

Міністерство освіти і науки України
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ТЕХНОЛОГІЯ ЖИРІВ ТА ЖИРОЗАМІННИКІВ

тексти лекцій
для студентів спеціальності
181 "Харчові технології"
заочної форми навчання

**Затверджено на засіданні
кафедри харчових технологій
протокол № 11 від 28.02.2020 р.**

Чернігів ЧНТУ 2020

Технологія жирів та жирозамінників: тексти лекцій для студентів спеціальності 181 "Харчові технології" заочної форми навчання/ Укладач.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 130 с.

Укладачі: **Гуменюк Оксана Леонідівна**, кандидат хімічних наук, доцент

Відповідальний за випуск:

Хребтань О.Б., завідувач кафедри харчових технологій Чернігівського національного технологічного університету, кандидат технічних наук

Рецензент:

Буяльська Н.П., кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1 СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ЖИРІВ	4
1.1 Визначення жирів Класифікація. Значення.....	4
1.2. Ацилгліцероли (тригліцериди).	7
1.3 Харчові жири та їх класифікація. Модифіковані жири.....	28
1.4 Перетворення жирів під час переробки сировини і зберіганні	33
1.5 Перетворення жирів в процесі приготування їжі	46
ЛЕКЦІЯ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ РОСЛИННИХ ЖИРІВ.....	50
2.1 Сировина для виробництва олії та її властивості	50
2.2 Технологія обробки та зберігання насіння	52
2.3 Основні етапи типової технології олій	54
2.4 Рафінування олії	69
2.5 Асортимент деяких олій та показники їх якості	77
2.6 Зміна споживчих властивостей олій під час зберігання	89
ЛЕКЦІЯ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ТВАРИННИХ ЖИРІВ	94
3.1 Класифікація тваринних жирів і сировина для їх виробництва.....	94
3.2 Сировини для виготовлення тваринних жирів.....	96
3.3. Технологія одержання тваринних жирів	97
ЛЕКЦІЯ 4 ВИРОБНИЦТВО МАРГАРИНУ, ХАРЧОВИХ ЖИРІВ ТА МАЙОНЕЗУ	108
4.1 Гідрогенізація жирів	108
4.2 Типова технологія маргарину	109
4.3. Виробництво харчових жирів	117
4.4 Проблема використання гідрогенізованих жирів в харчовій промисловості в Україні та світі.....	118
4.5 Виробництво майонезу.....	120
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	128

Лекція 1 Склад і властивості жирів

- 1.1 Визначення. Класифікація. Значення
- 1.2 Ацилгліцероли (тригліцериди).
- 1.3 Харчові жири та їх класифікація. Модифіковані жири
- 1.4 Перетворення жирів під час переробки сировини і зберіганні
- 1.5 Перетворення жирів в процесі приготування їжі

1.1 Визначення жирів Класифікація. Значення

Крім терміну жири, в науковій літературі оперують терміном ліпіди. До останнього часу не склалося визначення терміну ліпіди, який можна було б вважати загальновизнаним, так само як і терміну «жири».

Деякі автори вважають термін жири і ліпіди взаємозамінними:

– термін жири використовують у товарознавстві, техніці та технології;

– термін ліпіди використовують головним чином в біохімії, хімії природних сполук та харчовій хімії.

Серед найбільш поширених визначень ліпідів є визначення Кейтса:

ліпіди – це речовини, що містяться в живих організмах, розчинні в органічних розчинниках (таких як хлороформ, діетиловий ефір, бензол та інших), що не розчинюються у воді, а до складу їх молекул входять вищі алкільні радикали.

Класифікація ліпідів за будовою

Сучасна класифікація поділяє ліпіди на прості та складні (рисунок 1.1), окремі групи становлять похідні ліпідів і різні ліпіди.

Прості ліпіди – це естери жирних кислот із різноманітними спиртами. До них належать жири, або ацилгліцероли (естери жирних кислот і гліцеролу), воски, а також естери холестеролу і вищих жирних кислот.

Складні ліпіди – це естери жирних кислот і спиртів, гідроксильні групи яких містять інші замісники. До цієї групи належать фосфоліпіди, гліколіпіди, сфінголіпіди, ліпопротеїди, ліпополісахариди.

Похідні ліпідів – сполуки, які утворюються внаслідок гідролізу складних ліпідів, тобто вищі жирні кислоти, моно- та діацилгліцероли, гліцерол, стерини, жирні альдегіди, ліпідна частина ліпопротеїдів.

До групи *різних ліпідів* належать аліфатичні вуглеводні, сквален, інші терпени, вітаміни Е, К, естери гліцеролу, глікозилгліцероли тощо.

Усі ліпіди умовно можна поділити на неполярні (нейтральні) та полярні; ліпіди, що омилюються лугами (жири, воски, складні ліпіди), і неомилювані (ізопреноїди, каротиноїди, простагландини тощо).

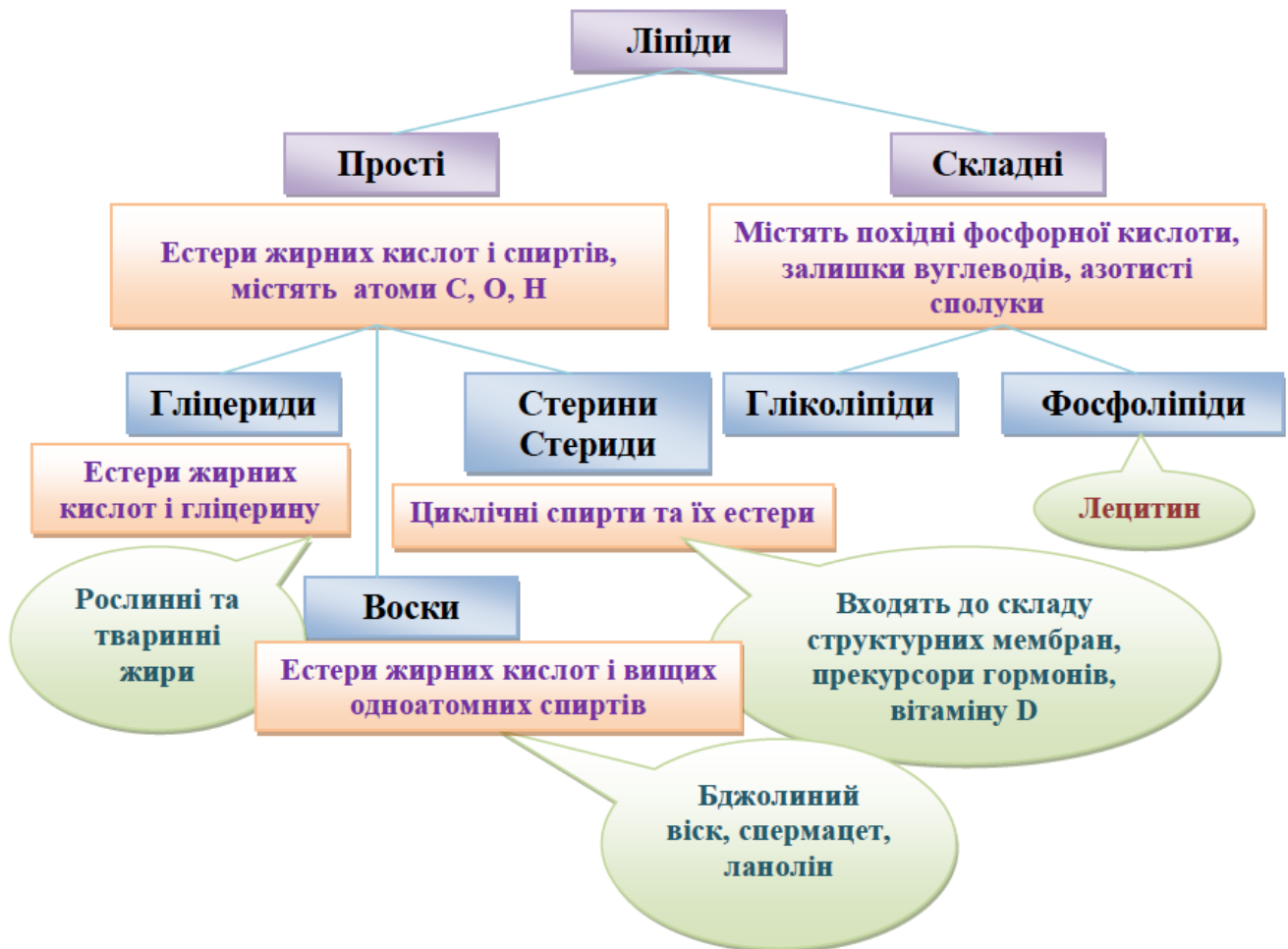


Рисунок 1.1 – Класифікація ліпідів

Відносно харчових жирів застосовують терміни "жири" і "олії".

Поняття "жири" відноситься до тваринних жирів, що знаходяться за кімнатної температури в твердому стані (виняток – рідкий риба'чий жир).

Поняття "олії" відноситься до рослинні жирів, які за кімнатної температури знаходяться в рідкому стані (виключення – тверді пальмова, пальмоядрова, кокосова та гідрогенізовані рослинні олії – саломаси).

Термін «масло» використовують для:

- коров'ячого або вершкового жиру;
- рослинного жиру какао бобів.

Значення для здоров'я людини жирів

Жири – один з найважливіших компонентів харчування людини. В організм людини з продуктами харчування жири надходять, так званими, "видимими" (олія, вершкове масло, сало тощо) та "прихованими" (риба, м'ясо, молоко, яйця).

Функції ліпідів в організмі людини

До основних функцій ліпідів відносяться (рисунок 1.2):

– **енергетична**: жири є основним джерелом енергії (1 г тригліцеридів – 38,9 кДж (9,0 ккал)) енергетичні витрати людини забезпечуються за рахунок жирів приблизно на 33%;

– **структурна**: жири, що входять до складу клітинних мембран

– **резервна**: резервні жири є "запасним джерелом енергії" й використовуються організмом за нестачі їжі або під час захворювань;

– **транспортна**: ліпопротеїни – сполуки ліпідів з білками – виконують транспортну функцію – переносять жиророзчинні вітаміни А, D, Е і К в організмі;

– **синтезуюча**: жири є постачальниками біологічно-активних речовин: незамінних поліненасичених кислот, різних форм вітаміну А (рібофлавіну), вітаміну Д (кальціферолу), вітаміну Е (токоферолу), фосфоліпідів, стеринів; Ліпіди є джерелом синтезу стероїдних гормонів, які багато в чому забезпечують пристосування організму до різних стресових ситуацій;

– **терморегуляторна**: підшкірна жирова тканина оберігає організм людини від надмірної тепловіддачі (терморегуляторна функція); жири внутрішніх органів є своєрідними амортизаторами для них, сприяють закріпленню в певному положенні таких внутрішніх органів, як нирки, кишечник, і оберігають їх від зміщення під час струсів.



Рисунок 1.2 – Основні функції ліпідів в людському організмі

Крім того, складові жири сприяють виділенню жовчі, накопиченню білків в організмі;

Недостатнє надходження жиру в організм людини призводить (рисунок 1.3):

- до порушення центральної нервової системи;
- послаблення імунологічних механізмів;
- змін шкіряного покриття, нирок, зору.

Водночас надлишкова кількість жиру в раціоні харчування призводить до ожиріння, атеросклерозу, жовчно-кам'яного та інших захворювань.

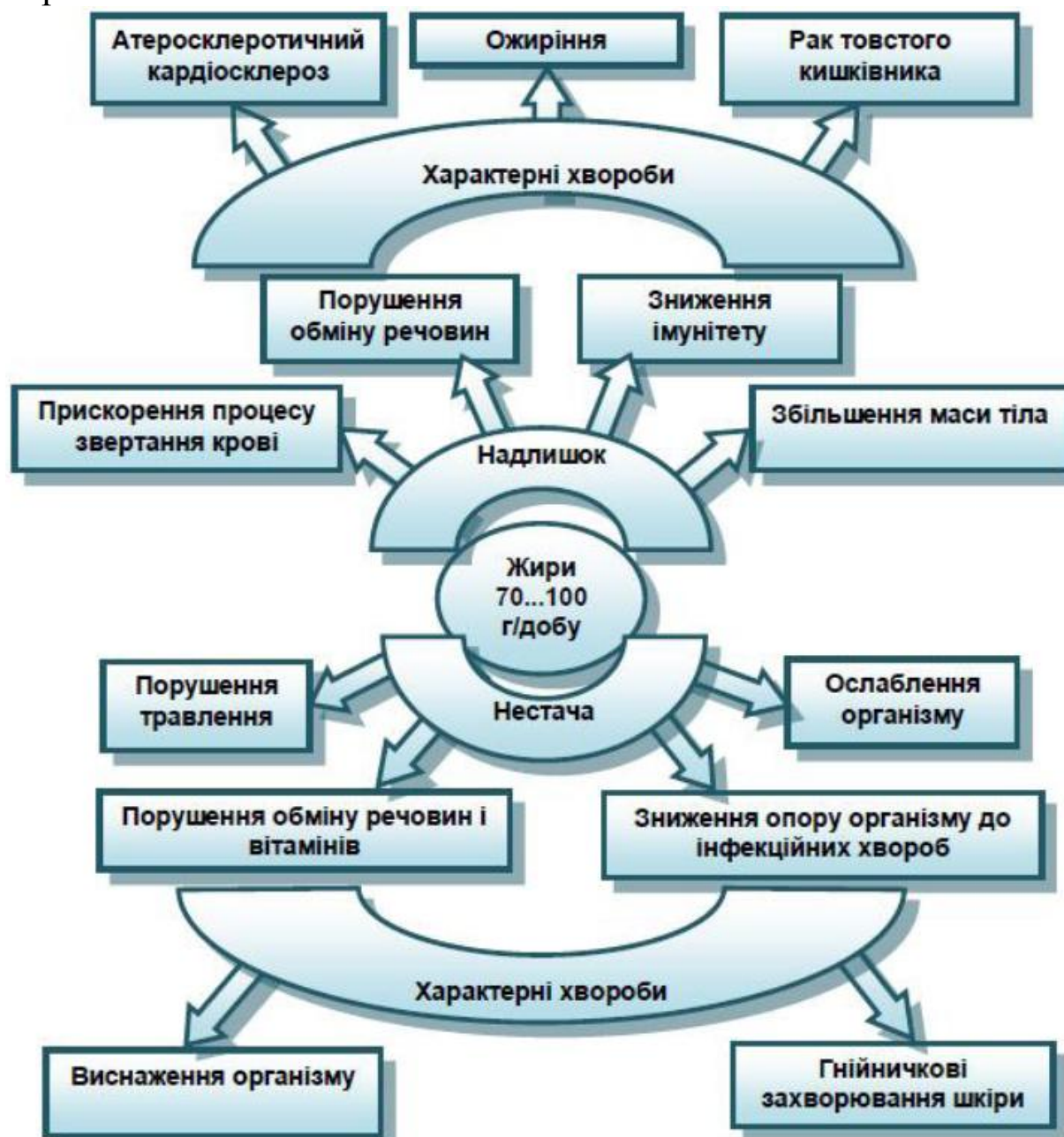


Рисунок 1.3 – Наслідки надлишку або нестачі жирів в харчовому раціоні

1.2. Ацилгліцероли (тригліцериди).

Властивості жирів, визначаються властивостями їх основних компонентів – ацилгліцеролів. Вони складають основну масу ліпідів (іноді до 95%) і саме їх називають жирами або оліями.

Термін гліцериди, що використовувався раніше, і який можна зустріти в літературі, міжнародним союзом теоретичної та прикладної хімії (IUPAC) і комісією з біохімічної номенклатури (IUP) використовувати не рекомендовано.

Рекомендованими назвами є ацилгліцероли або ацилгліцериди, при чому перевагу слід віддати першому терміну.

Ацилгліцероли – це естери гліцерину і вищих карбонових кислот (рисунок 1.4).

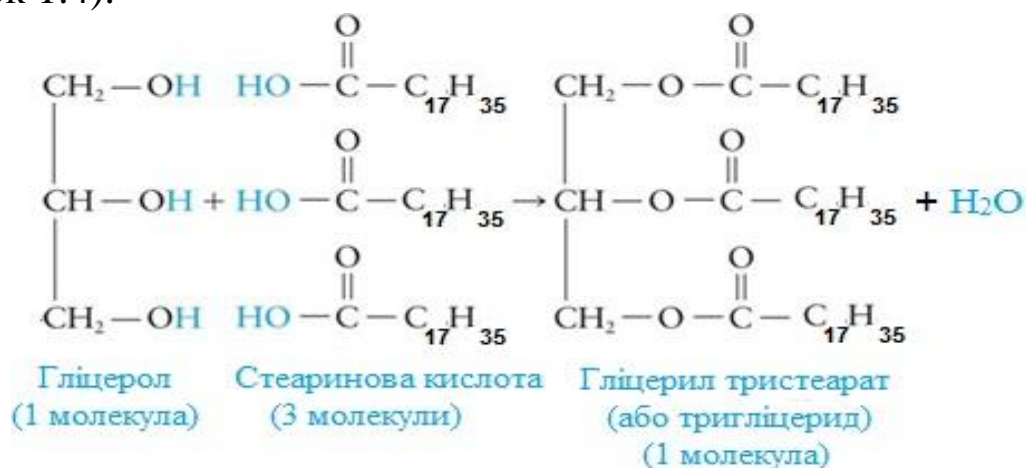


Рисунок 1.4 – Схема утворення триацилгліцеролу

Залежно від ступеня заміщеності розрізняють моно-, ди- і триацилгліцероли (рисунок 1.5).

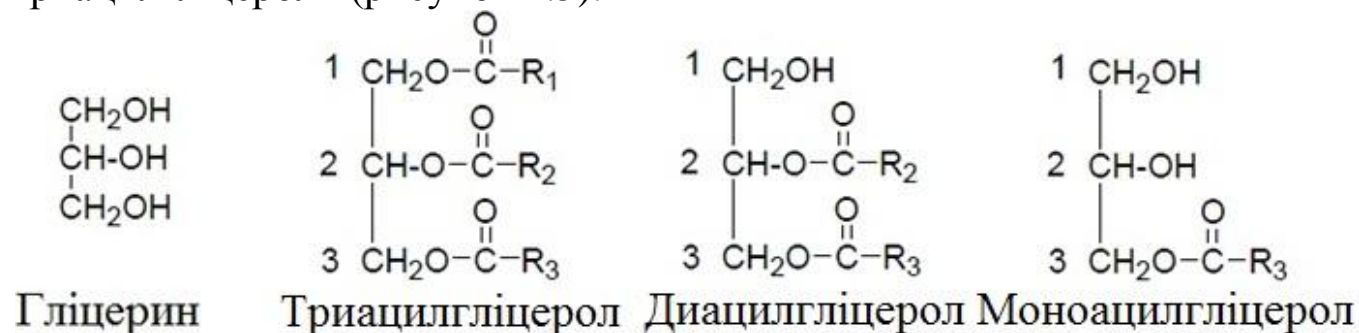
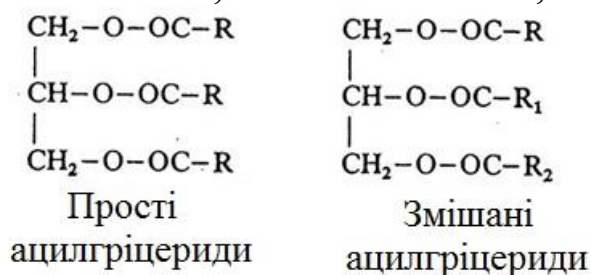


Рисунок 1.5 – Ацилгліцероли різних ступенів заміщеності

Триацилгліцероли (ТАГ), молекули яких містять однакові залишки жирних кислот, називаються простими, а ті, які містять різні залишки – змішаними.

Природні жири і олії містять, головним чином, змішані ТАГ.



Молекули тригліцеридів харчових жирів містять жирні кислоти різної довжини і ступеня насиченості.

За довжиною ланцюга жирні кислоти поділяються на:

Коротколанцюгові – $1 \geq C \leq 6$

Середньоланцюгові – $8 \geq C \leq 12$

Довголанцюгові – $14 \geq C < 18$

Серед довголанцюгових виділяють також

Кислоти з дуже довгим ланцюгом $20 \geq C < 26$

Кислоти з ультра довгим ланцюгом $28 \geq C < 38$

Коротколанцюгові $1 \geq C \leq 6$

Масляна (C 4:0)
Капронова (C 6:0)

Молочні жири

Переважно молочні жири і деякі рослинні олії (кокосова, пальмова, соєва, ріпакова)

Середньоланцюгові $8 \geq C \leq 14$

Лауринова (C 12:0)

Кокосова і пальмоядрова олії, олія насіння лавру

Міристинова (C 14:0)

Всі олії і тваринні жири, молоко (8...12%), кокос і пальма (15...30%), Мускатникові (мускатний горіх 70...80%)



Пальмітинова (C 16:0)

Всі олії і тваринні жири, яловичий, баранячий і смалець (25...30%), пальмова олія (30...50%), какао-масло (25%)

Довголанцюгові $14 \geq C < 18$

Стеаринова (C 18:0)

Всі олії і тваринні жири, яловичий, баранячий (20%), смалець (10%), какао (35%), олії (1...5%)

Арахінова (C 20:0)

Всі олії і тваринні жири в обмеженій кількості, тільки в арахісовій олії 1...2%



Кислоти з дуже довгим ланцюгом	$20 \geq C < 26$	Бегенова (C 22:0) Лігноцеринова (C 24:0)	Всі олії і тваринні жири в обмеженій кількості, тільки в арахісовій олії 1...2%, присутня в олії хрестоцвітих Всі олії і тваринні жири в обмеженій кількості, тільки в арахісовій олії 1...2%
Кислоти з ультра довгим ланцюгом	$28 \geq C < 38$	Церотинова (C 26:0) Монтанова (C 28:0) Мелісова (C 30:0)	Бджолиний та карнаубський віск, ланолін Рослинний і тваринний віск Рослинний і тваринний віск



Бджолиний віск



Карнаубський віск

Жирні кислоти з $C > 20$ вважаються антиаліментарними. Чим довший ланцюг кислоти, тим гірше метаболізується кислота в організмі людини, кислоти з $C > 20$ не метаболізуються в мітохондріях, а тільки в пероксисомах – мембранні міхурці, що містять ферменти, необхідні для окиснення цих кислот. Накопичення цих кислот в пероксисомах пов'язують з погіршенням передачі імпульсів нервовими клітинами.

Довжина ланцюга визначає температуру плавлення жиру, а отже впливає і на фізичні властивості продукту: чим довший ланцюг, тим вищою є температура плавлення жиру.

За ступенем ненасиченості жирні кислоти поділяються на:

Насичені жирні кислоти – кислоти, у яких подвійні зв'язки у вуглецевому ланцюзі відсутні.

Структурна формула та просторова будова молекули насиченої кислоти зображена на рисунку 5.

Прикладами насичених жирних кислот є

- каприлова (C 8:0),
- пальмітинова (C 16:0),
- стеаринова C (18:0) кислота.

Ці кислоти містяться як у тваринних, так і рослинних жирах. Високий їх вміст у жирі визначає високу температуру плавлення (44...75°C), твердий стан за 18°C.

Надмірне споживання жирів з високим вмістом насичених жирних кислот підвищує рівень холестерину в крові. Причому, лауринова (C 12), міристинова (C14) і пальмітинова (C 16) підвищують рівень холестерину, тоді як стеаринова (C 18) – ні.

Ненасичені жирні кислоти – кислоти, у яких у вуглецевому ланцюзі присутні подвійні зв'язки (рисунок 1.6). Високий їх вміст у жирі визначає низькі температури плавлення (-20...0°C), рідкий стан за 18°C (рисунок 1.7).

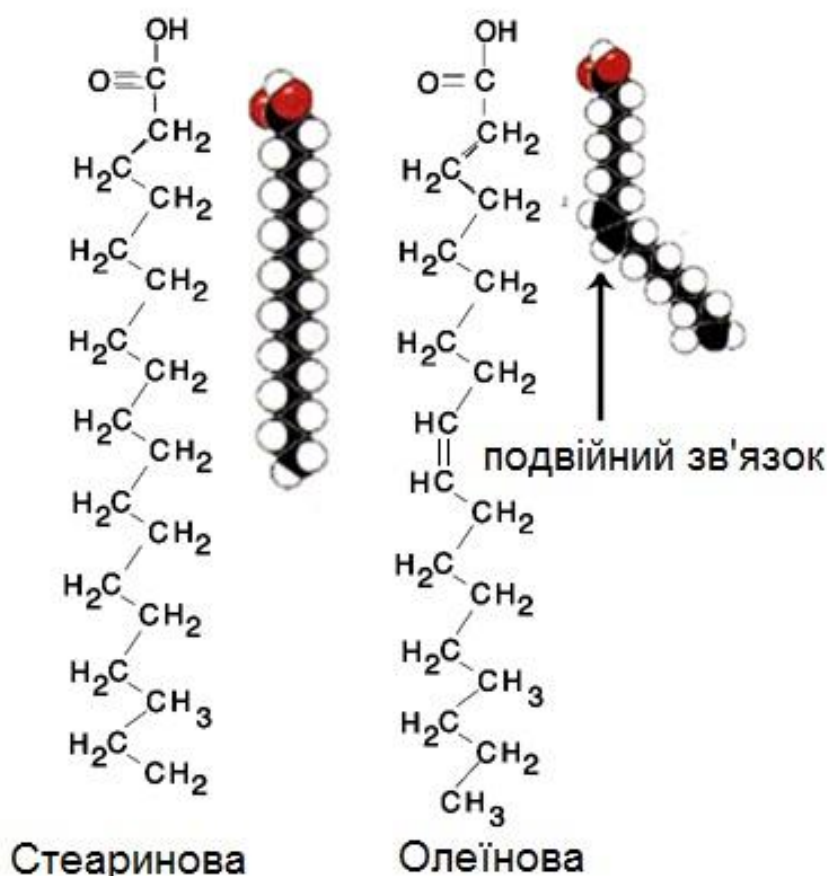


Рисунок 1.6 Структурна формула та просторова будова молекул насиченої і ненасиченої кислоти



Рисунок 1.7 – Жирні кислоти і температура плавлення жирів

Вміст деяких насичених жирних кислот у рослинних і тваринних жирах показана на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Вміст деяких насичених жирних кислот у рослинних і тваринних жирах

Характеристика деяких насичених жирних кислот

Середньоланцюгові жирні кислоти (C8...C12) присутні, як правило, як незначні компоненти, у триацилгліцерилах молочного жиру. Вони не зустрічаються в більшості рослинних олій, за деякими винятками. Високий вміст цих жирних кислот, особливо лауринової кислоти (C 12:0), в суміші з іншими кислотами, міститься в пальмовій

олії (пальми родини *Arecaceae*), кокосовій, пальмовядровій (palm kernel oil) та в олії з насіння лаврових (родина Лаврових – *Lauraceae*). Кокосову олію одержують із насіння (ядра) кокосових горіхів.

Мірістинова кислота (C 14:0) є звичайним ліпідним компонентом більшості живих організмів, як правило, становить близько 1...2% загальної кількості жирних кислот і присутня у більш високих кількостях у молочному жирі (10%) та кокосовій і пальмовій олії (14...21%).

Жир сільськогосподарських тварин, особливо свиней та жуйних, містить довголанцюгові насичені жирні кислоти, пальмітинову та стеаринову кислоту. Вміст цих жирних кислот є нижчим в депозитарному жирі комерційно вирощених птахів.

Пальмітинова кислота – найпоширеніша насичена жирна кислота. Її вміст у коров'ячому молоці становить від 26 до 41%, а в грудному молоці – від 6,1 до 12,1%. Більшість ліпідів тваринних тканин містять 20...30% пальмітинової кислоти; її вміст в насінневих рослинних оліях становить 5...30%, а в пальмовій олії досягає 40% і більше.

Олія, як вилучається з м'якоті (мезокарпа) плодів пальми називається пальмовою олією (рисунок 1.9), вона має зовсім інший склад, ніж олія, одержана з ядра (ендосперму) плодів пальми. Її фракції (пальмолеїн і пальмостеарин) є комерційно доступними і часто додаються до харчових продуктів.



Рисунок 1.9 – Види олії, що вилучаються з плоду пальми

Стеаринова кислота в найбільших кількостях міститься в жирі жуйних тварин (молочний жир, і яловичий жир). У рослинних оліях її

найвищі концентрації зустрічаються в какао-маслі та маслі ши¹, і у шортенінгу². У оліях із ядер горіхів стеаринова кислота може складати до 80% загальної кількості жирних кислот.

Арахінова кислота та інші дуже довголанцюгові жирні кислоти (бегенова та лігноцеринова), як правило, присутні у вигляді слідів у тваринних жирах; лише в деяких оліях вони зустрічаються у відносно високих концентраціях.

Наприклад, арахісова олія містить 5...7% кислот C20...C24, з яких арахінова кислота становить близько третини. Близько 2% бегенової кислоти міститься в олії канола. Ці і вищі жирні кислоти знаходяться у більших кількостях у восках.

Насичені жирні кислоти з **непарною кількістю атомів вуглецю** (C13...C25) відносно рідкісні і зустрічаються лише у вигляді слідів в тріацилгліцеридах, наприклад, у молоці ссавців.

Вміст насичених, моно- та поліненасичених жирних кислот в деяких жирах та оліях наведений в таблиці 1.

¹ Ши – невелике тропічне африканське дерево, яке дає маслянисті горіхи, з яких одержують масло твердої консистенції за кімнатної температури. За традицією новонароджених дітей повітуха вимазувала в масло ши.

² Шортенінг (від англ. shorten – той, що робить розсипчастим) – кондитерський жир (або кулінарний жир) – харчовий жир, одержаний шляхом часткової гідрогенізації сумішей рослинних олій, або рослинних і тваринних (китовий, свинячий або яловичий жир); використовується для кондитерських виробів або хліба.

