуються, їх часто продають у замороженому або вареному вигляді, а також у консервованому або ж готовими до вживання салатах. Під час заморожування руйнується лише незначна частина корисних речовин, а особливо важливі білки і мінеральні речовини залишаються без змін [8, 9].

Харчова цінність нерибної водної сировини. За вмістом поживних речовин морепродукти схожі з рибою, але є і деякі відмінності. Морепродукти – цінне джерело білка. На відміну від риби, білок у частини морепродуктів має більш волокнисту структуру і тому засвоюється гірше, зате швидше дає відчуття

ситості. Вміст вуглеводів не перевищує 1%, за винятком мідій (1,9%) і устриць (4,7%), але цієї кількості достатньо для формування у м'ясі морепродуктів приємного солодкуватого присмаку. Вміст жиру в морепродуктах становить всього 1–2%, і тільки у крабах він досягає 5%. Морепродукти та риба, на відміну від інших продуктів тваринного походження, містять унікальні ω -3 і ω -6 поліненасичені жирні кислоти, які сприяють зниженню рівня шкідливого холестерину в крові людини. Крім того, ω -3 має протизапальну дію, а також допомагає при багатьох захворюваннях, включно з астмою, запаленням легенів, ревматичним артритом і навіть пригнічує утворення ракових клітин [10].

За хімічним складом нерибна сировина є джерелом: повноцінних білків – 20–30%, глікогену – 2–10%, ліпідів – 0,5–1,2%, ненасичених жирних кислот, мінеральних речовин (вміст мікроелементів у 10 разів перевищує показник м'яса риби), вітамінів С, D, А, Е, РР, групи В. Морепродукти містять різні вітаміни, насамперед групи В (В₁, В₂, В₆ та В₁₂), а також А і D. Серед мінеральних речовин морепродукти особливо багаті кальцієм, а за вмістом заліза, що бере участь у формуванні клітин, перевищують навіть м'ясо. Крім того, вони містять фосфор, необхідний для формування міцних кісток та зубів і для ефективного засвоєння вітамінів групи В, та цинк, який незамінний у загоєнні ран. Креветки і деякі інші морепродукти особливо багаті йодом, без якого не може функціонувати щитовидна залоза, що вкрай важливо для населення континентальних регіонів. М'ясо більшості моллюсків і ракоподібних містить значну кількість глікогену, що обумовлює солодкуватий смак продуктів їх переробки [8–10].

1.5. Рибні товари і продукти з переробленої риби та морепродуктів

Жива риба. Живою, здебільшого надходить прісноводна риба (короп, лящ, сазан, карась, товстолобик, осетер, севрюга, стерлядь, сом, щука, судак та ін.). У живій рибі повністю зберігаються всі поживні речовини. Страви, приготовані з такої риби, дуже смачні. До обробки живу рибу зберігають 1–2 доби у ваннах або

в акваріумах з проточною водою. Вода повинна бути чистою, без хлорки, насиченою киснем, з температурою не вище 10 °С. Добраякісна жива риба плаває у воді спокійно, спинкою догори, не підіймаючись наверх, рівномірно піднімає і опускає зяброві кришки. Вийнята з води риба енергійно б'ється. Поверхня її природнього забарвлення, без забруднень, пошкоджень і захворювань; луска щільно прилягає до тіла; зябра червоного кольору; очі випуклі; запах властивий живій рибі. Жива риба без води швидко засинає. Така риба погано зберігається, швидко псується. Рибу, зі здутим черевцем, мутними очима, на зябрах великою кількістю слизу, неприємними запахами, для приготування страв не використовують [8].

Охолоджена риба в товщі м'язів температуру від 5 до -1°С. Охолоджують її відразу ж після вилову, внаслідок чого різко сповільнюється розвиток і діяльність мікроорганізмів. Охолоджують всі види риб. Риби коропові, дрібну тріску, пікшу, навагу охолоджують необробленими; тріскові види риби масою понад 400 г потрошать і відокремлюють голови, осетрові й лососеві потрошать. Рибу охолоджують льодом, морською охолодженою водою або розчином солі. За якістю охолоджена риба повинна мати поверхню чисту, без пошкоджень, природнього забарвлення, луску блискучу, зябра – від темно-червоного до рожевого кольору, консистенцію м'яса щільну, запах властивий свіжій рибі без ознак псування. Допускається слабкий кислуватий запах у зябрах, який легко видалити промиванням водою, а також злегка послаблена, але не рихла консистенція м'яса. Більшість видів риби в охолодженому стані можна зберігати 5 діб за температури від 1 до 2°С і відносної вологості повітря 95–98% [8].

Морожена риба. У замороженому стані надходить риба нерозібрана, потрошена з головою і без голови, потрошена і нарізана на шматки масою не менше 0,5 кг. Окремі види риб надходять у вигляді філе, замороженого у блоках масою від 1 до 12 кг. Температура в товщі м'язів мороженої риби повинна бути не вищою -6 °С. У разі її вдарення твердим предметом чути виразний звук. Під час зберігання мороженої риби в її тканинах відбуваються незворотні процеси (денатурація білків, окислення жиру), які знижують її харчову цінність. За умови

суворого дотримання режиму зберігання і розморожування ці зміни незначні. Зберігають морожену рибу за температури від 0 до -2 градусів до 3 діб [9].

До продуктів з переробленої риби та морепродуктів слід віднести

Риба солена. Група охоплює більшість соленедозрівляючих видів риб. Риби цієї групи поділяють на розмірні групи. За видами розбирання рибу солену поділяють на нерозбирану, зябрену, зябровану, обезголовлену, потрошену з головою, потрошену без голови, пласт з головою, пласт без голови, напівпласт, спинку, черевну частину, поздовжні половини, шматок, скибочки. За вмістом кухонної солі солену рибу простого способу засолу поділяють на слабкосолену (6-10% солі включно), середньосолену (10,1-14% солі включно) і міцносолену (солі понад 14%). Риби солені пряного засолу і мариновані мають у своєму складі менший вміст солі [9].

Оселедці солені. До цієї групи входять всі оселедці, крім кільки, тюльки, салаки та інших довжиною до 17 см. Залежно від району вилову та вмісту жиру, солені оселедці поділяють на атлантичні та атлантичні жирні, тихоокеанські та тихоокеанські жирні, азово-чорноморські (дніпровські, керченські, дунайські, чорноморські) та азово-чорноморські жирні. У жирних оселедців вміст жиру перевищує 12% [8–10].

Оселедці атлантичні та тихоокеанські солені поділяють на розмірні групи, залежно від довжини. За видами розбирання оселедці солені класифікують як нерозбирані, зябрені, зябровані, напівпотрошені, обезголовлені, тушку і шматки [8–10].

Оселедці азово-чорноморські випускають тільки нерозбираними. За вмістом солі оселедці солені аналогічні соленим рибі. Залежно від якості риби цієї групи, поділяють на товарні сорти: 1-й і 2-й. [9].

Оселедці пряні та мариновані (бочкові). Асортимент цих риб, залежно від району вилову, вмісту жиру, виду розбирання, такий, як і солених оселедців. За вмістом солі оселедці пряні та мариновані можуть бути слабкосоленими (вміст солі від 6 до 9% включно) і середньосоленими (вміст солі більше 9 до 12% включно). За якістю риби цієї групи на товарні сорти не поділяються [9].

Сардини пряного засолу. В цю групу входять сардини європейські, сардинопс і сардинела. За видами розбирання риби поділяються на нерозбирані, напівпотрошені та напівпотрошені і обезголовлені. За розміром і якістю їх не класифікують [9–10].

Анчоусові та дрібні оселедцеві риби солені. Анчоусові риби – це хамса та анчоус, оселедцеві – кілька, тюлька і салака. Їх випускають тільки у нерозбираному вигляді. За вмістом солі та якістю риби цієї групи поділяються так, як оселедці солені [9].

Скумбрія і ставрида солені. До цієї групи риб належать скумбрія атлантична і далекосхідна, ставрида океанічна. За видами розбирання вони існують нерозбирані, обезголовлені, потрошені, у вигляді спинки і шматків. На розмірні групи цю рибу не поділяють. За вмістом солі можуть бути слабосолоні (6-9% включно) і середньосолоні (солі більше 9 до 12% включно), а за якістю 1-го і 2-го сортів [8–10].

Скумбрія і ставрида пряного засолу. Асортимент риби цієї групи нагадує асортимент скумбрії і ставриди солених. Скумбрія і ставрида пряного засолу на товарні сорти не поділяються [8–10].

Лососі солені. До цієї групи входять сьомга, лосось озерний, балтійський і каспійський. Сьомга поділяється за довжиною на велику і дрібну. Решта видів риб на розмірні групи не поділяється. Риба повинна бути спеціального сьомгового виду розбирання. Поділяється на два товарні сорти: 1-й і 2-й [9].

Лососеві далекосхідні солені. Риби цієї групи (горбушу, сіму, чавичу, нерку, кету, крім сьомгового засолу) випускають потрошеними з головою і без голови, потрошеними сьомгового різання (для чавичі та великої кети), у вигляді черевної частини, філе-шматків, скибочок. За вмістом солі риба цієї групи поділяється так, як і солена риба, а за якістю – на два товарні сорти: 1-й і 2-й [9].

В'ялена риба. В'ялені рибні товари – це продукти, одержані шляхом обезводнювання риби або її частин у природних чи штучних умовах. В'ялені рибні товари поділяють на “В'ялену рибу” і “В'ялені баликові вироби”. В'ялена риба, за винятком в'яленого дріб'язку, поділяється на розмірні групи. Вона може

бути нерозбіраною, потрошеною з головою, потрошеною без голови, обезголовленою, у вигляді пласта з головою і пласта без голови, напівпласта, спинки, поздовжніх половинок, черевної частини, шматків черевної частини. У нерозбіраному вигляді випускають воблу, тарань, мойву, кефаль. Залежно від якості в'ялену рибу, крім вобли та дрібної азово-чорноморської тарані, поділяють на два товарні сорти – 1-й і 2-й [8–10].

В'ялені баликові вироби одержують з добре вгодованих цінних видів риб: осетрових, лососевих, товстолобика, вусача, нототені мармурової, оселедців атлантичних і тихоокеанських, пеламіди, скумбрії, палтуса, умбрини, меч-риби та ін. За видами розбирання вироби можуть існувати у вигляді спинки (балика), нижньої частини черевця, поздовжніх половинок, пласта, напівпласта, скибочок. Баликові вироби з осетрових риб поділяють на три товарні сорти (вищий, 1-й і 2-й), з оселедця-чорноспинки, білорибиці й нельми – на два сорти (1-й і 2-й) [9].

Крім в'ялених, випускають також підв'ялені баликові вироби. Їх виготовляють із риб, які здатні дозрівати протягом короткого терміну – від 3 до 5 діб. До таких риб належать нототенія мармурова, скумбрія та ставрида океанічні, оселедці атлантичні й тихоокеанські [9].

Сушена риба – це дуже зневоднений продукт. Сушать її у природних або штучних умовах. Під час сушіння риба не дозріває, тому її використовують для приготування перших страв [8–9].

Копчена риба. Популярність копченої риби, можливо, одного із найстаріших видів обробленої риби, продовжує зростати. Традиційними фаворитами копчення є головень, сиг, пікша, тріска та інша копчена риба, але тепер на ринку доступні нові види, у тому числі багато хто з аквакультури. Деякі з нових видів риб включають вугра, лосося, форель, морського собаку, осетра, скумбрію та акул. Останнім часом устриці, моллюски, мідії та морські гребінці стали доступними і в копченому вигляді. Нові продукти, що містять копчену рибу чи моллюсків, були з ентузіазмом прийняті споживачами. До списку входять паштети, соуси, спреди, салати та закуски. Копчена риба також продається з

перцевою оболонкою, приправами з трав (особливо кропу) та медовою глазур'ю, а також з різними ароматизаторами [8–9].

Аквакультура вплинула на доступність копчених продуктів. У минулі роки копчені продукти вважалися розкішно або делікатесом національної кухні через їхню високу вартість. Тим не менш, аквакультура дозволила виробляти багато видів риби за доступною ціною, що робить більше продукції доступною для «спеціальної» переробки та зберігає споживчі витрати на низькому рівні. Останні статистичні дані про рибальство показують, що деякі нові продукти, представлених на ринку, швидко витісняють деякі з більш традиційних свіжих і заморожених продуктів [9].

Процес копчення забезпечує риби та іншим копченим продуктам деякий захист від псування в порівнянні зі свіжими продуктами. Сучасні копчені продукти необхідно зберігати при температурі від 0 до 3 градусів Цельсія, щоб зменшити псування і запобігти зростанню мікроорганізмів, які продукують токсини. При правильному зберіганні копчені продукти повинні мати термін придатності від одного до чотирьох тижнів. Продукти, що зазнали сильного копчення, можуть не потребувати охолодження [9].

Збереження риби та молюсків шляхом копчення досягається за рахунок декількох етапів, які розглядаються як єдиний процес [8]:

- Поверхневе сушіння забезпечує фізичний бар'єр для проникнення бактерій і не створює прийнятної середовища для зростання.
- Засолювання знижує активність води, що пригнічує зростання багатьох хвороботворних мікроорганізмів. Однак для того, щоб засолювання було повністю ефективним, може знадобитися застосування приблизно 5-відсоткової солі, що робить більшість продуктів надто солоними для споживачів.
- Відкладення фенольних антиоксидантних сполук, що уповільнюють окиснення ліпідів.
- Відкладення протимікробних речовин, таких як феноли, нітрити та формальдегід.

Копчені рибні товари поділяють на холодного, гарячого і напівгарячого копчення. До групи "Риба холодного копчення" входить більшість видів копчених риб, за винятком сардин, оселедцевих, осетрових та лососевих. Залежно від якості цієї групи поділяють на 1-й і 2-й сорти. "Оселедці холодного копчення" об'єднують більшість видів оселедцевих риб, за винятком сардин та дрібних оселедцевих. "Сардини копчені" – це сардини атлантичні, сардинопс і сардинела. Риба може бути нерозбіраною, обезголовленою, у вигляді спинки. "Риби лососеві холодного копчення" об'єднують більшість лососевих риб. За видами розбирання існують нерозбірані, потрошені з головою, у вигляді спинки (балика), черевної частини та скибочок [9].

"Баликові вироби холодного копчення" виготовляють з осетрових (білуги, калуги, осетра, шипа, севрюги) та лососевих риб (білорибиці, нельми). Баликові вироби з осетрових риб бувають у вигляді спинки, черевної частини, поздовжніх половинок. Баликові вироби з лососевих риб – у вигляді спинки і черевної частини. "Ставриду і скумбрію пряно-копчені" випускають у нерозбіраному вигляді. "Кіперс" – це продукт зі слабкосоленої жирної риби у вигляді пласта з головою, який коптять холодним способом протягом короткого періоду [9].

Дим для копчення риби можна виробляти за допомогою колод, тріски або тирси. Поліни дають гарячіший вогонь з меншою кількістю диму, якщо процес не контролюється ретельно. Тирса легко тліє і виділяє більше диму, який можна нанести на виріб. Нижчі температури, необхідні при використанні тирси, забезпечують дим з великим вмістом консервантів та ароматизаторів. Куріння при вищих температурах окислює ці консерванти та ароматизатори з утворенням вуглекислого газу та води. Важливо ретельно вибирати деревину, оскільки попередня дія пестицидів або промислових хімікатів може призвести до появи токсичних речовин для людини. Переважно використовувати тверду деревину, оскільки вона надає м'якіший смак, а хвойні породи, такі як сосна і ялиця, надають більш смолистий смак. Переважними породами димної деревини є клен, дуб, гікорі, мескіт, вишня, яблуня та бук. Хоча деякі фірми заявляють, що одна

порода деревини перевершує іншу до смаку, тільки найрозбірливіший споживач може по-справжньому помітити різницю [8] (Рис. 1).



Рис. 1. Сучасна камера для копчення риби [11]

Оскільки більша частина компонентів диму, що містяться в копченій рибі, поглинається поверхневою та тканинною водою м'язів риби, важливо, щоб риба залишалася вологою принаймні протягом частини процесу копчення. Повідомлялося, що швидкість всмоктування фенольних сполук у попередньо висушеній рибі становить лише 5 % швидкості всмоктування вологих риб. Метою сучасного процесу копчення має бути рівномірне надання продукту бажаних сенсорних характеристик, продовження терміну придатності продукту та запобігання відкладенню відомих канцерогенів. Характерний золотистий колір копчених морепродуктів обумовлений взаємодією карбонілів з амінокомпонентами на м'якоті. Також було виявлено, що в міру псування риби аміні сполуки стають все більш важливими у визначенні ступеня потемніння. При стандартному процесі копчення стан та ступінь псування сировини можуть впливати на ступінь фарбування. Нітрозоречовини в димі надають м'якоті копченої риби рожевого кольору. Висловлено припущення, що саме вони здатні утворювати канцерогенні N-нітрозаміни при реакції з амінами в м'язах риб. Копчені морепродукти можуть містити до 0,5 г компонентів диму на 100 г тканини. Деякі леткі сполуки можуть бути канцерогенними. Найбільш відомим

із них є бензопірен, концентрація якого може знижуватися при зберіганні. Найбільша кількість бензопірену засвоюється на останній, гарячій стадії куріння. При гарячому копченні у вісім-дев'ять разів більше бензопірену поглинається, ніж при холодному. Смак та аромат копченої риби обумовлені насамперед наявністю фенолів. У процесі гарячого та холодного копчення у продуктах утворюються різні фенольні сполуки. Сполуки диму з нижчою молекулярною масою відповідають за бажаний смак копченого продукту. Сполуки з вищою молекулярною масою зазвичай вважаються такими, що надають «обпалені» або різкі фенольні сенсорні характеристики. Дослідження дійшли висновку, що традиційні методи обробки копчення не впливають на якість білка або профіль жирних кислот у м'якоті. Однак якщо продукт сильно перегрітий, доступність деяких амінокислот може знизитися. Жоден із сучасних процесів не використовує такі високі температури обробки [8–10].

Рибні товари гарячого копчення. "Риба гарячого копчення" за видами розбирання буває нерозбираною, потрошеною з головою і без голови, обезголовленою, зяброваною, у вигляді шматка, філе – шматка, рулету і спинки. "Оселедці гарячого копчення" випускають нерозбираними і зяброваними. "Сардини гарячого копчення" містять сардини європейські, сардинопс і сардинелу. Є нерозбираними і зяброваними. До групи "Риби осетрові гарячого копчення" входять копчені білуга, калуга осетр, севрюга, шип і стерлядь. "Риба дрібна гарячого копчення (копушка)" представлена хамсою, анчоусом, барабулею, кількою, тюлькою, салакою, азово-чорноморською скумбрією і ставридою та іншими рибами довжиною до 17 см. До рибних товарів напівгарячого копчення належать оселедцеві риби, у тому числі дрібні (кілька, салака), сардини, корюшкові та інші [9].

Ікра риб. Цінність ікри обумовлена високим вмістом білків (26-28%), жирів (14-16%), вітамінів, мінеральних, ароматичних і смакових речовин. Великим попитом користується ікра осетрових і тихоокеанських лососевих риб, використовується також ікра частикових і деяких океанічних риб. Ікринки мають кулясту форму, колір їх залежить від виду риб : в осетрових він – від сірого до

чорного, у лососевих – помаранчово-червоний, в інших – сірувато-жовтий. Залежно від способу обробки і зрілості ястиків, виробляють зернисту, паюсну, пробійну і ястичну ікру, а за видом упаковки – баночну і бочкову [9].

Ікра з осетрових і лососевих риб – зерниста, паюсна і ястична, за видом упаковки – баночна, баночна пастеризована, бочкова [9]. Зернисту ікру готують зі зрілих ястиків свіжовиловленої риби. Ястики миють і пробивають крізь сита-грохотки для відділення ікринок. Пробиту ікру сортують за пружністю ікринок, розміром, промивають від слизу, крові, оболонок і піддають засолу.

Окрім солі, в більшості випадків використовують і консерванти. Від солоної ікри відокремлюють тузлук і віддають її на упаковку. Баночну зернисту осетрову ікру фасують у жерстяні банки масою нетто до 2 кг. На місце стику кришки з банкою надягають гумове кільце, щоб всередину упаковки не попадало повітря. Баночну пастеризовану ікру фасують у скляні баночки масою нетто 28, 56 і 112 г, герметично укупувають і пастеризують за температури 60 °С. Бочкову ікру упаковують у дубові заливні бочки, покриті всередині парафіном місткістю до 50 л [8–9].

Ікра зерниста осетрових риб баночна повинна бути у всіх гатунках одного виду риб і одного способу консервування, мати зерно одного розміру: велике або середнє – у вищому гатунку, велике, середнє або дрібне – в 1-му і 2-му. Колір природний, рівномірний: у вищому гатунку – від світло- до темно-сірого, в нижчих – до чорного з допуском різниці в кольорі ікринок. Ікринки повинні легко відділятися одна від одної. У 1-му гатунку може бути вологувата або густувата консистенція і слабкороздільні ікринки; у 2-му – консистенція волога і густа, а під час розділення ікринок може частково порушуватися оболонка. У 1 – му гатунку допускається присмак "травички", у 2-му – гострота і сторонні природні присмаки ("травички", мулистий). Масова частка кухонної солі в усіх сортах – від 3,5 до 5%. Не допускається наявність сторонніх домішок [9].

Паюсна ікра готується з ослабленого зерна, підданого засолу, а потім піддається легкому пресуванню для відділення тузлука. Фасують у скляні банки по 60 і 120 г, жерстяні – до 2 кг або упаковують у дубові бочки. У паюсній ікрі

осетрових риб повинні бути однорідна консистенція середньої м'якості, однорідний темний колір, властивий аромат, смак може бути із злегка відчутною гіркотою. Тільки у 2-му гатунку допускається ікра різних відтінків, неоднорідна за консистенцією, зі слабким запахом жиру, що окислюється, гіркотою, присмаком мулу і "травички". Масова частка кухонної солі у вищому сорті не більше 4,5; у 1-му – 5% і 2-му – 7%. Масова частка вологи в ікрі усіх сортів не повинна перевищувати 40%. Ястичну ікру готують з недостиглих або перезрілих ястиків. Великі можуть розрізати на шматки завдовжки 15–20 см. Після засолу і набрякання тузлука ястичну ікру упаковують у бочки або жерстяні банки по 2 кг. За смаковими властивостями ястична ікра значно поступається паюсній і зернистій [9].

Червону ікру готують зі зрілих ястиків тихоокеанських лососів: кети, горбуші, нерки, кижуча, сіми, чавичі [9]. Ікру отримують і з інших лососевих риб, але вона може бути з гіркотою і менш вираженим ароматом. Лососева ікра випускається зернистою, інша – ястичною.

Ікра зерниста і паюсна осетрових риб випускається Вищим, 1-м і 2-м гатунком; ікра зерниста лососевих риб – 1-м і 2-м гатунком; ікра ястична осетрових риб – без поділу на гатунки. Не класифікують також на сорти ікру зернисту пастеризовану баночну та ікру малосольну добірну зернисту [9].

Асортимент ікри прісноводних і океанічних риб – ікра оселедців, палтуса, тріски, минтаю, нототенії, шуки тощо. Пробійна ікра виходить за типом зернистої. Пастеризована – це пробійна ікра, фасована в банки невеликою масою (220, 350 г) і піддана пастеризації за температури 70 °С [8].

До дефектів цих видів ікри відносять гостроту смаку, гіркоту, запах "травички", мулу, цвіль, лопанець тощо. Гострота – це слабо виражений кислуватий присмак, що вказує на початок псування ікри. Гіркота – стійке відчуття гірко-пекучого смаку як наслідок окислювального псування жиру. Він властивий паюсній ікрі за підвищених температур зберігання [8, 9].

Причиною може бути також кухонна сіль з підвищеним вмістом сполук магнію і калію. Запах "травички" притаманний ікрі осетрових риб і зумовлений

умовами їх проживання. Запах мулу має також ікра осетрових риб він зумовлений; може бути болотистим, пліснявілим. Лопанець – наявність в ікрі порожніх оболонок ікринок, що тріснули. Це властиве, переважно, для перезрілої або ослабленої ікри, особливо під час транспортування чи тривалого зберігання. Цвіль – білуватий або з іншими відтінками наліт, що має неприємний затхлий запах. У разі проникнення вглиб ікри дефект не піддається усуненню. Ястичну ікру готують з ястиків частикових риб: ікра судака (галаган), тарані й вобли (тарама), тріски, минтаю, оселедця. Солено-в'ялену ікру виробляють зі зрілих солоних ястиків, пров'ялених на повітрі протягом 15 – 25 діб. Копчено-солону ікру готують з ястиків свіжої тріски. Маркують банки з ікрою таким чином: для білуги, калуги, осетрової та іншої ікри світло-сірого кольору на дні банки штампують 000, сірого – 00, темно-сірого – 0, чорного – X. Ікра севрюжача не має умовних позначень. Ікра осетрових, упакована в бочки, маркується обручами різного кольору: білуга – синім, осетрова – червоним, севрюжача – чорним, прісноводна – жовтим [9]. Зберігати ікру в роздрібній торговій мережі слід у чистих охолоджуваних приміщеннях. За температури від -4 до -5° С термін зберігання зернистої ікри не повинен перевищувати 7 діб [8].

Питання для самоконтролю

1. Які види риб поділяють за місцем і способом існування?
2. Які види риб поділяють за розміром?
3. Які види риб поділяють за характером покриву шкіри?
4. Які види риб поділяють за будовою скелета?
5. Які види риб поділяють за особливостей побудови?
6. Які види риб відносять до родини океанічних риб?
7. Які види риб відносять до родини лососевих?
8. Які види риб відносять до родини оселедцевих?
9. Які види риб відносять до родини прісноводних?
10. В чому полягає харчова цінність риби?
11. В чому полягає харчова цінність нерибної водної сировини?
12. Яким чином поділяються нерибні морепродукти?
13. Наведіть приклад рибних товарів і продуктів з переробленої риби та морепродуктів?

Рекомендована навчальна література

1. Шевченко П. Г., Пилипенко Ю. В. Основи систематики рибоподібних і риб: Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2011. 249 с.
2. Козлов А. П., Павлова В. А., Малигіна В. Д. Риба та рибні товари: навч. посіб. Дніпропетр. ун-т економіки та права. Дніпропетровськ, 2008. 280 с.
3. Риби України : [іл. атлас : посіб. для практ. занять] / Анатолій Щербуха; [наук. ред. Юрій Некрутенко]. Київ : Вид-во Раєвського, 2013. 256 с. : іл.
4. Життя тварин : [довідник : у 10 т.] / Альфред Брем ; [пер. з рос. Дмитра Федорова]. - Харків : Книжковий Клуб "Клуб Сімейного Дозвілля", 2015 - 2016. Т. 9 : Риби [від акули до судака] / [уклад. Черкашина Н. М.]. 2016. 125, [2] с. : іл.
5. Шекк П. В. Індустріальне рибництво: підручник. 2017. URL: http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/3456/1/Industrialne_ribnshztvo_2017

Розділ 2. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.1. Інноваційні заходи зберігання морепродуктів

Риба та морепродукти визнані корисними для здоров'я та широко визнані невід'ємною частиною збалансованого здорового харчування. Незважаючи на це, дослідження показують, що середнє споживання морепродуктів у Європі значно менше рекомендованої кількості. Відсутність знань, складність приготування, вартість та незручність часто називають перешкодами для споживання морепродуктів, узагальнює купівельну поведінку споживачів щодо риби та морепродуктів. Споживачі, схоже, цінують нові, зручні, перероблені рибні продукти, коли вихідні характеристики істотно не змінюються. Однак зростання методів обробки змушують споживачів сприймати зміни вихідних характеристик продукту як пропорційну втрату якості, безпеки, натуральності, корисності для здоров'я та харчової цінності. Це призвело до нових досліджень та розробки готових до вживання та інших зручних напівфабрикатів з морепродуктів, які відповідають перевагам споживачів щодо здорових, натуральних, високоякісних, свіжих або схожих на свіжі продукти. У останні роки у великій кількості документів повідомлялося про рішення споживачів про купівлю та готовність платити за різноманітні морепродукти, за умови, що вони мають сертифікати соціальної відповідальності, пов'язані з перевагами їх для здоров'я. Загалом сьгоднішні споживачі сходяться на думці, що саме екологічна та корисна для здоров'я риба та рибна продукція є найбільш привабливою.

Традиційні методи обробки рибних харчових продуктів, такі як сушіння або інтенсивне нагрівання та соління, викликають погіршення їх поживних властивостей та органолептичних властивостей. В якості альтернативи, м'які методи обробки були протестовані та вдосконалені та викликали більший інтерес з боку промисловості та досліджень. Більшість цих технологій розрізняються з кількох аспектів; наприклад, деякі з них використовувалися століттями, тоді як інші були нещодавно розроблені. Крім того, робочі механізми та вплив на

безпеку харчових продуктів, термін придатності та органолептичні якості відрізняються від технології до технології. Через м'яке застосування цих технологій, що застосовуються окремо, їх рідко буває достатньо для забезпечення гарної безпеки харчових продуктів та терміну їх зберігання. Отже, комбінація двох або більше технологій часто застосовується одночасно, або послідовно.

Сьогодні в арсеналі виробників знаходять застосування декілька інноваційних інженерних заходів, які базуються на сучасних досягненнях науки і технологій, які здатні забезпечити якісне зберігання дорогіших морепродуктів без втрати основних споживчих та органолептичних властивостей та привабливого вигляду. В цілому такі інноваційні заходи можуть бути представлені наступним чином.

2.2. М'які методи обробки рибної продукції

Термічні м'які методи інактивації мікроорганізмів це омічне, мікрохвильове, сувидне, інфрачервоне, радіочастотне нагрівання.

Нетермічні м'які методи інактивації поділяються на три групи 1 – фізичні, такі як процеси з застосуванням високого тиску, консервування, ультрафіолетове та імпульсне випромінювання, холодна плазма, імпульсне електричне поле, ультразвук; 2 – хімічні методи, такі як озон та органічні кислоти і їх схильність до збереження; 3 – біологічні методи, так як біозбереження та натуральні екстракти.

Методи м'якого інгібування: атмосферна модифікація, охолодження, пакування.

У цьому навчальному посібнику основна увага приділяється методам термічної та фізичної нетермічної інактивації, а також методам м'якого інгібування, які застосовуються до морепродуктів. Знання про потенційний вплив, застосування та обмеження цих технологій раніше не збиралися в одному місці, особливо з акцентом на застосування риби та морепродуктів. Таким чином,

мета посібника полягає в тому, щоб надати огляд існуючих технологій м'якої післязбиральної обробки та того, як їх можна комбінувати (технологія бар'єрів), включаючи опис робочих механізмів та отриманих результатів, а також оцінку застосування кожної технології.

М'які методи обробки продовжують термін придатності продукту та безпеку харчових продуктів за рахунок часткового або повного пригнічення та псування патогенних мікроорганізмів або ферментів за рахунок мінімального впливу на органолептичні показники, вміст поживних речовин та характеристики продукту. Концепція м'якої обробки була розроблена для збереження свіжої якості; проте особливу увагу було приділено забезпеченню безпеки харчових продуктів та терміну придатності продукту завдяки м'яким умовам обробки. Взагалі, ці м'які методи обробки можна розділити на дві різні групи: методи термічної та нетермічної інактивації, хоча можна стверджувати, що деякі технології обробки можуть підпадати під обидві категорії. Крім того, можна розглядати додаткову групу методів м'якого пригнічення, оскільки не всі відповідні методи виявляють ефекти інактивації. З зростаючим інтересом до розробки та вдосконалення нового виробництва кількість потенційних методів нескінченна. Тому у навчальному посібнику основна увага приділена інноваційним м'яким термічним і нетепловим фізичним і хімічним технологіям, що використовуються окремо, або в комбінації (технологія бар'єрів, що обговорюється в розділі 4, для отримання безпечних морепродуктів з хорошим терміном зберігання та уподобаннями споживачів.

2.2.1. М'які термічні методи інактивації рибної продукції

Термічна обробка є найвідомішим методом консервування і досі домінує у харчовій промисловості. Основним механізмом інактивації у більшості методів термічної обробки є термічна денатурація існуючої мікробіоти, тоді як основна відмінність полягає в тому, як застосовується тепло. Крім найчастіше використовуваних технологій термічної обробки, докладно описаних нижче, до

цієї групи також входять радіочастотне нагрівання, інфрачервоне нагрівання і технологія Шака (термальний процес з перемішуванням, що сприяє передачі тепла за рахунок примусової конвекції).

Омічний нагрів. Про концепцію омічного нагріву вперше повідомили наприкінці 1800-х років, а потім у 1920-х роках було перше промислове застосування, коли він використовувався для обробки молока. Цей метод відомий і досліджується вже багато років, але інноваційне застосування омічного нагріву у новій якості почалось з 2018 року. Два механізми пояснюють ефект омічного нагріву: тепловий ефект, який є найбільш домінуючим, та посилення проникності, відоме як електропорація. Різниця між омічним нагрівом і звичайним нагріванням полягає в тому, що під час омічного нагріву тепло виробляється безпосередньо всередині самої їжі. Коли електричний струм проходить через об'єкт, електричний опір об'єкта викликає перетворення електричної енергії на тепло, ефект, відомий як Джоуліве нагрівання. Ось чому омічний нагрів також відомий як Джоуліве нагрівання або нагрівання електричним опором. Робочий механізм викликає нагрівання зсередини назовні, що призводить до швидкого та рівномірного нагрівання. Отже, у продукті не буде великих температурних градієнтів, що запобігатиме перегріву поверхні, що збереже органолептичні властивості обробленого харчового продукту. Електропорація відбувається, коли імпульси високої напруги індукують та змінюють різні електричні потенціали між кожною стороною клітинних мембран. Це викликає гідрофільні пори та відкриття трансмембранних білкових каналів. Ці пори дозволяють внутрішньоклітинному вмісту витікати з клітини, що призводить до втрати клітинної активності. Пори, що утворилися, можуть бути оборотними або незворотними залежно від ступеня обробки.

Антимікробна дія омічного нагріву інтенсивно вивчалася у таких продуктах, як молоко та соки; проте дослідження морепродуктів обмежені. У наслідок досліджень не було виявлено відмінностей у мікробному навантаженні чилійської блакитної мідії *Mytilus chilensis* після нагрівання до внутрішньої температури 50, 70 або 90 °C з використанням омічного нагріву або звичайної

водяної бані. Однак, омичний нагрів ефективно інактивує *Listeria monocytogenes* в інших харчових продуктах.

Експерименти з креветками *Litopenaeus vannamei* показали, що обробка омичним нагрівом призводить до такої самої текстури, як і при звичайному приготуванні на пару. Однак, на відміну від пропарювання, при омичному нагріву внутрішня температура досягалася швидше (40 ± 1 °C порівняно з 59 ± 2 °C), а температурний градієнт усередині креветки був набагато меншим, незалежно від розміру креветки або частини тіла (голови, тіла або хвоста). Це підкреслює основну перевагу омичного нагріву порівняно із звичайною термообробкою; можна отримати самі характеристики, але швидше і без випалу поверхні.

Омичний нагрів при високій напрузі та короткому часі обробки (5 хвилин для досягнення внутрішньої температури 72°C) благотворно впливає на фізико-хімічні та органолептичні якості. Більше того має зниження загальної кількості життєздатних організмів до 69% порівняно з необробленими зеленими мідіями *Perca viridis*. Нещодавно було наголошено на потенціалі високочастотного омичного нагріву (20–50 кГц), що демонструє хороше водоутримання, низьку усадку та корисні текстурні властивості термооброблених гребінців, а також покращену електропровідність при відтаванні замороженого тунця. Було виявлено, що більш високі швидкості нагрівання, отримані за допомогою високочастотного омичного нагріву, захищають від денатурації актину, одного з основних структурних білків, що впливають на вологоутримуючі та текстурні властивості продукту. Це підкреслює потенціал високочастотного омичного нагріву зниження деградації поживних речовин і поліпшення збереження, наприклад, вітамінів у морепродуктах. Однак для розробки термічного процесу потрібне знання розподілу температури всередині технологічної установки та теплової поведінки продукту. Такі знання можна отримати шляхом розробки тривимірних моделей прогнозування режимів нагрівання продукту.

Мікрохвильовий нагрів. Протягом багатьох років мікрохвильові печі (НВЧ) були незамінним приладом на більшості кухонь. Як правило, вони використовувалися для розігріву вже оброблених продуктів, але в даний час вони

все частіше використовуються для приготування сирих продуктів як вдома, так і в промисловості. Технологія НВЧ використовує електромагнітні хвилі, які по-різному впливають на матеріал, що обробляється. Електричне поле, що змінюється, створюване формою хвилі, змушує біполярні молекули, такі як вода, коливатися вперед і назад. Через високі частоти, що застосовуються при НВЧ-нагріві, ці коливання відбуватимуться кілька мільйонів разів на секунду. За рахунок внутрішнього тертя ці коливання призводять до об'ємного нагрівання харчового продукту. По-друге, як описано для омичного нагріву, коли електричний струм проходить через об'єкт, електричний опір об'єкта викликає перетворення електричної енергії на тепло. НВЧ є частиною електромагнітного спектра із частотним діапазоном від 300 МГц до 300 ГГц. Робоча частота побутових приладів зазвичай становить 2450 МГц, тоді як для промислових додатків вона становить або 915 або 2450 МГц. Проте частоти різняться у різних регіонах світу.

Пастеризація з використанням НВЧ в основному застосовується до рідких продуктів, таких як молоко та соки, тоді як застосування до морепродуктів обмежене. Було оцінено вплив варіння філе сома *Sciades herzbergii* у мікрохвильовій пічі і виявлено, що 2 хв при потужності 1000 Вт було достатньо для знищення (>5 логарифмічних колонієутворюючих одиниць [КОЕ]/г скорочення) *Salmonella spp.* Аналогічні результати були отримані для *Escherichia coli* та *L. monocytogenes* при потужності 750 і 875 Вт, відповідно. Нагрівання НВЧ до внутрішньої температури 60°C призводило до зниження кількості інокульованих *L. monocytogenes* до 4 log КУО/г, а кількість *Aeromonas hydrophila* було знижено на 5 log КУО/г. Дослідження за останні 5 років показало специфічний вплив НВЧ на харчові патогени в рибних продуктах, внаслідок чого було зроблено висновок про те, що хоча НВЧ значно впливає на мікробну інактивацію *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* та *E. coli*, для забезпечення повного знищення цих патогенів необхідна обробка при внутрішній температурі вище 70°C.

Той факт, що НВЧ нагріває продукти харчування швидше, ніж при звичайному нагріванні, свідчить про головну перевагу НВЧ нагріву; більш короткий час нагрівання та менш руйнівний вплив. Це було продемонстровано щодо кольору атлантичного лосося та вмісту поживних речовин. Було виявлено, що нагрівання НВЧ вигідніше порівняно із звичайною пастеризацією для кольору атлантичного лосося, що візуалізується темнішим, більш червонуватим та жовтуватим кольором. Зразки, оброблені НВЧ, були трохи м'якшими, але відмінностей у прийнятності для споживачів не спостерігалось. Вивчався також вплив різних методів приготування на вміст мінералів та вітамінів в африканському сомі. Приготування на НВЧ (2450 МГц, 4 хв) давало краще збереження мінералів і вітаміну Е в порівнянні з запіканням в духовці (200 °С, 15 хв), печі-гриль (200 °С, 10 хв) або смаженням (200 °С, 4 хв). Застосування НВЧ універсальні та включають сушку, бланшування, випічку та екстракцію; проте промислове використання НВЧ обмежене. Дослідження, присвячені застосуванню НВЧ, швидко розширюються, і вже сьогодні має місце розробка комерційних систем для харчової промисловості.

Су-від. Sous vide визначається як "Сировина або сировина з проміжними продуктами, які готуються за контрольованих умов температури і часу всередині термостійких вакуумних пакетів". Sous vide був вперше розроблений у 1974 році, але до академічних досліджень ця методика дійшла лише у 1990-х роках, а пізніше, у середині 2000-х років, вона стала широко відома простим людям. З того часу це був швидкий шлях, і обладнання для приготування їжі су-вид стало стандартним обладнанням у багатьох ресторанах та приватних кухнях.

Незважаючи на те, що су-вид заснований на тому ж принципі нагріву, що і традиційне приготування їжі, він відрізняється двома принциповими особливостями: сирі інгредієнти упаковуються у вакуумне пакування в термостійких пластикових пакетах, а по-друге, їжа готується з використанням точного контролю температури часто при низьких температурах протягом тривалого часу. Обидва кроки пропонують низку переваг у порівнянні з

традиційним приготуванням їжі. Вакуумна упаковка виключає ризик перехресної або повторної контамінації після термічної обробки, запобігає випаровуванню води та втраті летючих сполук при варінні, зменшує доступ кисню (O₂), обмежуючи окислення ліпідів та зменшуючи зростання ряду аеробних бактерій. Точний контроль температури забезпечує підвищену відтворюваність та можливість пастеризації продуктів навіть за низьких температур. Технологію *sous vide* було розроблено для ресторанів і вперше використовували як метод приготування та подачі без необхідності зберігання. Оскільки су-вид перейшов від ресторанного до промислового застосування, зросла потреба у тривалому зберіганні харчових, у тому числі рибних продуктів. Основною перевагою приготування за методом *sous vide* є покращення органолептичних та поживних властивостей. Приготування рибних котлет за методом *Sous vide* збільшило органолептичний термін зберігання (залежно від соочності, ніжності, смаку, зовнішнього вигляду та гедоністичної привабливості) з 4 до 16 тижнів порівняно з традиційним приготуванням. Так само приготування методом *sous vide* при 70°C протягом 10 хв. значно збільшило органолептичний термін зберігання атлантичного боніто *Sarda sarda* при збереженні харчової безпеки. Внаслідок обробки не виявлено помітної гіркості, пов'язаної з окисленням ліпідів, в атлантичному лососі, приготовленому методом *sous vide*, під час зберігання. Окрім того, не виявлено втрати вітаміну В 12 при приготуванні оселедця *Etrumeus teres* методом *sous vide*, тоді як традиційне приготування призвело до втрати його до 62% вмісту.

Термічна обробка, що щадить, застосовується при приготуванні за методом *sous vide*, недостатня для забезпечення безпеки харчових продуктів при зберіганні. Таким чином, безпека продуктів, приготовлених методом *sous vide*, та охолоджених продуктів значною мірою залежить від швидкого охолодження та зберігання в холодильнику (нижче 4°C) протягом усього терміну придатності. Приготовлені та охолоджені мідії *Sous vide Mytilus galloprovincialis* (85°C протягом 10 хвилин) збільшили термін придатності на 50% порівняно із

звичайним приготуванням. Аналогічні результати було отримано на рибних котлетах. З іншого боку, показано, що хоча 90°C (15 хв) було достатньо для термічного знешкодження присутніх мікроорганізмів, вони були здатні відновлюватися та розмножуватися при зберіганні в холодильнику, особливо при помірному порушенні температурного режиму (10°C). Це наголошує на важливості правильного зберігання в холодильнику. Термін придатності приготовлених та охолоджених рибних продуктів *sous vide* становить від 6 до 42 днів.

Незважаючи на зберігання в холодильнику, рибні продукти, приготовлені методом *sous vide*, як і раніше, викликають занепокоєння з приводу різних патогенів. Однією з таких проблем є непротеолітична *Clostridium botulinum*, оскільки *C. botulinum* може утворювати суперечки та виживати після низької або неадекватної теплової обробки, а потім починати рости та виробляти токсини при низьких температурах. Експерименти показали, що термообробка в інтервалі температур 65–90°C, зокрема у типовому температурному діапазоні м'якої обробки *sous vide*, мало впливає суперечці непротеолітичної *C. botulinum*. Отже, найбільш ефективним заходом боротьби з *C. botulinum* є швидке охолодження та зберігання в холодильнику. Хоча *C. botulinum* можуть відновлюватися і зростати при температурі охолодження, швидкість зростання в таких умовах низька.

Іншою проблемою є виживання та зростання *L. monocytogenes*. Як правило, рекомендується термообробка при 70°C протягом 2 хвилин, щоб забезпечити 6-логарифмічне скорочення *L. monocytogenes*. Тим не менш, термічна обробка при 70 °C рідко застосовується до рибних продуктів через ризик осадження білка при високих температурах. Останнім часом збільшилася кількість морепродуктів, приготовлених за допомогою *sous vide* при низькій температурі (42–60°C). Однак даних про термічну інактивацію вегетативних патогенів за таких низьких температур недостатньо. Це одна з причин, чому рекомендується (повторно) нагрівати рибні продукти *sous vide* перед вживанням. Обробка *sous vide* потенційно може поєднуватись з декількома іншими технологіями, такими як імпульсне електричне поле, імпульсне світло або стабілізація розчинним газом.

Більшість інших технологій, що відомі у межах м'якої обробки стали популярними, тому що вони швидкі, тоді як популярність су-вид відбувається через те, що вони повільні, але контрольовані. Су-вид поєднує в собі вакуумну упаковку, низькотемпературну тривалу термообробку, швидке охолодження та зберігання для отримання безпечних продуктів з високими живильними та сенсорними якостями. Sous vide – це один з методів м'якої обробки, який вже широко застосовується у промисловості, будинках та ресторанах по всьому світу.

2.2.2. М'які нетермічні методи інактивації рибної продукції

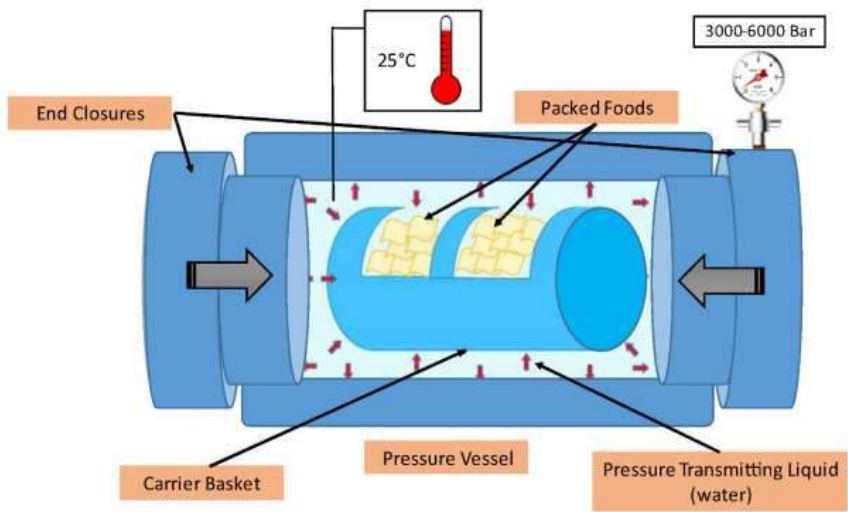
Методи нетермічної обробки є різноманітною групою технологій, більшість з яких засновано на різних механізмах інактивації. Тому ці методи часто поділяють на три різні підгрупи: фізичні, хімічні та біологічні. Крім найбільш часто використовуваних методів, описаних нижче, до фізичної нетеплової групи також відносяться методи іонізованого випромінювання, магнітного поля, що осцилює, імпульсні електричні поля і ультразвукові методи. Хімічна консервація харчових продуктів вже давно є областю, що добре зарекомендувала себе. Однак зі зростанням попиту на натуральні харчові продукти та зелені етикетки збільшилося використання так званих біологічних консервантів, таких як конкурентоспроможна мікробіота (біоконсервація) та використання ефірних олій або екстрактів трав.

2.3. Обробка під високим тиском для збереження рибних продуктів

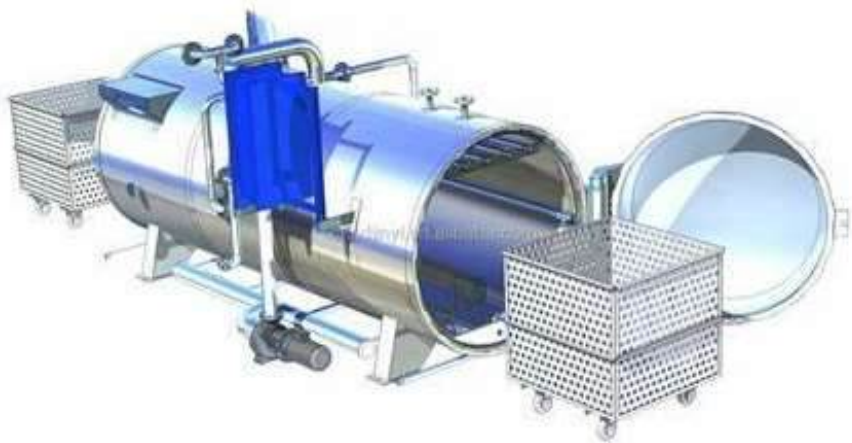
Обробка під високим тиском також відома як високий гідростатичний тиск від 100 до 1000 МПа для інактивації або зменшення кількості мікроорганізмів і ферментів до безпечного рівня. Застосування обробки високим тиском для збереження харчових продуктів було вперше випробувано понад сто років тому,

коли Хайт (1899) повідомив про збільшення терміну придатності молока після обробки тиском. Однак наукові розробки та промислове застосування з'явилися набагато новіші і відбулися за останні кілька десятиліть. Спочатку обробка високим тиском використовувалася для фруктових продуктів, таких як соки та джеми, але з того часу її використання поширилося майже на всі галузі харчової промисловості. Незважаючи на кілька успішних застосувань у харчовій промисловості, висока вартість обладнання (30 000–770 000 доларів США) обмежує його використання на малих та середніх підприємствах або у додатках з невеликим обсягом виробництва. Проте контрактація такого обладнання набула популярності (Рис. 2 а) і б)).

Застосування високого тиску викликає зменшення об'єму продукту. Ця зміна об'єму впливає на всі клітинні компоненти одночасно завдяки ізостатичному принципу, який свідчить, що тиск миттєво та рівномірно передається по всьому зразку під тиском, незалежно від форми та розміру. Зміни в об'ємі продукту досягаються за рахунок розриву молекулярних взаємодій, особливо слабших взаємодій, таких як водневий зв'язок, сили Ван-дер-Ваальса, електростатична сила та гідрофобні взаємодії. Отже, білки, включаючи ферменти, полісахариди та нуклеїнові кислоти, можуть піддаватися зміні структури та функціональності, тоді як амінокислоти, вітаміни, смакові сполуки та інші невеликі молекули залишаються відносно незмінними.



a)



б)

Рис. 2. Схематичне зображення резервуара для обробки високим тиском морепродуктів а) і резервуар для обробки високим тиском морепродуктів б) [18]

Здатність викликати мікробну інактивацію при збереженні якості демонструє одну з основних переваг обробки високим тиском у порівнянні зі звичайною термічною обробкою.

Було запропоновано декілька механізмів інактивації та загибелі бактеріальних вегетативних клітин, викликаних процесингом високого тиску. До них відносяться зміни морфології, пошкодження клітинної мембрани і денатурація білків, що призводить до змін у фізіології, включаючи синтез життєво важливих компонентів та підтримання міжклітинних умов.

Незалежно від механізмів, обробка високим тиском ефективно знижує кількість мікробів у різних видах морепродуктів. Як правило, застосування тиску 300 МПа протягом декількох хвилин при кімнатній температурі було запропоновано як адекватну обробку для інгібування вегетативних бактерій у багатьох харчових продуктах. Це було підтверджено для багатьох рибних продуктів, а також молюсків. Було проведено експерименти на морському окуні *Dicentrarchus labrax*, обидва при 400 МПа протягом 5 хвилин та отримано різне скорочення кількості бактерій, 3,2 і 0,44 log КУО/г, відповідно. Крім умов обробки, ефективність обробки високим тиском на мікробну інактивацію істотно впливають характеристики мікробіоти. В цілому передбачається, що грамнегативні (G-) бактерії більш чутливі до тиску, ніж грампозитивні (G+). На цьому наголошується висновки, які виявили, що G+ становить 58% від загальної мікробіоти мідій *Mytilus edulis* до обробки порівняно з 91% після обробки високим тиском (500 МПа протягом 2 хв).

Устриця *Crassostrea gigas* - це вид морепродуктів, для якого обробка високим тиском набула найбільшої популярності. Під час обробки високим тиском м'язи устриць відокремлюється від раковини, відкриваючи устрицю, що відомо як лущення. 100% звільнення м'яз відбувається після обробки високим тиском при 310 МПа. Крім того, устриці, очищені за допомогою високого тиску, мали вищий вихід з меншою кількістю пошкоджень, ніж устриці, очищені традиційно вручну. Після обробки високим тиском вміст вологи в устрицях збільшився, повідомляється про більш об'ємні та соковиті устриці після обробки

високим тиском. В цілому органолептична оцінка показала, що устриці, оброблені високим тиском, є більш прийнятними і мають нижчу оцінку за методом індексу якості, що вказує на меншу кількість дефектів. Основним недоліком, про який повідомлялося щодо обробки устриць високим тиском, є зміна кольору. При тиску вище 300 МПа має місце збільшення білизни і зниження прозорості устриць, внаслідок чого вони набували вареного вигляду. Ці спостереження відносяться і до інших моллюсків. Викликані високим тиском зміни забарвлення також спостерігалися у оброблених кальмарів *Loligo bleekeri*, атлантичної тріски *Gadus morhua*, атлантичного лосося, скумбрії *Scomber scombrus*, *Christensen Thunnus albacares*. Зміни кольору м'яса, що спостерігаються, часто пов'язані з трьома основними механізмами: денатурацією міоглобіну, модифікацією або руйнуванням порфіринового кільця та змінами окислювально-відновного хімічного складу міоглобіну. Однак у морепродуктах підвищена легкість пов'язана з індукованою високим тиском холодною денатурацією білків глобіну та міофібрилу. З іншого боку, зміни почервоніння, швидше за все, пов'язані з окислювальними механізмами. Колір риби та моллюсків відіграє суттєво важливу роль у сприйнятті споживачами якості. Тому ці знебарвлення становлять велику проблему для переробної промисловості. Ще одна проблема, у зв'язку з обробкою морепродуктів за допомогою високого тиску, пов'язана з впливом на водоутримуючу здатність. Її зниження залежно від тиску обробки (200–400 МПа) спостерігалось у морського ляща *Sparus aurata* та атлантичного лосося холодного копчення. Водоутримуюча здатність значною мірою залежить від взаємодії білок-вода, що пояснює зниження її після денатурації білка, спричиненої тиском.

Обробка високим тиском – це інноваційний метод обробки, який швидко розвивається, набирає популярності в багатьох галузях харчової промисловості. Популярність у першу чергу пов'язана зі здатністю обробки високим тиском інактивувати вегетативні бактерії та більшість аутолітичних ферментів, викликаючи при цьому мінімальне погіршення поживних або органолептичних якостей. Якщо покладатися тільки на денатурацію білка як механізм інактивації

бактерій, то неминуче зміна самого продукту. Це включає приготований зовнішній вигляд через денатурацію поверхневих білків або денатурацію кольорових комплексів і змін водоутримуючої здатності, текстури та індукції окислення ліпідів.

2.4. Імпульсні електричні поля для обробки рибної продукції

Імпульсні електричні поля – це нова нетермічна технологія з великим потенціалом для економічного та екологічно чистого застосування у харчовій промисловості. Широко використовується на рідких та напіврідких харчових продуктах. Основним принципом технології імпульсних електричних полів є застосування коротких імпульсів (від кількох наносекунд до кількох мілісекунд) високовольтних електричних полів між двома електродами з напруженістю 0,1–80 кВ/см. Час обробки розраховується шляхом множення кількості імпульсів на ефективну тривалість імпульсу. Популярність досліджень імпульсних електричних полів, пов'язаних з переробкою морепродуктів, зросла завдяки його здатності інгібувати мікроорганізми і змінювати структурні властивості, корисні, наприклад, для засолювання. Однією з переваг використання імпульсних електричних полів є незначний вплив на органолептичні властивості. Повідомлялося про покращення сенсорних характеристик після обробки імпульсними електричними полями у прісноводних мідій та азійського морського окуня. Встановлено більш короткий час засолювання та підвищене поглинання солі, коли імпульсні електричні поля використовувалися як попередня обробка перед засолюванням. Сила прикладеного струму встановлювалася на рівні 10 і 20 А (відповідних напруженості поля 0,3 і 0,6 кВ/см) перед засолювання морського окуня в розсолі з концентрацією солі 5% і 10% відповідно. Однак поєднання імпульсних електричних полів з посолом у сольовому розчині призвело до збільшення вмісту первинних та вторинних продуктів окислення ліпідів, виражених у перекисному числі, кон'югованих дієнів та реактивних речовин з 2-тіобарбітурової кислоти у зразках, оброблених

імпульсним електричним полем, у порівнянні з необробленими. На додаток до вищезгаданих застосувань імпульсні електричні поля здатні покращити вилучення поживних та біологічно активних сполук. Нещодавно було опубліковано кілька досліджень з морепродуктами, наприклад, з тихоокеанськими білими креветками *Litopenaeus vannamei*, рибними кістками, залишками морського окуня та морського ляща, але кількість потенційних застосувань є значною.

2.5. Затвердіння

В'ялення – це збірний термін для традиційних методів обробки, таких як сушіння, соління, копчення, маринування, маринування або їх комбінації. На відміну від більшості методів м'якої обробки, згаданих досі, в'ялення не є новою або технологією, що з'являється, а фактично є одним із найстаріших методів консервування риби. В'ялені продукти можна розділити на чотири різні групи: слабоконсервовані морепродукти, у тому числі слабосолоні, деякі мариновані та холодного копчення; ферментовані морепродукти; морепродукти напівпресерви, включаючи солону або мариновану рибу та ікру; та копчені або сильно солоні морепродукти, включаючи в'ялену рибу. Нижченаведене буде зосереджено лише на фізичних методах у рамках категорії слабоконсервованих морепродуктів відповідно до загальної теми.

2.5.1. Копчення

Копчені морепродукти включають дві групи, розділені за температурою обробки холодного копчення або гарячого копчення. Продукти холодного копчення обробляються при температурі нижче 33°C, що означає їхню легку обробку. Традиційний процес холодного копчення включає соління, сушіння та, нарешті, копчення. Основною метою соління є зниження активності води для придушення механізмів псування, і це може бути зроблено сухим способом, або

сольовим розчином, або ін'єкційним солінням. Додаткове зменшення відбувається на стадіях сушіння та копчення. Етап копчення додатково зберігає продукт за рахунок вивільнення формальдегіду і фенолів, які, як відомо, пригнічують зростання безлічі мікроорганізмів і обмежують окислювальні реакції. Аналізи виявили понад 200 різних речовин, що виділяються під час куріння, не всі з яких корисні. Особливе занепокоєння викликають сполуки поліароматичних вуглеводнів, такі як бензо(а)пірен, через їхній зв'язок з розвитком раку.

Морепродукти холодного копчення дуже чутливі до псування, і на підставі органолептичних оцінок їх термін придатності обмежений 3–5 тижнями при зберіганні при температурі 4 °С. Псування продуктів холодного копчення в основному пов'язана з неприємним присмаком, що виникає в результаті мікробного росту і метаболізму. Декілька досліджень показали, що в мікробіоті продуктів холодного копчення переважають молочнокислі бактерії в поєднанні з іншими бактеріями, що викликають псування, такими як *Photobacterium фосфореум* або *ентеробактерії*. Одним із пояснень високої мінливості мікробіоти морепродуктів холодного копчення є те, що псування сильно залежить від комбінацій обробки. Ці варіанти включають різні методи соління, концентрацію солі, ступінь сушіння і метод копчення, і це лише деякі з них. Наприклад, було виявлено *Brochothrix thermospacta* у зразках, ін'єктованих соляним розчином, але не у зразках, що зазнали сухого засолення, в яких, з іншого боку, переважав *P. фосфореум*. Однією з найбільших проблем, пов'язаних з морепродуктами холодного копчення, є потенційне виживання та зростання *L. monocytogenes*. Поширеність *L. monocytogenes* у роздрібному продажу атлантичного лосося холодного копчення від 0% до 61%, в середньому 9,8%. Хоча традиційно копчення використовувалося задля збереження та продовження терміну придатності, нині воно переважно застосовується у розвиток сприятливих органолептичних характеристик. Різні параметри обробки можуть суттєво вплинути на якість кінцевого продукту. Наприклад, було виявлено, що сухе соління призводить до більш твердих продуктів холодного

копчення порівняно із солінням у розсолі. Твердість сприяє видалення води на етапі посолу. Це ще раз пояснює різницю в одержуваному врожаї через різні стратегії засолювання. Додаткове висушування поверхні, отриманої шляхом сухого посолу, також впливає на колір поверхні, який зазвичай виявляється темнішим і менш червоним порівняно з копченим атлантичним лососем, засоленим у розсолі. Різні параметри кожного зі згаданих методів (час і температура посолу, концентрація солі тощо) відіграють важливу роль у визначенні ступеня якості кінцевих продуктів.

Найважливішим чинником, що впливає на характеристики копченої рибної продукції, є сам процес копчення. Дим можна отримати за допомогою різних піролітичних застосувань або шляхом застосування рідкого диму, також відомого як очищений конденсований дим. Димові конденсати зазвичай отримують з деревного диму, що утворюється при тлінні щепи або тирси з подальшим очищенням і промиванням для видалення небажаних з'єднань. Незважаючи на фільтрацію, активні протимікробні сполуки залишаються незруйнованими, і дослідження показали високий інгібуєчий ефект кількох типів протимікробних сполук. Димові конденсати використовуються або шляхом занурення морепродукту в розведений розчин або шляхом його розпилення в закритій камері.

Порівняння традиційного холодного копчення з розпиленням димового конденсату виявили, що розпилений розчин призводить до меншої кількості аеробних мікроорганізмів і кращого придушення їх зростання, ніж традиційне холодне копчення. Більш того, наприклад, лосось, оброблений димовим конденсатом, був твердішим, темнішим і трохи менш червонуватим і жовтуватим, ніж лосось, копчений традиційним способом. Було порівняно органолептичні оцінки атлантичного лосося, копченого піролізом, і атлантичного лосося, виробленого за допомогою димового конденсату, і виявлено, що зразки значно різняться, оскільки лосось, вироблений за допомогою димового конденсату, був класифікований як «трав'яний» та «холодний» порівняно з «маслянистим» для продуктів традиційного копчення. З

іншого боку не виявлено суттєвих відмінностей в жодній з оцінюваних органолептичних ознак через тиждень після обробки за допомогою димового конденсату або традиційного холодного копчення. Різні результати можна легко пояснити використанням різних конденсатів, оскільки вони значно різняться до смаку залежно від різних методів виробництва. Це також наголошує на можливості коригування використання різних димових конденсатів для отримання бажаного смакового профілю. Незалежно від використовуюваного типу димового конденсату, продукти, традиційно копчені на дровах, мають деякі характеристики, які важко відтворити за допомогою конденсату. Це включає, наприклад, колір, при якому димовий конденсат призводить до більш світлого і блідого кольору поверхні, ніж у копчених на дровах рибних продуктів.

2.6. Ультрафіолетове та імпульсне випромінювання для збереження рибних продуктів

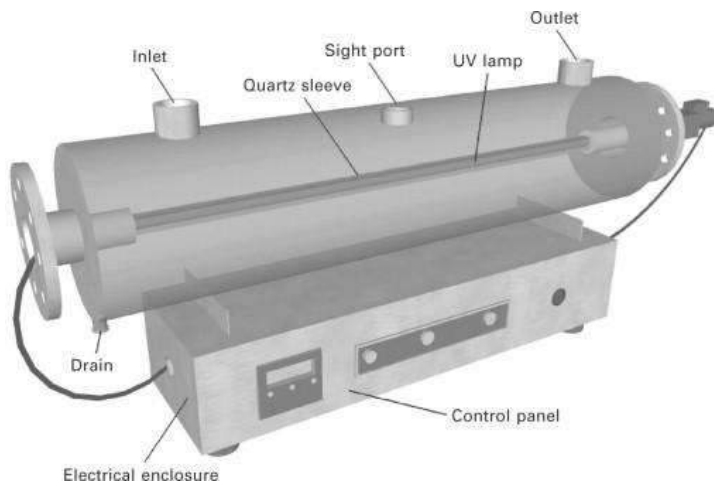
Використання обробки ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням для збереження харчових продуктів було вперше відкрито у 1930-х роках і відтоді стало поширеним методом дезінфекції у багатьох галузях промисловості. Обмеження безперервної обробки УФ-випромінюванням привели до розробки імпульсних ламп як альтернативи для доставки УФ-випромінювання. Вперше про його використання повідомили наприкінці 1970-х років; однак обробка УФ для інактивації мікробів вперше з'явилася в науковій літературі в 1990-х роках. Застосування як для дезінфекції обладнання, переробних підприємств, так і для дезінфекції пакувального матеріалу використовується вже давно, але використання для безпосередньої обробки харчових продуктів є відносно новим, хоч і зростаючим.