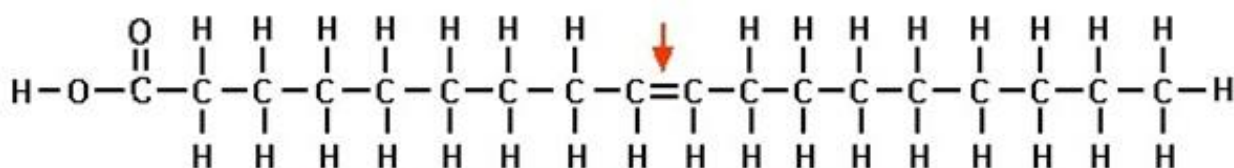
Таблиця 1.1 – Вміст насичених, моно- та полієнових жирних кислот в деяких жирах та оліях (% від загальної кількості жирних кислот)

Тип жиру	Жирні кислоти			Тип жиру	Жирні кислоти		
	Насичені	Моноєни	Полієни		Насичені	Моноєни	Полієни
Яловичий жир	47...86	40...60	1...5	Оливкова олія	8...26	54...87	4...22
Свиняче сало	25...70	37...68	4...18	Рисова олія	19...35	42...50	16...37
Курячий жир	27...30	42...47	20...24	Бавовникова олія	24...33	15...23	46...59
Молочний жир	53...72	26...42	2...6	Олія зародків пшениці	12...24	24...42	40...62
Короп жирний	22...25	46...50	23...28	Соєва олія	14...20	18...26	55...68
Масло печінки тріски	14...25	35...68	20...45	Соняшников а олія	9-17	13...41	42...74
Оселедець	17...29	36...77	10...24	Сезамова олія	13...18	36...44	42...48
Кокосова олія	88...94	5...9	1...2	Сафлорова олія	7...13	8...23	68...84
Олія пальмового ядра	75...86	12...20	2...4	Арахісова олія	14...28	40...68	15...45
Пальмова олія	44...56	36...42	9...13	Ріпакова олія	5...10	52...76	22...40
Какао масло	58...65	33...36	2...4	Ляна олія	10...12	18...22	66...72

Ненасичені жирні кислоти поділяються за ступенем ненасиченості (кількістю подвійних зв'язків) на:

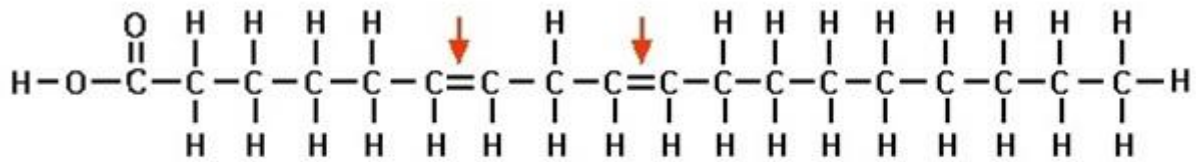
– **мононенасичені** (MUFA: Mono Unsaturated Fatty Acid) – кислоти, у вуглецевому ланцюзі яких присутній один подвійний зв'язок. До таких кислот відносяться олеїнова (C 18:1), гадолеїнова (C 20:1), ерукова (C 22:1) кислота (рисунок 1.10);

– **поліненасичені** (PUFA: Poli Unsaturated Fatty Acid) – кислоти, у вуглецевому ланцюзі яких присутній більш ніж один подвійний зв'язок. Прикладом таких кислот є лінолева (C 18:2), ліноленова (C 18:3), арахідонова C 20:4) кислота (рисунок 1.11).



Олеїнова кислота, мононенасичена

Рисунок 1.10 – Структурна формула олеїнової кислоти

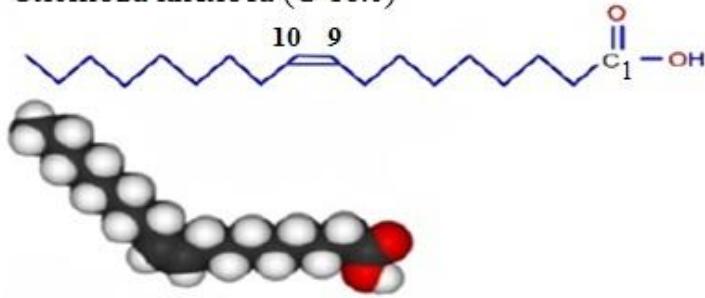


Ліолева кислота, поліненасичена

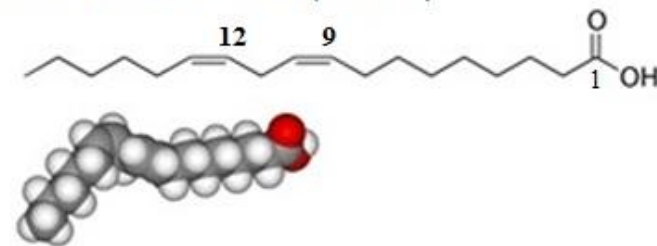
Рисунок 1.11 – Структурна формула ліолевої кислоти

Для порівняння на рисунку 1.12 показана просторова будова молекул ненасичених жирних кислот з різним ступенем насиченості.

Олеїнова кислота (C 18:0)



Ліолева кислота (C 18:2)



Ліноленова кислота (C 18:3)

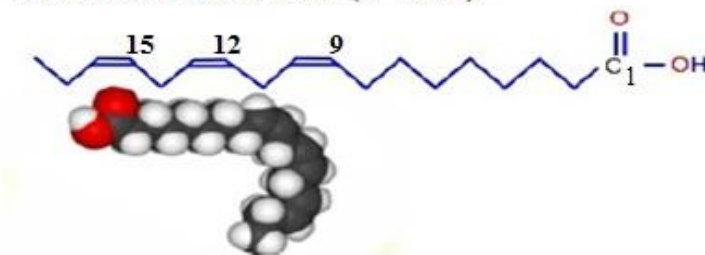


Рисунок 1.12 – Просторова будова молекул ненасичених жирних кислот

Ненасичені жирні кислоти також класифікуються відповідно до їх приналежності до певних метаболічних процесів на:

– Омега-3 – кислоти, у вуглеводневому ланцюзі яких останній подвійний зв'язок присутній біля третього атома Карбону з кінця (наприклад, ліноленова кислот (C 18:3)). Омега-3 кислоти містяться переважно в морській рибі.

– Омега-6 – кислоти, у вуглеводневому ланцюзі яких останній подвійний зв'язок присутній біля шостого атома Карбону з кінця (наприклад, ліолева кислота (C 18:2)). Омега-6 кислоти містяться

переважно в рослинних оліях.

Омега-3 і омега-6 кислоти є незамінними поліненасиченими жирними кислотами, так як не можуть синтезуватись в людському організмі.

– Омега-9 – кислоти, у вуглеводневому ланцюзі яких останній подвійний зв'язок присутній біля дев'ятого атома Карбону з кінця (наприклад, олеїнова кислота (C 18:1)).

Різниця в позначеннях місця подвійного зв'язку від α -атома Карбону (за номенклатурою IUPAC) та від ω -атома Карбону показана на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Позначення місця подвійного зв'язку від α - та ω -атома Карбону

Структурні формули омега-3, омега-6 та омега-9 жирних кислот наведена на рисунку 1.14.

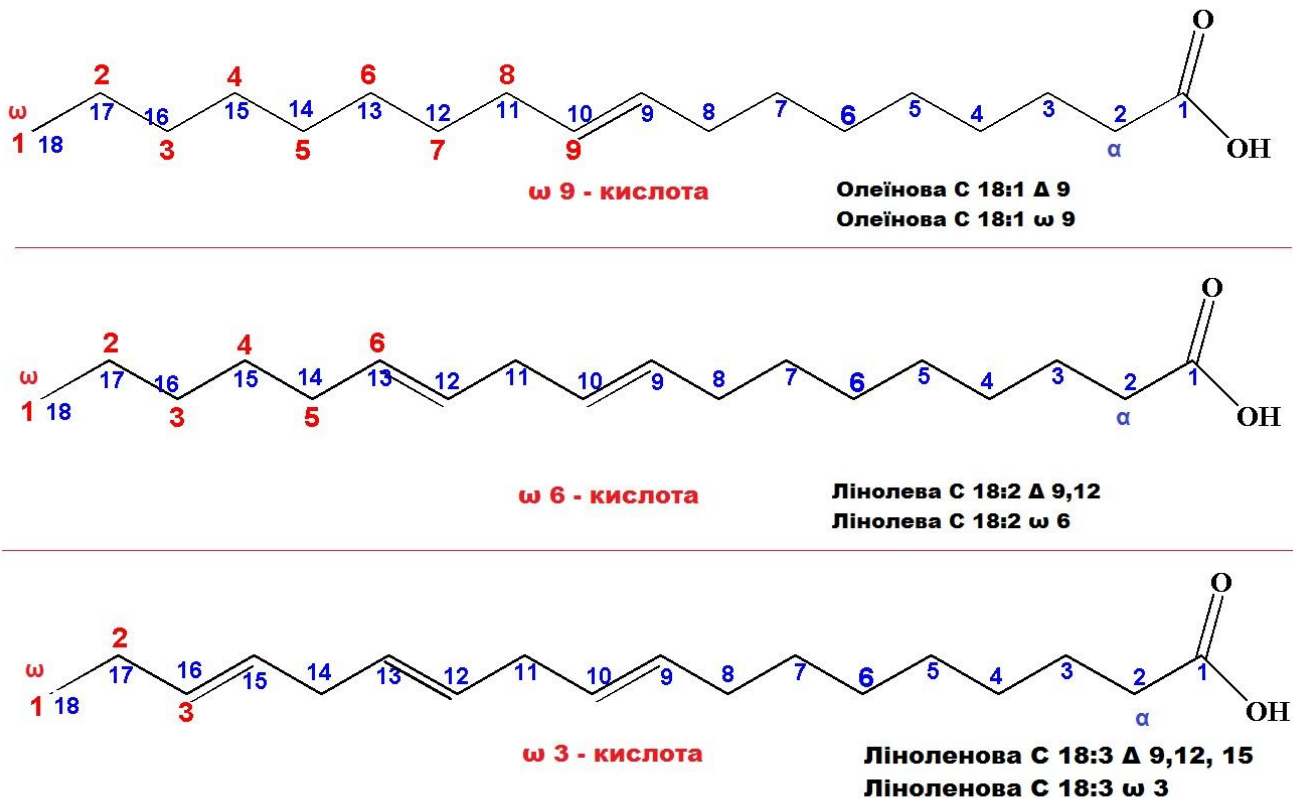


Рисунок 1.14 – Структурні формули омега-3, омега-6 та омега- 9 жирних кислот

Найбільш поширеними жирними кислотами є моноєнові та полієнові жирні кислоти з 16...18 атомами вуглецю. Вміст ненасичених жирних кислот у жирах та маслах коливається в широкому діапазоні: від більш ніж 90% загальної кількості жирних кислот у ріпаковій олії до менше 10% у кокосовій олії. Ненасичені жирні кислоти в тваринних жирах зустрічаються в набагато меншому діапазоні концентрацій, як правило, від 50 до 70%. Єдиним винятком є риб'ячий жир, оскільки він містить жирні кислоти з 20...22 атомами Карбону та 4-6 подвійними зв'язками. Жир прісноводної риби у складі відрізняється від жирнокислотного складу у жирі морських риб. В організмі риб ці жири не синтезуються а потрапляють разом із їжею (вони присутні в планктоні, наприклад, у ракоподібних та водоростях). Тому водні ссавці (такі як кити), що харчуються невеликими ракоподібними, мають схожий склад жирних кислот з рибами. У складі ненасичених жирних кислот у рослинах набагато більше різноманітності, ніж у тварин.

Олії поділяються на групи відповідно до їх складових жирних кислот:

– олії з насіння пальмових культур, які в основному містять невелику кількість олеїнової кислоти та лише сліди поліненасичених жирних; типовими прикладами є олія кокосового горіха та пальмоядра.

– олії рослини, у яких вміст ненасичених жирних кислот подібний до вмісту їх тваринних жирів і складається головним чином з олеїнової кислоти. Типовим прикладом є какао-масло (сьогодні існують заперечення щодо терміну рослинного масла, оскільки його можна сплутати із маслом корів).

– олії з переважно олеїною кислотою та невеликими кількостями поліненасичених жирних кислот; найбільш поширеним представником є оливкове масло.

Сьогодні вирощується ряд гібридних сортів рослин жирокислотний склад насіння яких подібний до складу оливкової олії (негібридні сорти цих рослин характеризується високим вмістом омега 6 кислоти – лінолевої). Наприклад, соняшник (його гібрид – високоолеїновий соняшник), сафлор та арахісове масло;

– олії з середнім вмістом лінолевої кислоти, але не містять ліноленову кислоту; Ці олії включають традиційне арахісову олію.

– олії з високим вмістом лінолевої кислоти, але не містять ліноленову кислоту, такі як традиційні соняшникова, бавовняна, сафлорова, макова, унжутна олія.

– олії з середнім вмісту ліноленової кислоти, такі як соєва та ріпакова олії; ця група також включає олії з насіння рослин Brassica, які спочатку містили ерукову кислоту; лляна олія – це традиційна олія, багата ліноленовою кислотою.

– олії, що містять деякі специфічні жирні кислоти, такі як гамма-ліноленова кислоти, наприклад олія з насіння енотери (ослинник дворічна рослина родини *Oenotheraceae*), бурачник (*Borago* лікарський, родина *Boraginaceae*) і олія насіння зі смородини і агрусу (*Ribes* spp., *Grossulariaceae*).

Ерукова кислота виявлена в насінні хрестоцвітих (*Brassicaceae*) та рослинах, що належать до родини *Tropeolaceae*; петроселінова кислота знаходиться в оліях насіння моркви, петрушки та селери.

Ненасичені жирні кислоти можуть утворювати цис- і транс-ізомери (рисунок 1.15).

Ненасичені жирні кислоти існують у двох ізомерних формах: цис- і транс-, тобто дві молекули, які мають одну і ту ж формулу, але відрізняються за орієнтацією в просторі сусідніх атомів водню до подвійного зв'язку C і H.

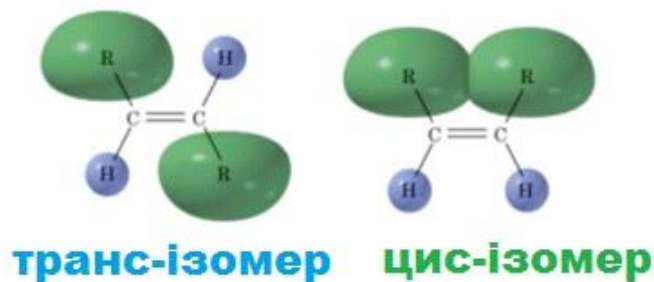


Рисунок 1.15 – просторова конфігурація цис- і транс-ізомерів

Насичені жирні кислоти і транс-ізомери ненасичених жирних кислот мають аналогічні характеристики, такі як висока температура плавлення в порівнянні з цис-ненасиченими жирними кислотами з однаковим ступенем ненасиченості. Це пов'язане зі схожою просторовою будовою насичених кислот і транс-ізомерних жирних кислот (рисунок 1.16).

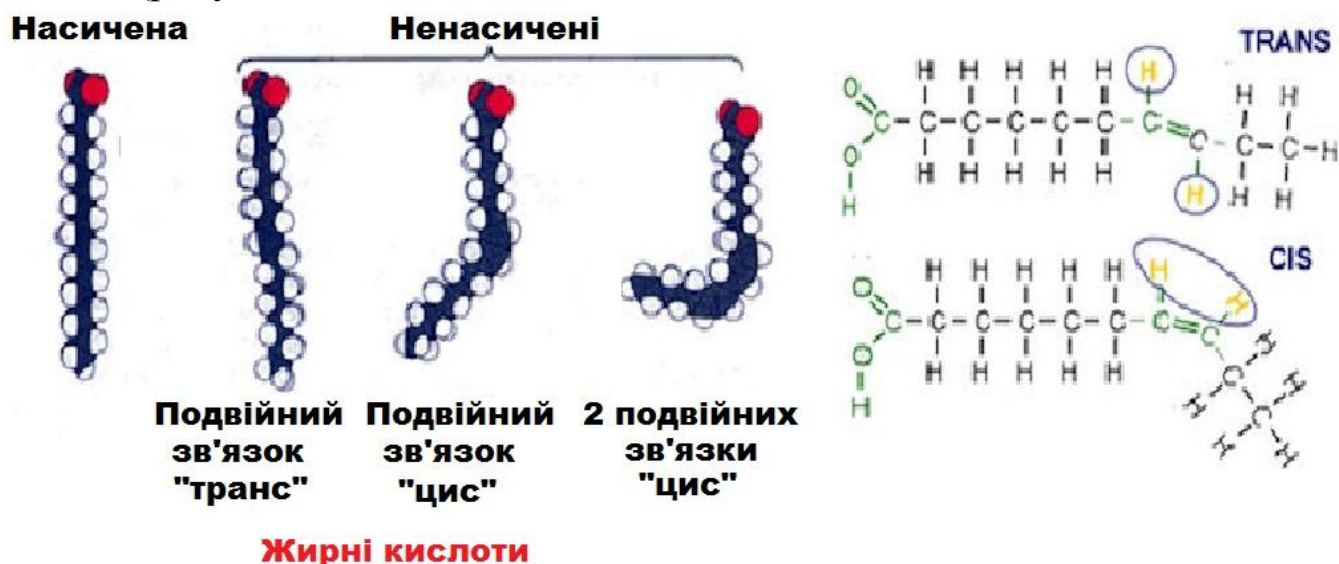


Рисунок 1.16 – Просторова будова насичених кислот на транс- і цис-ізомерів ненасичених жирних кислот

Транс-жирні кислоти, що містяться у харчових продуктах промислового виробництва є ненасиченми жирними кислотами з, щонайменше, одним подвійним зв'язком в транс-конфігурації.

Джерела транс-жирних кислот:

– природні джерела: в невеликих кількостях (5...8% від загальної кількості жиру) в м'ясі, молоці і молочних продуктах жуйних тварин (наприклад, корів, овець і т.д.), в яких утворюються в рубці в результаті бактеріального гідрування; основна транс-ізомерна кислота – транс-вакценова (C 18:1 Δ11);

– промислові процеси, такі як гідрування і рафінування олій, а також технологічні процеси, пов'язані з нагріванням і смаженням олій за високих температур (рисунок 1.17).

Так, на рисунку 1.17 показана схема утворення під час гідрогенізації з олеїнової кислоти стеаринової кислоти та елаїдинової, що є транс-ізомером олеїнової кислоти (рисунок 1.18).

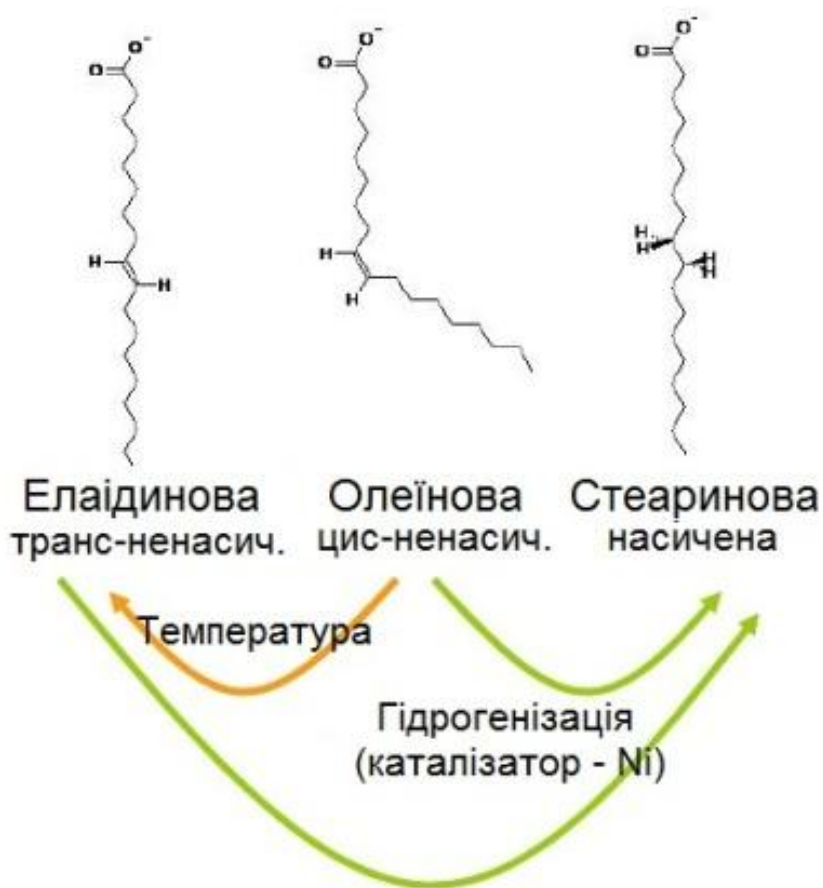


Рисунок 1.17 – Продукти повної та часткової гідрогенізації олеїнової кислоти

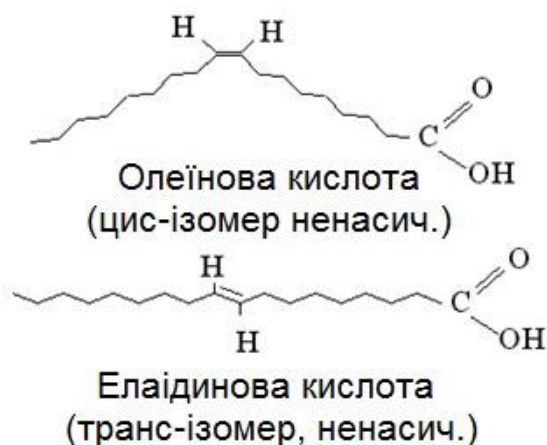


Рисунок 1.18 – Олеїнова кислота та її транс-ізомер

Чому промисловість так широко використовує гідрогенізовані жири?

Гідрогенізовані жири полегшують ведення технологічних процесів, надають кращої текстури готовим виробам, збільшують термін придатності продуктів харчування, в яких вони містяться: маргарини,

хлібобулочні вироби, сніданки, картопляні чіпси, кондитерські вироби.

Чи шкідливі транс-ізомери для здоров'я людини?

Споживання продуктів, в яких вміст транс-жирних кислот перевищує 2,5 г, вважаються шкідливими для здоров'я, так як призводять до підвищення рівня холестерину в крові і збільшують ризик серцево-судинних захворювань (ішемічна хвороба серця – погіршення кровопостачання серцевого м'яза; інфаркт, стенокардія).

Які заходи вживаються, щоб зменшити вміст транс-ізомерів в харчових продуктах

– В Україні – жодних. Випуск продуктів з високим вмістом транс-ізомерів набуває все більших обертів

– У деяких країнах Європи (Данія), Канаді та США виробники зобов'язані вказувати на етикетках харчових продуктів вміст транс-ізомерів (рисунок 1.19).

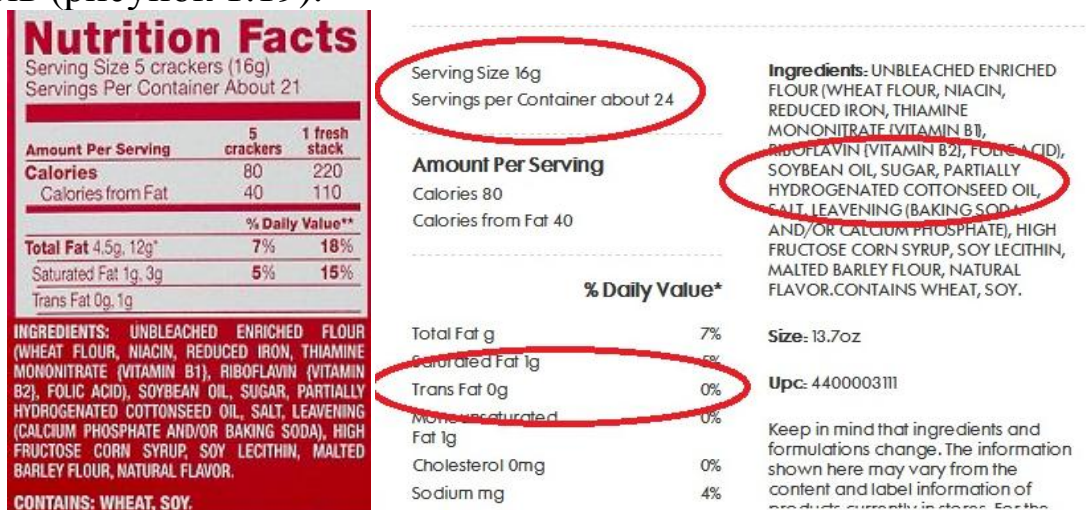


Рисунок 1.19 – Зазначення вмісту транс-ізомерів на етикетках харчових продуктів

– У США з 2017 використання гідрогенізованих жирів у продуктах харчування заборонено законодавчо

– У країнах Європейського союзу з 13/12/2014 на етикетці звикористанням гідрогенізованих жирів має бути вказано "повністю або частково гідрогенізована олія", а також вказувати джерело походження олій, що входять до гідрогенізованої суміші.

Транс-жирні кислоти є ненасиченми жирними кислотами з, щонайменше, одним подвійним зв'язком в транс-конфігурації, які потрапляють у харчові продукти з різних природних джерел або технологічних процесів.

Так, в рубці жуйних тварин (наприклад, корів, овець і т.д.) транс-ізомери жирних кислот утворюються в результаті бактеріального гідрування. Тому транс-жирні кислоти присутні в невеликій кількості в

м'ясі, молока і молочних продуктах з цих тварин (5...8% від загальної кількості жиру).

Ненасичені жирні кислоти, які потрапляють в рубець піддаються гідрогенізації під дією декількох бактеріальних штамів; таким чином, більшість з жирних кислот, які досягають дванадцятипалої кишки у жуйних тварин є насиченими, незалежно від ступеня ненасиченості жиру в їжі тварини.

По суті, рубцеві бактерії здатні гідролізувати і гідрогенізувати ненасичені жирні кислоти з утворенням транс-вакценової кислоти (C 18:1 Δ 11).

Цікаво відзначити, що депозитарні ліпіди жуйних тварин мають більш стабільний склад жирних кислот і більш насичений по відношенню до більш змінного складу і ненасиченості жирів у тканинах тварин з однокамерним шлунком тварин (птахів і т.д.), які споживають харчові жирні кислоти, не змінюючи їх.

У доповнення до природних способів гідрування, більшість гідрогенізованих жирів, що знаходяться в промислових харчових продуктах утворюються в результаті промислових процесів, такі як гідрування і рафінування олій, що включають фази термічної обробки, як дезодорування та дезодорування теж призводять до утворення транс-конфігурацій жирних кислот.

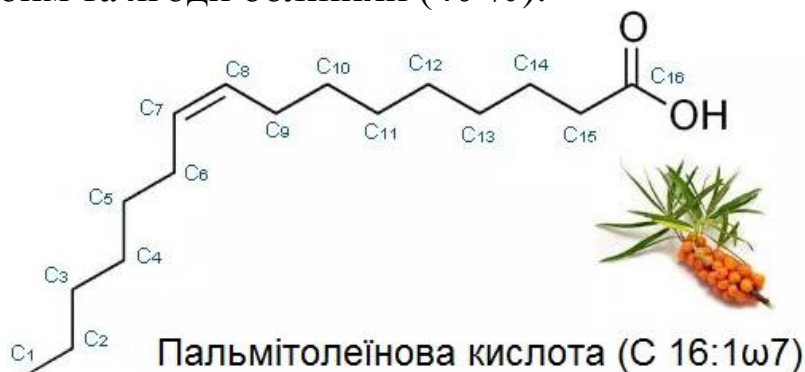
Споживання продуктів, в яких вміст транс-жирних кислот перевищує 2,5 г (таблиця 1.2), вважаються шкідливими для здоров'я, так як збільшують ризик серцево-судинних захворювань.

Таблиця 1.2 – Вміст транс-ізомерних жирних кислот в деяких харчових продуктах

<i>Продукт харчування</i>	<i>Транс-жирні кислоти г/100г продукту</i>	<i>Транс-жирні кислоти г/100г загального жиру</i>
<i>Білий хліб</i>	<i>0,4</i>	<i>18,5</i>
<i>Хліб з висівками</i>	<i>0,5</i>	<i>15,6</i>
<i>Круасан</i>	<i>3,0</i>	<i>18,1</i>
<i>Крекери</i>	<i>6,4</i>	<i>40,3</i>
<i>Сніданок із злакових батончиків</i>	<i>0,1</i>	<i>4,2</i>
<i>Шоколад плитка</i>	<i>2,3</i>	<i>9,16</i>
<i>Арахісова олія</i>	<i>1,9</i>	<i>4,1</i>
<i>Чіпси</i>	<i>1,4</i>	<i>5,9</i>
<i>Картопля фрі (фаст-фуд)</i>	<i>2,1</i>	<i>37,7</i>
<i>Маргарин бутербродний</i>	<i>16,8</i>	<i>16,8</i>
<i>Твердий маргарин</i>	<i>39,8</i>	<i>39,8</i>
<i>Сир (Чеддер)</i>	<i>0,87</i>	<i>2,54</i>
<i>Цільне молоко</i>	<i>0,09</i>	<i>2,94</i>
<i>Маффін</i>	<i>1,3</i>	<i>11,2</i>

Основні ненасичені жирні кислоти

Пальмітолеїнова (C 16:1 ω7) – жирна омега-7 кислота міститься у невеликих кількостях у всіх рослинних і тваринних жирах; підвищеним вмістом цієї кислоти відрізняються горіхи макадамії (17 %), риба холодних водоем та ягоди обліпихи (40 %).



Має значення для підтримки здорового стану шкіри, волосся, нормальної ваги тіла, для профілактики серцево-судинних захворювань.

Олеїнова (C 18:1 ω 9) – міститься в рослинних і тваринних жирах в різній кількості: найбільше – в оливковій і соняшниковій оліях.



Присутність мононенасичених жирних кислот надає оліям, які їх містять стабільності проти окиснення, особливо під час термічної обробки.