УФ-світло – це світло в діапазоні електромагнітного спектру від 100 до 400 нм. Однак УФ-спектр часто ділять на три типи залежно від довжини хвилі: УФ-А з 320-400 нм, УФ-В з 280-320 нм і УФ-С з 200-280 нм, причому останній має найбільш сильні бактерицидні властивості. Енергія, що вивільняється при УФ-

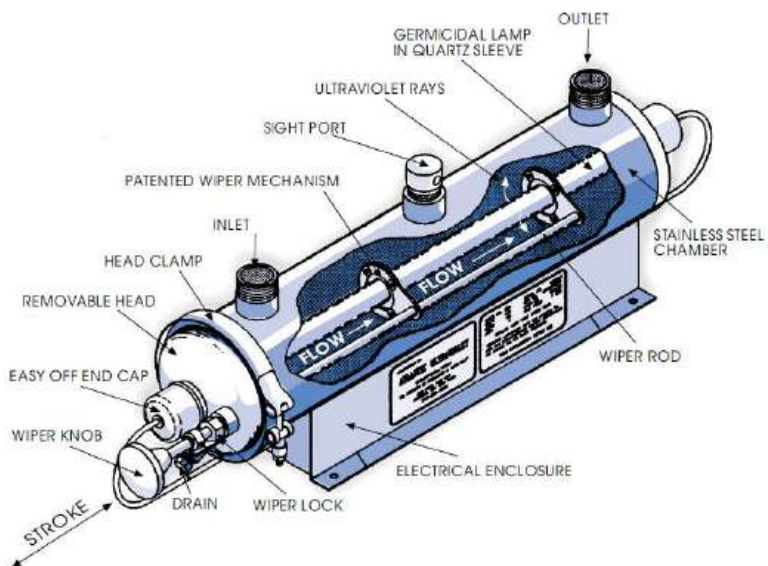
обробці, викликає утворення фотопродуктів ДНК, насамперед димерів піримідину. Цей ковалентний поперечний зв'язок між двома піримідинами одного і того ж ланцюга ДНК може викликати переривання як транскрипції, так і трансляції, що призводить до втрати функції та загибелі клітини. УФ також відома як **фотолюмінесценція** (ФЛ) широкого спектру як то високоінтенсивне імпульсне УФ-світло, інтенсивні світлові імпульси, імпульсне УФ-світло, або імпульсне біле світло, що засновано на використанні коротких імпульсів інтенсивного світла широкого спектра для інактивації мікроорганізмів. Обробка фотолюмінесценцією широкого спектру використовує світло від 200 до 1100 нм, включаючи УФ, видиме і трохи інфрачервоне світло. Бактерицидний ефект такого випромінювання в основному приписується дії УФ-С.

Названі методи вважаються ефективними для знезараження та використовуються для мікробної інактивації харчових продуктів, матеріалів, що контактують з харчовими продуктами, повітря та води (Рис. 3. а) і б)). Порівняно безперервну обробку УФ-С та фотолюмінесценцією для інактивації

L. monocytogenes у твердому середовищі. Вони виявили, що високоінтенсивне імпульсне випромінювання тривалістю до 350 с призводить до зниження більш ніж на 6 log КУО/г. Проте глибина проникнення рідких середовищ невелика (значення $D=93\pm 5$ с), але можна розглянути тонкопрофільну обробку. Для порівняння, обробка з використанням безперервної обробки УФ-С протягом до 1000 с призводила до зниження на 4 log КУО/г. Крім того, значно триваліший час обробки призвело до підвищення температури зразка. Навпаки, така ж обробка фотолюмінесценцією, яка використовувалася для креветок, інокульованих *L. monocytogenes*, атлантичного лосося і філе камбали *Paralichthys olivaceus*, призвела до зниження приблизно на 2,2, 1,9 і 1,7 log КУО/г, відповідно, у той час як обробка УФ-С не дала значного зниження.



a)



б)

Рис. 3. Типові реактори для обробки морепродуктів ультрафіолетовим випромінюванням: а) приклад вигляду УФ-обладнання; б) типова схема УФ-реактора [18]

Це підкреслює один із основних недоліків використання УФ- та фотолюмінісцентної обробки для харчової промисловості – глибину проникнення. Хоча глибина проникнення при фотолюмінесценції вища, ніж при безперервній обробці, нерівна поверхня харчових продуктів може містити мікроорганізми, які не будуть порушені обробкою. Так само при високій щільності популяції мікроорганізмів вони будуть затуляти один одного, перешкоджаючи ефективній дезінфекції. Незважаючи на це, використання безперервної обробки УФ або фотолюмінесценції показало багатообіцяючі результати для багатьох морепродуктів, включаючи інактивацію *E. coli* і *L.monocytogenes* УФ-світлом на інокульованому сирому філе лосося, збільшення терміну зберігання упакованих у вакуумі *Colossoma macropomum*, *Piaractus mesopotamicus* та філе піраруку *Arapaima gigas*, покращена мікробіологічна стабільність та органолептичні якості сушених морепродуктів, а також відсутність негативних сенсорних змін у лососі холодного копчення, обробленому УФ-С (50 мДж/см²). Однак для сирого філе лосося дози вище 200,0 мДж/см² привносять небажані органолептичні характеристики.

Основна проблема, пов'язана з використанням УФ-випромінювання для обробки харчових продуктів, полягає в тому, що воно відоме як потужний прооксидант. Проте експерименти як на нежирних, так і на жирних видах риби показали, що прооксидантним ефектом можна знехтувати при використанні м'яких знезаражуючих доз. Крім того, застосування обробки лише короткими імпульсами, як при фотолюмінесценції, показало значне зниження швидкості окислення. Було показано, що обробка УФ-випромінюванням викликає знебарвлення харчових продуктів, особливо темного м'яса, фруктів та овочів. Навпаки, повідомлялося про незначні зміни забарвлення або про їх відсутність в *Oreochromis niloticus*, морському окуні, атлантичному лососі, камбалі, креветках і сушеному кальмарі *Todarodes pacificus*. УФ-обробка, безперервна або імпульсна, набула популярності, тому що вона не використовує хімікати і не залишає слідів, теплова обробка мінімальна, виконується швидко та економічно, а також займає дуже мало місця. Вони давно використовуються для

зnezарження повітря, води та обладнання, тому їх застосування для харчових продуктів зростає. Проте дослідження морепродуктів все ще обмежені, оскільки низька глибина проникнення УФ-випромінювання та поглинання енергії компонентами їжі обмежують його ефективність.

2.7. Холодна плазма

Термін «плазма» відноситься до четвертого стану речовини, вперше відкритого в 1928. Це частково іонізований газ, який можна одержати двома способами: шляхом нагрівання газу до екстремальних температур (приблизно 1000–10000 К), що призводить до утворення теплової плазми (Рис. 4)

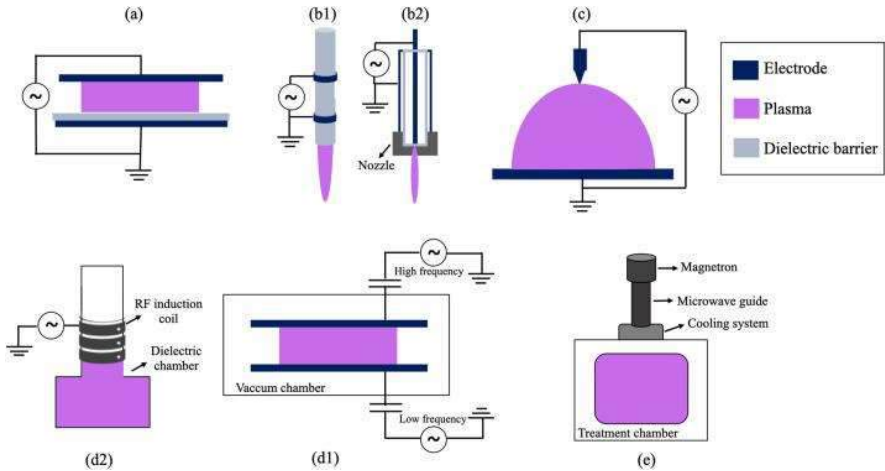


Рис. 4. Основні конфігурації систем холодної плазми: (а) діелектричні бар'єрні розряди атмосферного тиску, (b1, b2) плазмовий струмінь атмосферного тиску, (с) коронні розряди, (d1) плазма з індуктивним зв'язком і (d2) плазма з ємнісним зв'язком та (е) джерело мікрохвильової плазми.

Висока температура цього методу робить його непридатним для обробки харчових продуктів, в якості альтернативи газ пропускають через електричне поле високої енергії, яке порушує та руйнує рівноважний стан газу шляхом

утворення іонів та електронів. Останній відомий як нетеплова або холодна плазма (ХП). Як очевидно з назви, температури ХП близькі до температур довкілля; отже, вона не нагріває оброблений продукт, що робить цей метод придатним для м'якої обробки. Існує дві форми ХП: плазмові системи низького тиску та плазма в атмосферних умовах, остання з яких застосовується найчастіше через доступніше і дешевше використання.

Коли газ, зазвичай кисень O_2 , азот N_2 , аргон Ar, атмосферне повітря або їх суміш електризуються, утворюється набір іонів, електронів і вільних радикалів. Ці молекули є відповідальними за мікробну інактивацію. Точний робочий механізм мікробної інактивації ХП до кінця не зрозумілий, але було зроблено чотири різні припущення: 1 – виробництво реактивних молекул; 2 – УФ-випромінювання, 3 – виробництво заряджених частинок; 4 виробництво озону. Загальний ефект, ймовірно, обумовлений комбінацією двох чи більше процесів. Загальною рисою всіх цих реакцій є те, що вони спричиняють окисну деградацію мікробних компонентів, у тому числі мембрани, що призводить до пошкодження або загибелі мікробів. Це підкреслює користь O_2 в атмосфері під час роботи з плазмою. Додавання O_2 в атмосферу підвищила ефективність дезактивації ХП. Крім складу газової атмосфери, ефективність ХП залежить від типу установки генерації плазми (найчастіше використовуються діелектричний бар'єрний розряд і плазмовий струмінь атмосферного тиску), продукту (склад, розмір та поверхня), параметрів генерації ХП (напруга, частота та час), режиму впливу (прямий або непрямий контакт) та присутніх мікроорганізмів.

Використання ХП для обробки харчових продуктів або знезараження харчових упаковок є відносно новим, і донедавна застосування було зосереджено на свіжих продуктах. Основні частини досліджень, що стосуються обробки морепродуктів ХП, належать лише до останніх кількох років.

Основним недоліком використання ХП і чому свіжі морепродукти часто вважаються непридатними для обробки ХП, є можливість збільшення швидкості окислення. Як зазначено вище, ХП діє, викликаючи окислювальний стрес у мікроорганізмів; однак аналогічний ефект був запропонований для самого

продукту з морепродуктів. У всіх виявлених дослідженнях, в яких вивчалися рівні окислення свіжих або сушених морепродуктів, оброблених ХП, повідомлялося про збільшення швидкості окислення. Рівень окиснення залежить від умов обробки ХП, показуючи підвищену швидкість окиснення через вищу напругу і час витримки. Обробка високою напругою (наприклад, 80 кВ) дає відмінний ефект, що інгібує, на кількість мікробів, але також збільшує швидкість окислення. Однак нижча напруга (наприклад, 70 кВ) та більш короткий час обробки (<5 хв) зменшать кількість продуктів окислення, таких як пероксиди та дієни. Так само повторення тих самих досліджень показало значне зниження вмісту вологи після обробки ХП і значні зміни кольору, включаючи зниження яскравості. З іншого боку, про несприятливі зміни сенсорних параметрів не повідомлялося. В одному дослідженні навіть повідомлялося про поліпшення зовнішнього вигляду, кольору та загальних показників прийнятності після обробки напівсушеної сайри тихоокеанської *Cololabis saira* ХП при 20 кВ, 58 кГц протягом до 10 хвилин.

ХП - це метод, що викликає інтерес у дослідницьких груп по всьому світу, тому що це економічно ефективний, екологічно чистий метод, який може знищити мікроорганізми, включаючи суперечки. Однак застосування в харчовій промисловості, особливо в морепродуктах, як і раніше, мало.

2.8. Холодильна обробка риби та морепродуктів

2.8.1. Суперохолодження

Інший підхід до методів м'якого інгібування та одна з найбільш широко застосовуваних перешкод зростання рівня обсіменіння продуктів мікроорганізмами у харчовій промисловості – зберігання в холодильнику. У промисловому світі це стало настільки поширеним явищем, що більшість часу вважається навіть не варіантом, а необхідністю. Зниження температури зберігання виявилось одним із найважливіших параметрів, що впливають на зростання мікроорганізмів. Так само знижена температура продукту має

тенденцію уповільнювати ферментативне та інше біохімічне псування: чим нижча температура, тим повільніше псування. Найчастіше використовувани методи зберігання риби і морепродуктів – це зберігання в холодильнику з льодом (зазвичай 0–4 °С) або в замороженому вигляді (від -18 до -40 °С). Звичайне заморожування часто небажане для високоякісних продуктів, оскільки воно може спричинити зміни, такі як денатурація білка, зниження водоутримуючої здатності та збільшення води в м'язах при відтаванні. Шкідлива дія заморозки викликана повільним зниженням температури у звичайних морозильних камерах, що призводить до утворення великих кристалів льоду всередині продукту. Великі внутрішньоклітинні та позаклітинні кристали льоду призводять до розриву клітинних мембран та денатурації клітинних компонентів. Супероохолодження може виступати як привабливий компроміс між звичайним охолодженням і заморожуванням. Супероохолодження, також відоме як часткове заморожування, що передбачає температуру на межі між охолодженням та заморожуванням. При супероохолодженні температура харчового продукту знижується на 1–2°С нижче від початкової точки замерзання продукту. Це викликає часткове замерзання води, що міститься в продукті. Перетворення води на лід робить її менш доступною для деструктивних процесів. Крім того, наднизькі температури знижують мікробну активність та запобігають росту більшості бактерій.

Повідомлялося про використання супероохолодження для багатьох продуктів з риби та морепродуктів, включаючи атлантичного лосося *Salmo salar* L., атлантичної тріски та ракоподібних. Загальний висновок полягав у тому, що супероохолодження призводить до збільшення терміну придатності продуктів, що зберігаються, в 1,5–4 рази в порівнянні зі звичайним охолодженням.

Недоліком супероохолодження є складність підтримки відповідної температури зберігання за допомогою традиційного споживчого обладнання, такого як холодильники та морозильники. Стабільна температура необхідна для запобігання танення та рекристалізації льоду, що може призвести до погіршення

якості. Ці проблеми легко вирішуються за допомогою промислового обладнання, що робить суперохолодження дуже актуальним додатком для комерційного використання. Крім того, лід, що утворюється на поверхні продуктів під час суперохолодження, діятиме як внутрішній резервуар для льоду, що усуває необхідність зовнішнього льоду під час транспортування або короткочасного зберігання. Лід зазвичай становить 20–30% ваги морепродуктів, що перевозяться з льодом; таким чином, суперохолодження може значно підвищити ефективність транспортування.

2.8.2. Інноваційні методи охолодження риби та морепродуктів

Охолодженою вважається риба, що має температуру в товщі м'язів у хребта $-1-5^{\circ}\text{C}$. Способи охолодження риби й нерибних об'єктів промислу класифікуються за охолоджуючим середовищем:

- охолодження льодом;
- охолодження в рідкому середовищі (штучні розсоли, морська вода);
- комбінований спосіб охолодження;
- охолодження у шарі киплячих холодоагентів.

За видом розробки охолоджена риба може бути нерозробленою, патраною з головою, патраною обезголовленою. Для деяких видів риби застосовують особливі види розробки. Охолоджена рибна продукція є товаром, що особливо швидко псується.

Охолодження льодом. У торгівельну мережу риба надходить в основному охолодженою подрібненим льодом. Цей спосіб охолодження простий і зручний, проте у нього є істотні недоліки: риба охолоджується нерівномірно, з невеликою швидкістю, при охолодженні риба з ніжною консистенцією може сильно деформуватися льодом.

Ефективнішим є охолодження риби спеціальним пакувальним (сніжним чи лусковим) льодом. Сніжний лід отримують розмелюванням шматків льоду на

спеціальних установках млинового типу. Лід перетворюється на суху сніжну масу і подається до місця пакування за допомогою вентилятора та шланга. Травмування риби при упакуванні в сніжний лід виключається, що сприятливо впливає на її якість.

За відсутності сніжного пакувального льоду застосовують харчовий антисептичний лід. Харчовий лід отримують заморожуванням в льодогенераторах питної води, яка обов'язково перевіряється на вміст бактерій групи кишкової палички, при цьому до води додають антисептики, антибіотики. Охолодження риби антисептичним льодом до температури -1°C дозволяє подовжити термін зберігання охолодженої риби на 2-3 дні, у порівнянні з її зберіганням у звичайному льоді.

Рибу, ретельно промиту та сортовану за видами й розмірами, подають до місця укладання в тару – бочки або ящики. На дно тари насипають дрібнений лід, поверх нього шарами накладають рибу, пересипаючи кожний шар льодом і збільшуючи з кожним шаром товщину льоду.

Крупну рибу (довжиною понад 30 см) укладають на лід поштучно рівними рядами (в один ряд) спинкою догори, головами в різні боки, а дрібну – рівними шарами завтовшки не більше 10 см. Осетрових (за винятком стерляді) і лососевих укладають не більше, ніж в два ряди. Упаковану рибу завантажують в ізотермічний транспорт і негайно спрямовують до споживача. Рибу, охолоджену льодом зберігають за температури $-2-0^{\circ}\text{C}$, відносної вологості повітря – 95-98% протягом 5-12 діб.

Охолодження риби у рідкому середовищі відбувається швидше й рівномірніше в порівнянні з охолодженням льодом. З використанням розсолів продукт можна охолодити до -1°C . Охолоджену у такий спосіб рибу можна зберігати 5-7 діб. Тривалість процесу – риба масою до 1 кг охолоджується протягом 1 год., від 1 до 3 кг – 1,5 год., більше 3 кг – від 2 до 3 год. Термін зберігання охолодженої риби 5-7 діб. Проте, внаслідок витримування риби у воді відбувається втрата білкових речовин. Рибу по закінченні процесу просоловання промивають холодною водою. Зі збільшенням швидкості охолодження риби,

підвищується її якість і подовжується термін зберігання. Швидкість охолодження прямо пропорційна різниці температур охолоджуючого середовища і риби, коефіцієнту тепловіддачі від риби до навколишнього середовища, теплопровідності її тканин і обернено пропорційна товщині риби. Тому для прискорення охолодження крупну рибу розробляють на пласти, філе, шматки тощо. Для збереження якості охолодженої риби постійно вдосконалюються технології охолодження, упакування та зберігання.

Свіжу рибу, ретельно промиту і сортовану за видом і розміром, занурюють в бункер з холодним ($-3 - -4^{\circ}\text{C}$) слабким розсолум (концентрація солі 2–3%). Підібрана концентрація дозволяє приблизно урівняти осмотичний тиск розсолу з осмотичним тиском клітинного соку риби, в результаті чого забезпечується мінімальне проникнення солі в рибу.

Охолодження риби з використанням розсолу може здійснюватись в інший спосіб – підготовлену рибу вивантажують на конвеєр, який повільно проходить під “дощем” холодного (температурою $-8 - -10^{\circ}\text{C}$) розсолу.

З метою збільшення термінів зберігання охолодженої у такі способи риби, застосовують лід та охолоджуючу рідину з додаванням антиокислювачів, які пригнічують дію мікроорганізмів.

Охолодження риби у морській воді здійснюють завантаженням виловленої риби в місткості з безперервно циркулюючою (при потребі охолодженою до $-3 - -4^{\circ}\text{C}$) морською водою. Комбінований спосіб охолодження риби є найбільш перспективним способом, за якого рибу швидко охолоджують до температури $-1 - 0^{\circ}\text{C}$ у льодоводяній суміші, потім вкладають у контейнери, пересипають льодом і зберігають за температури, близької до 0°C .

Холодоагенти (рідку вуглекислоту, рідкій азот) застосовують для швидкого охолодження риби. При використанні рідкої вуглекислоти низька температура охолодження (близько -78°C) і створення регульованого газового середовища (збагачення повітря діоксидом вуглецю) забезпечує подовження терміну зберігання охолодженої риби до двох тижнів. Застосовується також охолодження риби парами рідкого азоту (температура

кипіння рідкого азоту $-195,6^{\circ}\text{C}$). При цьому свіжовилловлена риба за 2–3хв. охолоджується до температури в товщі м'язів від -1 до -2°C . Такий продукт може зберігатися протягом 10 діб без істотного погіршення якості.

Способи заморожування риби. Замороженою є риба, законсервована холодом до твердого стану, коли температура в товщі м'яса становить від -6 до -8°C та нижче. Використовують наступні способи заморожування риби.

Заморожування повітрям – штучним чи природним. Застосування природного способу заморожування є обмеженим, оскільки для його здійснення необхідні відповідні кліматичні умови.

Спосіб заморожування риби штучним холодним повітрям є найбільш поширений. Він дозволяє одержати продукт високої якості. Заморожування відбувається в швидкокоморозильних повітряних установках і плиткових апаратах за температури -30 – -42°C при швидкості руху повітря 6 – 8 м/с, відносній вологості повітря 90 – 98% .

Швидкокоморозильні установки механізовані і в значній мірі автоматизовані. Тривалість заморожування регулюється автоматично шляхом зміни швидкості руху транспортуючого пристрою в установці. У плиткових апаратах риба заморожується в результаті контакту з охолодженою металеву поверхнею. Тривалість заморожування становить 2 – 4 год., залежно від товщини риби.

Поширеним способом є заморожування риби в морозильних камерах за температури -23 – -30°C . Дуже крупну рибу заморожують в підвішеному стані. При температурі в камері -23 – -30°C риба заморожується через 8 – 12 год., риба масою до 3кг – за 12 – 18 год., понад 3кг – за 36 год. і більше. Застосування примусової циркуляції холодного повітря прискорює процес заморожування на 20% і забезпечує більш високу якість продукції.

Заморожування льодосоляною сумішшю. Кількість льоду залежить від початкової температури риби і коливається від 100 до 125% маси риби, а кількість солі складає 26% від маси льоду, що забезпечує температуру суміші –

18,6 °С. Недоліком даного способу є просолювання риби, що негативно впливає на її якість при зберіганні. Тому його застосовують лише як виняток на невеликих підприємствах за відсутності морозильних установок або за їх нестачі в період масового надходження риби.

Заморожування проводять у сухий та мокрий способи. При сухому заморожуванні кожний ряд риби пересипають сумішшю льоду і солі до заповнення тари. У міру утворення розсолу його зливають. Тривалість процесу – 10-11 год. Мокрий спосіб льдосоляного заморожування відрізняється від попереднього лише тим, що розсіл не видаляється з тари, а залишається разом з рибою до її повного заморожування.

При обох способах льдосоляного заморожування риба сильно деформується, ушкоджується її покрив, погіршується товарний вигляд, поверхня риби робиться тьмяною, черевце й м'ясо біля кісток набувають рожевого відтінку. Крім того, недоліком є неможливість швидкого заморожування до низьких температур. Температура в тканині риби не опускається нижче -8°С.

Заморожування у розсолі. Унаслідок неминучого проникнення рідини в заморожуваний продукт, контактне заморожування може здійснюватися тільки в розчинах кухонної солі, охолоджених до температури -21°С. При цьому концентрація солі в розчині сягає 22%. За такої високої концентрації сольового розчину відбувається часткове просолення риби. Щоб уникнути цього, обмежують час заморожування, внаслідок чого температура в тканинах риби не може бути нижче, ніж -12°С. Основні недоліки – риба просолюється, зм'якшується, при зберіганні достатньо швидко втрачає якість.

Заморожування холодоагентами відбувається дуже швидко. Якість такої продукції дуже висока. Холодоагентом виступають вуглекислий газ, рідкий азот, фреон. Температура кипіння холодоагентів надзвичайно низька й становить, відповідно, -75°С, -195°С, -43°С. Одержання замороженої високоякісної продукції забезпечується в мінімальні терміни – близько 15 хв.

Застосування азоту обумовлено його нетоксичністю, бактерицидними властивостями, низькою температурою кипіння, але обмежується з економічних

міркувань. Процес заморожування може здійснюватися у кілька способів: безпосереднім зануренням продукту у рідкий азот, зрошенням продукту рідким азотом, парами киплячого азоту, а також комбінуванням перелічених способів. Вартість процесу заморожування у парах фреону у 2–3 рази нижче, ніж у рідкому азоті. Фреон використовують здебільшого для заморожування філе, креветок, рибних паличок, безхребетних. Залишкова кількість фреону нормується.

Якість замороженої риби при зберіганні погіршується в основному за рахунок випаровування вологи і окислення жиру. Щоб уникнути цього, всю поверхню замороженої риби вкривають тонкою міцною крижаною оболонкою – льодяною глазур'ю. Товарний вид глазурованої риби кращий, м'ясо її соковитіше і смачніше, вона ліпше зберігається протягом більш тривалого часу. Глазування проводять чистою прісною хлорованою водою, охолодженою до $-1 - -3^{\circ}\text{C}$. Рибу чи блоки риби, заморожені у повітряний або плитковий спосіб, двічі занурюють в охолоджену воду на 5–6 с з перервою в 10–12 с для замерзання води на поверхні. Температура повітря при цьому повинна бути не вище -12°C . Після другого занурення у воду рибу витримують на повітрі не меншого 1хв. для закріплення скориночки льоду. Глазур повинна мати вигляд льодяної скоринки, яка рівномірно вкриває поверхню риби (блока) й не відкривається при легкому постукуванні. Масова частка глазури, унормована стандартом – 4% від маси риби. Добавка в глазур антиокислювачів подовжує термін зберігання риби. Як антиокислювачі застосовують суміш аскорбінової, лимонної кислот і глутамату натрію, прополісу.

Кафедрою харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету за участю авторів навчального посібника запропоновано інноваційну технологію виробництва антисептичного льоду, отриманого з плазмохімічно активованих водних розчинів. Для проведення експериментів використовували різні види антисептичного льоду отриманого з плазмохімічно активованих водних розчинів, вони відрізнялись між собою концентрацією пероксидів в похідних активованих розчинах. Активацію води проводили за допомогою лабораторної плазмохімічної установки.

Активували водопровідну воду в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000–1200 В, силою струму 30.0–200.0 мА з наступним переходом по мірі підвищення електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруги від 400 до 600 В та сили струму до 150 мА.

Плазмохімічно активовані водні розчини мають специфічний склад: пероксид водню та надперекисні сполуки, збуджені частки та радикали, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Пероксид водню є антисептиком, потрапляючи в клітини під дією ферментів він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук. Тобто, продукти окисно-відновних реакцій при контакті з харчовою продукцією перетворюються в речовини, що входили до складу водних розчинів до їх плазмохімічної активації.

Явище активації водних розчинів викликає багаточисельні специфічні фізичні та хімічні ефекти, які можуть слугувати відправними пунктами для нових прогресивних технологій. Використання плазмохімічної активації може в багатьох випадках полегшити та здешевити отримання продукції з урахуванням затрат енергії та часу на активацію. Строк придатності робочого плазмохімічно активованого водного розчину складає 6 місяців з моменту його виготовлення за умов зберігання його в закритих ємностях.

Для встановлення найбільш ефективного метода зберігання були застосовані такі методи обробки риби, як охолодження і зберігання в шматочках льоду різного розміру риби та риби в льодовій глазури. Також було проведено мікробіологічні дослідження сировини на різних етапах зберігання. Зроблено висновки про вплив використання антисептичного льоду на органолептичні та мікробіологічні показники продукту.

В якості сировини для досліджень були взята риба (короп звичайний). Для визначення впливу антисептичного льоду на органолептичні показники рибної сировини зразки піддавали охолодженню і зберіганню від 5 до 30 діб в льоді. В наслідок застосування антисептичного льоду був майже відсутній неприємний властивий рибній сировині запах. Колір при використанні антисептичного льоду

залишався незмінним протягом тривалого періоду часу. Після отримання результатів органолептичної оцінки був проведений мікробіологічний аналіз. Слід відмітити, що стійкість сучасних штамів мікроорганізмів до дезінфікуючих речовин, зростання їх антибіотикорезистентності вимагає розробки нових дезінфекторів. Використання антисептичного льоду отриманого з плазмохімічно активованих водних розчинів, направлене на збільшення строків зберігання харчового продукту (м'яса і риби), пригнічення життєздатної мікрофлори, що викликає порчу продукції без використання хімічних засобів та антибіотиків за рахунок антимікробної дії водних розчинів, що утворюються при таненні бактерицидного льоду і зниження температури плавлення бактерицидного льоду. Результати по мікробіологічному дослідженню санітарного стану риби (каrp звичайний) наведено в табл. 1. Риба перемішувалась в лотках з антисептичним льодом, отриманим з плазмохімічно активованих водних розчинів (з додаванням / або без додавання солі) з концентрацією пероксидів 100–700 мг/л, температура льоду при зберіганні варіювала від -1 до -3 °С.

Таблиця 1. Дослідження мікробіологічного стану риби (каrp звичайний) при зберіганні в антисептичному льоді отриманому з плазмохімічно активованих водних розчинів, КУО/г

Доба зберігання	Контроль	Концентрація пероксидів в плазмохімічно активованих водних розчинах, мг/л						
		100	200	300	400	500	600	700
1	$3,1 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	<10	0	0	0	0
5	$6,2 \cdot 10^4$	$6,1 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	<10	0	0	0	0
10	$4,5 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^2$	<10	0	0	0	0
15	$5,3 \cdot 10^7$	$4,3 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	0	0	0	0
20	$8,7 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^2$	0	0	0	0
25	$9,3 \cdot 10^{11}$	$2,3 \cdot 10^4$	$5,1 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^2$	<10	0	0	0
30	$3,1 \cdot 10^{12}$	$5,3 \cdot 10^4$	$6,7 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^2$	<10	<10	0	0

Використання антисептичного льоду значно знижує мікробіальну забрудненість продукту на протязі всього строку зберігання продукту, при цьому строк зберігання збільшується в 4–5 разів. Це відбувається за рахунок зниження кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на поверхні тіла риби.

Необхідно відмітити дієвість використання запропонованого антисептичного льоду при незараженні сировини від кишкової палички. Так у всіх зразках відмічається повна деконтамінація БГКП вже при концентрації пероксидів 400 мг/л, що свідчить про перспективність використання такого льоду в процесі зберігання рибної сировини. Крім того при зберіганні протягом 30 діб відмічено тривалий антисептичний ефект льоду. Так в складі активованих водних розчинів, як було зазначено вище, є пероксид водню та надперекисні сполуки. Пероксид водню є загальноприйнятим класичним антисептиком, потрапляючи в клітини під дією ферментів (пероксидази та каталази) він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук, тож не виникає хімічного забруднення харчової сировини. Плазмохімічно активовані водні розчини не привносять небажаних запахів і смаків та дозволяють не використовувати хімічні консерванти.

Одним з можливих механізмів впливу активованих водних розчинів на бактерії є зміна зовнішніх шарів клітини, яка робить доступними рецептори для реактогенних ензимів, наприклад лізоциму. Вільні радикали утворюють пролом в клітинній стінці, що призводить до втрати виборної проникненості. Пероксид водню, який входить в склад активованих водних розчинів, викликає у мікроорганізмів руйнування поверхневих структур та внутрішніх мембран. Цілісність цитоплазматичної мембрани порушує роботу ряду пов'язаних з мембраною ферментів, наприклад дегідрогеназ, та знижує ефективність роботи систем репарації ДНК. Бактерицидна активність пероксиду водню і активованих водних розчинів, в першу чергу, пов'язана з їх високою окисною здібністю, а також з дією токсичних продуктів, які виникають при пероксидному окисленні

ліпідів. Пероксидне окислення впливає на білки рибосом, викликаючи їх руйнування. Руйнуванню структури мембран сприяють і утворені надперекисні сполуки. Дія пероксиду водню або активованої води викликає локальну руйнацію цілісної клітинної стінки і порушення проникненості бактеріальних клітин вже в перші хвилини контакту. Використання плазмохімічно активованих водних розчинів допомагає зберігати бажаний рН, а також, підтримує мікробіологічну стабільність харчової сировини при зберіганні, повністю замінюючи традиційні антисептики, харчові кислоти і підкислювачі.

Кислотний електроліз води. Нова технологія збереження продуктів харчування – це кислотний електроліз води (КЕВ) з льодом. КЕВ виробляється в генераторі електролізованої води з використанням хлориду натрію (NaCl) з додаванням води при значеннях напруги та струму 9-10 В і 8-10 А, відповідно. Для збереження морепродуктів КЕВ зазвичай заморожують перед використанням і часто використовується термін КЕВ-лід. Доведено, що такий лід корисний для покращення якості, терміну придатності та безпеки харчових продуктів декількох видів морепродуктів, включаючи креветки. Було запропоновано основний механізм покращення якості та безпеки креветок. Порівняно з традиційним льодом з-під крана КЕВ-лід обмежує зміну рН, усадку м'язових волокон та зростання бактерій, тоді як про побічні ефекти на саркоплазматичні білки не повідомлялося. Така обробка частково інгібує катепсин В та поліфенолоксидазу. Робочі механізми, що викликають поліпшення якості, остаточно не вивчені. Однак відомо, що хлор та реактивний кисень можуть впливати на клітинні мембрани та викликати кисневе пошкодження ДНК, а також такі фактори як рН та окисно-відновлювальний потенціал можуть мати значення. Швидше за все, має місце поєднання згаданих реакцій, що пригнічують зростання бактерій та запобігають погіршенню якості продукції.

2.9. Інноваційні фізико-хімічні методи інгібування мікроорганізмів

При індивідуальному застосуванні більшості перелічених технологій недостатньо для забезпечення безпеки харчових продуктів і термінів їх зберігання. Отже, дві або більше технологій часто комбінуються одночасно, або послідовно. Використання цього підходу відоме як бар'єрна технологія, бар'єрна технологія або комбінована технологія. «Технологія перешкод» візуалізує ті технології або перешкоди, які окремо не можуть запобігти псуванню самотужки. Тим не менш, вони можуть уповільнити його, і якщо їх поєднувати в достатній кількості і на правильній висоті, вони ефективно придушуватимуть зростання мікробів. Технологія бар'єрів часто застосовується для зменшення серйозності окремих перешкод, тим самим знижуючи несприятливий вплив на живильні та органолептичні якості.

Застосування кількох технологій в одній операції може діяти одним із трьох способів: адитивно, синергетично або антагоністично. За рахунок комбінованої обробки високим тиском та м'якої термічної обробки досягнене синергетичний ефект на інактивацію *L. monocytogenes*, оскільки наблюдалося зниження на $6,62 \log \text{KYO/г}$ в інокульованій рибній вусі після обробки з використанням 500 МПа у порівнянні зі зниженням на $2,64 \log \text{KYO/г}$ при використанні того ж тиску, але при більш низькій (16 °C) температурі протягом 5 хв. Аналогічний синергетичний ефект був відзначений для комбінованої обробки високого тиску та упаковки з модифікованою атмосферою для атлантичного лосося. Було також продемонстровано, що летальність шляхом обробки імпульсними електричними полями, які застосовано у поєднанні з сублетальною обробкою високим тиском на вегетативних клітинах *Bacillus subtilis*, була нижчою, у порівнянні з безпосередньою обробкою імпульсними електричними полями, що вказує на те, що додавання технології високого тиску мало стабілізуючий ефект.

Поєднання технологій обробки може полегшити використання таких технологій, які власними силами виявилися непридатними для морепродуктів, як

у випадку з ультразвуковою обробкою. При обробці ультразвуком потрібен тривалий час обробки для досягнення достатньої інактивації бактерій, що часто призводить до несприятливих наслідків для продукту. Однак у поєднанні з термічною обробкою (<53°C), процесом, відомим як **термоультразвукова** обробка, було виявлено, що це ефективний метод обробки креветок, здатний збільшити скорочення кількості бактерій з 0,6 до 4 log КУО/г, а також скоротити необхідний час обробки.

Загальний попит на продукти з мінімальною обробкою супроводжується проблемами з термінами придатності та безпекою харчових продуктів. Для вирішення цих завдань було розроблено безліч технологій м'якої обробки, заснованих на багатьох різних робочих механізмах. Огляд поточного стану технологій м'якої обробки та їх впливу на безпеку морепродуктів, термін зберігання та органолептичні якості показує, що лише деякі з цих технологій були ретельно вивчені та оптимізовані для морепродуктів. Ще менше було комерціалізовано в промисловості переробки морепродуктів. Причина складна і складається з факторів, що варіюються від проблем зі здоров'ям, безпекою та довкіллям на переробному підприємстві до високих експлуатаційних витрат (обробка високим тиском), поганої глибини проникнення (різноманітного випромінювання), проблем через небажані зміни кольору, і підвищена гіркість продукту. Однак, ці проблеми можуть бути вирішені шляхом розробки нових технологічних концепцій або комбінованого використання м'яких умов обробки. Більшість технологій м'якої обробки власними силами недостатні для забезпечення безпеки харчових продуктів та належного терміну їх зберігання. Отже, часто комбінується декілька технологій, щоб задовольнити очікування споживачів та критеріїв безпеки харчових продуктів, встановлених національними та міжнародними органами контролю за харчовими продуктами.

Установка озонної дезінфекції ZD-YL 6500 (рис. 5). Машина призначена для дезінфекції філе риби шляхом змішування озону та води. Це також робить колір філе яскравішим. Машина відповідає харчовим гігієнічним стандартам. Машина складається з шкірознімного валика, валика, що чистить, валика для

пресування філе, конвеєра, що подає, розвантажувального конвеєра, електричного управління і т. д. Лезо легко замінюється, вихід первинного продукту високий, він легко очищається, з ним легко працювати оператору, який може приступити до роботи без навчання.



Рис. 5. Установа озонної дезінфекції ZD-YL 6500 [19]

Технічна характеристика

Тип – озон

Програми – для харчової промисловості, для води

Мобільність – стаціонарний

Габаритні розміри, мм – 5500x600x2250

Виробник: Zhang Jiang Hongwu Machinery Co., Ltd, Китай.

Більшість з перерахованих вище технологій спрямовані на інактивацію або знищення мікроорганізмів, в той час як інші засновані на інгібуванні мікроорганізмів за рахунок зменшення їх росту і розмноження без знищення присутніх мікроорганізмів. Найбільш часто використовуваним прикладом останнього є застосування двоокису вуглецю (CO_2) у харчовій промисловості та упаковці. Різні форми модифікації атмосфери, вакуумне пакування, емітерне

пакування та упаковка з модифікованою атмосферою. Все це можна застосовувати у поєднанні зі стабілізацією розчинним газом. CO₂ давно відомий своєю бактеріостатичною та протигрибковою дією, і було продемонстровано, що CO₂ може подовжувати лог-фазу росту та знижувати швидкість росту під час логарифмічної фази зростання деяких бактерій). Отже, CO₂ широко використовується модифікації атмосфери багатьох харчових продуктів, включаючи морепродукти. Хоча протигрибковий та протимікробний ефект був продемонстрований у численних експериментах, механізм до кінця не зрозумілий. Спочатку вважалося, що бактеріостатичний ефект зумовлений виключно заміщенням O₂. Однак ця теорія була відкинута, коли експерименти показали помітне поліпшення пригнічення бактерій при використанні 100% CO₂ порівняно зі 100% N₂. CO₂ легко поглинається більшістю харчових продуктів завдяки його високій розчинності у воді та рідких ліпідах. Розчинення CO₂ сприяє падінню рН поверхні через утворення вугільної кислоти. Незважаючи на бактеріостатичний ефект, падіння рН не може пояснити повне пригнічення бактерій, що спостерігається при обробці CO₂. Сьогодні існує консенсус щодо того, що дія CO₂ пов'язана з внутрішньоклітинним накопиченням, що викликає порушення нормальної фізіологічної рівноваги, і були ідентифіковані чотири механізми: зміна функцій клітинних мембран, включаючи клітинне поглинання та вивільнення; інгібування бактеріальних ферментів; внутрішньоклітинні зміни рН; негайні зміни фізико-хімічних властивостей білків. Бактеріостатичний ефект, ймовірно, є комбінацією всіх перерахованих механізмів. Описані механізми наголошують на важливості концентрації CO₂ у продукті, як показано, які виявили, що інгібування зростання мікроорганізмів у модифікованій атмосфері (МА) визначається і пропорційне концентрації розчиненого CO₂ в продукті.

Опромінення – це "холодний" метод (званий "холодною пастеризацією"), за якого температура не підвищується. Технологія опромінення харчових продуктів – це зелена технологія, яка використовується без хімікатів і не

забруднює навколишнє середовище. Цю технологію можна застосовувати в харчових продуктах сектор, який відповідає зростанню населення, обмеженість сільськогосподарських угідь, глобалізації та міжнародним питанням торгівлі, що вимагають якості та безпеки харчових продуктів.

Опромінення може слугувати багатьом цілям. Профілактика хвороб харчового походження – ефективне знищення організмів, що викликають хвороби харчового походження, таких як сальмонела та кишкова паличка (*E. coli*). Консервація – знищення або інактивація організмів, що викликають псування та розкладання, а також продовження терміну придатності харчових продуктів. Контроль за комахами – знищення комах у тропічних фруктах, імпортованих до Сполучених Штатів, або на них. Опромінення також знижує потребу в інших методах боротьби зі шкідниками, які можуть завдати шкоди фруктам. Затримка проростання та дозрівання – для придушення проростання (наприклад, картоплі) та затримки дозрівання фруктів для збільшення тривалості життя. Стерилізація – опромінення можна використовувати для стерилізації харчових продуктів, які можна зберігати роками без охолодження. Стерилізовані продукти корисні в лікарнях для пацієнтів з тяжкими порушеннями імунної системи, наприклад, хворих на СНІД або проходять хіміотерапію. Харчові продукти, стерилізовані опроміненням, піддаються значно вищого ступеня обробки, ніж схвалені для загального використання.

Існують три джерела радіації, схвалені для використання на харчових продуктах.

1. Гамма-промені випускаються радіоактивними формами елемента кобальту (Кобальт 60) або цезію елемента (Цезій 137). Гамма-випромінювання зазвичай використовується для стерилізації медичних, стоматологічних та побутових виробів, а також для променевого лікування раку.
2. Рентгенівські промені виробляються шляхом відображення високоенергетичного потоку електронів від цільової речовини (зазвичай одного з важких металів) для харчування. Рентгенівські

промені також широко використовуються в медицині та промисловості для отримання зображень внутрішніх структур.

3. Електронний промінь, схожий на рентгенівські промені і є потоком високоенергетичних електронів, що направляються з прискорювача електронів в їжу.

Управління санітарного нагляду за якістю харчових продуктів і медикаментів (FDA) відповідає за регулювання джерел радіації, що використовуються для опромінення харчових продуктів. FDA схвалює використання джерела радіації для обробки харчових продуктів лише після того, як визначить, що опромінення харчових продуктів є безпечним. FDA схвалило у США ряд харчових продуктів для опромінення, у тому числі: яловичина та свинина, ракоподібні (наприклад, омари, креветки та краби), свіжі фрукти та овочі, салат та шпинат, птахи, насіння для пророщування (наприклад, для паростків люцерни), яйця в шкаралупі, молюски – молюски (наприклад, устриці, молюски, мідії та морські гребінці), спеції та приправи. FDA вимагає, щоб опромінені продукти мали міжнародний символ опромінення. Знайдіть на етикетці продукту символ Радурі разом із написом «Оброблені радіацією» або «Оброблені опроміненням». Нерозфасовані продукти, такі як фрукти та овочі, повинні мати індивідуальне маркування або мати етикетку поруч із контейнером для продажу. FDA не вимагає маркування окремих інгредієнтів багатокомпонентних продуктів харчування (наприклад, спецій). Важливо пам'ятати, що опромінення не замінює правильну практику поводження з харчовими продуктами виробниками, переробниками та споживачами. Опромінені продукти необхідно зберігати, поводитися з ними і готувати так само, як і неопромінені продукти, оскільки вони все одно можуть бути заражені хвороботворними організмами після опромінення, якщо не дотримуватись основних правил безпеки харчових продуктів.

Опромінена риба зберігає свій смак та аромат. Це також дає змогу уникнути необхідності у хімічній обробці, такій як фумігація чи інсектициди, для боротьби з бактеріями та іншими шкідниками. Опромінення може забезпечити

споживачів рибою та рибопродуктами хорошої якості. Гамма-опромінення є добре відомим і широко використовуваним методом консервування риби, який не спричиняє підвищення температури, знижує мікробну популяцію та продовжує термін зберігання риби (рис. 6). Цей процес піддає рибу ретельно контрольованій кількості енергії у вигляді високошвидкісних частинок або променів, які знижують ризик харчового отруєння, контролюють псування риби та продовжують термін зберігання риби без будь-якого ризику для здоров'я та з мінімальним впливом на харчові чи органолептичні якості. Цей метод не впливає на смак, колір та запах їжі, а також не залишає радіоактивних залишків. Тому визначено своєчасним і важливим використовувати альтернативний, а не традиційний метод збереження риби.



Рис. 6. Робоче відділення для обробки рибної продукції шляхом опромінення [18]

У зв'язку з вищезазначеними кризами, пов'язаними з поганою гігієною риби, застосовано новий і безпечний метод збереження риби (опромінення в різних дозах), що може знизити мікробне навантаження та усунути резистентні патогени, які забруднюють м'ясо риби, зберігаючи при цьому її органолептичні та поживні властивості.

2.10. Інноваційні методи пакування рибної продукції

Морепродукти пов'язані з багатьма мікробними небезпеками. Температурні перепади при транспортуванні від низької температури до високої або від високої до низької можуть викликати утворення або розмноження термостабільних токсинів. Види *Salmonella* є основною причиною бактеріальних захворювань, що передаються через морепродукти, а також затримки імпорту на кордоні. Фактори зростання, пов'язані з видами *Salmonella*, включають наступне: діапазон температур 5,2–47 °С, діапазон рН 3,7–9,5; багато штамів сальмонел можуть виживати при заморожуванні до 9 місяців. *Listeria monocytogenes* також широко поширена як види *Salmonella*, але зазвичай спостерігається в морепродуктах з причини присутності такого мікроорганізму як перш за все на переробних підприємствах і здатний зростати в діапазоні температур від -0,4 до 45 °С; зростання відбувається швидко і досягає небезпечної кількості у креветок та сомів. Види *Vibrio* також пов'язані з хворобами, які передаються морепродуктами, і найбільш вірулентними видами є *Vibrio vulnificus*. Було виявлено, що устриці, зібрані біля узбережжя Техасу, що зазнали швидкого охолодження, показали зниження кількості *V. vulnificus* на 97,8%, у той час як устрицям, охолодженим традиційним способом, знадобилося чотири дні, щоб досягти такої ж кількості. Токсин, що виробляється *Clostridium botulinum*, спороутворюючий анаероб, викликає серйозне занепокоєння, оскільки він термостабільний, високотоксичний і може зростати при температурі вище 3,3 °С; рівень *C.botulinum* в морепродуктах оцінюється від 1 до 2400 спор на кілограм

морепродуктів. *Aeromonas hydrophila* частіше асоціюється з морепродуктами або зустрічається виключно в них, а також у прісних, стоячих та солонуватих водах. Дослідження показали, що місцеві морепродукти, зібрані протягом 24 годин, містили *A. hydrophila* як переважний організм (прісноводна риба – 38%, молюски – 73–86% і морські риби – 93%).

2.10.1. Інтелектуальна упаковка

Інтелектуальна упаковка – це система упаковки, яка контролює стан упакованих харчових продуктів та передає інформацію про їх якість під час транспортування та зберігання. Вони можуть мати зовнішні індикатори, які прикріплені зовні упаковки (індикатори часу-температури), і внутрішні індикатори, які розташовані всередині упаковки, у верхній її частині або прикріплені до кришки (індикатори кисню для індикація O_2 або витoku з упаковки, CO_2 індикатори, індикатори мікробного росту та індикатори патогенів). Розумна упаковка також відома як інтелектуальна упаковка, що реагує на зовнішні подразники: вологість, світло, кисень, тепло, рН і зростання бактерій. Вона отримала розвиток за рахунок новітніх розробок у галузі безпеки харчових продуктів, боротьби з бактеріями та медичної упаковки. Інтерактивна упаковка має наукову основу для отримання додаткової інформації про харчові продукти, оскільки сформовані коди містять усі необхідні дані. Крім того, вона підтверджує найкращий ступінь безпеки харчових продуктів та вимог населення як технологія упаковки третього покоління. Наприклад, надруковано високоякісну дуплексну ламіновану упаковку з нанокapsульованою етикеткою для контролю рН для свіжої риби. Інтерактивний значок коду швидкої відповіді був об'єднаний у продуману упаковку з важливою інформацією про приготування та якість риби. Таким чином, розмір частинок, дзета-потенціал та площа поверхні вимірюють для нанокapsульованого індикатора, який вказує на загальну міграцію, паропроникність та киснепроникність. Властивості друку для 11 кольорних плям оцінюються за допомогою рентгенівського

випромінювання до і після періоду холодного зберігання без будь-яких змін швидкості зміни кольору. Кількість бактерій у випробуваному зразку досліджують шляхом підрахунку мікробних колоній у середі агарової чашки. Існує адекватна відповідність між кількістю мікробів та зміною кольору інтелектуального індикатора як ефективного інструмента прямого виявлення для сталої якості та безпеки харчових продуктів.

На здоров'я людини впливає якість харчових продуктів та їх види. Попит на високоякісні продукти харчування з покращеною якістю та терміном придатності зростає у всьому світі. Для цього пакувальні матеріали відіграють життєво важливу роль у збереженні якості продуктів харчування, особливо упаковка третього покоління, яка вказує на псування продуктів при використанні інтелектуальних, чутливих матеріалів.

Крім того, функції упаковки можна розділити на такі як захист, зв'язок, стримування та зручність. Упаковка другого покоління передбачає зменшення впливу розфасованих харчових продуктів на довкілля. Зважаючи на те, що інтелектуальна упаковка третього покоління може адекватно перевіряти якість рибних продуктів та подавати дані, коли відбуваються зміни у продуктах харчування і попереджати про потенційні проблеми. Ці питання актуальні для розвитку інтересу до безпечніших харчових продуктів з тривалим терміном зберігання, зручністю використання для забезпечення санітарії, виявлення та якості. Потужний моніторинг стану упакованих харчових продуктів надає дані про характер упакованих харчових продуктів під час транспортування та зберігання. Спонтанно інтерактивний дизайн упаковки, що базується на кодї швидкої відповіді (QR), додає ще один вимір, щоб прояснити використання розумної упаковки, а також перевірити термін придатності продукту. У цьому вигляді інтерактивної смарт-упаковки проникливий сторонній гаджет, наприклад, смартфон, застосовується для перевірки структури кодування для сприйняття зображень та його сайту, який надає такі дані, як смарт-упаковка товару та «свіжий чек». індикатор.

Індикатори свіжості можуть дати швидкі дані про якість продукту через мікробний розвиток або синтетичні зміни всередині харчового продукту. Інкапсулювання чутливих матеріалів є найбільш ефективним методом і легко застосовується у промисловому виробництві. Датчики кисню, азоту, вуглекислого газу, вологи та рН контактують з полімерами як допоміжні матеріали. Слідкуючи за процесом метаболізму упакованих харчових продуктів, велика увага приділяється оцінці якості поживних речовин та запобіганню нещасним випадкам з отруєнням. Цей процес можна виявити шляхом визначення газу, що виділяється, або зміни рН з сенсорним характером у вигляді кольору, запаху і форми. Зміна кольору датчика рН – найпростіший і найдешевший спосіб контролю якості харчових продуктів. Останнім часом багато дослідних груп вивчають реакцію індикатора рН на один або кілька матеріалів за допомогою традиційних методів, що обмежує чутливість вимірювання. Нова область досліджень наноматеріалів все ще знаходиться на першому етапі застосування датчиків рН як мітки. Мікробне зростання є ключовим фактором метаболізму їжі, яка псується при зміні рН.

Крім того, мікробіологічна якість може бути вирішена візуально через реакцію між метаболітами мікробного розвитку та вбудованими індикаторами та показниками всередині упаковки. Більшість показників свіжості залежить від зміни кольору мітки маркера/індикатора на наявність мікробних метаболітів, що утворюються при розвитку мікроорганізмів. Всі ці ознаки вказують на те, що їжа ще нова або ні. Індикатори свіжості також можна використовувати для оцінки частини періоду реального використання швидкопсувних продуктів. Хоча використання QR-кодів у пакувальних продуктах вже застосовувалося, інтеграція «інтерактивності» та «розумності» в аналогічний дизайн упаковки є значною додатковою цінністю і новою тенденцією в демонстрації переваг. Таким чином, інтерактивний QR-код для інтелектуального моніторингу терміну придатності продуктів зі свіжої риби є інноваційною цінністю. Це може забезпечити новий вимір якості упаковки, скорочення відходів продукту, належного контролю за терміном придатності продукту та кращого спілкування

з покупцями. Отже, проблема дослідження полягає у поки що нездатності споживача оцінити хімічні, біологічні та фізичні процеси, що призводить до того, що він викидає продукт при найменшій зміні. Це призводить до ненавмисної витрати продукту у той час коли продукт, як і раніше, придатний для використання. І навпаки, це може призвести до використання простроченого продукту з помилковою датою закінчення терміну придатності продукту, що спричиняє отруєння та смерть.

Інтелектуальна та інтерактивна упаковка третього покоління була розроблена та надрукована з використанням нового наноінкапсульованого індикатора рН як етикетки з кольоровим відгуком. Оборотний друк виконується та наноситься на поліестер/поліетиленовий дуплексний ламінований структурний матеріал (ПЕТ 12/ПЕ 40 мікрон) з використанням поліуретанового клею. За мікробною популяцією стежили протягом 288 годин і порівнювали зі зміною кольору етикетки як прямий інструмент для визначення якості харчових продуктів шляхом виявлення бактеріальної популяції. Поєднання міждисциплінарних передових наук, нанотехнологій, розумної упаковки та інтерактивних упаковок було покращено для визначення якості продуктів харчування до одного з видів достатку продуктів харчування. Свіже рибне філе зберігали протягом 12 днів при температурі 4°C з подальшим спостереженням за зростанням мікробів і реакцією рН з використанням контрольного індикатора.

2.10.2. Антимікробна упаковка, покриття та плівки

Система антимікробної упаковки здатна вбити або запобігти псуванню та патогенні мікроорганізми, що забруднюють харчові продукти. Антимікробної активності можна досягти шляхом додавання антимікробні агенти в системі пакування та використання антимікробних полімерів. Система упаковки с набутою антимікробною активністю обмежує або запобігає росту мікробів, подовжуючи лаг-період і зменшуючи швидкість росту або зменшення кількості живих мікроорганізмів. Саме вони є основною причиною псування більшості

морепродуктів. Проте лише деякі мікроби, так звані специфічні мікроорганізми, що викликають псування, роблять свій внесок у неприємний присмак, пов'язаний з псуванням морепродуктів. У харчових продуктах мікробна деградація проявляється у вигляді псування чи зміни органолептичних властивостей харчового продукту, що робить його непридатним для вживання людиною. Використання антимікробних речовин може контролювати як загальну мікрофлору, так і специфічні мікроорганізми, пов'язані з псуванням, щоб забезпечити більш високу безпеку та кращу якість продуктів. Багато протимікробних сполук були оцінені в плівкових структурах для використання в морепродуктах, особливо органічні кислоти та їх солі, ферменти, бактеріоцини; у деяких дослідженнях розглядалися неорганічні сполуки, такі як наноккомпозит срібло/кремнезем (Ag/SiO₂), оксид цинку, цеоліт срібла та оксид титану.

Таблиця 2. Активність псування морепродуктів мікроорганізмами

Продукт	Активність псування	Специфічні бактерії псування
Свіжі охолоджені продукти, що зберігаються на повітрі.	Висока	<i>Shewanella putrificiens</i> , <i>Pseudomonas (Alteromonas) putrificiens</i> , <i>Pseudomonas (Altreomonas), fluorescens</i> <i>Vibrionaceae, Aeromonas</i>
Риба свіжа, >10 °C	Висока	<i>Photobacterium phosphoreum</i> , <i>Moraxella</i> ,
Риба свіжа, охолоджена, фасована.	Помірна	<i>Acinetobacter and Alcaligene</i> <i>Lactobacillus, Aerobacter</i> , <i>Flavobacterium</i> ,
Холодне зберігання у вакуумній упаковці холодного копчення.	Низька	<i>Micrococcus, Bacillus and</i> <i>Staphylococcus Mesophilic</i>

Морепродукти можуть зазнавати швидкого мікробного забруднення та зростання, якщо вони піддаються неналежному поводженню та зберіганню. Одна чверть світових запасів продовольства та 30% виловленої риби втрачається лише через діяльність мікробів. Щорічно втрачається близько 4–5 мільйонів тонн риби через ферментативне та мікробне псування через неправильне зберігання

на місці. Конкретні мікроорганізми псування, які, як відомо, беруть участь у псуванні морепродуктів, перераховані в табл. 2. в порядку зменшення активності псування.

Деякі мікроорганізми викликають псування різною мірою залежно від загальної мікробної флори, якості риби, методів обробки та пакування, температури зберігання. Традиційні методи збереження риби включають термічну обробку, сушіння, заморожування, охолодження, опромінення, упаковку в модифікованому газовому середовищі та додавання протимікробних агентів або солей. На жаль, подібні методи не можуть бути застосовані до деяких рибних продуктів.

Антимікробний агент є хімічним консервантом, який може бути включений в пакувальний матеріал для індукування антимікробної активності. Різні антимікробні агенти, які, зазвичай, можна розділити на три основні групи, а саме хімічні агенти, натуральні спеції та пробіотики, можуть бути включені в звичайні системи та матеріали при пакуванні харчових продуктів для створення нових систем антимікробної упаковки. Антимікробна упаковка – це форма активної упаковки, яка взаємодіє з продуктом або вільним простором між упаковкою та харчовим продуктом для досягнення бажаного результату. Зокрема, антимікробна упаковка є перспективною формою активної харчової упаковки рибної продукції. Мікробне зараження цих харчових продуктів відбувається в основному на поверхні після безпосередньої обробки. Були зроблені спроби підвищити безпеку та відстрочити псування за допомогою антибактеріальних спреїв або розчинів. Однак пряме поверхнєве нанесення антибактеріальних речовин на харчові продукти має обмежені переваги, оскільки активні речовини часто нейтралізуються при контакті або швидко дифундують із поверхні в харчову масу. З іншого боку, включення бактерицидних або бактеріостатичних агентів до рецептур риб може призвести до часткової інактивації активних речовин компонентами продукту і, отже, очікується лише обмежений вплив на поверхнєву мікрофлору. На першій стадії псування риба видає дуже неприємний

запах, небажаний для більшості споживачів; тому антимікробні агенти, які можуть зменшити цей запах, корисні для вирішення цієї проблеми, одночасно збільшуючи термін зберігання риби.

Традиційно антимікробні агенти додають безпосередньо у їжу; проте багато речовин у самій їжі інгібують протимікробну активність, знижуючи їх ефективність. У таких випадках використання антимікробних плівок або покриттів може бути більш ефективним, оскільки вони можуть вибірково та поступово мігрувати з упаковки на поверхню харчових продуктів. Плівки, що містять антимікробні речовини, являють собою потенційне вирішення проблеми псування.

Морепродукти пов'язані з багатьма мікробними небезпеками. Температурні перепади при транспортуванні від низької температури до високої або від високої до низької можуть викликати утворення або розмноження термостабільних токсинів. Види *Salmonella* є основною причиною бактеріальних захворювань, що передаються через морепродукти, а також затримки імпорту на кордоні. Фактори зростання, пов'язані з видами *Salmonella*, включають наступне: діапазон температур 5,2–47 °С, діапазон рН 3,7–9,5; багато штамів сальмонел можуть виживати при заморожуванні до 9 місяців. *Listeria monocytogenes* також широко поширена як види *Salmonella*, але зазвичай спостерігається в морепродуктах з причини присутності такого мікроорганізму, перш за все, на переробних підприємствах і здатний зростати в діапазоні температур від -0,4 до 45 °С; зростання відбувається швидко і досягає небезпечної кількості у креветок та сомів. Види *Vibrio* також пов'язані з хворобами, які передаються морепродуктами, і найбільш вірулентними видами є *Vibrio vulnificus*. Було виявлено, що устриці, зібрані біля узбережжя Техасу, що зазнали швидкого охолодження, показали зниження кількості *V. vulnificus* на 97,8%, у той час як устрицям, охолодженим традиційним способом, знадобилося чотири дні, щоб досягти такої ж кількості. Токсин, що виробляється *Clostridium botulinum*, спороутворюючий анаероб, викликає серйозне занепокоєння, оскільки він термостабільний, високотоксичний і може зростати при температурі вище 3,3 °С;

рівень *C.botulinum* в морепродуктах оцінюється від 1 до 2400 спор на кілограм морепродуктів. *Aeromonas hydrophila* частіше асоціюється з морепродуктами або зустрічається виключно в них, а також у прісних, стоячих та солонуватих водах. Дослідження показали, що місцеві морепродукти, зібрані протягом 24 годин, містили *A. hydrophila* як переважний організм (прісноводна риба – 38%, молюски – 73–86% і морські риби – 93%).

Упаковка морепродуктів історично була пасивною або використовувалась для захисту від кисню, висихання та мікробного забруднення. Упаковка із захистом від розтину стала нормою 30 років тому. Упакований у вакуумі лосось холодного копчення з високим рівнем

(10^7 – 10^8 КУО/г) молочнокислих бактерій залишається придатним протягом кількох тижнів, після чого продукт відбраковується органолептичним тестуванням, яке показує, що принцип «загальна кількість бактерій», що має визначатися, не діє і не служить індикатором псування цього типу продукту.

Антимікробна упаковка отримала широке розповсюдження в індустрії морепродуктів через її потенціал у методі бар'єрів, що використовується для харчових продуктів із мінімальною обробкою. Для застосування в харчових продуктах, морепродуктах, фармацевтичних та косметичних продуктах виробники протимікробних препаратів повинні дотримуватись керівних принципів та норм країни, в якій вони використовуються. Таким чином, нові протимікробні пакувальні матеріали можуть бути розроблені тільки з використанням агентів, схвалених уповноваженими органами, такими як FDA (Food and Drug Administration – Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів і медикаментів), як сполуки, які дозволені до використання в межах допустимих концентрацій для підвищення або збереження безпеки харчових продуктів. У систему упаковки можуть бути включені різні протимікробні речовини, включаючи хімічні протимікробні речовини, антиоксиданти, біотехнологічні продукти, протимікробні полімери та природні протимікробні речовини.

Органічні кислоти, такі як бензойна кислота, парабени, сорбати, сорбінова кислота, пропіонова кислота, оцтова кислота, молочна кислота, жирні кислоти середнього розміру або їх суміші, мають сильну антимікробну активність і використовуються в якості харчових консервантів, речовин, що контактують з харчовими продуктами. Було вивчено вологонепроникність та антимікробні властивості плівок ГПМЦ (гідроксипропілметилцелюлоза або гіпомеллоза) – жирні кислоти (товщиною 30–50 мкм), що містять низин (10^5 МО/мл) як антимікробного агента, і його ефективність проти *Listeria innocua* і *Staphyloco.* Механізми, за допомогою яких органічні кислоти пригнічують мікроорганізми, широко вивчався. Але існує ще мало доказів того, що органічні кислоти впливають на синтез клітинної стінки у прокариотів або що вони суттєво впливають на синтез білка або генетичні механізми. Натомість органічні кислоти швидше діють на рівні цитоплазматичної мембрани. Недисоційована форма органічних кислот проникає через ліпідний подвійний шар клітинної мембрани і, потрапивши всередину клітини, дисоціює через більш високий рН всередині клітини. Оскільки бактеріальні клітини мають бути здатні підтримувати внутрішній рН біля нейтрального, протони, що утворюються при дисоціації органічних кислот, повинні транспортуватися назовні. Оскільки протони, які генеруються органічними кислотами всередині клітини, повинні бути витіснені з використанням енергії у вигляді АТФ (аденозинтрифосфорна кислота – органічна сполука, що здатна переносити енергію для багатьох процесів, таких як скорочення м'язів). Природні протимікробні препарати та ефірні олії, що містяться в морепродуктах, дуже корисні проти зростання мікробів і не надають негативного впливу на довкілля. Споживачі вимагають морепродуктів вищої якості без будь-яких синтетичних добавок, а торгівельні точки висувають підвищені вимоги до продовження терміну придатності свіжих та перероблених морепродуктів. Ці причини спонукали використовувати органічні протимікробні агенти, і в даний час проводиться безліч досліджень, що зв'язують ці агенти та специфічні мікроорганізми, що викликають псування.