Ненасичені жирні кислоти та термостійкість олій

Серед численних олій, доступних на ринку, є деякі більш стабільні і стійкі до впливу високих температур і такі, які розкладаються легше.

На термічну стійкість олії під час смаження впливають три основні чинники:

- температура і час термообробки продукту;
- концентрація поліненасичених жирних кислот (таблиця 1.3);
- точка димоутворення олії (таблиця 1.4).

Так, олія, яка містить велику кількість поліненасичених жирних кислот не повинна використовуватися для смаження (лляна, горіхова).

Таблиця 1.3 – Процентне співвідношення жирних кислот в деяких оліях

<i>Процентне співвідношення жирних кислот, знайдене в рослинних оліях</i>			
<i>Олії</i>	<i>Мононенасичені</i>	<i>Поліненасичені</i>	<i>Насичені</i>
<i>Соняшникова</i>	24	65	11
<i>Кукурудзяна</i>	27	60	13
<i>Арахісова</i>	50	30	20
<i>Соева</i>	22	63	15
<i>Ріпакова</i>	60	30	10
<i>Виноградних кісточок</i>	16	72	12
<i>Оливкова</i>	75	10	15

Таблиця 1.4 – Точка димоутворення деяких олій

<i>Точка димоутворення олій та жирів *</i>	
<i>Олія</i>	<i>Температура, °C</i>
<i>Олія соняшникова</i>	<130°C
<i>Соева олія</i>	130°C
<i>Кукурудзяна олія</i>	160°C
<i>Арахісова олія</i>	180°C
<i>Оливкова олія</i>	210°C
<i>Кокосова олія</i>	177°C
<i>Рафінована пальмова олія**</i>	240°C
<p><i>(*) Запропоновані значення можуть істотно відрізнятися в залежності від ступеня очищення, сорту насіння, сезонних тенденцій і методів культивування</i></p> <p><i>(**) Рафіновані олії мають більш високу температуру димоутворення, ніж нерафіновані і тому більш придатні для смаження</i></p>	

Точка димоутворення зменшується – навіть значно – якщо олія не правильно зберігається (наприклад, на світлі і в теплі), або несвіжа, або якщо використовується для смаження повторно.

Оливкова олія краще підходить для смаження, завдяки досить високій температурі димоутворення.

Арахісова олія має температуру димоутворення 180°C і тому є стабільною за високих температур, і вважається однією з найкращих олій для смаження.

Тож найбільше підходять для смаження такі олії: арахісова, оливкова, пальмова, кукурудзяна, соняшникова рафінована, кокосова

Ерукова кислота (C 22:1 Δ 3) є антиаліментарною кислотою (рисунок 1.20). Міститься в оліях рослин родини хрестоцвітих (ріпак, гірчиця, суріпка), в яких може досягати вмісту 50 %.

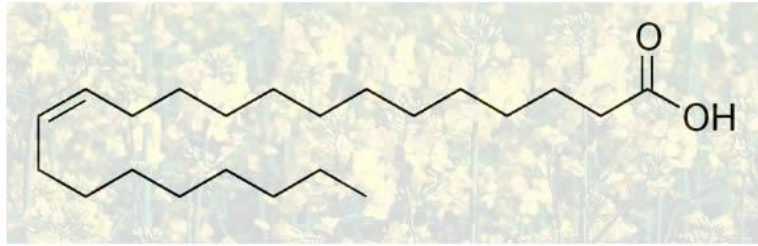


Рисунок 1.20 – Структурна формула ерукової кислоти

Встановлено, що ерукова кислота погано метаболізується в міокарді і є причиною виникнення мікроневрозів. Метаболізм ерукової кислоти відбувається в печінці, але дуже повільно. Надмірне вживання олій з високим вмістом ерукової кислоти може призвести до цирозу печінки. Ерукова кислота накопичуються в тканинах. За вимогами стандартів щодо якості олій вміст ерукової кислоти не повинен перевищувати 5 %.

Чи небезпечна олія ріпаку та гірчиці?

Олія з озимого ріпаку є безпечною, містить ерукової кислоти < 5 %. Сорт озимого ріпаку був виведений в Канаді (отримали шляхом мутації ДНК під дією УФ), звідси походить назва "Канола" або Canola – Canadian Oil Low Acid)

Сорти гірчиці з низьким вмістом ерукової кислоти – сарептська (1...3% від вмісту жирних кислот)

Поліненасичені жирні кислоти

ω -6 жирні кислоти містяться у рослинних оліях, а ω -3 жирні кислоти характерні для морських тварин (таблиця 1.5).

Серед цих кислот є есенціальні:

– лінолева (C 18:2 ω 6) в організмі людини перетворюється на арахідонову кислоту (рисунок 1.21);

– ліноленова (C 18:3 ω 3) – перетворюється на ейкозапентаєнову (C 20:5) і докозогексаєнову (C 22:6) (рисунок 1.21).

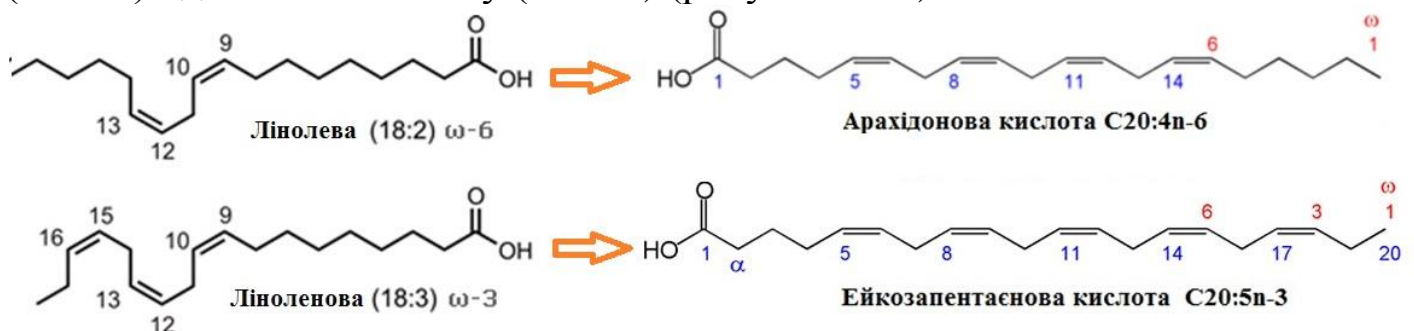


Рисунок 1.21 – Перетворення лінолевої та ліноленової кислоти в організмі людини

Таблиця 1.5 – Вміст ω -3 жирних кислот в деяких продуктах

Вміст ω -3 жирних кислот		
Харчовий продукт	Вміст мг/ на 100 г продукту	
Скумбрія	1400	
Тунець	1200	
Ракоподібні, сепія	600	
Молюски	400	
Тріска	200	
Яєчний жовток	110	
Курятина	30	
Печінка свиняча	30	

Значення ПНЖК

Приймають участь в метаболізмі холестерину і знижують його рівень в крові;

– є прекурсорами простагландинів – гормонодіючих речовин, що знижують ризик тромбоутворення, знижують артеріальний тиск;

– всі омега-3 і деякі омега-6 кислоти підтримують протизапальну функцію в організмі, в той час як інші омега- (наприклад, арахідонова), навпаки підтримують прозапальні функції;

– арахідонова і ейкозозагексаєнова кислота є структурними елементами клітинних мембран.

Ідеальне співвідношення вмісту ω -6-ПНЖК / ω -3 ПНЖК = 6:1. Близьке до ідеального співвідношення есенціальних ПНЖК зустрічається в соєвій олії, свинячому салі, риб'ячому жирі, гірчичній олії.

Негативні наслідки надмірного вживання ПНЖК

Вживання ПНЖК в кількості більшій за 2,5...3 % від загальної кількості жирних кислот може призвести до надлишкового утворення простагландинів, які мають прозапальні та протромбогенні властивості і тим самим можуть знижувати стійкість організму до захворювань. Крім того, надлишок ПНЖК збільшує кількість утворення пероксидів жирів, які є факторами утворення злоякісних клітин.

1.3 Харчові жири та їх класифікація. Модифіковані жири

Класифікація харчових жирів за походженням наведена на рисунку 1.22, а класифікація за температурою плавлення за 18°C – в таблиці 1.6

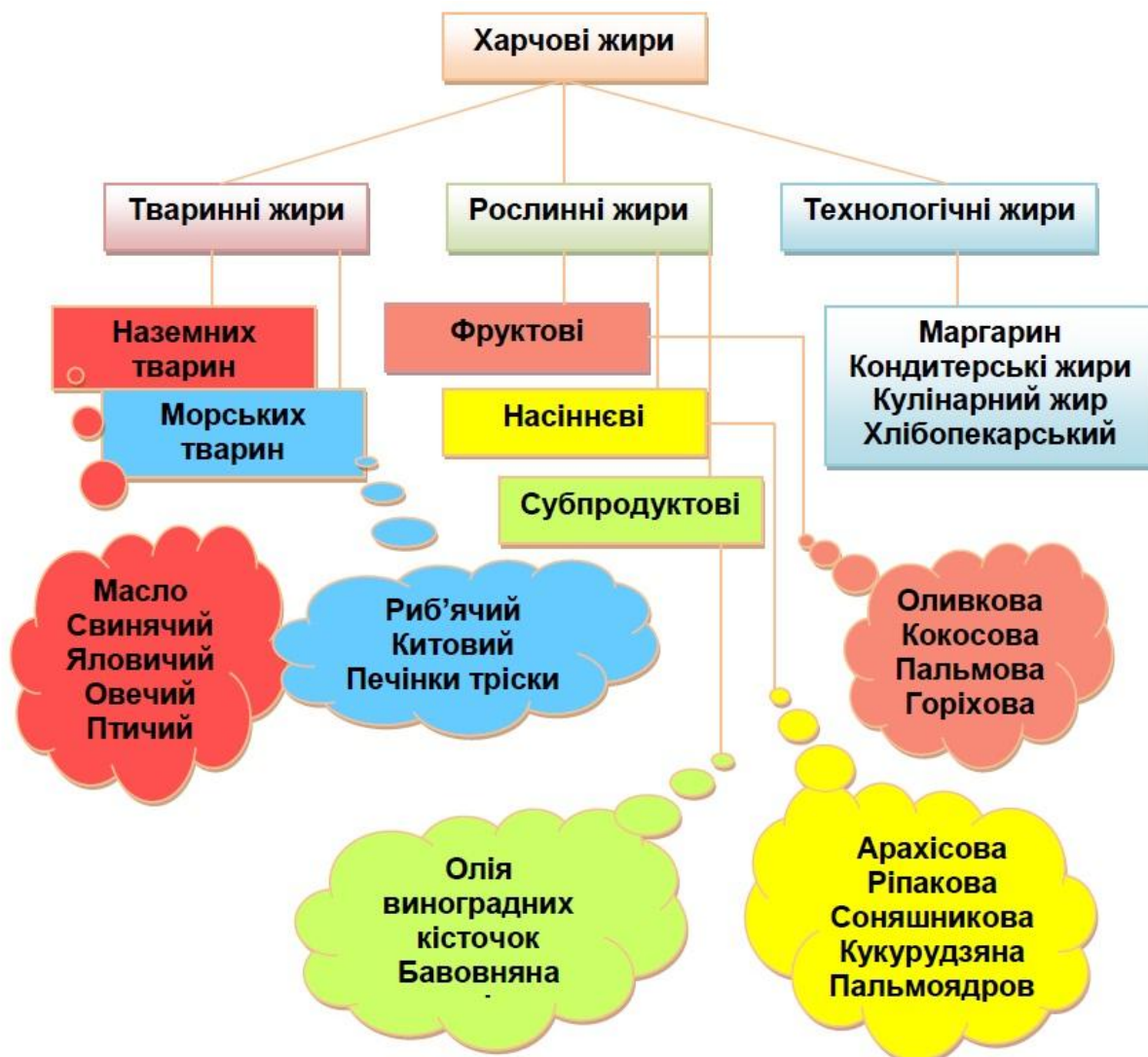


Рисунок 1.22 – Класифікація харчових жирів

Таблиця 1.6 – Класифікація жирів за температурою плавлення за 18°C

За консистенцією за 18°C харчові жири поділяються на:			
Тверді		Рідкі	
Смалець	+ 45°C	Арахісова	-10°C
Вершкове масло	+ 38°C	Соєва	-20°C
Какао-масло	+ 36°C	Соняшникова	-16°C
Пальмова олія	+ 40°C	Ріпакова	-3°C

Модифіковані технологічні жири

Модифікація рослинних олій пов'язана з одержанням продукту, що має тверду консистенцію за кімнатної температури і є стійким до тривалого нагрівання та до псування.

Температура плавлення жирів та твердість (ступінь кристалізації) залежать від:

– довжини вуглеводневого ланцюга: чим довший ланцюг – тим більшою є молярна маса – більше Ван-дер-ваальсових зв'язків – висока температура плавлення

– ступеня ненасиченості: чим більше подвійних зв'язків, тим більш вигнуті ланцюги, тим менше контактів між ними, менше Ван-дер-ваальсових зв'язків – низька температура плавлення

– цис- або транс-конфігурація: чим більше цис-ізомерів – тим більше криволінійних ланцюгів (рисунок 1.23), тим менший контакт і тим менше Ван-дер-Ваальсових зв'язків – низька температура плавлення; чим більше транс-ізомерів, тим менш кривих ланцюгів, тим більше контакту, тим більше Ван-дер-Ваальсових зв'язків – висока температура плавлення.

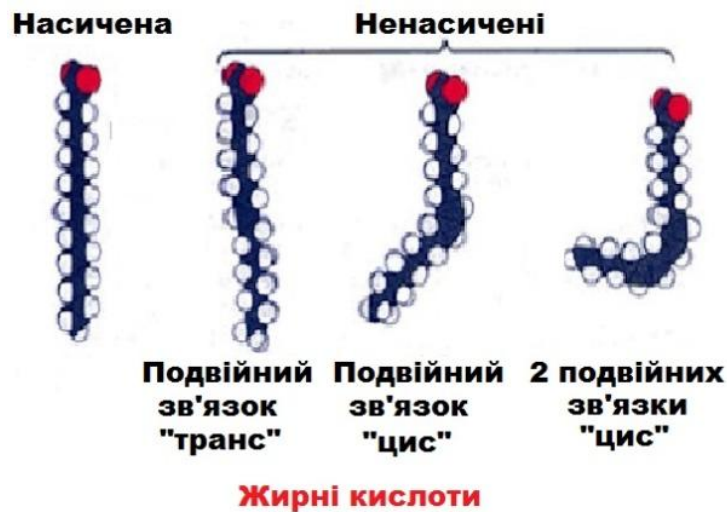


Рисунок 1.23 – Порівняння просторової будови насичених кислот на транс- і цис-ізомерів ненасичених жирних кислот

Модифікація рослинних жирів може здійснюватись:

- фізичними методами – фракціонування
- хімічними методами – гідрування, переестерифікація

Фракціонування – розділення жиру на фракції, що мають різні температури плавлення і ступінь твердості за кімнатної температури.

Це досягається шляхом відокремлення триацилгліцеролів високої температури плавлення під час охолодження рідкого масла в контрольованих умовах (рисунок 1.24).

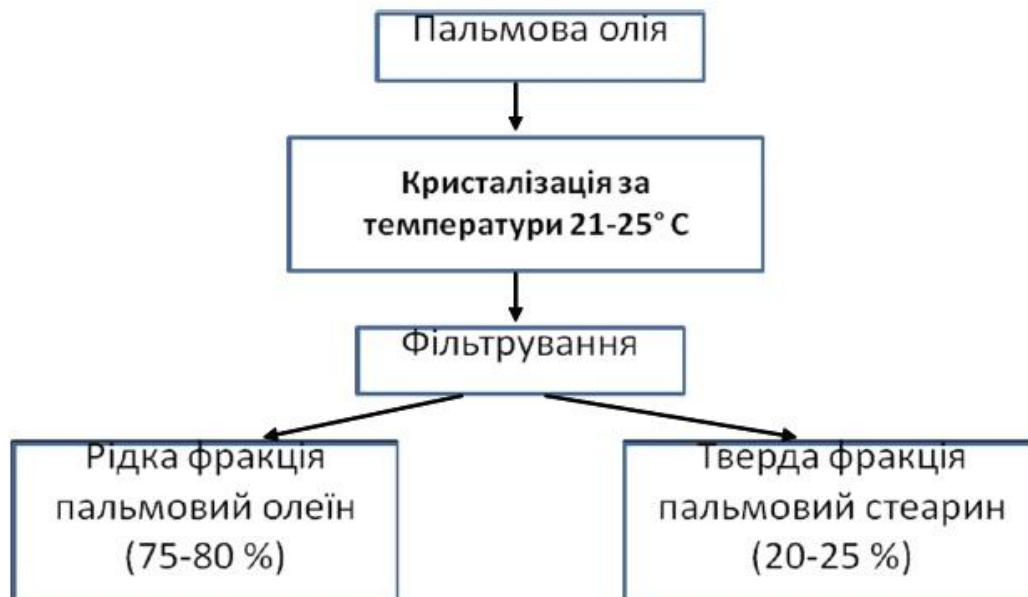


Рисунок 1.24 – Схема фракціонування пальмової олії

Фракціонування фізично змінює співвідношення тригліцеридів шляхом поділу олії на олеїнову та стеаринову фракції. Фракціонування в основному є двоетапним процесом. По-перше, олія кристалізується шляхом охолодження, а потім фракцію рідини (олеїну) відокремлюють від твердої (стеаринової) фракції.

Гідрогенізації ненасичених жирів

Гідрування олій використовується в харчовій промисловості протягом останніх 100 років.

Гідрогенізовані жири є дешевою альтернативою природним тваринним жирам та мають оптимальні властивості для технологічних цілей, включаючи: тривалий термін зберігання, надання бажаної текстури випічці та стабільність під час нагрівання.

Гідрогенізація – процес перетворення рідких олій в тверді жири за рахунок приєднання водню за місцем подвійного зв'язку у вуглеводневому ланцюзі залишків ненасичених жирних кислот.

Параметри гідрогенізації такі:

- водень високого тиску
- температура ~ 200°C
- нікелевий каталізатор.

Схема процесу гідрогенізації наведена на рисунку 1.25.

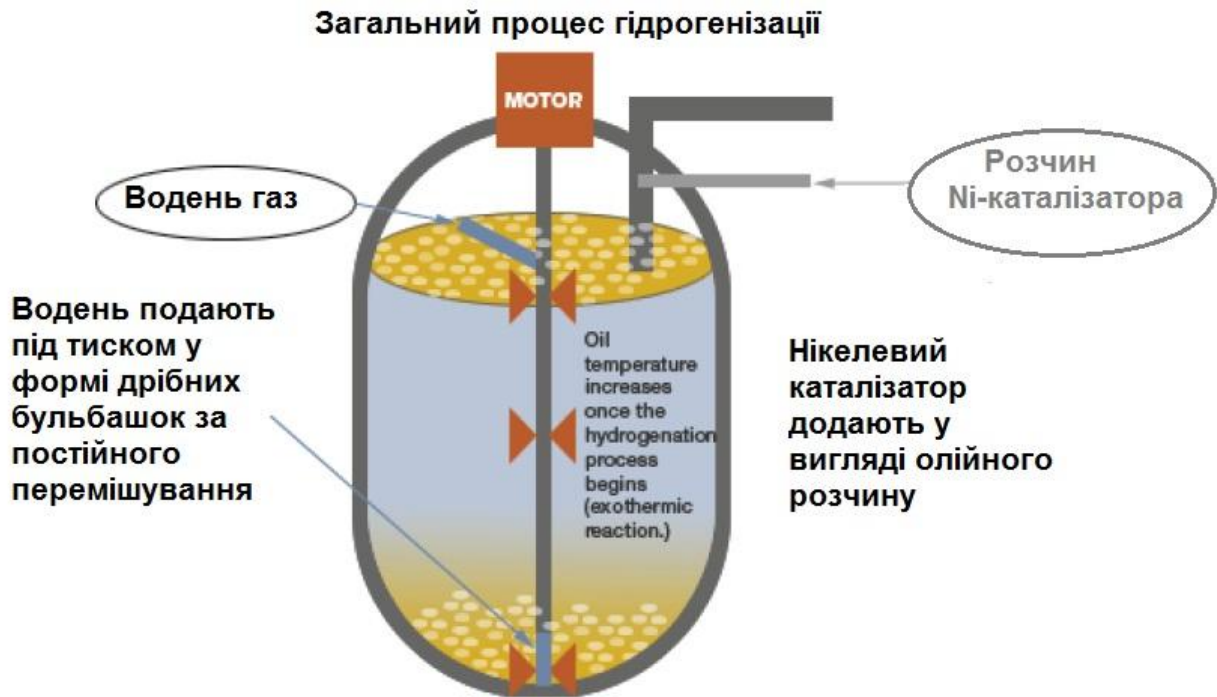


Рисунок 1.25 – Схема процесу гідрогенізації рослинних олій

Розрізняють:

- Повне гідрування – процес повного перетворення ненасичених подвійних зв’язків, що є в жирі на насичені (рисунок 1.26);
- Часткове гідрування – це неповний процес, який завершують раніше повного насичення вуглецю атомами Гідрогену, таким чином, залишається певна кількість подвійних зв’язків.

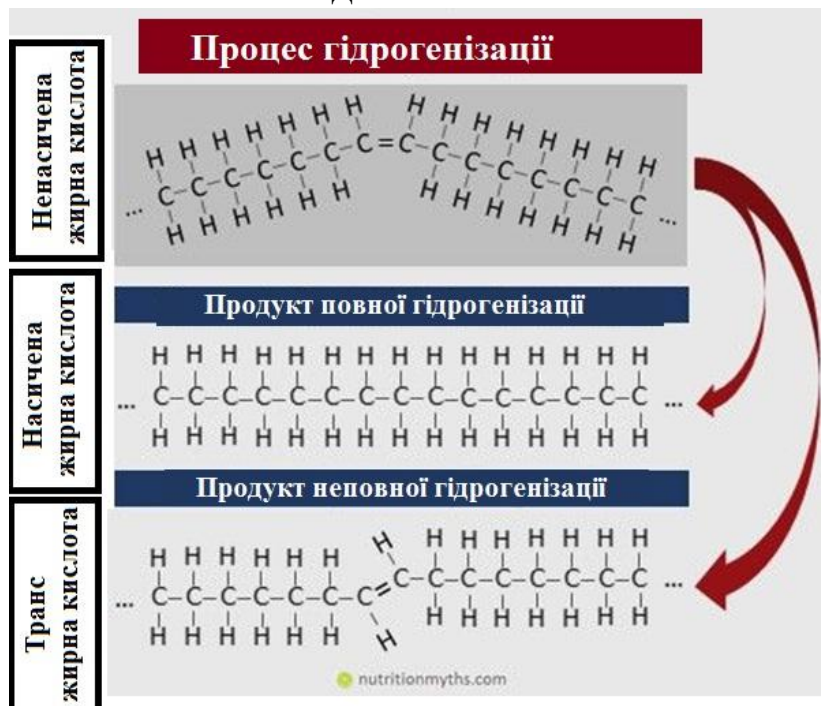


Рисунок 1.26 – Продукти, що утворюються під час гідрогенізації мононенасиченої жирної кислоти

Повністю гідрогенізовані олії є твердими за кімнатної температури

більш стійкими до окиснення і мають подовжений термін придатності.

Повністю гідрогенізовані олії є занадто твердими для використання в технологічних процесах. Цю проблему вирішують двома шляхами: змішуючи повністю гідрогенізований твердий жир з рідкими оліями, щоб зробити їх м'якшими або ж здійснюють часткове гідрування.

Мета часткового гідрування олій – зробити їх властивості оптимальними для технологічних процесів.

Переваги часткового гідрогенізація:

– одержаний продукт (шортенінг) має м'яку консистенцію за кімнатної температури, може надавати широкого діапазону консистенції жировмісним продуктам, використовуються в кондитерському виробництві.

Недоліками часткової гідрогенізації є наступні:

– під час часткової гідрогенізації утворюються транс-ізомери жирних кислот (до 50%), які пов'язують з підвищеним ризиком серцевих захворювань (рисунок 1.27).

– більшість частково гідрогенізованих продуктів виготовляються з сої та кукурудзи, які переважно генетично модифікованими Г

– частково гідрогенізовані жири містять велику частку прозапальних омега-6 жирних кислот

– залишки каталізатора в продукті.

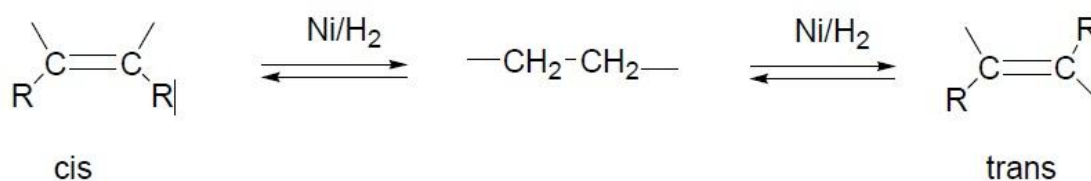


Рисунок 1.27 – Схема утворення транс-ізомерів жирних кислот

Переестерифікація (інтерестерифікація)

Переестерифікація – виробництво олій з бажаною температурою плавлення шляхом змішування різних олій.

Переестерифікація – процес обмін залишків жирних кислот, що призводить до утворення нових гліцеридів, в результаті чого змінюються фізико-хімічні властивості жирових сумішей: знижується температура плавлення і твердість, підвищується пластичність.

Випадкова переестерифікація є альтернативою частково гідрогенізованим оліям.

Змінює характеристики плавлення жирних і олійних сумішей без утворення транс-ізомерів.

Переестерифікації піддаються як суміші рослинних олій, так і суміші рослинних з тваринними.

Відбувається в два етапи:

I етап – гідроліз

II етап – випадкова естерифікація (рисунок 1.28).

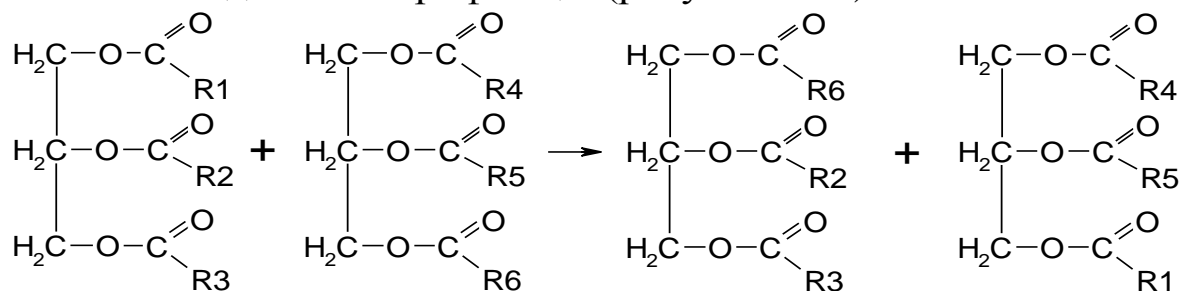


Рисунок 1.28 – Схема випадкової переестерифікації триацилгліцеролів

Параметри переестерифікації такі: каталізатор – метал, температура $T = 100^{\circ}\text{C}$.

Приклад переестерифікації: пальмова олія з високим вмістом стеаринової кислоти змішується з пальмоядровою з високим вмістом олеїнової кислоти; температура плавлення суміші до естерифікації – $T = 50^{\circ}\text{C}$, після – 37°C .

Використовується для виробництва кулінарних, кондитерських жирів та маргарину.

1.4 Перетворення жирів під час переробки сировини і зберіганні

В процесі переробки і зберігання жировмісних продуктів або виділених з них жирів відбуваються різноманітні перетворення їх під впливом біологічних, фізичних і хімічних чинників.

В результаті цих перетворень змінюється хімічний склад, погіршуються органолептичні показники і харчова цінність жирів, що може призвести до їх псування.

Незалежно від технологічних режимів переробки і зберігання, а також виду жиру в них проходять однотипні зміни, що зводяться до гідролізу і окиснення. Ці процеси відбуваються за схемою, зображеною на рисунку 1.29.

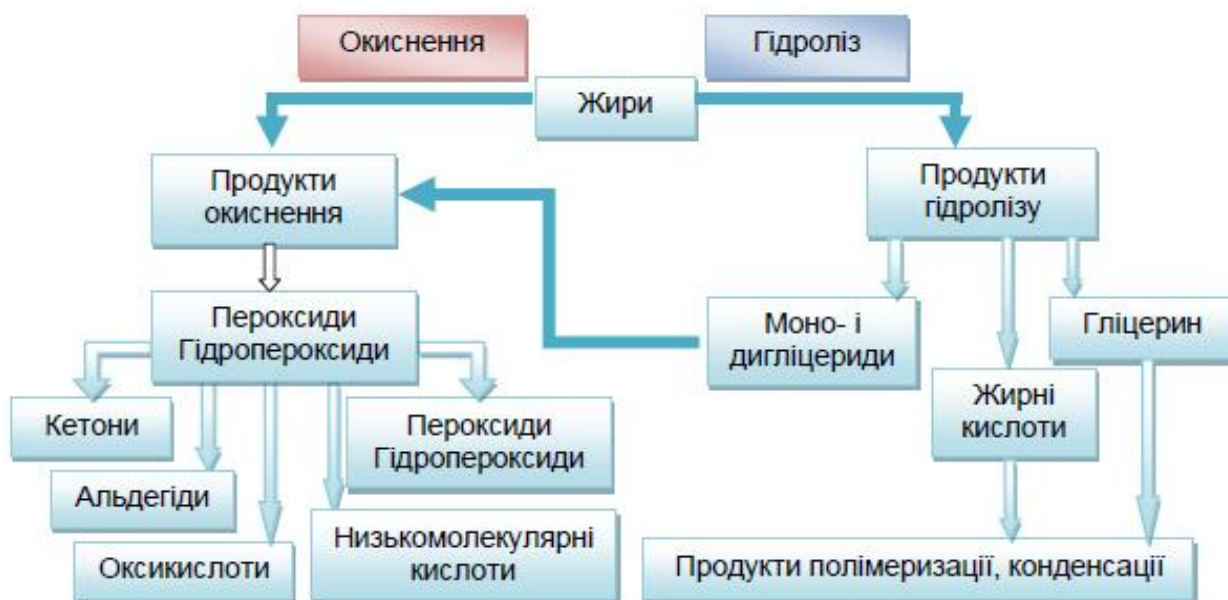


Рисунок 1.29 – Схема перетворення жирів в процесі переробки і зберігання жировмісних продуктів

Згіркнення (псування) жирів

Ліпіді рослинних и тварин тканин, а також виділені з них в процесі переробки, піддаються хімічним змінам, в результаті яких їх неможливо використовувати для харчових цілей

Згіркнення – це деградація жирів, пов’язана з процесами окиснення подвійних зв’язків в молекулах жирних кислот, що входять до складу гліцеридів. В результаті згіркнення жири набувають неприємного запаху і смаку через накопичення в них низькомолекулярних сполук, пероксидів, альдегідів, вільних жирних кислот, кетонів та ін.

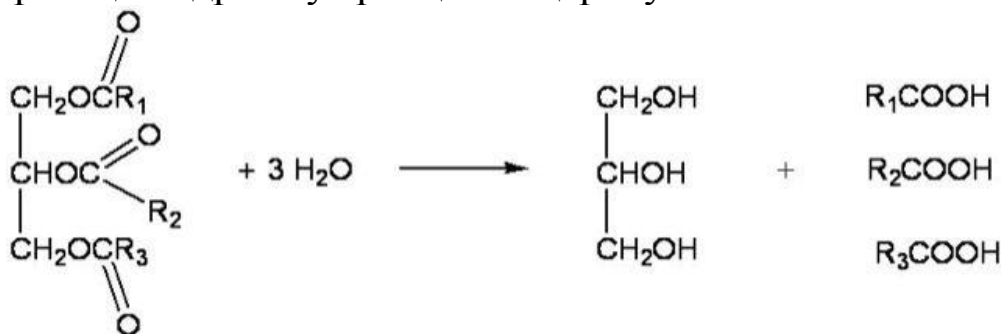
Гідролітичні процеси

Більшості процесам псування жирів передує процес їх гідролізу

Гідроліз – це процес розщеплення молекул гліцериду на складові елементи в результаті взаємодії з водою.

Причини: вода, світло, ферменти мікробів – ліпази

Схема реакцій гідролізу триацилгліцеролу:



Під час гідролізу накопичуються вільні жирні кислоти, про що свідчить зростання кислотного числа

Утворення вільних ненасичених жирних кислот сприяє подальшому хімічному окисненню жиру

Продукти гідролізу

Низькомолекулярні кислоти (масляна, валеріанова, капронова) надають жирам неприємного специфічного смаку і запаху

Гідроліз тваринних жирів, а також рослинних олій, до складу яких не входять низькомолекулярні жирні кислоти, не призводить до утворення продуктів із специфічними, неприємними смаком і запахом, так як в результаті цього процесу з'являються високомолекулярні жирні кислоти, що не мають а ні запаху, а ні смаку.

Неферментативний гідроліз

Неферментативний гідроліз відбувається під дією розчиненої в жирі води. Розчинність води в жирі за кімнатної температури, як правило, не перевищує часток відсотка, що забезпечує незначний ступінь гідролізу жирів. Невелику каталітичну дію на процес гідролізу чинять ПАР, супутні жирам фосфоліпіди, моногліцериди і ін.

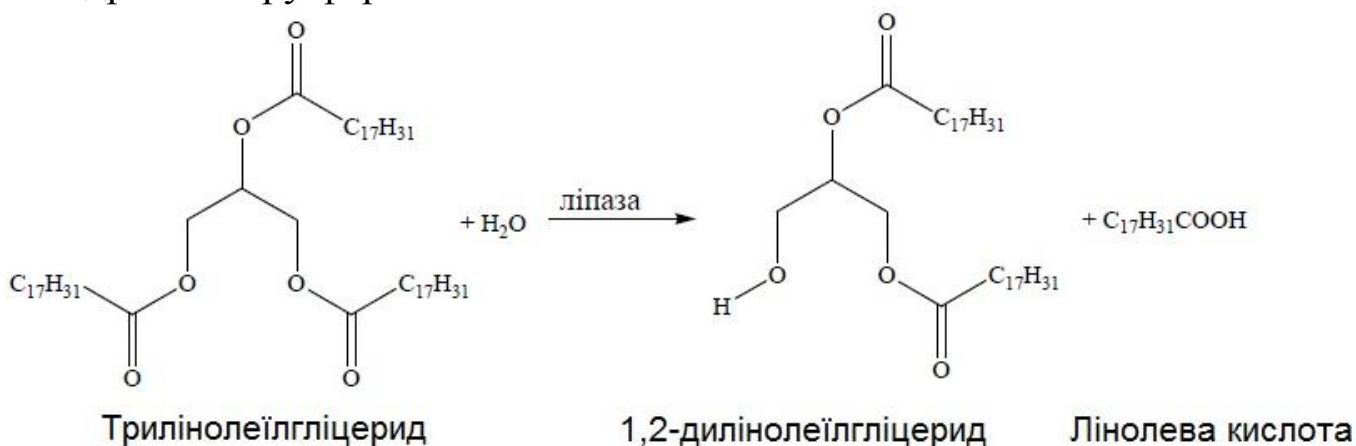
Ферментативний гідроліз

Ферментативний гідроліз має ензиматичну природу і відбувається завдяки діяльності ліпаз.

Ферментативний гідроліз в харчових жирах виникає в основному за недотримання умов зберігання, в наслідок ураження жирів пліснявою і дріжджами, що виробляють ліпазу.

Рафіновані і топлені жири в меншій мірі схильні до цих процесів.

Гідроліз жиру ферментом ліпазою:



Типи з окиснення

Розрізняють три типи окиснення:

- ферментативне окиснення;
- кетонне окиснення;
- хімічне окиснення я або автоокиснення

Ферментативне згіркнення

Ферментативне згіркнення – процес, який складається з таких стадій:
– ферментативний гідроліз – накопичення вільних низькомолекулярних жирних кислот, які надають жирам характерного згірклого запаху.

– ферментативне окиснення – накопичення коротколанцюгових альдегідів і кетонів, які надають жирам додаткових неприємних смакових відтінків

У ненасичених жирах переважають альдегіди, а в жирах з невеликою кількістю ненасичених кислот – кетони. Окиснення альдегідів і кетонів призводить до появи у жирах неприємного різкого запаху.

Ферментативне окиснення

Ферментативне окиснення – це процес окиснення жирних кислот під дією ферментів ліпоксигеназ з утворенням гідропероксидів.

Ліпоксигенази каталізують утворення гідропероксидів ненасичених жирних кислот (головним чином, лінолевої і ліноленової).

Вільні жирні кислоти окиснюються швидше, ніж їх залишки, що входять в молекули жиру.

Ферментативне окиснення характерне для ліпідів олійного насіння а також зерна, що неправильно зберігається, та продуктів його переробки (борошно, крупа).

У загальному вигляді цей процес може бути представлений схемою (рисунок 1.30) з якої видно, що ліпаза і ліпоксигеназа діють разом.

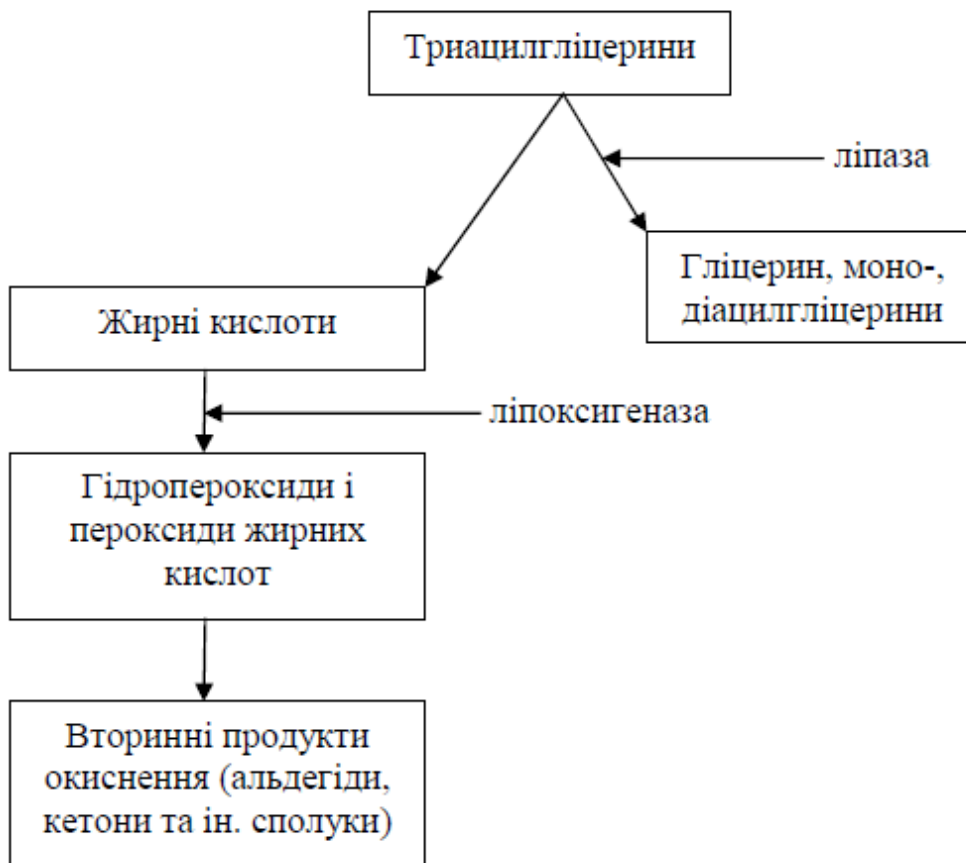
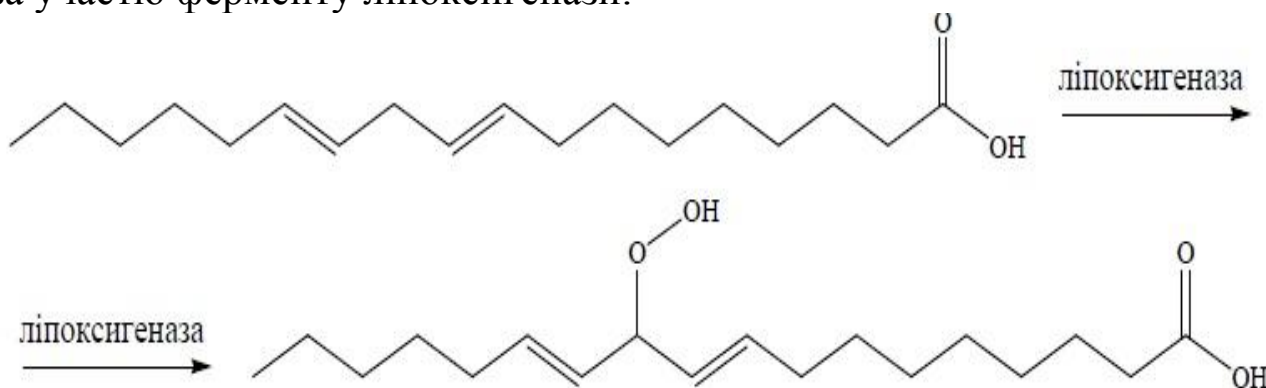


Рисунок 1.30 – Схема ферментативного окиснення жирів

Лінолева кислота, що утворилася в результаті гідролізу, окиснюється за участю ферменту ліпоксигенази:



Гідропероксид лінолевої кислоти

Гідроліз утвореного 1,2-ділінолеїлгліцерину і окиснення гідропероксиду можуть продовжуватися і далі.

Вторинні продукти окиснення (альдегіди, кетони та інші сполуки), що утворюються, є причиною погіршення якості харчової сировини і багатьох ліпидовмісних продуктів.

Вторинні продукти окиснення гідропероксидів надають жирам додаткових неприємних смакових відтінків.

Так, суміш шести і десяти вуглецевих альдегідів надає жиру смаку "сильно підсмаженого".

Домішка альдегідів, що утворюються в результаті розкладання гідропероксидів в процесі гідрогенізації, надає специфічного запаху саломасу.

У ненасичених жирах переважають альдегіди, а в жирах з невеликою кількістю ненасичених кислот – кетони. Окиснення альдегідів і кетонів призводить до появи у жирів неприємного різкого запаху.

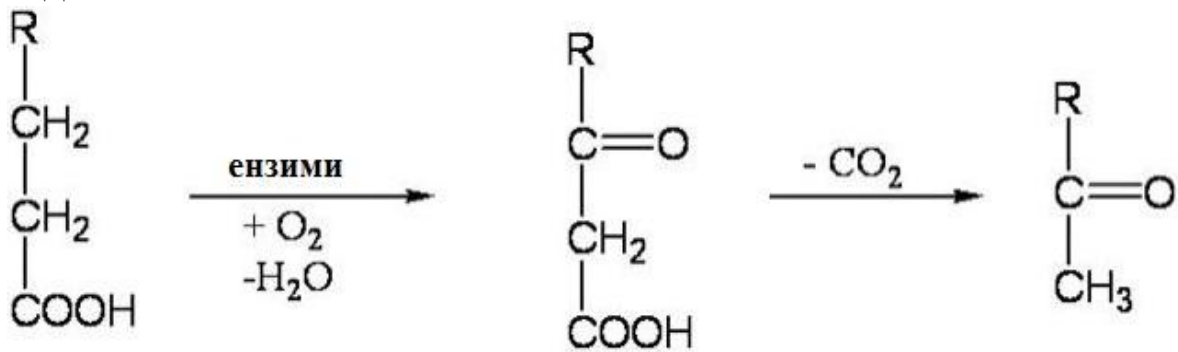
Згірклі рослинні олії типу оливкової, в складі яких переважає олеїнова кислота, мають виражений олеїново-кислий або альдегідний запах, який зумовлений в основному мурашиним, гептиловим, ноніловим, оцтовим альдегідом. Згірклі олії типу макової з переважанням поліненасичених кислот мають запах оліфи.

Кетонне згіркнення (духмяне)

Причиною кетонного згіркнення є мікробні ензими (ферменти плісняви).

Кетонне згіркнення називають також кетонізацією або β-окисненням, стосується переважно жирних кислот з кількістю атомів карбону від 6 до 12 і зумовлене дією різних мікроорганізмів, серед яких *Penicillium glaucum* і *Aspergillus niger*.

Схему кетонного згіркнення можна представити в наступному вигляді:



Ензими цих організмів перетворюють дані кислоти в кетони шляхом окиснення і декарбоксилювання. Кетони, що утворюються мають на один атом карбону менше порівняно з кислотами від яких походять і характеризується сильним запахом.

Хімічне згіркнення

Хімічне згіркнення або автоокиснення включає в себе всі зміни, які відбуваються в жирах в результаті дії кисню і призводить до зміни смаку і зменшенню поживної цінності жирів.

Хімічне окиснення (автоокиснення)

Автоокиснення жирних кислот є найбільш поширеним типом

окиснення в умовах переробки або зберігання харчових продукті.

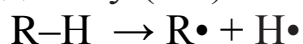
За нормальних температур атмосферним киснем окиснюються лише ненасичені жирні кислоти.

За підвищених температур, таких як під час випікання, смаження та обсмажування, відбувається автоокиснення насичених жирних кислот.

Автоокиснення вуглеводневого ланцюга жирних кислот – це радикальна ланцюгова реакція, що проходить в три етапи.

Механізм реакцій окиснення жирів пояснює **пероксидна теорія Баха-Енглера і теорія ланцюгових реакцій М. Семенова**

Перший етап – ініціація (ініціювання) – розщеплення ковалентного зв'язку Н-С вуглеводневого ланцюга з утворенням вільного водневого радикалу (H•) та вільного радикалу жирних кислот (R•)



де R – залишок жирної кислоти; R• – вільний радикал

Енергія, необхідна для розщеплення зв'язків Н-С жирних кислот, може бути отримана з різних джерел:

- теплова енергія (від джерела нагрівання);
- ультрафіолетове, радіоактивне або видиме випромінювання.

Енергія дисоціації зв'язку Н-СН- в середині насиченого ланцюга жирних кислот становить 422 кДж/моль, енергія дисоціації зв'язку Н₃С-СН-Н у кінці її ланцюга становить 410 кДж/моль, енергія дисоціація метиленової групи, прилягаючої до подвійних зв'язків, -Н-СН-СН = СН- становить 322 кДж/моль, але енергія дисоціації метиленової групи між двома подвійними зв'язками становить лише 272 кДж / моль (рисунок 1.31).

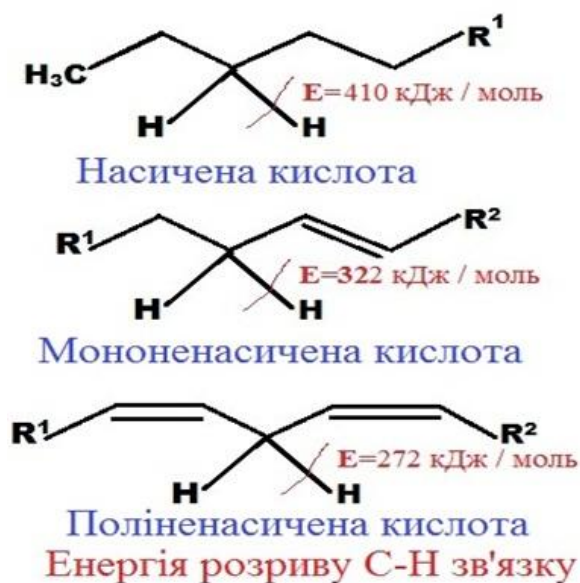
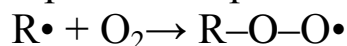


Рисунок 1.31 – Енергія дисоціації зв'язку Н-СН в середині насиченої і ненасичених кислот

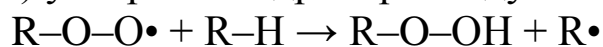
Розщеплення молекули жирних кислот (ліпідів) також відбувається за рахунок реакції з іншим вільним радикалом (негайна реакція вуглеводневого ланцюга безпосередньо з киснем термодинамічно є невігідною) або реакцією з перехідними металами.

Другий етап – поширення – утворення пероксиду:

а) одержаний вільний радикал жирних кислот (ліпідів) ($R\cdot$) дуже реактивний, тому він легко з'єднується з молекулою кисню з утворенням пероксильного радикалу ($R-O-O\cdot$)



б) пероксильний радикал є також дуже реактивним і відщеплює атом водню з іншої молекули ненасичених жирних кислот з утворенням гідропероксиду ($R-O-OH$) та іншого вільного радикалу жирних кислот ($R\cdot$). утворення гідропероксиду

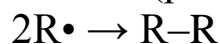


Гідропероксиди – нестійкі сполуки, здатні в результаті розпаду утворювати ряд більш стабільних продуктів окиснення.

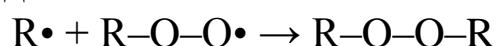
Третій етап – закінчення

Третій етап – взаємодія вільних радикалів між собою з утворенням стабільного продукту і припинення ланцюгової реакції.

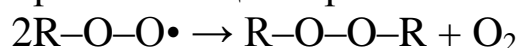
За обмеженої кількості кисню основною реакцією припинення є взаємодія (рекомбінація) радикалів жирних кислот ($R\cdot$)



За достатньої концентрації кисню основною реакцією припинення є взаємодія (рекомбінація) радикалів жирних кислот ($R\cdot$) з пероксидними радикалами



і рекомбінація пероксильних радикалів ($ROO\cdot$)



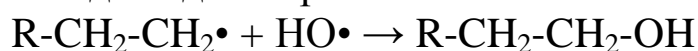
Другий і третій етапи відбуваються одночасно.

Термінація вуглеводневих радикалів є не єдиною реакцією рекомбінації. Інші можливості (в залежності від структури радикалів) є такими:

– припинення шляхом диспропорціонування, коли виділяється водень, що дає олеїн ($R-CH_2-CH_2\cdot \rightarrow R-CH=CH_2 + H\cdot$)

– припинення шляхом перенесення (наприклад, у реакції з антиоксидантами),

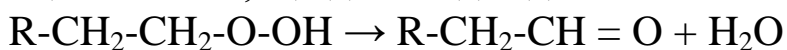
– припинення шляхом рекомбінації з гідроксильним радикалом, що призводить до спиртів:



– подальше окиснення кінцевого гідропероксиду:



У кінцевому гідропероксиді зв'язок між атомами кисню потім розщеплюється, що дає альдегід



Альтернативно, зв'язок між атомами вуглецю може бути розщеплений, що призводить до коротшого алкільного радикалу ($R-CH_2\cdot$).

Особливості окиснення ненасичених жирних кислот.

В молекулі вільного радикалу ненасиченої жирної кислоти, що утворився на першому етапі відбувається внутрішньо-молекулярне перетворення: зсув подвійних зв'язків з утворенням спряжених (дієнових) зв'язків. Цей процес називається процесом утворення дієнових кон'югатів:



У випадку окиснення мононенасиченої жирної кислоти утворюються чотири ізомери гідропероксидів:

– два ізомери гідропероксидів без зсуву подвійного зв'язку – суміш цис- і транс- ізомерів (рисунок 1.32);

– два ізомери гідропероксидів із зсувом подвійного зв'язку – транс-ізомери (рисунок 1.32).

У випадку окиснення поліненасиченої жирної кислоти утворюються ізомери гідропероксидів із сувом подвійного зв'язку – дієнові кон'югати.

За кімнатної температури або нижчій, це, головним чином, утворюються цис- та транс-гідроперокси, тоді як за підвищеної температури в основному утворюються транс-гідроперокси

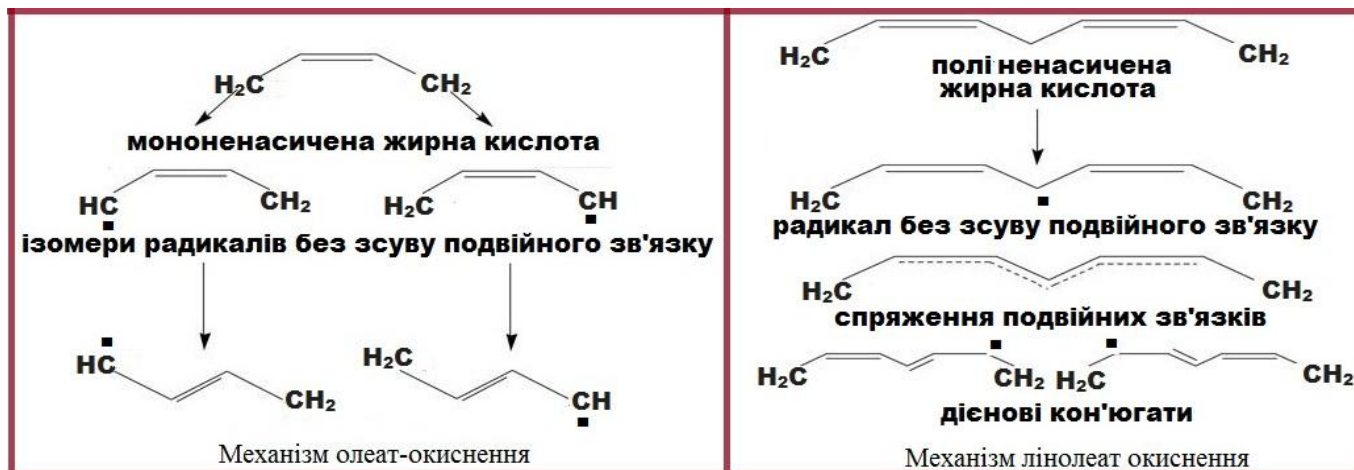


Рисунок 1.32 – Окиснення мононенасиченої жирної кислоти з утворенням чотирьох ізомерів радикалів

Пероксидні сполук є нестійкими. Вони розкладаються під впливом різних агентів з утворенням вторинних, більш стійких сполук – гідроксикислот, епоксидів, альдегідів, кетонів й інших речовин.

Гідропероксид, гідроксикислоти і епоксиди кислот не мають смаку і запаху.

Носіями неприємного смаку і запаху окиснених жирів (згірклих) є кетони, альдегіди (рисунок 1.33) і низькомолекулярні кислоти, що утворюються на наступних стадіях окиснення жиру.



Рисунок 1.33 – Деякі альдегіди – вторинні продукти автоокиснення жирів

Гідропероксиди жирних кислот та їх радикали реагують трьома способами у вторинних реакціях:

– реакції, які не змінюють кількість атомів вуглецю в молекулі (наприклад, утворення циклічних пероксидів та ендпероксидів, епоксидних кислот (рисунок 1.34), гідроксикислот (рисунок 1.35) та оксикислот);

– реакції з розкладанням молекул, з утворенням продуктів з меншим вмістом атомів вуглецю (утворення альдегідів, вуглеводнів або оксикислот);

– реакція полімеризації, в якій кількість атомів вуглецю в молекулі збільшується.

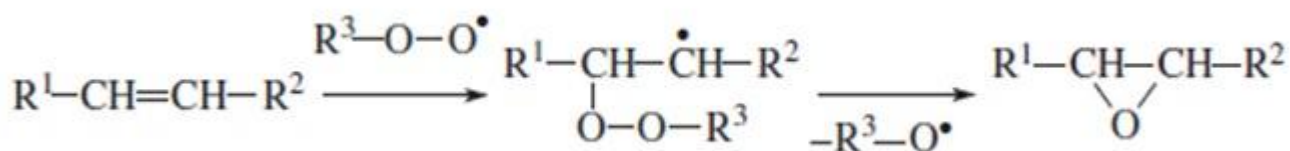
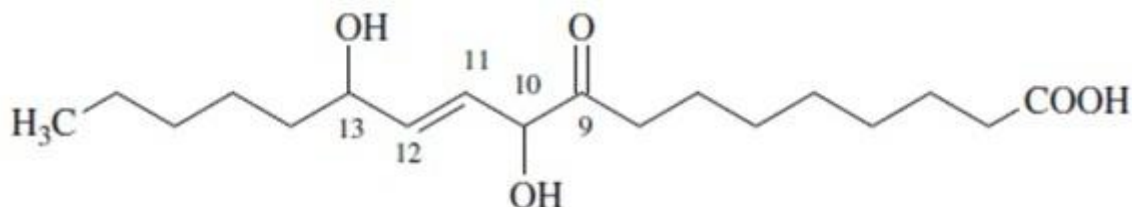


Рисунок 1.34 – Утворення епоксиду із пероксильного радикалу і ненасиченої жирної кислоти



10,13-дигідрокси-9-оксооктаїд-11-еноїдна кислота

Рисунок 1.35 – Гідроксикислота – продукт окиснення жирів

Фактори, що прискорюють автоокиснення

Ультрафіолетові промені прискорюють процес окиснення поліненасичених жирних кислот

Підвищена температура, особливо в інтервалі 40...45°C, різко збільшує швидкість утворення і розпаду гідропероксидів.

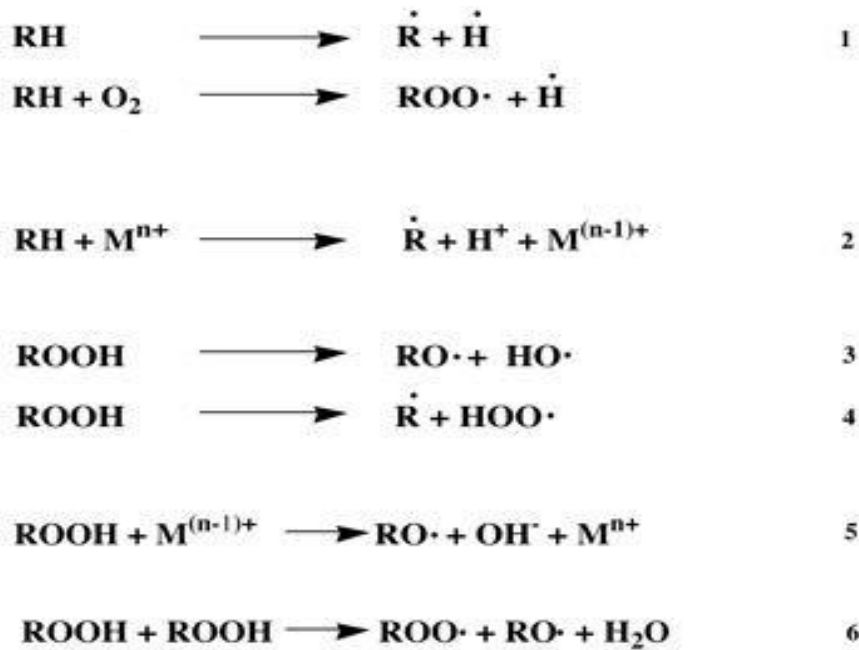
Йони важких металів також мають сильну каталітичну дію. Вони розкладають пероксиди з утворенням вільних радикалів

Окиснення тваринних жирів прискорюють похідні міоглобіну – гемові пігменти м'яса, які проявляють свою активність навіть за 0°C.

Ліпоксигенази – біологічний каталізатор, зустрічається у рослинних тканинах – каталізує окиснення поліненасичених жирних кислот.

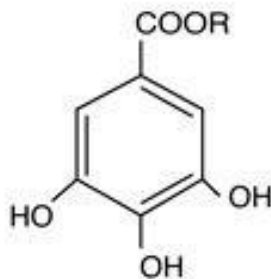
Для запобігання і уповільнення окиснювальних реакцій в жири вводять антиокисники (антиоксиданти). Дія антиокисників ґрунтується на їх здатності обривати ланцюг окиснення. Це пов'язане з ліквідацією активних радикалів, з утворенням нових, що не приймають участь в процесах окиснення

Дію каталізаторів – йонів металів можна зобразити за допомогою такої схеми:

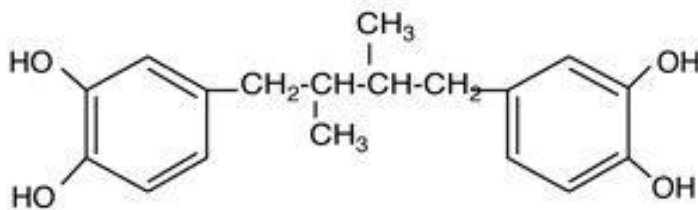


Антиоксиданти

Природними антиокисниками є токофероли (в рослинних оліях їх міститься від 0,01 до 0,28%), госипол бавовняних насіння, сезамол кунжутного насіння і деякі фосфатиди.