Активні антимікробні речовини у багатьох спеціях та ефірних маслах взаємодіють з компонентами їжі, і якщо вони використовуються як єдиний консервант у харчових продуктах, більше 1 % (мас./мас.) ці спеції та ефірні олії можуть знадобитися для продовольчого продукту. Ці компоненти часто посилюють дуже сильний смак і насамперед корисні у соусах та продуктах, змішаних з іншими харчовими інгредієнтами. Було виявлено, що 0,05% (за об'ємом) олії орегано надає філе тріски характерний, але приємний смак, а сама олія значно продовжує термін зберігання і уповільнює реакції псування. Олія орегано та багато інших ефірних олій відносно дешеві, а додавання 0,05% ефірної олії (за об'ємом) становить приблизно 1 % від вартості сировини у разі філе тріски. Більшість досліджень було зосереджено на використанні ефірних олій для розробки їстівного покриття, інкапсуляції або будь-якої іншої форми, оскільки відомо, що високий вміст жиру в рибі впливає на функцію ефірної олії. Наприклад, 0,5 мкл/г олії орегано ефективніші проти *P. фосфореуму* на філе тріски, ніж на лососі, який є жирною рибою. Повідомлено, що альгінатно-глиняні плівки, збагачені 1 % ефірної олії майорану, значно сповільнювали зростання *L. monocytogenes* протягом 15-денного зберігання, при цьому остаточні підрахунки досягали 6,23logKYO/г. Покриття з альгінату/карбоксиметилцелюлози + ефірна олія гвоздики 1,5 % показали найнижчі та прийнятні біохімічні, бактеріологічні та органолептичні характеристики при зберіганні до 16 днів при 4 °С.

Тимол, один із ключових компонентів олії орегано, в основному відповідає за його антимікробну активність. Одне покриття не впливало на зростання мікробів на готових до вживання очищених креветках. Невеликий антимікробний ефект отримано при нанесенні на покриття тимолу. Більш того, активне покриття було ефективним для зменшення втрати органолептичних якостей досліджуваного продукту, що особливо вірно за найнижчої концентрації тимолу. Варто зазначити, що для всіх зразків модифікованої атмосферної упаковки кількість *Pseudomonas* завжди була нижчою за рівень виявлення до 26-го дня.

Тимол і карвакрол є найбільш активними складовими ефірної олії чебрецю з широким спектром протимікробних та антиоксидантних властивостей. Олія чебрецю та модифікована атмосферна упаковка є найбільш ефективними методами інгібування синьогнійної палички та H_2S -продукуючих бактерій у меч-рибі. Термін зберігання свіжої охолодженої середземноморської меч-риби становив 8 і 13 днів в аеробних та ГДК умовах відповідно. Додавання 0,1% ефірної олії чебрецю продовжило термін зберігання в аеробних умовах на 5 днів, тоді як комбінація модифікованої атмосферної упаковки та олії чебрецю призвела до значного збільшення терміну зберігання філе меч-риби приблизно на 7 днів. Гнучкі пластикові плівки, що містять тимол як протимікробний агент для упаковки лосося, продовжують термін зберігання до 18 днів при 2 °С. Термін придатності форелі гарячого копчення, обробленої чебрецем та часниковим маслом, при зберіганні в холодильнику становить 7 тижнів, порівняно з 5 тижнями для необробленої райдужної форелі гарячого копчення, ґрунтуючись на органолептичних, хімічних та мікробіологічних дослідженнях. Дослідники провели експерименти з покриттям ізоляту сироваткового білка, збагаченого ефірною олією чебрецю (3 %, 5 % і 7 %, за об'ємом), на цільній форелі при зберіганні в холодильнику при температурі 4 ± 2 °С і дійшли висновку, що збільшення кількості тим'яну. Вплив різних концентрацій екстрактів чебрецю, гвоздики та розмарину на мікробіологічні, хімічні та органолептичні характеристики котлет з риби боніто показав, що додавання ефірних олій надає позитивний впливає на термін придатності цього продукту; зокрема, ефірна олія розмарину справила чудовий ефект. Механізм дії тимолу дуже схожий на карвакрол, причому обидва мають гідроксильну групу в іншому місці фенольного кільця. Обидві речовини роблять клітинну мембрану проникною. Карвакрол і тимол здатні руйнувати зовнішню мембрану грамнегативних бактерій, вивільняючи ліпополісахариди та підвищуючи проникність цитоплазматичної мембрани для АТФ – аденозинтрифосфату. Присутність хлориду магнію не впливає на цю дію, що передбачає механізм, відмінний від хелатування катіонів у зовнішній мембрані.

Хітозан являє собою нетоксичний, біорозкладний та біосумісний природний полімер. Це хороший вибір для антимікробних плівок через його чудові плівкоутворювальні властивості, здатність адсорбувати поживні речовини, що використовуються бактеріями, а також здатність зв'язувати воду та інгібувати різні бактеріальні ферментні системи. Хітозан, який в основному отримують з ракоподібних панцирів, є другим за поширеністю природним полімером в природі після целюлози. Таким чином, хітозан, який комерційно виробляється в основному з морських джерел (наприклад, ракоподібних панцирів), використовується для стабілізації продуктів на основі морепродуктів. Плівки та покриття на основі хітозану використовувалися для різних видів риб, щоб зменшити мікробну флору, покращити загальну якість риби та продовжити термін зберігання. Відомо, що 5 г/л хітозану продовжують термін зберігання устриць *Crassostrea gigas* з 8–9 днів до 14–15 днів. Консервативну обробку проводили шляхом занурення устриць у розчин хітозану з концентрацією 5,0 г/л на 10 хв. у співвідношенні 1:2 (маса/об'єм). Було констатовано, що види *Pseudomonas* та *Shewanella* є найбільш плідними мікроорганізмами при зберіганні риби та молюсків у холодильнику і виявлено, що термін зберігання зразків морського окуня, загорнутих у хітозанову плівку та упакованих за допомогою вакууму, становить 25–30 днів, тоді як термін придатності лише зразків морського окуня у вакуумному впакуванні закінчується протягом 5 днів. Включення плівки з ацетату хітозану перед упаковкою призвело до зниження кінцевої бактеріальної популяції на 1,6 та 3,8 логарифмічних одиниць у зразках, упакованих у хітозан повітряної та вакуумної упаковки.

Визначено, що філе форелі, оброблене хітозаном і лактопероксидазою, містило значно меншу кількість *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, а також психротрофних і мезофільних бактерій. Було побудовано поліноміальну модель та наголошено, що *P. fluorescens* є найбільш стійким мікроорганізмом у морепродуктах і показано, що *P. fluorescens* може пригнічуватися у філе за допомогою активного розчину, що містить 2% хітозану і 6000 ppm тимолу і екстракту насіння грейпфрута, у поєднанні з упаковкою при співвідношенні

O₂/CO₂=5:95, підтримували філе на максимальному рівні мікробіологічної якості в рівні протягом приблизно 20 днів. Точний механізм протимікробної дії хітину, хітозану та їх похідних досі невідомий, але було запропоновано різні механізми. Взаємодія позитивно заряджених молекул хітозану з негативно зарядженими мембранами мікробних клітин призводить до витоку білкових та інших внутрішньоклітинних компонентів. Хітозан діяв переважно на зовнішній поверхні бактерій. При нижчій концентрації (<0,2 мг/мл) полікатіонний хітозан, ймовірно, зв'язується з негативно зарядженою бактеріальною поверхнею, викликаючи аглютинацію, тоді як при більш високих концентраціях більша кількість позитивних зарядів могло надати сумарний позитивний заряд поверхні бактерій, щоб утримувати їх. Хітозан взаємодіє з клітинною мембраною, змінюючи проникність клітин.

Плівки, що містять олію лемонграсу, мають більшу антибактеріальну активність, ніж плівки, оброблені бергамотом, щодо *Escherichia coli*, *L. monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*. Стейки з риби у вакуумній упаковці, покриті плівками з хітозану та гвоздики, здатні продовжити термін зберігання з 4 до 8 днів при 4 °С. Свіжі креветки в 3% розчинах сорбату калію, бензоату натрію, діацетату натрію і комбінованих розчинах низину призводили до незначного зниження кількості *cytoz*. Але таке додавання не змогло зменшити кількість *Salmonella spp.* на поверхні креветок. Покриття на основі целюлози, що включають низин, сорбат калію або бензоат натрію, зменшували популяцію *L. monocytogenes* у лососі холодного копчення максимум на 4,2, 4,8 та 4,9 log КОЕ/л після 4 тижнів зберігання в холодильнику. Обробка райдужної форелі у вакуумному пакуванні низином призвела до покращення якості та збільшення терміну зберігання риби з 12 до 16 днів при 4 °С. Цитоплазматична мембрана вегетативних клітин є основним місцем дії низини. Вважається, що низин викликає утворення пір у цитоплазматичній мембрані, що призводить до виснаження протонно-рушійної сили та втрати клітинних іонів, амінокислот та АТФ.

Вакуумовані сосиски, приготовані з м'язів гігантського кальмара *Dosidicus gigas* з протимікробним препаратом Пронат (0,1%), були фізико-хімічно стабільними та в хорошому мікробіологічному стані до 21 дня. Алілізогіоціанат (АІТ) (18 та 36 мкг/л), присутній у паровій фазі, є ефективним антимікробним засобом для придушення росту *P. aeruginosa*, оскільки забезпечує в 3 рази більш тривалий термін зберігання свіжого філе сому. Вищі концентрації газоподібного АІТ показали посилення протимікробної дії на *P. aeruginosa*. Використання сорбату калію і лактату натрію або окремо, або в поєднанні з 3 % (маса/об'єм) розсолу для попереднього копчення або шляхом обприскування філе райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* після копчення дозволяло підтримувати філе форелі в межах лімітів, що споживаються, протягом 4 тижнів при температурі 6 ± 1 °С. Попереднє куріння знижувало загальну кількість аеробних мезофільних бактерій. Європейський вугор у вакуумній упаковці мав термін придатності 16 та 20 днів при обробці лавром та миртом, відповідно. Натуральні екстракти мирту і лавра можуть використовуватися в харчовій промисловості для продовження терміну придатності морепродуктів, оскільки вони мають багатообіцяючі антиоксидантні та антимікробні властивості. Мегрим – *Lepidorrhombus wiffiagonis*, обернутий плівкою з полімолочної кислоти, яка вміщує 8 % водоростей і 1 % сорбінової кислоти, був придатним до вживання після 11-го дня збереження, в той же час контрольні екземпляри риби, які зберігались тільки під поліетиленовою плівкою, за цей час були відбраковані. Механізм, за допомогою якого сорбінова кислота пригнічує ріст мікробів, можна частково пояснити її дією на ферменти.

Було розроблено математичну модель для прогнозування вимог до протимікробного плівкового покриття для забезпечення захисту від *L. monocytogenes* у копченому лососі за допомогою харчової протимікробної плівки на основі знежиреної гірчичної муки (плівка DMM). Вони виявили, що плівка з 0,41 мг/г тіоціанату, за прогнозами, забезпечує 19,7 год захисту копченого лосося від безперервної пост-контамінації *L. monocytogenes* при 4,0 log УО/г, протягом

яких тиоціанат залишається вище інгібуючої концентрації. Для 24-годинного інгібування необхідна початкова концентрація тиоціанату, що оцінюється як 0,43 мг/г плівкою, товщиною 0,14 мм для оптимальної антимікробної дії. Було досліджено кінетику швидкості вивільнення карвакролу по відношенню до різних розчинників, що імітують їжу, і рекомендовано використовувати їстівні плівки, які отримано з хітозану з низькою молекулярною масою, для консервування риб середнього та високого вміщення жирів. Плівки продемонстрували антимікробну ефективність щодо грамнегативних бактерій *Pseudomonas fragi*, *S. putrefaciens* і *A. hydrophila*, що часто викликають псування риби та морепродуктів. Ефірні олії багатьох рослин можна рекомендувати як безпечні біоконсерванти для риб. Наприклад, філе товстолобика *Hypophthalmichthys molitrix*, оброблене екстрактом виноградних вичавків (0 %, 2 % і 4 %), при зберіганні в охолодженому стані має більш високу антимікробну ефективність особливо наприкінці періоду зберігання.

Антимікробне пакування з неорганічними наночастинками останнім часом набирає популярності через чудову здатність цих матеріалів витримувати суворі технологічні умови, такі як високий тиск або температура в процесі виготовлення пластику, що має особливе значення для морепродуктів через труднощі, що виникають при обробці.

2.10.3. Упаковка з контрольованим вивільненням антимікробних агентів із плівок

Це нове покоління пакувальних матеріалів, які можуть вивільняти активні сполуки з різною контрольованою швидкістю та підвищувати якість та безпеку багатьох харчових продуктів при тривалому зберіганні. Основна концепція полягає у використанні упаковки як система доставки активних сполук, таких як протимікробні препарати, антиоксиданти, ферменти, ароматизатори та нутрицевтики. Контрольоване вивільнення антимікробних агентів із плівок є дуже важливим параметром для вивчення ефективності та дієвості

антимікробних плівок та покриттів в упаковці морепродуктів. Виявлено, що вивільнення протимікробних агентів з пакувальних плівок залежить від багатьох факторів, таких як електростатична взаємодія між протимікробним агентом та полімерними ланцюгами, іонний осмос та структурні зміни, викликані присутністю протимікробного агента та умовами навколишнього середовища. На дифузію антимікробного агента також впливає вид їжі, гідрофільні характеристики та умови зберігання. Природний протимікробний препарат, відомий як лізоцим, який пригнічує молочнокислі бактерії, включений у плівки з полівінілового спирту. Ступінь зшивання плівок з полівінілового спирту допомагає підтримувати швидкість вивільнення протимікробного агента, щоб забезпечити ефективне інгібування. Антимікробні пакувальні матеріали були отримані шляхом включення лізоциму в плівки з ацетату целюлози. Для досягнення контрольованого вивільнення лізоциму структура плівок була змінена сильно асиметричною і пористою на щільну шляхом зміни складу вихідного ливарного розчину. Нанесення протимікробних плівок забезпечує міграцію протимікробного агента на поверхню плівки та забезпечує постійне протимікробне покриття морепродуктів протягом тривалого часу транспортування.

Антимікробна упаковка для морепродуктів – технологія, що швидко розвивається. Необхідність універсальної упаковки морепродуктів для транспортування та зберігання, а також зростаючий споживчий попит на свіжі, зручні та безпечні морепродукти передбачають блискуче майбутнє антимікробної упаковки. Термін придатності свіжих морепродуктів короткий, і це створює важливу проблему при розподілі продукції. Призначення антимікробних засобів – продовжити термін придатності харчових продуктів та забезпечити їхню безпеку за рахунок зниження швидкості зростання специфічних мікроорганізмів за безпосереднього контакту упаковки з поверхнею твердих харчових продуктів (наприклад, м'яса, морепродуктів, сиру тощо) або з більшою частиною рідини (наприклад, молоком або м'ясним ексудатом). Крім того, протимікробні пакувальні матеріали повинні бути

самостерилізуючими або дезінфікуючими. Такі антимікробні пакувальні матеріали значно знижують можливість повторного забруднення перероблених продуктів та спрощують обробку матеріалів для усунення забруднення продуктів. Нанесення протимікробних плівок може забезпечити міграцію протимікробного агенту на поверхню плівки, забезпечуючи продовження протимікробної дії на поверхні харчових продуктів під час тривалої дії. Пряме додавання протимікробних препаратів до морепродуктів призведе до негайного скорочення бактеріальної популяції, але цей метод може не враховувати відновлення пошкоджених клітин або зростання клітин, які не були знищені таким прямим додаванням. Безпосереднє додавання антимікробних агентів до морепродуктів може також змінити органолептичні властивості.

Використання протимікробних пакувальних матеріалів в упаковці морепродуктів може звести до мінімуму мікробне забруднення поверхонь морепродуктів під час зберігання, транспортування та обробки. Основна дія цих плівок ґрунтується на виділенні антимікробних речовин у морепродукти. Деякі з цих агентів можуть становити загрозу безпеці для споживачів, якщо вивільнення не контролюється будь-яким механізмом усередині самого пакувального матеріалу. Цікавим нововведенням могло б стати використання полімерів з поверхнями, модифікованими опроміненням електронами або плазмовою обробкою для забезпечення антимікробної активності без перенесення чи міграції речовин у їжу.

Оскільки темпи зростання та загибелі бактерій відрізнятимуться для кожного живильного середовища, необхідно визначити, як протимікробні плівки працюватимуть для кожного харчового продукту.

Щоб оцінити, чи впливає протимікробна упаковка на мікроорганізми, присутні в морепродуктах, використовувався метод чашок з агаром, визначення мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) і динамічне струшування колби; ці методи аналогічні тим, що використовуються для оцінки лише протимікробних препаратів. У Японії як стандарт для оцінки здатності продуктів, що містять

протимікробні агенти, надавати антимікробні властивості продуктам використовується метод, званий «метод контакту з плівкою». Метод розроблено для неорганічних протимікробних препаратів, таких як цеоліт, заміщений сріблом. Він підходить для плівок і листів і включає інокуляцію бактерій на випробуваний зразок з подальшою інкубацією та підрахунком клітин у певних умовах. Мета полягає в тому, щоб визначити стійкість пластика до зростання мікробів, але це також може служити для визначення того, чи є полімери, що «самостерілізуються». Для перевірки антимікробної ефективності використовувалися стандартні методи. МІК може вказувати на антимікробну силу полімеру та дозволяє порівнювати антимікробну активність полімеру з активністю тільки протимікробного препарату. МІК є найнижчою концентрацією протимікробного препарату в полімері, що призводить до повного інгібування зростання досліджуваного мікроорганізму.

2.10.4. Проблеми з використанням органічних та неорганічних протимікробних агентів

Багато вивчених антимікробних сполук не дозволені для застосування в харчових продуктах, оскільки для того, щоб вони були ефективними, вони повинні мігрувати в їжу. Існують технічні проблеми при включенні відповідних протимікробних агентів до пакувальних систем. Більшість досліджень було проведено у лабораторних масштабах; дуже мало досліджень було проведено на експериментальній установці, і жодне з них не проводилося у промислових масштабах, щоб встановити комерційну цінність та труднощі масштабування, пов'язані з цим методом.

Деякі антимікробні агенти, такі як хітозан, досі не дозволені у європейських країнах; Основним недоліком хітозану є те, що він дуже чутливий до вологості і тому не підходить для пакування морепродуктів. Однак деякі дослідники намагалися вирішити цю проблему розробляючи водостійкі плівки на основі хітозану. Поточні тенденції припускають, що упаковка, як правило,

міститиме антимікробні речовини, а системи герметизації продовжуватимуть удосконалюватися. Безпосереднє використання протимікробних агентів на органічній основі може мати недоліки, пов'язані з їхньою чутливістю до умов обробки. Багато чинників впливають застосування протимікробних препаратів на комерційній основі:

1. Синтез протимікробних препаратів щодо їх стабільності, простоти та економічності.

2. Вибір антимікробної сполуки може бути обмежений не тільки її сумісністю з типом пакувального матеріалу, але й термостійкістю компонента при екструзії.

3. Швидкість дифузії антимікробних агентів через плівку.

4. Фізичні властивості пакувальної плівки в залежності від додавання антимікробних агентів.

5. Механізм дії для придушення зростання бактерій.

6. Взаємодія антимікробних агентів у харчовій матриці.

7. Механізми опору.

8. Вивільнення токсичності протимікробними агентами.

Дослідники переважно зосередилися на розробці нових підходів та тестуванні нових методів на модельних системах, але не на реальних харчових продуктах. Технологія антимікробної упаковки повинна бути зосереджена на технічній здійсненності, прийнятності для споживачів та аспектах безпеки харчових продуктів протимікробних агентів, на додаток до їх хімічної, мікробіологічної та фізіологічної дії. Кінцевою метою антимікробної упаковки морепродуктів є створення пакувальної плівки, яка не завдає шкоди здоров'ю людини і не змінює органолептичні або хімічні властивості морепродуктів і має стабільні антимікробні властивості.

Антимікробна упаковка – це нова розробка в галузі безпеки морепродуктів; він відіграє значну роль у майбутньому «захисту та збереження». Антимікробні агенти на органічній основі обмежені у своїй активності через жорсткі умови обробки при змішуванні з пластиком. Мікроорганізми морепродуктів легко

виробляють стійкість до органічних протимікробних препаратів; тому постійне використання органічних антимікробних агентів для пакування морепродуктів є проблематичним.

Активність органічних протимікробних агентів у умовах обробки обмежена. Хоча органічні антимікробні речовини (ефірні олії) використовуються в дуже невеликій кількості, більшості споживачів не подобається запах ефірних олій в упаковці морепродуктів. Органічні антимікробні агенти часто є складними токсичними бактерицидами, які можуть вилугуватися з полімеру, викликаючи проблеми зі здоров'ям. Органічні антибіотики також часто термолабільні і легко розкладаються під впливом вологості та механічної обробки, що ускладнює включення органічних антибіотиків до стандартних систем обробки смол. Стійкість мікробів до протимікробних препаратів, як і раніше, викликає занепокоєння при упаковці морепродуктів. Таким чином, використання неорганічних антимікробних агентів є широкою областю досліджень для пакування морепродуктів. Антимікробні полімери ChronoFlex, що містять іони срібла (Ag^+) мають широкий спектр антимікробної активності, безпеки та термостабільності. Оскільки неорганічні протимікробні агенти мають широкий спектр дії проти декількох патогенів, вони все частіше використовуються в упаковці харчових продуктів. Найбільш широко вивчені неорганічні наночастинки для антимікробної упаковки включають діоксид титану (TiO_2), оксид цинку (ZnO), оксид магнію (MgO) і цеоліт срібла.

Цеоліт срібла, AgSiO_2 , має хорошу протимікробну активність щодо *P. aeruginosa*, *S. putrefaciens*, *L. monocytogenes*, за винятком *Clostridium perfringens*. ZnAg також показав хороші антимікробні властивості щодо *P. aeruginosa*, *S. putrefaciens* і *L. monocytogenes*, за винятком *Clostridium perfringens*. Тільки ZnAg здатний знижувати кількість *C. perfringens* порівняно з цеолітом срібла та AgSiO_2 . Запропоновано два механізми бактерицидної дії цеоліту срібла. Одним із них є дія самого іона срібла, що вивільняється з цеоліту, а іншим – дія активних форм кисню, що утворюються зі срібла в матриці. Хоча деякі дослідники повідомляли, що кисень необхідний бактерицидній активності

цеоліту срібла, окремі з них фіксували ефективність цеоліту срібла щодо бактерій ротової порожнини в анаеробних умовах. TiO_2 нетоксичний і схвалений FDA для використання у харчових продуктах, ліках та матеріалах, що контактують з харчовими продуктами. Нещодавно було розроблено плівку TiO_2 – ПЕНП з використанням екструдера для виробництва плівки з роздуванням, який був протестований на *Pseudomonas spp.* із застосуванням модифікованого методу тестування *in vitro*. Встановлено, що кількість *Pseudomonas spp.* значно знизився на 4 і 1,35 log КУО/мл після 3 год опромінення ультрафіолетом А на плівці TiO_2 і порожній плівці, відповідно. Продемонстровано, що чорна сіль Руссена [$\text{Fe}_4\text{S}_3(\text{NO})_7$] у концентрації всього 2 мкМ порівняно з 0,5 мкМ пригнічує зростання *C. perfringens* вегетативні клітини, 3 мкМ для *L. monocytogenes* та 1,3 мкМ для *Clostridium sporogenes*. Пригнічення клітин *Pyrococcus furiosus* чорною сіллю Руссена відбувається як поблизу оптимальної температури росту, тобто 98 °С, так і при 4 °С, коли метаболічна і ферментативна активність практично дорівнюють нулю.

Досліджено антимікробний ефект плівок ізоляту риб'ячого білка (FPI)/желатину риб'ячої шкіри (FSG), що містять 3% наночастинок ZnO і 100% ефірної олії листя базилику. і помічено, що термін зберігання морського окуня з вказаною плівкою подовжує термін зберігання скибочок морського окуня до 12 днів при температурі охолодження, що на 8 днів більше, ніж у контролі. У наночастинках ZnO основною причиною антибактеріальної функції може бути порушення активності клітинної мембрани. Наночастинки ZnO надавали бактерицидну, а не бактеріостатичну дію на *Campylobacter jejuni*, не показуючи відновлення оброблених клітин, а також швидко вбиваючи 10^8 КУО/мл свіжих клітин трьох різних штамів *C. jejuni*.

Перекисне число (PV) і кислотне число (AV) були обрані як корисні показники для контролю харчової безпеки та якості морепродуктів, а стандартні значення перекісного числа і кислотного числа були встановлені на рівні не більше 30 мекв/кг і 3, відповідно. Ці значення були обрані тому, що вони вказують на початкову стадію псування жиру в рибі та морепродуктах. При

зберіганні морепродуктів перекисне число дуже швидко зростає. Встановлено, що екстракти цибулі-шалоту та куркуми ефективно уповільнюють вироблення первинних продуктів окислення ліпідів у філе райдужної форелі, що зберігається при температурі 4 ± 1 °C. А також досліджено, що ацетат натрію, лактат натрію і цитрат натрію добре працюють у взаємодії з лососем. Окислення ліпідів, виражене значенням перекисним числом та тіобарбітурової кислоти, затримувалося у зразках, оброблених ацетатом натрію та цитратом натрію. Величина TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) розглядається як показник вмісту малонового діальдегіду – найбільш переважного продукту вторинного окислення ліпідів; тому він вважається добрим хімічним індикатором для забезпечення якості. Максимальний рівень TBARS, що вказує на хорошу якість риби, становить 1–2 мг еквівалента малонового діальдегіду/кг тканини. У згаданих дослідженнях TBARS для контрольної групи, що отримувала лук-шалот (1,5%), лук-шалот (3,0%), аджван (1,5%) і аджван (3,0%), були нижчими за запропоновані межі до 6, 9, 12, 9 днів та 15, відповідно. Розчин поліфенолу чаю (0,2%, вага/об'єм) та розмарину (0,2%, вага/об'єм) використовували для попередньої обробки зануренням, а хітозан (1,5%, вага/об'єм) використовували для покриття. Результати показали, що хітозанове покриття було ефективним у уповільненні перекисного числа у великого жовтого горбиля під час зберігання в холодильнику.

2.10.5. Стабілізація розчинного газу

Через розчинність CO₂ у воді та рідких ліпідах поглинання CO₂ продуктом в пакувальній системі з модифікованою атмосферою призводить або до зниження тиску, або до зменшення об'єму, або до того і іншого, залежно від пакувального матеріалу. Це зменшення об'єму може призвести до руйнування упаковки, що є одним із основних недоліків CO₂ в упаковці з модифікованою атмосферою. Щоб вирішити цю проблему, можна ввести газ-наповнювач, що зменшує вміст CO₂, тим самим зменшуючи зміну об'єму, а також зменшуючи

бактеріостатичний ефект CO_2 зазвичай у діапазоні 3:1–4:1, що означає, що розмір упаковки у чотири-п'ять разів перевищує фактичний розмір продукту. Наслідком цього є нижча ефективність упаковки, збільшення витрат на поширення та збільшення кількості вироблених пластикових матеріалів та відходів. Альтернативою зменшення розміру упаковки є розчинення CO_2 в продукті перед упаковкою, метод, відомий як стабілізація розчинним газом. Було доведено, що стабілізація розчинним газом запобігає руйнуванню упаковки навіть при використанні низьких співвідношень об'єму газу до продукту. Таку обробку проводять при низькій температурі та тиску не нижче 1 атм. Оскільки розчинність CO_2 збільшується при більш низькій температурі і більш високому парціальному та/або загальному тиску, достатня кількість CO_2 може бути розчинена в продукті протягом 1–2 годин у чистому CO_2 . Незважаючи на своє позначення, стабілізація розчинним газом за визначенням не є пакувальною технологією. Отже, за попередньою обробкою стабілізація розчинним газом потребує переупаковки після завершення обробки або у вакуумній, або в з модифікованою атмосферою упаковці. Порівняння попередньої обробки з стабілізацією розчинним газом з подальшим вакуумним пакуванням на прикладі морського ляща і морського окуня у чистому вакуумному пакуванні виявили, що стабілізація розчинним газом затримує зростання природно присутніх бактерій, що також узгоджується з аналогічним пакуванням восьминога *Octopus vulgaris*.

Крім того, попередня обробка стабілізацією розчинним газом довше зберігала початкові органолептичні характеристики та якість, що призвело до збільшення терміну придатності на 2–3 дні порівняно зі зразками, упакованими у чисте вакуумне пакування. У більшості літературних джерел повідомляється про використання стабілізації розчинним газом у поєднанні з упаковкою з модифікованою атмосферою, оскільки вважається за необхідне повторно упаковувати за умови зберігання модифікованої атмосфери після обробки стабілізацією розчинним газом для збереження ефекту розчиненого CO_2 . Така упаковка попередньо обробленої шляхом стабілізації розчинним газом

пастеризованої корейки атлантичного лосося значно знижує зростання *Listeria innocua* за рахунок продовження лог-фази та зниження швидкості зростання. Зниження зростання бактерій за допомогою стабілізації розчинним газом з подальшим пакуванням в умовах з модифікованою атмосферою також спостерігалось для креветок *Pandalus borealis*, атлантичного палтуса *Hippoglossus hippoglossus*, фаршу з атлантичної тріски та філе атлантичного лосося. Взаємозв'язок між вимірним зростанням бактерій та передбачуваною якістю та терміном придатності не є однозначним. Незважаючи на позитивний ефект пригнічення бактерій, що спостерігається при обробці рибної сировини, численні експерименти показали, що стабілізація розчинним газом не забезпечує здатність продовжувати термін придатності при оцінці на основі органолептичних показників. Однак дослідження, в яких повідомлялося про збільшення органолептичного терміну придатності від 4 до більш ніж 9 днів, в основному ґрунтувалися на оцінках стороннього запаху. Ефект стабілізації розчинним газом часто приписують інгібуванню специфічних організмів, що викликають псування, та інгібуванню окисної прогорклості. Підвищений відсоток CO₂ у вільному просторі може спричинити підвищену втрату вологи внаслідок змін рН, що викликають конфронтаційні зміни у білках. У жодному з експериментів з аналізу втрати вологи після використання стабілізації розчинним газом такого ефекту не спостерігалось; деякі фахівці навіть повідомили про зниження втрати вологи. У всіх згаданих дослідженнях проводиться порівняння між зразками, обробленими стабілізацією розчинним газом, і звичайною упаковкою з модифікованою атмосферою, отже всі зразки містять деякий рівень CO₂. Це може пояснити відсутність відмінностей.

2.10.6. Методи газового пакування

Упаковка не може вважатися методом обробки, оскільки обробка часто розглядається як щось, спрямоване на зміну продукту, тоді як традиційно

упаковка в основному застосовується для збереження продукту у тому вигляді, в якому він є. Однак розвиток в області упаковки харчових продуктів зробило її настільки ж важливим, як і будь-яку іншу обробку, особливо в галузі харчових продуктів легкого ступеня обробки. Особлива увага приділялася упаковці з модифікованою атмосферою (МА) та активній упаковці.

Настільна пакувальна машина для запечатування лотків у модифікованій атмосфері MAP 220 (рис. 7 а) є невеликою машиною для запечатування лотків і призначена для автоматичного запечатування пластикових лотків, мисок, чашок та лотків із алюмінієвої фольги.

Безперервно-роторна автоматична пакувальна машина в модифікованій атмосфері MAP550 (рис. 7 б) – це багатофункціональна машина що запечатує лотки, чашки і миски з пластику або алюмінієвої фольги, машина, що володіє надфективністю і безліччю опцій.

Технічна характеристика

MAP 220

Джерело живлення	Однофазний, 220 В/50 Гц
Сумарна потужність	Близько 2 кВт
Температура нагрівання	0–300 °С
Матеріал машини	Нержавіюча сталь SUS304
Форма 6061	Алюмінієвий сплав
Розмір машини	Близько 900x680x840 мм
Вага машини	Близько 60–90 кг
Джерело руху	Пневматичні та електричні
Стиснене повітря	Тиск 0,6–0,8 МПа, витрата близько 200 л/хв.

MAP550

Джерело живлення	3 фази, 380 В, 50 Гц
Сумарна потужність	4–10 кВт
Розмір прес-форми	Розроблено відповідно до розміру контейнера
Швидкість упаковки	300–3000 упаковок на годину
Функція лише ущільнення	Так
Розмір машини	Різні в залежності від розміру лотка



а)



б)

Рис. 7. Пакувальна машина в модифікованій атмосфері
а) Настільна машина для запечатування лотків безперервної дії MAP 220.
б) Машина для запечатування лотків безперервної дії MAP 550 [20]

Термін «модифікована атмосфера» часто сприймається як синонім упаковки з модифікованою атмосферою, етапу після обробки упаковки, на якому

суміш різних газів миттєво замінює повітря всередині упаковки під час запечаткування. Насправді термін набагато ширший. Існує кілька методів зміни атмосфери всередині харчових упаковок, включаючи вакуумну упаковку, емітери, шляхом стабілізації розчинним газом та, звичайно, упаковку МА. Ще одним принципом зберігання є зберігання у контрольованій атмосфері (ЗКА), метою якого є отримання вихідної атмосфери в системі зберігання. ЗКА широко використовується при упаковці фруктів та овочів, але рідше використовується для морепродуктів. Однак для промислового застосування ЗКА буде потрібна попередня стадія ЗКА для досягнення стабільних умов перед повторною упаковкою або в МА, або у вакуумі. Більшість досліджень ЗКА було проведено в лабораторних експериментах з використанням принципу розчинення CO_2 у продукті. Проте поточний проект, який фінансується Дослідницькою радою Норвегії, спрямований на розробку повномасштабної технологічної концепції стабілізації розчинним газом для морепродуктів.

Функціональний принцип той самий незалежно від обраного методу: вільний простір усередині харчових упаковок змінюється шляхом видалення небажаних газів чи запровадження корисних. Основними важливими газами є O_2 , N_2 і CO_2 , тоді як і інші компоненти були досліджені та використані. Для більшості продуктів з риби та морепродуктів упаковка спрямована на усунення присутності O_2 , оскільки O_2 в більшості випадків надає згубний вплив на якість морепродуктів, що зберігаються. Як вже згадувалося, бактеріальне псування риби та морепродуктів часто пояснюється наявністю та зростанням аеробних або факультативно-анаеробних бактерій або окисленням ліпідів та розвитком прогорклості. Таким чином, усунення O_2 забезпечить більш тривалий термін зберігання за рахунок уповільнення бактеріального псування та окислення ліпідів. З іншого боку, види з високим вмістом оксиду триметиламіну (ТМАО) часто страждають від видалення O_2 , оскільки бактерії, збіднені O_2 розкладають ТМАО до триметиламіну, викликаючи утворення характерного «рибного» запаху зіпсованих морепродуктів. Вилучення O_2 основна мета вакуумної упаковки. Вакуумна упаковка була першим комерційно розробленим методом

пакування МА. Він складався з упаковки з матеріалів з низькою проникністю для O_2 після відкачування повітря, що в умовах хорошого вакууму має знизити концентрацію O_2 нижче 1%. Як альтернатива, промивання N_2 використовується для заміни O_2 в упаковках в якості міри затримки псування. Однак здебільшого N_2 використовується тільки як наповнювач в пакувальних газових сумішах МА через його властивості розчинності (рис. 8).



Рис. 8. Різні форми модифікації атмосфери, вакуумна упаковка, випромінювач і упаковка в модифікованій атмосфері. (Усе це можна застосовувати в поєднанні зі стабілізацією розчинного газу) [18]

Найбільш поширеним застосуванням газової упаковки риби та морепродуктів є упаковка МА. Проте експериментальні дані значно різняться; в основному продовження терміну придатності свіжих морепродуктів на 30–60% досягається при використанні атмосфери з підвищеним рівнем CO_2 . Використання високого вмісту CO_2 у вільному просторі упаковки може змінити склад мікробіоти продукту, віддаючи перевагу анаеробним або факультативно анаеробним видам.

Brochothrix thermospacta є сильнодіючою бактерією, що викликає псування, яка вважається переважним організмом, що викликає псування морепродуктів, упакованих у МА. Упаковка МА знижує зростання *B. thermospacta* порівняно з вакуумною упаковкою. Це узгоджується з висновками для філе пангасіуса *Pangasius hypophthalmus*. На *B. thermospacta* не впливає підвищена концентрація CO_2 . Більше того, упаковка МА навіть сприяє

зростанню *B. thermospacta* через зниження конкуренції. Відмінності у вихідних газових сумішах або характеристик продукту можуть бути частиною пояснення цих відмінностей, хоча точна причина невідома. Це показує складність порівняння досліджень і, отже, оцінки ефекту упаковки МА.

Атмосфера зі зниженим вмістом O_2 може інгібувати зростання аеробних бактерій, що викликають псування, але таке ж середовище може бути корисним для строгих або факультативних анаеробів, таких як *Listeria spp.* Було показано, що високі рівні CO_2 знижують зростання *Listeria spp.* при використанні в упаковці МА за рахунок продовження лог-фази, а також швидкості зростання. Однак важливо відзначити, що ці дослідження показали, що упаковка МА викликає затримку або уповільнення зростання *Listeria spp.*, а не повне гальмування. Це підкреслюється прогностичною моделлю, що показує, що навіть такий вже консервований продукт, як атлантичний лосось холодного копчення, потребує майже 100% рівноважної концентрації розчиненого CO_2 для запобігання росту *L. monocytogenes*. Ще одна проблема, пов'язана з *L. monocytogenes* – це здатність утворювати біоплівки, складне співтовариство мікроорганізмів, прикріплених до поверхонь обладнання для обробки харчових продуктів. Було показано, що *L. monocytogenes* може утворювати бактеріальні біоплівки, щоб виживати на поверхнях обробки харчових продуктів в анаеробних умовах. Було досліджено вплив МА на біоплівки *L. monocytogenes* під час зберігання і виявлено, що анаеробіоз значно знижує поширеність і товщину біоплівок, що утворюються в порівнянні з аеробними умовами.

Для оцінки якості морепродуктів, запакованих у МА, використовувалося кілька методів. Одним із них є оцінка водоутримуюча здатність або утримання води. Повідомлялося, що збільшення кількості CO_2 змінить водоутримуючу здатність і, отже, збільшить рівень утримання води. Однак при використанні попередньої обробки шляхом стабілізації розчинним газом або додаванні емітерів CO_2 у поєднанні з упаковкою МА ефект відсутній або навіть знижується рівень утримання води. Запропоноване пояснення – це вплив на зменшення об'єму вільного простору, що відбувається через сольобілізацію CO_2 .

Оптимальне використання упаковки CO₂ у МА обмежене розчинністю CO₂, що викликає зміни об'єму та потенційне руйнування упаковки при використанні в гнучких або напівжорстких упаковках. Пропоноване рішення це використання емітерів CO₂. Хоча упаковка з стабілізацією розчинним газом і МА залежить від зміни атмосфери перед запечатуванням упаковки, виробники викидів CO₂ прагнуть отримати систему, яка здатна виробляти CO₂ всередині упаковки в результаті хімічних реакцій, тому викиди CO₂ класифікуються як форма активної упаковки. Інші типи активної упаковки включають поглиначі кисню, поглиначі вологи та антиоксиданти, що вивільняються.

Порівняно упаковку атлантичної тріски у вакуумній упаковці та упаковці МА, з або без емітера CO₂, і показано, що включення емітера значно знижує зростання бактерій та продовжує органолептичний термін зберігання з 7 до 13 днів. Що ще важливіше, останні дослідження показали збільшення терміну придатності, незважаючи на значне зниження співвідношення газовий простір – продукт з 4:1 до 1,3:1 та з 3:1 до 1:1, відповідно. Це означає, що для упаковки потрібно менший об'єм, що підвищує ефективність транспортування та зберігання. Але може мати місце здуття верхньої стінки в результаті підвищеної кількості CO₂, виробленого емітером CO₂, що є одним з основних недоліків використання емітера. Покладаючись на хімічну реакцію всередині упаковки, важко контролювати об'єм CO₂ особливо тому, що полегшуючий фактор утримання води значно варіюється від зразка до зразка навіть в межах одного і того ж виду.

Якість морепродуктів стає все більш важливою і впливає на собівартість продукції та переваги споживачів. Лосось є домінуючим видом в аквакультурі у всьому світі, загальний обсяг виробництва становить 2,5 мільйона тонн, а також важливий продукт морепродуктів з високою вартістю. Зараз Норвегія є найбільшим виробником атлантичного лосося із загальним виробництвом 1,4 мільйонів тонн у 2019 році. Як експортний товар, атлантичний лосось становить близько 93% норвезького виробництва аквакультури, і ця риба експортується для подальшої обробки. Вона мають високу калорійність і білок утримання 25% і

28% відповідно. Виробництво лосося стає більш прибутковим тому багато країн використовують інноваційні технології для вивчення можливостей виробництва лосося на морських і наземних фермах. Одна з провідних країн з перевіреної індустрії аквакультури, Норвегія, має гарну позицію для зміцнення свого становища в глобальній конкурентоспроможності ринку аквакультури та виробляти рибу високої якості. Це застосовується в усьому ланцюжку доданої вартості, починаючи з виробництва, збору врожаю, первинної та вторинної обробки нарешті зберігання та споживання. Вода є переважаючим компонентом риби. Вона підтримує серію біохімічних, мікробіологічних і фізичних реакцій, що впливають на сенсорні, харчові та функціональні властивості під час обробки та зберігання риби. Властивості утримання води включають втрату крапель і водоутримуюча здатність це два представника показники свіжості з урахуванням спорідненості між м'язами риби і води. Водоутримуючу здатність також визначено як здатність утримувати природну воду всередині м'яз. Мається на увазі вода, що видаляється без будь-якої додаткової сили, яку іноді називають очищенням або плачем. Це екструзія тканинних соків з м'язових білкових мереж і вони тісно пов'язані з водоутримуючою здатністю.

Дослідниками була дана оцінка кольору, зовнішнього вигляду, запаху, структури, смаку та загального враження від кальмарів за п'ятибальною шкалою та виявили, що високий вміст CO₂ збільшує період зберігання з якістю вище за допустиму межу. Аналогічні результати були зроблені майже у всіх дослідженнях, в яких повідомлялося про органолептичну оцінку з тенденцією до більш високої концентрації CO₂, що призводило до збільшення терміну придатності.

Подальша робота має буде зосереджена на використанні протимікробних сполук неорганічного походження (наприклад, Ag⁺, Cu⁺⁺, Zn⁺⁺), що мають широкий спектр активності та низьку токсичність. Антимікробні полімери ChronoFlex містять Ag⁺-іони, мають застосовуватися переважно, оскільки мають широкий спектр протимікробної активності, вони безпечні для споживання людиною і термостабільні. Антимікробні полімери ChronoFlex можна

переробляти за допомогою традиційних методів екструзії та лиття під тиском, зберігаючи при цьому бажані антимікробні властивості. Добавка, яка вміщує срібло і використовується в цих полімерах, унікальним чином вбудовується в структуру полімеру під час послідовності полімеризації, забезпечуючи тим самим однорідну дисперсію отриманого полімеру. Активні іони срібла, що входять до складу антимікробних полімерів ChronoFlex, стабілізуються за рахунок їх асоціації з такими носіями, як фосфати (зокрема фосфат цирконію), водорозчинний силікатний порошок, цеоліт та іонообмінна смола. Не виключено, що буде розробка «інтелектуальних» або «розумних» протимікробних пакетів. Ці матеріали зможуть визначати присутність мікроорганізмів у морепродуктах.

Антимікробна упаковка може відіграти значну роль у зниженні ризику зараження патогенами, а також продовження терміну придатності морепродуктів; проте вони ніколи не зможуть замінити високоякісну сировину, правильно оброблені продукти та передові методи виробництва. Антимікробну упаковку слід розглядати як бар'єрну технологію, яка, на додаток до інших нетермічних процесів, таких як імпульсне світло, високий тиск і опромінення, може знизити ризик зараження патогенами і продовжити термін придатності швидкопсувних морепродуктів. Участь та співпраця науково-дослідних інститутів, промисловості та державних регулюючих органів будуть необхідні для успіху технології антимікробної упаковки для морепродуктів.

Оскільки свіжі морепродукти зазвичай постачаються в дерев'яних або воскових ящиках, дистриб'ютори почали шукати альтернативні варіанти, які б покращили пакування риби та вдосконалили її кінцеву подачу для споживача. Американська компанія LoveTheWild створила свою модель упаковки, виготовляючи заздалегідь підготовлені варіанти приготування риби. Універсальна технологія пакування дозволяє споживачу просто кинути готовий пакет в мікрохвильову піч або духовку і отримати готову страву з риби.

2.11. Інноваційні методи консервування морепродуктів

М'ясо риби складається з макроелементів: вологи, білків та жирів та мікрокомпонентів: мінеральних речовин, вітамінів та ферментів. Крім того, ракоподібні та моллюски містять вуглеводи у вигляді глікогену. Через свій специфічний склад морепродукти вважаються товаром, що дуже швидко псується. Той факт, що рибальські судна ловлять морепродукти, як правило, на великих відстанях від місць споживання, вимагає належної консервації, щоб уникнути псування продукту. Ця потреба також обумовлена споживчим попитом на високоякісні продукти легкої обробки з мінімальними змінами поживних та органолептичних властивостей. Це також стосується вирощених в аквакультурі видів морепродуктів, які необхідно належним чином зберегти для безпечного відправлення у віддалені місця. Крім традиційних методів консервування морепродуктів, включаючи охолодження (при 0-1 ° C).

2.11.1. Використання натуральних консервантів

Свіжі морепродукти надзвичайно швидко псуються навіть при зберіганні в холодильнику і схильні до зростання мікробів, аутолітичної активності та окислення ліпідів. Для збереження якості та продовження терміну придатності морепродуктів консерванти можуть додаватися під час обробки та зберігання продукту. У відповідь на споживчий попит на свіжі продукти з мінімальною обробкою, що не містять хімічних добавок, харчова промисловість звернулася до натуральних консервантів для підтримки якості та безпеки продуктів, що споживаються. Натуральні консерванти повинні бути ефективними проти широкого спектру бактерій і грибків, бути активними в низьких концентраціях, бути нетоксичними, не повинні впливати на органолептичні властивості харчових продуктів, не надавати їм смаку або кольору і, нарешті, бути економічно ефективними. Природні консерванти можуть бути виділені з мікроорганізмів, тварин та рослин. До основних категорій натуральних

консервантів, що використовуються в морепродуктах, належать: органічні кислоти, ефірні олії та екстракти рослин/водоростей, бактеріоцини та хітозан.

2.11.2. Використання органічних кислот у консервації риби

Органічні кислоти є сполуками, що містять у своїй молекулі одну або кілька карбоксильних груп (COOH). У цій формі вони мають документально підтвержені антимікробні властивості і виявляють гідрофобні характеристики, будучи розчинними в ліпідах клітинної мембрани мікроорганізмів, через які вони потрапляють в цитоплазму. Усередині клітини високий рН сприяє дисоціації кислоти. Іони водню, що накопичуються, не можуть вийти через клітинну мембрану і, таким чином, викликають закислення внутрішньоклітинного середовища, що, у свою чергу, призводить до гальмування ферментативних реакцій, створюючи перешкоду для росту і розмноження мікроорганізмів. Фактори, що впливають на протимікробну активність органічних кислот, включають: тип мікроорганізмів (бактерії, дріжджі, пліснява), проти яких кислота буде діяти; полярність та розмір молекули та дисоціацію, константу (рKa), що вказує на форму (дисоційовану або недисоційовану) кислоти, що дозволяє їй проникати через клітинну мембрану. Щоб органічні кислоти дисоціювали при різних значеннях рН, часто використовують суміш кислот. Така суміш сприяє синергетичному ефекту. Іншою ключовою особливістю органічних кислот, таких як аскорбінова і лимонна кислоти, є те, що вони діють як агенти хелатируючі металів, тобто. міді та заліза, які присутні у слідових кількостях у м'якоті морепродуктів. Хелатування перехідних металів органічними кислотами робить перші нездатними діяти як пропатори окислення. Органічні кислоти були схвалені як харчові добавки і класифіковані як загальноновизнані безпечні GRAS (Generally recognized as safe – загальноновизнано як безпечно).

Розпилення та занурення це два методи, які можна використовувати для нанесення органічних кислот як харчові консерванти. Органічні кислоти та їх

солі можуть інгібувати розмноження бактерій у рибних продуктах. Експериментально продемонстровано переваги використання молочної (0,5 г/л) та лимонної (1,25 г/л) кислот в глазурі з європейського хеку та мегриму для інгібування зростання бактерій (аеробних, анаеробних, психротрофних, протеолітичних та ентеробактерій), а також вміст триметиламіну. Дослідники дійшли висновку, що середовище для знезараження кислотною сумішшю є гарною стратегією збереження якості риби. Однак було показано, що пряме додавання лимонної кислоти негативно впливає на органолептичні властивості таких продуктів як котлети. Для вирішення цієї проблеми використовували лимонну кислоту в інкапсульованій формі, що дозволило зберегти органолептичні характеристики при різкому зниженні окислення ліпідів. Ацетат натрію, цитрат натрію та лактат натрію також використовуються для придушення росту мікроорганізмів, покращення органолептичних властивостей та збільшення терміну придатності риби. Було досягнуто ефективного інгібування росту мікроорганізмів псування шляхом занурення скибочок лосося у водні розчини (2,5%) лактату натрію, ацетату натрію і цитрату натрію. Це привело до збільшення терміну придатності скибочок лосося та уповільнення окислення ліпідів при зберіганні в холодильнику. Крім того, органічні кислоти та їх солі мають приємний смак та можуть використовуватися для консервування риби шляхом маринування. Було використувано мариновані розчини, що містять 10% хлориду натрію і 2% або 4% оцтової кислоти, для занурення філе сардини на 24 години. Значення ТМА-N та TVB-N (показниками свіжості морепродуктів є загальний летючий основний азот. TVB-N включає диметиламін і триметиламін аміаку, які утворюються в результаті декарбоксілювання амінокислот, що утворюються в результаті деградації білка. Значення між 30 і 45 мг TVB-N/100 г є верхньою межею прийнятності для різних морепродуктів). значно збільшилися при зберіганні, але залишалися у допустимих межах протягом 150 днів. Навпаки, органолептичні оцінки передбачали відмову від зразків після 120 днів зберігання. Вивчено вплив системи лускатої глазурі, що складається з аскорбінової, лимонної та молочної кислот (400 і 800 мг/кг, С-400

і С-800 відповідно) на охолодження хеку, мегриму та вудильника. TVC (загальна кількість летючих речовин) зафіксовано нижчі значення для хека та мегриму у партіях С-800 та С-400 у порівнянні з контролем. Що стосується вудильника, то нижчі значення психротрофів та протеолітичних мікроорганізмів відзначені у риб, що зберігаються в умовах зледеніння С-800. Органолептичний аналіз показав значне збільшення терміну придатності риби, обробленої сумішшю аскорбінової, лимонної та молочної (400 та 800 мг/кг відповідно) кислот. Відслідковувано зміни мікробних та якісних показників філе сому в сольовому розчині з солями органічних кислот або без них (ацетат калію та лактат калію, 0,25–1,5%), яке зберігалися при 4 °С протягом 14 днів. Через 7, 10 та 14 днів зберігання необроблене філе демонструвало більш високу кількість психротрофних пластин та підвищене псування порівняно з філе, обробленим ацетатом калію та лактатом калію.

Досліджено вплив нового методу упаковки свіжого лосося. Свіжий лосось упаковували в присутності 20% CO₂ і соляного розчину, що містить різні комбінації лимонної кислоти (3% мас.), Оцтової кислоти (1% мас.) та коричний альдегід (200 мкг/мл). Використання (CO₂ + органічні кислоти) призводило до повного пригнічення росту бактерій протягом 14 днів зберігання при 4 °С. Додавання CO₂, оцтової кислоти та лимонної кислоти окремо частково інгібувало загальну кількість летючих речовин, молочнокислі бактерії, сірководнювальні бактерії та *Enterobacteriaceae*. У всіх випадках ефекти пригнічення посилювалися при використанні комбінацій. Коричний альдегід не впливав на зростання бактерій. Було досліджено вплив катехіну, кавової кислоти, ферулової кислоти та дубильної кислоти в різних концентраціях на окислення ліпідів фаршу менхадена та скумбрії. Найбільш ефективними у уповільненні окислення ліпідів була дубильна кислота, що призводило до найнижчих значень перекисного числа, кон'югованого дієна та речовин, що реагують з тіобарбітуровою кислотою. Цей факт був частково пов'язаний із нижчим вмістом негемового заліза у зразках, оброблених дубильною кислотою. З іншого боку, найменш ефективною у запобіганні окисленню ліпідів виявилася

ферулова кислота. Відстежено меланоз, хімічні, мікробіологічні та фізичні зміни у креветок, оброблених катехіном і які зберігалися у льоду протягом 10 днів. Цілі креветки, оброблені розчином катехіну (0,05 або 0,1%), показали нижчу кількість психрофільних бактерій, H_2S -продукуючих бактерій та *Enterobacteriaceae* протягом усього терміну зберігання порівняно з контролем. Окислення ліпідів, втрата свіжості та меланоз зменшувалися при обробці катехіном. Ефект катехіну був пропорційний його концентрації. Автори дійшли висновку, що катехін можна використовувати як багатообіцяючий інгібітор меланозу, а також як антимікробний засіб і антиоксидант у креветках, що зберігаються в льоду. Дослідники використовували різні препарати, що інгібують меланоз, для обробки заморожених і повторно розморожених креветок і відстежували зміни декількох параметрів якості під час зберігання при 2°C. Меланоз сповільнювався у препаратах на основі 4-гексилрезорцину порівняно з необробленими або обробленими креветками сульфитами. Контрольні зразки та обробка сульфітом показали більш високі значення загальної кількості летючих речовин, тоді як молочнокислі бактерії (LAB) були кращими при обробці 4-гексилрезорцином і органічною кислотою. Нарешті Monirul et al. оцінювали ефективність застосування спрею оцтової та аскорбінової кислот для знезараження поверхні та продовження терміну придатності риби товстолобика в холодильнику протягом 9-денного періоду зберігання. Рибне філе, оброблене комбінацією оцтової кислоти та аскорбінової кислоти, показало нижчі значення загальної кількості летючих речовин, перекисного числа і рН, ніж необроблені або окремо оброблені зразки оцтової або аскорбінової кислоти. Органолептичний аналіз показав, що філе риби при комбінованій обробці показало кращу безпеку якості після 9 днів зберігання.

2.11.3. Ефірні олії та екстракти рослин або водоростей

Ефірні олії (EO) – це рослинні олії, що містять значну кількість пахучих летких органічних сполук, що утворюються у вигляді вторинних метаболітів

рослинного походження, що мають ряд функціональних властивостей, включаючи інгібування проростання та зростання патогенів. Вони можуть бути отримані шляхом перегонки з водяною парою з рослин і зазвичай мають антимікробні та антиоксидантні властивості. ЕО також мають задокументовані антимікробні властивості щодо різних патогенів харчового походження, включаючи *S. Typhimurium*, *E. coli*, *Campylobacter*, *L. monocytogenes* і *S. aureus*. Фактори, що впливають на ефективність ефірних олій, включають: їх хімічну структуру, концентрацію, склад харчової матриці та спосіб застосування. Широко визнано, що через гідрофобну природу ефірних олій вони взаємодіють з бактеріальною ліпідною мембраною, що приводить до збільшення проникності клітинних компонентів і які, у свою чергу, приводять до загибелі клітин. Було показано, що грампозитивні бактерії зазвичай більш чутливі до ЕО, ніж грамнегативні бактерії. ЕО окремо або комбінації часто використовуються для консервування харчових продуктів.

У свою чергу рослинні екстракти (РЕ) є сумішшю фітохімічних сполук, що витягаються з рослин з використанням звичайних розчинників. Ці сполуки є побічними продуктами метаболізму рослин, що виробляються як захисний механізм і включають: терпени, фенольні сполуки та алкалоїди. Структура терпенів складається з п'яти атомів вуглецю (C_5H_8) у простій або полімеризованій формі. Коли вони містять атоми кисню, вони відомі як терпеноїди. Фенольні сполуки складаються з ароматичного кільця, що містить одну або кілька гідроксильних груп, що існують або в мономерній формі (феноли) або полімерної формі (поліфеноли). Фенольні сполуки включають: флавоноїди, гідроксибензойні кислоти та гідроксикоричні кислоти. Алкалоїди являють собою азотовмісні циклічні органічні сполуки, що синтезуються з амінокислот у тканинах рослин. До них відносяться: кофеїн, атропін та нікотин. Такі біоактивні фітохімічні речовини зустрічаються у різних частинах рослин, включаючи листя, стебла, квіти, кору, насіння чи коріння. Як частина механізму захисту рослин, вони ефективні у боротьбі з харчовими патогенами і мікроорганізмами, що викликають псування. Ліпофільні вуглеводні, такі як

терпени та феноли, дестабілізують клітинну структуру, розчиняючись у ліпідних бішарах плазматичної мембрани та мітохондрій. Це призводить до збільшення проникності клітинної мембрани, що призводить до втрати клітинних складових та порушення активного транспорту речовин. Антиоксидантні властивості ЕО та РЕ в основному обумовлені високим вмістом у них фенольних сполук. Гідроксильні групи фенольних сполук надають атоми водню вільним радикалам, інгібуючи окислення. ЕО та РЕ використовуються як консерванти для морепродуктів у концентраціях від 0,1 до 1%. Більш високі концентрації здебільшого негативно впливають на органолептичні властивості препарату.

Макроводорослі або морські водорості, класифіковані як червоні (*Rhodophyta*), коричневі (*Phaeophyta*) або зелені (*Chlorophyta*), містять ряд корисних компонентів, таких як харчові волокна, амінокислоти, ненасичені жирні кислоти, вітаміни та мікроелементи, а також поліфеноли, каротиноїди, алкалоїди, фікоціаніни та терпени, що виявляють антиоксидантну, антибактеріальну, протигрибкову та ін. активність. Відповідно до постанови Європейської ради 258/97, водорості вважаються або харчовими продуктами, або харчовими інгредієнтами і, таким чином, можуть використовуватися в харчовій промисловості без будь-якої небезпеки для здоров'я. Незважаючи на очевидні переваги водоростей як харчові консерванти, їх використання може бути обмежене через смак, запах і колір, які вони надають харчовим продуктам, оскільки ефективні дози для досягнення консервації можуть перевищувати прийнятні органолептичні межі. Типовий приклад бурих макроводоростей, *Fucus Spiralis*, останнім часом привертає значну увагу через його значну поживну цінність і присутність різних видів біоактивних компонентів з підтвердженою антиоксидантною та протимікробною активністю при консервуванні риби. Більш того, вибір розчинника стає важливим фактором у вивченні специфічної активності природних екстрактів, оскільки кожен тип розчинника (вода, метанол, гексан тощо) має різні екстракційні здібності.

Гулас і Контомінас досліджували вплив ефірної олії орегано (0,4–0,8%) у поєднанні з упаковкою в модифікованому газовому середовищі (40% CO₂/30%

O₂/30% N₂) на термін придатності для зберігання слабосоленого філе морського ляща, вирощеного в аквакультури, що зберігається в холодильнику. Ступінь зниження впливу на мікроорганізми збільшувався зі збільшенням концентрації олії орегано. Солоні зразки були прийнятні до близько 20–21 дня, тоді як у модифікованому середовищі з маслом орегано, солоні зразки були прийнятними до приблизно 27–28 днів зберігання. Було досліджено вплив O₂ поглинача у поєднанні з ефірною олією орегано (0,4% за об'ємом) на термін придатності філе райдужної форелі, що зберігається в холодильнику. Поглинач O₂ і масло орегано інгібували зростання мікробів, який досяг неприйнятного рівня ($\geq 7 \log$ КУО/г загальної кількості летючих речовин) на 4-й та 12-й дні зберігання в контрольній групі та групах, що отримували поглинач O₂ та олію орегано, відповідно. Філе контрольної та дослідної груп органолептично відбракували на 4-ту та 17-ту добу відповідно.

В дослідженнях додавали порошок чебрецю (1% за вагою) до свіжого, що зберігається в льоду, філе дикої і вирощеної доради, щоб продовжити термін придатності продукту. Нижчі значення показники впливу на мікроорганізми були зареєстровані у філе, обробленому чебрецем, при зберіганні на льоду. Тимьян збільшив термін придатності філе приблизно п'ять днів. У деяких випадках філе тріски обгортали желатин-хітозановою плівкою, що містить гвоздику, і зберігали продукти в холодильнику. Результати показали різке зниження грамнегативних бактерій, особливо ентеробактерій, тоді як молочнокислі бактерії залишалися практично незмінними протягом більшої частини періоду зберігання. Мікробіологічні дані добре узгоджувалися з даними біохімічних показників, що свідчило можливості використання цих плівок для збереження риби. Також додавали екстракти чаю з розмарину та шавлії до філе сардини у вакуумній упаковці, що зберігалася при температурі 3°C протягом 20 днів. Додавання екстрактів чаю з розмарину та шавлії призвело до зниження накопичення аміаку та біогенних амінів у м'язах сардини. Наприкінці періоду зберігання вміст путресцину та кадаверину в контролі був у 100 разів вищим, ніж у оброблених групах. Було додано ефірні олії лавра та/або кмину у свіже філе

дикого та вирощеного морського ляща у вакуумній упаковці. Результати показали, що філе з ефірними оліями лавра або кмину показало нижчу загальну кількість летючих речовин на близько від 0,5 до 1 log КУО/г і нижче окиснення ліпідів приблизно 40%, продовжуючи термін придатності рибного філе приблизно 5 днів при зберіганні в льоду. Дослідники з Китаю використовували поліфеноли чаю та екстракт розмарину для продовження терміну придатності цільного карася в повітряній упаковці, що зберігається в холодильнику. На основі органолептичного аналізу було встановлено, що термін придатності карася становить 7–8 днів для контрольної групи, 13–14 днів для групи, обробленої поліфенолами чаю, та 15–16 днів для групи, обробленої екстрактом розмарину. Мікробіологічні дані добре узгоджувалися із сенсорними даними. Було досліджено протимікробну дію екстракту листя чорниці (2 г/л) на збереження великого жовтого обополу. Результати показали зниження зростання бактерій у обробленій групі порівняно з контрольною групою. Застосовані спиртові екстракти, які було отримано з *Mentha spicata* та *Artemisia campestris* для збереження філе сардини, що зберігалася при температурі 3°C протягом 21 дня. Були протестовані три групи: контрольна група, група, оброблена 1% екстрактом м'яти та група, оброблена 1% екстрактом полину. Термін придатності філе сардини склав 10 діб для контрольних зразків та 17 діб для комбінованої обробки екстрактами м'яти та полину. Обробка натуральними екстрактами разом із вакуум пакуванням уповільнювала зростання мікроорганізмів і окислення ліпідів, що призводило до збільшення терміну придатності продукту. Визначено антиоксидантну та антибактеріальну активність екстрактів кмину та чистого кмину та їх вплив на продовження терміну придатності товстолобика, що зберігався при 4°C протягом 15 днів. Результати показали, що як окислення ліпідів, так і мікробне псування зразків уповільнювалися при обробці екстрактом порівняно з контролем. На підставі органолептичного аналізу обробка екстрактом кмину привела до отримання продукту вищої якості порівняно з чистим кмином. Результати показали, що обидва препарати забезпечують продовження терміну придатності свіжого товстолобика до 6-9 днів при

зберіганні в холодильнику. Було досліджено екстракти макухи червоного винограду (МЧВ), багаті фенольними сполуками з антиоксидантними та антимікробними властивостями, для продовження терміну придатності фаршу з райдужної форелі. Екстракти додавали до котлет з форелі в межах концентрації 0, 1 і 3%. Екстракти МЧВ затримують окислення ліпідів та утворення кадаверину у форельному фарші на 6 днів при охолодженні. Дослідники дійшли висновку, що екстракт МЧВ може покращити якість та термін зберігання котлет із форелі, одночасно забезпечуючи функціональний продукт харчування природними антиоксидантами, корисними для здоров'я. Було також використувано біокомпозитну плівку хітозан-желатин (Ch-ge), що містить 1% екстракту виноградних кісточок (МЧВ) та/або 2% *Ziziphora clinopodioides* у сполученні з ефірним маслом, витягнутим з куща блакитної м'яти, і його потенціал для контролю *Listeria monocytogenes* та продовження терміну придатності фаршу з філе форелі, що зберігається при 4°C протягом 11 днів. Хроматографічний аналіз ефірної олії показав, що карвакрол (65,22%) та тимол (19,51%) є основними компонентами ефірної олії. Псування риби було значно уповільнено у зразках, загорнутих у плівку Ch-ge, що містять різні концентрації МЧВ та/або ефірного масла, порівняно з контрольною групою. Найменше бактеріальне зростання було отримано в пробах риб, загорнутих у плівку, що містить ефірне масло-2% + МЧВ-2%. Філе, оброблене ефірним маслом-2% + МЧВ-1% та ефірним маслом-2% + МЧВ-2%, отримало найвищі органолептичні оцінки. Було досліджено потенційне поєднання ефірної олії кориці (ЕОК) і МАП (упаковка з модифікованою атмосферою) для збільшення терміну зберігання лосося. Лосося занурювали у розчин 1% ЕОК, упаковували та зберігали при 4°C під вакуумом або в упаковці з модифікованою атмосферою 60% CO₂/40% N₂. Результати показали, що додавання ЕОК не вплинуло на мікробіологічну псування лосося, упакованого під вакуумом, або в випробуваний МАП. Було використувано хітозанові плівки, що містять екстракти рожевого перцю і МАП (100% CO₂) і відстежено зміни якості філе лосося без шкіри при зберіганні в холодильнику (2°C) протягом 28 днів. Дві різні обробки: хітозанова плівка і хітозанова плівка,

що містить екстракт залишку рожевого перцю, порівнювалися з контролем. Результати показали, що хітозанова плівка та хітозанова плівка, що містить екстракт залишку рожевого перцю значно знижували окислення ліпідів порівняно з контролем. Кількість бактерій була значно нижчою у хітозановій плівці, що містить екстракт залишку рожевого перцю, що сприяло значному зниженню триметиламіну. Таке поєднання показало найнижчий показник неприємного запаху. Результати показали, що порівняно з хітозановою плівкою та плівкою екстракту залишку рожевого перцю значно покращила безпеку та якість охолодженого філе лосося.