гало́ва кислота R = H
пропілгалат R = C₃H₇
октилгалат R = C₈H₁₇



нордигідрогуаяретова кислота

Синтетичні антиоксиданти: фенольні інгібітори окиснення, складні етери гало́вої кислоти (їх введення в кількості близько 0,01%, підвищує стійкість деяких жирів більш ніж в 10 разів); бутилгідрокситолуол і бутилгідоксианізол (E 321 і E 320).

Синергісти антиоксидантів

Синергісти – речовини, що підсилюють активність або тривалість дії антиокисників.

Дія синергістів зумовлена здатністю дезактивувати йони металів змінної валентності: міді, кобальту, мангану, заліза.

Найбільш активними синергістами є сполуки, що утворюють з йонами металів стабільні комплексні сполуки, що не беруть участі в окиснювальних процесах – комплексони.

До комплексонів відносять деякі окси- і амінокислоти, а також похідні фосфорної кислоти.

Найпоширенішими синергістами є лимонна, аскорбінова, щавлева, винна і деякі інші кислоти. Їх широко застосовують у виробництві маргарину і майонезу.

Осалування жирів.

Процес осалування – зміна органолептичних та фізико-хімічних характеристик жирів в результаті накопичення в них гідрокс-, окси-, поліокси- та епокси сполук.

Оксикислоти утворюються в результаті взаємодії вільних радикалів ($\bullet\text{OH}$ і $\text{HO}_2\bullet$) з молекулами жирних кислот.

Кількість оксикислот визначають за ацетиловим числом, яке зростає зі збільшенням кількості оксигруп

Вільні радикали виникають в результаті розпаду пероксидів, що утворюються під час окиснення жирних кислот.

Оксикислоти залучаються до процесу полімеризації з утворенням високомолекулярних сполук, що надають жиру характерної сальної мазеподібної консистенції.

Ознаки осалування жиру:

– підвищення температури плавлення і твердості жиру, поява сальної консистенції

– специфічний неприємний запах (стеаринової свічки, оселедця – триметиламіну) і смак.

– знебарвлення – окиснення каротиноїдів та інших пігментів, розпад токоферолів;

– інколи зміна спектру поглинання і як наслідок – зеленувате забарвлення;

– інколи – темний колір (для олій, одержаних з насіння, уражених цвіллю, внаслідок окисненням мікотоксинів; для бавовняної олії - внаслідок окиснення госиполу)

– утворення токсичних продуктів – вільних радикалів, пероксидів, карбонільних сполук: гідропероксиди легко засвоюються організмом, затримують розвиток організму, що росте, можуть сприяти утворенню злоякісних пухлин; найбільш токсичним є гідропероксид лінолевої кислоти.

Процес осалювання прискорюється з підвищенням температури і під впливом сонячного світла.

Утворення штафу. На поверхні вершкового масла або маргарину утворюється напівпрозорий темнуватий шар – штаф, що має своєрідний запах і неприємний гіркуватий смак, в результаті одночасного перебігу окиснювальних, гідролітичних, мікробіологічних та фізичних процесів.

Окиснення ліпідів, що зумовлює утворення штафу, проявляється в співвідношенні жирних кислот: знижується вміст низькомолекулярних і ненасичених, одночасно збільшується вміст стеаринової і пальмітинової кислот, накопичуються пероксидні сполуки. Крім того, накопичуються карбонільні сполуки, які зумовлюють неприємний смак і запах штафу. В результаті гідролізу і окиснення знижується кількість тригліцеридів, збільшується вміст моно-, дигліцеридів і вільних жирних кислот.

Мікробіологічні процеси проявляються як ряд перетворень ферментативного характеру в результаті життєдіяльності протеолітичних і психротрофних бактерій.

Одночасно зі зміною ліпідів відбувається розпад білкових речовин. В результаті чого підвищується дисперсність білка, посилюється поглинання кольору, що супроводжується потемнінням штафного шару.

Для попередження розвитку штафа вершкового масла і маргарину використовують газо-, волого-, паронепроникні пакувальні полімерні і комбіновані матеріали.

Висихання жирів. Це здатність рідких, в основному рослинних, олій полімеризуватись за присутності кисню повітря. Під час висихання на поверхні олії утворюються пружні міцні плівки, які з часом товщають. Речовини, що утворюють такі плівки, називаються оксинами. Вони є продуктами окиснювальної полімеризації жирних кислот молекул тригліцеридів.

1.5 Перетворення жирів в процесі приготування їжі

Термічне розкладання жирів

Термічне розкладання жиру з виділенням диму (піроліз) відбувається за високих температур, понад 200°C.

Температура, за якої починається виділення диму, називається температурою (або точкою) димоутворення, або піролізу (рисунок 1.36).

Величина точки димоутворення залежить від

– природи жиру (рідкі жири мають нижчі значення ТД);

– вмісту вільних жирних кислот (чим їх більше, тим нижчою є ТД)

Наприклад, збільшення у свинячому жирі вмісту вільних жирних кислот з 0,02 до 0,81% зменшує температуру піролізу з 221 до 150°C.

– вміст транс-ізомерів

– матеріалу і розміру посуду (чим більша площа поверхні, тим нижча ТД);

– присутність металів (залізо і мідь каталізують піроліз).

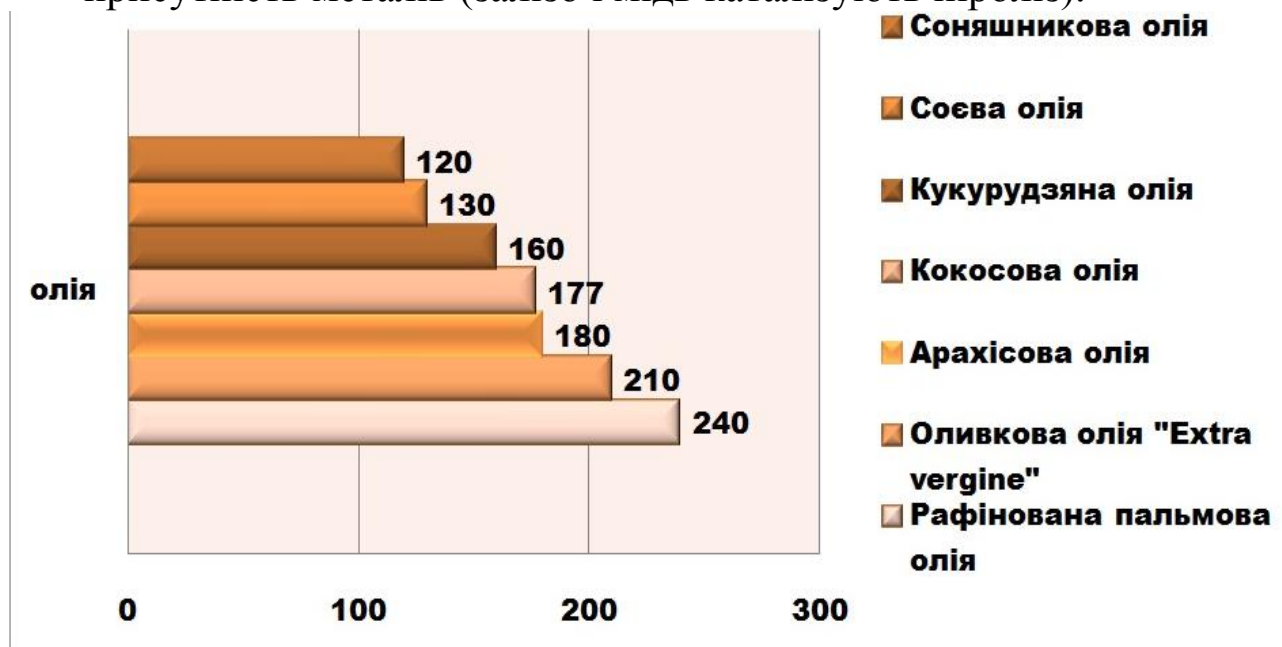


Рисунок 1.36 – Температура димоутворення деяких олій

Наслідки піролізу:

– потемніння жиру за рахунок забруднення його речовинами пірогенетичного розпаду, дрібних частинок, що утворюються в процесі обуглювання, реакцій меланоїдиноутворення і карамелізації, а також накопичення темнозабарвлених продуктів окислення самого жиру;

– зміна запаху жиру за тривалого смаження продуктів, що викликана утворенням акролеїну

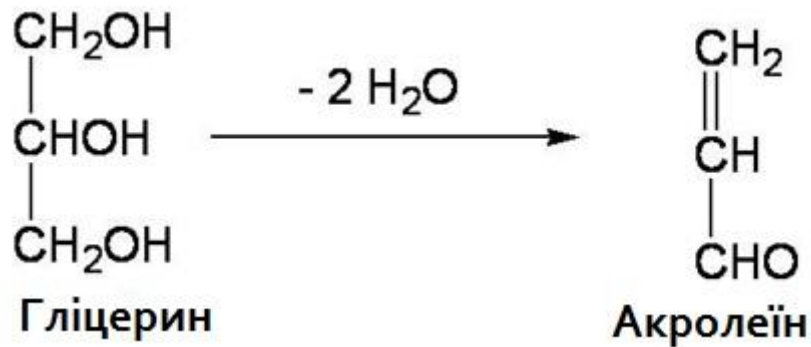
Карбонільні сполуки, що утворюються під час смаження, містять 3, 5, 7 атомів вуглецю, погіршують запах і смак жиру, а ті, що містять 4, 6, 10, 12 атомів вуглецю надають жиру приємний запах смаженого.

– утворення канцерогенних речовин (акролеїн, акриламід).

Акролеїн та акриламід

Акролеїн – альдегід акрилової кислоти, відноситься до групи сльозоточивих отруйних речовин, сильно подразнює слизові оболонки очей і дихальних шляхів; має високу реакційну здатність.

Акролеїн є одним з продуктів термічного розкладання гліцерину і жирів-гліцеридів за схемою:



Процес утворення акролеїну починається у випадку досягнення жиром температури димоутворення.

Акриламід – амід акрилової кислоти (рисунок 1.37), токсичний, уражує нервову систему, печінку і нирки, подразнює слизові оболонки; утворюється у смажених або запечених продуктах, а також випічці акриламід може утворюватися під час реакції між аспарагіном і цукрами (фруктоза, глюкоза, і т.д.) за температури вище 120°C (рисунок 1.38); особливо активно акриламід утворюється під час смаження у фритюрі тривалий час.

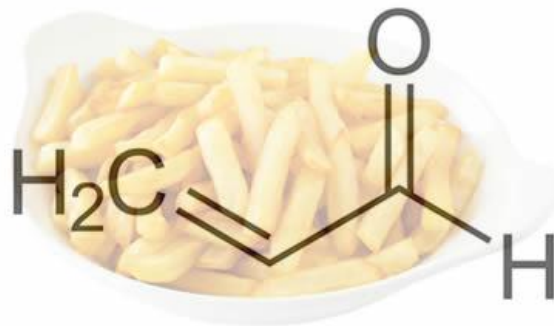


Рисунок 1.37 – Акриламід – амід акрилової кислоти

– токсичний, уражує нервову систему, печінку і нирки, подразнює слизові оболонки;

– утворюється у смажених або запечених продуктах, за температури вище 120°C;

– особливо активно акриламід утворюється під час смаження у фритюрі тривалий час.

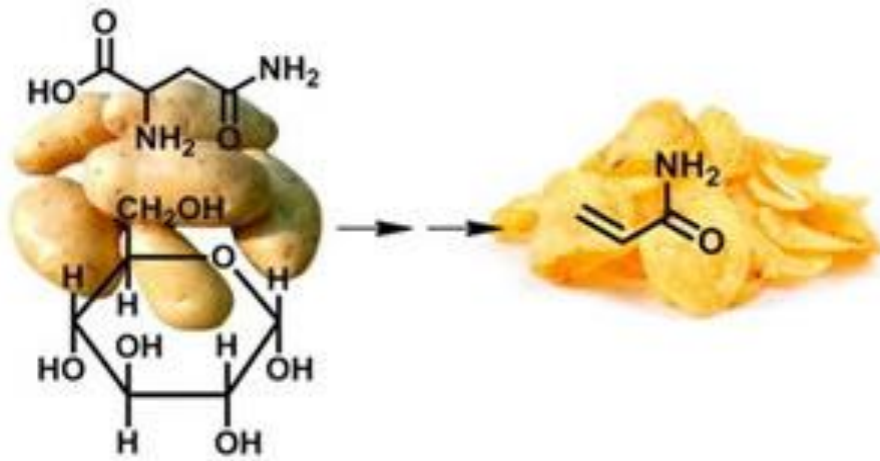


Рисунок 1.38 – Утворення акриламиду в результаті реакції між аспарагіном і цукрами

Формування цієї речовини починається за температури вище 120°C і стає максимальною за температури близько 190°C .

Утворення акриламиду характерно для крохмалистих продуктів (картоплі, крупи) та кави.

Утворення акриламиду полегшується відсутністю води та наявністю аспарагіну (амінокислоти) і редукуючих цукрів (таких як глюкоза або фруктоза, що містяться в картоплі, але також і в карамелізованій їжі).

Лекція 2 Технологія одержання рослинних жирів

План

- 2.1 Сировина для виробництва олії та її властивості
- 2.2 Технологія обробки та зберігання насіння
- 2.3 Основні етапи типової технології олій
- 2.4 Рафінування олії
- 2.5 Асортимент деяких олій та показники їх якості
- 2.6 Зміна споживчих властивостей олій під час зберігання

2.1 Сировина для виробництва олії та її властивості

Олійні – група рослин різних ботанічних родин, видів, які здатні концентрувати в собі значну кількість олії.

До олійних відносять рослини, в насінні чи плодах яких ліпіди накопичуються в кількостях, що економічно виправдовує їх промислову переробку.

Відомо декілька сотень культур, в тканинах яких відкладається про запас значна кількість олії. Найбільша кількість запасних ліпідів зазвичай зосереджена в основній тканині насіння – зародку та ендоспермі, інші тканини порівняно бідні ліпідами.

Якщо донедавна економічно виправданою була промислова переробка насіння з вмістом олії не менше 25 % їх маси, то в теперішній час успішно переробляється і низько-олійна сировина. Нині до групи промислових включено понад 100 олійних рослин із 600 видів нині відомих.

Вміст олії в насінні та плодах залежить від ряду факторів, в першу чергу від сортових особливостей та умов вирощування олійних культур.

За вмістом ліпідів олійне насіння умовно поділяють на:

- *низькоолійне* – вміст ліпідів (олійність) становить 15...35 %;
- *середньоолійне* вміст ліпідів – 36...55 %;
- *високоолійне* – 56...75 % і вище.

Ліпіди олійного насіння можна поділити на групи в залежності від біохімічної функції:

- *запасні ліпіди* – тригліцериди, вміст яких складає 95...97 % вилученої з насіння олії;
- *структурні ліпіди*, що утворюють біомембрани клітин, їх вміст – від 3 до 5 %.

Серед структурних ліпідів розрізняють:

- *фосфогліцериди* (фосфоліпіди), гліколіпіди і сульфоліпіди, присутність цієї групи ліпідів підвищує біологічну цінність олій

– *жиророзчинні вітаміни* (наприклад, токофероли) і провітаміни (каротиноїди та стероли) – зумовлюють специфічний колір, смак і запах рослинних олій, стійкість до окиснення і гідролізу під час зберігання та інші властивості;

– *воски та їх похідні* – виконують захисну функцію;

– *ліпіди, захисні функції яких визначаються токсичністю*, наприклад похідні госсипол.

До ліпідної фракції, яку вилучають з олійних плодів та насіння, як правило, входять продукти неповного синтезу або гідролізу всіх груп ліпідів, а також продукти гідролізу та окиснення

Класифікація олійних культур

Промислові олійні культури можна поділити на дві групи:

1 – основні олійні культури – рослини вирощують головним чином для одержання з насіння олії, а продукти їх переробки є другорядними в порівнянні з олією; до них належать: соняшник, рицина, кунжут, пальма, сафлор і тунг (рисунок 2.1);

2 – культури подвійного використання.



Соняшник

Рицина

Кунжут

Тунг

Рисунок 2.1 – Основні олійні культури

Серед культур подвійного використання розрізняють:

– *прядильно-олійні*, з яких крім вилученої олії одержують дуже цінне волокно: бавовник, льон і коноплі;

– *білково-олійні* – це культури, в насінні яких неліпідна частина представляє більш високу цінність (легкозасвоюваний харчовий білок): соя і арахіс;

– *пряно-олійні рослини* (гірчиця) з неліпідної частини яких вилучають прянощі.

– *ефіроолійні рослини* (коріандр) в насінні яких разом з жирною міститься ефірна олія. Олія є побічним продуктом і вилучається після одержання ефірної олії.

2.2 Технологія обробки та зберігання насіння

Насіння, зібране в полі, містить значну кількість домішок:

– *сміттєві домішки* – мінеральні та органічні (шматки стебла, листя, кошиків тощо);

– *феромагнітні домішки*.

Насіння з високою загальною засміченістю не може направлятися на зберігання, оскільки домішки, особливо органічні, мають підвищену вологість та є джерелом мікрофлори. Таке насіння не може бути направлене на безпосередню переробку із вилученням олії, тому що суттєво знижує продуктивність роботи обладнання, зменшує кількісний вихід олії (домішки є високоефективними адсорбентами олії), а наявність феромагнітних домішок може спричиняти і поломки обладнання.

Домішки, що містяться в насінні олійних культур можуть відрізнятися від насіння основної культури за розмірами, аеродинамічними та магнітними властивостями. Залежно від властивостей домішок використовують той чи інший метод очищення:

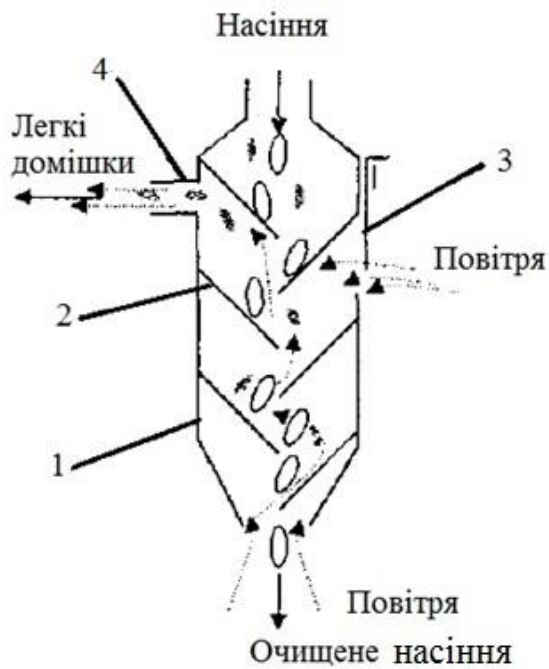
– *ситовий метод* – для видалення домішок, що відрізняються від насіння за розмірами;

– *метод повітряної аспірації* (пневматичної сепарації) – для видалення домішок, що відрізняються від насіння за аеродинамічними властивостями;

– *магнітні сепаратори* – для видалення феромагнітних домішок.

На практиці широко використовують комбіновані сепаратори, в яких реалізовані всі три методи очищення насіння. Такі сепаратори оснащені:

– *системою сит*; сита найчастіше є тонким листовим залізом з пробитими в ньому отворами круглої і довгастої форми, розташованими в шаховому порядку; найчастіше в сепараторах сита мають плоску форму, але бувають і барабанні сита; під час проходження суміші частинок, що розділяються по сити, частина з них з розмірами менше розміру отвору сита провалюється під сито і називається проходом, а частинки, що не пройшли через отвори сита, називаються сходом; на ситах з круглими отворами частинки, що характеризуються трьома нерівними розмірами, розділяються за шириною, а на ситах з довгастими отворами – за товщиною;



1 – канал; 2 – полиця; 3 – заслінка; 4 – вивідний патрубок

Рисунок 2.2 – Схема простого аспіраційного каналу

– аспіраційною камерою, в якій насіння продувається повітрям і з нього виносяться найбільш легкі домішки, що не вилучилися на ситах (рисунок 2.2);

– постійні або електромагніти.

Найбільш суттєвим фактором, який визначає якість насіння під час зберігання, є вологість насіння.

Процес висушування повинен бути максимально коротким, при цьому температура насіння не повинна підніматись вище 60...65°C. За більш високої температури відбувається денатурація білкових речовин в насінні, зменшення якості олії.

Використовують:

– конвективне висушування: шар

насіння знаходиться в нерухомому стані, а через нього продувається висушувальний газоподібний агент (нагріте повітря або димові гази); за принципом конвективного висушування працюють шахтні та барабанні сушарки;

– кондуктивне висушування: передача тепла насіннєвій масі відбувається від нагрітої поверхні;

– контактне (сорбційне) висушування передбачає використання сорбентів, які поглинають вологу, або змішування сухого та вологого насіння.

Характеристики сировини для виробництва олії та асортимент продукції

Оліє-жирова промисловість включає:

– оліє-екстракційні заводи, які виробляють з олійних культур рослинну олію та масла;

– гідрогенізаційні заводи, які перетворюють рідку олію на тверді гідрогенізовані продукти (саломаси);

– цехи з переетерифікації олії та жирів, з отриманням продуктів з іншими фізико-хімічними властивостями;

– маргаринові заводи, які виробляють маргарин, майонез та кулінарні жири;

– миловарні заводи, які виробляють туалетні та господарські мила, гліцерин, жирні кислоти;

– заводи з виробництва харчових поверхнево-активних речовин (ПАР) та синтетичних миючих засобів.

Рослинна олія залежно від способу оброблення поділяється на:

- рафіновану;
- дезодоровану та недезодоровану;
- гідратовану вищого, першого та другого сортів;
- нерафіновану вищого, першого та другого сортів.

В оліях переважають ненасичені жирні кислоти (олеїнова, ліноленова, ліолева – 70...80 % та в меншій кількості насичені (пальмітинова, стеаринова - близько 15...30 %).

2.3 Основні етапи типової технології олій

Олію одержують методами пресування, екстрагування або їх комбінацією:

– в процесі механічного пресування одержують олію і макуху, в якій залишається близько 6...15% олії; для вилучення олії механічним способом із застосуванням тиску використовуються і шнекові преси

– глибоке вилучення олії можливе у два етапи: механічне пресування насіння і подальше екстрагування олії із одержаного шроту (рисунок 2.3).

Технологічна схема екстракційного вилучення олії є складною і непридатною для невеликих підприємств, оскільки обладнання, що застосовується, вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а традиційні розчинники є вибухо- та пожежонебезпечними.

Першим етапом типової технологічної схеми виробництва олії є **очищення і зберігання олійного насіння**, який представлений у вигляді схеми на рисунку 5.3.

Перше очищення насіння. У сушильно-очисному відділенні перше очищення насіння проводять на сепараторі, що є комбінованою машиною, де домішки від насіння відділяються на ситах і в повітряному потоці.

На перше очищення надходить тільки що прийняте насіння, яке відрізняється не тільки підвищеною засміченістю, але й вологістю, що утрудняє проведення очищення; тому після сушіння насіння потребує повторного очищення.

Сушіння насіння проводять конвективним способом з використанням димових газів в суміші з повітрям як сушильний агент. Для сушки використовують сушильні установки різних типів (барабанні, шахтні і рециркуляційні), які відрізняються між собою станом шару і організацією контакту його з сушильним агентом.

Друге очищення насіння – виробниче – проводять безпосередньо перед переробкою у виробничому корпусі на сепараторах, в яких використовуються ознаки подільності за розмірами (сита), аеродинамічними (вертикальні аспіраційні канали) і магнітними властивостями.

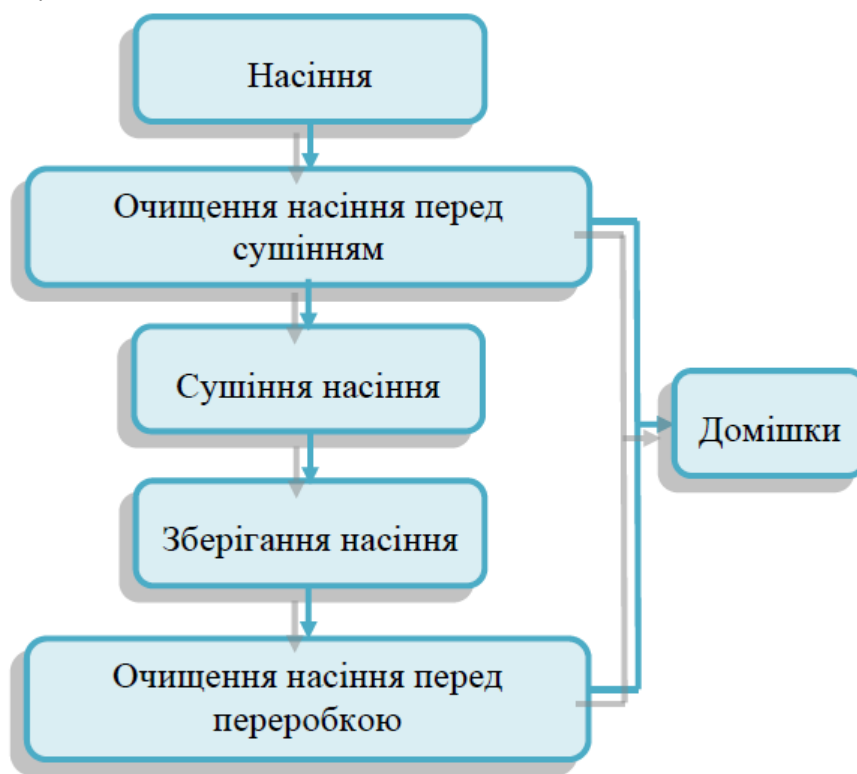


Рисунок 2.3 – Схема першого етапу технологічної схеми виробництва олії

Сухе і очищене насіння зважують на автоматичних вагах і закладають на зберігання.

Подальші етапи технологічної схеми виробництва олії представлені на рисунку 2.4.

Шеретування (застар. обрушення) насіння і відділення лушпиння від ядра

Шеретування насіння – це відокремлення ядра (основної жиромісної тканини) від малоолійних зовнішніх (плодових та насінневих) оболонок насіння.

Під час переробки рослинної культури, що не потребує відділення лушпиння від ядра насіння, виключаються операції шеретування насіння та відділення лушпиння.

Відокремлення оболонки від ядра складається з операції руйнування покривних оболонок насіння (шеретування) і наступного розподілу одержаної суміші (шеретівки) на ядро та лушпиння провіюванням. Олійні плоди та насіння шеретують різними способами залежно від фізико-механічних властивостей оболонки та ядра. Найважливіша

вимога до машин для шеретування насіння: руйнування оболонки не повинно супроводжуватись руйнуванням ядра.

У сучасних шеретівних машинах використовується динамічна дія на насіння (зусилля стиску і зрушення).

Класифікація шеретівних машин:

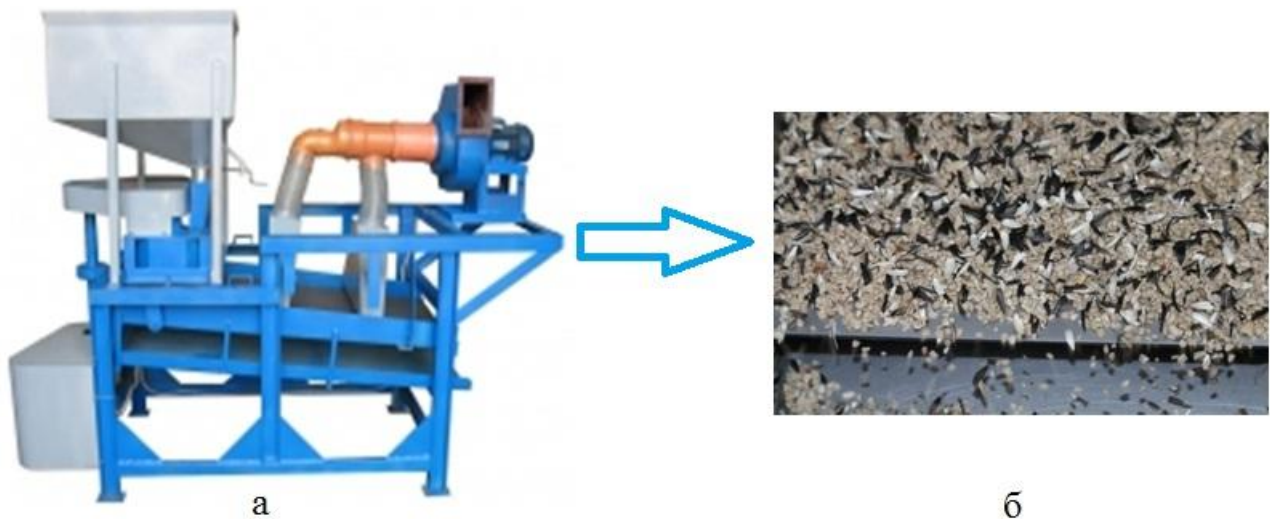
– зі сталевим або чавунним робочим органом, що працює за принципом багаторазового або одноразового удару насіння об металеву поверхню (декові), бильні і відцентрові;

– машини зі сталевими ріжучими робочими органами (дискові, ножові і вальцеві лушпильні машини).



Рисунок 2.4 – Типова технологічна схема одержання олії (за виключенням етапу очищення і зберігання насіння)

Плодову оболонку соняшникового насіння руйнують у відцентрових шеретівних машинах (рисунок 2.5), принцип дії яких полягає в руйнуванні твердої оболонки насіння шляхом їх зіткнення з твердою похилою поверхнею (декою). Поділ на фракції відбувається за допомогою блоку сит за рахунок зворотно-поступальних коливань.