Консерви часто використовують у походах, на пікніках і в будь-яких інших ситуаціях, де немає можливості зберігати звичайні продукти, що швидко псуються. Консервованого тунця часто вживають багато спортсменів через вміст великої кількості протеїну, а шпроти можна побачити на багатьох святкових столах. Консервування продуктів вигадав французький кухар 18 століття, якого звали Ніколя Аппер, саме його варто вважати прабатьком таких, усім відомих консервів, як «Кілька в томатному соусі» та «Сардини в олії».

Плюси вживання рибних консервів:

1. Великий термін зберігання - близько 2 років, незамінні на полюванні та рибалці, можуть зберігатися в будь-яких умовах, за будь-якої погоди.
2. Не треба готувати - це продукт, повністю готовий для споживання.
3. Вміст корисних речовин, що практично не поступається стравам із свіжої риби.
4. Мають відмінні смакові властивості, а багатий асортимент, представлений у кожному магазині – задовольнить смакові уподобання будь-якого гурмана.

Консервування це спосіб приготування харчових продуктів у різній, герметично закритій тарі, для їхнього довгострокового зберігання. Консервовані продукти завдяки стерилізації зберігають свої харчові властивості довгий час. При правильному технологічному процесі будь-який законсервований продукт зберігає більшість корисних речовин та вітамінів.

2.11.4. Особливості технології виробництва консервів із риби

Виготовлення консервів із великої риби (горбуша, скумбрія) починається з потрошіння свіжої чи розмороженої риби, далі її обробляють і ріжуть на порційні шматки. Для цього застосовують спеціальні ножі для обробки риби. Дрібну рибу в більшості випадків готують повністю, а ось при виробництві шпротів кілька відрізають голову. Далі в залежності від рецепту підсолену рибу смажать, бланшують, або коптять. Потім перекладають рибу в бляшанку та заливають сумішшю томатної пасту з овочами або просто томатною пастою, рибним бульйоном або олією. На даному етапі приготування у певні консерви додають суміш спецій та лавровий лист. При приготуванні консервів "у власному соку" сиру рибу відразу перекладають у бляшанки і заливають підсоленим рибним бульйоном. Фіналом приготування консервів є закручування банок до стану абсолютної герметичності і стерилізація при температурі до 120°C. На всіх етапах приготування використовують захисний одяг.

Для консервування риби застосовують тару зі скла та алюмінію, але найбільш популярні у виробництві банки з жерсті (рис. 9). Тару з жерсті зазвичай покривають шаром олова з двох сторін (як захисний шар). Щоб запобігти взаємодії з вмістом консервів - олов'яний шар зверху додатково покривають особливим харчовим лаком.



Рис. 9. Рибні консерви [21]

Специфіка виготовлення рибних консервів за ГОСТ та ТУ.

Держстандарт, як і ТУ, повсюдно застосовують при виробництві різних консервів, і якщо ГОСТ вважається стандартом, прийнятим на державному рівні, то ТУ розробляється на рівні підприємства. Відмінність лише в тому, що для ГОСТу розробляються набагато жорсткіші вимоги, проводяться тести та випробування. Будь-які консерви, виготовлені за ГОСТом, відповідатимуть найвищим вимогам щодо смакових властивостей, харчової цінності та безпеки для людини. Купуючи такі консерви можна бути впевненим, що вміст буде смачним та корисним для здоров'я. При виробництві консервів за ТУ, риба може бути нижчої якості, а смакові властивості кінцевого продукту можуть не сподобатися більшості покупців. Звичайно, все залежить від конкретного ТУ, адже у продажу можна зустріти консерви відмінної якості (вироблені за ТУ), але це скоріше виняток із правил.

2.11.5. Інноваційні методи попередній переробки рибної сировини

Консервна промисловість залишається однією з провідних галузей харчової промисловості. Це також відбувається завдяки використанню все більш складних та високопродуктивних технологій, які стосуються як зниження витрат, так і енергоефективності, а також якості продукції, простоти використання та стійкості – теми, яка все більше відчуваються споживачами.

Консерви містять широкий асортимент продуктів та різної сировини, наприклад, фрукти у разі мармеладу, варення, фрукти в сиропі; овочі в олії, огці чи розсолі; риба в олії чи натуральна; м'ясо в желатині або у вакуумній упаковці і т. д. Що стосується консервів, слід розрізняти консерви і напівконсерви.

Перші піддають термічній обробці, що стерилізує, в результаті якої гинуть всі вегетативні і спорогенні форми бактерій, а ферменти інактивуються. Ці продукти зберігаються в герметичних упаковках, тому термін зберігання при

кімнатній температурі дуже тривалий. Термічна обробка напівконсервів м'якша. Ці продукти пастеризують для дезактивації ферментів та знищення патогенних вегетативних мікробних форм, а не термостійких спор та мікроорганізмів. З цієї причини низькі температури, поєднані з іншими технологіями консервації, які передбачають використання бактеріостатичних консервантів або які можуть впливати на рН шляхом його зниження (оцтова кислота, сорбінова кислота, лимонна кислота, молочна кислота і т. д. або шляхом зменшення АW шляхом випарювання або додавання солі чи цукру) здатні збільшити терміни зберігання консервів стабільної якості.

Інновації, націлені на консервну промисловість, загалом призводять до покращення продуктів та технологій, а не до реальних інновацій. Технологічні інновації стають вирішальними для розвитку консервного сектора, особливо з погляду відстежуваності, безпеки харчових продуктів та розробки моделей замкнутого циклу та сталого розвитку, спрямованих серед іншого на скорочення харчових відходів.

Наприклад, використання блокчейну дозволяє консервним компаніям повністю відстежувати сировину і, таким чином, контролювати і перевіряти весь ланцюжок поставок, забезпечуючи якість продукції та підвищуючи екологічну стійкість. Блокчейн (буквально «ланцюжок блоків») використовує комп'ютерну мережу вузлів і дозволяє керувати даними та інформацією (наприклад, транзакціями, проходами, консенсусом та документацією по всьому ланцюжку) та оновлювати їх унікальним та безпечним способом. спільно використовувати та розповсюджувати без необхідності в центральному органі контролю та перевірки.

Крім того, інформація, що міститься в різних блоках, не може бути змінена, що робить ланцюжок прозорим. Що стосується технологічних інновацій у консервному секторі, вони охоплюють як використання альтернативної сировини, так і нових технологій, які можуть сприяти покращенню продукції, її довговічності, екологічній стійкості, підвищенню продуктивності, зниженню витрат та відходів.

Пакувальні системи, що найчастіше використовуються:

Скло – матеріал, отриманий шляхом високотемпературного плавлення із суміші кремнезему, карбонату натрію та карбонату кальцію, може похвалитися прозорістю, компактністю та структурною однорідністю, повною хімічною та біологічною інерцією, непроникністю для рідин, газів, пар та мікроорганізмів, незмінністю в часі, можливість стерилізації та екологічність завдяки нескінченним можливостям переробки. Скло також дозволяє побачити товар, якщо важливим є естетичний аспект; але, з іншого боку, він важкий і тендітний. Його використовують, наприклад, для тунця та бобових.

Картонні упаковки з поліпокриттям названі так тому, що вони є результатом з'єднання двох або більше матеріалів, що надає упаковці особливі властивості, такі як захист від зовнішніх агентів, світла і нижча проникність для кисню. Зазвичай шарами, що чергуються, є папір (75%), поліетиленова плівка (21%) і алюміній (4%). З роками дизайн цих упаковок змінився, що дало споживачам більшу зручність у використанні; просто подумайте про появу кришок і форм, дедалі більше схожих на пляшки, прозорих вікон та мірних ложок. Вони також легкі, легко піддаються переробці та довговічні. Їх використовують для молока, соків та томатного пюре.

До нетрадиційним рішенням для овочевих консервів ставляться асептичні пакети з багатошарового ламінату, тобто. високobar'єрних плівок для транспортування та зберігання при кімнатній температурі рідких або пастоподібних продуктів, таких як томатні концентрати та фруктові заготовки, які ще не пройшли обробку. Ці пакети мають високу механічну міцність і витримують перепади температур, зберігаючи органолептичні властивості продуктів, що містяться в них.

Прагнення споживачів до якісної продукції стимулює розробку альтернативних технологій консервування консервів, заснованих, як ми бачили, використання високих температур. Найбільш багатообіцяючими технологіями є нетермічні технології, завдяки яким компанії консервного сектора можуть звести до мінімуму втрату поживних якостей – особливо термолабільних компонентів

– зміна кольору, смаку та аромату, спричинена традиційними термічними процесами, стерилізацією насамперед. місце.

Технології, які можна застосовувати замість пастеризації та стерилізації, включають обробку під високим тиском, імпульсні електричні поля, ультразвук, імпульсне світло, ультрафіолетове світло та холодну плазму. На жаль, поки що вони не можуть бути розгорнуті у великих масштабах. необхідні подальші зусилля для оптимізації процесу та економічної ефективності.

Варто згадати обробку обробкою під високим тиском, яка дозволяє стабілізувати холод, зберігаючи смакові та поживні властивості продукту. Високий ізостатичний тиск створюється в гідростатичному автоклаві, а продукт, що обробляється, повинен бути попередньо упакований в упаковку, придатну для холодного пресування, зазвичай виготовлену з пластику. Автоклав наповнюють водою та створюють тиск, додаючи ще води; вода та їжа стискаються приблизно на 15% свого обсягу. Тиск розподіляється всередині резервуара у всіх напрямках, незалежно від розміру та обсягу продукту. Сучасні технології, здатні застосовувати тиск 5-600 МПа, дозволяють прирівняти обробку високим тиском до свого роду пастеризації з погляду на мікроорганізми. Основна відмінність – температура, що наближається до 20°C. Тиск інактивує неспорогенні мікроорганізми (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus* і т. д.), оскільки вони руйнують їхню клітинну стінку. У деяких випадках з підвищеним тиском може бути пов'язана м'яка термічна обробка для інактивації термостійких спор та плісняви.

Серед інноваційних нетермічних технологій як попередню обробку можна використовувати обробку імпульсними електричними полями. Застосування коротких імпульсів електричного поля високої напруги (зазвичай 20-80 кВ/см) (зазвичай мікро або наносекундної тривалості) до харчового продукту між двома електродами може бути дієвим рішенням для інактивації мікроорганізмів. Більшість традиційних попередніх обробок, що використовуються в консервній промисловості, включають механічне руйнування або використання тепла, що

впливає на поживні властивості оброблених харчових продуктів, а також витрати енергії.

Ультрафіолетове та ультразвукове випромінювання також є альтернативними технологіями консервування деяких консервованих продуктів, які викликають інтерес з боку харчових компаній. Ультразвук заснований на кавітації, яка є механічною вібрацією акустичних хвиль високої частоти. Вакуумні бульбашки, що утворилися першому етапі, вибухають, створюючи тиск усередині продукту. Їх можна використовувати для заморожування, сушіння, стерилізації та сублімаційного сушіння харчових продуктів як альтернативу термічній обробці. Зокрема ультразвукова обробка, тобто застосування низькотемпературного ультразвуку, використовується для чутливих до температури продуктів, тоді як термозвукова обробка поєднує в собі ультразвук і тепло, що робить обробку більш ефективною, а також обробка, яка поєднує в собі ультразвук і тиск.

Нарешті, поєднання тиску, температури та ультразвуку дозволяє інактивувати термостійкі мікроорганізми та ферменти. Ультрафіолетове світло здатне знищити багато мікроорганізмів, у тому числі кишкову паличку, сальмонеллу, листерію, і може використовуватися для обробки поверхні харчових продуктів, для обробки та контролю якості повітря у виробничих приміщеннях, для дезінфекції ліній упаковки та розливу, для дезінфекції пляшок та їх пробок.

Колір, запах і смак також суттєво не змінилися, тоді як зернистість, еластичність і соковитість виявилися кращими у варення, обробленого ультразвуковим опроміненням. Бактерицидна дія ультрафіолетового та ультразвукового опромінення хороша. Ці технології можуть бути покращені з точки зору технології та їх застосування у великих масштабах. Дослідники та компанії працюють над отриманням більш натуральних продуктів, що зберігають поживні та органолептичні характеристики.

2.12. Нехарчова рибна продукція, переробка та обладнання

Комплексна переробка водних біоресурсів, включаючи величезну кількість відходів, що утворюються, – основне завдання рибної промисловості. Питання актуальне для великих і малих рибопереробних підприємств, рибницьких господарств. Основна мотивація для обробки і використання харчових відходів – це отримання додаткового доходу. Логіка важливості застосування відходів для виробництва товарної продукції проста:

- в відходи йде від 20 до 70% маси виловленої риби;
- випуск продукції з вторинних продуктів означає зниження витрат на основний продукт;
- використання відходів «в справу» призводить до зниження вартості риби, тому що витрати на сировину залишаються незмінні.

Рациональне використання рибної сировини знімає ряд проблем екологічного плану, усуває витрати на утилізацію. В результаті технологічного ланцюжка переробки риби на виході утворюються: основна продукція; побічні продукти; виробничі відходи. Таким чином, зрозуміло, що відходи в процесі від вилуви риби до використання її в їжу неминучі, але практично всі вони можуть бути перероблені і ефективно використані без економічного і екологічного збитку.

Відходи можуть розділятися по агрегатному стану:

1. Тверді відходи, які утворюються в процесі виконання технологічних операцій оброблення: копчення, маринування або засолу.
2. Рідкі відходи утворюються при митті і розморожуванні риби, санітарній обробці устаткування переробної промисловості. У цю групу потрапляють також різні бульйони, які утворюються при варінні сировини і виробництві борошна.
3. Пастоподібні представляють собою фільтраційні опади і шлами після сепарації.

Відходи можуть бути навіть в газоподібному стані. Це пар від варіння сировини, різні дими. Для кожного з них є своя технологія переробки з набором

спеціального обладнання. Технологічні відходи утворюються також на вторинній і остаточній стадіях переробки. До них відносяться, наприклад, відходи від кулінарної обробки і консервування. При організації переробних виробництв враховується напрямок використання перероблених рибних відходів:

- в їжу людині;
- виготовлення продукції технічного призначення;
- виробництво кормів для тварин;
- виробництво біодобавок і косметики.

Список напрямків постійно поповнюється у зв'язку з появою нових технологій і винаходів. Уже сьогодні в сферу використання можна включити, наприклад, виготовлення медичних препаратів з рибних відходів. Зараз можуть повністю використовуватися відходи обробки риби. Поки лише частково використовуються бульйони, сольові розчини, відпрацьовані масла. До неживаних відходів відносяться фільтраційні опади і різні шлами.

В Україні актуальними питаннями стали розвиток аквакультури і необхідність підвищення ефективності тваринництва. До стримуючих чинників у розвитку цього напрямку бізнесу відноситься залежність галузі від імпортних кормів. В першу чергу це рибне борошно. У країні, виловлюють приблизно 4 млн. тонн риби на рік, виробляється лише близько 150 тис. тонн рибного борошна. Потреба на сьогоднішній день – приблизно 900 тис. тон. Але рибні відходи складають половину кількості видобутої риби. Це означає, що переробка вихідної сировини для борошна – рибних відходів – недостатньо налагоджена:

- сотні тисяч тон відходів викидаються в море при вилові;
- величезна частина утилізується самим варварським способом, завдаючи непоправної шкоди екології;
- велика частина сировини піддається кремації, що призводить до додаткових витрат, забруднення повітря, збільшення вартості рибних продуктів.

За українськими стандартами рибне борошно повинно вмішувати не менше 50% білка. Світовий лідер виробництва рибного борошна – Перу. У стандартах цієї країни мінімальний поріг передбачає утримання 65% сирого протеїну. І тут дуже доречне порівняння цін: при 50% борошно коштує 1 тис. доларів, а при показнику протеїну в 68% – вже 2 тис. доларів за тонну. Наш бізнес цілком здатний організуватися і випускати якісний додатковий продукт з відходів рибопереробки. Проблеми переробників аналогічні іншим галузям: недолік фінансування; величезна територія країни з надмірно дорогою логістикою; недолік сучасних інноваційних технологій і обладнання.

2.12.1. Асортимент продукції від переробки нехарчової рибної продукції

Найбільш поширеними напрямками переробки нехарчової рибної продукції є:

1. Рибне борошно – найпопулярніший продукт, який використовується як джерело кормів для прикорму риб, а також для великої рогатої худоби, свиней, птиці.

2. Ферментована суміш, яка в подальшому також служить основою для створення всіляких кормів. Для її виготовлення додають особливі ферменти, під впливом яких відходи перетворюються в живильне рідку масу повністю «натурального складу». Її, розбавивши водою можна зливати як в морі (що екологічно безпечно) і використовувати для прикорму в штучних умовах. Важливо відзначити, що корми з відходів – джерело високоякісного білка тваринного походження. До того ж вони містять велику кількість мінеральних речовин (фосфор, кальцій, залізо) і вітаміни.

3. Медичний харчової риб'ячий жир, який представляє собою унікальне джерело жирних кислот омега-3 і омега-6 і цілого комплексу необхідних для здоров'я людини вітамінів і мікроелементів.

4. Фарш (сурімі), позбавлений смаку і запаху. Його використовують для імітації рибних продуктів, так, наприклад, найпоширеніший і відомий продукт з сурімі – крабові палички.

Рибне борошно застосовується в приготуванні комбінованих кормів для тварин і риб. Забезпечує стабільне зростання тварин і сприяє зниженню їх залежності від амінокислот синтетичного походження. Борошно являє собою сипучий порошок сірого або коричневого кольору, має запах сушеної риби. Риб'ячий жир знаходить застосування: у виготовленні макаронів і круп; використовується у фармакології; у виготовленні мастильних матеріалів і фарб; в складах мила і шампунів; у виготовленні шкіряного одягу. У їжу людини використовують фарш сурімі. По суті, це рибне борошно без запаху і смаку. Найяскравіший приклад продукту з сурімі – «крабові» палички. До основних вподобань українців відносяться крабові палички заморожені (38%) та крабові палички охоложені (24%). Але найпопулярнішими крабовими паличками є продукція торгівельної марки «Водний мир» (36%).

На тваринних фермах свіжими відходами виробництва риби годують хутрових тварин. Для відгодівлі свиней термічно оброблені залишки додають в корм при прийомі їжі. З відходів риби виробляють сурогатне молоко, багате цистеїном, жирами, азотистими сполуками. Економічно ефективний спосіб переробки відходів – ферментований. Масу з залишками риб при певних умовах піддають дії деяких штамів бактерій, що виділяють специфічні ферменти і отримують на виході напіврідку субстанцію, збагачену мікро- і макроелементами. Розбавлена водою маса широко і ефективно застосовується для відгодівлі молоді на рибницьких і тваринницьких фермах. Відходи гідробіонтів знаходять застосування і в нехарчових виробництвах. З луски хімічними розчинами виділяють перламутрове речовина, з якого створюють імітований перли. Плавальний міхур містить в'язкі речовини, незамінні при виробництві клею та лікарських оболонок. Неочищений риб'ячий жир використовують в технічних цілях. Відходами при кулінарній обробці називають фрагменти, що залишилися від процесу приготування страв. Харчові відходи -

ті, які в подальшому можна використовувати в їжу. З рибних субпродуктів до найбільш вживаним в їжу відносять молоки, ікру, печінку, хвостові плавники, голови. З голів і плавників варять юшку, соуси або просто використовують у їжу в відварному вигляді. Голови осетрових риб перед варінням обробляються окропом, звільняють від зябер. Головне м'ясо використовують як фарш для котлет. Луска містить клейкі речовини, які використовуються для приготування желе заливної риби. На основі молок і ікри виготовляють форшмак і паштети. Ікра також вживається в маринованому вигляді. Кількість відходів залежить від сорту риби, а також від виду обробки. При розбиранні риби на філе утворюється найбільша кількість залишків шкіри, кісток, хрящів. Відходи рибної продукції можна використати в аграрних цілях для підвищення родючості і насичення корисні мікроелементи і азотом. Маса вноситься в ґрунт і присипається зверху шаром ґрунту. Однак цей метод не завжди зручний, оскільки запах від процесу гниття органічної маси привертає тварин. Другий спосіб отримання добрива – компостування. У спеціально приготовлені ящики в рівних пропорціях закладаються листя, рисове лушпиння і залишки риби. Ця суміш ретельно перемішується і зволожується водою. Зверху присипається листям або рисовим лушпинням для запобігання неприємного запаху. Раз в тиждень важливо масу перемішувати. У процесі компостування гинуть шкідливі личинки і інші паразити. Подібне добриво не робить негативного впливу на склад ґрунту, не забруднює ґрунтові води. Стічні води підприємств аквакультури, що утворюються в процесі переробки гідробіонтів, забруднюють водойми. Це змиви від тари, обладнання, рибних тушок, які містять кров, жовч, жир, фосфати. У складі таких змивів переважають зважені речовини. Ділять стічні води рибопереробних виробництв на два типи: такі, що вміщують жир (від цехів первинної обробки) і не мають в своєму складі жир (від цехів подальшої переробки продукції). Стоки переробки аквакультур біологічно мають високий ступінь бактеріального забруднення, в зв'язку з чим перед утилізацією обов'язково виконується очищення (механічне та біологічне) і знезараження. Поля фільтрації рибних стоків швидко засмічуються зваженими речовинами.

Стічні води накопичуючись на полях зливаються у водойми, надаючи згубний вплив на гідробіонтів. Переробка відходів рибного виробництва економічно вигідна для великих підприємств аквакультури. Деякі, в основному дрібні фірми, з метою економії коштів на утилізацію несанкціоновано розміщують відходи у невстановлених місцях. Це є прямим порушенням природоохоронного законодавства, яке карається високими штрафними санкціями.

Для виробництва рибного борошна в Україні впроваджено *рибоборошняну установку І7–ІВВ* (рис. 10) продуктивністю 8–10 тонн/доба по сировині. Принцип роботи: дрібна риба надходить у бункер, велика риба надходить у бункер через риборізку. З бункера риба подається шнеком-дозатором у варильник. У варильнику сировина переміщується шнеком і проварюється водяною парою. Розварена маса надходить у прес шнековий, де відбувається відділення жиру й бульйону. Віджатиий бульйон відкачується за межі установки. Гніт надходить у шнек-змішувач і перемішується з інолом (антисептиком). Зі шнека-змішувача перемішана маса надходить у блок сушіння. Після сушіння сировина у вигляді сухої маси попадає на магнітний сепаратор, який призначено для уловлювання металевих домішок, що можуть перебувати у ній. Випарена волога контактує з повітрям, яке проходить крізь сушарку, і викидається в атмосферу за допомогою циклону. Із магнітного сепаратора суха маса засмоктується в мірошницьку установку, де подрібнюється й за допомогою пневмотранспорту охолоджується й подається до місця впакування.

За підрахунками Укрстату середнє споживання риби українцями становить 21,5 кг на людину в рік. Основні великі підприємства по видобутку і переробці аквакультури в Україні зосереджені в південному регіоні країни, Чорному і Азовському морях. В результаті діяльності рибопереробних виробництв утворюється маса біологічних рибних відходів. Використання рибних відходів в якості сировини для виробництва різної продукції набуло широкого застосування, завдяки багатому вмісту тваринного білка, мікроелементів, вітамінів, азотистих сполук і мінералів. Переробка в корм біологічних відходів підприємств аквакультури є одним з найбільш раціональних типів їх утилізації.

Продукти переробки відходів аквакультури представляють такі, що не використовуються в основному виробництві, а саме частини риби, такі як плавники, голови, нутрощі, кістковохрящовий апарат, шкіра.



а)



б)

Рис. 10. Рибоборшняня установка І7–ІВБ а) та рибне борошно б) [22]

Найбільша кількість відходів утворюється при первинній обробці і навіть ловлі риби. Але комплексна переробка відходів на судах і берегових заводах не завжди можлива через низку об'єктивних причин. Наприклад, для невеликих риболовецьких господарств будівництво комплексних цехів недоцільно через відсутність трудових ресурсів і високої вартості обладнання. Рибні відходи утворюються в процесі вилову і на всіх етапах переробки риби в кінцевий продукт. Переробні цехи розташовуються: безпосередньо на риболовецьких судах і плавучих базах; на береговій лінії, недалеко від місця вилову; в місцях, розташованих поблизу центрів оптової продажу, куди надходить рибна продукція у вигляді напівфабрикатів; в місцях кінцевої реалізації продуктів. На кожному етапі утворюються відходи, які раціонально переробити або утилізувати саме на місці їх виникнення. Тому переробники відходів часто знаходяться дуже далеко від місць вилову риби. Застосування тієї чи іншої технології переробки багато в чому залежить від: виду сировини; кількості та ритмічності поставок відходів для переробки; інфраструктури та розташування переробника; наявності обладнання та доцільності його використання; фінансових можливостей переробника і ринку збуту готової продукції.

Основними продуктами переробки рибних відходів довгий час були і ще довго будуть залишатися рибне борошно і риб'ячий жир. Виробники устаткування переробної промисловості орієнтуються саме на ці кінцеві продукти використання відходів. Технологічний процес для отримання борошна і риб'ячого жиру складається з ряду обов'язкових етапів:

1. Рибна сировина після огляду в приймальному бункері подається на подрібнення.

2. Відпрацьовані за допомогою подрібнювача відходи надходять в жировідділювач. Це може бути апарат варильного типу, шнековий або вібраційний пристрій.

3. Далі суспензія з води, жиру і білків надходить в центрифугу для розділення на жирову емульсію і тверду фракцію.

4. У процесі знежирення і зневоднення утворюється шквара, яка піддається подрібненню і фасування в тару – по суті це і є рибне борошно.

5. Водожирова емульсія пропускається через сепаратори для поділу на воду і жир.

6. Жир – підсумковий продукт, фасується і затарюється.

7. Вода повертається для подальшого використання.

Устаткування може бути різних виробників, розраховане на будь-які або обмежені об'єми сировини, працювати від різних джерел енергії. Але підсумкова готова продукція повинна відповідати стандартам або ТУ. Як правило, на виході риб'ячий жир становить приблизно 10% від маси сировини, а рибне борошно – 20%. Очевидно, що потрібно більш комплексний і ретельний підхід до переробки, оскільки це дозволить знизити витрати на основне виробництво і розширити асортимент продукції, що випускається. Як правило, на виробництво рибного борошна йдуть голови і кістки, а внутрішні органи і м'які тканини зазвичай не знаходять застосування. Щоб найбільш ефективно використовувати таке сировина його необхідно розділити на білкову та ліпідну фракцію, максимально зберігаючи їх якість і обсяг. Рибне борошно являє собою висушений і подрібнений жом. Його цінність полягає у високому вмісті незамінних амінокислот, жирів, фосфору, вітамінів, мінералів, протеїнів. Широко використовується в харчових цілях в якості біологічно активної добавки на скотарських і пташиних фермах. Проведений аналіз стану тварин, які приймають в їжу біодобавки показав, що речовини рибного борошна дозволяють прискорити зростання молоді, зміцнюють кісткову і нервову тканини, імунітет. Наявність в раціоні цієї добавки позитивно відбивається на несучості птиці, як хутра у хутрових звірів, складі м'яса у великої рогатої худоби. Біле, високо очищене борошно активно використовується в кулінарних цілях в Китаї. До складу рибного борошна входить протеїн – 60%, клітковина – 1%, жир сирії – 1%, фосфор – 3,5%, вітамін В1 – мг/кг, В4 – 35000 мг/кг.

Технологія виробництва борошна кормового з риби пропонується також з застосуванням спеціальної *установки УДС-50* (рис. 11).



Рис. 11. Установка УДС-50 [23]

Технічні показники:

- продуктивність, кг/год – 50;
- потужність, кВт – 45;
- привід – ременний;
- габарити, мм – 1200x600x1600;
- вага, кг – 900.

Для приготування рибного борошна в металевий термос апарату УДС-50 завантажують сухий розсипний наповнювач-поглинач жиру (пшеничні висівки, відсепарований від клітковини соняшниковий шрот). Наповнювач-жиропоглинач за допомогою спеціальних ножів, які обертаються із швидкістю 2000 об./хв., протягом декількох секунд перетворюється в пилоподібний стовп. Ножі призводять в аеродинамічний стан пилоповітряне середовище вмісту металевого термоса.

Турбулентне повітря захоплює частинки наповнювача-жиропоглинача з дна термоса, надає їм прискорення в режимі відцентрового кругового руху і піднімає їх по спіралі за рахунок спеціальних ножів. В результаті тертя аеродинамічна суміш нагрівається. За кілька секунд роботи ротора сухі частинки

наповнювача утворюють аеродинамічний кільцевої тор, постійно перемішуючись по всій висоті термоса. Далі на дно термоса подається рибна сировина. Ножі апарату подрібнюють цю сировину до розміру часток 0,1–0,8 мм, надають йому прискорення, і спрямовують в кільцевої тор, де відбувається його змішування з наповнювачем протягом декількох хвилин.

За цей час контрольовані процеси внутрішнього тертя піднімають температуру суміші до 105–125°C. Завдяки цьому гігроскопічна волога суміші перетворюється на пару і видаляється. Білки і жири риби успішно сорбуються на поверхні носія. При вологості 7–9 одиниць готовий продукт борошна кормового з риби направляється з термоса установки на охолодження і просіювання, упаковується у відповідно марковану тару. Характеристика кінцевого продукту приведена у порівняльному варіанті з іншими носіями проєкту в табл. 3.

У більшості випадків для поділу фракцій застосовують технологію гідролізу, за допомогою якого отримують рибний жир і рибний білковий гідролізат. Гідроліз можна провести двома шляхами – ферментативним і хімічним, останній застосовується рідше в силу того, що є більш небезпечним і складним процесом. Зрозуміло, комплекси обладнання, необхідні для переробки рибних відходів, будуть відрізнятись в залежності від виду кінцевого продукту.

Для гранулювання сільськогосподарських кормів з відходів використовують екструдери.

Риб'ячий жир у промислових масштабах проводиться з використанням перевірених екстракційних технологій, включаючи вологе пресування та екстракцію органічним розчинником або надкритичним CO₂ з наступними численними стадіями очищення.

Таблиця 3. Цінність рибного борошна у порівнянні з іншими носіями протеїну (основні поживні речовини)

Вміст в 1 кг корму	Рибне борошно	Соевий шрот	Кормові боби	Сухе знежирене молоко
МДж обмінної енергії	14,9	12,5	12,7	15,0
Сирий протеїн, г	632	432	262	350
Лізин	48,0	26,8	16,5	27,4
Метіонін+Цистин, г	24,0	12,5	5,3	11,9
Треотонін, г	26,6	16,8	9,4	15,7
Триптофан, г	6,3	5,6	2,4	4,5
Перетравлюваність амінокислот, %				
Лізин	89	89	82	97
Метіонін+Цистин	89	86	62	96
Треотонін	88	86	77	93
Триптофан	86	87	68	91

Концентрати омега-3, наприклад, поставляються у формі синтетичних етилових ефірів, до яких зазвичай додаються природні або синтетичні окислювачі для запобігання швидкого окислення та автоокислення подвійних та довголанцюгових зв'язків поліненасичених жирних кислот.

2.12.2. Утилізація відходів нехарчової рибної продукції

Кожне підприємство з обробки риби та виготовленню рибних продуктів нерозривно пов'язане з освітою рибних відходів. Від улову на відходи доводиться 20-70% в залежності від виробленого товару. Рибні відходи відносяться до біологічних, тому несуть епідеміологічну небезпеку. Вони спричиняють хвороби, завдають шкоди навколишньому середовищу. Якщо відразу після обробки риби отримані відходи не направлені для подальшої переробки, то їх утилізують згідно з прийнятими правилами і нормам. Утилізація рибних відходів входить в перелік обов'язків підприємства. Для цього буде

потрібно ліцензія і обладнання. У разі, коли самостійне знищення відходів неможливо, то укладається договір зі сторонньою переробної організацією. Міністерство з охорони природи ретельно відстежує дії підприємств з утилізації, знешкодження сміття. Незважаючи на це зустрічаються незаконні звалища.

Якщо рибні відходи не надходять на переробку, їх необхідно утилізувати, оскільки біологічні відходи є епідеміологічно небезпечними, можуть завдати шкоди навколишньому середовищу і стати причиною хвороби людини.

Оптимальними і дозволеними способами утилізації сьогодні є:

- спалювання в спеціальних печах-крематоріях (популярний спосіб утилізації тварин);
- захоронення в біотермічних ямах, які розміщують далеко від населених пунктів та водяних об'єктів.

Спалювання - це вид утилізації відходів відноситься до оптимальних і дозволених методів. З боку медицини відзначається надійність та безпека такого способу утилізації біовідходів. Для спалювання відходів використовують спеціальні печі-крематорії . Це установки, в яких протягом тривалого часу підтримується температура 800 °С. Це дозволяє знищити і знешкодити відходи. Після завершення процедури залишки вивозять на полігони для твердих побутових відходів, де вони підлягають похованню.

Захоронення в біотермічних ямах – це місця, розроблені для прискорення перегнивання. Дія біотермічних ям схоже з компостом. Стіни будуються з водотривкому матеріалу. Застосовуються бетон або глина. Тривалість гниття не перевищує 1–1,5 місяці. Цей вид утилізації передбачає віддалене розташування ям від населених пунктів, джерел води, скотопрогонів.

Підприємство, що утворить відходи, зобов'язане виконати роботи по їх знищенню самостійно (якщо має відповідне обладнання та ліцензію), або укласти договір на проведення робіт з ліцензованою компанією з утилізації промислових відходів. Всі виконані роботи повинні фіксуватися у відповідному журналі відходів і супроводжуватися актом утилізації рибних відходів. Журнал є невід'ємною частиною системи управління відходами. На жаль, нерідкі

випадки, коли підприємства аквакультури накопичують десятки тон неутилізованих залишків виробництв або вивозять його на несанкціоновані звалища. Подібні дії є порушенням закону і розслідуються регіональними природоохоронними органами. За незаконні звалища сміття, державою передбачено чималі штрафи.

Первинна переробка рибних відходів передбачає сортування отриманих відходів, очищення і видалення компонентів, які не становлять цінності. Такі відходи як голови, тельбухи, молочко, печінку, ікра піддаються заморожуванню. Стандартна схема по глибокій переробці риби:

- сортування, очистка, промивання, сортування
- подрібнення отриманої маси;
- нагрів;
- пресування в гідроізолюючому апараті;
- сепарація цінного матеріалу від жиру;
- упаковка продукту переробки.

Риба та морепродукти здійснюють довгий складний шлях від середовища природного проживання до столу. Вибір технології залежить від виду рибної продукції, яку виробник планує отримати в кінцевому підсумку. При цьому можлива низка труднощів, а саме: складність технології переробки риби; вартість обладнання, енерговитрати; малі обсяги компаній з видобутку, переробки та утилізації риби.

Риба – швидкопсувний продукт, що вимагає суворого дотримання температурного режиму, технології переробки. Щоб підприємство приносило дохід рекомендується продумати план. Ретельно продумавши деталі, багато досягають успіху в цій галузі. В першу чергу впливає розташування компанії. Завод по рибопереробки краще розташовувати поблизу морів. Тут побудована велика частина видобувних і обробних підприємств. Далі вибирають напрямок.

В якості основного моменту рекомендується визначити стратегію компанії:

- виробництво нового продукту;

- надання продукту найвищої якості;
- випуск товару на ринок збуту стандартної ціни і якості.

Щоб підприємство розвивалося рекомендується продумати точки збуту, налагодити партнерські відносини з декількома компаніями. Так буде забезпечено безперебійну роботу організації. Рано чи пізно будь-яка компанія почне приносити дохід. Цю сферу діяльності відносять до вигідного вкладення капіталу. Галузь відрізняється стабільністю. Вона майже не страждає від коливань ринку в період кризи, адже попит на рибні продукти, консерви буде завжди незалежно від ситуації, що складається, і сезону.

Питання для самоконтролю

1. Яким чином розрізняють м'які методи обробки рибної продукції: термічні, нетермічні, методи м'якого інгібування?
2. Що таке омичний, мікрохвильовий, су-від нагріву рибної продукції?
3. З яких компонентів складаються м'які нетермічні методи обробки рибної продукції?
4. В чому полягають переваги інноваційного методу обробки рибної продукції високим гідростатичним тиском?
5. Яким чином формують імпульсні електричні поля і механізм їх дії і вплив на органолептичні властивості рибної продукції?
6. Що таке вялення і копчення риби?
7. Як у харчових технологіях використовується УФ-випромінювання?
8. За яким принципом «холодна плазма» є корисною для збереження рибної продукції?
9. Що таке суперохолодження?
10. Як за допомогою відомих фізико-хімічних методів можна інгібувати прояви мікроорганізмів в морепродуктах?
11. Що таке озонна дезінфекція?
12. З якою метою використовують методи опромінення?
13. Що таке інтелектуальна упаковка в рибній промисловості?
14. З яких компонентів складається система антимікробної упаковки?
15. Як працює упаковка з контрольованим вивільненням антимікробних агентів із плівок?
16. Що таке упаковки з модифікованою атмосферою?

17. Які органічні кислоти використовуються у консервуванні рибної продукції?
18. Які властивості притаманні ефірним оліям та екстрактам рослин?
19. У чому полягає сутність утилізації відходів нехарчової рибної продукції?
20. Які технологічні заходи застосовують для виробництва рибного борошна і риб'ячої олії?

Рекомендована навчальна література

1. Полтавченко Т. В. Технологія переробки риби та гідробіонтів : підручник / Т. В. Полтавченко, В. З. Салата, І. О. Парфенюк. Рівне : НУВГП, 2019. 210 с.
2. Гігієна і експертиза харчових тваринних гідробіонтів та продуктів їх переробки [Текст] : підручник : [у 2 ч.] / [Яценко І. В. та ін.] ; за ред. Яценка І. В. [та ін.]. Харків : Діса плюс, 2017. 647 с.
3. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф. В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. 340 с.
4. Товарознавство риби та рибних товарів [текст]. Навч. посіб. /А. А. Дубініна, В. М. Онищенко, М. О. Янчева, Т. М. Попова, Р. Я. Томашевська. К.: Центр учбової літератури, 2012. 336 с.
5. Фотіна Т. І. Ветеринарно-санітарна експертиза риби, морських ссавців та безхребетних тварин: Навчальний посібник. Нова Книга, 2013. 120 с.

Розділ 3. ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ РИБИ І МОРЕПРОДУКТІВ

3.1. Машини для мийки риби

Машина для мийки риби. Мийні машини, що використовуються на рибопереробних підприємствах, поділяються на:

- за призначенням – на машини для миття сировини, тари, інвентарю та обладнання;
- за принципом дії – на періодичні та безперервнодіючі;
- за характером дії миючої рідини – на машини занурювальні (гідробіонти при мийці занурюються у воду), зрошувальні (гідробіонти омиваються струменями води) і комбіновані, в яких поєднуються обидва вказані вище способи.

Залежно від способу переміщення сировини при митті рибомийні машини поділяються на машини, в яких риба переміщається турбулізованим потоком води, гвинтовою поверхнею, струшуванням поверхні нахилоного конвеєрного полотна. За конструкцією мийні машини бувають конвеєрного та барабанного (роторного) типів. Машина для миття риби конвеєрного типу безперервної дії призначена для миття цілої та обробленої свіжої або охолодженої середньої за розмірами риби різних видів.

Основні вузли машини: ванна, конвеєр, привід, фільтр-відстійник, насосна установка, пристрій для ополіскування. Усередині ванни розташовані похилий конвеєр, що закінчується розвантажувальним лотком, завантажувальний лоток та колектор з розподільними соплами. Швидкість робочого полотна конвеєра регулюється заданою продуктивністю. Риба миється в потоці води, що циркулює, рівень якої підтримується постійним. Риба, що виходить з ванни, обполіскується водою на робочому полотні конвеєра.

Кожна компанія, яка займається рибопереробною діяльністю має свої технологічні та конструктивні рішення машин для мийки риби та морепродуктів.

Наведемо найбільш типові, але з інноваційними елементами машини для мийки риби різних виробників

Машина для мийки риби AGK (рис. 12.). Машина призначена для миття риби, видалення слизу і залишків крові після патрання або розморожування



Рис. 12. Машина для мийки риби AGK [24]

Технічна характеристика:

Модель – AGK

Продуктивність, шт/год – до 3000

Потужність, кВт – 1,0

Габаритні розміри, мм – 4000x1000x2300

Виробник: AGK Німеччина.

Рибомийка КМ 10. КМ 10 Fish Washer (рис. 13) забезпечує ефективне миття риби та підготовку її до подальшої переробки. Інжекторна система забезпечує змішування води для промивання з повітрям. Турбулентність, що виникає в результаті, забезпечує дуже ефективне промивання. Конвеєрну стрічку мийного агрегату можна нахилити для полегшення очищення машини.



Рис. 13. Рибомийка KM-10 [18]

Технічна характеристика:

Продуктивність – 40–60 риб/хв, залежно від типу машини для потрошення риби

Потужність, кВт – 1

Вода – Тільки 1 з'єднання діаметром 25 мм; макс. 10 м³/год при тиску 3,5 МПа. Зазвичай 5–7 м³/год

Маса, кг – 300

Матеріали – виготовлений із полірованої нержавіючої сталі та матеріалів, схвалених FDA

Різновид сировини – Тріска, сайда, хек, пікша

Виробник: Carsoe Данія.

Рибомийка KM 20. Рибомийка KM 20 Fish Washer (рис. 14) призначена для використання з машиною для потрошення риби KM Mark 5 та/або для ручного потрошення. Інжекторна система забезпечує змішування води з повітрям, що забезпечує дуже ефективне промивання.



Рис. 14. Рибомийка КМ-20 [18]

Технічна характеристика:

Продуктивність – 80–120 риб/хв, залежно від типу машини для потрошення риби

Потужність, кВт – 1

Вода – Тільки 1 з'єднання діаметром 25 мм; макс. 10 м³/год при тиску 3,5 МПа. Зазвичай 5–7 м³/год

Маса, кг – 300

Матеріали – Виготовлений із полірованої нержавіючої сталі та матеріалів, схвалених FDA

Виробник: Carsoe Данія.

3.2. Машини для сортування риби

Установка для сортування риби (рис. 15.) Установка призначена для сортування на дві розмірні фракції свіжевиловленої або дефростованої риби (по

товщині). Сортування здійснюється за рахунок різниці проміжків між обертовими валами. Проміжки регулюються в межах від 10 до 30 мм.



Рис. 15. Установка для сортування риби [24]

Технічна характеристика:

Продуктивність, т/год – 2–4

Кількість фракцій, шт. – 2

Частота обертів валів – 90–100

Витрати води, м³/год – 2

Тиск води, МПа – 0,2–0,3 (2–3)

Уставлена потужність, кВт – 0,15

Кількість обслуговуючого персоналу – 1

Вага, кг – 250

Виробник: AGK Німеччина.

Автоматична машина для сортування риби AGK-1911 (рис. 16).

Автоматична машина застосовується для сортування риби на середніх і великих переробних підприємствах. Риба дбайливо переміщається по гладкій конвеєрній стрічці паралельно циліндричним напрямним, де потрапляє між напрямними в

розташовану нижче воронку, що відповідає розміру риби. Після цього риба прямує через розвантажувальний отвір у відповідну ємність.



Рис. 16. Автоматична машина для сортування риби AGK-1911 [24]

Особливості:

- дбайливий режим сортування, легке регулювання;
- легка конструкція машини;
- автоматичне гальмо (здійснюється натисканням на важіль);
- проста подача води;
- хороша стійкість;
- знімна завантажувальна воронка.

Технічна характеристика:

Модель – AGK-1911

Продуктивність (розмір риби 8/10 см), кг – 800/1200

Продуктивність (розмір риби 10/20 см), кг – 1200/3000

Продуктивність (розмір риби 10/20 см), кг – 3000/4600

Кількість фракцій, шт. – 4

Сортувальний канал – 1

Потужність, кВт – 1,0

Габаритні розміри, мм – 3500x1000x1800

Вага, кг – 150

Виробник: AGK Німеччина.

Лінія сортування дрібної пелагічної риби (рис. 17). Лінія призначена для сортування дрібної пелагічної риби і розподілу відсортованої риби в приймальні ємності. Спроекована для сортування риби на 4 або 5 фракцій.

Лінія складається з накопичувача-елеватора для прийому і рівномірної подачі риби на сортування і 4-х реверсивних поперечних транспортерів для розподілу відсортованої риби в приймальні ємності. Додатково лінія може бути обладнана гідравлічним перекидачем контейнерів.



Рис. 17. Лінія сортування дрібної пелагічної риби [24]

Після завантаження свіжої риби в приймальний накопичувач-елеватор риба рівномірно подається в приймальний лоток сортувальної машини (швидкість подачі риби регулюється). Далі риба подається на робочу поверхню, яка спроектована у вигляді роликів. Ролики обертаються з постійною швидкістю і мають між собою проміжки, які можна регулювати. Проводиться сортування риби по ширині. Легко пересуваються реверсивні транспортери забезпечують відведення кожної фракції відсортованої риби в приймальні ємності, що

знаходяться по обидва боки сортувальної машини. Для поліпшення точності сортування нахил робочої поверхні регулюється.

Технічні характеристики накопичувача-елеватора:

Продуктивність, т/год – 2–4
Ширина транспортерної стрічки, мм – 1060
Швидкість транспортерної стрічки – 18 (регулюється)
Загальний об'єм накопичувача, – м³ 1,5
Корисний об'єм накопичувача, м³ – 1,0
Параметри мережі, В/Гц – 380/50
Потужність, кВт – 3,0
Габаритні розміри, мм – 4780x1540x3410
Вага, кг – 600

Технічні характеристики сортувальної машини:

Продуктивність, т/год – до 3
Кількість розмірних фракцій – від 2
Кількість роликів, шт. – 7/9
Діаметр ролика, мм – 76
Довжина ролика, мм – 2500/3000
Кількість обертів ролика, об/хв – 221
Відстань між валками на вході, – мм 4
Відстань між валками на виході, мм 8...15
Параметри електромережі, В/Гц – 380/50
Потужність, кВт – 2,2
Габаритні розміри, мм 4300x1520x2990
Вага, кг – 1000

Технічні характеристики вивідного конвеєра:

Ширина транспортерної стрічки, мм – 304
Швидкість транспортерної стрічки, м/с – 0,38
Параметри живлення, В/Гц – 380/50
Потужність, кВт – 0,18
Габаритні розміри, мм – 2800x500x500
Вага, кг – 60

Виробник: PERUZA Латвія.

3.3. Ванна і конвеєр для глазурування риби

Ванна для глазурування риби (Рис. 18.). Для кращого зберігання замороженої риби або рибного філе (щоб уникнути втрат ваги, а також виходячи з гігієнічних міркувань) застосовують процедуру глазурування. Процес глазурування полягає в нанесенні шару льоду на поверхню замороженої риби. Заморожена риба кілька разів з короткими перервами занурюється в охолоджену воду, температура якої знаходиться в межах 1-3°C. В результаті цього утворюється тонка крижана кірка, рівномірно покриває всю поверхню рибної продукції. Для здійснення процесу глазурування риби використовується ванна для глазурування. Після заморожування сировини в морозильному агрегаті, продукція підвозиться до ванни. Стрічка конвеєра переміщує рибу через ванну, занурюючи її в воду, в результаті чого риба глазурується. Плавню регулюючи швидкість конвеєра, можна задавати відсоток ваги льодової глазури.



Рис. 18. Ванна для глазурування риби [24]

Технічна характеристика:

Ширина стрічки конвеєра, мм – 1000

Швидкість конвеєра – регулюється

Підключення води – 1/2

Напруга, В – 380

Потужність, кВт – 0,37

Габаритні розміри, мм – 2000x1200x515

Виробник: AGK Німеччина.

Лінія глазурування лосося (рис. 19.) створена для забезпечення раціонального глазурування лосося та інших подібних видів риби. Лінія глазури відрізняється системою регулювання, що підтримує постійну температуру води $\pm 2^{\circ}\text{C}$, що у поєднанні з регульованою швидкістю конвеєра полегшує контроль товщини глазури.



Рис. 19. Лінія для глазурування льодом лосося [25]

Продуктивність системи становить 15–70 риб/хв залежно від розміру риби. Кожна риба поміщається у тримач на конвеєрній стрічці. Рибу кладуть черевцем вгору, щоб забезпечити витікання води з риби, коли вона вийде з глазурованої ванни. Ширина стрічки 1000 мм дозволяє розмістити в кожному тримачі більше однієї риби при глазуруванні дрібніших риб. Ванна для глазурування має регулятор рівня та два термостати для регулювання температури води. При підвищенні температури води запускається насос і вода проходить рециркуляцію через бункер з льодом. Лінія скління оснащена електричною коробкою та панеллю управління.

Виробник: Norbech A/S Данія.

Конвеєр для глазурування риби (рис. 20). Конвеєр для глазурування риби або машина для глазурування рибним льодом виготовлені для забезпечення рівномірного глазурування риби.

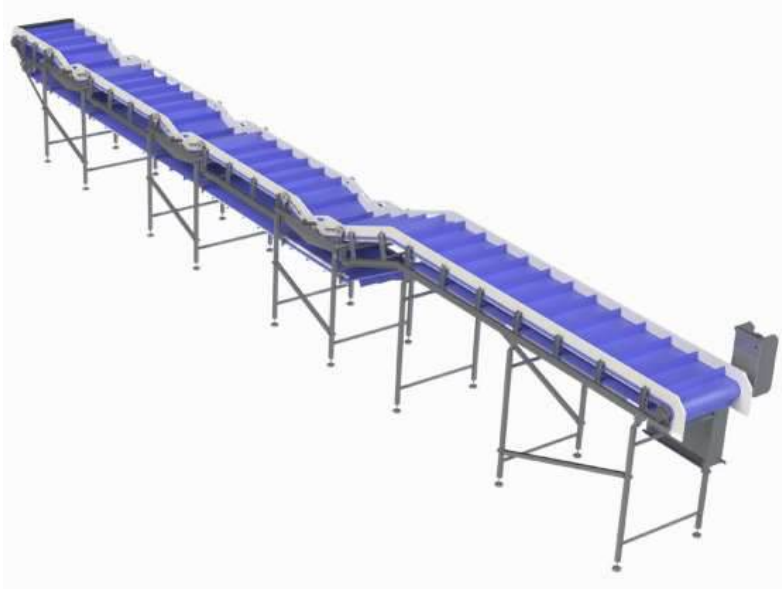


Рис. 20. Конвеєр для глазурування риби або машина для глазурування рибним льодом [25]

Кожна риба поміщається у тримачі на конвеєрній стрічці. Потім рибу кладуть черевцем вгору, щоб забезпечити витікання води з риби при виході з глазуруючої ванни. Ванна для глазурування має регулятор рівня та термостати для регулювання температури води. При підвищенні температури води запускається насос, і вода проходить рециркуляцію через бункер з льодом.

Довжина ширина висота, мм – 11750x1250x2000

Виробник: Martak Ісландія.

Компактна морозильна установка з аміаком як холодоагент FrioPack (рис. 21) – це комплексна насосно-циркуляційна установка для охолодження та заморожування. Ці високоякісні агрегати поставляються на рамі з гвинтовим

компресором, сепаратором рідини, рідинними насосами, конденсатором, олія віддільником, олія охолоджувачем, клапанами та системою автоматизації.



Рис. 21. Компактна морозильна установка з аміаком як холодоагент FrioPack [25]

FrioPack пропонує високий рівень гнучкості, продуктивності та енергоефективності для систем охолодження та заморожування, а також низькі витрати на технічне обслуговування завдяки надійним компонентам. Завдяки надзвичайно компактній конструкції цю морозильну установку легко встановити як на рибальському судні, так і на береговій установці.

Особливості та переваги:

- може використовуватися для всіх типів морозильних установок, таких як пластинчасті, тунельні та IQF морозильники та холодильні склади;

- частотно-регульований гвинтовий компресор з безступінчастим регулюванням;
- конденсатор, що охолоджується забортною водою, та олія охолоджувач;
- ефективний олія віддільник сприяє зниженню скидання олії;
- управління компресором для повністю автоматичного регулювання та моніторингу;
- система з насосною циркуляцією та відтаванням гарячим газом;
- можливість включення до системи кількох компресорів;
- зручність використання, низькі витрати на технічне обслуговування та надійні компоненти.

Виробник: Perfect Temperature Group, Норвегія.

Морозильні установки SuperFreeze (рис. 22) з CO₂ як холодоагент забезпечують ефективну заморозку риби та інших харчових продуктів на рибальських судах або на березі. Ці установки також підходять для великих холодильних камер та інших морозильних установок. Підвищення ефективності процесу заморожування ефективно впливає на вихідну якість риби та продовжує термін її зберігання за низькотемпературними умовами. Поліпшення якості відбувається за рахунок досягнення нижчих температур до -50°C у морозильних установках та більш швидкого заморожування. Швидке заморожування збільшує продуктивність.



Рис. 22. Морозильні установки SuperFreeze [25]

Початкове заморожування є вузьким місцем на рибальських судах. Прискорення цього процесу підвищує ефективність та скорочує час роботи, що дає економію за рахунок зниження витрат на паливе. SuperFreeze скорочує час заморожування на 25 відсотків. Це відповідно збільшує потужність заморожування та усуває це вузьке місце. Крім того, розморожування риби при її вилученні з пластинчастої морозильної камери відбувається значно швидше. Це допомагає ще більше підвищити якість продукції.

Система SuperFreeze заснована на використанні CO₂ як холодоагент і призначена для роботи при температурі до -50 ° C, з потужністю від 50 до 300 кВт. CO₂ стає все більш популярним холодоагентом для промислових та морських систем. Це тому, що це натуральний продукт та нетоксичний. У помірних концентраціях він також небезпечний. Рекуперація тепла із CO₂ дуже вигідна. SuperFreeze – це установка з насосною циркуляцією, яку можна підключати до пластинчастих, тунельних та IQF-морозильників, а також до холодильних камер, і вона оснащена ефективною системою розморожування гарячим газом. Установки виготовляються у вигляді компактних блоків, але можуть бути розділені на дві або більше секцій. Охолодження здійснюється морською водою або повітрям із зовнішнім газовим охолоджувачем. Виготовляється в стандартній комплектації, але може бути адаптована і для різних джерел електричного живлення. SuperFreeze поставляється в комплекті з системою керування, компресорами, клапанами, фільтрами, засобами автоматизації та повною внутрішньою проводкою. Просте керування здійснюється за допомогою сенсорного дисплея з можливістю дистанційного керування через Інтернет.

Виробник: Perfect Temperature Group, Норвегія.

Компресорні агрегати FrioComp (рис. 23) для морського та промислового охолодження та заморозки це гвинтовий компресорний агрегат для охолодження та заморожування. Високоякісні агрегати поставляються в зборі на рамі з гвинтовим компресором, масловідділювачем, маслоохолоджувачем, клапанами

та автоматикою. FrioComp пропонує високий рівень гнучкості, продуктивності та енергоефективності для систем охолодження та заморожування, а також низькі витрати на технічне обслуговування завдяки надійним компонентам. Компресорний агрегат, що поставляється в зборі на рамі, легко встановити як на риболовному судні, так і на береговій установці.

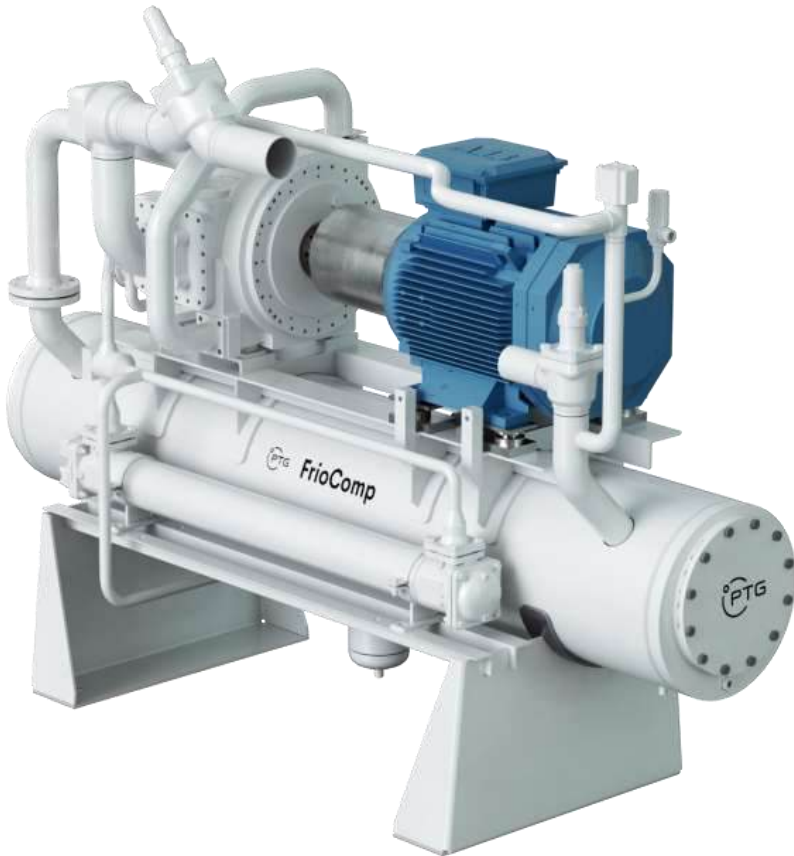


Рис. 23. Компресорний агрегат FrioComp [25]

Особливості та переваги:

- моновинт експлуатується з тривалими інтервалами обслуговування;
- ефективний олія віддільник сприяє зниженню скидання олії;

- гвинтові компресори з частотним регулюванням та безступінчастим регулюванням для зниження експлуатаційних витрат;
- управління компресором здатне для повністю автоматичного регулювання та моніторингу;
- можливості для узгодженої роботи кількох компресорів у системі;
- зручність у використанні, низькі витрати на технічне обслуговування та надійні компоненти.

Виробник: Perfect Temperature Group, Норвегія.

Шокова морозильна камера для риби з рідким азотом JSSD-1112 (рис. 24) це тунельна морозильна камера з рідким азотом завданням якої є регулювання часу заморожування та потужності заморожування, встановлюючи низьку робочу температуру, оскільки вона регулюється в діапазоні $0 \sim -196$ °С.



Рис. 24. Шокова морозильна камера для риби з рідким азотом JSSD-1112 [25]

Камера займає невелику площу, заощаджує простір та енергію, її легко чистити та дезінфікувати. Після швидкого заморожування ефект стійкості харчового матеріалу до окислення набагато вищий, ніж у традиційної машини

для швидкого заморожування, що може ефективно продовжити термін зберігання харчового матеріалу.

Технічні характеристики:

Модель – JSSD-1112

Загальний розмір, мм – 11060x2150x1900

Довжина входу, мм – 900

Довжина виходу, мм – 500

Внутрішня висота, мм – 50 ~ 150 (регульована)

Продуктивність заморожування, кг/год – 1000 ~ 1200

Маса, кг – 4900

Напруга, В – 380

Матеріал – весь корпус із нержавіючої сталі

Потужність, Вт – 11000

Виробник: Guangzhou Speed Refrigeration Equipment Co., Ltd. Китай.

3.4. Рибочистки

Рибочистка, машина для зняття луски AGK-16 K (рис. 25). Рибочистка AGK призначена для чищення риби (зняття луски). На сьогоднішній день зняття луски з риби за допомогою рибочистки з використанням абразивного матеріалу є найшвидшим і економічним способом. Цей спосіб є одним з найбільш відомих способів для очищення риби від луски. Обертаючий у водяній ванні циліндр забезпечує найм'якші і щадні умови для одержуваного продукту. Вода захищає поверхню риби від фізичних ушкоджень, зводить їх до мінімуму. Використання рибочистки дозволяє отримати привабливий зовнішній вигляд якісно очищеного продукту.



Рис. 25. Машина для зняття луски AGK-16 K [24]

Для деяких сортів риби замість абразивного барабана рекомендується використовувати перфорований барабан.

Технічні характеристики:

Модель – AGK-16K, AGK-18K, AGK-20K, AGK-25K

Разове завантаження, кг – 6 10 15 30

Потужність, кВт – 0,25 0,37 0,55 1,5

Габаритні розміри, мм – 880x435x440 , 990x555x620,
1015x650x940,

Виробник: AGK Німеччина.

Рибочистки КТ-S (рис. 26). Рибочистки КТ-S призначені для видалення рибної луски. Застосовуються на малих рибопереробних підприємствах та супермаркетах. Завдяки захисній ізоляції безпечні для користувача. Рибочистки оснащені захистом від водяних бризок. Електродвигун розрахований на безперервне багатогодинне використання. Шланг рибочистки чотиришаровий гнучкий: дві сталеві кручені оболонки і дві пластикові. Всі зовнішні частини та частини, що торкаються продукту, виконані з нержавіючої сталі.



Рис. 26. Рибочистки КТ-S [24]

Технічні характеристики:

Модель – КТ-S

Продуктивність, шт./хв – 1–3

Параметри електромережі, В/Гц – 220/50

Потужність, кВт – 0,1

Габаритні розміри, мм – 190x240x230

Вага, кг – 9

Виробник: КТ Фінляндія.

Рибочистка, машина для зняття луски AGK-787 (рис. 27). Рибочистка, машина AGK-787 призначена для чищення риби (зняття луски). Процес зняття луски відбувається в обертовому барабані при постійній подачі і відведенні води. Даний метод очищення в водяній бані запобігає пошкодженню риби. Можливо використовувати рибу до 3 кг.

Рибочистка виготовлена з високолегованої сталі. Конструкція визнана найпопулярнішою і добре себе зарекомендувала в усьому світі. Рибочистка дуже легка в збірці-розбиранні та митті.



Рис. 27. Машина для зняття луски AGK-787 [24]

Технічні характеристики:

Модель – AGK-787

Разове завантаження, кг – 50

Час циклу, хв – 3–5

Параметри мережі, В/Гц – 380/50

Потужність, кВт – 0,55

Габаритні розміри, мм – 1550x1350x1650

Виробник: AGK Німеччина.