а – шеретівна машина; б – шеретівка

Рисунок 2.5 – Обладнання для шеретування насіння

Якість шеретівки характеризується вмістом у ній небажаних фракцій – цілих насінин та частково незруйнованого насіння (цілих або недоруйнованих), зруйнованого ядра (січка) та олійного пилу. Присутність у шеретівці недоруйнованих насінин небажана: вона збільшує вміст лушпиння в ядрі. Також небажана присутність у шеретівці січки та олійного пилу (дуже дрібні частинки роздробленого ядра). Січка легко віддає жир лушпинню навіть під час короткого контакту. Олійний пил цілком не відокремлюється від лушпиння, яке відходить з виробництва, і втрати олії з лушпинням збільшуються.

Таким чином, якісна шеретівка повинна містити в своєму складі *суміш лузги, цілого ядра, половинок ядра.*

Поділ шеретівки (рушанки) на фракції. Розділення шеретівки на лушпиння та ядра ґрунтується на різниці в їх розмірах та аеродинамічних властивостях. Лушпиння значно більше за розмірами від ядра і чинить менший опір повітряному потокові. Спочатку одержують фракції шеретівки, що містять у собі частинки лушпиння і ядер одного розміру, а потім у повітряному потоці кожен одержану фракцію розділяють на лушпиння та ядра, застосовуючи для цього аспіраційні віялки.

Роботу шеретувально-віяльного цеху оцінюють за величиною лушпиння і готових ядер, тобто за процентним вмістом лушпиння в ядрах та за втратами олії в лушпинні, що відходить з виробництва у вигляді олійного пилу, січки ядер, та замаслювання лушпиння під час контакту зі зруйнованими ядрами. Лушпинність ядер, призначених для одержання олії на пресових заводах, не повинна перевищувати 3, на екстракційних – 8%.

Подрібнення насіння проводять з метою переведення олії, що міститься в клітинах насіння, в стан, необхідний для проведення наступних технологічних операцій. Подрібнення сировини здійснюють на вальцьових верстатах (рисунок 2.6), де відбувається подрібнення насіння, розчавлення та розтирання насіння або ядра.



Рисунок 2.6 – Верстат вальцьовий для подрібнення насіння

Одержаний після подрібнення матеріал називають "м'яткою". Крім руйнування клітинних оболонок, під час подрібнення порушується також структура жировмісної частини клітини, значна частка жиру звільняється і адсорбується на поверхні частинок м'ятки. Добре подрібнена м'ятка повинна складатись з однорідних за розмірами частинок (менше 1 мм), не містити цілих незруйнованих клітин, водночас вміст дуже дрібних (борошнистих) частинок в ній повинен бути невеликим.

Вилучення олії

Вилучення олії з "м'ятки" здійснюється механічним пресуванням (під тиском) або екстрагуванням за допомогою розчинників, або найчастіше поєднанням цих двох способів (рисунок 2.7).

Вибір залежить від декількох факторів, таких як кількість олії, що містяться в сировині, морфологія насіння, використання побічних продуктів. У будь-якому випадку вибір технологічної системи для вилучення олії визначається в основному вмістом жирів в насінні:

- якщо вміст жирів менше 20%, екстракція розчинником є найбільш підходящим технологічним процесом;
- якщо вміст жирів вище 20% – поєднують пресування з наступною екстракцією за допомогою розчинників.



Рисунок 2.7 – Види соняшникової олії в залежності від способу вилучення

Гідротермічне оброблення м'ятки. Олія, адсорбована у вигляді плівок на поверхні частинок подрібнених ядер, затримується значними поверхневими силами. Для ефективного відокремлення необхідно цей зв'язок послабити. Для цього використовують гідротермічне (вологотеплове) оброблення м'ятки, приготування мезги або прожарювання. Під час зволоження та наступного теплового оброблення м'ятки послаблюється зв'язок ліпідів з неліпідною частинкою насіння, білками та вуглеводами і жир переходить у відносно вільний стан, його в'язкість помітно знижується. Потім м'ятку нагрівають до більш високої температури, її вологість при цьому зменшується і одночасно відбувається часткова денатурація білків, яка змінює пластичні властивості м'ятки

Так, під дією вологи та теплоти м'ятка змінює свої фізико-хімічні властивості і перетворюється на мезгу. У виробничих умовах процес приготування мезги складається із таких операцій:

– зволоження м'ятки і підігрівання її до температури 80...85°C (вологість м'ятки після зволоження для соняшнику повинна бути не вищою 8...9%);

– нагрівання до 105°C та висушування м'ятки (кінцева вологість готової мезги для соняшнику становить 5...6 %).

Мезга з такими характеристиками забезпечує ефективне попереднє вичавлювання олії. Для остаточного віджиму параметри мезги повинні бути іншими (кінцева вологість 3...4 %, температура 110...120°C).

Для приготування мезги застосують чанні жаровні, що складаються з 6 або 8 чанів (парові або масляні). Жаровні виконані у вигляді зварних циліндричних конструкцій, що представляють собою набір нагрівальних секцій (чанів) з паровою або масляною сорочкою і єдиним залом з мішалками (рисунок 2.8). В якості теплоносія використовується термомасло або пар. Жаровні виготовляються 3...8-ми чанним і, діаметром чанів 1200 і 2000 мм, в залежності від необхідної продуктивності.



а – масляна жаровня; б – парова жаровня

Рисунок 2.8 – Чанні жаровні для підігрівання мезги

Для забезпечення безперервності роботи чанної жаровні обсмажування м'ятки розбивається на декілька етапів, кожний з яких здійснюється в окремому чані.

Пресування

Вилучення олії за допомогою тільки пресування використовується частіше на міні виробництвах – так одержують олію холодного віджиму та пресову олію гарячого віджиму і твердий залишок – макуху (рисунок 5.9).

В решті випадків пресування передує остаточному вилученню олії із насіння за допомогою органічного розчинника – екстрагента.

Вилучають олію на шнекових або інших пресах. Шнековий прес розвиває максимальний тиск 30 МПа, ступінь ущільнення (стиснення) мезги зростає в 2,8...4,4 рази.

Залежно від робочого тиску пресування та олійності макухи, що виходить, шнек-преси поділяють на (рисунок 2.10):

– форпреси – преси попереднього (неглибокого) вилучення олії (залишок олії в макусі – 15...17%)

– експелерні преси – преси остаточного (глибокого) вилучення олії (залишок олії в макусі – не більше 6 %).



Рисунок 2.9 – Попереднє вилучення олії

Головна відмінність в конструкції основного робочого органу шнекового преса – шнекового валу, який зібраний з окремих витків, насаджуваних на загальний вал. Для форпресів характерне зменшення кроку витків від початку до кінця валу, при цьому в деяких випадках діаметр тіла витка збільшується. Для експелерів крок витків і діаметр тіла витків змінюються в значно меншому ступені. Враховуючи, що відмінності між пресами для попереднього і остаточного пресування полягають в основному в наборі витків шнекового валу, в даний час випускають преси з двома відповідними наборами витків, і прес стає здатним працювати на обох режимах.

Принцип роботи шнекових пресів залишається загальним. Під час обертання шнекового валу, розміщеного в зерному барабані відбувається транспортування

пресованого матеріалу від місця завантаження до виходу. В результаті зниження вільного об'єму витків, оскільки відбуваються зменшення кроку, і збільшення тіла витка від початку до кінця шнекового валу, матеріал піддається стисненню. При цьому в матеріалі виникає тиск, який віджимає олію з мезги. Олія проходить через зазори в зерному барабані і збирається в піддоні. Віджятий олійний матеріал (макуха) на виході із зерного барабана зустрічається з пристроєм, що регулює товщину вихідної щілини і тим самим протитиск у всьому шнековому тракті преса.



а – форпреси; б – експелерні преси;

Рисунок 2.10 – Шнек-преси для віджиму олії

Екстрагування олії. Пресовим способом неможливо досягти повного знежирення мезги. Єдиний спосіб, який дає можливість забезпечити повне вилучення олії, є екстракційний.

Форпресову макуху перед надходженням на екстрагування піддають обробленню з метою надання їй структури крупки, гранул або пелюстків, які забезпечують максимальне вилучення олії розчинниками.

Оброблення форпресової макухи проводять у такій послідовності:

- *грубе подрібнення* макухи;
- *більш тонке подрібнення* на валкових та інших дробарках з одержанням макухової крупки;
- *зволоження і підігрівання* крупки для підвищення пластичності;
- *подрібнення* зволоженої і підігрітої крупки на вальцівках з одержанням *макухової пелюстки* завтовшки 0,25...0,5мм.

Одержання пелюстки можливе також під час прямого екстрагування з високоякісного насіння, наприклад сої, яке надходить на екстрагування у вигляді так званої *сирої пелюстки*.

Як розчинник для екстрагування олії застосовують бензин марки А і Б чи гексан з температурою кипіння в межах 63...75°C. Бензин і гексан

хімічно інертні і не викликають корозії апаратури, але вони пожежо- та вибухонебезпечні і токсичні. Тому робота екстракційних цехів суворо регламентується відповідними нормами та правилами.

Механізм екстракції олії розчинником

Екстракція олії з олійного матеріалу розчинником відбувається за допомогою молекулярної і конвективної дифузії, рушійною силою дифузії є різниця концентрацій масла всередині олійного матеріалу і поза ним.

Під час змішування матеріалу, що екстрагується з розчинником відбувається змочування розчинником поверхні частинок матеріалу, заповнення всіх пір структури мезги. При цьому розчиняється олія, що знаходиться у вільному стані на поверхні зруйнованих частинок олійного матеріалу. Далі розчинник проникає через клітинні оболонки і розчиняє олію в незруйнованих і деформованих клітинах. Утворений розчин олії в розчиннику, так звана *міцела*, під дією різниці концентрацій рухається до поверхні матеріалу, що екстрагується, виходить на його поверхню і переходить в розчинник.

Швидкість екстракції залежить від стану олійного матеріалу, його температури і вологості. Найбільш швидко проходить екстракція вільного масла, тоді як з незруйнованих клітин масло екстрагується повільно. Тому під час підготовки олійного матеріалу слід максимально зруйнувати його клітинну структуру і вивільнити масло. Для забезпечення гарного просування розчинника через олійний матеріал необхідно, щоб розмір частинок зруйнованих клітин становив 0,5...1 мм і була певна форма частинок – *пелюстка, крупка, гранули*.

Підвищення температури процесу значно прискорює екстракцію. Збільшення вологості матеріалу, що екстрагується уповільнює процес екстракції. Оптимальна вологість під час переробки насіння соняшнику не більше 8...10%.

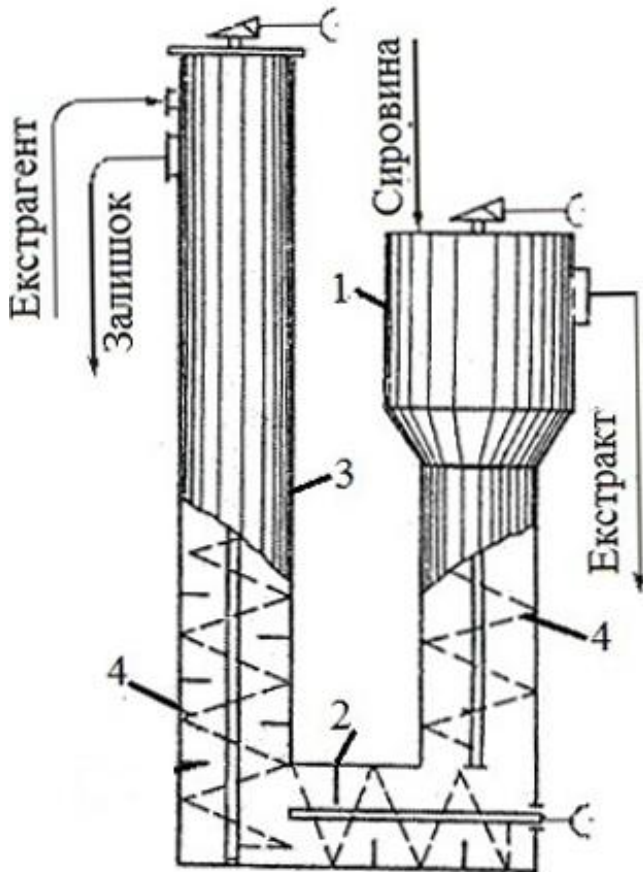
Екстракцію олії з олійної сировини проводять двома способами:

- зануренням;
- багаторазовим зрошуванням.

Всі сучасні промислові конструкції безперервно діючих екстракторів можна розбити на три групи відповідно трьом способам екстракції, тобто на екстрактори, що працюють:

- за способом занурення олійного матеріалу в розчинник;
- за способом багаторазового зрошення;
- за змішаним способом.

Екстракція зануренням



1 – вертикальна колона; 2 – горизонтальний шнек;
3 – екстракційна колона; 4 – перфорований шнековий транспортер

Рисунок 2.11 – Схема двоколонного екстрактора безперервної дії

Принцип роботи екстрактора

Завантажувальна й екстракційна колони представляють собою вертикальні циліндри, усередині яких обертаються шнекові вали. Між ними розташований горизонтальний шнековий вал, за допомогою якого сировина із завантажувальної колони передається в екстракційну.

Сировина у вигляді пелюстки або крупки надходить в завантажувальну колону, підхоплюється витками шнека, переміщається в низ завантажувальної колони, проходить горизонтальний циліндр і потрапляє в екстракційну колону, де за допомогою шнека піднімається у верхню її частину.

Одночасно з сировиною в екстрактор подається бензин температурою 55...60°C. Бензин переміщується назустріч сировині і проходить послідовно екстрактор, горизонтальний циліндр і завантажувальну колону. У міру просування вниз по колоні екстрагент витягує із сировини екстрактивні речовини. Далі екстрагент переміщується в завантажувальну колону і в міру просування догори

Екстракція зануренням відбувається в екстракторах в процесі безперервного проходження сировини через безперервний потік розчинника в умовах протитоку, коли розчинник і сировина просуваються в протилежному напрямку відносно один одного.

До екстракторів безперервної дії відносяться двоколонні екстрактори (рисунок 2.11), які знайшли застосування в олійному і ферментному виробництвах.

Будова двоколонного екстрактора. Екстрактор складається із вертикальної колони (1) з перфорованим шнековим транспортером (4), в яку завантажується підготовлена сировина.

насичується екстрактивними речовинами й у вигляді витяжки видаляється з колони.

Цей екстрактор працює за принципом протитечі.

Концентрація місцели на виході з екстрактора становить 15...17%.

Двоколонні екстрактори безперервної дії мають продуктивність 100...200 т/добу і переробляють насіння соняшнику, сої або насіння бавовни на олію.

До переваг екстракції зануренням відносяться: висока швидкість екстракції, простота конструкторського рішення екстракційних апаратів, безпеку їх експлуатації. Недоліками цього способу є: низькі концентрації кінцевих місцел, високий вміст домішок в місцелі, що ускладнює їх подальшу обробку.

Екстракція способом багаторазового зрошування

При цьому способі безперервно переміщується тільки розчинник, а сировина залишається в спокої в одній і тій же ємності, що переміщується або рухомій стрічці. Цей спосіб забезпечує одержання місцели підвищеної концентрації (25...30%), з меншою кількістю домішок. Недоліки цього способу – велика тривалість екстракції, підвищена вибухонебезпечність виробництва.

Прикладом екстрактора, в якому використовується багаторазове зрошування є зрошувальний стрічковий екстрактор безперервної дії, схема якого подана на рисунку 2.12.

Такі екстрактори використовують для виробництва олії з насіння соняшнику або сої.

За схемою спеціально підготовлене насіння шаром певної висоти подається через бункер 2 на перфоровану стрічку транспортера 3, який рухається назустріч розпилювальному екстрагенту.

Свіжий екстрагент подається в розпилювач 1, проходить через шар насіння, вбирає із нього залишок олії і стікає в збірник 5. Потім насос 4 подає цей ще слабо насичений олією екстрагент у наступну зону оброблення шару насіння, при цьому отримують більш насичений екстрагент і т. д.

У результаті із правої частини екстрактора одержують концентрований продукт, а із лівої – відходи матеріалу майже без олії.

Із одержаного екстракту екстрагент відділяють, а олію очищають.

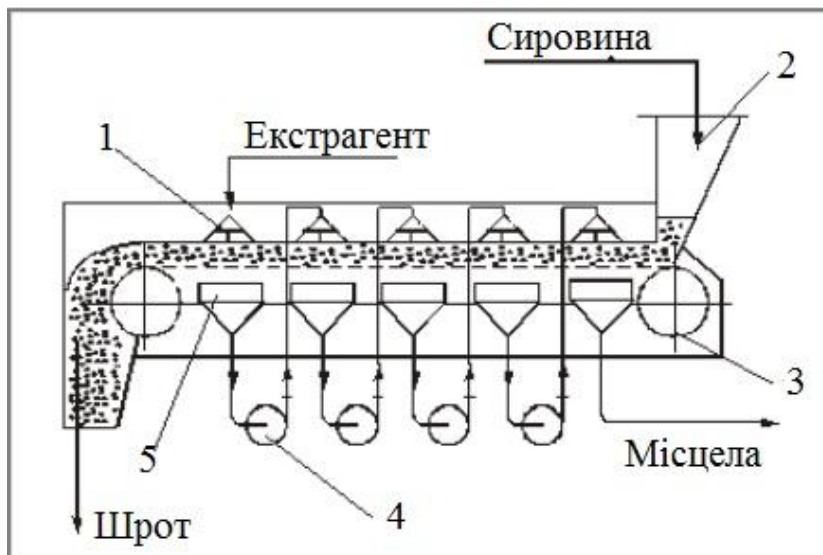


Рисунок 2.12 – Схема стрічкового екстрактора:

1 – розпилювачі екстрагенту; 2 – завантажувальний бункер; 3 – перфорований стрічковий транспортер; 4 – насоси; 5 – прийомні піддони

Обробку місцели проводять в дві стадії: очищення місцели; відгонка розчинника – дистиляція місцели.

Знежирений залишок сировини – шрот виходить з екстрактора з високим вмістом розчинника і вологи (25...40%), тому його направляють в шнекові або чанні (тостери) випарники, де з нього видаляють бензин.

Очищення місцели. Екстракційна місцела містить тверді частинки шроту в кількості 0,4...0,1%. Присутність твердих домішок істотно ускладнює процес відгону розчинника з місцели і знижує якість готового масла, тому екстракційну місцелу направляють на ротаційні дискові або патронні фільтри для очищення.

Розділення місцели на олію і розчинник здійснюють шляхом відгону легкого розчинника від нелеткої олії масла – дистиляцією.

Дистиляція місцели – це відгонка розчинника з місцели. Найбільш поширені триступінчаті схеми дистиляції.

На перших двох стадіях місцела обробляється в *трубчастих плівкових дистиляторах*.

На першій відбувається упарювання місцели.

На другій – місцела обробляється гострою парою за температури 180...220°C і тиску 0,3 МПа, що призводить до кипіння місцели і утворення пари розчинника. Пари розчинника спрямовуються в конденсатор.

На третій стадії висококонцентрована місцела надходить в розпилювальний вакуумний дистилятор, де в результаті барботації

гострою парою під тиском 0,3 МПа відбувається остаточне видалення слідів розчинника.

Під час дистиляції необхідно досягти швидкого і повного видалення розчинника з олії за можливо більш низьких температур. Однак під час відгону розчинника зростає температура кипіння місцели одночасно зі збільшенням її концентрації. Тому спочатку відгонку розчинника проводять шляхом випарювання за атмосферного тиску, потім для зниження температури дистиляції розчинник відганяють під вакуумом. Але навіть в умовах глибокого розрідження не вдається повністю видалити розчинник з олії, так як для цього потрібно підтримувати високу температуру, що може привести до розкладання олії. Істотне прискорення процесу дистиляції та зниження температури відбувається у випадку застосування відгону розчинника гострою водяною парою за атмосферного тиску або під вакуумом.

Розчинник, що виводиться із місцели та шроту, регенерується конденсацією із парогазових сумішей в теплообмінниках-конденсаторах.

У сирих оліях завжди містяться різноманітні домішки, які утруднюють їх перероблення і знижують якість одержаної продукції. Частина цих домішок вилучається з клітин насіння під дією теплоти, тиску та органічного розчинника разом з олією. Тому в товарній олії завжди є фосфоліпіди, віск, барвники та продукти гідролізу цих речовин (вільні жирні кислоти, слиз, дигліцерин та інші речовини).

В одержаній із насіння олії є також продукти окиснення різних сполук ліпідної природи. Вміст продуктів гідролізу та окиснення ліпідів в олії залежать від якості насіння, що надходить на перероблення, та інтенсивності технологічної дії на насіння. Крім розчинних речовин, товарна олія містить і механічно захоплені тверді домішки – частинки мезги, макухи або шроту. Тому після дистиляції олію направляють на рафінування.

Обробка шроту. Знежирений в процесі екстракції шрот може містити від 25 до 40% розчинника і води. Розчинник знаходиться в шроті в зв'язаному стані, у вигляді місцели. Його видаляють шляхом відгону.

Відгін розчинника зі шроту в переміщуваному шарі проводиться в *чанних випарниках (тостерах)*, в яких шрот обробляють гострою парою за перемішування (рисунок 2.13). За необхідності шрот перед відгонкою розчинника зволожують. У процесі пропарювання шроту можна створювати умови для вологотермічної обробки, за якої

знешкоджуються токсичні речовини, що містяться в бавовняному, соєвому і арахісовому шроті. В результаті такої обробки підвищується харчова і кормова цінність шротів. Тривалість відгону розчинника зі шроту 55...60 хв. Температура шроту на виході з випарника 100...105°C, вологість – 8...10%. Залишковий вміст розчинника в шроті не вище 0,05%.



Рисунок 2.13 – Чанний випарник (тостер) для відгону розчинника із шроту

Після видалення розчинника в чанному випарнику шрот охолоджують до температури не вище 40°C. Для закладки на зберігання шрот з насіння соняшнику повинен мати вологість не більше 7...9%, температуру – не більше 40°C, вміст розчинника – не більше 0,1%.

У олійній промисловості використовують збагачення шроту ліпідами і його подальше гранулювання. Під час збагачення до шроту додають відходи рафінації олій – соапсток або гідратаційний фуз, що значно підвищує кормову цінність шроту. Потім збагачений шрот гранулюють. Гранульований шрот має цілий ряд переваг: він не утворює пилу під час транспортуванні, займає менший об'єм, має високий вміст поживних речовин і засвоюваність для тварин.

Збагачення шроту ліпідами і гранулювання полягає в підготовці емульсії ліпідів з водою, змішуванні шроту з емульсією, прогріванні, пресуванні і охолодженні гранул. Шрот надходить в жаровню, де перемішується з емульсією, що містить 35...40% ліпідів і 60...65% води; температура ліпідної емульсії 50...60°C. У жаровні суміш підігрівається до 80°C і надходить в прес-гранулятор. Гранульований шрот проходить

охолоджувач і направляється на зберігання. Після обробки соняшниковий гранульований шрот повинен містити 3...3,5% ліпідів і 9...11% вологи.

2.4 Рафінування олії

Очищення олії від супутніх речовин називається рафінуванням. Під час проведення рафінування необхідно не тільки вилучити небажані, але й зберегти всі цінні речовини, що містяться в жирі, не допустити їх втрат та розпаду.

Сучасні способи рафінування жирів та олії поділяють на:

– *фізичні* – відстоювання, центрифугування, фільтрування, які використовуються для видалення механічних частинок і колоїдно-розчинених речовин;

– *хімічні* – сірчаноокисле дегумування³ водне дегумування (або гідратація) і лужна рафінація, які застосовуються для видалення домішок, що утворюють в оліях справжні розчини (розміри частинок розчиненої речовини не перевищують 10^{-9} м, система є стійкою і не розшаровується з часом) або колоїдні розчини;

– *фізико-хімічні* – адсорбційне рафінування, відбілювання, дезодорація, виморожування, які використовуються для видалення домішок, що утворюють в оліях істинні розчини без хімічних зміни самих речовин.

Вибір способу рафінування залежить від складу та кількості домішок, їх властивостей та призначення олії. Здебільшого для повного очищення олії поєднуються декілька способів оброблення.

Сучасна технологічні лінії повного рафінування передбачають видалення з олії:

- *фосфоліпідів* – спосіб гідратації олії;
- *воску та воскоподібних речовин* – спосіб виморожування;
- *вільних жирних кислот* – спосіб лужної нейтралізації;
- *барвників* – спосіб відбілювання;

³ Метою дегумування олій є видалення колоїдів. Всі олії містять гідратовані (фосфатиди) і негідратовані колоїди. Використовують:

а) водне дегумування, в ході цього процесу в олію додається вода; по завершенні реакції, водовмісні фосфатиди можуть бути відокремлені або за допомогою декантування (зціджування), або за допомогою центрифуги. В ході процесу видаляється більшість водорозчинних і навіть мала частина нерозчинних у воді фосфатидів. Екстраговані колоїди можуть бути перероблені в лецитин для виробництва продуктів харчування або для технічних цілей;

б) кислотне дегумування: негідратовані смоли видаляються шляхом обробки олій кислотами з відділенням колоїдів.

– речовин, що надають олії специфічного смаку та запаху – спосіб дезодорування.

Об'єм та послідовність типових технологічних способів під час рафінування встановлюється залежно від виду та складу олії, що направляється на оброблення, та технологічних вимог до олії, що використовується при виробництві інших продуктів (маргарин, кулінарні жири, майонез тощо).

Фізичні методи. Механічні домішки (частинки мезги і макуха) не тільки погіршують товарний вигляд жиру, а й обумовлюють ферментативні, гідролітичні, окислювальні процеси. Механічні домішки видаляють відразу ж після отримання масла.

Відстоювання – це процес природного осадження частинок, що знаходяться в підвішеному стані в рідкому середовищі, під дією сили тяжіння. За тривалого відстоювання олії відбувається виділення з неї частини колоїдно-розчинених речовин – фосфоліпідів, слизу, білків за рахунок їх коагуляції. Олія після відділення осаду стає прозорою. На промислових підприємствах для відстоювання застосовуються механізовані гущепастки-відстійники, осаджувальні центрифуги безперервної дії, а також фільтруванням на рамних фільтрпресах.

Центрифугування – процес поділу неоднорідних систем під дією відцентрових сил. В промисловості застосовують кошикові, тарілчасті, трубчасті центрифуги. Для поділу тонких систем використовують швидкісні центрифуги (рисунок 2.14): роздільні – для поділу двох незмішуваних фаз (вода-жир), освітлювальні – для виділення з рідин тонкодисперсних механічних домішок.



а – високошвидкісна трубчаста центрифуга для розділення двох рідин, що не змішуються між собою; б – рамний фільтр-прес

Рисунок 2.14 – Обладнання для фізичних методів рафінування олії: центрифугування (а) і фільтрації (б)

Для поділу суспензій застосовують гідроциклони, дія яких заснована на використанні відцентрових сил і сил тяжіння.

Фільтрування – процес поділу неоднорідних систем за допомогою пористої перегородки, яка затримує тверді частинки, а пропускає рідину і газ. Форпресову і експелерну олії піддають фільтрування двічі. Спочатку проводять гаряче фільтрування за температури 50...55°C для видалення механічних домішок і частково фосфатидів. Потім – холодне фільтрування за температури 20...25°C для коагуляції дрібних частинок фосфатидів.

У промисловості використовують рамні фільтр-преси (рисунок 2.13), що складаються з 15...50 вертикально розташованих фільтруючих комірок, які знаходяться на одній загальній горизонтальній станині. В комірці знаходиться фільтрувальна тканина (бельтинг), яка поступово забивається осадом (фузом). Фуз використовують для одержання олії екстракційним способом, а залишок – в миловарінні.

Принципова схема повного рафінування олії та жирів представлена на рисунку 2.15.



Рисунок 2.15 – Блок-схема повного рафінування олії

Гідратування або водне дегумування. Одним з найважливіших способів хімічного очищення жирів є гідратування (вилучення домішок за допомогою води), що дає можливість виділити з олії речовини з гідрофільними властивостями, в першу чергу фосфоліпиди. Фосфоліпиди, хоч і є цінними в харчуванні та біологічному відношенні сполуками, що мають антиокисні властивості, під час зберігання олії випадають у вигляді осаду, який легко розкладається. Наявність їх в олії ускладнює також проведення ряду технологічних операцій наступної переробки. Тому необхідно вилучити їх із олії гідратуванням, а потім використати в харчових та кормових продуктах у вигляді самостійного продукту.

Під час гідратування олію обробляють водою в струменевому змішувачі типу ежектора – гідрататорі (рисунок 2.16), в якому забезпечується інтенсивне змішування олії та води.



Рисунок 2.16 Зовнішній вигляд та схематичне зображення гідрататора-нейтралізатора

Гідрататор-нейтралізатор застосовують для проведення процесів гідратації і лужної рафінації рослинної олії.

Апарат має циліндричну форму, плоску кришку і конічне днище. У нижній частині пристрою знаходиться парова сорочка, яка нагріває продукт паром до технологічно необхідних температур.

В пристрої встановлена рамна мішалка для перемішування продукту. Її частота обертання регулюється за допомогою частотного перетворювача в колі живлення мотор-редуктора.

Суміш олії та води (для соняшникової олії за температури 45...60°C) подають до коагулятора, де відбувається формування гідратаційного

осаду у вигляді пластівців, який потім відокремлюється у відстійнику безперервної дії. Висушений осад (фосфатидний концентрат) подають на фасування та пакування в металеві банки.

Гідратовану олію для зневоднення подають до сушильно-деаераційного апарата, де олію розсіюють за допомогою форсунок у вакуумі. Волога випаровується, а краплини висушеної олії потрапляють на контактні поверхні, де вони додатково зневоднюються в тонкому прошарку. Початкова вологість олії 0,2, кінцева – 0,05 %, температура 85...90°C . Залишковий тиск в апараті 2,7...5,3 кПа.