Рибочистка, машина для зняття луски AGK-802 (рис. 28). Рибочистка, машина для зняття луски AGK-802 призначена для чищення риби (зняття луски). Характерною особливістю даної моделі рибочистки є горизонтальний барабан,

який дозволяє дуже ефективно і швидко очистити різні види риби середніх і великих розмірів.

Переваги рибочистки:

-підходить для всіх видів риб розмірами до 2 кг;

-час чищення 3-5 хвилин;

-зручне завантаження-вивантаження риби (змінюється положення барабана);

-легко миється, чиститься.



Рис. 28. Машина для зняття луски AGK-802 [24]

Технічні характеристики:

Модель – AGK-802

Разове завантаження, кг – 20-30

Час циклу, хв – 3–5

Параметри мережі, В/Гц – 380/50

Габаритні розміри, мм – 1400x700x1200

Виробник: AGK Німеччина.

3.5. Шкірозійомні машини

Шкірозійомна машина для риби T300F (рис. 29). Шкірозійомна машина T300F розроблена для безперервної обробки риби, в тому числі бичка, з максимально можливим відсотком виходу готової продукції. Шкірозійомна машина не вимагає великих витрат на експлуатацію та технічне обслуговування. Універсальна, надійна і економічна.



Рис. 29. Шкірозійомна машина T300F [24]

Конструкція шкірозійомної машини виконана з нержавіючої сталі. Для підвищення безпеки роботи шкірозійомна машина управляється ножним перемикачем. Простота обслуговування і зручність чищення.

Переваги:

-корисна робоча ширина 300 мм;

-вільна робоча зона і поверхня для кращої маніпуляції продуктом в процесі обробки;

-невисока вартість;

-максимально зручний і легкий доступ до всіх деталей при технічному обслуговуванні;

-підготовка до мийки проводиться без використання інструментів;

-санітарна обробка проводиться без демонтажу деталей.

Технічні характеристики:

Модель – T300F

Ширина ножа, мм – 300

Рівень шуму, дБ – 71

Потужність, кВт – 0,37

Габаритні розміри, мм – 450x450x980

Вага, кг – 104

Виробник: GRASSELLI Італія.

Шкірозйомна машина для риби OANNES 222 (рис. 30). Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риби. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин – нержавіюча сталь.



Рис. 30. Шкірозйомна машина для риби OANNES 222 [24]

Машина OANNES 222 є компактною і універсальною шкірозйомною машиною для риби. Призначена для переробки таких видів риби як камбала. Машина проста в експлуатації і очищенні. Має автоматичний захист, характеризується низьким споживанням електроенергії.

Технічні характеристики:

Модель – OANNES 222

Продуктивність, шт./хв – 10–12

Ширина робочої поверхні, мм – 220

Потужність, кВт – 0,3

Габаритні розміри, мм – 420x300x260

Вага, кг – 28

Виробник: CRETEL Бельгія.

Шкірозйомні машини для риби OANNES 362 (рис. 31). Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риби. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, напольними, повністю автоматизованими машинами. Виконання

всіх машин - нержавіюча сталь. Моделі OANNES 362 є компактними і універсальними шкірозійомними машинами для риби. Відрізняються надійною конструкцією і високою продуктивністю. Машини застосовуються на рибопереробних підприємствах малої та середньої потужності. Модель OANNES 362F ідеально підходить для переробки таких видів риб, як камбала, палтус і т.п. Модель OANNES 362S застосовується для зняття шкіри з філе таких видів риб, як тріска, короп, щука, лосось, кальмар, тілапія і т.п. Машини прості в експлуатації і очищенні. Мають автоматичний захист, характеризуються низьким споживанням електроенергії.



Рис. 31. Шкірозійомні машини для риби OANNES 362 [24]

Технічні характеристики:

Модель – OANNES 362

Продуктивність, шт./хв – 20–40

Ширина робочої поверхні, мм – 360

Потужність, кВт – 0,75
Габаритні розміри, мм – 590x400x340
Вага, кг – 62
Виробник: CRETEL Бельгія.

Шкірозйомні машини для риби OANNES 365 (рис. 32). Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риб. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин – нержавіюча сталь.



Рис. 32. Шкірозйомні машини для риби OANNES 365 [24]

Моделі OANNES 365 є високоефективними і безпечними шкірозйомними машинами для риби. Відрізняються надійною конструкцією і високою

продуктивністю. Машини знаходять застосування на рибопереробних підприємствах будь-якої потужності. Модель OANNES 365V застосовується для зняття шкіри з тонкого і делікатного філе таких видів риби, як камбала, путасу, пікша, а також з філе кальмарів, каракатиці. Ідеально підходить для зняття шкіри з філе вугра. Модель OANNES 365C застосовується для зняття шкіри з філе таких видів риби, як камбала, палтус, тріска, короп, щука, лосось, кальмар, тілапія і т.п. Машини прості в експлуатації і обслуговуванні. Мають автоматичний захист, характеризуються низьким споживанням електроенергії.

Технічні характеристики:

Модель – OANNES 365

Продуктивність, шт./хв – 20–50

Потужність, кВт 0,75

Габаритні розміри, мм – 520x450x950

Вага, кг – 90

Виробник: CRETEL Бельгія.

Шкірозйомні машини CRETEL (рис. 33) призначені для зняття шкіри з різних видів риби. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин - нержавіюча сталь.

Напівавтоматична шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460SQ призначена для зняття шкіри з кальмарів. Оснащена пристроєм подачі сировини у верхній частині машини.



Рис. 33. Шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460SQ [24]

Машина може бути укомплектована вхідною та вихідною транспортерними стрічками. Моделі NOBILIS 460SQ є високоефективними і безпечними шкірозйомними машинами для риби, відрізняються надійною конструкцією і високою продуктивністю. Машини застосовуються на рибопереробних підприємствах будь-якої потужності. Прості в експлуатації і обслуговуванні. Мають автоматичний захист, характеризуються низьким споживанням електроенергії.

Технічні характеристики:

Модель – NOBILIS 460SQ

Продуктивність, шт./хв – 40–60

Ширина робочої поверхні, мм – 460

Потужність, кВт – 0,75

Габаритні розміри, мм – 765x600x1000

Вага, кг – 120

Виробник: CRETEL Бельгія.

Шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460V (рис. 34). Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риб. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин - нержавіюча сталь. Це високопродуктивна машина для переробки великої кількості риби. Машина може бути оснащена двома робочими місцями – для роботи двох чоловік обслуговуючого персоналу. Машина проста в експлуатації і обслуговуванні., Має автоматичний захист, характеризується низьким споживанням електроенергії.



Рис. 34. Шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460V [24]

Технічні характеристики:

Модель – NOBILIS 460V

Продуктивність, шт./хв – 40–50

Ширина робочої поверхні, мм – 460
Потужність, кВт – 1,1
Габаритні розміри, мм – 700x710x950
Вага кг – 150
Виробник: CRETEL Бельгія.

Автоматична шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460TA(рис. 35).

Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риб. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин – нержавіюча сталь. Автоматична шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460TA підходить для зняття шкіри з плоских і круглих філе риб: камбала, хек, кальмари, тілапія, сом і т.п.



Рис. 35. Автоматична шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460TA [24]

Це високопродуктивна машина для переробки великої кількості риби. Оснащена транспортерними стрічками подачі й відведення, що дає можливість застосовувати дану шкірозійомну машину в складі виробничої лінії. Машина проста в експлуатації і обслуговуванні. Заміна ріжучих ножів проводиться легко, без застосування інструментів. Шкірозійомна машина має автоматичний захист, характеризується низьким споживанням електроенергії.

Технічні характеристики:

Модель – NOBILIS 460TA

Продуктивність, шт./хв – 50-60

Ширина робочої поверхні, мм – 460

Потужність, кВт – 1,1

Габаритні розміри, мм – 1170x1480x790

Вага, кг – 150

Виробник: CRETEL Бельгія.

Автоматична шкірозійомна машина для риби NOBILIS 460 TAC (рис. 36). Шкірозійомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риб. Шкірозійомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин – нержавіюча сталь.

Автоматична шкірозійомна машина для риби NOBILIS 460TAC підходить для зняття шкіри з плоских і круглих філе риб: камбала, хек, кальмари, тілапія, сом і т.п. Це високопродуктивна машина для переробки великої кількості риби. Оснащена транспортерними стрічками подачі й відведення, що дає можливість застосовувати дану шкірозійомну машину в складі виробничої лінії. Машина проста в експлуатації і обслуговуванні. Заміна ріжучих ножів проводиться легко, без застосування інструментів.

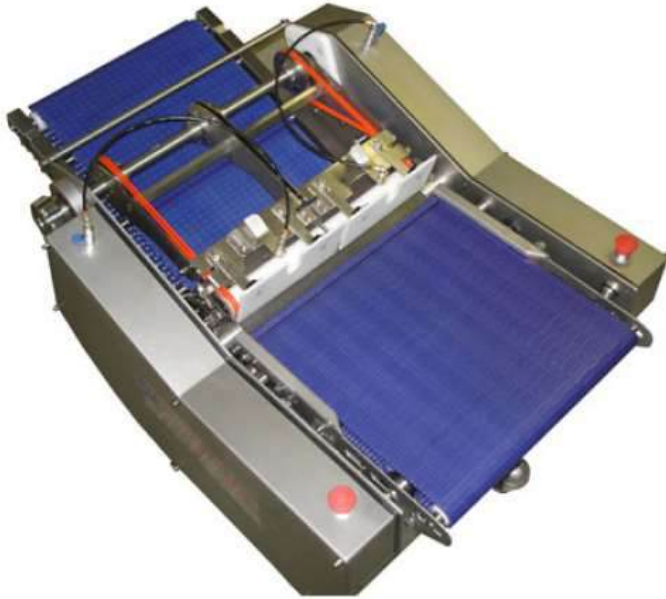


Рис. 36. Автоматична шкірозйомна машина для риби NOBILIS 460TAC
[24]

Шкірозйомна машина має автоматичний захист, характеризується низьким споживанням електроенергії.

Технічні характеристики:

Модель – NOBILIS 460TAC

Продуктивність, шт./хв – 60-70

Ширина робочої поверхні, мм – 460

Потужність, кВт – 1,1

Габаритні розміри, мм – 1100x700x1000

Вага, кг – 175

Виробник: CRETEL Бельгія.

Автоматична шкірозйомна машина для риби ADAMAS 2 (рис. 37).

Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риб.



Рис. 37. Автоматична шкірозйомна машина для риби ADAMAS 2 [24]

Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин – нержавіюча сталь. Автоматична шкірозйомна машина для риби ADAMAS 2 підходить для зняття шкіри з філе різного виду риб, в тому числі тонких і делікатних видів. Це високопродуктивна машина для переробки великої кількості риби. Ріжучий вузол машини обладнаний модулем контролю товщини зрізу. Машина проста в експлуатації і обслуговуванні. Заміна ріжучих ножів проводиться легко і швидко, без застосування інструментів. Шкірозйомна машина має автоматичний захист, характеризується низьким споживанням електроенергії.

Технічні характеристики:

Модель – ADAMAS 2

Продуктивність, шт./хв – 100-120
Ширина робочої поверхні, мм – 2х260
Потужність, кВт 1 – 6
Габаритні розміри, мм – 1820х1110х1750
Вага, кг – 650
Виробник: CRETEL Бельгія.

Автоматична шкірозйомна машина для риби ADAMAS 46 (рис. 38).

Шкірозйомні машини CRETEL призначені для зняття шкіри з різних видів риб. Шкірозйомні машини широко застосовуються в рибопереробних цехах, супермаркетах, підприємствах оптової торгівлі рибою. Модельний ряд представлений настільними, підлоговими, повністю автоматизованими машинами. Виконання всіх машин - нержавіюча сталь. Автоматична шкірозйомна машина для риби ADAMAS 46 підходить для зняття шкіри з філе різного виду риб, в тому числі тонких і делікатних видів. Це високопродуктивна машина для переробки великої кількості риби. Ріжучий вузол машини обладнаний модулем контролю товщини зрізу. Машина проста в експлуатації і обслуговуванні. Заміна ріжучих ножів проводиться легко і швидко, без застосування інструментів. Шкірозйомна машина має автоматичний захист, характеризується низьким споживанням електроенергії.



Рис. 38. Автоматична шкірозйомна машина для риби ADAMAS 46 [24]

Технічні характеристики:

Модель – ADAMAS 46

Продуктивність, шт./хв – 50–150

Ширина робочої поверхні, мм – 460

Потужність, кВт – 1,6

Габаритні розміри, мм – 2070x800x1660

Вага, кг – 400

Виробник: CRETEL Бельгія.

Машина для зняття шкіри JOSMAR JM-703 (рис. 39) – це обладнання, робота якого заснована на технології морозильного барабана. Процес очищення заснований на поверхневому заморожуванні шкіри рибного філе при контакті з барабаном, що обертається, морозильної камери. Шкіра в замороженому стані міцно прилягає до барабана, потім розрізається гострим нескінченним стрічковим ножом при безперервному обертанні, що відокремлює її від м'яза акуратно, плавно і без напруги, здатної розривати м'язи риби. При використанні

цієї системи вихід філе без шкіри є оптимальним: виходить на 2–5% більше філе без шкіри, ніж при використанні інших систем зняття шкіри. Товщина розрізу лезом регулюється в діапазоні від 0 мм до 12 мм, що дозволяє використовувати машину з різною метою, наприклад:

- очищення ніжного рибного філе та тонкої шкірки;
- чищення розмороженого рибного філе;
- чистка рибного філе, у якого шкіра та м'язи не розділені перетинками (Скумбрія);
- глибокий пілінг для усунення срібної підшкірної клітковини (Хек);
- глибоке зняття шкіри видалення темних м'язів (лосось);
- чистка філе метелика (Сардини);
- чистка камбали з хвостом;
- розрізання мембрани головоногих молюсків (кальмар Джамбо);
- розшарування шарами однакової товщини мантиї кальмару Джамбо.

Ця машина обробляє: саїта , мінтай, путасу, атлантична тріска , пікша, хек, патагонська гренадерська путасу, південна путасу, рожевий вугор, камчатський вугор, скумбрія атлантична, сардина , палтус , стрілотба камба, сом басу, гурnard, атлантичний лосось, кальмар, головоногі малюски.

Філе шкірою вгору конвеєрною стрічкою подається в барабан ротатійної морозильної камери. Конвеєр, корисна ширина якого 340 мм, оснащений круглими ременями з термопластичного поліуретану діаметром 4 мм з відповідним натягом, що дозволяє при проходженні рибного філе під морозильним барабаном, що обертається, м'яко притискатися і шкіра риби миттєво замерзала і прилипла до поверхні барабану. Заморожування поверхневе і зачіпає тільки шкіру рибного філе. Лінійна швидкість конвеєра і кутова швидкість барабана регулюються в процесі виробництва залежно від типу рибного філе, що обробляється. Барабан морозильної камери має діаметр 500 мм і при обертанні переміщає міцно прилипле до його поверхні філе до стрічкового

леза, що обертається, яке безперервно, точно і плавно розрізає шкіру, відокремлюючи її від м'язів. Лезо стрічки підтримується в чистоті за допомогою форсунки для впорскування води та скребка. Шкірка залишається прикріпленою до барабана морозильної камери і відокремлюється від нього поздовжнім скребком, що відокремлює шкірку від барабана. Потім кригу, що утворюється на поверхні барабана, видаляють скребком, щоб поверхня барабана була чистою перед замороженням шкіри іншого філе. Морозильний барабан з'єднаний з агрегатною холодильною установкою, вбудованою в машину. Холодоагент R449. Це компактний та ефективний конденсаторний агрегат з водяним охолодженням. Конструкція обладнання забезпечує легкий доступ до внутрішніх компонентів для чищення та обслуговування. Машину можна інтегрувати в технологічні лінії з автоматичними машинами для філетування.

Основні переваги:

- Адаптується до різних видів риб.
- Ефективне, делікатне та якісне шкуріння.
- Високий вихід, максимальний відсоток філе без шкіри.
- Зниження витрат з допомогою інноваційних технологій.
- Легко використати. Оптимальна ергономіка.
- Легкий доступ до внутрішніх частин для чищення та обслуговування.
- Авангардний гігієнічний дизайн. Відповідає нормам ЄС.
- Міцна та стійка конструкція, розрахована на тривалий термін служби та безперервну роботу.



Рис. 39. Машина для зняття шкіри JOSMAR JM-703 [24]

Технічні характеристики:

Продуктивність – 100/200 філе/хв, залежно від риби/виду та розміру.

Робочий діапазон:

Ширина жолобника – До 340 мм.

Товщина – до 40 мм.

Необмежена довжина.

Матеріали – нержавіюча сталь AISI-316, корозійностійкі матеріали та харчовий пластик.

Конструкція – завдяки міцній конструкції та високій якості матеріалів та комплектуючих обладнання може бути встановлене як на березі, так і на борту рибальських підприємств.

Агрегат холодильної системи – R449A-(конденсатор з водяним охолодженням): Потужність 10 кВт.

Опціонально може працювати з підключенням до холодильної установки судна чи заводу.

Оператори: 1 або 2 особи.

Виробник: JOSMAR Іспанія

3.6. Універсальні машини для переробки риби

Машина для видалення голів риби AGK-113 (рис. 40). Машина для видалення голів риби AGK-113 призначена для V-подібного відсікання голови риби: лосось, форель, короп та інші великі породи риб вагою від 500 г до декількох кілограмів.



Рис. 40. Машина для видалення голів риби AGK-113 [24]

V-подібне відсікання є найекономічнішим видаленням голови при обробленні риби. Машина повністю виконана з високоякісної нержавіючої сталі. Легко миється, проста в збірці-розбиранні. Режим роботи машини - пневматичний.

Технічні характеристики:

Модель – AGK-113

Продуктивність кг/год – 4000-5000

Витрата повітря, л/хв – 50

Тиск повітря, – бар 7

Виробник: AGK Німеччина.

Машина для обробки морського ляща JOSMAR JM-459 (рис. 41) була розроблена для ефективної обробки голови морського ляща як на судах, так і на берегових заводах. Ця машина відрізняється простотою у користуванні. Рибу вручну поміщає оператор у кормовий жолоб, підтримуючи рибу на животі та головою вперед. Після розміщення риба автоматично потрапляє всередину машини за допомогою похилого руху завантажувального жолоба. У середині машини спеціальні конвеєрні стрічки ідеально направляють рибу до пристрою вимірювання голови, що регулює її положення для подальшої обробки. Рибу обезголовлюють за допомогою круглих лез або ножів, які роблять трапецієподібний розріз якомога ближче до голови, щоб задіяти шию. Голова потрапляє через бункер у передній частині машини убік, а тулуб риби виходить через центральний конвеєр.



Рис. 41. Машина для обробки морського ляща JOSMAR JM-459 [24]

За допомогою цієї моделі один оператор може обезголовлювати до 40 риб за хвилину, за умови безперервної подачі на робочу станцію. Ергономічний дизайн дозволяє легко та безпечно керувати цією машиною, що дозволяє надійно працювати у складних умовах, наприклад, на суднових рибопереробних підприємствах.

Технічні характеристики:

Оброблювані види – морський лящ.

Продуктивність, риб/хв. – до 40.

Робочий діапазон – довжина, мм – загальна довжина від 200 до 270;

вага риб, г – 300–400; 400–600; 600–800;

діаметр ножа, мм – 150.

Тип різку – косий, V-подібний, з можливістю регулювання напрямку різку в міру потреби.

Матеріал – нержавіюча сталь AISI-316, корозійностійкі матеріали та харчовий пластик.

Споживання:

– вода л/хв – 6–8.

– водяний тиск, МПа – 0,2–0,3.

Приводні ножі: Електродвигун, кВт – 2,20.

Безпека – оснащений пристроєм аварійної зупинки.

Оператори – 1 особа.

Близькі розміри машини, мм – 1796x1621x1817

Вага, кг – 860.

Додаткове обладнання – підйомна платформа: налаштовується за висотою та бічним розташуванням відповідно до потреб установки.

Вирбник: JOSMAR Іспанія

Універсальний пристрій для переробки риби AGK (рис. 42).

Універсальний пристрій для обробки риби AGK істотно спрощує і прискорює оброблення риби. Пристрій підходить для оброблення практично всіх видів риби. Можливо також спеціальне виконання – під інші розміри. Пристрій для обробки риби може бути представлено двома моделями: для установки на столі або кріплення на стіні.



Рис. 42. Універсальний пристрій для переробки риби AGK [24]

Операції, які виконуються за допомогою даного пристрою:

1. Розтин черевної порожнини. Розтин починається з анального отвору. Черевна порожнина розпорюється за допомогою спеціального ножа, виключаючи при цьому пошкодження нутрощів і забезпечуючи гігієнічні умови обробки риби. Безпечне лезо, що застосовується в пристрої, запатентовано.

2. Видалення нутрощів за допомогою вакуум-насоса. Усмоктувальна головка має на нижньому кінці два скребка. При протягуванні риби вперед і назад видаляються всі залишки (нирки, кров).

3. Обріання за допомогою пневматичного ножа. Натисканням чорної кнопки приводиться в рух ніж, розташований зверху відсмоктувального пристрою, який відрізає рибі стравохід.

4. Очищення за допомогою щітки і постійного подавання води. Всі забруднення з риби після патрання легко змити за допомогою круглих щіток.

5. Остаточне ополіскування риби. Пристрій можна монтувати на столи рядами, щоб одночасно кілька людей могли обробляти рибу.

Технічні характеристики:

Модель – Універсальний пристрій для обробки риби AGK

Продуктивність, шт./год – 300–400

Висота пристрою різання та потрошення – регулюється

Підведення води – 1/2"

Діаметр відведення каналізації, мм – 50

Параметри електромережі, В/Гц – 380/50

Потужність, кВт – 0,37

Габаритні розміри, мм – 1200x600x850

Вага, кг – 50

Виробник: AGK Німеччина.

Машина для переробки дрібної риби CIS-N F 45 (рис. 43). Машина CIS-N F45 призначена для обезголовлювання і патрання дрібної риби. Патрання риби відбувається без розрізання черевця. Машина CIS-N є універсальним апаратом з великими можливостями і високою продуктивністю. Оснащена улаштуванням індивідуального вимірювання голови. Машина здатна обробляти до 325 риб/хв. Може бути встановлена з будь-яким механізмом, що подає. Обробляє будь-які види риб, що мають однакову форму, такі як: оселедець, скумбрія, корюшка, сардінелла, сардина, європейська сардина, балтійська оселедець, ставрида, сайра, шпрот, анчоус.

Машина CIS-N відрізняється від інших апаратів, представлених на сучасному ринку, наявністю механічної системи патрання. Використовується переважно на консервних заводах, завдяки її акуратному функціонуванню і здатності залишати ікру та молочко всередині риби. Риба поміщається вручну або автоматично в спеціальний конвеєр з відсіками різного розміру (для різних видів риб). По конвеєру риба прямує до пристрою індивідуального зважування, де відбувається вимір риби для визначення найбільш правильного місця зрізу

голови. Два ножа надрізають рибу з двох сторін, далі риба прямує до ножа для патрання. Після патрання риба повертається назад до пристрою для обрізання хвоста.

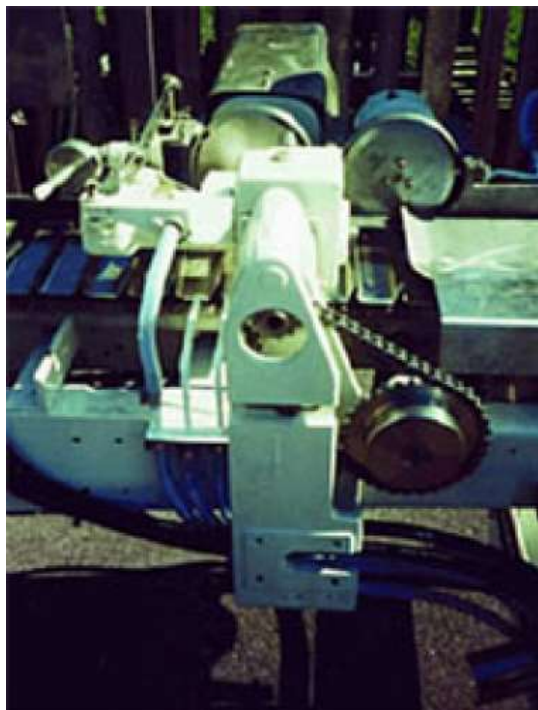


Рис. 43. Машина для переробки дрібної риби CIS-N F 45 [24]

У стандартному виконанні машина включає в себе:

- завантажувальний стіл;
- місця для 3–5 операторів;
- конвеєр з відсіками для риби (голів риби);
- механічний пристрій для патрання з 4-ма ножами.

Технічні характеристики:

Модель – CIS-N F 45

Продуктивність, шт./год – до 300

Витрата води, л/год – 10
Потужність, кВт – 0,37/1,5
Габаритні розміри, мм – 900х1350
Виробник: ARENCO Швеція.

Ноббінгова машина для переробки дрібної риби (азово-чорноморський бичок) ФПМ-100 (рис. 44) Ноббінгова машина для переробки дрібної риби ФПМ-100 призначена для обезголовлювання і патрання риби різних видів (в т.ч. азово-чорноморський бичок). При обробці видаляється голова і нутрощі риби, хвіст при цьому не відсікається.



Рис. 44. Ноббінгова машина для переробки дрібної риби ФПМ-100 [24]

Конструктивно машина складається з рами, до якої кріпиться завантажувальний стіл. На рамі змонтовані напрямні, по яких рухається пластикова транспортерна стрічка, а також вузол відсікання голови з дисковим ножом і модуль для видалення нутрощів, з'єднаний шлангами з вакуумною помпою і баком для збору відходів. Оператори (їх кількість залежить від довжини машини і може варіюватися від 2 до 5 осіб) беруть рибу з

завантажувального столу і укладають в осередки транспортерної стрічки, які, в залежності від виду та розміру риби, можуть мати V-подібну або L-подібну форму. Швидкість руху транспортерної стрічки плавно регулюється таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність укладання. Транспортерна стрічка подає рибу до дискового ножа, який відсікає голову. Далі обезголовлена риба підводиться стрічкою до модуля видалення нутрошків, який відсмоктує вміст черевної порожнини. Нутрощі перекачуються в бак для збору відходів, а готовий продукт або подається на відповідний транспортер (в комплект поставки не входить), або збирається в ємності. На машині встановлені 2 електродвигуни (привід транспортерної стрічки і привід дискового ножа) 380 В / 50 Гц, сумарною потужністю 2 кВт. Споживання води регулюється і в середньому становить близько 5 літрів / хв.

При проектуванні машини ФПМ-100 особлива увага приділялася таким параметрам, як надійність конструкції і простота в експлуатації і обслуговуванні. Машина виготовлена з матеріалів, не схильних до корозії, і оснащена всіма необхідними пристроями, що гарантують безпеку персоналу.

Також пропонуємо варіант машини, спеціально розробленої для переробки азово-чорноморського бичка.

Технічні характеристики:

Модель – ФПМ-100

Продуктивність, риб/хв – 300

Продуктивність по середньому бичку, кг/год – 500

Напруга, В – 380

Потужність, кВт – 2,4

Габаритні розміри, мм – 4500x1600x1100

Вага, кг – 500

Виробник: Швеція.

Всмоктуючий пристрій AGK-873 (рис. 45) Всмоктуючий пристрій AGK-873 призначений для роботи спільно з машиною з видалення кісток AGK-164.



Рис. 45. Всмоктуючий пристрій AGK-873 [24]

Пристрій обладнано покажчиком рівня рідини і автоматичним вимикачем, за допомогою якого при повному наповненні контейнера відбувається автоматичне відключення машини.

Технічні характеристики:

Модель – AGK-873

Напруга, В – 380

Потужність, кВт – 7,5

Виробник: AGK Німеччина.

Машина для дроблення кісток риби AGK-112 (рис. 46). Машина для дроблення кісток риби призначена для обробки проблемних сортів риби з дрібними вилокковими кістками (коропоподібних, білі сорти риби з шириною до 300 мм). В процесі обробки філе риби надрізається через невеликі проміжки. Відстань між надрізами становить 4 мм. Після такої обробки філе можна вживати не замислюючись про кістках.



Рис. 46. Машина для дроблення кісток риби AGK-112 [24]

Переваги:

- висока продуктивність;
- раціональна обробка риби;
- міцна конструкція;
- повністю виготовлена з нержавіючої сталі;
- проста в експлуатації;
- легко розбирається для очищення.

Підставка в комплектацію машини не входить

Технічні характеристики:

Модель – AGK-112

Продуктивність, кг/год – до 300

Ширина зони нарізки, мм – 300

Габаритні розміри, мм – 600x550x270

Вага, кг – 35

Виробник: AGK Німеччина.

Машина для видалення кісток риби AGK-164 (рис. 47). Машина AGK 164 призначена для видалення кісток з філе риби. Видалення кісток відбувається з мінімальною втратою м'яса. Філе риби поміщається на робочу поверхню. При натисканні кнопки філе всмоктується, фіксується і просувається далі в машину, де обертовим ножом з філе вирізається тонька пластина з кістками. Потім готове філе потрапляє в спеціальний контейнер.



Рис. 47. Машина для видалення кісток риби AGK-164 [24]

Технічні характеристики:

Модель – AGK-164

Продуктивність, філе/хв – 40

Потужність, кВт – 0,5

Виробник: AGK Німеччина.

Просвічувальний пристрій AGK (рис. 48). Просвічувальний пристрій AGK призначений для розпізнавання кісток і гельмінтів в рибі. Просвічувальний пристрій є необхідним допоміжним засобом в процесі переробки риби.



Рис. 48. Просвічувальний пристрій AGK [24]

Технічні характеристики:

Модель – AGK

Параметри мережі, В/Гц – 230/50

Потужність, кВт – 0,55

Габаритні розміри, мм 500x200x150

Виробник: AGK Німеччина.

Прес обвалки риби, неопрес W (рис. 49). Неопрес – це основне устаткування для виробництва рибного фаршу. Машина являє собою високоефективний, компактний, економічний неопрес, який очищає рибу від кісток. Машина виготовлена повністю з нержавіючої сталі.

Прес обвалки риби складається з валового преса, стрічки і перфорованого барабана. Діаметр отворів в барабані становить 3–4 мм. На початку процесу переробки у риби відсікається голова і видаляються нутрощі.



Рис. 49. Прес обвалки риби, неопрес W [24]

Потім риба надходить на перфорований барабан, де під тиском преса на внутрішній частині барабана утворюються тонкі шматочки рибного фаршу. Після цього каркас риби по направляючому жолобу потрапляє в приймальну ємність. Фарш, у міру накопичення всередині перфорованого барабана, падає в приймальну ємність.

Технічні характеристики:

Модель – W-200; W-250; W-300

Продуктивність (по рибі), кг/год – 200; 200; 1100

Напруга, В – 220; 220; 380

Потужність, кВт – 2,2; 2,2; 3,0

Розміри габаритні, мм 800x650x900; 800x650x900;

980x800x1200

Вага, кг – 250; 250; 650

Виробник: Китай

Машина філетувальна для риби AGK-1969 (рис. 50). Машина філетувальна AGK призначена для філетування риб, висота тулуба яких не більше 135 мм. Філетування здійснюється за допомогою двох дискових ножів.



Рис. 50. Машина філетувальна для риби AGK-1969 [24]

Машина також обладнана пристроєм для відрізання голови і хвоста за допомогою ще одного дискового ножа. Дуже легка в збиранні-розбиранні, митті.

Технічні характеристики:

Модель – AGK-1969

Продуктивність, шт./хв – 10-25

Параметри електромережі, В/Гц – 220(380)/50

Потужність, кВт – 0,55

Габаритні розміри, мм – 1100x700x1200

Виробник: AGK Німеччина.

Машина для філетування риби JOSMAR JM-900 (рис. 51) була спеціально розроблена для ефективного філетування різних видів риби з оптимальною продуктивністю.

Попередньо обезголовлену рибу оператор поміщає вручну тулубом уперед між двома конвеєрними стрічками, які утримують та вводять рибу в машину. Потрапивши всередину машини, риба передається на ланцюгові конвеєри із шипами, які утримують її міцно та делікатно, не завдаючи жодних пошкоджень. Ці ланцюгові конвеєри ідеально спрямовують рибу до двох круглих ножів, які розрізають черевну частину риби від кінця черевної порожнини до хвоста. У міру просування риби два дискові ножі розрізають обидві «фланки» боку «черевця», а також розрізають черевну лопату. Ця операція контролюється та коригується в залежності від розміру та виду риби. Риба транспортується ланцюговими конвеєрами, а потім у розріз, раніше відкритий ножами черевної стінки, вводяться дві напрямні пластини, що відокремлюють м'ясо від кістки. Потім риба продовжує просування до центруючих шайб, що направляє хвостовий плавець між розділовими ножами. Процес філетування завершується розрізом ножів, що розділяють, які точно підігнані до центральної кістки і роблять розріз, що відокремлює від неї спинну частину риби, отримуючи філе. Нарешті, філе вносився за межі машини через модульний пластиковий стрічковий конвеєр та переноситься на наступний етап процесу. Кістки вивантажуються з нижньої частини машини окремо від філе, що дозволяє уникнути можливого забруднення філе.



Рис. 51. Машина для філетування риби JOSMAR JM-900 [24]

Технічна характеристика:

Пропускна спроможність, риб/хв. – 40

Робочий діапазон:

- сиг: загальна довжина до 400 мм, включаючи голову;
- аквакультурна риба: загальна довжина до 350 мм, включаючи голову;
- окунь: загальна довжина до 300 мм, включаючи голову.
- інші: (Чорна піхва) загальна довжина до 1000 мм, включаючи голову.

Максимальна товщина, мм – 100.

Оператори – 1 особа.

Розміри, мм – 2309x732x1215.

Вага нетто – 375 кг.

Вага брутто, кг – 465.

Матеріали – корпус та конструкція: Нержавіюча сталь AISI-316 та корозійностійкі матеріали. Ножі Спеціальна високоміцна сталь.

Споживання:

Вода, л/хв – 8–10.

Водяний тиск – 0,2–0,3 МПа.

Привід – електричний мотор-редуктор.
Сумарна потужність, кВт – 2,2.
Виробник: JOSMAR Іспанія.

Машина для розбирання та філетування дрібної риби SFD-300 (рис. 52).

Машина SFD-300 XS призначена для розбирання та філетування дрібної риби, такої як оселедець, сардина, хамса, кілька, анчоус, бички. При розбиранні риби виконуються наступні операції: видаляється хвіст, відділяється голова, видаляється черевце, очищаються нутрощі, проводиться філетування риби. 2–3 оператори вручну викладають рибу на завантажувальний стіл.

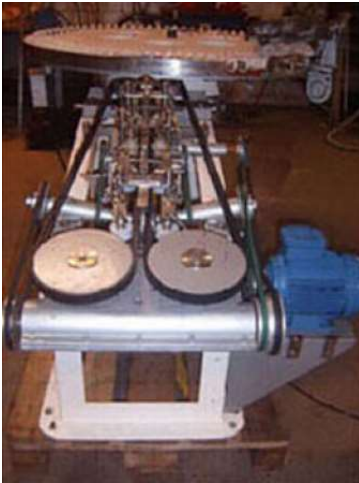


Рис. 52. Машина для розбирання та філетування дрібної риби SFD-300

[24]

Завантажувальний стіл обертається і переміщує рибу по черзі на позиції видалення хвоста, видалення голови, відсікання черевця, патрання і філетування.

Технічні характеристики:

Модель – SFD-300

Продуктивність, шт./хв – 200-300

Розмір риби, що переробляється, см – 10–35

Витрата води, л/год – 8

Потужність, кВт – 0,37/1,5

Габаритні розміри, мм – 2400x1370x1200

Виробник: ARENCO Швеція.

Філетувальна машина JOSMAR JM-969 (рис. 53) призначена для обробки філетів різних видів камбал.

Попередньо обезголовлену рибу подають у машину вручну зверху, хвостом вниз і червоную порожниную зліва від машини. Рибу можна попередньо потрошити чи ні. Машини, що направляють на вході, точно центрують рибу між різальними лезами



Рис. 53. Філетувальна машина JOSMAR JM-969 [24]

Два ремені, що тягнуть, утримують рибу і вводять її в зону обробки, в якій леза, що обертаються, розрізають філе, відокремлюючи його від кістки. Відстань

між лезами необхідно регулювати в залежності від розміру риби, що обробляється. Положення тягнуть стрічок і лез, що обертаються, можна регулювати на сенсорному екрані в залежності від типу і розміру оброблюваної риби. Регулювання здійснюється автоматично. Таке точне регулювання дозволяє максимізувати вихід безкісткового філе. Філе та кістки (з потрохами або без них) виносяться за межі машини по двох розділених стрічкових конвеєрах. Це гарантує, що філе обробляється у оптимальних гігієнічних умовах.

Технічна характеристика:

Пропускна спроможність, риб/хв – 30/.

Робочий діапазон, мм:

– довжина від 250 до 600;

– макс. ширина – 350;

– макс. товщина – 60;

Оператори – 1 особа.

Система транспортування риби – подвійний конвеєр.

Розміри, мм – 2616x2470x2240.

Вага, кг – 1400.

Матеріали – корпус та конструкція: Aisi-316 та корозійностійкі матеріали.

Ножі Спеціальна високоміцна сталь.

Споживання:

Вода, л/хв – 6–8.

Водяний тиск, МПа – 0,2–0,3.

Сумарна потужність, кВт – 5,32.

Виробник: JOSMAR Іспанія

Лінія потрошення лосося PRSG-SG (рис. 54). Лінія подвійного потрошення ProSign для лосося та деяких інших видів риби. Машину можна використовувати і для інших цілей, наприклад для вилучення ікри для виробництва ікри. Напівавтоматичне лінія забезпечує швидке і чисте обладнання для потрошення риби. Відходи утилізуються за допомогою вакуумних ложок та насоса, залишаючи місце чистим та забезпечуючи ергономічне робоче місце. Точність та продуктивність при сортуванні та дозуванні залежать від типу та

стану сировини, стану та налаштувань машини, а також робочого середовища. Вони також залежить від способу подачі матеріалу до машини.

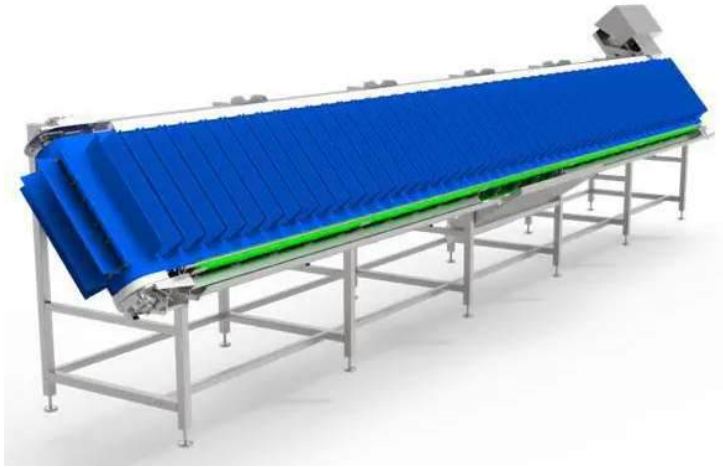


Рис. 54. Лінія потрошення лосося PRSG-SG [24]

Після розморожування щільний конвеєр транспортує рибу з столу на лінійний конвеєр. Оператори перетягують рибу на конвеєр та кладуть її в пази головою у бік продукту. Швидкість усієї системи базується на швидкості цих операторів. Вбудовано прямий конвеєр, який прискорює рибу після падіння з паза конвеєра, з метою створення достатнього простору між кожною рибою, та задля забезпечення точного індивідуального зважування під час проходження через динамічний пристрій. Блок динамічного зважування з дозуванням призначено для зважування риби та вибору для неї правильного бункера або воріт відповідно до її ваги, а потім для відправлення її до блоку розвантаження. Динамічні ваги у кращому випадку і при правильній подачі мають продуктивність 45 – 50 штук за хвилину.

Виробник: Турція.

Питання для самоконтролю

1. За якими ознаками поділяються машини для мийки риби?
2. За якими принципами здійснюють сортування риби?
3. З яких елементів складається лінія сортування дрібної пелагічної риби?
4. З якою метою здійснюють глазурування риби і на якому обладнанні?
5. Що представляють собою морозильні установки для риби?
6. На якому принципі працює шокова морозильна камера для риби з рідким азотом?
7. За допомогою яких машин здійснюють зняття риб'ячої луски?
8. За яких умов працюють шкірозйомні машини?
9. В чому полягають особливості застосування автоматичних шкірозйомних машина для риби?
10. Що представляють собою ноббінгові машини для переробки дрібної риби?
11. Як виглядають машини для філетування риби?

Рекомендована навчальна література

1. Севостьянов І. В., Зозуляк І. А. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 127 с.
2. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. Київ: Видавництво «Сталь», 2017. 456 с.
3. Технологічне обладнання рибопереробної галузі: навчальний посібник / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, В.П. Василів, З.А. Бурова; за ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К. : НУБіП України, 2019. 452 с.
4. Технологічне обладнання та лінії для переробки водних біоресурсів / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, Ю.І. Бойко, В.Ю. Сухенко, навч. посіб. / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: ЦП «Компринт», 2015. 253 с.
5. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник. 2-е видання, доп. та випр. Х.: Світ Книг, 2014. 495 с.

Розділ 4. НЕРИБНІ МОРСЬКІ ПРОДУКТИ

4.1. Характеристика нерибних морських продуктів

Нерибні продукти моря характеризуються цінними харчовими та лікувальними властивостями. Продукти з безхребетних та морських рослин за порівняно низької калорійності мають високий вміст повноцінних білків та біологічно активних речовин. Вміст мікроелементів в них у 30-70 разів більше, ніж у наземних тварин, тому їжа, приготована з безхребетних та морських водоростей активізує обмін речовин в організмі та благотворно впливає на нього при окремих захворюваннях.

Промислові безхребетні представлені:

- *ракоподібними* (краби, креветки, річкові раки, омари, лангусти);

- *моллюсками двостулковими* (мідії, морські гребінці, устриці) та *головоногими* (кальмари, восьминоги, каракатиці);

- *голкошкірими* (трепанг, кукумарія, морський їжак).

Ракоподібні існують у всіх морях і океанах. Тіло ракоподібних складається головної, грудної та черевної частин. Головна та грудна частини зростаються, утворюючи головогрудину; черевна частина (абдомен) є основною їстівною частиною усіх ракоподібних. Промислове значення з ракоподібних мають *раки, краби, креветки, лангусти, омари*.

Раки – нічні водні тварини загону десятиногих. Промислове значення мають вузькопальцеві та широкопальцеві раки (вважаються кращими внаслідок більш високого виходу їстівної частини – 27-30%). Річкові раки мають забарвлення від коричневого до чорного, озерні – світліші відтінки (зеленкуваті, блакитні, червоні). М'ясо раків біле, ніжне, соковите має специфічний аромат, є джерелом повноцінних білків, мінеральних елементів, зокрема, кальцію. За розміром раків поділяють на дрібних (8-9см), середніх (9-11см), крупних (11-13см), відбірних (понад 13см). Виловлені раки є достатньо життєздатними, але при неправильному зберіганні (протяги, підвищена температура) можуть швидко

загинути. Зберігають раків в прохолодних приміщеннях в корзинах або коробках черевцем донизу, перекладаючи ряди сухою соломною або водоростями. При дотриманні таких умов раки залишаються живими до 10-15 діб. Реалізують раків в основному замороженими та вареними. У процесі варіння відбувається почервоніння панциру, зумовлене виділенням червоного пігменту астаксантину в результаті денатурації ліпопротеїду ціаніну під дією високої температури. У раків варених бадьорих шийка повинна бути підігнутою під головогрудину (втягнута шийка свідчить про те, що рак був зварений снулим).

Краби існують в морській воді і рідше – в солонуватій. Промислове значення мають камчатський, синій, колючий і волохатий краби та краб-стригун. Тіло краба вкрите твердим панциром. Черевце (абдомен) коротке, підігнуте під головогрудину, звідки відходять кінцівки – одна пара ніг із клешнями для захоплення здобичі й три пари ходильних ніг. Кінцівки крабів вкриті панциром і з'єднані шкірястими суглобами, права клешня більша за ліву. Їстівне м'ясо у крабів розташоване в клешненоносних та ходильних кінцівках і абдомені. Особливістю хімічного складу м'яса крабів є підвищений вміст амінокислот, які містять сірку, вітамінів (особливо *групи В*), мінеральних речовин (бром, йод, мідь), ферментів. До реалізації придатні лише краби-самці, масою від 0,8 до 5 кг (зустрічаються екземпляри масою 5-7 кг).

Креветки поширені у всіх морях і океанах. Вони існують у товщі води. Найбільше промислове значення має **рожева креветка** (довжина її тіла близько 20 см) і **північний шримс** (Баренцове море). Велике промислове значення мають також гребінчаста глибоководна креветка, трав'яний (Чорне море) і піщаний шримси, шримс-ведмежа (Далекий Схід); біла, рожева і коричнева креветки (Атлантичний та Індійський океани). Тіло креветки складається з головогрудини та черевця. Головогрудина вкрита щільним панциром. На черевці також є панцир, але він менш щільний і складається з семи окремих частинок, щільно прилягаючих одна до одної. До головогрудини прикріплені ходильні ніжки, а до перших шести частинок черевного панцира –

плавальні ніжки. Їстівне м'ясо у креветок розташоване в шийці (абдомені). Вихід їстівної частини складає 30-40%. Особливістю білкового складу креветок є високий вміст незамінних амінокислот. М'ясо креветок ніжне, смачне, багате на білки, солі міді, йод, віт. групи В, кальцій, фосфор, сірку, вітаміни А, Д. Креветок реалізують у замороженому, консервованому вигляді. Для переробки використовують лише живих або щойно загиблих без пошкоджень.

Кріль – невеликий червоний рачок за будовою тіла близький до дрібних креветок, який поширений у водах Антарктиди і має довжину тіла 2,5-6,5 см, масу 0,3-1,2 г. У сирому вигляді кріль практично не зберігають (лише до 4 год.), оскільки він містить велику кількість активних ферментів, які після вилову каталізують процеси протеолізу, в результаті чого змінюється забарвлення, смак, запах кріля. Розроблено технології швидкої переробки кріля для одержання білкової пасти, сухого білкового концентрату, які використовуються у виробництві ковбас, кулінарних виробів; на основі пасти “Океан” виготовляють нові види кулінарних виробів: масло креветкове, плавлений сир “Корал” тощо.

Лангусти та омари – великі морські раки, що існують у водах Атлантичного й Тихого океанів. Довжина тіла лангустів 30-40 см, маса сягає 4 кг. Омари більші за лангустів, відрізняються від них коротшим черевцем та наявністю могутніх клешненосних кінцівок. Їх довжина 50-60 см, маса може сягати 8кг та більше. М'ясо лангустів і омарів зосереджено в основному в черевній частині (у лангуста), у омарів – також в клешненосних кінцівках. Реалізують лангустів і омарів в основному у замороженому вигляді, рідше – живими або консервованими.

Молюски. Близько 65% загального промислу нерибних морепродуктів займають молюски. Розрізняють двостулкових та головоногих молюсків. Вони мають різноманітну форму, будову, хімічний склад. Існують молюски у всіх морях і океанах, прісних водоймах, але не всіх молюсків використовують в харчових цілях.

Двостулкові молюски мають раковину, що складається з двох стулук, сполучених одним або двома м'язами-замикачами. Тіло молюска вкладене в напівпрозору м'ясисту складчасту оболонку – мантию, прилеглу до поверхні раковини. Тіло складається з тулуба і м'яза, за допомогою якого моллюск переміщується по ґрунту. М'яз і мантия є їстівними частинами. Найбільше промислове значення з двостулкових молюсків мають морські гребінці, мідії й устриці.

Морські гребінці існують в усіх морях і океанах на різних глибинах і є найбільш цінними з двостулкових молюсків. На Далекому Сході поширений великий приморський гребінець масою 190-300г, раковина якого сягає в діаметрі 15см. У прибережних водах Атлантичного океану видобувають дрібнішого ісландського гребінця. Ознакою якості виловленого молюска є щільно закриті стулки раковини. Реалізують гребінців у замороженому вигляді. В їжу вживають м'яз-замікач молюска, мантию, ікру. М'ясо морського гребінця має легкий солодкуватий присмак. Вміст жиру в ньому не перевищує 1%, натомість білка міститься 18-20%, причому білок містить всі незамінні амінокислоти (це принципово для діабетиків, сердечників).

Мідії пристосовані для існування на різних глибинах, але в більшості обирають узбережжя Чорного моря і морів Далекого Сходу (рифів, причали). Реалізують їх у живому, замороженому, консервованому вигляді. Мідії, дуже міцно (намертво) зростаючись між собою надзвичайно міцними нитками (бісусами) утворюють великі скупчення – мідієві банки. На 1 м² може розміститися понад тисячу мідій. Спеціальна залоза молюска виробляє бісуси подібно павуку, якій пряде своє “павутиння”. Нитки є настільки міцними, що їх не може обірвати навіть дуже сильна течія. Виловлені мідії подібні до виноградних грон. Раковина мідій має подовжену клиновидну форму, звужену з одного кінця й розширену – з іншого. Промислові розміри чорноморської мідії 5-8 см, маса 15-45 г. На Далекому Сході промислове значення має мідія дункер (чорна мідія). Існує вона на піщаному, скелястому, мулистому ґрунті; має крупну раковину довжиною до 25 см, масою 300-500 г. М'ясо

мідій блідо-оранжевого кольору, щільне, але не жорстке; у вареному вигляді воно подібне до яєчного білка й має темно-сірий або жовтий колір.

Устриці – теплолюбиві молюски, що існують на глибині від 1 до 70 м в Чорному морі. У Європі, США, Японії устриць розводять штучним шляхом. Устриці мають несиметричні груболускаті стулки раковин. У лівій стулці тарілчастої форми, знаходиться тіло молюска. Цією стулкою устриця прикріплюється до кам'янистого ґрунту. Права стулка пласка і накриває тіло молюска зверху. М'ясо устриць блідо-зеленого кольору з легким запахом свіжого огірка. При вживанні в їжу на м'ясо живої устриці витискають кілька краплин лимонного соку, після чого її ковтають.

Головоногі молюски поширені в багатьох морях і у всіх океанах. У всіх головоногих молюсків рот оточений щупальцями з сильними присосками, якими вони хапають і утримують здобич. У багатьох молюсків є мішечок з рідиною темно-коричневого або синього кольору, яка викидається в період небезпеки, створюючи завісу. До головоногих молюсків належать кальмари, каракатиці й восьминоги.

Кальмари мають найбільше промислове значення. Їстівними частинами у кальмарів є мантия (тулуб), печінка, голова та 10 ніг (щупальців), які розташовані навколо голови. Найбільш цінними в смаковому та поживному відношенні є голова та щупальця. Серед внутрішніх органів кальмара розташований чорнильний мішечок, (при обробці видаляється), тканини якого виробляють темно-коричневу фарбу – сепію, котра є засобом самозахисту від хижаків. Чорнильна рідина використовується для приготування фарби, оскільки має дуже стійкий пігмент. Розмір промислових видів кальмара становить 0,2-0,7 м, маса 90-750 г та більше, але відомі випадки вилову гігантських глибоководних кальмарів завдовжки понад 18 м. М'ясо кальмарів за хімічним складом близьке до м'яса риби, але 1/3 частину всіх білків складає колаген, що зумовлює пружну, еластичну консистенцію м'яса. Для вареного м'яса характерна соковито-щільна, але не жорстка консистенція. Кальмарів

реалізують в замороженому, сушеному, соленому вигляді, а також у вигляді консервів.

Каракатиці – молюски масою 4-6 кг, довжиною до 30 см, поширені в багатьох морях. Каракатиці мають циліндричне тіло, в середній частині якого розташовані плавники. У хвилини небезпеки каракатиці також викидають сепію. Використання каракатиць аналогічно використанню кальмарів.

Восьминоги розповсюджені в багатьох морях, але особливо у морях Далекого Сходу. Вони існують на глибині 1-50 м здебільшого на кам'янистих і скельних ґрунтах. Промислова довжина восьминога – до 1,5 м маса 0,8-20 кг, але може сягати 40 кг. Восьминіг має тіло мішкоподібної форми, яке складається з голови з довгими вісьмома щупальцями та овального тулубу. Голова озброєна дзьобом, здатним втягуватися усередину. Реалізують восьминога у замороженому, сушеному, соленому, копченому вигляді, а також у вигляді консервів.

Голкошкірі існують в помірних і теплих водах Світового океану. Мають циліндричну, напівсферичну або зіркоподібну форму тіла. У підшкірному шарі розміщені скелетні утворення – вапнякові пластини, часто з голками, які виступають на поверхню тіла. Найбільше промислове значення з голкошкірих мають *трепанги*, *кукумарії* й морські їжаки.

Трепанги мають тіло циліндричної форми з віночком щупалець і п'ятьма рядами м'яких шпильок на спині. Забарвлення молюска від темно-зеленого до темно-коричневого з червонуватим відтінком, кінчики шпильок – білі. Довжина тіла трепанга складає 30-40 см, маса – 120-400 г.

Кукумарія або *морський огірок* має циліндричну форму тіла, що нагадує огірок, іноді – майже кулясту. На одному кінці тіла розташований віночок щупалець. Поверхня тіла кукумарії вкрита слизистою кутикулою, забарвлення тіла від темно-бурого до чорно-фіолетового. Маса складає 0,3-1,5 кг. Кукумарія веде нерухомий спосіб життя на глибині 2-70 м. На харчові цілі у кукумарії використовується щільна м'язиста оболонка (30-40% від маси сирцю). В білковому складі кукумарії ідентифіковані всі незамінні амінокислоти,

їх співвідношення в молекулах білка відповідає формулі ідеального білка. Кукумарія містить у своєму складі унікальні біологічно-активні речовини, які мають антигрибкову, протипухлинну, імуномодельючу активність. Тому кукумарія є дуже перспективною сировиною для виготовлення продуктів лікувально-профілактичного призначення. Реалізують кукумарію у вигляді заморожених та варено-заморожених напівфабрикатів, які є сировиною для виготовлення консервів, сушеної, соленої продукції.

Морські їжаки поширені в теплих і помірних морських водах. Існують на невеликих глибинах і ведуть донний спосіб життя. Їжаки мають напівсферичну форму тіла, поверхня якого вкрита панциром з численними голками. Промислове значення мають кілька видів морських їжаків. З харчовою метою використовують ікру, що знаходиться всередині вапняної шкаралупи у вигляді п'яти залоз жовтувато-оранжевого кольору. У пігментованому покриві панцира міститься дуже стійкий чорний пігмент, який використовують для виготовлення фарби.

Морські ссавці. До них відносяться китоподібні, ластоногі й сирени.

Кити Світового океану – це найкрупніші мешканці нашої планети. Вони дихають легенями і вигодовують дитинчат молоком. Кілька сторіч полювання на китів призвели до того, що деякі види опинилися на межі зникнення.

До **вусатих китів** відносяться такі види: синій кит, фінвал, сейвал, малий полосатик, горбатий кит, південний кит, сірий кит та ін.

Синій кит є найкрупнішою твариною планети. Може сягати довжини 33 м і маси 150 т. Дитинчата народжуються завдовжки 6-8,8 м і важать 2-3 т. Сині кити зустрічаються практично у всіх регіонах Світового океану, за винятком тропічного поясу. Промисел на них заборонений з 1965р.

Фінвал – другий за величиною кит з тих, що зустрічаються в Світовому океані. Максимальна довжина сягає 29 м. Маса дорослих тварин зазвичай складає близько 50 тонн. Характерна зовнішня видова ознака фінвала – асиметричне забарвлення бічної частини голови: права нижня щелепа

на чверть біла, як живіт, а з лівого боку вона темна, як голова. Промисел заборонений.

Сейвал (сайдяний кит) – третій за величиною кит Світового океану. Середня довжина китів Північної півкулі становить 13-14 м, Південної – 14,6-15,5 м, а максимальна – 18-19 м. Самки починають приносити 4-5-метрових дитинчат з віку 10 років. Промисел на сейвалів обмежений.

Малий полосатик (смугастих мінке) – найдрібніший представник сімейства полосатиків довжиною 7-10 м і масою 7-9 т. Зазвичай має білу поперечну смугу на грудних плавниках. Поширений у помірних і холодних водах Світового океану. Промисел обмежений.

Гренландський кит – найжирніший представник загону китів. Сягає довжини 15-18 м (іноді до 21 м), маси 150 т. Голова складає 1/3 довжини тіла. Спинний плавник відсутній. Тримається поверхневих шарів води. Самка приносить одне дитинча раз на 3–6 років. Від одного кита отримують до 25-30 т жиру.

Сірий кит – при максимальній довжині 15 м маса тварини сягає 20-35 т. Процес росту триває 40 років. Після 8 років самки народжують дитинчат завдовжки близько 4 м і масою до 600 кг і більше. Існує виключно у водах північної половини Тихого океану. Промисел дуже обмежений.

З **зубастих китів** найбільш поширені *кашалоти* (маса 50 т, довжина 15-20 м), північний плавун (жир його неїстівний), високолобий пляшконіс (промисел ведеться у водах Норвегії, північно-західній частині Баренцова моря, в Ісландії), звичайний дельфін (промисел на них в Чорному морі заборонений з 1967 р.), морські свині, білухи (промисел обмежений), нарвал (вид нечисленний, але жителі узбережжя Гренландії щорічно видобувають декілька сотень) та ін.

За оцінками вчених, сьогодні у Світовому океані лише чисельність кашалотів знаходиться на первинному або стійкому рівні. Запаси ж антарктичних фінвалів можуть відновитися через 10-40 років, сейвалів – через 20-25 років, а відновлення чисельності найбільш цінних південних

гладких, горбатих і синіх китів в досяжному майбутньому не передбачається (необхідні сторіччя).

З ластоногих промислове значення мають лише окремі види. Основними районами промислу є приантарктичні води й північна частина Тихого океану. У невеликих кількостях видобувають ластоногих в Каспійському морі та на Байкалі. Ластоногі поділяються на моржів, вухатих і справжніх тюленів. Вони мають масу від 35 кг до 2 т (найкрупніші – моржі). Ластоногі мають товстий (від 5 до 12 см) шар підшкірного жиру, який використовується для отримання медичного і харчового жиру. На харчові цілі крім м'яса, йдуть також мозок і нирки ластоногих.

Сирени – морські ссавці, які більшою частиною винищені. Представлені ламантинами, дюгонями, морськими коровами (вимерли).

Водорості і морські трави є сировиною для виготовлення багатьох продуктів, які неможливо виготовити з сировини наземного походження, наприклад – драглеутворювачів. При комплексній переробці з багатьох водоростей можна виготовляти харчову, кормову та технічну продукцію. За забарвленням водорості поділяються на червоні, бурі та зелені. Забарвлення залежить від монохроматичного кольору, який панує на глибині зростання.

Червоні водорості ростуть в холодних і теплих водах на глибині від 5 до 120 м. Найбільш цінними з червоних водоростей є анфельція, філофора і фурцелярія. **Анфельція** поширена в Білому і далекосхідних морях. Це гіллясті кущі, заввишки 20-40 см. Найбільш цінним продуктом, що виробляється з анфельції, є **агар-агар** який володіє високою драглеутворюючою здатністю і широко застосовується в харчовій промисловості та бактеріологічній галузі медичної промисловості.

Філофора поширена в Чорному морі. Вона являє собою кущі бурочервоного кольору заввишки до 0,5 м. З філофори виготовляють драглеутворюючу речовину **агароїд**.

Фурицеларія виростає в Балтійському морі. З неї одержують речовину **фурицеларан** (агароїдин), що також має високі драглеутворюючі властивості.

Бурі водорості поширені у всіх морях. Вони ростуть на кам'янистих і піщано-мулистих ґрунтах на глибині від 1 до 25 м. З них найбільший інтерес являють ламінарії та фукуси.

На **ламінарію** (морську капусту) – найбільшу з бурих водоростей, багаті далекосхідні моря, де заготовлюють японо-морську, охотоморську ламінарію. На узбережжі Білого моря заготовляють ламінарію сахарину і ламінарію дигитату. Довжина листяної пластини 2-річної розвинутої ламінарії становить 5-8 м, ширина – 10-20 см. Запас корисних речовин ламінарії (повноцінний комплекс мінеральних речовин – хлор, калій, натрій, магній, сірка, фосфор, йод, залізо, бром) зосереджений в листовій пластині. Ламінарію реалізують в свіжому, замороженому, сушеному вигляді, використовують для виробництва консервів, пресервів і салатів.

Фукуси поширені на невеликих глибинах в Баренцовому, Білому, Балтійському морях. Промислове значення має пухирчастий фукус, куці якого можуть сягати висоти 1 м. З фукусів одержують йод і калійні солі.

Із **зелених водоростей** промислове значення мають кладофора та хлорела. З них отримують вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆, В₁₂, біотин, нікотину, пантотену, фолієву кислоти), каротин, вітаміни С, Д, К, антибіотики, ацетон, спирти тощо. Значний інтерес для культивування й промислового використання являє водорість хорела, яка є джерелом вітамінів групи В, каротину, вітамінів С, Д, Е, К. Змінюючи температуру, сольовий та газовий склад середовища культивування, можна одержувати хорели з дуже високим вмістом жиру (85-80%) або білку (50-60% сухої речовини).

З **морських трав** найбільшу цінність має **філоспадикс**. Промислове значення також має декілька видів **зостер**, що виростають в прибережних зонах Білого, Балтійського, Чорного і Японського морів. Філоспадикс і зостери відрізняються розміром листя. Значний вміст целюлози (18-24%) дозволяє

використовувати їх при виробництві текстилю, м'яких меблів, в будівництві, паперовій промисловості.

4.2. Інноваційні технології переробки креветок та морських молюсків

З великої кількості видів креветок, потенційно придатних для аквакультури, лише деякі виробляються з комерційною метою. З них вибір виду в основному визначається через його стійкість до хвороб, простоту виробництва та замкнутий життєвий цикл, високу комерційну цінність і придатність для інтенсивної аквакультури. Зазвичай тут виділяються білонога креветка (*Litopenaeus vannamei*) та чорна тигрова креветка (*Penaeus monodon*). Однак менш культивовані види індійської білої креветки (*Penaeus indicus*), креветки Курума (*Penaeus japonicus*) та гігантської прісноводної креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) також є комерційно життєздатними видами. Очікується, що у 2022 році світове виробництво креветок перевищить 5 мільйонів тонн. Щоб задовольнити потреби, що ростуть, галузі необхідно подолати безліч проблем для підвищення продуктивності та ефективності.

Крім креветок, розведення прісноводних раків зосереджено кількох бажаних видах, хоча тоннаж цих продуктів може становити набагато менший тоннаж проти креветками. Такі види, як червоний болотяний рак (*Procambarus clarkia*) та австралійський рак з червоними кігтями (*Cherax Quadricarinatus*), також вирощуються в комерційних цілях. Комерційне аквакультурне виробництво ракоподібних переважно здійснюється у великих земляних ставках у типово тропічних регіонах. Однак інновації в технології пропонують альтернативні підходи, що мають зростаючий комерційний успіх.

4.2.1. Рециркуляційні системи аквакультури

Завдяки використанню технології системи замкнутої аквакультури тепер доступне цілорічне комерційне виробництво видів креветок, найчастіше

Litopenaeus vannamei і воно здійснюється в нетрадиційних регіонах вирощування креветок. Наприклад, новаторське виробництво креветок у Баварії, Німеччина (CrustaNova), а також у Лакості, штат Техас, та у Вебстер-сіті, штат Айова (Natural shrimp Inc). Навіть компанії-початківці, які також працюють з RASLab (Лабораторія, що спеціалізується на дослідженнях та розробці нових технологій аквакультури, поєднуючи передові інновації з усього світу з усталеним морським сектором Норвегії) такі як норвезька Shrimp Vision AS, використовують технології RAS, виробляючи продукти, які або обробляються, або відправляються на відповідні ринки в живому вигляді.

У виробництві використовуються три основні підходи:

- Біофлок – спільне культивування бактеріальних пластівців з креветками, що забезпечує комбіновану матрицю для живлення, а також деяке окислення та нітрифікацію амонію;
- Рециркуляційна система аквакультури із традиційним підходом до системи біофільтрів при вирощуванні у чистій воді;
- Впровадження революційних інновацій, таких як технологія електрокоагуляції, що замінює процес окислення амонію в біофільтрі електrolітичним.

Який би підхід не був використаним, креветки вирощуються в контрольованих умовах температури та якості води, які можна ретельно контролюються за допомогою технології системи рециркуляції аквакультури. Таким чином, в інтенсивних виробничих системах щільність посадки становить 500 особин/м³ в порівнянні з половиною або чвертю тієї чисельності, яка використовується в ставковому розведенні, що є явною перевагою використання інтенсивної технології в системі замкнутої аквакультури. Контроль якості води та подальша гігієна знижують ризик спалахів захворювань та, отже, необхідність застосування антибіотиків. Можна виробляти цілорічний якісний продукт екологічнішим способом і, таким чином, отримувати вигіднішу ринкову ціну.

Виробництво раків також стає все більш складним, переходячи від вирощування у земляних ставках до технологій інтенсивної закритої та

замкнутої системи аквакультури. Наземне виробництво раків у резервуарах у проточних умовах не є рідкістю, хоча інтенсивне виробництво раків (та їх морського родича – омарів) в системі замкнутої аквакультури зростає.

При виробництві очищених продуктів промисловість з переробки креветок страждає від недоліків традиційного дозрівання у льоду/розсолі - етапу, що полегшує очищення. До недоліків відносяться втрата виходу, зниження органолептичних якостей, ризик появи мікроорганізмів, трудомісткість та уривчастий процес через тривале вимочування в резервуарах для дозрівання. Тому зросла потреба у пошуку альтернативних методів заміни традиційних методів тривалого дозрівання, які враховують майбутні тенденції у стійкій переробці готових до вживання креветок. Нові технології, наприклад, високий тиск, ферменти, ультразвук і мікрохвильова піч, потенційно можуть стати альтернативою, оскільки вони надають сильну лушення на омарів, крабів, двостулкових моллюсків. Крім того, ці технології пропонують такі переваги, як короткий час процесу, збереження поживних та сенсорних характеристик, ефективність використання енергії та води, що обіцяє вищий прибуток для галузі з виробництва креветок.

4.2.2. Основні види креветок, що зустрічаються в британському рибальстві

Коричнева креветка Crangon crangon зустрічається в основному на мілководді, на глибині 0-12 м, біля британського узбережжя, і виростає до довжини близько 60 мм. Його сірувато-коричневий колір та відсутність загостреної морди або роструму легко відрізняють його від креветок сімейства *Pandalus*. Зустрічається головним чином на м'якому піщаному або мулистому дні і часто зустрічається в гирлах річок або поблизу них; він витримує досить широкі коливання температури та солоності води, живе 3-4 роки.

Рожева креветка. Хоча всі види рожеві *Pandalus*, в Британії рекомендується застосовувати назву «рожеві креветки» до *Pandalus montagui*,

одному з дрібніших видів. Місцеві назви включають креветки, креветки і, для дрібних екземплярів. Рожеву креветку ловлять переважно на твердому дні у водах глибиною 5-30 м, часто її можна зустріти поблизу колоній морського хробака Росса, яким вона іноді харчується. Навесні та влітку її активно ловлять, але пізно восени вона йде в більш глибокі води, на 30-60 м, де самка виношує ікру приблизно з листопада по квітень, коли ікра вилуплюється і креветки знову наближаються до берега. Рожева креветка досягає товарного розміру близько 50 мм у віці 2-3 років і досягає максимальної довжини близько 75 мм наприкінці 3-4-річного періоду життя. *Pandalus montagui* змінює підлогу; вилуплюються і самці, і самки, але самці через деякий час змінюють підлогу і потім поводяться як самки. Рожеві креветки найбільш численні навесні та влітку. *Pandalus montagui* можна відрізнити від *Pandalus bonnierii* і *Pandalus borealis* найлегше через його менший розмір і червоно-білих смуг на вусиках, які створюють ефект перукарської жердини.

Глибоководна креветка Pandalus borealis - це великий вид креветок, і, як випливає з назви, вона зустрічається біля британського узбережжя в основному в більш глибоких водах, особливо на ділянках Фладен і Фейм Діп у північній частині Північного моря та біля берегів Норвегії. На заході Шотландії, особливо в Мінчі, гирлі річки Клайд та в Ірландському морі, є необроблені запаси *Pandalus bonnierii*, ще одного великого виду креветок. *Pandalus borealis* і *Pandalus bonnierii* виростають до 100-120 мм завдовжки і живуть 3-4 роки. Вони настільки схожі зовні, що у торгових цілях їх вважатимуться ідентичними. Зустрічаються на м'якому сірому мулистому дні на глибинах 40-120 м, з основними скупченнями в глибоких ямах. Харчуються дрібними хробаками, ракоподібними та сміттям. Дорослі самки відкладають яйця у листопаді та виношують їх до квітня, коли відбувається вилуплення. *Pandalus borealis* змінює підлогу так само, як рожева креветка *Pandalus montagui*, але дві статі *Pandalus bonnierii* залишаються окремими протягом усього життя. *Pandalus borealis*, мабуть, доступний у великій кількості протягом усього року, але *Pandalus bonnierii* найбільш поширений взимку та навесні.

4.2.3. Обробка креветок у морі

Догляд за уловом починається ще до того, як шмат тріски потрапляє на борт креветкового траулера. Трал необхідно буксирувати досить довго, щоб отримати прийнятний улов, але надмірно довгі перевезення можуть зашкодити креветкам у мережі. Деякі рибалки стверджують, що обтяжений кінець тріски полегшує подальше сортування; коли кінець тріски піднімається вертикально, креветки і камбала, як правило, залишаються на дні кінця тріски, тоді як кругла риба рухається вгору до шматка, що подовжується. Говорять також, що креветки можна попередньо промити, буксуючи трал біля поверхні безпосередньо перед вибіркою. Ефективність цих методів була перевірена на власному досвіді. Як тільки креветки опинилися на борту, з ними потрібно поводитися швидко та обережно. Слід уникати впливу сонця та вітру на палубі, інакше псування збільшиться, а охолодження утрудниться. У теплу погоду над палубою слід встановити намет. Улов спочатку сортують або вибраковують; решту риби, мертві або пошкоджені креветки та сміття видаляють вручну або через сито. Потім креветки ретельно промивають в морській воді, щоб видалити бруд і пісок, що залишився, а також зменшити бактеріальне забруднення. Креветки максимально осушують і потім готові до подальшої обробки, зазвичай заморожування, варіння або охолодження.

Заморожування на борту. В даний час креветки не заморожуються в морі на жодному британському траулері, хоча ця практика зараз є звичайним явищем у деяких зарубіжних рибальських промислах, наприклад, у Мексиканській затоці. Економіку заморожування улову глибоководних креветок у морі, наприклад, на ділянці Фладен, можливо, варто вивчити з точки зору покращення якості та збільшення співвідношення часу лову та часу обробки парою. Креветки можна заморозити в морі шляхом занурення в холодний розсіл або розчин цукру та солі, методом шокової заморозки або пластинчастої заморозки. Занурювальні та струменеві морозильники успішно використовуються на судах з переробки

креветок у Північній та Центральній Америці. Стверджується, що заморожування в розчині цукру та солі покращує глазур креветок та полегшує відділення креветок при відтаванні.

Глибоководні креветки можна заморозити за 10-15 хвилин, зануривши їх в розсіл при температурі -20°C . Дуже тривалий час занурення призводить до отримання неприйняттого продукту через надмірне поглинання солі. Креветки також можна задовільно заморожувати блоками завтовшки 50 мм у вертикальній морозильній камері; креветки зсипають у поліетиленовий пакет між пластинами морозильної камери, а простори між креветками заливають водою. Час заморожування блоку діаметром 50 мм пластинчастому морозильнику, що працює при -35°C , становить 90 хвилин. Додана вода захищає креветки від фізичного пошкодження, забезпечує кращий контакт при заморожуванні та зменшує зневоднення креветок при подальшому зберіганні. Заморожені блоки можуть потребувати додаткової упаковки, наприклад, у картонних коробках з деревноволокнистого картону, щоб полегшити і безпечніше поводитися з ними на судні, що рухається. Варені цілі креветки можна задовільно заморозити в пластинчастій морозильній камері так само, як і сирі креветки, але імерсійна заморозка приготовлених креветок незадовільна, оскільки розморожені креветки важко очистити, а текстура м'яса погіршується.

Холодильне зберігання цілих креветок. Заморожені креветки слід зберігати в морі за температури -30°C . Заморожені креветки можуть бути відправлені в берегове сховища при температурі -30°C після прибуття в порт або відразу ж розморожені для подальшої переробки.

Приготування креветок на борту. Приготування відразу після вилову допомагає зберегти кращий смак і колір, проте бактерії харчового отруєння можуть швидко розмножуватися на продукті, якщо забруднюється після приготування. Щоб зменшити ризик харчового отруєння, приготовлені креветки необхідно або відразу заморозити на борту, або в той же день вивантажити і переробити на березі. Не рекомендується зберігати приготовлені креветки у морі протягом кількох днів у охолодженому вигляді. Час приготування має бути

якомога коротшим; повільне кип'ятіння призводить до погіршення смаку та текстури, а креветки втрачають більше ваги. Після сортування та промивання креветки опускають у швидко киплячу морську воду; партії мають бути досить маленькими, щоб креветки могли вільно пересуватися у воді. Щільно упаковані креветки не готуватимуться рівномірно. Співвідношення повинне становити приблизно 1 кг креветок на 5 літрів води, а кількість тепла має бути достатньою для приготування креветок за 6-7 хвилин. Типовий корабельний котел може вмістити близько 90 літрів води, і якщо 18 кг креветок при 10°C занурити в цю кількість морської води, що кипить при 101°C, температура води впаде приблизно до 86°C. Воду в казані для креветок слід міняти якнайчастіше; розчинений у воді білок та бруд можуть прискорити появу неприємних запахів та присмаків у креветок. Після вилучення з казана креветки охолоджують. На невеликих прибережних суднах з видобутку креветок це часто робиться шляхом занурення креветок у морську воду або розкладання їх на чистому брезенті або лотках із дротяної сітки на відкритому повітрі. Охолодження в морській воді може забруднити приготований продукт, а полотно або деко дуже складно утримувати в чистоті. Охолодження шляхом випаровування також призводить до певної втрати ваги. По можливості приготовлені креветки слід упаковувати в поліетиленові пакети та оточувати льодом; Таким чином, креветки можна зберігати охолодженими до тих пір, поки вони не будуть вивантажені в той же день або не заморожені на борту.

Після сортування та промивання сирі цілі креветки зливають та упаковують у неглибокі коробки з льодом; час між виловом та охолодженням має бути коротким. Затримка приблизно на годину в теплий день може призвести до значного псування. Глибина ящика має бути не більше 200 мм, щоб не роздавити донну креветку. На дно ящика слід покласти шар лускатого льоду або подрібненого дрібного льоду. На лід слід укласти шар креветок глибиною трохи більше 50 мм і прикрити ще льодом. Потім додаються послідовні шари креветок та льоду, доки коробка не заповниться. Коробки не повинні бути переповнені, інакше креветки роздавляться, коли коробки будуть складені одна на одну. При

розвантаженні креветки все ще повинні бути добре покриті льодом; якщо це не так, значить, льоду було використано замало. Влітку в неізолюваному рибному приміщенні може знадобитися від 1 кг льоду до 1 кг креветок. Температура в рибному приміщенні повинна підтримуватись на рівні 1-3°C, щоб лід танув повільно; тала вода повинна вільно стікати з дна коробки. Сирі цілі глибоководні креветки, поміщені в колотий лід, можуть зберігатися в хорошому стані до 4 днів, але для досягнення найкращих результатів заморожені креветки слід переробляти на березі протягом 2 днів після вилову. Типовий смак креветок повністю зникає через 6 днів перебування у льоду, а м'ясо стає м'яким, знебарвлюється та його важко очистити; через 8 днів з'являються кислі рибні запахи та присмаки. Заводи з переробки креветок на березі не повинні використовувати заморожену сировину старше 4 днів для подальшого приготування, очищення та заморожування. Зміна кольору через меланозу, або «чорну пляму», як її зазвичай називають, не є серйозною проблемою для креветок з Великобританії, оскільки зазвичай вона не відбувається доти, доки креветки не зіпсуються настільки, що це вже неприйнятно.

Охолоджена морська вода може використовуватися як альтернатива льоду для зберігання сирих цілих креветок у морі. Креветки зберігатимуться в хорошому стані до 4 днів у охолодженій морській воді при температурі 0°C, але для досягнення найкращих результатів їх слід переробляти на березі протягом 2 днів після вилову. Відповідна норма зберігання – 2 кг креветок на 1 літр води. Морську воду можна охолоджувати механічно чи шляхом додавання льоду. Глибоководні креветки, що зберігаються в охолодженій морській воді, зазвичай мають привабливіший зовнішній вигляд, ніж заморожені креветки того ж віку; сирі цілі креветки виглядають чистішими і мають більш рожевий колір, а приготоване м'ясо знову стає більш рожевим, ніж його заморожені аналоги. Є деяке поглинання солі; сирі креветки в охолодженій морській воді містять близько 2 відсотків за вагою солі після 2-3 днів зберігання, що зазвичай є прийнятною концентрацією.

4.2.4. Обробка креветок на березі

Цілі сирі креветки повинні перероблятися на заводах, розташованих поблизу портів розвантаження. Якщо на борту ловця немає обладнання для заморожування, всю обробку, включаючи приготування їжі, краще робити на березі. Прибережні види креветок, а також глибоководні креветки можна готувати і надалі обробляти на березі в більш гігієнічних умовах з невеликою втратою якості, якщо їх заморозити в морі відразу після вилову.

Заморожування цілих креветок. Описані раніше способи заморожування креветок у морі однаково застосовні і березі за умови, що охолоджене сировину буде заморожено протягом 2-3 діб після вилову; розморожений продукт можна використовувати для подальшої переробки так само, як і свіжі креветки. Цілі креветки, сирі або приготовлені, індивідуально заморожені на повітряному потоці або блоками з водою в пластинчастому морозильнику, можуть зберігатися в хорошому стані в холодильному сховищі при температурі -30°C не менше 6 місяців. Індивідуально заморожені цілі креветки зберігаються в хорошому стані при температурі -20°C 3-4 місяці, а при температурі -10°C - 1 місяць; Цілі креветки, що зберігаються при температурі -10°C , важче очистити від шкірки при розморожуванні. Блоки креветок з додаванням води за таких температур зберігаються трохи довше: до 6 місяців при -20°C і 2-3 місяці при -10°C . Рекомендується по можливості зберігати цілі креветки, що зберігаються протягом невизначеного періоду часу при температурі -30°C . Сирі та приготовлені заморожені цілі креветки під час зберігання набувають запахів і смаків, що зберігаються в холодильнику, і чим вище температура зберігання, тим швидше вони розвиваються. Креветки, приготовані після заморожування та зберігання у холодильнику, зазвичай мають блідий колір, ніж креветки, приготовані до заморозки. Як сирі, так і приготовані цілі креветки повинні бути належним чином захищені від зневоднення під час зберігання в холодильнику шляхом глазурування, або за допомогою відповідної упаковки; панцир креветки

не забезпечує захисту. Скло необхідно періодично перевіряти та при необхідності замінювати.

Розмороження заморожених цілих креветок. Шматочки цілих креветок, заморожених у морі чи березі, можна розморозити повітря чи воді. Час відтавання типового комерційного блоку розміром 1050 мм × 530 мм × 50 мм, що містить близько 18 кг креветок і 6 кг води, наступне: 20 годин у нерухомому повітрі при 18°C, 2 години в насиченому повітрі, що рухається при 18°C, 1, 5 години у воді при 18°C та 1 година у водяному струмені при 18°C. Метод розпилення води є найшвидшим, оскільки дрібні струмені допомагають розбити блок у міру того, як окремі креветки розморожуються на поверхні, оголюючи тим самим більшу площу поверхні. При використанні кожного методу блоки досить м'які, щоб їх можна було розламати вручну до того, як креветки повністю розморозяться, але зробити це, не пошкодивши частину креветок, складно. Розморожені креветки можна піддавати подальшій обробці так само, як охолоджені цілі креветки. Окремо заморожені креветки можна розморозити за кілька хвилин або приготувати безпосередньо із замороженого стану.

Цілі сирі креветки при вступі на фабрику спочатку сортуються за розміром, оскільки великі креветки зазвичай цінніші, ніж дрібні, а механічні очищувачі вимагають поставки креветок у фіксованому діапазоні розмірів. Дрібні креветки, очищати які нерентабельно, або викидають, або використовують у подрібненому вигляді як сировину для різних продуктів.

Приготування креветок. Креветки готують, щоб одержати продукт, готовий до вживання, і щоб м'ясо в панцирі ослабло перед очищенням. Процес приготування легше контролювати березі, ніж у морі; доступно більше місця, можна використовувати досконаліші системи опалення, а прилади більш практичні. Коротке швидке приготування краще ніж довге повільне. Співвідношення креветок і води має бути якнайменшим, щоб вода якнайшвидше закипіла після приміщення креветок. При співвідношенні 1 кг креветок на 20 літрів води температура води спочатку впаде приблизно до 95°C, і тепла повинно бути достатньо, щоб знову довести її до кипіння через 1-2 хвилини. Вода в казані

повинна містити 3-5 відсотків солі; використання міцніших розсолів може призвести до зміни кольору м'яса при подальшому зберіганні в охолодженому вигляді. Час приготування важливий. Для британських креветок зазвичай достатньо близько 3 хвилин, але точний час для креветок певного розміру чи якості слід визначати експериментально. Час варіння має бути досить тривалим, щоб повністю розкрити смак та текстуру м'яса креветок, а також відокремити м'ясо від панцира; перетравлення може зіпсувати смак і призвести до втрати ваги. Для занурення партій креветок можна використовувати кошик із дротяної сітки з кришкою, а кошик із креветками слід обережно перемішувати у воді, щоб забезпечити рівномірне приготування. Накип слід видаляти з поверхні води якнайчастіше, а воду в котлі міняти часто, бажано кілька разів на день.

Креветки слід охолодити відразу після приготування. Стверджується, що охолодження на повітрі надає приготовленим креветкам кращого кольору, але, якщо креветки не продаються в такому вигляді, рекомендується охолоджувати їх у воді. Вихід м'яса з креветок, охолоджених водою, може бути до 4 відсотків вищим, ніж з креветок, охолоджених на повітрі. Їх можна або занурювати безпосередньо в охолоджену воду приблизно на 3 хвилини, поки температура не досягне близько 0°C, або охолоджувати в два етапи: спочатку у воді температури на подачі з-під крана, а потім в охолодженій воді. Останній метод буде більш економічним з погляду використання льоду або механічного охолодження. Ніколи не слід залишати креветки замочуватися довше, ніж необхідно для їхнього охолодження. Як тільки вони охолонуть до холодної температури, їх слід вийняти, осушити, упаковуються в чисті коробки і передаються безпосередньо в зону очищення, або в холодильну камеру. Вода та лід, що використовуються для охолодження, повинні бути чистими; гігієна важлива, і може знадобитися система хлорування.

Пілінг. Коричневі та рожеві креветки з прибережних вод, як і раніше, зазвичай очищаються вручну, але тепер доступні машини, які можуть обробляти більші глибоководні креветки. При ручному пілінгу однією рукою тримають тіло креветки, а іншою закручують голову. Потім перші два або три сегменти

шкаралупи розламують великим пальцем і стискають хвіст, щоб звільнити м'ясо. Досвідчений працівник може очистити 2½-3 кг цілих креветок на годину.

Американські та данські машини для очищення тепер доступні у продажу та можуть обробляти глибоководні креветки. Послідовними парами роликів обезголовте креветку, розколить панцир уздовж спинки і відокремте панцир від м'яса. Продуктивність залежить від розміру креветок, але одна машина може очистити стільки ж креветок, скільки 16 робітників.

Креветки часто їдять без подальшого приготування; тому особливу увагу необхідно приділяти гігієні та санітарії. Для цього виду продукції важливий регулярний бактеріологічний контроль обробки. Основним джерелом бактеріального зараження приготовлених креветок є процес їхнього очищення, особливо ручний. Робочі повинні часто мити руки, а всі робочі поверхні повинні утримуватись у ретельній чистоті. Рекомендовані процедури заводського очищення наведені в Рекомендації 45 «Очищення рибної промисловості». Використання хлорованої води на технологічній лінії може надати значну допомогу у запобіганні забрудненню, але не можна допускати накопичення відходів креветок, оскільки хлор швидко інактивується білком. Протягом усього процесу креветки мають залишатися прохолодними.

Машинне очищення призводить до значно меншого забруднення приготовлених креветок, ніж ручне очищення. За умови, що машини для очищення очищаються через часті проміжки часу, ризик збільшення псування або зараження бактеріями отруєння при машинному очищенні набагато менше, ніж при ручному очищенні. Якщо для подальшої обробки потрібно сире м'ясо, розморожені цілі креветки очистити набагато легше, ніж свіжі незаморожені креветки. Очищення незаморожених креветок легшає після 1-2 днів зберігання в охолоджену вигляді.

Вихід і щільність упаковки. Вихід м'яса з цілих креветок за різними оцінками становить від 20 до 45 відсотків, але не завжди уточнюється, чи вихід із сирих або приготовлених цілих креветок. Голова становить близько 40 відсотків ваги цілих сирих креветок, а панцир хвоста та ноги – ще 15 відсотків;

вихід сирого м'яса становить таким чином близько 45 відсотків. Вихід приготованого очищеного м'яса із зразків сирих цілих глибоководних креветок, зважених спочатку після заморожування та відтавання, а потім знову після приготування та очищення вручну становить близько 28 відсотків. Втрата ваги при 3-хвилинному приготуванні складає близько 26 відсотків, а ще 46 відсотків втрачається під час очищення вручну. Якщо за початкову вагу прийняти вагу цілих креветок, вихід при очищенні вручну складе близько 38 відсотків. Різниця між виходами великих глибоководних креветок невелика і становить 190 кг.

4.2.5. Інноваційні технології у торгівельній практиці

У британській торговій практиці було випробувано низку процедур занурення глибоководних креветок між очищенням та заморожуванням з метою покращення смаку чи кольору. Наприклад, на якомусь етапі процесу використовувалися або використовуються сіль, натрію глутамат, лимонна кислота або цитрат натрію, поліфосфат і барвник. Цінність деяких із цих методів лікування сумнівна. Якщо використовуються розчини для занурення, слід зберігати охолодженими і регулярно оновлювати, щоб запобігти бактеріальному забруднення приготованого м'яса.

М'ясо іноді занурюють у 3-7-відсотковий розчин солі, коли виявляється, що поглинання солі при варінні недостатньо. Глутамат натрію використовується для покращення смаку, а використання поліфосфату, як стверджується, знижує втрату ваги при розморожуванні. Лимонна кислота або цитрат натрію використовуються для зменшення знебарвлення м'яса, а барвник використовується для однорідного рожевого кольору; фарбник іноді додають на етапі приготування. Більшість, якщо не всі ці обробки повинні бути непотрібними для м'яса креветок гарної якості, яке обробляється і обробляється в найкоротші терміни.

Заморожування м'яса. Очищене м'ясо можна заморожувати окремо чи блоками. Індивідуально швидкозаморожене м'ясо IQF (отримання продуктів високої якості) особливо підходить для підприємств громадського харчування та роздрібною торгівлі, оскільки необхідну кількість можна отримати з упаковки, не розморожуючи. М'ясо в блоках менше втрачає вагу при заморожуванні і краще захищається при зберіганні в холодильнику, але має недолік, що весь блок необхідно розморожувати і використовувати за один раз. М'ясо IQF можна заморозити або в морозильній камері з повітряним охолодженням або в морозильній камері з рідким азотом. Повітряна морозильна камера може бути як періодичного, так і безперервного типу, але затримки між морозильною камерою та холодильним сховищем більш ймовірні при використанні морозильної камери періодичної дії, і окремі невеликі шматочки м'яса можуть швидко нагрітися за цей час; Тому рекомендується використовувати морозильні камери безперервної дії для забезпечення постійного потоку замороженого м'яса з морозильної камери в холодильну камеру. Морозильна камера з псевдозрідженим шаром використовується для заморожування окремих креветок, але якщо м'ясо переміщається через морозильну камеру повністю за рахунок перемішування на повітрі, деяка втрата ваги відбувається у вигляді м'якоті або каші, яку, можливо, доведеться відновити та утилізувати. якимось чином.

Тунельна морозильна камера OctoFrost™ IQF (рис. 55) спроектована як легкодоступний окремих моноблок із закругленими кутами і похилими поверхнями, що дозволяє також ретельно очищати простір під морозильною камерою. Підставки, які можна легко замінити та очистити поза морозильною камерою, скорочують час простою без шкоди для безпеки харчових продуктів. У поєднанні з ефективною системою очищення на місці (CIP) це допомагає переробникам підтримувати високі стандарти безпеки харчових продуктів. Тунельна морозильна камера OctoFrost IQF має змінні опорні плити замість ремня. Основи OctoFrost вважаються одним із найінноваційних удосконалень гігієнічної конструкції морозильних тунелів. Завдяки з'єднанню частин основи у

вигляді головоломки їх можна легко зняти і випрати поза тунельною морозильною камерою:

- Це дає можливість швидкої заміни продукту без ризику перехресного забруднення між різними партіями продукту.

- Жодних простоїв для очищення опорних плит не потрібно, оскільки новий і чистий комплект можна використовувати відразу після зняття використаного.

- Просте та ефективне очищення зовні морозильної камери для забезпечення безпеки харчових продуктів.



Рис. 55. Тунельна морозильна камера OctoFrost™ IQF (Швеція) [26]

Оптимальна товщина опорних плит OctoFrost™ та конфігурація отворів опорної плити створюють більш високий перепад тиску та дозволяють уникнути мертвих зон, що дозволяє досягти оптимального повітряного потоку за більш низької швидкості вентилятора залежно від характеристик продукту. Це

призводить до меншого споживання енергії та покращення результатів заморожування.

Тунельна морозильна камера OctoFrost™ IQF – це компактна та високоефективна морозильна камера, що займає невелику площу. Це найменша морозильна камера на ринку – зазвичай вона на 50 % менша за будь-яку іншу морозильну камеру тієї ж виробничої потужності. Це також готова машина, яку можна легко транспортувати на звичайній вантажівці або контейнеровозі.

Тунельна морозильна камера OctoFrost проходить ретельні заводські випробування та готова до роботи вже через 2-3 дні після прибуття, тому під час встановлення на заводі можна продовжувати нормальне виробництво продуктів харчування. Завдяки компактній конструкції морозильної камери, яка спирається на власні опорні ніжки, немає потреби у підготовці підлоги, фундаменті чи інших стаціонарних установках. Також повітря може циркулювати під морозильною камерою, щоб уникнути скупчення холоду на підлозі.

Високопродуктивні вентилятори, оснащені перетворювачами частоти, дозволяють регулювати повітряний потік для різних типів продуктів, забезпечуючи енергоефективність та оптимальну продуктивність. Оскільки швидкість вентилятора не повинна перевищувати 75–85 % (для деяких легких продуктів швидкість не перевищує 30 %), тунельний морозильник OctoFrost IQF дозволяє переробникам заощаджувати значну енергію. Для деяких легких продуктів швидкість не перевищує 30%. Осьові лопатеві вентилятори OctoFrost, виготовлені за індивідуальним замовленням, були ретельно розроблені для спільної роботи з корпусом та опорними плитами морозильної камери. Нарешті, завдяки компресору меншого розміру, тунельний морозильник OctoFrost IQF споживає менше тепла для охолодження, і тому вентилятори споживають ще менше енергії.

Завдяки оптимальному розміру тунельну морозильну камеру Octofrost IQF можна переміщати у виробничий цех за допомогою навантажувача вилки без будь-яких великих пристосувань. Процес установки тунельного морозильника

IQF є життєво важливим для процесорів IQF. Простий процес може заощадити багато часу та турбот у логістиці, операціях та виробництві на заводі.

М'ясо глибоководних креветок IQF вимагає часу заморожування близько 10 хвилин при температурі -30°C на повітрі, що рухається зі швидкістю 5 м/сек. Морозильники з рідким азотом компактні та дозволяють швидко заморозити м'ясо креветок; типовий час заморожування становить $3\frac{1}{2}$ -5 хвилин, але вони дорогі в експлуатації, і зниження витрат необхідна високий рівень використання. Щоб запобігти прилипанню м'яса до стрічки морозильної камери, можливо, доведеться використовувати листи пластикової плівки або лотки з антипригарним покриттям. Якщо м'ясо не розкладено окремо, деякі неминуче злипнуться, а поділ їх перед упаковкою збільшує витрати на робочу силу. Блоки м'яса креветок зазвичай готують шляхом пакування м'яса в лотки або форми та заморожування в горизонтальній морозильній камері. Лотки трохи переповнюються, так що при заморожуванні відбувається ущільнення з отриманням однорідного блоку. Типовий блок має товщину 25-30 мм. Час заморожування блоку товщиною 25 мм в горизонтальній морозильній плиточній камері, що працює при -35°C , становить близько 40 хвилин. Заморожені блоки зазвичай упаковують у картонні коробки із внутрішньою обгорткою, а потім відправляють у холодильну камеру. В якості альтернативи креветки можна запакувати в коробки перед заморожуванням; час заморожування блоку діаметром 25 мм у картонній упаковці становить близько 50 хвилин.

Упаковка та скління. Швидкозаморожене м'ясо для продажу підприємствам громадського харчування та роздрібним торговцям зазвичай зважують у гнучких плівкових пакетах, які запечатують та упаковують у зовнішні картонні коробки з фібрового картону для зберігання та розподілу. Плівка, що використовується для окремих упаковок, повинна мати високу стійкість до проходження водяної пари та кисню, щоб зневоднення та окислення були зведені до мінімуму; наприклад, підійде ламінат з поліетилену та поліестеру або одна поліамідна плівка.

Окремі шматочки м'яса часто глазурують, тобто перед упаковкою їх занурюють у холодну воду, щоб покрити льодом, щоб захистити продукт від висихання при зберіганні у холодильнику. Однак упаковка в запечатані пакети з плівки є достатньою для захисту неглазурованого продукту в хороших комерційних умовах. Вакуумне пакування забезпечить додатковий захист від випадкового неякісного комерційного холодильного зберігання. Надзвичайно складно контролювати кількість льоду, що захоплюється невеликими шматочками м'яса під час глазурування, через відмінності у розмірі та температурі замороженого продукту, температурі води для глазурування, а також тривалості процесу занурення або розпилення. Частка глазури в загальній вазі глазури може змінюватись від 10 до 40 відсотків. Вага глазури зазвичай включається в заявлену вагу вмісту споживчої упаковки. та результуюча втрата ваги при відтаванні може викликати невдоволення клієнтів. Проти переробників було порушено успішні судові справи за надмірне застосування глазури до м'яса моллюсків. Додавання глазури також призводить до значного нагрівання продукту, і може виникнути необхідність повторного заморожування, щоб уникнути надмірного теплового навантаження на холодильний склад. М'ясо, заморожене в рідкому азоті, часто знаходиться при досить низькій температурі, через що глазур розсипається і стає неефективною як захисний бар'єр. З усіх цих причин настійно рекомендується припинити практику глазурування окремих видів м'яса для продажу підприємствам громадського харчування та роздрібним торговцям та замінити їх відповідною упаковкою. Блоки м'яса креветок можна покрити глазур'ю в якості альтернативи захисній упаковці або загорнути у відповідну пластикову плівку і запакувати у зовнішню упаковку з деревоволокнистого картону. Масові партії індивідуально замороженого м'яса, що очікує подальшої обробки, також можна глазурувати перед зберіганням. Слід пам'ятати, що глазуровані вироби, що знаходяться в холодильному складі, необхідно періодично оглядати та при необхідності оновлювати глазур.

Холодильне зберігання м'яса креветок. Заморожене варене м'ясо креветок слід зберігати за температури -30°C ; при цій температурі вони

зберігатимуться в хорошому стані за умови, що вони правильно упаковані або глазурані, не менше 6 місяців. Не рекомендується тривале зберігання при вищих температурах; наприклад, через 3-4 місяці при температурі -20°C поява небажаного запаху та смаку, а також погана текстура можуть зробити продукт неприйнятним.

4.2.6. Інноваційні харчові продукти з креветок

Консервовані креветки. В даний час м'ясо креветок не консервується з комерційною метою у Великобританії. Типова північноамериканська практика може бути керівництвом тим, хто розглядає можливості консервування. Очищене м'ясо бланшують, занурюючи його на 2-3 хвилини в киплячу воду із вмістом солі 6-8 відсотків, охолоджують, зливають на конвеєр і пакують вручну в банки, вкриті лаком сіростійким. Для типової вологої упаковки в банку додається гарячий розсіл, що містить 2-3 відсотки солі, а іноді додається невелика кількість лимонної кислоти, щоб зменшити зміну кольору сульфідів заліза. Банки закривають без випуску повітря при температурі близько 65°C , а потім піддають термічній обробці в реторті. Для банки вагою 150 г потрібно близько 10 хвилин при 120°C або 20 хвилин при 115°C . Для банки вагою 250 г потрібно близько 12 хвилин при 120°C або 35 хвилин при 115°C . Банки охолоджують у реторті приблизно до 38°C , потім витягають, висушені і укладені в стопку протягом приблизно 48 годин перед маркуванням, упаковкою в картонні коробки та зберіганням. Іноді роблять сухе впакування, бланшуючи м'ясо протягом 8-10 хвилин і упаковуючи його в банки з пергаментною підкладкою без розсолу. Банки вакуумують, герметизують і піддають термічній обробці протягом приблизно 60 хвилин при 120°C 85 хвилин при 115°C для банок масою 150 г.

Процес вологого пакування можна модифікувати для пакування м'яса креветок у скло.

Копчені креветки. З креветок можна приготувати вироби холодного копчення. Цілі обезголовлені креветки або очищене м'ясо варять у 10-відсотковому розчині солі близько 3 хвилин, зливають воду протягом приблизно 2 годин, укладають на змащені сітчасті листи листя і коптять в механічній печі протягом 1-1,5 годин при температурі 30°C. Вихід копчених креветок без голови із суцільних сирих креветок становить близько 36 відсотків. Процедури засолювання та копчення можна варіювати відповідно до конкретних смаків.

Креветки у горщиках. У Великій Британії приготоване очищене м'ясо нагрівають у топлому маслі, іноді з додаванням спецій, а потім розливають у контейнери, зазвичай вощені картонні коробки; суміш залишають до застигання олії, закривають кришками, коробки загортають у пергаментний папір і пакують у зовнішні картонні коробки для відправки. Продукт є швидкопсувним і має бути реалізований протягом 1-2 днів з моменту виготовлення.

Інші продукти з креветок. М'ясо креветок можна використовувати при приготуванні ряду морепродуктів, включаючи пасти, спреди, чіпси, супи, бісквіти, соуси та інші готові страви, більшість яких можна зберігати протягом тривалого часу після заморожування або консервування. У рамках цієї нотатки неможливо описати окремі методи приготування.

Склад креветок. Сире м'ясо креветок містить 75-80 відсотків води, 18-20 відсотків білка та близько 1 відсотка жиру; приготоване м'ясо містить 65-70 відсотків води, 25-30 відсотків білка та близько 1 відсотка жиру. Калорійність м'яса креветок складає близько 4,5 кДж/г. Вітаміни А та D присутні у невеликих кількостях.

Відходи креветок. Відходи креветок, тобто голови та панцирі, після варіння, сушіння та подрібнення можна використовувати для виробництва борошна з креветок, що містить 40-45 відсотків сирого білка та 5 відсотків вологи. Хітін та його похідне хітозан також були вилучені з відходів креветок у комерційних масштабах у Північній Америці. Гідрохлорид глюкозаміну, який можна отримати з відходів черепашок, був запропонований як можливе комерційне джерело глюкозаміну. Маленькі цілі креветки також іноді готують і

сушать на континенті і використовують для годування свійської птиці і форелі, що вирощується; креветки варять протягом 4 хвилин, а потім поміщають на сітчасті лотки у відповідну сушильну камеру приблизно на 8 годин.

4.2.7. Інноваційні методи очищення креветок

Креветки - цінний та поживний морепродукт. У свіжих креветок з м'яса важко зняти панцир, тому упіймані креветки витримують на льоду або в розсолі протягом декількох днів, перш ніж їх очистять. Очищення креветок може здійснюватися вручну чи машиною, залежно від виробника. Як ручне, так і механічне очищення мають загальну особливість: їх необхідно проводити на креветках, очищених від панцира, хоча вони відрізняються своїми перевагами та недоліками. При очищенні недостатньо очищених від панцира креветок це призводить до руйнування м'яса і панцира, низького виходу м'яса, низьких органолептичних якостей, високої частки панцира, що залишається на м'ясі, а також високих енерговитрат і трудовитрат через повторне очищення. Таким чином, розпушення шкаралупи є важливим кроком, який вимагає ретельного розгляду.

У минулому столітті з'явилося кілька харчових технологій як альтернативу традиційним і традиційним методам термічної обробки. Ці нові технології обробки харчових продуктів викликають все більший інтерес з боку вчених-харчовиків, виробників та споживачів, оскільки вони незначно впливають на поживні та органолептичні властивості та забезпечують продовження терміну придатності порівняно з традиційними методами. Ці методи також вважаються енергоефективними та екологічно безпечними, що відповідає принципам сталого розвитку. Низка технологій, таких як високий тиск, мікрохвильова піч, ультразвук, ферменти і так далі, в даний час знаходяться на стадії комерціалізації в харчовій промисловості. Ці нові технології були досліджені щодо їх впливу на різні властивості харчових продуктів, зокрема на очищення, органолептичні, фізичні, хімічні, біологічні та мікробіологічні характеристики.

Обробка під високим тиском – єдина нетермічна технологія в індустрії морепродуктів, яка дозволяє розробляти здоровіші продукти, підвищуючи рівень функціональності та харчової цінності нових продуктів. На ринку представлено безліч продуктів оброблених високим тиском з морепродуктів, включаючи устриць, моллюсків, мідій, омарів, крабів, креветок, лосося, тріску та готові до вживання страви з морепродуктів. Виробники морепродуктів можуть використовувати високий тиск для оптимізації своєї роботи під час вилучення м'яса з ракоподібних та очищення від моллюсків, а також для продовження терміну зберігання готових страв.

Екстракція м'яса ракоподібних при тиску 200-350 МПа повністю відокремлює м'ясо від панцира омарів та крабів, забезпечуючи 100% вихід м'яса. Уникаючи необхідності приготування продукту, зберігається його колір, текстура та смаковий профіль у незмінному вигляді. Очищення моллюсків: при тиску 200-350 МПа раковини двостулкових моллюсків легко відкриваються і дозволяють ефективно витягувати м'ясо, не впливаючи на продукт, оскільки він не піддається процесу. Обробка морепродуктів високим тиском запобігає перехресному забрудненню. Ручна обробка морепродуктів виключається, що знижує витрати,

В останні роки застосування високого тиску стає все більш популярним серед виробників морепродуктів завдяки своїм численним перевагам. Високий тиск не тільки допомагає продовжити термін зберігання морепродуктів, але також допомагає забезпечити безпеку харчових продуктів, знищуючи бактерії та інші мікроорганізми. Крім того, він допомагає зберегти свіжий смак морепродуктів, що робить його чудовим варіантом для тих, хто хоче насолодитися морепродуктами, такими як головоногі моллюски, у кращому вигляді. Високий тиск працює, піддаючи продукти з головоногих моллюсків надзвичайно високому тиску, що допомагає знизити ризик хвороб харчового походження. Цей процес також допомагає продовжити термін служби продуктів та зберегти свіжість морепродуктів, він також допомагає зберегти поживні якості

морепродуктів, що робить їх чудовим способом насолодитись всією користю для здоров'я від цього типу продуктів харчування.

Також було виявлено, що використання високого тиску може допомогти зберегти свіжість восьминога та зупинити зростання мікробів та появу неприємних присмаків. При тиску 450 і 600 МПа протягом 6 хвилин було зупинене утворення триметиламіну, диметиламіну та бромфенолу А (речовин, що виробляються мікроорганізмами, що викликають псування морепродуктів), за рахунок зменшення кількості бактерій у сирому восьминозі. Це означає, що високий тиск може бути альтернативою теплу пастеризації, що дозволяє зберегти головоногих молюсків свіжими, зберегти смак та зменшити втрати поживних речовин. Крім того, інші дослідники виявили, що тиск 450 МПа вбиває безліч бактерій і знижує автолітичну активність, характерну для восьминогів. Однак на твердість м'язів це не вплинуло.

Більшість продуктів із головоногих молюсків вже попередньо оброблені високим тиском. Тиск забезпечує таку ж безпеку, як і пастеризація, тому вони відповідають беззмінними смаком і текстурою. Жодних добавок та консервантів – тільки чисті головоногі молоски. Зазвичай вони упаковані у вакуумі. Восьминіг після дії високого тиску – зірковий продукт у своїй категорії. Восьминіг, приготовлений традиційним способом і підданий дії температури 600 МПа протягом 3 хвилин, здатний продовжити термін зберігання до 3 разів. Серед комерційних прикладів деякі з перших продуктів, що з'явилися на ринку, були від Villa Food в Італії та іспанських компаній, таких як Profand або Union Martin.

Гіпербаричний апарат – 420 (рис. 56) є найбільш продаваним апаратом високого тиску на ринку. Його місткість 420 літрів і ємність діаметром 380 мм, разом з його 8 інтенсифікаторами високого тиску дозволяють цьому обладнанню обробляти більше ніж 2 тонни/рік. Ця модель є першою в асортименті компанії «Hiperbaric» – провідної у світі компанії (Іспанія), що спеціалізується на промислового устаткуванні для технологій високого тиску, діаметром 380 мм, куди можна вмістити продукти більшого розміру і обробляти великі пакети.



Рис. 56. Гіпербаричний апарат – 420 [24]

Ця машина може бути встановлена з 4 інтенсифікаторами, а потім виробничі потужності можна розширити шляхом збільшення кількості інтенсифікаторів.

Лінія з переробки креветок на борту корабля (рис. 57). Висока продуктивність, негайна обробка від отримання до упаковки кінцевого продукту коробки. Лінія переробки креветок PERUZA може переробляти 1000 кг/год. Лінія переробки креветок PERUZA на кораблі призначена для забезпечення високої якості продукції без її вивантаження для переробки на березі. Всі важливі процеси після лову креветок виконуються прямо на борту. Коли рибальське судно підходить до берега для розвантаження, продукція готова до доставки прямо на прилавки магазинів.

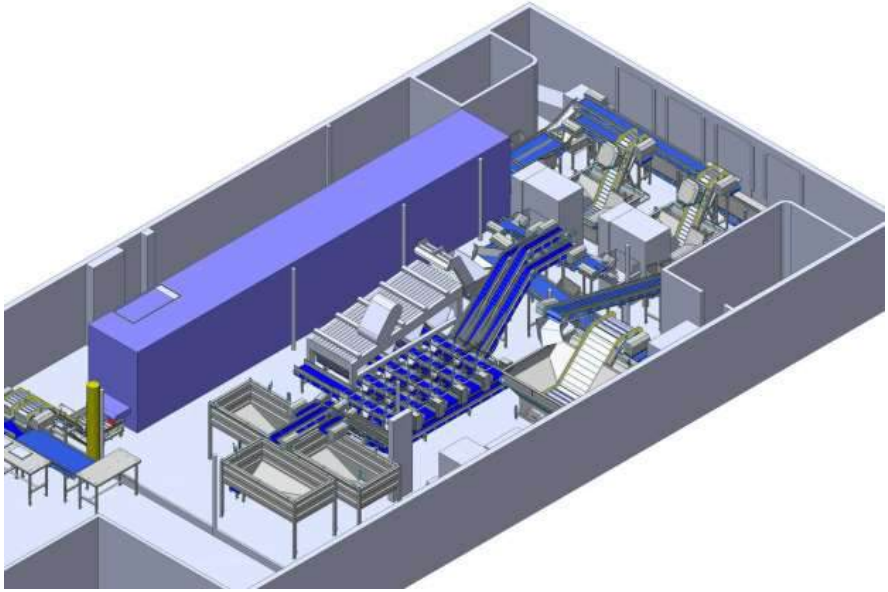


Рис. 57. Лінія з переробки креветок на борту корабля [25]

Приймальна система доставляє сирі креветки в блок ручного контролю, де тільки хороші креветки можуть рухатися далі конвеєрною системою для миття і ополіскування. Потім креветки піддаються процесу сортування та розподілу між варінням та буферизацією. Відповідно, креветки потрапляють або на конвеєр для буферизації, або на варіння. Останній процес – це охолодження креветок та IQF-заморожування, після чого креветки доставляються прямо на станцію вагової упаковки і далі на зберігання.

Приймальна система подає сирі креветки на блок ручного контролю, де тільки хороші креветки по конвеєрній системі надходять на промивання та полоскання. Потім креветки відправляються на сортування та розподіл між варінням та буфером. Відповідно, креветки потрапляють або на конвеєр для буферизації, або на варіння. Останній процес - охолодження креветок та заморожування IQF (Individual Quick Freezing), потім креветки доставляються прямо на ділянку коробкової вагової упаковки і далі на склад.

IQF-зморозка це найпопулярніший засіб заморозки, який зберігає всі корисні властивості продуктів харчування:

1. Початковий продукт миттєво заморожується, що дозволяє зберігати органоліптичні та фізико-хімічні властивості продукту: овочі, фрукти, ягоди повністю зберігають свій свіжий аромат і насичений смак після дефростації.
2. При IQF у замороженому продукті зберігається понад 95% вітамінів та мікроелементів. Споживач завжди зможе ласувати корисними овочами та фруктами.
3. Продукт захищено від злипання – частка зім'ятого та нетоварного виду продукту мінімальна.
4. Термін зберігання зморожених продуктів по технології IQF – 24 місяці.

Основні переваги: Збереження свіжості продукту. Корабель може проводити більше часу у морі. Мінімальні енергоресурси. Оптимальна кількість членів екіпажу судна.

Технічні характеристики:

Продукт – Сирі креветки (*Pandalis borealis*)

Продуктивність, кг/год – 1000

Розмір обробленого продукту - залежить від продукту клієнта

Розміри технологічної лінії, мм – 30000x12000x2400

Кількість операторів на машині – 2

Основні характеристики – Безперервна обробка, збереження свіжості сирого продукту

Виробник: PERUZA Латвія.

4.2.8. Інноваційне обладнання для переробки креветок

Мийка для креветок w-620 (рис. 58). Машина для миття креветок виготовлена з високоякісної нержавіючої сталі та відповідає стандартам харчової промисловості. Машина спроектована з урахуванням енергоефективності та простоти очищення.



Рис. 58. Мийка для креветок w-620 [24]

Мийка для креветок має регулювання швидкості та гумові колеса.

Габаритні розміри, мм – 3150x690x1500.

Виробник: Martak Ісландія

Пароварка для креветок (рис. 59). Високоєфективна та економічна пароварка для креветок забезпечує рівномірне виготовлення продукту. Гігієнічний дизайн забезпечує легкий доступ до чистих компонентів. Після рівномірного розподілу креветок у раковині хвильовий осцилятор забезпечує один шар креветок для приготування. Швидкість і температура, що настраюються, забезпечують рівномірне приготування продукту. Пара, створює рівномірний потік. Наприкінці дня машину можна повністю відкрити для легкого та ефективного очищення.



Рис. 59. Пароварка для креветок [24]

Пароварку можна налаштувати відповідно до потреб виробництва.

Габаритні розміри, мм – 4000х1900х2200.

Виробник: Martak Ісландія

Машина для сортування креветок КМ 1108 (рис. 60) була спеціально розроблена для сортування креветок у панцирі в холодній або теплій воді та призначена для використання на борту траулерів або наземних заводів. КМ 1108 сортує креветки за допомогою вібратора, встановленого на рамі станини. Спрямована амплітуда вібратора забезпечує дбайливе поводження та оптимальне сортування.



Рис. 60. Машина для сортування креветок КМ 1108 [24]

Призначена для обробки креветок з панцирем та головою. Машина для сортування креветок КМ 1108 має ефективну систему скребків роликів. У стандартній комплектації він поставляється із системою швидкого регулювання на трубах сортування, а також між випускними отворами під грейдером. Крім того, в залежності від вимог виробництва, машина може поставлятися з роздільниками або системою базових коробів. Комплектується завантажувальним бункером для оптимальної продуктивності та точності сортування та лотком для подачі сировини.

Технічні характеристики:

Місткість, кг/год – до 750.

Потужність, кВт – 1

Вода, споживання, м³ – макс. 8,5 при 0,35 МПа;

нормальне споживання, м³ – 6 при 0,25 МПа

Маса, кг – 500 (без завантажувального бункера)

Матеріали – виготовлена із полірованої нержавіючої сталі та матеріалів, схвалених FDA.

Виробник: Carsoe Данія.

Повна лінія з переробки тепловодних креветок (рис. 61). Компанія «Cabinplant» (Данія) постачає модульні лінії з переробки практично всіх видів комерційної риби та моллюсків. Поставляються комплектні лінії з переробки тепловодних креветок. Вони включають:

- Підготовку.
- Розморожування, приготування, охолодження.
- Заморожування, глазурування.
- Зважування та упаковку.



Рис. 61. Лінія з переробки тепловодних креветок (загальний вигляд) [25]

Промислова машина для бланшування креветок GG-LZE3500 (рис. 62).

Машина для бланшування креветок використовується у виробничому процесі глибокої переробки морепродуктів. Метою бланшувальної машини є збереження кольору. Вода всередині машини для бланшування креветок – гаряча, а метод нагрівання – електричний чи паровий. У більшості випадків використовується метод парового нагріву, тому його можна використовувати протягом тривалого

часу. Машина для бланшування креветок повністю механізована в процесі використання без ручного керування. Креветки подаються в бланширувальну машину через сітчасту стрічку/конвеєр або вручну. Устаткування всередині бланширувальної машини управляється за допомогою перетворення частоти, а час бланшування можна встановлювати відповідно до різних процесів виробництва продукту. Як правило, бланшировані креветки проходять через повітряну сушарку, щоб висушити залишкову вологу на поверхні креветок і щоб не вплинути на роботу наступного процесу, скоротити час ручного очікування та підвищити ефективність підприємства.



Рис. 62. Промислова машина для бланшування креветок GG-LZE3500 [27]

Машина для бланшування креветок автоматично охолоджує креветки після їх приготування та попередньої обробки, що корисно для охолодження креветок. Хоча креветки стерилізуються на етапі бланшування, вони вбивають лише деякі бактерії, і це зручно. Температура також підходить для зростання та розмноження інших мікроорганізмів та активності ферментів, тому швидка

обробка охолодженням після бланшування може утворювати плівку на поверхні креветок, послаблювати активність ферментів, пригнічувати розмноження бактерій, що викликають псування, та затримувати жорсткість процесу розкислення м'яса. Процес бланшування креветок у машині дозволяє видалити специфічний запах креветок, зробити структуру м'яса креветок компактною, легше зберігати поживні речовини та не втрачати їх, захистити початковий колір креветок та продовжити термін зберігання креветок. Для якісного зберігання їх поживності і свіжості, їх можна запакувати у вакуумі і пізніше зберігати в холодильнику.

Технічні характеристики:

Продуктивність – за умовами виробника.

Напруга – 380В, 50Гц.

Ширина сітчастого ремня, мм – 800

Розмір, мм – 3700x1600x2200.

Матеріал – нержавіюча сталь.

Вага, кг – 750.

Виробник: Китай.

Пілер MAP-A (рис. 63). Завантажувальний резервуар мие та охолоджує продукти перед очищенням. Забезпечення рівномірної прохолодної температури продукту зберігає цілісність м'яса перед очищенням. Важіль, що гойдається, забезпечує укладання продукту на стрічку, що подає, в один шар і опускає продукт на наші спеціалізовані гумові ролики. Гумові валики обертаються у протилежних напрямках, а спеціальна поверхня тертя захоплює оболонку та захищає м'ясо. Під час обробки з очищених креветок видаляється приблизно 80% панцира.



Рис. 63. Пілер MAR-A [27]

Безперервний потік води на продукт забезпечує оптимальне змазування ножа, зберігаючи продукт свіжим. На другій половині ножа, особливо гладкі сталеві ролики, допомагають відокремити шкаралупу, що частково відшарувалася. Після валиків виріб збирається у вузький таз для миття.

Виробник: Martak Ісландія

Очисник креветок MAR-C12 (Martak Ісландія) (рис. 64) креветок гарантує, що жодна креветка не залишиться неочищеною. Він оснащений гумовими та сталевими роликами для делікатного пілінгу.



Рис. 64. Очисник креветок MAR-C12 [28]

Якщо на продукті залишився твердий панцир, то очищувач звільнить панцир, не жертвуючи при цьому якістю креветок.

Машина для очищення креветок SeaPeeler Flex (рис. 65). Протягом майже шістдесяти років в індустрії очищення креветок не відбулося значного розвитку. Нова SeaPeeler Flex – інноваційна компактна машина, яку легко встановити на існуючі технологічні лінії. Машина для очищення креветок забезпечує 90%-ву економію води, а також більш високу продуктивність, програмоване обладнання та горизонтальне очищення креветок. SeaPeeler Flex розроблена з орієнтацією на оптимізацію всіх аспектів процесу очищення креветок, що робить її новаторською у всіх аспектах.

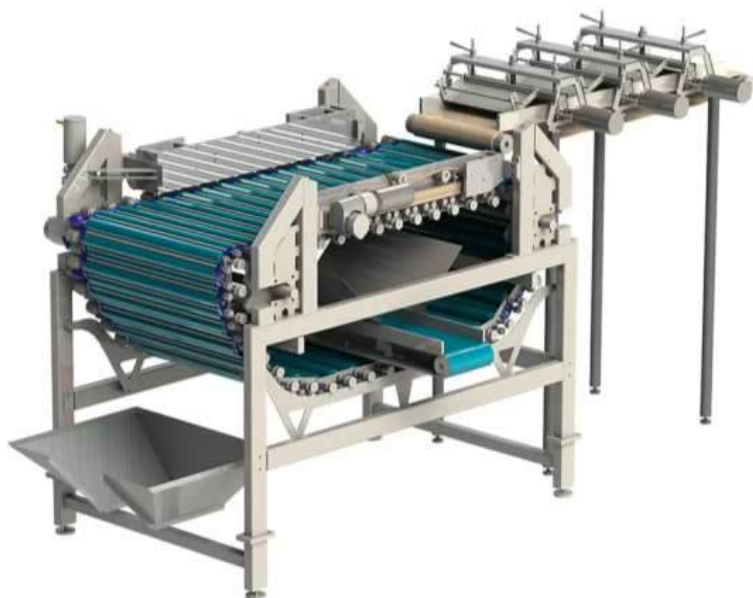


Рис. 65. Машина для очищення креветок SeaPeeler Flex [28]

Машина для очищення креветок SeaPeeler Flex має обертові ролики і рухається ланцюгами по всьому периметру. Ця особлива перевага призводить до того, що в машині для очищення креветок останні не транспортуються у воді, що призводить до збереження кольору та смаку і, зрештою, до отримання якіснішого кінцевого продукту та дешевшого виробництва. Весь процес очищення креветок оптимізований, що призводить до значного збільшення виходу та чудового кінцевого продукту за одночасної економії коштів на воді, площі, операторах та технічному обслуговуванні.

Переваги:

- Економія споживання води до 90%.
- Збільшення продуктивності до 50%.
- Підвищення продуктивності.
- Скорочення площі на 50%.

- Економія витрат на обслуговування та запасні частини на 40-50%.

Виробник: Uni-Food Technic, Данія

Сепаратор шкаралупи креветок VB-1600 (рис. 66) – найбільший і найпотужніший сепаратор шкаралупи креветок та молюсків. Після миття креветки потрапляють у повітродувку, де від креветок відокремлюються (видмухуються) усі незакріплені панцирі. Повітродувки не вимагають попереднього сушіння, мають енергоефективну конструкцію та низькі експлуатаційні витрати. Всі сепаратори шкаралупи компанії Martak розроблені для безпечної та гігієнічної експлуатації і включають регульовану швидкість обертання вентилятора та конвеєрної стрічки. Капюшон можна швидко підняти для полегшення чищення. Компанія Martak's пропонує сепаратори шкаралупи кількох розмірів відповідно до потреб виробництва.



Рис. 66. Сепаратор шкаралупи креветок VB-1600 [28]

Технічні характеристики:

Габаритні розміри, мм – 5200x2160x3360

Виробник: Martak Ісландія.

4.2.9. Інноваційне обладнання для переробки крабів

Машина для миття водою цілих крабів (рис. 67). Компанія СМР (Китай) виготовляє машину для миття водою цілих крабів, призначену для видалення сторонніх матеріалів із поверхні краба. Для виконання цієї операції цей агрегат оснащений конвеєром та форсунками високого тиску для води.



Рис. 67. Машина для миття водою цілих крабів [28]

Краб завантажується на конвеєр та проходить через машину, де ряди форсунок високого тиску розпорошують воду. Потім продукт перевертається на інший конвеєр, де проходить ще через один комплект розпилювачів високого тиску. Це гарантує, що обидві сторони краба вільні від сторонніх матеріалів.

Машина для оброблення крабів BAADER 2801 (рис. 68) надає переробникам крабів більш досконалий, щадний та швидкий спосіб переробки гною та снігового крабів, одночасно підвищуючи виробничу цінність та знижуючи витрати. BAADER пропонує обережне оглушення сировини перед процесом, щоб забезпечити втрату свідомості.



Рис. 68. Машина для оброблення крабів BAADER 2801[28]

BAADER 2801 виконує негайне потрошіння та обробку крабів з максимальною продуктивністю. Діапазон розмірів 90–180 мм. Ширина панцира. Продуктивність: до 45 крабів за хвилину. Потужність – 6 кВт.

Машина забезпечує:

- Стабільні результати на високій швидкості.
- Чистий потік продукту в зоні упаковки.
- Просте та безпечне керування.
- Міцне, надійне та просте управління.
- Проста та безпечна подача - лоток відкривається автоматично для полегшення доступу.
- Система розпилення води видаляє зябра та нутрощі перед розділенням.
- Час потрошення 0,005 секунди.
- Регульована швидкість.
- Високоякісні грона.
- Система розпилення води видаляє зябра та нутрощі з центру перед поділом.
- Рівномірні розрізи забезпечують високу якість грона.

Виробник: Geschäftshaus Lebensmittel Technologien AG, Німеччина.

Автоматичний ніж для розрізання панцира краба SH-2C (рис. 69). Має механізм контролю глибини різання, точно ріже по краях краба лапки і кігтики без пошкодження м'яса. Виготовлений з нержавіючої сталі та розроблений таким чином, що миття та обслуговування прості. SH-2C здатний обробляти свіжі та заморожені продукти. Пристрій автоматичного центрування дозволяє обробляти сировину неправильної форми, різної товщини та розміру, які виконуються з мінімальними налаштуваннями оператора. Безпечний і простий в експлуатації. Перевірена висока ефективність і довговічність.



Рис. 69. Автоматичний ніж для різання панцира краба SH-2C [28]

Технічні характеристики:

Продукція – Crab Claw (королівський краб)

Фреза – алмазний круг №80

Розміри фрези, мм – 180x1,0x20

Швидкість обертання фрези, об./хв – 1240/1490

Споживання електроенергії – 3 фази, 200 В, 50 Гц

Габаритні розміри, мм – 500x500x250

Вага, кг – 36

Виробник: AKIYAMA Machinery Co., Ltd., Японія

Машина для поздовжнього різання крабових клешнів OS2 (рис. 70).

Найкращий різак для крабових панцирів не зачіпаючи гідності м'яса. Легке розрізання раковини краба, розміщення ніжки для різання і обертаючи його. Найкраще обладнання також для приготування різних страв.



Рис. 70. Машина для поздовжнього різання крабових клешнів OS2 [28]

Оскільки глибину різання можна легко регулювати пластиковим тримачем крабових ніжок, краби будь-якого виду і форми можливо оброблятися шляхом

використання цієї машини. Її основну робочу частину повністю виконано з нержавіючої сталі, тому для миття можна використовувати навіть холодну воду за рахунок високої корозійної стійкості сталі. За допомогою пластикового тримача для ніжок крабу можливо зробити горизонтальний бічний зріз. Проста заміна пластикового тримача дозволяє чудове різання окремих частин крабу.

Технічні характеристики:

Продукція – заморожені крабові клешні

Фреза – алмазний круг №80

Розміри фрези, мм – 152x1,5x25,4

Швидкість обертання фрези, об./хв – 1330/1600

Споживання електроенергії – 3 фази, 200 В, 50 Гц

Габаритні розміри, мм – 680x550x1270

Вага, кг – 90

Виробник: AKIYAMA Machinery Co., Ltd., Японія

Машина для поздовжнього різання крабових клешнів MC2 (рис. 71).

Найкращий різак для крабових панцирів, не зачіпаючи гідність м'яса.



Рис. 71. Машина для поздовжнього різання крабових клешнів MC2 [28]

Легке розрізання раковини краба, шляхом її обертання. Оскільки глибину різання можна вільно регулювати пластиковим тримачем для крабової ніжки або кігтя, цією машиною можна обробляти будь-який вид крабів. Два фрези працюють одночасно і дві людини можуть виконувати дві операції одночасно.

Технічні характеристики:

Продукція – Crab Claw (королівський краб)

Фреза – алмазний круг

Розміри фрези, мм – 255x1,5

Споживання електроенергії – 3 фази, 200 В, 50 Гц

Габаритні розміри, мм – 1500x700x1835

Вага, кг – 130

Виробник: AKIYAMA Machinery Co., Ltd., Японія

Автоматичний роздільник риби та молюсків A16-CR (рис. 72).

Висока продуктивність та автоматичне отримання якісного зрізу. Навіть високошвидкісне різання замороженої продукції не зашкодить її якості.

Високоєфективна машина, яка не потребує регулювання.

Функції:

Автоматичний центральний індексуєчий пристрій.

Безпечна конструкція.

Привідний шків із прямим підключенням двигуна.

Компактна конструкція.

Гігієнічність та простота обслуговування.

Відповідь на потреби виробників.



Рис. 72. Автоматичний роздільник риби та молюсків А16-СR [28]

Технічні характеристики:

Ширина різання, мм – 10 - 70

Висота стрижки, мм – 145

Ремінь, що подає, мм – 76 x 4,6 x 1295

Висота (таблиця), мм – 1040

Розміри (машина), мм – 1050(1130) x 1080 x 1900

Маса, кг – 360

Двигун для стрічкової пилки/стрічкової подачі, кВт – 2,2

Джерело живлення – 200 В, 3 фази, 50/60 Гц

Виробник: AKIYAMA Machinery Co., Ltd., Японія

Дефростер - це важливе обладнання, яке використовується для швидкого розморожування різних продуктів харчової промисловості, при цьому вони не втрачають своєї якості. Саме завдяки дефростеру вони тануть і стають майже як свіжі продукти (за своїми властивостями). Особливістю такої установки є досить економне витрачання електроенергії. Оскільки воно зроблено так, що витрата енергії пропорційний кількості продукції, яка розморожується. Конструкція дефростера зроблена з нержавіючої сталі високої якості.

Дефростери можна поділити за безліччю класифікацій. За типом розморожує середовища вони бувають: повітряні, рідинні, паровакуумні, мікрохвильові. За своєю конструкцією: шафові, камерні, тунельні, мембранні. За природою руху розморожує середовища: з природною циркуляцією, з примусовою циркуляцією. Мікрохвильовий дефростер призначено для швидкого і безвідходного розморожування заморожених блоків м'яса, риби, фруктів та інших продуктів. Установка камерного типу циклічної дії (завантаження камери — дефростація — вивантаження з камери). Прекрасно підходить для дефростації протягом декількох хвилин заморожених блоків (перехід від $t -20^{\circ}\text{C}$ до $-4/-2^{\circ}\text{C}$), а також харчового жиру до $t +20^{\circ}\text{C}$.

Дефростер AMW100 Sairem (рис. 73). Мікрохвильовий дефростер для швидкого і безвідходного розморожування заморожених блоків м'яса, риби та інших продуктів.



Рис. 73. Дефростер AMW100 Sairem [28]

Технічні характеристики:

Продуктивність, кг/год – 250–400.

Робоча частота МГц – 915.

Мікрохвильова потужність кВт – 10.

Габарити, мм – 2100×2300×1900.

Виробник: Sairem, Франція.

Дефростер TMW 75 Sairem (рис. 74). Мікрохвильовий тунель для розморожування блоків м'яса, риби та інших продуктів.