Виморожування (вінтеризація) – це звільнення олії від воску та воскоподібних речовин. Гідратована соняшникова олія повинна бути також звільнена від воску та воскоподібних речовин. Проводиться в спеціальних апаратах – кристалізаторах і експозиторах.



Рисунок 2.17 – Вертикальний листовий напірний фільтр

Листові напірні фільтри (рисунок 2.17) складаються із твердих фільтруючих елементів з нержавіючої сталі зібраних на колекторі і ув'язнених в герметичний корпус

Відхід виробництва – відпрацьований фільтрувальний порошок вивозиться на спеціальні полігони промислових відходів.

В процесі виморожування олію змішують з кізельгуром, або перлітом і повільно охолоджують спочатку до температури 20°C, а потім до 6°C і направляють до експозитора – циліндричного апарата, оснащеного рамною мішалкою з уповільненим обертанням, де протягом 4 год відбувається кристалізація воску, розчиненого в олії. Одночасно із олії вилучаються фосфоровмісні речовини (фосфоліпіди, що не гідратуються), які під час гідратування не відокремились.

Трохи підігріту олію (за температури 18...20°C) з експозиторів подають на листові напірні фільтри (рисунок 2.17) або на рамні фільтрпреси (використовуються рідше).

Лужне рафінування. Для нейтралізації вільних жирних кислот олію обробляють лугами (водними розчинами NaOH). Реакція проходить з утворенням нерозчинних у олії солей (мила), які випадають в осад, частково захоплюючи разом із собою різноманітні домішки: барвники, білки, слиз. Осади, утворені після лужного рафінування, називаються *соапстоками*.

Гідратована виморожена соняшникова олія надходить до нижньої частини нейтралізатора безперервної дії, заповненого розчином лугу. Тут за допомогою перфорованого розподільника олія у вигляді крапель діаметром 2 мм розподіляється в лужному розчині і повільно піднімається на його поверхню, оскільки густина олії менша, ніж густина водного розчину лугу. Завдяки належному розподілу олії у розчині лугу відбувається нейтралізація вільних жирних кислот. Температура нейтралізації 85...90°C, концентрація лугу від 70 до 150 г/л та надлишок лугу від теоретичної кількості 5...20% залежно від кислотного числа олії, що направляється на нейтралізацію.

З поверхні розчину лугу олію відводять до сушильно-деаераційного апарата. Заздалегідь її обробляють розчином лимонної кислоти для розкладу мила у змішувачі ежекційного типу або промивають водою. Мильно-лужний розчин з нейтралізатора передається на миловарний завод.

Вибілювання олії (адсорбційне рафінування). Після лужного рафінування колір олії погіршується, тому що оброблення лугом, а також часткова сорбція пігментів соапстоком знижують колір олії. Водночас такі жиророзчинні пігменти, як каротиноїди, хлорофіли значною мірою зберігаються і після нейтралізації олії.

Для вибілювання олії використовують активовану кислотним обробленням вибілювальну бентонітову глину, основними компонентами якої є алюмосилікати Al_2O_3 і SiO_2 . До їх складу входять лужні та лужноземельні метали (3...10 %).

Активовану глину вносять у олію в кількості до 2,0...2,5 % від її маси (для бавовняної олії дозу збільшують до 4...5 %). В невеликій кількості для освітлення використовують активоване вугілля (в суміші з глиною або самостійно).

Процес адсорбційного рафінування полягає в приготуванні концентрованої суспензії олії та вибілювальної глини (для утворення суспензії використовують 1/4 вибілюваної олії), вибілюванні, що проходить в дві стадії та відділенні адсорбенту від основної частини олії на фільтрах.

Основна частина олії (3/4 загальної кількості) надходить до апарата попереднього вибілювання, де олія, потрапляючи на дно обертального диска ($n = 274 \text{ хв}^{-1}$), розсіюється і контактує з розпиленою на верхньому диску апарата суспензією. Розпилена суспензія і олія у вигляді тонкої плівки стікає до нижньої частини апарата, де інтенсивно перемішується. Апарат працює під вакуумом.

Остаточне вибілювання здійснюють в іншому апараті, де суміш суспензії і олії розсіюється за допомогою розсіювача. Суміш олії та суспензії надходить на фільтрування. Тривалість остаточного вибілювання – 30 хв.

Фільтрація масла відбувається у вертикальних фільтрах. Проходячи фільтрувальну перегородку адсорбент і домішки залишаються на перегородці, а вибілене масло направляється до наступної ділянки обробки – дезодорації.

Дезодорування. Цей спосіб застосовується для вилучення речовин, що надають олії специфічного смаку та запаху: ненасичених вуглеводнів, низькомолекулярних кислот, альдегідів, кетонів, природних ефірних масел тощо. Частково ці сполуки виводяться з олії на попередніх етапах рафінування.

Дезодорування – це дистилювання зазначених сполук із олії водяною парою за високої температури та низького залишкового тиску. Перед дезодоруванням олію рафінують лугом, вибілюють, підігрівають до 60°C і подають до деаератора (рисунок 2.18), де вона розсіюється у вакуумі і підігрівається у плівці на поверхні змішувачів до оптимальної температури.



Рисунок 2.18 – Колона дезодораційна

Після деаератора олію підігрівають до $130\text{...}180^{\circ}\text{C}$ і подають до дезодоратора для усунення запахів. Тривалість перебування олії в дезодораторі $25\text{...}45\text{хв}$ (за деякими даними $30\text{...}60\text{хв}$), температура олії на вході 230°C (за деякими даними $240\text{...}260^{\circ}\text{C}$), на виході 215°C , тиск в апараті $0,13\text{...}0,26\text{кПа}$.

Колона дезодораційна – це пристрій, який застосовують для видалення ароматичних речовин та вільних жирних кислот з рослинної олії.

Верхня частина апарату – це колона, заповнена спеціальною регулярною насадкою з тонкого листа. Рослинна олія, нагріта до $240\text{...}250^{\circ}\text{C}$, подається в розподільний пристрій у верхній частині пристрою і стікає тонкою плівкою по поверхні насадки вниз. Назустріч надходить водяна пара, яка насичується одорантом та вільними жирними кислотами після контакту з поверхнею олійної плівки, а потім відводиться з колони у вакуумну систему.

Нижня частина апарату служить для стабілізації властивостей та охолодження олії. У ній знаходяться полиці з перегородками і барботажними трубками, через які в олію подається водяна пара. Число полиць і діаметр апарату повинні забезпечувати розрахунковий час перебування олії в апараті. У зміювки поступає холодне вихідне масло, яке нагрівається за рахунок тепла готового продукту перед його вивантаженням з апарату через нижній штуцер.

Отже, в умовах глибокого вакууму, високої температури та барботування перегрітої водяної пари з олії вилучаються сполуки, які надають олії смаку та запаху, – відбувається дезодорування олії. Для запобігання окисненню олії в нижню секцію дезодоратора вводять 20 % розчин цитринової кислоти. В разі зупинення дезодоратора (аварійне або для планового ремонту) всю систему заповнюють інертним газом. Дезодоровану олію охолоджують і зберігають під вакуумом в атмосфері інертного газу.

Недоліком процесу дезодорування є утворення транс-ізомерних жирних кислот в кількості приблизно 5%. Токофероли (вітамін E),

фітостероли та деякі токсичні залишки (пестициди та токсини) теж видаляються.

2.5 Асортимент деяких олій та показники їх якості



Соняшникова олія

Соняшникова олія – це найпоширеніша в Україні олія, яка видобувається з місцевої сировини і використовується як безпосередньо, так і в якості сировини у виробництві гідрогенованих жирів, маргарину, майонезу і для виробництва лаків та оліфи, а також в деяких інших цілях. Соняшникова олія входить до складу різних медичних препаратів (так, наприклад, обліпихова олія готується на основі соняшnikової).

Ця олія належить до групи лінолево-олеїнових олій. Жирнокислотний склад її ацилгліцеринів такий: лінолевої 50...72%, олеїнової 15...35%, пальмітинової 3...10%, стеаринової 1...10%, арахінової до 1,5%, бегенової до 1,5%. Вміст фосфоліпідів у сирий олії в залежності від способу видобування коливається від 0,3 до 1,2%. В добре рафінованій соняшниковій олії фосфоліпідів відсутні. В соняшниковій олії холодного віджиму присутній такий важливий вітамін як Е в кількості 50...85 мг%, якому притаманні антиоксидантні властивості, а також каротиноїди ($0,42...0,47 \times 10^{-4}\%$), які є провітамін А та інші жиророзчинні вітаміни.

На склад тригліцеридів, жирних кислот, стеринів і токоферолів соняшникової олії сильно впливають кліматичні умови. Співвідношення С18:2 / С18:1 також, здається, знаходиться під впливом кліматичних умов; вміст лінолевої кислоти зменшується і збільшується вміст олеїнової кислоти, якщо протягом періоду розвитку і дозрівання насіння, температура залишається високою.

Насіння, одержане в холодних районах центральної і північної Європи містить близько 700г/кг лінолевої кислоти, а вироблені в районах з тропічним кліматом, містять в середньому 300 г/кг лінолевої кислоти.

Селекційні роботи щодо виділення нових сортів соняшнику зосереджені у таких напрямках:

– виведення генотипів, насіння яких характеризуються високим вмістом лінолевої кислоти, щоб забезпечити одержання олії з високим

вмістом поліненасичених кислот, придатної для виробництва маргарину;

– виведення сортів з високим вмістом олеїнової кислоти соняшнику (близько 80%), з композицією жирних кислот, дуже схожою на оливкову олію – це так звані високоолеїнові сорти соняшнику.

Олія соняшникова – нерафінована, гідратована, рафінована недезодорована, рафінована дезодорована виготовляється пресованим і екстракційним способами.

Для торговельної мережі і підприємств громадського харчування постачають олію соняшкову, рафіновану, дезодоровану, екстракційну, а також пресову рафіновану, недезодоровану, гідратовану вищого і першого сортів і нерафіновану вищого і першого сортів.

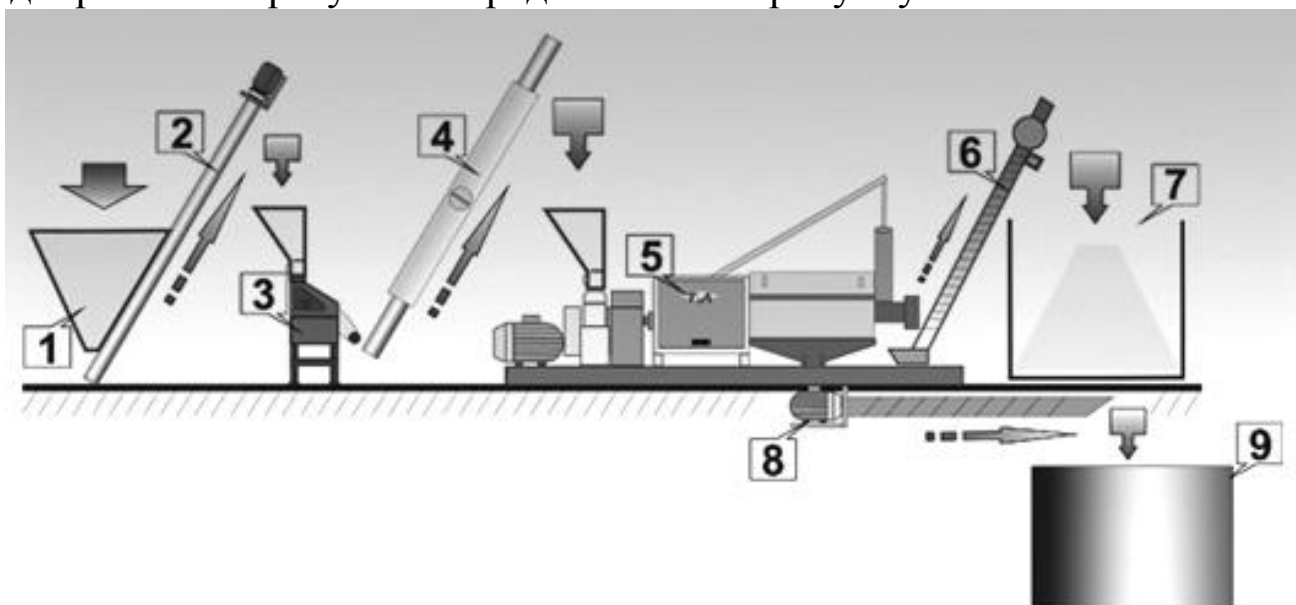
Соняшникова олія виробляється з насіння одним з двох основних способів:

- пресуванням (фізичний спосіб)
- екстрагуванням (хімічний спосіб)

За першим способом одержують два види олії: холодного і гарячого віджиму.

Холодний віджим. Це найдавніша технологія добування рослинної олії. В олії холодного віджиму збережені вітаміни, мінеральні речовини, природний колір і смак. Недоліком такої олії є короткий термін зберігання і непридатність до смаження.

Технологічна схема виробництва рослинної олії методом холодного, одноразового пресування представлена на рисунку 2.19.



Рисунку 2.19 – Технологічна схема виробництва рослинної олії методом холодного,

одноразового пресування:

1 – приймальний бункер; 2 – транспортер; 3 – агрегат розмельно-вальцьовий; 4 – транспортер з підігрівом; 5 – прес; 6 – транспортер для відбору макухи; 7 – бункер для макухи; 8 – збірник олії з насосом; 9 – ємність для зберігання олії.

Гарячий віджим. Технологія гарячого віджиму повністю подібна до холодного віджиму, тільки подрібнене насіння перед пресуванням розігрівають до 100°C. Чим вища температура, тим рідша олія в насінні, тим більшим буде її вихід.

Технологічна схема гарячого, одноразового пресування представлена на рисунку 2.20.

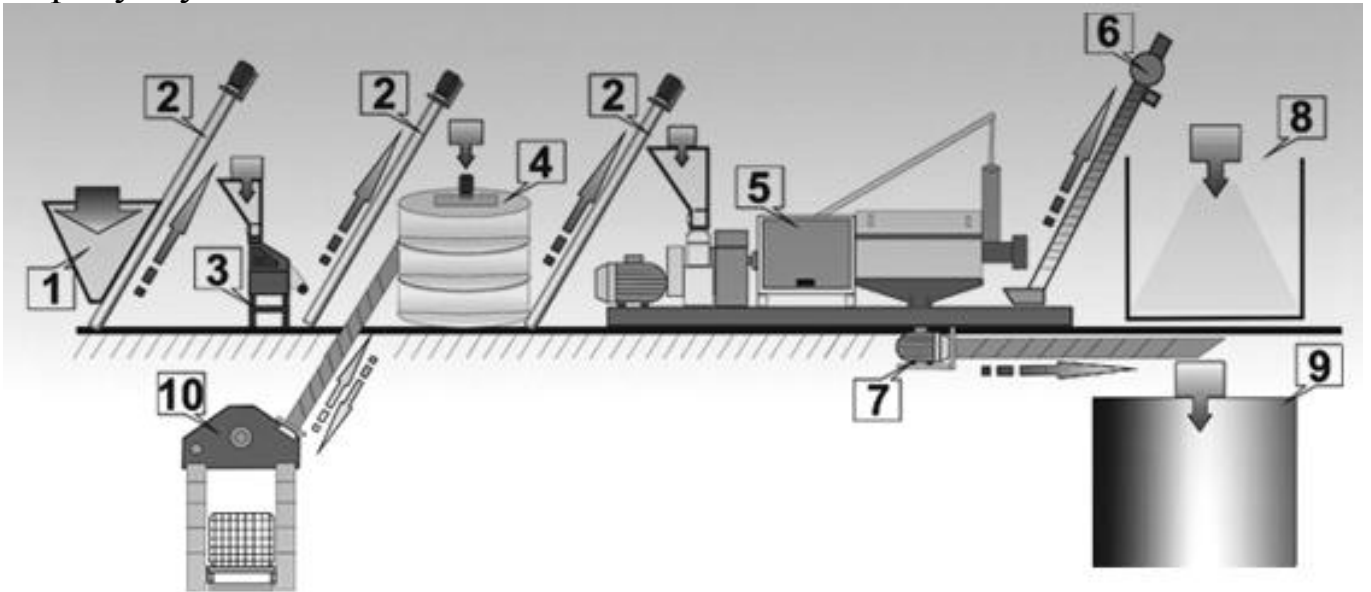


Рисунок 2.20 – Технологічна схема гарячого, одноразового пресування:

1 – приймальний бункер; 2 – транспортер; 3 – агрегат розмельно-вальцьовий; 4 – жаровня 3-х чанна; 5 – прес; 6 – транспортер для відбору макухи; 7 – збірник олії з насосом; 8 – бункер для макухи; 9 – ємність для зберігання олії; 10 – піч.

За другим способом (хімічним) одержують рафіновану олію.

В загальному вигляді схему виробництва рафінованої олії можна представити так:

1) насіння соняшнику, попередньо провіяне і просушене, засипаються в завантажувальний бункер і транспортуються ковшовим конвеєром в комплекс очищення насіння, де сировина очищається від феромагнітних домішок, дрібного і крупного сміття та обрушується;

2) лушпиння з сепаратора відсмоктується вентиляційною системою через повітропровід і збирається в циклоні, а частково очищені від лушпиння ядра соняшнику, гвинтовим транспортером, потрапляють на подрібнення в вальцьовий верстат;

3) подрібнене насіння (м'ятка) подаються конвеєром ковшовим в трьохчанну жаровню, де відбувається її нагрів, пом'якшення, і ущільнення під впливом температури;

4) нагріта мезга потрапляє в прес остаточного віджиму; під дією тиску від стислій мезги відділяється рідка частина (олія), а тверді частинки спресовуються в брикет (макуха); олія проходить через зазори в зерному циліндрі і збирається на піддоні і зливається в ємність з його подальшою перекачуванням насосом в ємність для збору олії;

5) олія фільтрується в комплексі фільтрації олії;

6) сира олія піддається процесам рафінування;

7) рафінована соняшникова олія, відповідно до стандартів, розливається і закупорюється в поліетиленові пляшки;

Соева олія



Соеву олію одержують з бобів сої. Вона краще за інших підходить для дитячого харчування, оскільки містить речовини, необхідні для формування центральної нервової системи і зорового апарату. За складом схожа до риб'ячого жиру – в них містяться одні і ті ж поліненасичені кислоти. У світовому виробництві рослинних олій ця олія займає головне місце. Вона має солом'яно-жовтий колір, характерний запах і смак. Соеву олію

вживають у їжу і як сировину для виробництва маргарину. В їжу використовується тільки рафінованою. Цінним компонентом соєвої олії є лецитин. Цей вид рослинної олії найбільш розповсюджений у країнах Західної Європи, у США, Японії і Китаї. У Сполучених Штатах соєва олія займає майже 4/5 ринку олії. Соева олія використовується так само, як і соняшникова.

Олія соєва – гідратована, рафінована невідбілена, рафінована відбілена, рафінована дезодорована виготовляється також пресовим і екстракційним способами.

В роздрібну торговельну мережу і на підприємства громадського харчування постачають олію соєву екстракційну рафіновану, дезодоровану і пресову гідратовану першого сорту.

Соеву олію одержують із соєвих бобів, при цьому соєвий шрот є не менш цінним продуктом, ніж олія, внаслідок дуже високого вмісту білку.

Сира соєва олія має коричневий колір з зеленуватим відтінком, а також характерний смак та запах.

Рафінована і дезодорована олія, яка власне і надходить на український ринок має світло-жовтий колір, практично без запаху та з ледь помітним притаманним їй смаком.

Головним споживачем соєвої олії в Україні є кондитерська промисловість. В цій промисловості олія використовується завдяки високій стійкості проти окислювального псування. Високі антиоксидантні властивості соєвої олії пояснюються як високим вмістом антиоксидантів (перш за все вітаміну Е), так і вдало та влучно знайденими домішками, що значно посилюють антиоксидантну активність вітаміну Е. Практично вся соєва олія, що надходить з-за кордону стабілізована такими антиоксидантними домішками, як природного, та і штучного походження.

Соєва олія належить до групи лінолево-олеїнових олій. Жирнокислотний склад її триацилгліцеринів (середні значення) наступний : ліолева 50,9%, олеїнова 19,9%, ліоленова 10,4%, пальмітинова 10,2%, стеаринова 3,5%, а також слідові кількості бегенової та міристинової кислот. Характерним для соєвої олії є вміст вітамінів. Так, вміст вітаміну Е в олії досягає 280 мг%, що є одним з самих високих показників для олій, що виробляються в якості харчового продукту(багатотонне виробництво на відміну від, наприклад, олій з зародків пшениці, в якій вміст вітаміну Е перевищує 400 мг%).

В загальному вигляді схему виробництва рафінованої олії можна представити так:

1) вихідний продукт (соє) з зовнішньої системи подачі надходить через патрубок в приймальний бункер; після послідовного включення приводу преса і потім приводу дозатора, продукт з бункера подається на шнек дозатора, який транспортує її через лійку з магнітовловлювачем, де уловлюються всі металеві елементи, здатні пошкодити деталі екструдера, а звільнений від феромагнітних домішок продукт надходить в шнекову частина екструдера

2) під час руху по шнековій частині продукт піддається подальшому перемішуванню, розігріву і пресуванню;

3) кінцевий продукт екструдювання у вигляді прямолінійних відрізків різної довжини і конфігурації видавлюється через вихідний пристрій – регулятор-гранулятор, і потрапляє в приймальний бункер транспортера гвинтового і подається в прес остаточного віджиму;

4) під дією тиску від екструдата відділяється рідка частина (олія), а тверді частинки спресовуються в брикет (макуха); олія проходить через зазори в зерному циліндрі і збирається на піддоні і зливається в

ємність з його подальшою перекачуванням насосом в ємність для збору олії;

5) олія фільтрується в комплексі фільтрації масла і рафінується в установці рафінування олії;

б) рафінована соєва олія розливається і закупорюється в ПЕТ.

Макуха, висипається з пресів, забирається з ділянки гвинтовим транспортером.



Кукурудзяна олія

Кукурудзяна олія – олія, що виробляється із зародків насіння кукурудзи. **Кукурудзяний зародок** становить близько 10% від ваги кукурудзяного зерна. Його олійність коливається від 32 до 37%. Крім того кукурудзяний зародок містить близько

18% білків, 8% крохмалю, 10% цукру, 10% мінеральних речовин. Зародки кукурудзяного зерна є побічним продуктом переробки кукурудзяного зерна в борошномельно-круп'яної, харчоконцентратному і крохмале-патоковому виробництвах.

Олія кукурудзяна – нерафінована, рафінована недезодорована, рафінована дезодорована виготовляється холодним, гарячим пресуванням і екстрагуванням зародків насіння кукурудзи.

В роздрібну торговельну мережу і на підприємства громадського харчування надходить олія кукурудзяна рафінована, дезодорована.

Кукурудзяна сира олія має колір від світло-жовтого до червонувато-коричневого, а також специфічний смак та запах але на ринок вона надходить практично уся рафінована і дезодорована. Кукурудзяна олія належить до лінолево-олеїнової групи. Жирнокислотний склад (середні значення) цієї олії наступний: лінолева 57%, олеїнова 24%, пальмітинова 11,1%, стеаринова 2,2%, ліноленова 0,6%. Характерною особливістю кукурудзяної олії, як і деяких інших, є високий вміст вітаміну Е 120...250 мг%. Вміст інших вітамінів : каротиноїди (провітамін А) 0,058...0,155 мг%, вітамін К – 0,058 мг%, стероли (провітамін D) 0,42...1,38 мг%.

Одержують кукурудзяну олію пресуванням, екстрагуванням або тим і іншим способом послідовно.

Бавовняна олія

Олія бавовняна – рафінована недезодорована і рафінована дезодорована виготовляється в державах Середньої Азії та інших країнах з насіння бавовнику пресованим і екстракційним способами. Ця

олія обов'язково рафінується, бо містить отруйний барвник госипол. Бавовняну салатну олію виготовляють із бавовняної олії охолодженням і видаленням твердої фракції, що називається пальмітином. Рідка фракція бавовняної олії використовується для виготовлення салатів.



Для роздрібної торговельної мережі і підприємств громадського харчування призначається олія бавовняна пресова і екстракційна рафінована дезодорована і пресова недезодорована вищого і першого сортів.

Бавовняна олія в Україні теж не виробляється. В недалекому минулому перероблялась у значних кількостях. Сировиною для виробництва цієї олії є насіння бавовни. Колір сирової олії залежить від сорту насіння та способу її отримання і може бути від бурого до практично чорного. Рафінована бавовняна олія світло-жовтого кольору. Характерним компонентом сирової бавовняної олії є госипол, його аналоги та похідні, що потребує спеціальних додаткових заходів при рафінації. За жирнокислотним складом ця олія належить до лінолево-олеїнової групи і має такий (середній) вміст жирних кислот у складі ацилгліцеринів : ліолева 45%, олеїнова 33%, пальмітинова 22% та вітамінний склад : вітамін Е 81...160 мг%, стероли (провітамін D) 0,26...0,57%.

Маслинова олія



Олію маслинову виготовляють з м'якушевої частини плодів маслини, у якій міститься до 55% жиру, і з ядра, що містить 12...13% жиру, холодним пресуванням, тільки рафіновану. Маслинову олію називають прованською (від назви провінції Прованс у Франції). Її використовують як

заливку в делікатесні рибні консерви, вживають безпосередньо в їжу, а також для лікування жовчнокам'яної хвороби, виразки шлунку.

На ринок України надходить маслинова олія, що має назву "Virgin", її виробляють холодним пресуванням, вона має добрий запах.

Олію "Virgin" найкращої якості виготовляють на пресах первинного тиснення. На етикетці такої олії повинно бути написано "First cold pgressinfg".

Олія "Ехтра Virgin" виготовляється із стиглих маслин найвищої якості.

Олія "Oliv Oil" є здебільшого очищена (рафінована), або суміш очищеної олії і типу "Virgin".

До жирів типу маслинової олії відносять олії: маслинову, арахісову, ріпакову, гірчичну, рапсову, мигдальну, кунжутну. Олії цієї групи містять багато (67,6...83%) мононенасичених жирних кислот, які окислюються значно повільніше, ніж поліненасичені. Тому ці олії називають умовно невисихаючими.

Маслинова олія в Україні не виробляється. Практично вся маслинова олія, що надходить в Україну, використовується або безпосередньо в їжу, або (у більшій кількості) використовується у парфумно-косметичній та фармацевтичній промисловості.

В олієжировій та кондитерській галузях України маслинова олія практично не використовується через її високу вартість. За кордоном, в країнах основних виробників маслинової олії, вона широко використовується у виробництві маргарину, майонезу, мила і т. д.

Маслинову олію видобувають з м'якоті маслин. Органолептичні ознаки цієї олії в значній мірі залежать від властивостей сировини та способу видобування. Колір олії, що її добули пресовим способом – від світло-жовтого до золотисто-жовтого. Зеленуватий колір або відтінок притаманні олії більш низької якості. Маслинова олія має приємний, характерний їй смак та запах. За своїм жирнокислотним складом вона належить до олеїнових олій і має такий склад : олеїнова 70%, пальмітинова 13%, лінолева 12%, стеаринова 2,4%, пальмітоолеїнова 1,5%, арахінова 0,45, у слідових кількостях зустрічається ліноленова кислота.

Як правило, оливкова олія імпортується з Туреччини та Греції, які є найбільшими постачальниками цієї олії у світі, а не Іспанія та Італія, як прийнято вважати у нас. Адже, тієї кількості оливкових дерев, які ростуть в Іспанії та Італії, достатньо для виробництва олії лише для цих двох країн, оскільки там дуже високе споживання саме оливкових жирів. Тому майже вся оливкова олія, яка виробляється в Італії та Іспанії, реалізується на внутрішньому ринку, а невеликі її обсяги постачають у найближчі країни Європи.

Проте, доволі часто та оливкова олія, яка потрапляє до України, і яку ми вважаємо італійською або іспанською, насправді є турецькою або грецькою, яку в цистернах завезли до Іспанії або Італії та розлили під їхніми торговими марками. Нерафінована оливкова олія маркується знаком «Extra Virgin », але така олія дуже швидко окиснюється. Тобто, поки ця олія доїхала до Італії або Іспанії, там була забутильована, а

потім приїхала до нас, у результаті оксидне число її дуже високе, тобто, якість її нижча.

Але в українських споживачів склався міф щодо турецької та грецької оливкової олії – її вважають менш якісною. Насправді, показники якості такої олії набагато вищі, ніж іспанської та італійської, яка представлена у нас на полицях. Адже, вона потрапила практично з оливкового саду на полицю українського магазину.



Олія арахісова (рафінована недезодорована, рафінована дезодорована, нерафінована) виготовляється пресовим і екстракційним способами. Для роздрібною торговельної мережі призначена олія рафінована дезодорована.

Арахісова олія жовтого кольору і використовується як столова олія для споживання людьми.

У Франції арахісова олія є найпоширенішою харчовою олією.

У харчовій промисловості арахісова олія використовується як жирна фаза у виробництві маргаринів і як складова частина приготування майонезу.

За своїми органолептичними характеристиками арахісова олія вважається найціннішою олією. Вона складається в основному з ненасичених жирних кислот (олеїнової, лінолевої, арахінової та лігноцеринової кислоти). За складом жирних кислот арахісова олія вважається найбільш збалансованою, з біологічної точки зору.



Олія ріпакова виготовляється нерафінованою (в їжу не використовують) і рафінованою недезодорованою (харчова). Нерафінована олія використовується для виробництва клею, фарб, пластиків, поліетиленової плівки, поліамідних смол, фармацевтичних препаратів.

Для обробки ріпаку і для соняшника використовують однотипні технології. Різниця в тому, що для ріпаку не практикується видалення лушпиння.

Обмежене використання в Україні ріпаку для виготовлення олії харчової спричинено тим, що вона містить мало поліненасичених незамінних жирних кислот, вітаміну Е, багато малоцінної ерукової кислоти, глікозиди і алкалоїди, які надають олії гіркуватого присмаку і гострого запаху.

Вихід ріпакової олії нижчий ніж соняшникової (38% порівняно з 41...46%), а харчові переваги її нижче, ніж соняшникової олії.