Складові частини конвеєра:

- Конвеєр: 1 шт
- Зона мікрохвильового опромінення: 1 шт
- СВЧ генератор: 1 шт
- Мікрохвильова передавальна система (генератор-зона опромінення): 1 шт
- Завантажувальна зона: 1 шт
- Розвантажувальна зона: 1 шт



Рис. 74. Дефростер TMW 75 Sairem [28]

Технічні характеристики:

Частота мікрохвиль МГц – 915.

Початкова температура замороженого рибного блоку, °С – - 2.

Максимальна споживана потужність, кВт – 10.

Максимальне споживання води л – 65.

Продуктивність тунелю т/год – 2.5–3

Виробник: Sairem, Франція.

Установка камерного типу циклічної дії (завантаження камери — дефростація — вивантаження з камери) Прекрасно підходить для дефростації протягом декількох хвилин заморожених блоків (перехід від $t = -20^{\circ}\text{C}$ до $-4/-2^{\circ}\text{C}$).

Питання для самоконтролю

1. За якими ознаками характеризуються нерибні морські продукти?
2. На яких принципах побудовані рециркуляційні системи аквакультур?
3. Які сучасні технології задіяні у обробці креветок у морі?
4. Які сучасні технології задіяні у обробці креветок на березі?
5. Які продукти попадають в поле інноваційних харчових продуктів з креветок?
6. Які сучасні інноваційні заходи застосовано при обробці креветок?
7. У чому полягає особливість технологічної обробки крабів?

8. Що таке дефростери, їх призначення?
9. Яку функцію виконує сепаратор шкаралупи креветок?
10. Яку функцію виконує дефростер?

Рекомендована навчальна література

1. Уваєва О.І., Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О. Гідробіологія: навчальний посібник. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. 196 с.
2. Мардар, М. Р. Товарознавство. Товари тваринного походження: навч. посібник / М. Р. Мардар, А. Я. Камінський, Ф. Є. Дубровін. Львів : Магнолія2006, 2016. 295 с.
3. Knudsen, S. Fishers and scientists in modern Turkey: The management of natural resources, knowledge and identity on the eastern Black Sea coast (Vol. 8). Berghahn Books. 2009.

Розділ 5. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА РИБНОГО БОРОШНА ТА РИБ'ЯЧОЇ ОЛІЇ

Виробництво рибного борошна та риб'ячої олії, що зародилося в Північній Європі та Північній Америці на початку XIX століття, базувалося головним чином на надмірному вилові оселедця в результаті сезонного прибережного рибальства. Олія знаходить промислове застосування при дубленні шкіри, виробництві мила, гліцерину та інших нехарчових продуктів. Залишки спочатку використовувалися як добрива, але з початку цього століття їх висушували і подрібнювали в рибне борошно для годування тварин. Фактично, одне з визначень рибного борошна полягає в тому, що це твердий подрібнений продукт, отриманий шляхом видалення більшої частини води і олії з риби або рибних відходів. Його основне застосування - в раціоні свійської птиці, свиней і риби, яким необхідний білок вищої якості, ніж у інших сільськогосподарських тварин, таких як велика рогата худоба та вівці.

Висловлювалися деякі сумніви у тому, що світовий улов риби можна суттєво збільшити; Число близько 100 мільйонів тонн вважається розумним максимумом. Першою метою має бути виробництво риби для безпосереднього споживання людиною, а також необхідно зарезервувати додаткову продукцію для годування людей. Тільки там, де це нерентабельно чи практично неможливо, слід скорочувати улов до рибного борошна та жиру. Однак дев'яносто відсотків риби, яка в даний час переробляється на рибне борошно та жир, так звана промислова риба (менхаден, піщанка, сардина, анчоус, горбуша тощо).), в даний час у великих кількостях не підлягає продажу як їжа для людини. Крім несмачних смакових якостей, до причин, з яких ця частина улову не може бути використана для безпосереднього споживання, відносяться той факт, що риба занадто дрібна, псується або гіркує занадто швидко для економічного зберігання та подальшого оброблення, потрошення, чищення та переробки. Не слід заохочувати переробку високоякісної риби в рибне борошно та олію. Однак у

світі, що зазнає дефіциту білка, очевидно, більш ефективно збирати неприйнятні види для годування тварин і згодом споживати їх людиною, ніж залишати їх невловленими в морі.

5.1. Сировина та умови її зберігання у виробництві рибного борошна та риб'ячої олії

Дрібна жирна риба є основою індустрії рибного борошна та риб'ячої олії. Навіть при зберіганні в замороженому вигляді ця риба швидко прогоркає, якщо не вжити спеціальних і дорогих запобіжних заходів. Враховуючи нинішні знання, їх можна найкращим чином використовувати, перетворюючи їх на рибне борошно для годування тварин і перероблюючи олію для безпосереднього споживання людиною в таких продуктах як маргарин. Існує гарний попит на високоякісне рибне борошно та олію, і їх виробництво може бути дуже прибутковим, якщо є підходяща сировина. Промисловість також може використовувати відходи від філетування та інших операцій з переробки риби, що часто створюють проблеми з їх утилізацією.

Виробництво концентратів рибного білка знаходиться в межах можливостей рибної та олійно-жирової промисловості. Існують проблеми, оскільки гігієнічні вимоги повинні, природно, відповідати вимогам до продуктів харчування людини. Риба має бути свіжою та здоровою. Сьогодні випускаються і виробляються два види концентратів рибного білка: тип А із вмістом жиру менше 0,5% та тип Б із вмістом жиру менше 10%. Тим часом пошук соціально прийнятних методів включення його в їжу повинен продовжуватися. Наприклад, тип А може бути хімічно очищений для надання порошку функціональних властивостей (утримання води, гелеутворення). Це призводить до його подорожчання, проте він дешевше м'яса і його можна вигідно використовувати як наповнювач м'яса, наприклад, у ковбасах. Названа галузь може зробити цінний внесок у харчування людини як прямо, так і побічно. Скрізь, де є велика кількість риби, яка з тих чи інших причин не може бути використана для

безпосереднього споживання людиною, слід всіляко заохочувати та підтримувати виробництво рибного борошна та риб'ячої олії з метою раціонального використання морепродуктів.

Практично всі види риб, а також більшість інших морських тварин у принципі можуть бути перероблені на рибне борошно. У різних країнах для виробництва рибного борошна та олії використовуються найрізноманітніші види риб. Склад та якість сировини є переважаючими факторами, що визначають властивості та вихід продукції. Відділення жирових речовин (ліпідів) від інших складових жирів морських тварин - одна з найважливіших операцій при виробництві рибного борошна та олії.

Гадоїди (тріскоподібні риби) включають ряд видів риб, які можна віднести до худих. Для цих видів характерно те, що більшість їх жиру знаходиться в печінці. Рибне борошно, виготовлене з цих нежирних видів риби, називається борошном з білої риби.

Клунейди (оселедець) є найбільшим джерелом сировини для рибного борошна та олії. Їх можна віднести до жирних, хоча вміст жиру може змінюватись від 2% до 30%, залежно від виду та сезону. Жир не концентрується, як у нежирній рибі, у печінці, а зазвичай розподіляється по всьому тілу. Скумбрії також відносяться до жирних видів риб.

Пласкожаберних (акул і скатів) спеціально не ловлять для видобутку їжі та олії. Однак деякі види служать сировиною у вигляді сміттевої риби та відходів переробки.

Лососеві риби (лососі та інші близькоспоріднені риби) зазвичай не видобуваються для рибного борошна, а використовуються субпродукти лосося. Однак є один вид - мойва, який став важливим джерелом сировини для шроту та риб'ячої олії.

Ракоподібні. У хід йдуть панцирі, а також дрібні ракоподібні, непридатні для безпосереднього споживання людиною.

Швидке псування риби відбувається через дії бактерій з поверхні та травного тракту, а також через аутолітичний розпад, викликаний

ферментативною дією в тканинах і травному тракті. Бактеріальне та аутолітичне руйнування призводить до розпаду як ліпідної, так і білкової фракцій. У ряду видів риб, що використовуються для виробництва борошна, особливо у дрібних пелагічних видів риб, таких як сардини, анчоуси і оселедець, травні ферменти можуть викликати великий аутоліз, що призводить до розм'якшення м'яса, розриву черевної стінки та утворення значної кількості крові. Цей процес посилюється виробленням великої кількості шлункових ферментів під час годування. Така сольобілізація викликає труднощі при обігу та переробці та може призвести до серйозних втрат як білка, так і олії.

Руйнування жиру (ліполіз), спричинене різними ферментами розщеплення жиру (ліпазами), є загальною особливістю жирної риби. Риб'ячий жир в основному складається з гліцерину в поєднанні з жирними кислотами з утворенням гліцеридів. Розщеплення гліцеридів олії та утворення вільних жирних кислот призводять до зниження якості олії з економічними наслідками. Окислення ліпідів (прогоркання) та побуріння олії відбувається в аеробних (у присутності кисню) умовах зберігання; але у транспортних ємкостях і бункерах-сховищах стан усередині маси риби анаеробний (кисень відсутній). Анаеробні умови зберігання цільної риби у великих кількостях створюють складне середовище, в якому можуть зростати мікроби з утворенням різних продуктів хімічного псування. Деякими важливими кінцевими продуктами є леткі основні азотисті сполуки (в основному аміак і триметиламін), а кількість загального летючого основного азоту часто використовується як міра псування. Деякі леткі основи утворюються в результаті бактеріального розщеплення амінокислот, у свою чергу, отриманих з білка, але триметиламін утворюється в результаті бактеріального метаболізму оксиду триметиламіну. Велике виробництво аміаку в псуванні риби може призвести до значних втрат білка. У пластиножаберних аміак також виробляється із сечовини, яка входить до складу їхньої крові та м'язів.

Хімічні сполуки, що утворюються в результаті діяльності бактерій, численні, і деякі з них ще недостатньо добре описані, проте велике значення

мають сірковмісні сполуки, які, мабуть, утворюються головним чином в анаеробних умовах. Сірководень і меркаптани можуть утворюватися рибою, що розклалася, в смертельних концентраціях у трюмах рибальських суден і закритих рибосховищах. У Данії, наприклад, ретельна вентиляція є обов'язковою до і під час вивантаження риби.

Виробництво рибного борошна та олії зі свіжої сировини дає найвищий вихід та кращу якість кінцевої продукції. Однак у багатьох випадках важко уникнути часткового псування, оскільки рибу доводиться збирати у віддалених районах. Пошук економічних способів збереження улову у періоди транспортування та зберігання, що перевищують близько 30 годин, є постійною проблемою для галузі. Оскільки розщеплення рибного білка та жиру відбувається за рахунок як аутолітичної, так і мікробної активності, метод консервування переважно повинен уповільнювати як зростання бактерій, так і аутоліз травними та тканинними ферментами. Термін зберігання риби можна продовжити як фізичними, і хімічними методами.

Правильне осушення риби як на борту риболовецького судна, так і на березі – простий і ефективний метод продовження короткочасного терміну зберігання риби. На борту рибальських суден правильний дренаж знижує кількість тертя та руйнації цілісності риби при качці рибальського судна. Крім того, поширення і швидке зростання бактерій знижується за рахунок обмеження присутності вільної води, що містить слиз організму, вміст кишечника і бактерії, що містяться в ньому.

При зберіганні непотрошеної риби навалом швидкість розпаду, що викликається бактеріями, травними та тканинними ферментами, подвоюється при підвищенні температури приблизно на 4°C. Цей розпад призводить до втрат білка та олії та знижує якість риби для переробки. При температурі вище 5°C сірководень виробляється бактеріями, і його утворення швидко збільшується з підвищенням температури. При температурі 0°C сірководень не утворюється доти, доки термін зберігання не перевищить 9-10 діб.

У тропічних і помірних регіонах, де рибу можна ловити за високих температур і далеко від заводу, охолодження є найефективнішим методом збереження риби, що у великих кількостях. У багатьох випадках витрати на охолодження можна окупати за рахунок зниження втрат білка та олії.

В принципі, можна розглянути два методи охолодження, а саме системи охолодження холодною водою та змішування льоду з рибою. Морська вода легко доступна, але тривале зберігання риби у морській воді обмежене поглинанням солі; високий вміст солі в рибному борошні небажано. Тому краще використовувати розведenu морську чи прісну воду. Спосіб включає циркуляцію охолодженої води через рибну масу. Просте накачування риби водою не призводить до ефективного охолодження всієї маси, так як вода майже не проникає через основну масу риби, більшість її відводиться з обох боків. Удосконалені системи ґрунтуються на перекачуванні охолодженої води вгору через рибу з дна трюму. Цей метод дорогий і навряд чи практичний, за винятком тривалих перевезень та періодів зберігання.

Змішування риби та льоду у правильній пропорції для охолодження риби при температурі 0°C є ефективним методом консервування сиріої риби. Перед заповненням трюму рибу та лід слід змішують. Тала вода зливається з дна, залишаючи рибу сухою та компактною. Використання льоду для консервації залежить від розробки швидких, переважно автоматичних систем змішування риби і льоду з високою швидкістю, необхідної при промисловому рибальстві.

Хімічні консерванти для сиріої риби негайно впливають на бактерії на поверхні риби, але дія на внутрішню частину риби (шлунок та кишечник) відбувається з деякою затримкою залежно від швидкості проникнення консерванту. Нітрит натрію, сульфит натрію, аскорбінова кислота, бензойна кислота та багато інших консервантів були оцінені, але вони використовуються лише дуже обмеженою мірою. Нітрит натрію продемонстрував порівняно сприятливі властивості для збереження таких видів, як оселедець, оскільки він значно затримує розвиток мікроорганізмів, що викликають псування, та знижує утворення вільних жирних кислот, але якщо нітрити не додаються у строго

контрольованих невеликих кількостях (як це має місце в Норвегії).) вони можуть вступати в реакцію з іншими компонентами сировини та утворювати нітрозаміни, які є шкідливими канцерогенними хімічними сполуками. Особливі заходи повинні бути вжиті, якщо борошно виготовлене з риби, консервованої нітритом. Тому використання нітриту має бути дозволене лише під ретельним контролем і не повинно заохочуватися. Формальдегід широко використовується і за певних обставин також благотворно ущільнює вплив на сировину, так що після приготування воно стає більш придатним для пресування для видалення масла. Формальдегід з'єднується з білком за механізмом, подібним до дублення, і в цьому бере участь реактивна амінокислота лізин. Однак використання невеликих кількостей (наприклад, 0,05% формаліну в розрахунку на вагу риби) не має помітного шкідливого впливу на якість білка.

5.2. Інноваційні технології та обладнання переробки рибної сировини на рибне борошно та риб'ячу олію

Щоб зрозуміти принципи виробництва рибного борошна та олії, необхідно розглядати сировину як таку, що складається з трьох основних фракцій: твердих речовин (знежиреної сухої речовини), олії та води. Метою процесу є максимально повне відділення цих фракцій один від одного з найменшими витратами та в умовах, що забезпечують отримання найкращого продукту. Рибу можна перетворити на борошно та олію різними способами. Спільними для всіх методів, які мають практичного значення, є такі етапи обробки:

- нагрівання, що коагулює білок, що розриває жирові відкладення і вивільняє масло та фізико-хімічно зв'язану воду;
- пресування (або періодичне центрифугування), при якому з маси видаляється більша частина рідини;
- поділ рідини на олію та воду (липка вода). Цей етап можна пропустити, якщо вміст олії у рибі менше 3%;
- випарювання клейової води в концентрат (рибні розчини);

- сушіння твердого матеріалу (макухи) плюс доданих розчинних речовин, яка видаляє достатню кількість води з вологого матеріалу для утворення стабільного шроту,
- подрібнення висушеного матеріалу до бажаного розміру частинок.

5.2.1. Компактні установки з виробництва рибного борошна

Компанія AMOF-Fjell Process Technology має багаторічний досвід проектування, виробництва, монтажу та введення в експлуатацію компактних установок з виробництва рибного борошна для бортових рибальських суден. Типові заводи мають продуктивність від 15 до 700 тонн сировини щодня (рис. 75).

Функціональний опис

- Рибні субпродукти повинні бути попередньо оброблені таким чином, щоб обмежити кількість вільної води при переробці та транспортуванні на рибозаводі, і бути грубо подрібнені, щоб уникнути утворення великих голів і кісток, а не перетворені на м'якоть, перш ніж вони будуть відправлені в бункер для сировини. (резервуар не входить до обсягу поставки).

- З резервуару матеріал подається гвинтовим конвеєром або відповідним насосом у шнекову піч.

- Шнековий варильний котел являє собою великий шнековий конвеєр, що повільно обертається, із зовнішньою трубою, що нагрівається парою, і порожнистими лопатями, що нагріваються парою, що дозволяє нагрівати сировину приблизно до 90°C для забезпечення повної коагуляції. Під час використання шнекового конвеєра рекомендується додаткове фільтрування вільної води.

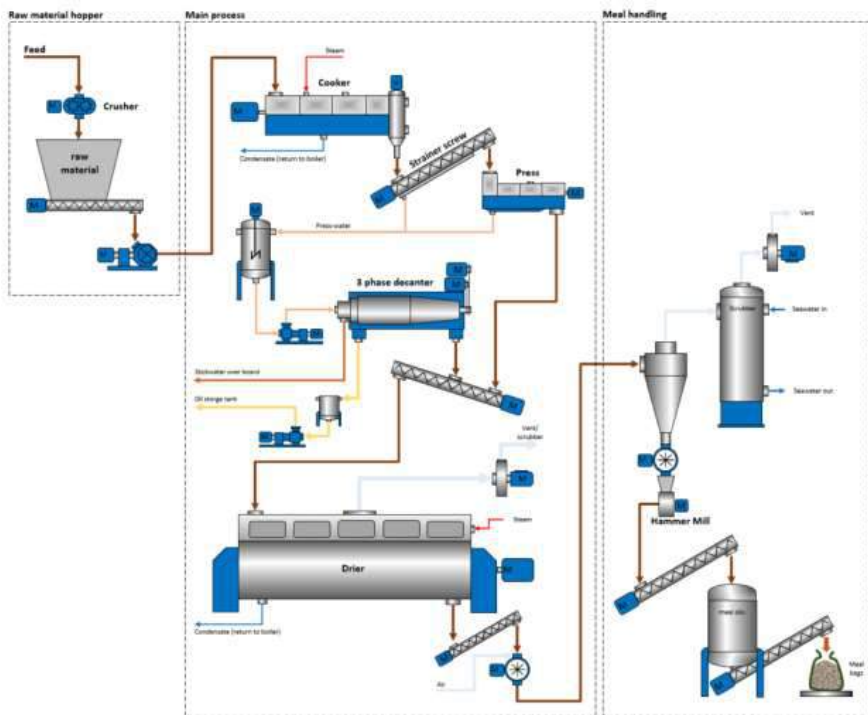


Рис. 75. Схема заводу з виробництва рибного борошна [22]

- Коагульований матеріал направляється за допомогою одного або двох шнекових конвеєрів (залежно від кінцевого компонування та доступної висоти) до двошнекового пресу. Знову ж таки, буде потрібно додаткове фільтрування (на сітчастому конвеєрі або окремому фільтрі), щоб звести до мінімуму кількість вільної рідкої води, що надходить у прес, що в іншому випадку може перешкодити повному пресуванню.

- Двошнековий прес складається з двох обертових у протилежних напрямках гвинтів з конічним валом, завдяки чому доступний об'єм між гвинтами та корпусом поступово зменшується. Корпус перфорований, тому рідина вичавлюється, а макуха скидається або транспортується безпосередньо в сушарку. Рідина з пресу направляється в резервуар пресової рідини разом з

рідинами із сита або ситових конвеєрів. З цього резервуара рідина перекачується в трикантер, який за один прийом за допомогою відцентрової сили здатний відокремити рідину в пульпу, що містить зважені тверді речовини, воду, що злипається, що складається з води з водорозчинними білками, і високоякісний риб'ячий жир. Пульпу транспортують у сушарку, відстійну воду скидають у море, а нафту перекачують у потрібний резервуар для зберігання нафти.

- Сушарка складається з сорочки з паровим нагріванням (опція) та внутрішнього ротора з порожніми дисками, нагрітими парою. Суміш макухи та трикантерної пульпи нагрівається до температури кипіння, вода випаровується у міру поступового переміщення матеріалу до виходу сушарки за допомогою мішалок, встановлених на кінчиках дисків. Поєднання м'якого обертання та випаровування дозволяє отримати рибне борошно з вмістом приблизно 10% залишкової води.

- Пар із сушарок витягується та обробляється в скрубєрі з морською водою разом із вентиляційним повітрям та парами від іншого технологічного обладнання.

- Тепле і костисте рибне борошно подається одним або двома конвеєрами на борошномельний цех.

- На млині борошно перетворюється на однорідний порошок.

- Після подрібнення борошно транспортується в силос для борошна, який є основним резервуаром для упаковки в мішки. Транспортування може здійснюватися за допомогою шнекових охолоджуючих конвеєрів або пневматичної системи.

AMOF-Fjell Process Technology пропонує новітні розробки в галузі коагуляторів, а також варильних апаратів трубчастого та шнекового типу. Установки можуть бути спроектовані з непрямим паровим нагріванням або комбінацією парового нагріву і використання відпрацьованого тепла. Прикладом може слугувати типова *компактна установка з виробництва рибного борошна AMOF-Fjell* (рис. 76).



Рис. 76. Компактна установка з виробництва рибного борошна AMOF-Fjell (типова) [22]

Шнекова плита AMOF-Fjell (рис. 77) (Серія TC) – це серія шнекових варильних котлів з паровим нагріванням для рибного борошна. Доступна плита для всього практичного діапазону розмірів (25 - 500 тонн на день) і заснована на жорсткій конструкції, що добре зарекомендувала себе, відомої від Stord.

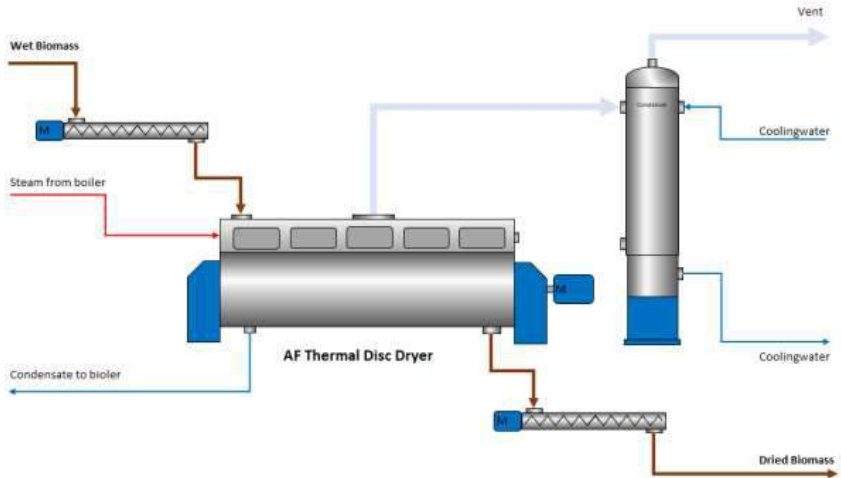


Рис. 77. Шнекова плита AMOF-Fjell [29]

Конструктивні особливості

Шнекова плита AMOF-Fjell складається з довгого ротора з порожнистими лопатями, що нагріваються парою. Ротор встановлений усередині статора із паровою сорочкою. Матеріал конструкції – вуглецева сталь серії SA-516 або еквівалент. Серія TC може бути спроектована та схвалена відповідно до провідних міжнародних норм та стандартами проектування. Типовий розрахунковий тиск становить 6 бар.

Термальна дискова сушарка AMOF-Fjell (рис. 78) призначена для нагрівання парою (макс. 10 бар) або гарячою водою. Найбільша поверхня нагріву - це ротор, але додаткова поверхня нагріву доступна як опція на статорі. Продукт, що підлягає сушінню, повільно, але активно транспортується від вхідного кінця до вихідного за допомогою лопатевої системи, встановленої на периферії диска. Вивантаження продукту зазвичай здійснюється безперервно за допомогою шнекового конвеєра з регульованою швидкістю. Диски встановлені на важкому центральному валу з вбудованою високоефективною системою видалення конденсату. Скребки забезпечують перемішування між дисками, необхідне ефективного випаровування. Волога, що випаровується з продукту, збирається у високому паровому куполі і безперервно видаляється.



a)



b)

Рис. 78. Термальна дискова сушарка AMOF-Fjell технологічна схема а), загальний вигляд б) [22]

Залежно від вмісту жиру в сировині рибне борошно готують різними способами. При вмісті жиру до 2% висушують і розмелюють до стану борошна, до 5% — підсушують, екстрагують, висушують повністю і розмелюють. Якщо сировина містить понад 5% жиру, рибне борошно готують пресуванням. Енергетична цінність 1 кг рибного борошна коливається у межах 10-14 МДж обмінної енергії. В 1 кг його міститься 535 г перетравного протеїну, 67 – кальцію, 57 г – фосфору. За амінокислотним складом рибне борошно поступається лише кров'яному. Протеїн його багатий на лізин, метіонін, цистин, містить достатню кількість триптофану та інших незамінних амінокислот.

Органолептично рибне борошно оцінюють за зовнішнім виглядом, запахом та крупністю помелу. За зовнішнім виглядом розсипне рибне борошно не повинне мати грудок і цвілі, допускається дрібноволокнистість. Гранульоване борошно повинно мати гранули діаметром не більше 20 мм, завдовжки до 30 мм. Їхнє руйнування допускається, але не більше 35% маси борошна. Запах рибного борошна специфічний, характерний рибний (сторонній не допускається). Розсипне борошно повинно повністю просіюватись крізь сито з отворами діаметром 5 мм, а на ситі з отворами діаметром 3 мм допускається залишок часток не більше 5%. Строк зберігання стабілізованого антиокислювачем рибного борошна – один рік після виготовлення. Зберігають його в добре обладнаних сухих приміщеннях.

При високому вмісті жиру в процесі зберігання втрачає якість через окислення жиру, набуваючи гіркуватого смаку. Згодовування тваринам такого борошна може викликати у них захворювання органів травлення. Іноді рибне борошно виготовляють із солоної риби. Свині і птиця особливо чутливі до надлишку в кормах кухонної солі. Тому її вміст потрібно контролювати. У рибному борошні її може бути не більше 5%. Оскільки доброякісне рибне борошно має високий вміст повноцінного білка, кальцію, фосфору та вітамінів групи В, його використовують переважно як білкову добавку до раціонів свиней і птиці в кількості відповідно 3-5% і 10-15% енергетичної поживності раціонів. Для того, щоб м'ясо від тварин, яким згодовували рибне борошно, не мало

небажаного рибного запаху і смаку, його слід виключати з раціонів свиней після досягнення ними маси 50-60 кг, молодняку м'ясних порід птиці за 10-12 днів до забою, а в разі потреби замінити м'ясним, кров'яним або м'ясокістковим борошном.

Компанія Shuliy Machinery (Китай) впровадила та освоїла передові технології виробництва та переробки рибного борошна в країні та за кордоном, у поєднанні з фактичними умовами виробництва у різних регіонах країни та за кордоном, а також розробила 24-годинну потужність переробки сирової риби до 5т, 10т, 20Т, 50т, 80т, 100т. , 150Т, 200Т, 300Т, 400Т, 500Т і т. д. серія комплектів ліній з виробництва вологого рибного борошна, ліній з виробництва вологого рибного борошна

Серед широкого спектру обладнання виділяють таке, що користується найбільшим попитом і яке застосовують для формування підприємств для виготовлення рибного борошна та риб'ячої олії.

Рибороздробна машина (рис. 79) – це звичайне обладнання на лінії з виробництва рибного борошна, яке в основному використовується для обробки великої риби на дрібніші шматки. Зазвичай подрібнені шматочки риби розміром менше 5 мм транспортуються в машину для гасіння риби для приготування та віджиму. Рибороздробна машина – необхідна ланка попередньої обробки риби перед приготуванням рибного борошна.



Рис. 79. Рибороздробна машина [24]

Сировиною для виготовлення рибного порошку служать в основному різноманітні види риби, креветки, краби, всілякі риб'ячі голови та хвости на рибопереробних заводах. Щоб підвищити ефективність виробництва рибної муки, цю сировину слід спочатку обробити. Рибороздробна машина ефективна для подрібнення риб'ячого м'яса великими блоками на необхідні дрібні шматочки. Електрична машина для обробки риби має дуже компактну конструкцію, що складається з двигуна, основного корпусу, впускного отвору для риби і випускного отвору для подрібненої риби, а також пари внутрішніх роликів ножів. Роликові ножі та інші частини машини виготовлені із високоякісної нержавіючої сталі, що забезпечує тривалий термін служби.

Перш ніж використовувати рибороздробну машину, необхідно спочатку підключити джерело живлення. Потім безперервно поміщають велику рибу у

вхідний отвір ріжучого апарату. Великі блоки м'яса будуть швидко спресовані, роздавлені та впадуть на землю або на конвеєр із випускного отвору.

Переваги використання рибороздробної машини на лінії з виробництва рибного борошна

1. Дроблення та очищення більшої риби або рибних голів та хвостів для отримання рибних блоків розміром менше або рівних 5 см, тим самим покращуючи ефективність устаткування для подальшого приготування.

2. Машина для різання риби має одновісну конструкцію. Зубчаста фреза виготовлена із зносостійкої легованої сталі. Ріжучі поверхні дискової фрази загартована шляхом поверхневого загартування, що робить її більш міцною та стійкою до корозії.

3. Каркас машини для подрібнення риби і її зовнішній корпус виготовлені з нержавіючої сталі. Крім того, в машині використана пневматика для керування відкриттям та закриттям верхньої кришки.

4. Автоматична машина для дроблення риби також має такі переваги як низький рівень шуму, висока ефективність дроблення та автоматичне очищення. Вся машина може бути повністю закритою під час роботи, що дозволяє ефективно уникнути забруднення навколишнього середовища.

Машина для віджиму риби (рис. 80) є звичайним типом шнекового преса для зневоднення приготовлених шматочків риби і поділу рибного борошна і рідкого риб'ячого жиру. Шнекова машина для зневоднення риби є дуже важливим обладнанням для виробництва рибного борошна на лінії з виробництва рибного борошна. Ця машина для переробки риби широко використовується при мокрому методі обробки рибного борошна.

На лінії переробки риби метою пресу є вичавлювання якнайбільшої кількості рідини з тушкованої риби. Це важливо не тільки для покращення виходу риб'ячого жиру та якості рибного борошна, але і для максимального зниження вмісту вологи у вологому рибному борошні, тим самим знижуючи витрату палива сушильної машини для рибного борошна та збільшуючи її

продуктивність. Завдяки розумній та компактній конструкції цей гвинтовий прес в основному складається з пристрою подачі шматків риби, внутрішньої двошнекової конструкції, ситової сітки, корпусу рами, зовнішнього корпусу з нержавіючої сталі, мотор-редуктора та електричної системи керування.



Рис. 80. Машина для віджиму риби [24]

Всі ці деталі можуть бути виготовлені із високоякісної нержавіючої сталі, що забезпечує тривалий термін служби.

В процесі експлуатації машини для віджиму шматки риби подають в її вхідний отвір вручну або за допомогою гвинтового конвеєра. Потім невелика внутрішня гвинтова конструкція штовхатиме матеріали вперед для стиснення. Екструзійна конструкція машини є серією з двох спіралей на валу, які при пресуванні матеріалів рухаються в протилежних напрямках. Рідина швидко видаляється з отворів сита і може бути зібрана в спеціальний контейнер, багатий риб'ячим жиром та риб'ячим білком, для подальшої переробки на лінії з

виробництва риб'ячого жиру. Вологі рибні шлаки подаються вперед і вивантажуються із випускного отвору.

Основні характеристики автоматичної машини для зневоднення риби:

1. Продуктивність гвинтового преса багато в чому визначається профілем та ступенем стиснення гвинтів, тобто співвідношенням польотних обсягів вхідного та вихідного витків. Швидкість пресування та тиск пресування цієї машини для зневоднення риби можна регулювати для глибокого пресування рибного борошна.

2. У автоматичній машині для зневоднення риби із шнековим пресом використовується двошнекова екструзійна конструкція, яка є ефективною в процесі зневоднення та знежирення рибної сировини при виробництві рибного борошна.

3. Дане обладнання є цільною конструкцією, яку легко встановлювати, використовувати та переміщати. Крім того, матеріал машини виготовлений з нержавіючої сталі, має гарну корозійну стійкість.

4. Гвинтовий прес оснащений фірмовим двигуном з регулюванням швидкості та має широкий діапазон швидкостей, який можна застосовувати для пресування різних видів риби. Коли машина працює, вона має низький рівень шуму та тривалий термін служби.

Горизонтальна центрифуга (рис. 81) є важливим сепаратором твердої та рідкої фаз на лінії виробництва риб'ячого жиру, яка також називається сепаратором риб'ячого жиру, трифазною центрифугою, відцентровою фільтрацією і так далі. Цей сепаратор риб'ячого жиру може в основному відокремлювати рибне борошно, воду та риб'ячий жир від стічних вод машини для віджиму вареної риби. Трифазна центрифуга використовує різницю питомої ваги між легкою фазою рідини, важкою фазою рідини та твердою фазою. Під дією відцентрової сили, що створюється високошвидкісним обертанням центрифуги, тверді речовини, такі як рибне борошно, осідають на внутрішній

стіни барабана, утворюючи кільцевий твердий шар. Легкі фазові матеріали, такі як стічні води та риба́чий жир, випливають із різних випусків машини.



Рис. 81. Горизонтальна центрифуга [24]

Ця промислова центрифуга може здійснювати поділ олії та води, поділ води та шлаку та одночасний поділ олії, води та шлаку. Горизонтальна центрифуга в основному використовується для екстракції та поділу тваринного білка, може очищати тваринні жири при переробці м'яса та використовується для концентрованого відділення риба́чого жиру при водній переробці.

Машина для просіювання риба́ного борошна (рис. 82) є важливим обладнанням для переробки риба́ного борошна на лінії виробництва риба́ного борошна, яке в основному використовується для просіювання дрібного риба́ного порошку відповідно до необхідного розміру матеріалів риба́ного борошна. Його ще називають барабанним ситом.



Рис. 82. Машина для просіювання рибного борошна [24]

Машина для сортування рибного борошна в основному складається з двигуна, редуктора, барабанного пристрою (валу, що обертається, і сита), рами, ущільнювальної кришки, впускного і випускного отвору. Відповідно до фактичних виробничих потреб клієнтів його можна налаштувати для більш розумного дизайну. Ніжка може бути як фіксованою, так і знімною з коліщатами. Зазвичай барабанний агрегат машини похило кріпиться до рами для швидкого вивантаження порошкоподібних матеріалів. Коли барабанне сито працює, двигун з'єднується з барабанним вузлом через муфту і барабанний вузол обертається навколо своєї осі. Пристрій цієї машини для просіювання рибного борошна має безліч сит з паралельними ситами, і можна розбирати і замінювати сита з різними розмірами осередків. Після того, як рибне борошно буде поміщено в завантажувальний отвір машини, матеріал швидко потрапить у блок машини,

що просіває. Завдяки нахилу та обертанню роликового пристрою матеріал перевертається, скочується і просіюється допомогою сита. Кваліфіковані дрібні частинки вивантажуються через сито за межі барабана, а великі невеликі частинки вивантажуються через кінець барабана. Матеріал, що застряг у сітчастому отворі, також можна викинути, щоб запобігти засміченню.

Машина для просіювання рибного борошна являє собою нове покоління обладнання, що просіває. Барабанне сито часто використовується для класифікації порошкоподібних матеріалів, і його ефект просіювання дуже добрий.

Основні характеристики обладнання для сортування рибного борошна.

1. У машині використовується принцип роликового транспортування, коефіцієнт тертя невеликий, зношування легке, а отвори сітки майже не блокуються.

2. Роликова опора має цільну конструкцію з наскрізним валом, яка працює плавно, не вібує та має низький рівень шуму.

3. Внутрішні барабанні сита машини для просіювання рибного борошна мають роз'ємну конструкцію, просту за конструкцією, швидко та зручно для заміни та ремонту.

4. Сита з різних матеріалів та з різними розмірами осередків можуть бути виготовлені за індивідуальним замовленням відповідно до вимог замовника. Висока ефективність сортування, тривалий термін служби та низькі витрати на технічне обслуговування.

5. Корпус барабана має ефективну конструкцію з повним ущільненням, яка не викликає пилу та забруднення. Це сито для просіювання рибної муки займає мало місця і зручно для організації технологічного процесу.

Сушарка для рибного борошна (рис. 83) є високоефективним провідним сушильним обладнанням безперервної дії для переробки рибного борошна. Ця машина для сушіння рибного борошна в основному може сушити вологий

порошок, який віджимається з машини для віджиму риби, і знижувати вміст води в рибному борошні до рівня менше 10%.



Рис. 83. Сушильна машина для рибного борошна [22]

Після сушіння рибний порошок можна пакувати на автоматичній пакувальній машині для рибного борошна. Ця сушильна машина завжди використовується на лінії з виробництва рибного борошна.

Сушарка для рибного борошна складається з лежачого зовнішнього корпусу і валу, що обертається, з паровим нагріванням. На внутрішньому валу встановлено безліч нагрівальних спіралей. Крім того, нагрівальний змійовик забезпечений скребком з кутом, що регулюється. Ці змійовики та скребки працюють як для нагрівання матеріалу, так і для переміщення нагрітого матеріалу у напрямку розвантажувального кінця.

Пристрій розподілу пари всередині шахти дозволяє пару рівномірно розподілятися по кожному з нагрівальних змійовиків сушильної машини для рибного борошна. Пара продовжує текти в змійовиках по обидва боки диска, дозволяючи нагрітому диску підтримувати постійну температуру, тоді як конденсат виводиться через вертлюг на кінці валу.

Сушильна машина для рибного порошку нагріває матеріал для сушіння через теплообмінну стінку. При сушінні рибного борошна частина пари потрапляє в кільцеве місце між зовнішнім корпусом машини і внутрішньою стінкою циліндра, а через внутрішню стінку матеріал нагрівається. Конденсат відводиться із нижнього сифону. Інша частина пари надходить на головний вал і змійовик, при цьому головний вал і змійовик нагріваються, а конденсована вода відводиться з гідрофобного з'єднання, що обертається. При обертанні обертового валу рибне борошно та інші матеріали повністю перемішуються і змішуються під спільною дією лопаті і змійовика, так що матеріал має найбільший контакт з валом, що обертається, і поверхнею змійовика, щоб забезпечити рівномірне нагрівання. і гарний ефект сушіння рибного борошна. Вторинна пара виводиться із верхньої камери зовнішнього корпусу через витяжний канал. Усередині труби створюється слабкий вакуум, що запобігає витоку потоку відходів, а також запобігає поглинанню занадто великої кількості холодного повітря. Відбірна пластина, встановлена на головному валу машини, розташована між нагрівальними змійовиками. Вона може підштовхнути матеріал вперед і видалити покривний шар на валу та стінці циліндра, щоб зберегти відмінну здатність теплопередачі.

Основні переваги сушарки для рибного борошна.

1. Сушарка для рибного борошна може поєднуватися з пилозбірником (циклоном) та витяжним вентилятором для збору пиловидних часток риби та запобігання забруднення пилом на ділянці виробництва рибного борошна.

2. Сушильна машина гарантує, що рибне борошно має найбільшу площу нагріву, що забезпечує її рівномірне нагрівання, хороший ефект сушіння рибного порошку та високу ефективність сушіння.

3. Усі деталі сушильної машини виготовлені з нержавіючої сталі, що підвищує корозійну стійкість самої машини та продовжує термін її служби.

4. Машина оснащена автоматичною системою подачі води, яка повертає конденсат пари в котел для повторного використання, що знижує споживання енергії та заощаджує воду.

5. Сушильну машину можна широко використовувати для сушіння порошкоподібного рибного порошку, кісткового порошку, барвників, пігментів, шламу, хімічних продуктів, тирси та інших порошкоподібних продуктів.

Дробарка для рибного борошна (рис. 84) також називається невеликою багатофункціональною дробаркою, яка є поширеним типом машини для обробки порошкоподібних матеріалів у багатьох областях, таких як подрібнення деревини та гілок, дроблення деревного вугілля або вугільних брикетів тощо. На лінії з виробництва рибного борошна ця машина для дроблення рибного борошна в основному призначена для переробки блоків рибного борошна на дрібний рибний порошок. Ця машина для переробки рибного борошна завжди комплектується пилозбірником (циклоном) при використанні, щоб уникнути забруднення. На лінії з виробництва рибного борошна риба перетворювалася на рибний порошок після низки етапів обробки, таких як подрібнення, приготування, віджимання та сушіння.

Готове рибне борошно буде упаковано на автоматичній пакувальній машині. Однак після пресування рибного борошна може залишитися частина блоків рибного борошна, які не переробляються на дрібний рибний порошок. Тому потрібна невелика дробарка для переробки рибного порошку. Машина для подрібнення рибного борошна завжди може поєднуватися з пиловловлюючим пристроєм під час роботи. Дробарка є багатофункціональною для подрібнення всіх видів матеріалів. Завдяки добре продуманій конструкції вона має тривалий термін служби та широке застосування. Подрібнювач в основному складається з вхідного та вихідного отворів, камери дроблення (включаючи ріжучу пластину, сітку та молотки), корпуси рами, вентилятора, двигунів, циклону тощо.



Рис. 84. Дробарка для рибного борошна [22]

Зазвичай її також можна встановити конвеєр та пакувальну машину для готового рибного борошна.

Сировиною для подрібнення рибного борошна в цій машині є великі блоки рибного борошна, які просіюються на машині, що просіває для рибного борошна. Після просіювання рибного борошна можна використовувати шнековий конвеєр для транспортування блоків рибного борошна у отвір дробильної машини. Завдяки високій швидкості подрібнення внутрішніми молотками та ножами рибне борошно можна подрібнити дуже швидко. Потім вентилятор всмоктує рибний порошок у пиловзірник. А пиловловлюючий пристрій швидко вивантажує рибне борошно і не забруднює робочий майданчик пилом.

Основні переваги подрібнювача рибного борошна.

1. Завдяки розумній та компактній конструкції дробарка має переваги економії місця, витрат та часу.

2. Дробарка для рибного борошна може бути різних моделей та з різною робочою потужністю.

3. Вона відрізняється високою ефективністю роботи, простотою в експлуатації та обслуговуванні і є дуже зручною для попередньої обробки риби на лінії з виробництва рибного порошку.

Пакувальна машина для рибного борошна є практичним обладнанням для пакування та зважування, основна функція якого полягає у розділенні рибного борошна на окремі пакувальні пакети відповідно до певних вимог до ваги та забезпечення надійної герметизації. Вага кожного мішка з рибним борошном можна автоматично контролювати, встановлюючи кількість упаковки в електричному контролері, а візерунки та літери на мішках можна налаштувати.

Після приготування рибного борошна можна запакувати сухий рибний порошок у мішки вручну або запакувати рибне борошно за допомогою автоматичної пакувальної машини. Використання пакувальної машини для поділу рибного борошна на невеликі пакети може заощадити багато трудовитрат, а добре упаковане рибне борошно буде чистішим і привабливішим на ринку.

Краща пакувальна машина використовує найпередовіший у світі мікрокомп'ютерний чіп управління, 5-дюймовий рідкокристалічний дисплей з великим екраном, робочий інтерфейс простий і зручний у використанні, у поєднанні з фотоелектричним відстеженням, різкою двох мішків, кодером і можливістю вибору, оснащеним витяжним або надувним пристроями.

Автоматична машина для зважування та пакування рибного борошна (рис. 85) складається із шнекового дозатора та машини для пакування порошку, яка може автоматично виконувати весь процес пакування продукту, включаючи дозування, подачу, наповнення мішків, аерацію (випуск) та друк дати, а також має функцію автоматичного підрахунку.



Рис. 85. Автоматична машина для зважування та пакування рибного борошна[22]

Технічні характеристики:

Модель – **Back seal**

Швидкість пакування, пакетів/хв – 5-30

Споживана потужність кВт – 2,2

Розміри, мм – 1320x950x760

Довжина мішка, мм – 80–300

Ширина мішка, мм – 80–200

Споживання повітря, МПа – 0,65

Витрата газу, м³/хв – 0,4

Виробник: Shuliy Group. Китай.

Вона дуже підходить для упаковки всіх видів порошкоподібних матеріалів, таких як борошно, зелений порошок квасолі і т.д. Ця машина для розфасовки рибного порошку має різні моделі та робочі характеристики, тому вона може

задовольнити більшість вимог виробників рибної муки до упаковки рибного порошку.

5.3. Зелені технології виробництва олій, багатих на поліненасичені жирні кислоти ω -3 з морепродуктів

Риба та водорості є основними джерелами поліненасичених жирних кислот ω -3 (ω -3 ПНЖК). У всьому світі спостерігається швидке зростання попиту на олії, багаті на ω -3 ПНЖК. У традиційних процесах видобутку риб'ячої олії використовуються високі температури та хімікати, що ставить під загрозу якість нафти та навколишнє середовище. Тому потрібно було визначити альтернативні екологічно чисті технології виробництва олій із морепродуктів. Хоча більшість наведених у літературі досліджень було зосереджено на екстракції олії та збагаченні її n-3 ПНЖК, менше зусиль було спрямовано на зелене вилучення олій з риби та водоростей. Ферментативна обробка та ультразвукова екстракція екологічно чистими розчинниками є найбільш перспективними екологічно чистими технологіями вилучення риб'ячого жиру, тоді як екстракція під тиском підходить для вилучення олії з мікроводоростей. Етаноліз риб'ячого та водоростевого жиру, що каталізується ліпазою, є перспективною «зеленою» технологією збагачення ω -3 ПНЖК. Технології «зеленого» очищення, такі як фосфоліпазне і мембранне рафінування, заслуговують на вивчення на предмет застосування у виробництві риб'ячого жиру і жиру з морських водоростей.

Риб'ячий жир є важливим джерелом довголанцюгових поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), серед яких особливе значення мають ейкозапентаєнова кислота (ЕПК) та докозагексаєнова кислота (ДГК) через їхню важливість як структурних компонентів синаптичних мембран головного мозку та сітківки. ДГК у великих кількостях міститься в сірій речовині головного мозку, тому адекватне надходження цієї ω -3 ПНЖК особливо важливо під час вагітності та грудного вигодовування в нейрогенезі та синаптогенезі дитини, що розвивається. Достатня кількість ДГК у раціоні надає сприятливий вплив на когнітивні та зорові функції новонароджених, а також підвищує успішність дітей у школі.

Крім того, ДГК та нейропротектин Д-1, похідний ДГК, пов'язані з нейропротекторною дією проти нейродегенеративних захворювань та старіння мозку. ЕПК та ДГК також зменшують ліпогенез та пригнічують запальні шляхи, продемонструвавши потенціал у лікуванні неалкогольної жирової хвороби печінки. Одним із специфічних способів впливу ПНЖК на ці метаболічні шляхи є зв'язування з рецепторами, що активують проліфератор пероксисом, що запускає транскрипцію генів, що беруть участь у β -окисленні жирних кислот (ЖК) та адипогенезі. Хоча користь для здоров'я n-3 ПНЖК є загальновідомою, їх споживання з їжею невелике, особливо на Заході. Вагітні та жінки, які годують, також не отримують достатньої кількості цих ЖК. Щоденне споживання ПНЖК, що рекомендується, постійно переглядається і оновлюється урядами та організаціями охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ, Американська дієтична асоціація або Американська кардіологічна асоціація). Поточні рекомендації за загальною кількістю ω -3 ПНЖК варіюються від 1,4 до 25 мг на добу, а по ЕПК + ДГК – від 140 до 600 мг на добу. Цю суму можна заповнити мінімум двома порціями риби на тиждень, з яких одна - жирна риба, така як лосось, тунець або сардина (Molendi-Coste, Legry та Leclercq). Отже, для задоволення потреб у харчуванні ω -3 ПНЖК користуються все більшим попитом як харчові інгредієнти та харчові добавки, а також фармацевтичні продукти.

Склад ЖК риб відрізняється у різних видів і залежить від таких факторів, як довкілля та корм. Нижчий вміст ліпідів відмічено у риб тропічного клімату проти рибами арктичного регіону. Морські види риб мають більш високий вміст ω -3 ПНЖК через їх харчування планктоном, у той час як прісноводні риби мають більш високий вміст мононенасичених жирних кислот (МНЖК), що відображає склад ЖК рослинності та рослинної сировини як основного корму в прісній воді.

Рибна промисловість виробляє велику кількість побічних продуктів, основними компонентами яких є голови, нутрощі, шкіра та луска. У деяких випадках вихід побічних потоків може досягати 70% усієї риби. Рибне борошно і риб'ячий жир в даний час є двома основними продуктами, що виробляються в результаті переробки побічних продуктів переробки риби. Виробництво рибного

борошна та риб'ячого жиру було стимульоване значним зростанням цін з початку 21 століття, що збільшилися з 800 до 1600 доларів США за тонну рибного борошна та з 800 до 2400 доларів США за тонну ри�'ячого жиру до 2017 року. Отже, виробництво ри�'ячого жиру з малоцінної рибної маси та побічних продуктів, не придатних для прямого споживання, є унікальним рішенням для забезпечення цінних ω -3 ПНЖК для споживання людиною. Крім того, виробництво ри�'ячого жиру з побічних рибних продуктів відповідає принципам циркулярної економіки, згідно з якими відходи або побічні продукти однієї галузі стають сировиною для іншої.

Крім риби, останнім часом популярність як джерело ряду біологічно активних сполук для споживання людиною набули різні види водоростей завдяки їх високим темпам зростання та високому виробництву біомаси. Вміст біоактивних ліпідів у мікрводорості може досягати до 85% від сухої ваги, особливо багаті на ПНЖК. Їх також можна вирощувати в біореакторах у контрольованих умовах, щоб максимізувати їхню ефективність. Більше того, дослідження показали потенціал використання вирощування мікрводоростей (наприклад, *Nannochromis* sp.) для відновлення поживних речовин, що вивільняються у вигляді відходів промислової переробки, що є стійким способом виробництва біомаси, багатою ЕПК та ДГК. Недавнє дослідження показало, що вихід ліпідів при екстракції з біомаси *Isochrysis* становить 42 мас.% з використанням рідинної екстракції під тиском (PLE), також відомої як субкритична рідинна екстракція, з 90% водним етанолом. Останнім часом також зростає інтерес до видів макроводоростей як джерела поживних речовин та біологічно активних компонентів для харчових продуктів і кормів. Деякі види мають високий вміст ПНЖК; проте через загалом низький вміст олії її видобуток нині перестав бути частиною звичайних процесів переробки макроводоростей. Натомість вони в основному призначені для безпосереднього використання в їжу (в основному у вигляді сушених водоростей), а також для виробництва гідроколоїдів та харчових добавок.

В даний час доступні методи можна розділити на "традиційні" та "нетрадиційні". До традиційних методів належать методи, що традиційно використовуються і прийняті у всьому світі для екстракції риб'ячого жиру, які вже багато років застосовуються при промисловій екстракції риб'ячого жиру, наприклад, мокре відновлення (також відоме як рендеринг). Вологе подрібнення починається з варіння риби у воді протягом короткого часу (близько 30 хвилин) при температурі близько 90 °С з подальшим пресуванням і центрифугуванням, внаслідок чого утворюється 3-фазна система (знизу вгору: тверді речовини, вода) та масло), від якого декантацією відокремлюють верхній шар (масло). Хоча використання води дешево, безпечно і просто в експлуатації в промислових системах, мокре відновлення не дуже ефективне для вилучення риб'ячого жиру. Більш того, висока температура, яка використовується в процесі, призводить до деградації лабільних ω -3 ПНЖК. З цієї причини останніми роками з'явилися нетрадиційні зелені технології. Серед екологічно чистих альтернатив з найбільшим потенціалом промислового застосування є фізична попередня обробка мікрохвильовим випромінюванням (МВ-екстракція) або ультразвуком (УЗК), ферментативна екстракція, SFE та ферментація.

МВ-екстракція заснована на здатності системи поглинати електромагнітне випромінювання (потрібні розчинники з високим дипольним моментом) і перетворювати його на теплову енергію, що призводить до підвищення температури. Через підвищення температури вода в клітинах випаровується, викликаючи масивне руйнування клітинної стінки, що призводить до збільшення пористості, що полегшує перенесення маси розчинник. З іншого боку, **екстракція за допомогою ультразвукових коливань** (УЗК) заснована на кавітаційному ефекті ультразвукових хвиль, які полегшують екстракцію та масоперенесення, руйнуючи клітинні стінки. Обидва методи, особливо УЗК, широко застосовуються для вилучення широкого спектру сполук з харчових та натуральних продуктів і їх масштабування вже продовжується. Тим не менш, УЗК не застосовується у промислових масштабах видобутку риб'ячого жиру. Попередні дослідження порівняння ефективності МВ-екстракції та УЗК

показали, що застосування УЗК призвели до більш високого виходу риб'ячої олії та вищого вмісту ω -3 ПНЖК в маслі в порівнянні з МВ-екстракцією.

Ферментативна екстракція риб'ячого жиру проводиться у м'яких температурних умовах з використанням протеаз у відповідному співвідношенні вода/риба для максимізації ефективності екстракції. Було порівняно екстракцію органічним розчинником з мокрим відновленням, комерційною алкалазою та порошкоподібним екстрактом сирої протеази з гепатопанкреази тихоокеанських білих креветок, отримавши дуже схожі результати з точки зору виходу олії та складу ЖК. Отже, ефективність ферментативної екстракції була порівнянна з екстракцією розчинником, що призвело до вилучення олії 95% від загальної кількості ліпідів. Також повідомляється, що ферментативна екстракція з використанням алкалази дає найкращі результати при екстракції олії з побічних продуктів тунця порівняно з методами розчинника та мокрого відновлення. Сира риб'яча олія мала більш високий відсоток ПНЖК, а також нижчий ступінь окислення порівняно з традиційними методами екстракції органічними розчинниками та мокрого відновлення. Для мікрободоростей комбінація різних типів ферментів (целюлаза, протеїназа, лізоцим, пектиназа), що діють на різні компоненти клітинних стінок, виявилася найбільш ефективною попередньою обробкою, що покращує вихід олій. Ферментативна обробка є багатообіцяючим методом підвищення ефективності для одночасної екстракції олії, білкового гідролізату та біологічно активних речовин з риби, рибних субпродуктів та водоростей.

Надкритичні та субкритичні флюїдні екстракції, коли тиск і температура вище критичної точки, розчинник стає надкритичною рідиною, що досягає щільності, близької до рідини, і в'язкості, близької до газу. Ці властивості дають такі переваги, як кращі транспортні властивості, ефективна дифузія та швидша екстракція. Більш того, властивості рідини можна змінити для оптимізації її роботи, а як розчинники використовуються такі сполуки, як CO_2 , які зазвичай вважаються безпечними. Надкритичні та субкритичні флюїдні екстракції, що використовують CO_2 окремо або з співрозчинниками, вивчалася

кількома дослідницькими групами для вилучення олії з рибних продуктів. Така екстракція особливо підходить для екстракції неполярних ліпідів, але цей метод обмежений сухою біомасою. Сировина, така як риба, зазвичай піддається сушінню з сублимацією перед екстракцією, що вимагає часу і енергії.

Серед відомих методів екстракції ферментативна екстракція та особливо ферментація вимагають менших інвестицій та витрат на енергію, що робить їх більш привабливими у промисловому контексті, але вони вимагають дорогого та спеціального обладнання, але виробляють високоякісну риб'ячу олію. Їх слід розглядати як техніку, яка потребує подальшого розвитку на екстракційних установках, щоб зробити їх більш економічно доцільними. Враховуючи доведений потенціал для отримання високоякісної риб'ячої олії, вони, ймовірно, більше підходять для екстракції мікродоростей на біопереробних заводах, оскільки останні можна виробляти з високим виходом кінцевої продукції і переробляти на місці.

Сира риб'яча олія, отримана будь-яким із докладно описаних вище способів, ще не відповідає вимогам для споживання людиною та подальшої технологічної переробки через присутність співекстрагуючих речовин, таких як фосфоліпиди, вільні жирні кислоти та пігменти. Тому необхідно зробити кілька кроків підвищення якості сирової риб'ячої олії. Ці етапи зазвичай включають: дегумування для видалення фосфоліпідів, розкислення для зниження кислотності масла за рахунок видалення вільних жирних кислот, відбілювання (очищення) для видалення пігментів та інших забруднень і дезодорацію для видалення летких сполук.

Дегумування – це перший етап переробки видобутої риб'ячої олії. Важливо знизити вміст фосфоліпідів в олії, оскільки вони мають тенденцію до гідролізу легше, утворюючи вільні жирні кислоти та інші продукти реакції, які ставлять під загрозу стабільність олії. Водне рафінування являє собою першу стадію процесу очищення, в ході якої видаляється фракція фосфоліпідів, що гідратується, тобто фосфоліпідів з полярними фрагментами, такими як гідроксильні або аміногрупи. Навпаки, кислотне рафінування використовується

для негідратованих фосфоліпідів, які складаються в основному з фосфатидної кислоти, що має дві вільні гідроксильні групи з високою спорідненістю до кальцію та магнію з утворенням нейтральних, стабільних та негідратованих солей. Отже, мета полягає в тому, щоб видалити фосфатидну кислоту з отриманням недисоційованої фосфатидної кислоти та відповідних солей.

У процесі знекислювання видаляються вільні жирні кислоти, які присутні в олії у концентраціях 5–20% після етапу дегумування. Звичайна процедура зниження кислотності включає додавання NaOH для нейтралізації кислот з подальшим осадженням вільних жирних кислот у вигляді мила, які потім видаляються центрифугуванням або промиванням.

Метою відбілювання є видалення декількох типів домішок, таких як пігменти, продукти окислення ліпідів, а також залишки фосфоліпідів і мила, для подальшого поліпшення якості та стабільності масла. Нині основним методом відбілювання риб'ячого жиру є обробка твердим адсорбентом. Оптимізація процесу з точки зору температури, кількості адсорбенту та часу контакту призвела до ефективного зниження продуктів окиснення. Відзначимо, що традиційне відбілювання (очищення) з використанням твердих адсорбентів дають хороші результати і є економічно ефективними для промислового застосування. Використаний відбілюючий матеріал можна повторно використовувати як біоорганічне добрива. Отже, на цьому етапі особливу увагу слід приділити оптимізації процесу співвідношення оія/адсорбент і температури відбілювання для максимального видалення небажаних сполук при збереженні високого вмісту ПНЖК.

Дезодорація – це останній етап переробки риб'ячого жиру, метою якого є видалення небажаних пахучих сполук. Однак використання високих температур (180–270 °C) може спричинити низку хімічних реакцій, таких як окислення, ізомеризація та полімеризація молекул ліпідів, отже, дезодорацію слід проводити за температури не вище 180 °C. Альтернативами з більш високим потенціалом заміни високотемпературної дезодорації порою, мабуть, є методи, що працюють при кімнатній температурі, такі як лужна рідинно-рідинна екстракція етанолом і

нанофільтрація, причому перший варіант менш витратний, а другий дає кращі результати зниження вмісту летких речовин, але потребують високих інвестиційних витрат за конкретних установок.

В даний час переважна частина риб'ячого жиру переробляється з сирової нафти, що отримується як побічні потоки виробництва рибного борошна. Зростає інтерес до перетворення білків так званих промислових риб на високоякісні харчові продукти та білкові концентрати. Попередня обробка сировини та методи екстракції олії істотно впливають на структуру, технологічні властивості, а також органолептичні та харчові якості білкових фракцій риби та водоростей, що слід враховувати при вдосконаленні екологічних стратегій переробки цих цінних біоресурсів.

Питання для самоконтролю

1. Які види риб є основою індустрії рибного борошна та риб'ячої олії?
2. Які методи виробництва борошна та риб'ячої олії є спільними і мають практичне значення?
3. З яких структурних підрозділів складається підприємство з виробництва рибного борошна?
4. З якою метою застосовано термальну дискову сушарку у виробництві рибного борошна?
5. На якому принципі побудовано машину для віджиму риби?
6. Яким чином відбувається сепарація рідкої та твердої фаз на лінії виробництва риб'ячого жиру?
7. За яким принципом працює машина для просіювання рибного борошна?
8. Яку роль відіграє сушарка для рибного борошна в технології його виготовлення?
9. На якому принципі запроваджено дробарку для рибного борошна?
10. Яким чином відбувається пакування товарного рибного борошна?
11. Що представляють собою екстракція за допомогою ультразвукових коливань та ферментативна екстракція риб'ячого жиру?

Рекомендована навчальна література

1. Перцевий Ф. В., Терешкін О. Г., Гурський П. В., Ладика В. І., Янчева М. О., Камсуліна Н. В., Саєнко С. Ю., Хомічак Л. М. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби: підручник. Київ: ІНК ОС, 2014. 340 с.

2. Технологічне обладнання та лінії для переробки водних біоресурсів / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, Ю.І. Бойко, В.Ю. Сухенко, навч. посіб. / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: ЦП «Компринт», 2015. 253 с.

3. Марценюк, Н. О. Моніторинг технологій та інноваційний потенціал виробництва рибної продукції в Україні : монографія / Н. О. Марценюк, В. П. Марценюк. Київ : Компринт, 2016. 193 с.

Розділ 6. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА ІКРИ

Ікра - це назва набору ікри, яка росте в осетрових риб. Рідкісна, дорога і цінується як делікатес, недоторканна репутація ікри шанується в сучасних ресторанах високої кухні. А як щодо простої риб'ячої ікри, яка дорівнює такій новинці? Крім рідкості осетрової риби, все залежить від системи класифікації ікри, що враховує кожен вид ікри, її розмір та смак.

6.1. Види ікри

Існує шість основних видів ікри, кожен з яких має свій колір, смак, а іноді навіть текстуру та розмір.

1. Ікра білуги. Ікра білуги – рідкісний і затребуваний вид ікри. Ікра білуги походить від осетра білуги, що плаває у незабруднених водах Каспійського моря, що дозволяє ікрі зберігати свій справжній смак. Через свою якість білуга опинилася під загрозою через надмірний вилов, що призвело до заборони на імпорт ікри білуги до Сполучених Штатів, що зробило її ще більш шанованою. Однак рибники знайшли спосіб обійти цю проблему і створити екологічніший метод видобутку ікри білуги. Ікра Beluga Hybrid поєднує в собі ікру білуги та сибірського осетра, яким потрібно 18 років для досягнення повної зрілості. Смак білугої ікри: маслянистий, насичений, вершковий, м'який, з нотками лісового горіха. Колір білуги: світло-сірий, перламутровий.

2. Осетинська ікра. Осетинська ікра відома як найпопулярніший вид ікри у світі. Зі всієї високоякісної ікри це один з найдоступніших варіантів, що робить її звичайним явищем у меню ресторанів. Через низьку репродуктивну здатність і надмірний вилов осетрові осетри знаходяться під загрозою зникнення, що робить їх ікру ще більш затребуваною. Смак осетринської ікри: маслянистий, горіховий, солоний, яскравий, з нотками цитрусових. Колір ікри Осетри: темно-коричневий, сірий, золотий або чорний, залежно від сорту.

3. Ікра севрюга. Ікра севрюги – ще один вид європейської ікри, що стоїть у порівнянні з ікрою білуги та осетринських гігантів. Ці три типи ікри зробили ікру символом достатку та розкоші у сфері продуктів харчування. Незважаючи на найменший розмір, він наповнений смаком натурального мерруару Каспійського, Чорного та Егейського морів. Смак ікри севрюги: насичений, солоний, горіховий, чистий, свіжий. Колір ікри Севрюги: від сталевого і перламутрового сірого до темно-вугільно-сірого.

4. Ікра хаклбека. Ікра хаклбека - це різновид американської ікри, яку збирають у південних річках США. Ікра хаклбека є чудовою альтернативою ікри, що імпортується з Європи, оскільки вона дешевша, її виловлюють у дикій природі, не переловлюють, і вона напрочуд схожа на цінну ікру Севрюги. Смак ікри хаклбек: інтенсивний, глибокий, солодкий, горіховий. Колір ікри хаклбек: вугільно-чорний і мерехтливий.

5. Калужька ікра. Калужька ікра надходить з різних річкових басейнів і морів Азії і є екологічно безпечним варіантом ікри в порівнянні з ікрою європейських осетрових, що зазнають надмірного вилову. Цю ікру, яку іноді називають «річковою білугою», добувають із двоюрідного брата знаменитого білуги. Через свою спорідненість калужька ікра настільки схожа на цінну білужу ікру, що калужька ікра стала її головним конкурентом у США. Смак калужької ікри: земляний, маслянистий, солоний. Колір калужької ікри: від світлого до темно-коричневого або золотистого відтінку.

6. Ікра стерляді. Ікра стерляді — ще один вид ікри, що росте в Європі, а точніше у Каспійському, Чорному, Егейському та Азовському морях, а також у річках Сибіру. Ікра стерляді на смак дуже нагадує ікру севрюги, але за розміром ще менше. Як і білуга, осетра та севрюга, стерлядь знаходиться під загрозою зникнення через надмірний вилов і тому має вищу ціну. Смак ікри стерляді: м'який, горіховий, маслянистий. Колір ікри стерляді: від світлого до темно-сірого з блискучими сріблястими відтінками.

Ікра (Роу) є незаплідненою ікрою риб деяких морських тварин. Різні види ікри зазвичай збирають із лосося, форелі, веслоноса, боуфіну та іншої риби, але

її також можна збирати з морських їжаків, креветок, морських гребінців, кальмарів та інших видів морських мешканців.

Ікра лосося, також відома як ікра Ікура в елітних японських ресторанах, є ікрою лосося. Багаті поживними речовинами океани, в яких росте лосось, відбиваються на здорових та величезних розмірах ікри, внаслідок чого ікра лосося має міцну зовнішню оболонку та бархатисту внутрішню частину, яка легко лопається під тиском. Смак ікри лосося: чистий, свіжий, маслянистий. Колір ікри лосося: блискучий оранжево-червоний.

Ікра Херруга Роу видобувається з іспанського оселедця. Хоча крихітні ікринки ікри мають природний золотистий колір, вони забарвлені чорнилом кальмару, що призводить до чудового порівняння з ікрою осетрових риб. Ікра херруги - популярний вибір, коли хочеться ікри осетрових риб, але без дорогої ціни. Смак ікри херруга: трохи димний і горіховий. Колір ікри херруга: природно золотистий, але часто забарвлюється у вугільно-чорний колір з кальмаром.

Ікра Масаго Роу, також відома як ікра мойви, видобувається з ікри мойви. Мойву виловлюють в основному для використання у виробництві риб'ячого жиру, але зараз все більше і більше виробників залишають ікру для продажу на ринку Масаго. Смак ікри Масаго: трохи димний, злегка солоний. Колір ікри Масаго: природно блідо-жовтий або блідо-жовтогарячий, але часто забарвлений в яскраво-жовтогарячий колір.

Ікра веслоноса - це різновид ікри, яку видобувають із північно-американського веслоноса. Ікра Веслоноса — популярний вид ікри, оскільки вона дуже схожа на цінну ікру севрюги, але коштує набагато дешевше. Смак ікри веслоноса: землянистий, шовковистий, дуже насичений. Колір ікри веслоноса: від світло-до темно-сірого.

Ікра райдужної форелі видобувається із європейської райдужної форелі, яку вирощують у прохолодних прісноводних озерах Франції. Їхні яйця мають значний розмір у порівнянні з іншою ікрою та ікрою, що дозволяє отримати вишукані сенсорні відчуття при проколі їхньої зовнішньої оболонки та

бархатистої внутрішньої частини. Смак ікри форелі: м'який, солодкий, солоний. Колір ікри форелі: блискучий золотисто-червоний колір.

Тобіко Роу – це різновид ікри, яку видобувають із летючої риби. Зібраним тобіко можна легко маніпулювати, щоб отримати безліч різних кольорів та уподобань. Тобіко можна купити забарвленим у зелений колір з васабі, у чорний із чорнилом кальмара та у червоний із буряковим соком. Смак ікри тобіко: звичайно злегка солоний, але може відрізнятись в залежності від типу ікри тобіко. Колір ікри тобіко: звичайно зелений, але може бути червоним, зеленим або чорним, залежно від натуральних барвників.

Ікра сіга - це різновид ікри, яку одержують від американського сіга, що плаває в прохолодних водах Великих озер. Сіг дозволяє додати насиченість рибної ікри, не збільшуючи при цьому витрати на їжу. Смак ікри сіга: гострий, солодкий, солоний. Колір ікри сіга: золотисто-жовтогарячий або рубіново-червоний.

Найдорожча ікра у світі – **Strottarga Bianco**, її середня ціна становить близько 113 630 доларів за кілограм. Цю ікру одержують від сибірського осетра-альбіноса, який виробляє ікру білого золота, яку потім зневоднюють і згортають зі зголеними цятками істівного золота. Цю рибу вирощують у Зальцбурзі, Австрія.

Ікра дорого коштує з 5 основних причин:

- Високі витрати на вирощування (фермерство)
- Високі витрати на робочу силу та обробку
- Осетрові не часто несуть ікру
- Низька пропозиція, високий попит
- Висока вартість перевезення

Нижче наведено приклад середнього часу дозрівання зразків різних видів осетрових риб, які виробляють ікру.

Вид осетра
Білий

Час дорослішання
від 11 до 34 років

Калуга	від 14 до 23 років
Білуга	від 19 до 22 років
Сибірський	від 19 до 20 років
Дунай	від 12 до 16 років
Зірковий	від 8 до 10 років
Стерлядь	від 4 до 5 років

Коли осетр дозріє, фермери повинні уважно стежити за його ікрою. Це робиться вручну шляхом проведення ультразвукового дослідження кожної окремої самки. Після того, як встановлено, що самка несе ікру, її витягають і перетворюють на ікру – трудомісткий процес, що потребує навичок та точності. Процес вилучення здійснюється шляхом забою, кесаревого розтину або доїння. Хоча забій є найбільш популярним методом видобутку, останні два набирають популярності, оскільки не вбивають тварин.

Штучна ікра або замітники ікри розглядаються як альтернатива оригінальній ікри, що продається за більш доступними цінами (зазвичай менше 200 Євро за кілограм) задля збереження видів осетрових риб. Відповідно до звіту Митної служби США вони визначаються як перероблена ікра, отримана з неосетрових риб, тобто. лосося, пінагора, тріски, тунця та кефалі. Їх зазвичай готують шляхом засолювання рибної ікри після відокремлення від прилеглих до неї органів, потім сушіння та додавання приправ або забарвлення для поліпшення її смаку та якості.

Крім засолювання, при обробці ікри застосовують пастеризацію, зберігання в холоді та радіочастотну обробку, щоб запобігти її псуванню. Хоча пастеризація та будь-яка термічна обробка більш ефективні у збереженні, вони не рекомендуються через негативний вплив на органолептичні якості ікорної продукції.

6.2. Інноваційні замітники риб'ячої ікри

Ікра морських водоростей, також відома як «веганська ікра» або «ікра водоростей», є рослинною альтернативою ікре лосося. Ці перлини, які ідеально підходять для тих, хто дотримується дієтичних обмежень або піклується про навколишнє середовище, виготовлені з екстракту морських водоростей і мають аналогічну повітряну текстуру. Хоча ікра з морських водоростей позбавлена інтенсивного рибного смаку ікри лосося, вона має приємний, злегка солоний смак. Його використовують у суші-ролах, канапе та інших кулінарних творах, де важлива презентація. Однією із суттєвих переваг ікри з морських водоростей є її екологічність: вона не потребує продуктів тваринного походження чи процесів рибальства. Додатковим бонусом є те, що вона зазвичай дешевша, ніж традиційні варіанти ікри, і стійка при зберіганні.

Бурякова "ікра" - це інноваційна рослинна альтернатива ікри лосося. Цей яскравий замітник, виготовлений із свіжих буряків, імітує колір та зовнішній вигляд традиційної ікри. Однією з основних причин, через яку бурякова «ікра» так добре працює як замітник, є її універсальність. Його можна додавати у різні страви, надаючи йому відтінку кольору та неповторний смак. Створення бурякової «ікри» є простим процесом, в якому як желуючий агент використовується агар-агар. Це дозволяє надати буряковому соку невеликі кульки, що за текстурою та зовнішнім виглядом нагадують ікру лосося. Хоча смак може відрізнятись від традиційної ікри лосося, бурякова «ікра» має трохи солодкуватий, землистий смак, який може доповнити багато страв. Експериментування із цим замітником може призвести до створення нових цікавих кулінарних витворів.

Ікра равликів, хоча менш поширена, ніж риб'яча ікра, є унікальною альтернативою ікри лосося. Це дешевий делікатес, він виробляється зі спеціально вирощених равликів і має інтригуючий землистий смак. Текстура равликової ікри твердіша, ніж у ікри лосося, а її маленькі, напівпрозорі та бліді перлини надають візуальній привабливості різним стравам, таким як салати та канапе.

Соєві перли – інноваційний замітник ікри лосося. Ці маленькі кульки, виготовлені з соєвого білка, мають текстуру, схожу на рибну ікру, але при цьому мають унікальний смак. Соєві перли, які часто використовуються в молекулярній кухні, можуть поліпшити різні страви, надавши їм пікантного смаку та цікавого відтінку. Це універсальний інгредієнт, який може підійти до різних кулінарних застосувань. Для вегетаріанців та веганів це ідеальна, сприятлива для тварин альтернатива традиційній рибній ікрі. Хоча соєві перли, можливо, не мають точного смаку ікри лосося, він пропонує інтригуючий варіант для тих, хто хоче поекспериментувати. Поєднуючи їх з додатковими інгредієнтами, можна отримати чудові та апетитні страви.

"Штучна ікра" кускуса - інноваційний і розумний замітник ікри лосося, особливо для тих, хто шукає рослинну альтернативу. Ці крихітні перлини, виготовлені з приправленого і приправленого кускуса, на вигляд і текстурі нагадують рибну ікру. Щоб створити «штучну ікру» з кускуса, просто приготуйте кускус відповідно до інструкцій на упаковці, потім додайте приправи, щоб імітувати солоний смак лосося ікри. Крім того, ви можете поекспериментувати з різними травами, спеціями або навіть овочевими соками, щоб створити унікальний смаковий профіль, що відповідає вашому смаку. Коли кускус буде приправлений, використовуйте синьо або кондитерський мішок, щоб створити крихітні перлини. Дайте перли охолонути і застигнути, а потім використовуйте його як гарнір або інгредієнт замість лиски лосося у своїх улюблених стравах. Крім того, що «штучна ікра» кускуса є веселою та креативною альтернативою, вона економічна та універсальна. Майте на увазі, що, хоча вона і не має точного смаку ікри лосося, вона все ж таки може надати привабливий візуальний і текстурний елемент вашим кулінарним творінням.

Багато цих заміників ікри лосося походять з різних видів риб, таких як ряпушка, оселедець, пінагор і форель. Їхні яйця збирають у певні сезони і часто надходять із керованих рибальських господарств або зі стійких джерел. Ці альтернативи рибної ікри повинні пройти процес консервації, зазвичай з

використанням солі чи іншого консерванту, щоб продовжити термін зберігання та покращити смак.

Ікра на основі морських водоростей екологічно безпечно виробляється з їстівних видів морських водоростей, таких як ламінарія, у процесі, в якому використовуються природні альгірати для створення перлинних сфер. Крім того, варіанти на рослинній основі, такі як бурякова ікра та «штучна ікра» кускуса, виготовляються за допомогою сферифікації агар-агару та творчих кулінарних методів відповідно. У штучній ікрі використовуються різні інгредієнти, у тому числі альгірати, ароматизатори та інші добавки, що імітують зовнішній вигляд та текстуру лосося. Вкрай важливо перевірити інгредієнти та виробничі процеси, що використовуються у цих заміниках, оскільки вони можуть відповідати конкретним дієтичним обмеженням чи перевагам.

6.3. Інноваційне обладнання для промислового виробництва риб'ячої ікри

Машини для переробки ікри (рис. 86). Автоматична система протирання ікри лосося. Здатна ніжно і швидко відокремлювати ікру від плівки. Чотири тарілки для ікри поступово продавлюють ікру через сітчастий барабан, після чого яйця видаляються з машини м'яким збалансованим притисковим роликком і скребковим механізмом. Повідомляється про ефективне відділення ікри, що дорівнює або перевищує ручне втирання.



Рис. 86. Машини для переробки ікри [24]

Технічні характеристики:

Продуктивність сирої ікри, кг/год – понад 800

Конструктивні особливості

- Вся конструкція виконана з нержавіючої сталі
- Вхідний конвеєр має привід
- Стандартний гофрований барабан з нержавіючої сітки
- Система водяного колектора
- Створено для гігієни та легкої санітарії
- Конструкція, придатна для експлуатації в солоній воді

Електричне живлення – 220 або 440 В, 3 фази, 60 Гц

Електронний регульований привід

Виробник: RYCO, США

Ротаційна мийна машина (рис. 87). Ікра обережно обривкується водою, ікорна маса скочується на дно барабана де відокремлюється та промивається і віддаляються зламані оболонки та сміття. Водорозпилювальна труба встановлена в центрі барабана з ширококутними розпилювачами для миття ікри.

Під нього встановлено піддон для збору промивної води та сміття, яке має бути видалено з барабану. Барабан має вирізані прорізи з контрольованим розміром бракованого матеріалу.



Рис. 87. Ротаційна мийна машина [24]

Технічні характеристики:

Конструктивні особливості

- Вся конструкція виконана з нержавіючої сталі
- Надійний тяговий привід барабана
- Система водяного колектора
- Призначений для гігієни та легкої санітарії
- Конструкція, придатна для експлуатації в солоній воді

Електричне живлення – 220 або 440 В, 3 фази, 60 Гц

Електронний регульований привід

Виробник: RYCO, США.

Резервуари для мішалки ікри лосося (рис. 88). Лопатевий вал мішалки має дві лопатки під низьким кутом посередині резервуару, і дві нижні скребкові

перпендикулярні лопатки. На ньому встановлена регульована лопатка протитечії на внутрішній стінці бака. Лопатевий вал підтримується харчовим підшипником внизу, а бронзова муфта ковзання розташована зверху. Стрижень легко знімається за лічені хвилини для очищення. Привід встановлений над резервуаром на важкому швелері конструкції з фланцями для запобігання попаданню масла на виріб нижче.



Рис. 88. Резервуари для мішалки ікри лосося [25]

Електродвигун приводить в рух вал мішалки через черв'ячну передачу редуктор і привод із змінною швидкістю. Резервуар виготовляється із нержавіючої сталі з гладкими шліфованими швами.

Технічні характеристики:

- Призначений для встановлення на судні.
- Об'єм резервуара, літри – 886.
- Число обертів валу мішалки, об/хв – від 12 до 60.

- Вали двигуна виготовлені з нержавіючої сталі.
- Потужність, кВт – 0,5.
- Електричне живлення – 220 або 440 В, 3 фази, 60 Гц
- Установлена суха вага, кг – 318.

Виробник: RYCO, США.

Відцентрова сушарка ікри RYCO (рис. 89) м'яко сушить ікру лосося за допомогою відцентрової сили. Привід із змінною частотою дозволяє регулювати швидкість обертання від прискорення і максимуму до уповільнення. Контроль циклу автоматичний. Відцентрову сушарку можна розрахувати на будь-яку розумну продуктивність. Машина розроблена відповідно до санітарних вимог FDA та USDA, її легко чистити та підтримувати в робочому стані.



Рис. 89. Відцентрова сушарка ікри RYCO [25]

Технічні характеристики:

- Продуктивність, кг/год – до 500.
- Покращене відновлення ікри.

- Всю конструкцію виготовлено з нержавіючої сталі.
- Створено для гігієни та простоти використання.
- Конструкція, придатна для експлуатації в солоній воді.
- Простота обслуговування.
- Варіатор швидкості.
- Електричне живлення – 220 або 440 В, 3 фази, 60 Гц.

Виробник: RYCO, США.

VCI Вакуумна машина для закупорювання ікри (рис. 90) вимагає мінімального налаштування і мінімального обслуговування.



Рис. 90. VCI Вакуумна машина для закупорювання ікри [25]

Вона легко транспортується і вписується в будь-яке середовище і не вимагає подачі стисненого повітря та має просте підключення до виходу.

Виробник: Desjardin. Франція.

Питання для самоконтролю

1. Які види риб'ячої ікри вважаються найбільш цінними?
2. Що собою представляє ікра Роу?
3. Яка риб'яча ікра вважається найдорожчою, чому?
4. Які характерні властивості відрізняють штучну ікру від природньої?
5. Яким шляхом здійснюється на практиці процес вилучення риб'ячої ікри?
6. Що собою представляє «бурякова ікра», ікра равликів, соєві перли, ікра на основі морських водоростей?
7. Якими характерними властивостями має володіти ротаційна мийна машина?
8. Яке обладнання використовують для формування технологічних ліній переробки ікри?
9. Які технологічні особливості переробки ікри?
10. Які консерванти доречно використовувати для довготривалого зберігання ікр'яних товарів?

Рекомендована навчальна література

1. Технологічне обладнання та лінії для переробки водних біоресурсів / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, Ю.І. Бойко, В.Ю. Сухенко, навч. посіб. / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: ЦП «Компринт», 2015. 253 с.

2. Технологічне обладнання рибопереробної галузі: навчальний посібник / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, В.П. Василів, З.А. Бурова; за ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: НУБіП України, 2019. 452 с.

3. Товарознавство риби та рибних товарів [текст]. Навч. посіб. / А. А. Дубініна, В. М. Онищенко, М. О. Янчева, Т. М. Попова, Р. Я. Томашевська. К.: Центр учбової літератури, 2012. 336 с.

Розділ 7. ЗРАЗКИ ІННОВАЦІЙНОГО ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ В РИБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

7.1. Пакувальні матеріали

Хоча інновації в упаковці морепродуктів розвиваються швидкими темпами, більшість морепродуктів, як і раніше, відправляється на роздрібні та інституційні ринки без упаковки. Цілу або оброблену рибу та деякі молюски упаковують у льоду та продають у контейнерах для масових вантажів. На ринку продукти виставляються та виставляються на продаж – ще невпакованими – на шарі льоду. Заморожені морепродукти в упаковці просунулися далі, ніж свіжі продукти, зважаючи на великий вибір красиво упакованих продуктів, доступних у відділах заморожених продуктів супермаркетів. На жаль, зовнішній вигляд деяких упаковок краще, ніж їхня здатність захистити якість продукції.

Розширення продажу морепродуктів, вирощених на фермах, вимагатиме переміщення продукції по більш довгих і складних розподільчих ланцюжках, щоб дістатися до споживачів. Тому упаковка буде все більш важливою для забезпечення високої якості, привабливості для продажу та задоволеності споживача. Навіть перебуваючи в холодильнику, рибна продукція є одним із продуктів, що швидко псуються. Три біохімічні та біологічні фактори сприяють швидкій втраті якості.

Основним чинником є бактерії, оскільки рибна продукція є відмінним джерелом поживних речовин зростання бактерій. Бактерії перетворюють багато природних компонентів на неприємні запахи або присмаки, а іноді і виробляють токсичні сполуки.

По-друге, ліпіди в рибних продуктах сильно ненасичені порівняно з ліпідами інших м'язових продуктів і легко перетворюються на згріклі сполуки. По-третє, деякі травні та м'язові ферменти активно розщеплюють м'язові білки, внаслідок чого виходить м'яка, кашоподібна текстура.

Контролювати дію ферментів можна лише шляхом витримування продукту за дуже низьких температур. Упаковка не уповільнює руйнування

ферментів, за винятком того, що вона є ізолятором під час розповсюдження. Упаковка є бар'єром для забруднення продукту та допомагає уповільнити окислення ліпідів, будучи бар'єром для кисню. Крім того, упаковка може допомогти запобігти або зменшити опіки під час заморожування.

Проникність газів та води через пакувальний матеріал визначається його хімічним складом. Сьогодні високобар'єрні плівки, які можуть бути ламіновані або співекструдовані, складаються з двох або більше шарів матеріалів, що відрізняються за складом. Таким чином, кілька властивостей, таких як газопроникність, здатність до термозварювання та гнучкість при низьких температурах, можуть бути вбудовані в одну плівку для задоволення потреб в упаковці.

Скін-упаковка – це нове слово у рішеннях для пакувальних процесів, яке має на увазі розміщення харчового продукту на щільній підкладці або готовому лотку з наступним його обгортанням у нагріту тонку прозору плівку з полімерів за допомогою спеціального обладнання (вакуумних скін-пакувальних машин). Назва походить від англійського слова skin — «шкіра», що повністю відображає суть отриманої упаковки, котра облягає продукт, ніби друга шкіра. В скін-упаковці продукт повністю зберігає свою якість та свіжість, а також колір, текстуру та цілісність. При цьому полімерна плівка дуже гарно облягає продукт та дає змогу максимально ефективно продемонструвати його високу якість для потенційних покупців. Що відрізняє вакуумну скін-упаковку від інших методів упаковки, так це те, що така упаковка набагато привабливіша для споживачів, ніж будь-яка інша упаковка, і при цьому продовжує термін придатності харчових продуктів до очікуваного періоду.

Завданням упаковки є захист рибної продукції від зневоднення, окислення та забруднення. У гарній упаковці є:

Вологостійкість. Втрата води під час зберігання у замороженому вигляді призводить до стану, який часто називають опіком при заморожуванні. Втрата води сушить і робить їжу твердою, а також сприяє окисленню. Опік та окислення

при заморожуванні завжди супроводжуються неприємним присмаком, неприємним запахом та неприємним кольором.

Низька проникність. Проникність – це швидкість, з якою пакувальний матеріал пропускає пари та гази між продуктом та навколишньою атмосферою. Існують великі відмінності у проникності різних пакувальних матеріалів та плівок.

В обтяжку. Щільно прилегла упаковка необхідна для запобігання втраті вологи всередині упаковки для заморожування. У нещільній упаковці волога випаровується з риби та конденсується у вигляді кристалів льоду на внутрішній поверхні упаковки. Якщо продукт злегка нагрівається під час розморожування або при відкритті дверцят морозильної камери, волога може переміститися з поверхні упаковки назад на поверхню продукту. Коли пакет знову охолоне, цикл повторюється. Це може тривати до тих пір, поки з їжі не буде видалена велика кількість води, що призведе до серйозного зневоднення.

Практичні якості. Пакувальні матеріали також повинні бути міцними, простими у застосуванні та відносно недорогими. Див. Таблицю 1 порівняння пакувальних матеріалів.

7.1.1. Гнучка упаковка

На жаль, знайти пакувальні матеріали, що мають усі перераховані якості, складно. Кожен матеріал має свої переваги та недоліки. Вощений папір, вошені картонні коробки, целофанові та поліетиленові пакети мало захищають морепродукти. Алюмінієва фольга – це упаковка, яку слід використовувати з обережністю. Фольга непроникна для газів, але її важко герметично закрити, що забезпечує легкий прохід водяної пари та повітря. Крім того, алюмінієва фольга не є щільно прилеглою обгорткою і її легко проколоти.

З пластикових плівок поліестер, полівініліденхлорид (саран) та полівінілхлорид (ПВХ) є хорошими бар'єрами для кисню та займають високі місця за більшістю інших бажаних характеристик ідеальної упаковки. І саран, і

ПВХ прилипають до свіжої риби та забезпечують гарне прилягання, якщо бульбашки повітря витісняються. Однак саран не міцний за дуже низьких температур. Посилки з саранчи рекомендується обернути захисним папером.

Поліестерові пакети та рукави широко використовуються для комерційної упаковки. Однак повітря необхідно відкачати з мішків за допомогою вакуумного насоса або термоусадки. Поліестер найбільше підходить для дорогих продуктів, які важко зберігати, таких як приготовлені креветки, лосось та краби, де висока вартість продукту компенсує відносно дорогу упаковку. Потрібна обережність при видаленні кисню з контейнера з вакуумною упаковкою, оскільки безкисневе середовище, що утворюється, може сприяти створенню умов, придатних для зростання і вироблення токсинів анаеробних патогенів, таких як *Clostridium botulinum*. Вироблення токсинів найбільш вірогідна, якщо продукт піддається температурному впливу протягом тривалого часу. Однак серйозні дослідження показали, що псування продукту зазвичай відбувається до утворення токсинів.

Крім того, пригнічення аеробних мікроорганізмів, що викликають псування, може створити умови, сприятливі для зростання патогенних аеробних бактерій, таких як *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* та *Aeromonas Hydrophila*, а також ентеротоксигенної *Escherichia coli*. Отже, вакуумна упаковка може вибірково сприяти зростанню облігатних та факультативних анаеробних патогенів. Якщо продукт упакований під вакуумом у киснедонепроникну плівку, перед розморожуванням бажано відкрити або виїняти упаковку.

Навколишнє середовище в упаковках з модифікованою атмосферою змінюється, щоб зменшити зростання мікробів та ферментативне розкладання, а також продовжити термін придатності продукту. Основним газом, що використовується в упаковці модифікованої атмосфері (MAP), є діоксид вуглецю. Однак часто додають інші гази, наприклад кисень, щоб запобігти небажаним змінам кольору. На антимікробну дію вуглекислого газу в упаковках із модифікованою атмосферою впливають кілька факторів. До них відносяться початкове мікробне навантаження, концентрація газу, температура та проникність плівки. Щоб бути ефективним проти аеробних мікроорганізмів, що

викликають псування, необхідно, щоб у вільному просторі упаковки з модифікованою атмосферою містилося 20-60 відсотків вуглекислого газу. У цих умовах пригнічуються різні мікроорганізми, що викликають псування, включаючи види *Pseudomonas*, *Acinetobacter* і *Moraxella*, але *Brochothrix thermosphacta* та молочнокислі бактерії продовжують повільно зростати. Хоча існує можливість зростання патогенів, як обговорювалося раніше для продуктів у вакуумній упаковці, ризики, пов'язані з MAP, можуть бути не більшими, а часто можуть бути меншими, ніж ті, які пов'язані з харчовими продуктами, що зберігаються в аеробних умовах.

Умови упаковки в контрольованій атмосфері (CAP) визначаються як зміна газової атмосфери над харчовим продуктом, незалежно від коливань навколишнього середовища або температури, з якими стикається продукт під час його розповсюдження. CAP, який створює постійну атмосферу незалежно від дихання та витоку продукту, в основному використовувався для фруктів та овочів, а не для рибної продукції. CAP продовжує лаг-фазу мікробів, пригнічує ріст мікробів і пригнічує ріст деяких мікроорганізмів, що викликають псування.

Широке розповсюдження отримали наступні гнучкі матеріали для виготовлення ефективної упаковки.

Плівка Skin Pack. Плівки Skin Pack повинні бути прозорими, м'якими, міцними та достатньо гнучкими, щоб упаковувати продукти різних форм та розмірів.

Лотки з кристалічного поліетилентерефталату довговічні, термостійкі та безпечні для використання в мікрохвильовій печі, що робить їх ідеальними для пакування готових до використання морепродуктів.

Лотки для пакування з поліпропілену. Лотки для пакування з поліпропілену більш гнучкі, ніж лотки з кристалічного поліетилентерефталату, і зазвичай використовуються для пакування свіжих та попередньо приготовлених продуктів.

Паперовий картон. Ламінований картон стає дедалі популярнішим серед додатків у пакувальній техніці, оскільки він дозволяє покращити торгівлю та

презентацію. Крім того, це зменшує кількість пластику, що використовується в процесі. Він особливо популярний для риби та морепродуктів.

7.1.2. Жорстка упаковка

До жорстких пакувальних матеріалів відносяться банки, скляна тара та композитні пластики. Ці типи упаковки є фізичним бар'єром для зовнішніх забруднень, таких як повітря, і здатні протистояти коливанням тепла, холоду і тиску. Металеві банки виготовляються із білої жерсті, алюмінію або комбінації цих двох металів. Металеві банки використовуються для упаковки оброблених продуктів через їх міцність, швидкість виготовлення, простоту наповнення та закриття, а також здатність витримувати високі температури та тиск у процесах консервування або пастеризації. Однак обмеження металевих банок включають їх вагу, неможливість повторного використання або повторного закриття, утилізацію та необхідність впровадження ефективного контролю якості закриття банок.

Скляні контейнери не псуються з віком та є відмінним бар'єром для твердих частинок, рідин та газів. Їх основними недоліками як упаковки є вага, крихкість та вимоги до утилізації. При використанні скла світло може вплинути на якість продукції, термічний удар може призвести до втрати продукції, а транспортування може призвести до поломки. Однією з найбільших перешкод для скла є небажання зледеніти продукт під час транспортування, оскільки може збільшитись ймовірність поломки.

Жорсткі пластикові контейнери можуть бути виготовлені з поліетилену, полістиролу, полівінілхлориду, поліпропілену та целюлози ацетату. Вибір типу пластику залежить від сумісності з харчовими продуктами, вартості, простоти обробки та вимог до зберігання. До недоліків відносяться низькі бар'єрні якості, нестійкість до нагрівання та тиску, крихкість при низьких температурах та утилізації.

7.2. Інноваційне пакувальне обладнання для риби та морепродуктів

Вакуумна пакувальна машина безперервної дії стрічкового типу серії LDZ 1000/1C, LDZ 1000/2C (рис. 91) від Yide Machinery Co., Ltd. являє собою один з видів камерних вакуумних пакувальних машин, яка має обертову конвеєрну стрічку для транспортування пакетів у вакуумну камеру, а потім вакуумної камери після процесу вакуумного запечатування. Процес вакуумного та термозварювання завершується в робочій камері за допомогою вакуумного насоса та комплекту нагрівального вузла. Вакуумна пакувальна машина безперервної дії стрічкового типу може використовуватися для вакуумного запечатування вакуумних пакетів, ретортних пакетів з різних матеріалів, включаючи полімерні плівки, алюмінієву фольгу та пакети зі складових матеріалів.

Існує 4 стандартні моделі вакуумних пакувальних машин безперервної дії стрічкового типу, які розрізняються довжиною запечатувальної планки (100 см, 110 см) та кількістю запечатувальних планок (1 шт., 2 шт.).



a)

серії LDZ 1000/1C



б)

Рис. 91. Вакуумна пакувальна машина безперервної дії стрічкового типу серії LDZ 1000/1C а); LDZ 1000/2C б) [30]

Особливості вакуумної пакувальної машини безперервної дії стрічкового типу:

- Вакуумна пакувальна машина повністю виготовлена з нержавіючої сталі для максимальної довговічності та гігієни харчових продуктів.
- Гігієнічний дизайн, легко чистити.
- Кут нахилу конвеєрного столу регулюється для зручного пакування різних видів продуктів із рідиною.
- Легке очищення конвеєрної стрічки за рахунок простого промивання водою.
- Високоєфективний вакуумний насос, вакуумний насос німецької марки, наприклад, BUSCH, або вакуумний насос китайського виробництва.
- Система керування мікрокомп'ютером та електрична коробка водонепроникні.
- Проста у використанні мікрокомп'ютерна система керування з безліччю варіантів налаштування програми.
- Ланцюг із нержавіючої сталі відповідає харчовим санітарним вимогам та забезпечує якість продукції.
- Легке переміщення за допомогою ходових коліс.
- Кращою особливістю і найбільш зручним моментом вакуумної пакувальної машини безперервної дії стрічкового типу є те, що конвеєрна стрічка, що обертається, дозволяє комбінувати її з основною конвеєрною стрічкою для збору готових упаковок. Оператори виконують тільки мінімальну роботу з укладання продукції в пакети та встановлення пакетів у потрібне місце запаювальної планки.
- Застосовується для різних заводів масового виробництва.

Технічні характеристики:

Модель	LDZ 1000/1C	LDZ 1000/2C	LDZ 1100/1C	LDZ 1100/2C
Довжина ущільнювальної планки, мм	1000	1000	1100	1100
Ущільнювальна планка, кількість, шт.	1	2	1	2
Макс. довжина мішечка, мм	420	270	420	270
Розмір машини, мм	1900x1500x 1300	1900x1600x 1300	2000x1500x 1300	2000x1600x 1300

Виробник: Yide Machinery Co., Ltd. Китай.

Вакуумні скін-пакувальні машини є серією пакувальних машин, які відкачують повітря з пластикових лотків або паперових картонів, запечатують упаковку прозорою скін-плівкою, яка міцно утримує харчові продукти і прилипає до лотків/картонів. Існує кілька типів машин для вакуумної скін-упаковки, напівавтоматичних або повністю автоматичних машин, які можуть відрізнятися за конкретним робочим процесом, але оскільки технологія упаковки однакова, всі пакувальні машини мають схожі загальні процеси. Основна частина всього вакууму Процес упаковки в скін-упаковку завершується в камері вакуумного запечатування, де машина для вакуумної скін-упаковки використовує тепло (для пом'якшення скін-плівки) та вакуум, щоб натягнути прозору та гнучку верхню скін-плівку, щоб запечатати та щільно приклеїти продукт до лотків (попередньо виготовлені чи термоформовані) або картон. Зсередини упаковки видаляється вся атмосфера, і продукт утримується середині цієї «другої шкіри». Порядок операцій наступний: харчовий продукт поміщають у лоток вакуумної плівкової упаковки або на картонну підкладку; лоток для скін-упаковки та продукт поміщаються у форму машини для вакуумної скін-упаковки; форма поміщається в камеру вакуумного зварювання або автоматично переміщується в камеру вакуумного зварювання; у камері вакуумного запечатування повітря з упаковки повністю видаляється, плівка нагрівається і витягується, щоб приклеїтися до лотка для скін-упаковки.

Настільна машина для вакуумної упаковки скін LSP350/250 (рис. 92), відома як настільна машина для вакуумної скін-упаковки, являє собою напівавтоматичну невелику машину, яку можна буквально поставити на стіл для роботи.

Будучи обладнанням початкового рівня для скін-упаковки, настільна вакуумна скін-пакувальна машина має компактну конструкцію, займає мінімальну площу та економить простір, ідеально підходить для невеликих продовольчих магазинів та супермаркетів, яким необхідна вакуумна скін-упаковка для свіжих продуктів харчування – морепродуктів, м'яса, сир і т.д.



Рис. 92. Настільна машина для вакуумної упаковки скін LSP350/250 [30]

Технічні характеристики:

Модель –	ЛСП250	ЛСП350
Продуктивність, упаковок/год. –	100–240	100–240
Сумарна потужність, кВт –	1,5	2,5
Джерело живлення –	побутове джерело живлення	
Ширина плівки скін-пакування, мм –	250	360
Камерний простір, мм –	298x203x45	425x330x60
Розмір машини, мм –	500x370x500	700x480x560
Пакувальний матеріал –	готові лотки для скін-пакування або картон, плівка для скін-пакування.	

Виробник: Yide Machinery Co., Ltd. Китай.

Підлогова машина для вакуумної скін-упаковки серії LSP760 (рис. 93) має збільшену вакуумну камеру, що дозволяє вмістити більше упаковок, ніж настільні машини для вакуумної скін-упаковки.



Рис. 93. Підлогова машина для вакуумної скін-упаковки серії LSP760 [30]

Технічні характеристики

Модель	ЛСП760А	ЛСП760Б
Продуктивність, упаковок/год. –	600–1200	600–1200
Сумарна потужність, кВт –	6,5	8,0
Джерело живлення –	380, 50 Гц, 3 фази.	
Ширина плівки скін-пакування, мм	760	760
Розмір машини, мм –	900x950x1030	900x950x1090
Камерний простір, мм	710x510x60	710x510x120
Максимальна висота пакування (від дна лотка/картона до верху пакування), мм –	60	120

Пакувальний матеріал – готові лотки для обшивки або картон, скін-пак плівка
Варіанти вакуумного насосу – вакуумний насос китайської марки або вакуумний насос BUSCH, 100 м³/год.

Виробник: Yide Machinery Co., Ltd. Китай.

Машини для вакуумної скін-упаковки LSP450 (рис. 94) автоматично розрізають плівку для упаковки скін, що робить роботу більш зручною.



Рис. 94. Машини для вакуумної скін-упаковки LSP450 [30]

Технічні характеристики:

Модель –	ЛСП450/1С	ЛСП450/2С
Джерело живлення –	3 фази, 380 В, 50 Гц,	
Сумарна потужність, кВт –	8	8
Ширина плівки скін-пакування –	Відповідно до дизайну прес-форми	
Розмір машини, мм –	1400x1400x1700	1400x1900x1700
Пакувальний матеріал –	готові лотки/картон для скін-упаковки,	

плівка для скін-упаковки
Швидкість упаковки, лотків/ год. – 450–500 650–750
Варіанти вакуумного насосу – вакуумний насос китайської марки або
вакуумний насос BUSCH, 100 м³/год.
Виробник: Yide Machinery Co., Ltd. Китай

Роторна вакуумна скін-пакувальна машина LSP500 (рис. 95). Машина для вакуумної скін-упаковки LSP500 забезпечує автоматичне різання скін-плівки та має вихідну конвеєрну стрічку, що робить процес упаковки ще зручнішим.



Рис. 95. Роторна вакуумна скін-пакувальна машина LSP500 [30]

Технічні характеристики:

Модель – **LSP500**

Джерело живлення – 3 фази, 380 В, 50 Гц

Сумарна потужність, кВт – 8

Ширина плівки скін-пакування – відповідно до дизайну прес-форми
Розмір машини, мм – 1600х2200х1700

Пакувальний матеріал – готові лотки/картон для скін-упаковки,
плівка для скін-упаковки

Швидкість упаковки, лотків/ год. – 480–600

Варіанти вакуумного насосу – вакуумний насос китайської марки або
вакуумний насос BUSCH, 100 м³/год.

Виробник: SkinPackPro. Китай.

Лінійна вакуумна пакувальна машина LSP550 (рис. 96). Машина для вакуумної упаковки скін LSP550 забезпечує найвищу швидкість упаковки, що робить її ідеальним обладнанням для масового виробництва упаковок скін.



Рис. 96. Лінійна вакуумна пакувальна машина LSP550 [30]

Технічні характеристики

Модель **LSP550**

Сумарна потужність, кВт – 8–12

Джерело живлення – 3 фази, 380 В, 50 Гц

Ширина плівки скін-пакування – залежно від розміру та кількості лотків для скін-пакування

Розмір машини мм – 3500x1150x1700

Пакувальний матеріал – готові лотки для скін-пакування, плівка для скін-упаковки

Швидкість упаковки, лотків/год – 700–1500 (залежить від розмірів лотків для скін-пакування)

Виробник: SkinPackPro. Китай.

7.3. Види вакуумного пакувального обладнання

Устаткування для вакуумної упаковки є апаратами, до функцій якого входить створення вакууму в середині упаковки. Використовується такий вид техніки у різних промисловостях (хімічній, електротехнічній, медицині, текстильній). Але найбільшої популярності апарати для вакуумної упаковки набули у харчовій сфері. З їхньою допомогою продукти зберігаються довше свіжими, захищені від бруду, обвітрювання, впливу сонячних променів, їх можна транспортувати без заморозки. Упакований харчовий товар у вакуум займає значно менше місця. Обладнання може мати різні габарити від дрібних установок до великих агрегатів.

Існує два види вакуумної техніки для пакування.

Безкамерні. Використовуються на точках громадського харчування, магазинах для пакування їжі. Міцна запайка виконується зносостійкою зварювальною планкою, а корпус може бути виконаний з нержавіючої сталі або міцного пластику. Вакуум створюється шляхом відкачування повітря з упаковки. Деякі мають фільтр. Він захищає насос від потрапляння в нього рідини. Такі безкамерні вакууматори добре використовувати для пакування продуктів із підвищеним вмістом рідини (для риби чи солінь).

Камерні. Бувають одно-або двокамерними. Розміри камер, залежно від моделі, різні. Камерний харчовий вакууматор створює вакуум усередині камери, де відбувається процес упаковки. Залежно від габаритів вони можуть бути

настільні або підлогові, відрізняються продуктивністю і наявністю додаткових функцій. Камерний вакуум для пакування продуктів виготовлений із нержавіючої сталі та розрахований на великий експлуатаційний термін. Деякі моделі оснащені можливістю закачувати в певний пакет газу перед упаковкою. Це дозволяє значно збільшити термін зберігання харчового товару.

Широка сфера застосування вакуумно-пакувального обладнання зумовлює різну його конструкцію. Залежно від потреб виробництва такі апарати можуть створювати вакуум різного ступеня (низький, середній або високий).

Компанія OPACK – піонер у секторі послуг з упаковки, створивши повністю автоматичні термоформувальні пакувальні машини з гігієнічною структурою та ножаами з нержавіючої сталі, які мають довговічну структуру лез. Технології дозволяють спростити та прискорити процес пакування завдяки своїм можливостям, які полягають у можливості формування клейових форм за допомогою своїх повністю автоматичних термоформувальних пакувальних процесів з єдиного центру.

Пакувальні рішення для морепродуктів. У ході досліджень було встановлено, що упакована риба може зберігатись довше. Найменша мікробіологічна ефективність спостерігалася у морепродуктах, де застосовувалося модифіковане газове середовище. Позитивні результати отримано завдяки тому, що структура, колір та інші сенсорні особливості продукту не змінилися. Морепродукти під вакуумом чи модифікованим газовим середовищем мають тривалий термін зберігання. Останнє може складатися із суміші кисню, азоту та вуглекислого газу. Але упаковка морепродуктів у модифікованій атмосфері може спричинити потенційні проблеми розвитку анаеробних патогенів. У цьому випадку слід застосовувати методи консервації та обробки, які підходять для такого типу продуктів харчування, приготування їжі, належної санітарії та охолодження для знищення токсинів. Дослідження показали, що цей тип продуктів, що застосовуються, повинен зберігатися в абсолютно необхідних холодних умовах, і присутність певної кількості

відповідного газу в упаковці є важливою з точки зору запобігання ботулізму та іншим проблемам. Отже OPACK пропонує високоякісні пакувальні рішення саме для морепродуктів.

Автоматична термоутворювальна пакувальна машина OPACK (рис. 97) з гігієнічними засобами та ножами з нержавіючої сталі, які мають довговічну структуру лез, що дозволяє спростити та прискорити процес упаковки завдяки можливості формування з застосуванням клейових композицій повністю автоматичні термоформувальні пакувальні процеси з єдиного центру.



Рис. 97. Автоматична термоутворювальна пакувальна машина OPACK [30]

Технічні характеристики:

Продуктивність, циклів/хв – 7–9

Довжина розрізу, мм – 450

Ширина плівки, мм – 360, 420, 460, 520, 600

Матеріали плівки – PA+PE/PET+PE/PVC+PE/XPP

Панель керування – 7” кольоровий сенсорний екран

Система приводу – сервопривід

Нижня плівка – формувальна м'яка та тверда плівка

Верхня плівка – м'яка плівка, що термосклеюється,
папір, тайвек

Друк – без друку, фотодрук або безперервний друк

Виробник: OPACK. Турція.

Пакувальна термоформувальна машина, QZ 1000 MIDI (рис. 98) – спеціальна додана до лінійки OPACK для задоволення потреб замовників у

упаковці для продуктів середніх розмірів. Цілком автоматизована машина також має високошвидкісну модифікацію. Каркас повністю виготовлений із нержавіючої сталі. Корпус та зовнішні кришки виготовлені відповідно до європейських стандартів.



Рис. 98. Пакувальна термоформувальна машина, QZ 1000 MIDI [30]

Технічні характеристики:

Продуктивність, циклів/хв – 7–9

Довжина розрізу, мм – 300

Ширина плівки, мм – 300, 320, 360, 420

Матеріали плівки – PA+PE/PET+PE/PVC+PE/XPP

Панель керування – 7” кольоровий сенсорний екран

Система приводу – сервопривід

Нижня плівка – формувальна м’яка плівка

Верхня плівка – м’яка плівка, що термосклеюється,
папір, тайвек

Друк – без друку, фотодрук або безперервний друк

Виробник: OPACK. Турція

Питання для самоконтролю

1. Які вимоги до матеріалів необхідно дотримуватись для тривалого транспортування морепродуктів?

2. Що таке скін-упаковка?
3. Які принципи збереження морепродуктів закладено в гнучку упаковку?
4. Які матеріали застосовують для жорсткої упаковки?
5. Які конструктивні особливості характерні для вакуумної пакувальної машини безперервної дії стрічкового типу?
6. Які два види вакуумної техніки використовують для пакування морепродуктів?
7. З якою метою застосовують пакувальні термоформувальні машини?
8. Яке пакування рибопродуктів є екологічно безпечним?
9. Яке модифіковане газове середовище використовується для зберігання риби?
10. Яке обладнання дозволяє транспортувати заморожені та охолоджені морепродукти?

Рекомендована навчальна література

1. Полтавченко Т. В. Технологія переробки риби та гідробіонтів : підручник / Т. В. Полтавченко, В. З. Салата, І. О. Парфенюк. Рівне : НУВГП, 2019. 210 с.
2. Промислові технології переробки м'яса, молока та риби : підручник / Ф. В. Перцевий, О. Г. Терешкін, П. В. Гурський та ін. ; за ред. Ф. В. Перцевого, О. Г. Терешкіна, П. В. Гурського. Київ : Інкос, 2014. 340 с.
3. Технологічне обладнання рибопереробної галузі: навчальний посібник / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, В.П. Василів, З.А. Бурова; за ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К. : НУБіП України, 2019. 452 с.
4. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. посібник / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов, О.В. Мартиненко, В.А. Денисюк; За ред. О.В. Дацишина. К.: Вища освіта, 2005. 159 с.
5. Сухенко Ю.Г., Ткачук А.І., Дениско О.А. Проектування технологічних процесів переробних і харчових виробництв. Лабораторний практикум: Навч. Посібник / За ред. проф. Ю. Г. Сухенка. К.: ЗАТ "Нічлава", 2011. 262 с.

Висновки

Навчальний посібник слід розглядати як настільну книгу для детального знайомства з інноваційними технологіями та обладнанням для переробки риби та нерибних морепродуктів у разі вивчення відповідного курсу, пов'язаного з інноваційним інжинірингом у харчовій промисловості. Рибне господарство сьогодні це складний в усіх відношеннях процес, завдяки якому споживачі отримують якісні продукти моря і за рахунок яких мають повний комплекс корисних компонентів, білків, амінокислот, вітамінів, мікро і макро- елементів. Але посібник був би не повним, якби у ньому були відсутніми відомості про види та властивості рибних і нерибних продуктів, їх споживча цінність і технології, за допомогою яких вона досягається після відповідної переробки в промислових умовах. Наведені дані дають майже повне уявлення про харчові якості різноманітних морепродуктів, а якщо інформація про деякі з них у посібнику відсутні, то у означеному полі можливо за допомогою інформаційних електронних джерел відшукати потрібне і застосувати у своїй практичній діяльності.

Автори приділили багато уваги саме сучасним технологічним заходам переробки рибної і нерибної продукції в умовах зростаючого попиту на якісні морепродукти для споживання, а саме риби, рибних відходів, риб'ячої ікри та олії за умови, що вся рибна і нерибна сировина має бути повністю перероблена з користю для людей, у якості харчової продукції у сільському господарстві і у живій природі. Було систематизовано інноваційні сучасні технології з застосуванням різноманітних методів виготовлення кінцевої продукції від біологічних, хімічних, фізико-хімічних, фізичних до унікальних «зелених» технологій з метою повної переробки сировини і створення безвідходних виробництв з збереженням і поповненням аквакультур у океанах, морях, озерах, річках та водоймищах. Ця благородна місія не можлива без створення та застосування інноваційного обладнання. У посібнику наведені приклади найбільш ефективного та економічного обладнання для переробки риби, її відходів, креветок, крабів, молюсків, водоростей для виробництва корисних

продуктів для подальшого споживання. Безумовно, неможливо у одному посібнику відобразити безмежно широке коло інноваційного обладнання, бо сьогодні велика кількість світових компаній займається розробкою і впровадженням у виробництво сучасного технологічного обладнання. Та метою навчального посібника було дати відповідне уявлення про існування такого обладнання, його конструкцій і зовнішнього вигляду за умови застосування технологічного дизайну, ергономіки та його включення в автоматичні лінії з переробки морепродуктів.

Інноваційні технології в переробці морепродуктів надають інформацію про досягнення в галузі охолодження, заморожування, розморожування та пакування морепродуктів, а також оновлюють знання про нові технологічні процеси (обробка високим тиском, опромінення, ультразвук, імпульсне електричне поле, мікрохвильова та радіочастота, технологія су-вид), нові технології термічної стерилізації, застосування озону та нанотехнологій, а також інші інноваційні технології, такі як холодна плазма, омичне нагрівання, інфрачервоне нагрівання, надкритичний діоксид вуглецю та імпульсне світло високої інтенсивності) для індустрії морепродуктів.

Навчальний посібник побудований на принципі огляду нових технологічних процесів, що застосовуються в промисловості морепродуктів, на впливі різноманітних форм обробки на якість та безпеку оброблених морепродуктів, на розробці безпечних та ефективних натуральних протимікробних препаратів та добавок, на новітніх технологіях пакування та оцінці альтернативних методів використання рибних відходів як продуктів з високою доданою вартістю. Крім того, у ньому висвітлюються аспекти, пов'язані з якістю морепродуктів, оброблених за допомогою інноваційних технологій, впливом на харчові компоненти, можливими ризиками, безпекою як морепродуктів, так і споживачів, впливом на навколишнє середовище

Іншим завданням навчального посібника було надати належну інформацію майбутнім фахівцям з харчових технологій про сучасні інноваційні, екологічно чисті і технологічно бездоганні процеси та обладнання переробки

морепродуктів, Україна має риболовецький флот, прибережні заводи з переробки морепродуктів, рибні господарства по вирощуванні елітної коштовної риби та її переробки в якісну товарну продукцію, приватні підприємства з вироблення червоної і чорної ікри, відповідний виробничий потенціал, з якого складається потужна переробна галузь. Будуть створюватись нові рибопереробні підприємства і тому потрібно буде вміло користуватися досягненнями іноземних провідних фірм, їх досвідом і технологічним обладнанням.

Вважаємо, що цей навчальний посібник буде корисним студентам, аспірантам, дослідникам та технічним фахівцям у галузі харчових технологій, особливо тим, хто займається морепродуктами.

Використана література

1. Біологічні основи рибного господарства : навчальний посібник / Н. С. Гриневичта ін. Біла Церква, 2023. 151 с.
2. Рибне господарство: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : наук.-допом. бібліогр. покажч. / упоряд. Т. П. Фесун. Київ : Нац. ун-г харч. технол., Наук.-техн. б-ка, 2021. 221 с.
3. Шекк П. В., Бургаз М. І., Сербов М. Г. Світове рибне господарство : підручник. Одеса, 2020. 296 с.
4. Белошапка Т., Ковальов Г. Державний вплив на розвиток рибного господарства України: шляхи вдосконалення. Актуальні проблеми державного управління. 2018. Вип. 4. С. 24–28.
5. Миськовець, Н. П. Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку рибного господарства України. Бізнес Інформ. 2020. № 3. С. 104–111.
6. Гуменюк Г. Д., Слива Ю. В. Стандарти на харчові продукти та їх гармонізація з міжнародними і європейськими вимогами. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. 21, № 2. С. 15–21.
7. Технологія риби та морепродуктів : навчальний підручник / Т. К. Лебська та ін. Київ : НУБіП України, 2021. 311 с.
8. Шерман І. М., Рилов В. Г. Технологія виробництва продукції рибництва. Київ : «Вища освіта», 2005. 370 с.
9. Сирохман І. В., Родак О. Я., Турчиняк М. К. Товарознавство рибних і морепродуктів : підручник. Львів : Растр-7, 2014. 487 с.
10. Мікроструктурний аналіз риби і морепродуктів : навч. посіб. / В. Т. Хомич та ін. Київ : ФОП Ямчинський О. В., 2022. 260 с.
11. Камера для копчення риби. URL: <http://surl.li/twiml> (дата звернення: 15.01.2024).
12. Кононенко Р. В., Кононенко І. С., Мушит С. О. Технічні засоби в аквакультури : посібник Ч.1. Київ : «ЦП» КОМПРИНТ», 2018. 310 с.
13. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультури : навч. посіб. Київ : «Центр учбової літератури», 2016. 410 с.
14. Основи марикольтури: методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» / А. М. Трофимчук та ін. Біла Церква, 2021. 80 с.
15. Віннов О. С., Бандуренко Г. М. Технологія виготовлення рибного борошна : навчальний посібник. Київ, 2011. 148 с.
16. Гуменюк Г. Д., Слива Ю. В. Стандарти на харчові продукти та їх гармонізація з міжнародними і європейськими вимогами. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. 21, № 2. С. 15–21.
17. Марценюк Н. О., Марценюк В. П. Моніторинг технологій та інноваційний потенціал виробництва рибної продукції в Україні : монографія. Київ : Компрінт, 2016. 193 с.
18. Інноваційні технології переробки риби : монографія / А. А. Мазаракі та ін. Київ : КНТЕУ, 2014. 431 с.
19. Системи озонування. URL: <https://www.shrimpmachine.com/fillet-ozone-disinfection-system/> (дата звернення: 16.01.2024).

20. Термоформувальна машина для модифікованої атмосфери. URL: <https://uk.kbtfoodpack.com/thermoforming-packaging-machines/thermoforming-modified-atmosphere-packaging-machine/> (дата звернення: 17.01.2024).
21. Критерії якості та безпечності рибних консервів. URL: <https://www.ifdcsms.com.ua/uk/news/202/kryterii-iyakosti-ta-bezpechnosti-rybnykh-kons> (дата звернення: 18.01.2024).
22. Устаткування для виробництва рибного борошна й технічного риб'ячого жиру. URL: <https://nmzprom.all.biz/uk/ustatkuvannya-dlya-vyrobnnytva-rybnogo-boroshna-j-g16571?version=amp> (дата звернення: 20.01.2024).
23. Апарат УДС-50 для виробництва кормових добавок. URL: <https://optikorm.com.ua/ru/tekhnologiya-proizvodstva/ads-50r.htm> (дата звернення: 22.01.2024).
24. Рибопереробне обладнання. URL: <http://silence.ua/ru/oborudovanie/rybopererabatyvayushchee/> (дата звернення: 25.01.2024).
25. Лінії переробки риби. URL: <https://bmholod.com.ua/solution/liniyi-pererobky-ryby/> (дата звернення: 28.01.2024).
26. Тунельна морозильна камера OctoFrost™ IQF. URL: <https://octofrost.ru/oborudovanie-dlya-obrabotki-iyf-myasa-i-ptizi> (дата звернення: 30.01.2024).
27. Машина для очищення креветок. URL: <http://ua.hnmiracle.net/commercial-kitchen-equipment/meat-process-machinery/shrimp-peeling-machine.html> (дата звернення: 12.02.2024).
28. Лінії для переробки креветок і крабів. URL: <https://www.directindustry.com.ru/prod/baader/product-138816-2124269.html> (дата звернення: 15.02.2024).
29. Технологічне обладнання. URL: <https://www.amof-fjell.com/ru/process-equipment-design/coagulators-preheaters-and-cookers/> (дата звернення: 23.02.2024).
30. Решення для обробки пищевої упаковки. URL: <https://landercn.com/ru/vsp> (дата звернення: 27.02.2024).
31. Одарченко М. С., Сподар К. В., Карпенко З. П., Косухіна Ю. В. Порівняльна характеристика якості замороженої риби та удосконалення способів заморожування рибної сировини. Молодий вчений. 2016. № 12.1. С. 5–8.
32. Постнов Г. М., Яковлев О. В., Червоний В. М., Чеканов М. А. Дослідження процесу соління риби океанічного промислу за допомогою ультразвуку. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки. 2016. Т. 1, Вип. 16. С. 235–241.
33. Романенко О., Сидоренко О., Шаповал С. Структурно-механічні параметри рибних пресервів під час зберігання. Товари і ринки. 2019. № 1. С. 71–83.
34. Голембовська Н. Січені рибні напівфабрикати з додаванням нетрадиційної сировини. Продовольча індустрія АПК. 2018. № 4. С. 14–18.
35. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі : навч. посіб. Херсон, 2016. 492 с.
36. Кравченко М. Кінетика процесу сушіння рибного концентрату із атерини чорноморської. Товари та ринки. 2017. № 1. С. 131–137.

37. Кравченко М. Ф., Данилюк І. П. Перспективи використання дрібних азово-чорноморських риб у технологіях харчових концентратів. Харчова промисловість. 2017. № 21 С. 27–31.
38. Сидоренко О., Боліла Н., Дончевська Р. Споживчі властивості акул катран (*Squalus asanthias*). Товари і ринки. 2018. № 3. С. 57– 65.
39. Технологічне обладнання та лінії для переробки водних біоресурсів : навч. посіб. / Ю. Г. Сухенко та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 253 с.
40. Федорова Д. Технологічні аспекти корекції запасу сухих риборослинних напівфабрикатів. Товари і ринки. 2018. № 3. С. 66–77.
41. Marsol-Vall A., Aitta E., Guo Z., Yang B. Green technologies for production of oils rich in n-3 polyunsaturated fatty acids from aquatic sources. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. 62, 11. P. 2942–2962. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1861426>
42. Alsmadi M. K., Almarashdeh I. A survey on fish classification techniques. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. 2022. Volume 34, Issue 5. P. 1625–1638. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.07.005>
43. Fernandes P. Enzymes in Fish and Seafood Processing. *Front. Bioeng. Biotechnol*. 2016. 4, 59. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2016.00059>
44. Zhao L., Xi M., Wang W., Chu X., Zhao X., Yuan, Y. A review of technology development process of a typical shrimp peeling machine. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*. 2015. 9 (2). P. JAMDSM0013-JAMDSM0013. <https://doi.org/10.1299/jamdsm.2015jamdsm0013>
45. Kontominas M. G., Badeka A. V., Kosma I. S., Nathanailides C. I. Innovative seafood preservation technologies: Recent developments. *Animals*. 2021. 11, 92. <https://doi.org/10.3390/ani11010092>
46. Abhimanyu T., Anju D., Hamid T. N., Kumar H., Aarti P.B. Innovations in seafood processing and packaging. 2019. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18238.43845>
47. Speranza B., Racioppo A., Bevilacqua A., Buzzo V., Marigliano P., Mocerino E., Scognamiglio R., Corbo M. R., Scognamiglio G., Sinigaglia M. Innovative preservation methods improving the quality and safety of fish products: Beneficial effects and limits. *Foods*. 2021. 10. P. 2854. <https://doi.org/10.3390/foods10112854>
48. Ravishankar C. Recent Advances in processing and packaging of fishery products: A Review. *Aquatic Procedia*. 2016. 7. P. 201–213. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.028>
49. Abel N., Rotabakk B. T., Lerfall, J. Mild processing of seafood. A review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2022. 21. P. 340–370. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12876>
50. Merkle S., Giese E., Rohn S., Karl H., Lehmann I., Wohltmann A., Fritsche J. Impact of fish species and processing technology on minor fish oil components. *Food Control*. 2017. 73. P. 1379–1387. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.11.003>
51. Tacon A., Metian M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*. 2008. 285. P. 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>
52. Gessner J., Wirth M., Kirschbaum F., Patriche N. Processing techniques for caviar and their effect on product composition. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*. 2002. 87(5-6). P. 645-650. [https://doi.org/10.1002/1522-2632\(200211\)87:5/6<645](https://doi.org/10.1002/1522-2632(200211)87:5/6<645)

53. Sicuro B. The future of caviar production on the light of social changes: a new dawn for caviar?. *Reviews in Aquaculture*. 2019. 11(1). P. 204-219. <https://doi.org/10.1111/raq.12235>
54. Gokoglu N. Food reviews international innovations in seafood packaging technologies: a review nalan gokoglu innovations in seafood packaging technologies: a review. *Food Reviews International*. 2019. 36. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1649689>
55. ДСТУ ГОСТ 813:2008. Оселедці та сардина тихоокеанська холодного копчення. Технічні умови (ГОСТ 813-2002, IDT). [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 7 с.
56. ДСТУ ГОСТ 815:2008. Оселедці солоні. Технічні умови (ГОСТ 815-2004, IDT). [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 8 с.
57. ДСТУ 2284:2010. Риба жива. Загальні технічні вимоги. На заміну ДСТУ 2284-93. [Чинний від 2012-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 12 с.: табл.
58. ДСТУ 2641:2007. Продукти рибні. Пакування. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 11 с.
59. ДСТУ 3403:96 (ГОСТ 30455-97). Продукція рибної промисловості: Класифікація. Номенклатура показників якості. [Чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1998.
60. ДСТУ 4378:2005. Риба океанічного промислу заморожена. Технічні. На зміну ГОСТ 20057-96. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
61. ДСТУ 4379:2005. Філе рибне заморожене. Технічні умови. [Чинний від 2006-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с.
62. ДСТУ 4415:2005. Риби Азовського, Чорного морів та внутрішніх водоймищ України. Номенклатура біологічна і товарна. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.
63. ДСТУ 4416:2005. Риби океанів і прибережних морів. Номенклатура біологічна і товарна. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 50 с.
64. ДСТУ 4440:2005. Креветки морожені. Технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 11 с.
65. ДСТУ 4453:2005. Сардини солоні. Технічні умови. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с.
66. ДСТУ 4514:2006. Риба, інші водні живі ресурси та харчова продукція з них. Визначання хлороорганічних пестицидів та поліхлорованих біфенілів методом газорідинної хроматографії. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.
67. ДСТУ 4415:2005. Риби Азовського, Чорного морів та внутрішніх водоймищ України. Номенклатура біологічна і товарна. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.
68. ДСТУ 4416:2005. Риби океанів і прибережних морів. Номенклатура біологічна і товарна. [Чинний від 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 50 с.

69. ДСТУ 4695:2006. Борошно кормове з риби, морських ссавців та безхребетних. Метод визначення перекисного числа жиру. [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 11 с.
70. ДСТУ 4739:2007. Риба, інші водні живі ресурси та харчова продукція з них. Методи відбирання і готування проб для мікробіологічного аналізування. Оцінювання результатів аналізування за трикласною системою. [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 9 с.
71. ДСТУ 4740:2007. Консерви з риби та інших водних живих ресурсів. Метод візуального контролювання та виявлення недопустимих дефектів. [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.
72. ДСТУ 4868:2007. Риба заморожена. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 19 с.
73. ДСТУ 4894:2007. Риба та рибні продукти. Фотометричний метод визначення гістаміну. [Чинний від 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.
74. ДСТУ 4895:2008. Риба та рибні продукти. Метод бактеріоскопічного оцінювання. [Чинний від 2008-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.
75. ДСТУ 4897:2007. Риба та рибні продукти. Ваговий метод визначення жиру в умовах промислу. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 8 с.
76. ДСТУ 6025:2008. Риба солена. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 15 с.
77. ДСТУ 7125:2009. Жир харчовий з риби. Технічні умови. [Чинний від 2012-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 8 с.
78. ДСТУ ГОСТ 7442:2004. Ікра зерниста осетрових риб. Технічні умови (ГОСТ 7442-2002, IDT). [Чинний від 01.01.2005]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 5 с.
79. ДСТУ 7797:2015. Оселедці гарячого копчення. Технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 12 с.
80. ДСТУ 7801:2015. Пресерви рибні. Риба океанічного промислу пряного соління. Технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 15 с.
81. ДСТУ 7805:2015. Продукти рибні. Дослідження сенсорне. Настави щодо оцінювання методами бальних шкал. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 11 с.
82. ДСТУ 7812:2015. Риба океанічного промислу пряного соління. Технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2017. 16 с.
83. ДСТУ 7813:2015. Риба пряно-копчена. Технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 13 с.
84. ДСТУ 7972:2015. Риба та рибні продукти. Правила приймання, методи відбирання проб. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 17 с.
85. ДСТУ 8029:2015. Риба та рибні продукти. Метод визначення вологи. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Укр НДНЦ, 2016. 10 с.
86. ДСТУ 8030:2015. Риба та рибні продукти. Методи визначення білкових речовин. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 13 с.

87. ДСТУ 8031:2015. Риба та рибні продукти. Методи визначення хлориду натрію. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 11 с.
88. ДСТУ 8071:2015. Пресерви рибні. Риба дрібна пряного соління. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 16 с.
89. ДСТУ 8095:2015. Пресерви рибні. Оселедці спеціального та пряного соління. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 15 с.
90. ДСТУ 8097:2015. Пресерви рибні. Сайра спеціального та пряного соління. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 12 с.
91. ДСТУ 8117:2015. Риба дрібна гарячого копчення. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 12 с.
92. ДСТУ 8442:2015. Консерви рибні. Юшки та супи. Технічні умови. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 13 с.
93. ДСТУ 8451:2015. Риба та рибні продукти. Методи визначення органолептичних показників. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 17 с.
94. ДСТУ 8717:2017. Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 20 с.
95. ДСТУ 8718:2017. Риба та рибні продукти. Методи визначення золи та мінеральних домішок. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 12 с.
96. ДСТУ ГОСТ 11298:2004. Риби лососеві і сигові холодного копчення. Технічні умови (ГОСТ 11298-2002, ІДТ). [Чинний від 01.09.2004]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 9 с.