Колір сирої ріпакової олії темний з зеленуватим відтінком. Олія має характерний для неї смак та запах. Смак та запах ріпакової олії в значній мірі пов'язані з наявністю в її складі кротонілової гірчичної олії. Після рафінації колір олії світло-жовтий, смак та запах нейтральні, специфічні.

До складу жирних кислот ріпаковою олії входить ерукова кислота (C22:1), яка належить до нехарчових. У складі жирних кислот ріпакової олії ще в недалекому минулому (20 років тому) вона сягала 50% і більше. За останні роки, завдяки зусиллям селекціонерів, вміст цієї кислоти суттєво зменшився. Зараз в низькоерукових сортах ріпаку її вміст в Україні складає 3...5%, а в кращих закордонних сортах менш 1%. Таким чином, жирнокислотний склад ацилгліцеринів ріпакової олії сучасної селекції: олеїнова 59%, гадолеїнова 9%, лінолева 14%, ліноленова 8,5%, ерукова 4%, пальмітинова 3,5%, стеаринова 2%. Вітаміни входять до складу ріпакової олії в такій кількості: вітамін E 55 мг%, стероли (провітамін D) 0,34...0,59%.



Олія гірчична виготовляється пресовим способом тільки одного виду – нерафінованою. Характерним для цієї олії є вміст глікозидів, які при гідролізі утворюють алілову олію, що має гіркий смак, а також великий вміст брукової кислоти. Цим пояснюється обмежене використання гірчичної олії в їжу. Для безпосереднього вживання в їжу використовують олію гірчичну рафіновану тільки вищого і першого сортів.

Ляну і конопляну олії виготовляють гарячим пресуванням або екстрагуванням, нерафіновану першого і другого сортів і рафіновану. Частково ці олії використовують в їжу, але тільки пресову рафіновану і нерафіновану першого сорту.



Ляна олія в Україні виробляється в дуже незначній кількості, і вона призначена перш за все для технічного використання. З ляної олії виробляють оліфу. Жирнокислотний склад триацилгліцеринів цієї олії: лінолевої 29...59%, ліноленової 21...45%, олеїнової 5...20%, насичених кислот 5...10%.

До жирів типу ляної олії відносять також конопляну. В ній міститься 50...65% лінолевої і 17...45% ліноленової кислот, які здатні швидко окиснюватись (висихати) і утворювати міцні еластичні захисні

плівки. Тому ці олії використовують для виробництва оліфи, лаків, лінолеуму, клейонок.

Інші види олій

До рослинних твердих олій відносять кокосову, пальмоядрову, пальмову і какао бобів. У цих жирах переважають насичені жирні кислоти (76...83%), тому вони мають тверду або мастку консистенцію. Ці олії в Україні не виробляють, їх імпортують з інших країн і використовують для виробництва маргарину і кондитерських жирів. Жир какао бобів використовують для виготовлення шоколадних виробів.



Кокосову олію виготовляють з м'якоті (копра) і ядра плодів кокосової пальми пресовим або екстракційним способами нерафіновану (нехарчову) і рафіновану дезодоровану (харчову). Кокосова олія містить до 71% низькомолекулярних летких (капронова, каприлова, капринова, лауринова) жирних кислот, має низьку температур топлення (20...28°C), хороший смак і запах (жир, що довго зберігається, набуває різкого запаху і неприємного смаку), білий колір з жовтуватим відтінком.

Кокосову олію одержують з висушеної м'якоті плодів кокосової пальми, так званої копри і використовують в Україні в олієжировій, кондитерській промисловості та при виробництві туалетного мила. Кокосова олія рафінована має сніжно-білий колір. В складі сирової олії дуже мало фосфоліпідів та компонентів негліцеридної природи.



Жирнокислотний склад кокосової олії: лауринова 45...51%, миристинова 16...20%, пальмітинова 6...10%, олеїнова 2...10%, капринова 5...10%, каприлова 6...9%, капронова 0.2...2%, стеаринова

1...5%, лінолева до 1%, пальмітоолеїнової до 0,5%.

Пальмоядрову олію виготовляють з ядра плодів африканської і американської олійних пальм пресовим і екстракційним способами. Вона містить 56...68% низькомолекулярних жирних кислот, має температуру топлення 25...30°C, приємний горіховий смак, жовтий колір (нагадує топлене вершкове масло). Але під час зберігання ця олія швидко гідролізується, окиснюється і набуває різного смаку.

Пальмову олію виготовляють з м'якоті плодів тих же пальм *Elaeis guineensis*, що і пальмоядрову, пресовим способом. Цей жир містить до 50% насичених жирних кислот, з яких пальмітинова складає біля 809 г.

В ньому майже немає низькомолекулярних летких жирних кислот (0,2...0,4%). Тому пальмовий жир має температуру топлення більш високу (32...42°C), ніж кокосовий і пальмоядровий жири, темно-жовтий колір, приємний солодкуватий смак. Під час зберігання, особливо при освітленні, жир швидко знебарвлюється і гідролізується.

Сира пальмова олія має темно-оранжевий колір завдяки високому вмісту каротину (до 0,2%). Зараз почалося видобування каротину з пальмової олії при її рафінації. В сирій олії містяться сильні гідролітичні ферменти, і якщо їх не інактивувати, то вона дуже швидко набирає високе кислотне число.

Рафінована олія, особливо під час застосування спеціальних методів, стає майже безкольоровою. Олія має стійкий приємний запах, що нагадує запах фіалки. Використовується вона, головним чином, при виробництві маргаринової продукції як шляхом гідрування, так і шляхом фракціонування, а часто комбінацією цих методів. Пальмова олія належить до групи олеїново-пальмітинових жирів. Жирнокислотний склад її ацилгліцеринів наступний: пальмітинова 32...45, олеїнова 38...52, лінолева 8...10%, стеаринова 4..6%, миристинова 1...2,5%, пальмітоолеїнова до 2%.



Олію какао-бобів виготовляють з підсмажених плодів гарячим пресуванням. Макуха бобів містить 18...20% жиру, його використовують в кондитерській промисловості для виготовлення порошку какао. В жирі бобів какао відсутні низькомолекулярні леткі жирні кислоти, а стеаринова і пальмітинова складають 59%. Температура топлення жиру 28...36 °С, він білого або жовтуватого кольору, відзначається приємним смаком і запахом. Використовують його для виготовлення шоколадних виробів, в фармацевтичній промисловості, парфумерії, вживають у їжу.

Через високі ціни на олію какао бобів вона може фальсифікуватись пальмовою, кокосовою та іншим жирами.

Олія какао надходить в Україну або у готовому вигляді, або його отримують на підприємствах кондитерської промисловості з какао-бобів. Це тверда за умов кімнати олія використовуються майже виключно в виробництві шоколаду та шоколадних виробів (та в досить невеликій кількості у косметичному виробництві). Це пояснюється її унікальними властивостями – високою твердістю за досить низької температури плавлення і здатністю легко розтоплюватись при температурі людського тіла. Ці властивості олії какао обумовлені не

стільки жирнокислотним складом її ацилгліцеринів, скільки складом і структурою власне самих триацилгліцеринів. Жирнокислотний склад цієї олії такий: олеїнова 38%, стеаринова 35%, пальмітинова 25%, лінолева 2%. У складі триацилгліцеринів олії какао знайдені : пальмітодіолеат (C16:0, C18:1, C18:1), стеароділінолеат (C18:0, C18:2, C18:2), олеодістеарат (C18:1, C18:0, C18:0), пальмітостеароолеат (C16:0, C18:0, C18:1), стеародіолеат (C18:0, C18:1, C18:1). Але унікальні властивості олії какао пояснюються наявністю в її складі великої кількості 1,3 насичених 2 мононенасичених ацилгліцеринів. Саме ці ацилгліцерини надають олії какао унікальних фізико-механічних властивостей, за які, перш за все, її і цінують. Крім того олія какао, а також кондитерські вироби на її основі мають унікальну стійкість до окислювального псування. Ця стійкість пояснюється унікальним складом антиоксидантів в складі цієї олії та низьким вмістом поліненасичених кислот. Вітамінний склад цієї олії такий: вітамін Е 2,8...12,5 мг%, стероли (провітамін D) 0,3%.

Харчову рафіновану, гідратовану, нерафіновану олії методом пресування і екстрагування виробляють і з іншої сировини. Зокрема, у виноградному насінні міститься від 10 до 20% олії, в ядрах кісточок абрикосів – 51, вишень – 33, слив – 40, черешень – 26%. Використання плодів кісточок і насіння для виробництва олії дасть можливість збагатити асортимент і заощадити значну кількість насіння соняшнику. З впровадженням безвідходних і маловідходних технологій переробки плодів і ягід на ринок буде надходити олія абрикосова, сливова, виноградна та інші. Вперше затверджений міждержавний стандарт (ГОСТ 30306-95) на олію з плодів кісточок і горіхів мигдалю.

2.6 Зміна споживчих властивостей олій під час зберігання

Якими б сприятливими не були умови зберігання жирів, споживчі властивості їх при цьому знижуються, а якісні показники погіршуються.

Можна виділити *три головні процеси*, що призводять до псування жирів:

- *гідролітичні процеси*;
- *окислення жирів*;
- *мікробіологічні* (або біохімічні).

Гідролітичні процеси призводять до появи в жирах їх складових – жирних кислот, моно- та дигліцеридів.

Якщо тригліцериди, що входять до складу олії не мають у своєму складі кислот з числом атомів вуглецю менш 14, то жоден з

перелічених продуктів гідролітичних процесів не впливає на смак, запах і навіть на консистенцію жирів (якщо ці сполуки не у надмірній кількості).

Так чисті олеїнова, стеаринова, пальмітинова кислоти не мають ні смаку, ні запаху. Теж саме можна сказати і про моно- та дигліцеридів. До таких жирів (що не містять низкомолекулярних кислот) належить більшість рослинних жирів (крім кокосової та пальмоядрової олії) та більшість тваринних жирів (крім жиру коров'ячого молока).

За наявності у складі жирів кислот С 12 й інших низкомолекулярних у процесі гідролізу жирів їх смакові характеристики суттєво погіршуються. Так навіть неглибокий гідроліз кокосової олії, пальмоядрової олії призводить до появи неприємного присмаку мила, завдяки кислотам С10...С12.

Низкомолекулярні кислоти (наприклад складові жиру коров'ячого масла) і перш за все масляна кислота С 4 надають жирам різкого неприємного смаку та запаху. Але, незважаючи на те, змінюються чи ні органолептичні характеристики жирів під час гідролітичних процесів, вміст жирних кислот у всіх жирах обмежують нормативною документацією і він визначається величиною кислотного числа (КЧ) жиру.

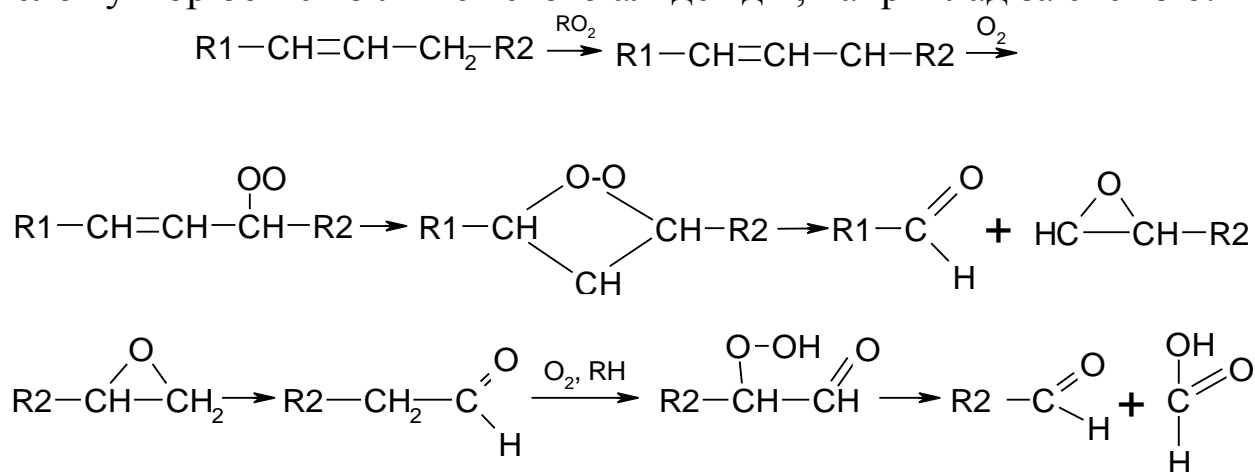
Оскільки гідролітичні процеси можуть відбуватись тільки за присутності води, то добре і ретельне висушування жирів, запобігання їх контактів з вологою не дозволяють розвинути цим процесам. Але використати такі прийоми можна тільки для деяких жирів. Ті жири та жировмісні продукти, що мають у своєму складі вологу (маргарин, майонез, вершкове масло та інші) не можуть бути захищені від гідролізу шляхом висушування.

Якщо зберігати олію без доступу повітря, а на зберігання вона надійшла досить сухою, то зростання кислотного числа не буде.

Окиснювальні процеси в жирах. Частіше ніж гідроліз причиною харчового псування жирів бувають процеси, які відбуваються під впливом кисню, тобто окиснення жирів. Вуглеводневий радикал гліцерину у цьому виді псування жирів помітної ролі не відіграє. Процес розвивається за участю радикалів жирних кислот. При цьому чим більша ступінь ненасиченості жирних кислот тригліцеридів, тим швидше відбувається процес окиснювального псування.

Першими наслідками є утворення гідропероксидів та речовин пероксидної природи. Хоча накопичення самих гідропероксидів (у певних межах) не викликає такого змінення органолептичних показників жиру (смаку, запаху, консистенції), яке б свідчило про те,

що жир зіпсований. Для більшості жирів в Україні вміст гідропероксидів, що нормується та визначається величиною пероксидного числа не повинен перевищувати 10 мЕкв (міліеквівалент) активного кисню на кілограм. В той же час у більшості твердих жирів, що зберігаються в умовах холодильника або навіть за кімнатної температури, підвищення пероксидного числа до значень 20...25 і навіть більших не викликає помітних змін у органолептичних характеристиках. І навпаки, інколи жири, що мають незадовільні органолептичні характеристики (неприємний згірклий смак та запах) за величиною пероксидного числа ще не можуть бути забракованими (пероксидне число < 10). Це стає можливим, тому що пероксидні сполуки є лабільними, їх концентрація в жирах залежить не тільки від швидкості їх утворення, але і від швидкості їх перетворення в інші продукти окиснення. У випадку окиснення накопичення гідропероксидів так: спочатку їх концентрація зростає, а потім починає зменшуватись. Внаслідок руйнування гідропероксидів ненасичених кислот утворюється більше всього альдегідів, наприклад за схемою:



У більшості країн Європи нормується вміст деяких вторинних продуктів окиснення, а саме карбонільвмісних сполук (перш за все альдегідів). Показником, що визначає їх концентрацію є анізидинове число (АЧ). Для більшості жирів цей показник не повинен перевищувати значення 4 (АЧ≤4).

Безумовно є багато шляхів перетворення пероксидних сполук у вторинні продукти окиснення. Серед цих продуктів є і гідроксильні, і епоксидні, і кето сполуки, і кислоти, а також біфункціональні та олігомерні речовини. Звичайно на початкових стадіях окиснення (поки жири ще можна вважати харчовим продуктом) кількість таких сполук є невеликою. Але всі вони впливають (і, зрозуміло, негативно) на органолептичні властивості жирів.

Псування жирів може мати місце навіть за відсутності в них вологи та кисню але під впливом сонячного світла, особливо його ультрафіолетової компоненти. Це можливо насамперед для жирів, що мають у своєму складі ненасичені жирні кислоти – а це абсолютна більшість жирів. За умов впливу сонячного світла у жирах, що містять ненасичені жирні кислоти відбуваються процеси полімеризації. Під дією сонячного випромінювання утворюються вільні радикали, які у відсутності кисню започатковують ланцюговий процес полімеризації ненасичених тригліцеридів.

Зберігання олії. Олію потрібно зберігати за знижених температур у темряві без контакту з киснем повітря і води. Якщо олія розфасована у пляшки (а на сучасних підприємствах на цій стадії передбачена продувка олії азотом), то така герметично закупорена олія потребує лише зберігання у приміщенні (на складі) за якомога меншої температури і у темряві. Більша частина олій зберігається в резервуарах в умовах доквілля. Якщо на зберігання надійшла олія без вологи, то у процесі зберігання вологість її не підвищується, а кислотне число зростає у дуже незначній мірі. Для запобігання окиснювальному псуванню олію потрібно зберігати під шаром азоту за дуже незначного тиску. У випадку зниження вмісту олії в резервуарі на такий же об'єм потрібно збільшити кількість азоту в резервуарі. Ще одним із способів запобігання контакту олії з киснем повітря є обладнання резервуарів спеціальним пристроєм з тонкого пластику, який розташовують на поверхні олії в середині резервуару таким чином, щоб краї пристрою стикалися зі стінками резервуару. Цей спосіб теж сприяє довгому зберіганню олії без погіршення її якості

Мікробіологічне або біохімічне псування жирів. В жирі твердому чи м'якому за відсутності води (або при незначній її кількості) мікроорганізми не розвиваються, і тому мікробіологічне псування їм не загрожує. Але значна кількість жирів та продуктів, що вміщують жири, має у своєму складі крім жирів ще воду, білкові речовини.

У випадку біохімічного псування жирів головними продуктами, що зумовлюють неприємний смак та запах таких жирів, є метилалкілкетони, що свідчать про окиснювальний шлях такого псування. Внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів (наприклад, плісняви) в жири потрапляють ліпази, які каталізують процес гідролітичного розщеплення жирів. Таким чином в жирах зростає вміст вільних жирних кислот. Під час руйнуванні білкових речовин в продуктах псування з'являються похідні Нітрогену і, навіть, солі аміаку

і жирних кислот, які погіршують органолептичні, фізико-хімічні властивості жирів, та до того ж прискорюють процес псування.

Способи, що використовуються для запобігання мікробіологічному псуванню зводяться до наступного:

– використання під час виробництва мікробіологічно чистої сировини;

– герметизація готової продукції (за можливості) в упаковці;

– зберігання продукції за низьких температур в умовах якомога більшої мікробіологічної чистоти.

Лекція 3 Технологія одержання тваринних жирів

План

- 3.1. Класифікація тваринних жирів і сировина для їх виробництва
- 3.2. Сировини для виготовлення тваринних жирів
- 3.3. Технологія одержання тваринних жирів
- 3.4. Сфери застосування тваринних жирів

3.1 Класифікація тваринних жирів і сировина для їх виробництва

I. За походженням

- запасні жири наземних тварин
- жири птахів
- жир молока
- жири морських тварин і риб,
- жири земноводних і плазунів.

Тваринні жири добувають з тваринної сировини (жирова тканина – жир-сирець і кістки), до якої належать:

– продукти перероблення м'яса сільськогосподарських тварин (свиней, великої та дрібної рогатої худоби, коней, сільськогосподарської птиці)

– деяких промислових риб і морських ссавців (китів, кашалотів та ін.).

За консистенцією тваринні жири поділяються на

- тверді – знаходяться у тканинах наземних ссавців і птахів
- рідкі – знаходяться в тканинах риб і деяких морських ссавців.

В Україні виробництво риб'ячого жиру та жиру морських ссавців дуже обмежене, і зосереджено, головним чином на виробництві жирів для технічних цілей.

За цільовим призначенням тваринні жири поділяють на:

- харчові
- кормові
- технічні
- такі, які використовуються в медицині.

Тваринні жири топлені виробляються наступних видів: свинячий, яловичий, баранячий, кінський, кістковий, збірний; в меншій кількості виробляється курячий, гусячий і качиний жир.

Вид тварини, її вік, вгодованість, корми, місце відкладення і глибина залягання жиру в туші – все це фактори, що впливають на хімічний склад і властивості тваринних жирів, які визначають найбільш правильне і доцільне їх використання для кулінарних цілей .

Залежно від виду, якості жирової сировини і методу витоплювання харчові тваринні жири поділяють на:

- яловичий жир вищого і I гатунку
- баранячий вищого і I гатунку;
- свинячий жир вищого і I гатунку;
- кістковий жир вищого і I гатунку;
- збірний і кінський жир.

Крім того, змішуванням тваринних жирів, головним чином яловичого і баранячого, з рослинними оліями одержують кулінарні жири.

Температура плавлення тваринних жирів

Бараняче сало належить до найбільш твердих і тугоплавких тваринних жирів. Залежно від віку тварини і місця відкладення жиру температура плавлення баранячого сала коливається від 44 до 51°C.

Більшою легкоплавкістю і м'якістю відрізняється яловичий жир (плавиться при температурі 42...49°C).

Свинячий жир, найбільш м'який за своєю консистенцією (плавиться при 33...40°C).

Хімічний склад твердих топлених жирів

З точки зору біологічної цінності тваринні жири, за виключенням деяких риб'ячих, поступаються рослинним оліям. Це пов'язано з їх хімічним і, перш за все, жирнокислотним складом. Так, для більшості цих жирів вміст поліненасичених жирних кислот (вітамін F) незначний (1,3...9,4%). Максимальний їх вміст спостерігається у свинячому жирі, але і в ньому він ледь досягає 10% (для порівняння: в оліях соняшниковій, соєвій, кукурудзяній міститься від 50,8% до 59,8% ліноленової кислоти). Сума насичених жирних кислот, головним чином стеаринової і пальмітинової, досягає 50% і вище.

Вміст вітаміну E в тваринних топлених жирах – від 0,9 до 1,7 мг %, а в рослинних оліях коливається від 34 до 114 мг %.

Завдяки високому вмісту вітамінів A і D, які у рослинних оліях не зустрічаються, жир тріскових риб (тріска, сайда), а також підшкірний жир китів використовують у медичній промисловості. Вміст вітаміну A в цих жирах 1500 – 50000 МО/г; а вітаміну D: 40000 – 60000 МО/г (МО – міжнародні одиниці активності вітамінів; 1 МО вітаміну A відповідає 0,3 мкг ретинолу, а 440 МО вітаміну D – 1 мкг).

Серед тваринних топлених жирів найвищу біологічну цінність має свинячий жир, бо в ньому міститься більше незамінної лінолевої кислоти 9,4%, вітаміну E (6 мг %), він має найнижчу температуру плавлення 33...46°C і добре засвоюється (90...96%).

Яловичий і баранячий жир мають найменшу біологічну цінність і засвоюються на (73...84%). Ацилгліцериди яловичого топленого жиру містять 27...29% пальмітинової і 24...29% стеаринової кислот, які мають високу температуру плавлення 42...52°C, температура застигання 34...38°C. Тому цей жир добре засвоюється.

Баранячий жир також є тугоплавким, він містить до 60% високомолекулярних насичених кислот, більше половини припадає на стеаринову.

Кістковий жир з трубчастих кісток має також низьку температуру плавлення і засвоюється на 97%.

3.2 Сировини для виготовлення тваринних жирів

Для витоплення жиру використовується **жир-сирець**, тобто жирова тканина, знята з внутрішньої частини туш великої рогатої худоби, свиней та овець.

Жир-сирець поділяють на дві групи:

– I група – підшкірний, навколонишковий, навколосерцевий, обрізки свіжого сала тощо (з цієї групи витоплюється більше жиру в/с);

– II група – жир шлунку, кишковий, жирові обрізки тощо.

Яловичий жир:

– вищого гатунку готується з добірного, свіжого внутрішнього сала-сирцю.

– 1-го гатунку витоплюється з внутрішнього сала-сирцю

– 2-го гатунку готується з доброякісного сала-сирцю.

Баранячий жир випускається трьох гатунків:

– вищого гатунку витоплюється з відбірного свіжого сала-сирцю внутрішньої і курдючної частини туші

– жир 1-го і 2-го гатунків готується з доброякісного сала-сирцю

Свинячий жир випускається чотирьох гатунків

– жир екстра готується з добірного навколо ниркового сала свинячих туш

– вищого гатунку витоплюється зі свіжого добірного сала-сирцю, знятого з внутрішньої частини туші

– жир 1-го і 2-го гатунків витоплюється з доброякісного сала-сирцю

Жир свійської птиці.

Жир гусей, індиків, качок, курей – відмінний продукт. Він легко засвоюється, плавиться при низькій температурі (гусячий жир, наприклад, при 35-37°C); запах і смак його приємні. Цей жир добре використовувати для приготування багатьох страв і закусок, перш за все з м'яса цих птахів.

Особливо велика здатність накопичувати жир у гусей; вгодовані екземпляри цього птаха можуть містити до 46% жиру. Чимало жиру у першосортних індичок, качок, курей.

Кістковий жир.

До тваринних жирів також відносять і пісний жир. Пісний жир випарюється з чистих, свіжих кісток, звільнених від залишків м'яса, сухожилля та ін. За зовнішнім виглядом цей продукт нагадує топлене коров'яче масло. Консистенція кісткового жиру рідка, мазеподібна або щільна. Смак і запах приємні, з легким присмаком підсмаженої шкварки.

Жир морських тварин і риб.

Цей жир безпосередньо в кулінарії не застосовується, оскільки має специфічний присмак і запах. Відомо, що гідрогенізований китовий (сейвали, фінвалів та ін.) жир відрізняється чудовими якостями, високою поживністю і засвоюваністю.

3.3. Технологія одержання тваринних жирів

Перероблення тваринної сировини з одержанням жиру може бути зображена наступною блок-схемою (рисунок 3.1) і включає такі етапи:

- сортування жирової сировини, охолодження
- попереднє подрібнення і промивка
- остаточне подрібнення
- вилучення жиру
- очищення
- охолодження, пакування і зберігання.

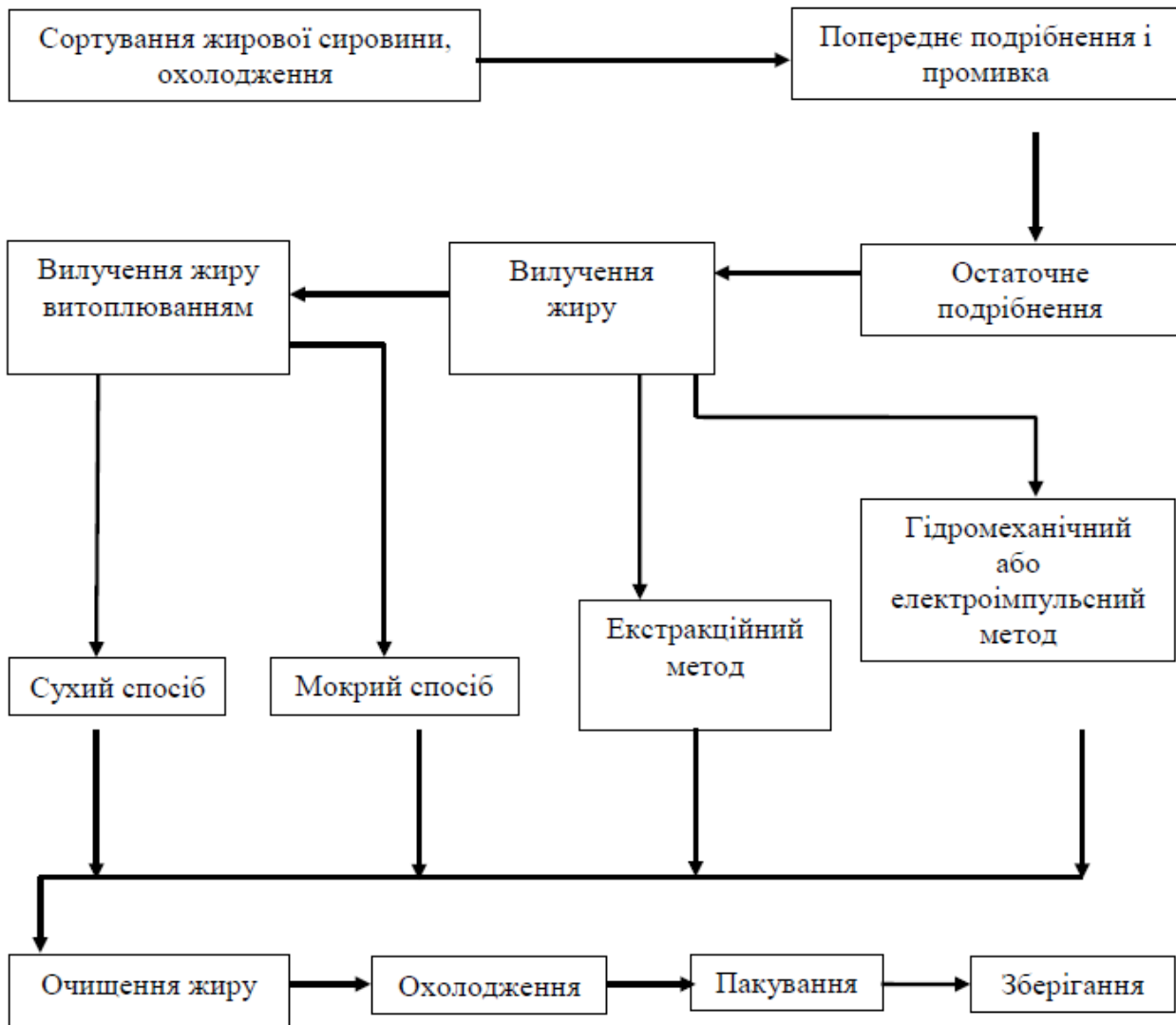


Рисунок 3.1 – Схема перероблення тваринної сировини з одержанням жиру

Головною сировиною, яка використовується у виробництві харчових тваринних жирів є жирова (м'яка) та кісткова (тверда) тканини забійних тварин, що дозволена органами ветеринарно-санітарного нагляду для перероблення на харчові продукти.

Сортування жирової сировини необхідне для забезпечення максимально можливого виходу жиру. Жировмісну сировину розсортовують

- за видами тварин
- за анатомічними ознаками.

На цій стадії, крім сортування, виконують операції з відділення від жиру тканин, що містять білкові та вуглеводневі речовини – прирізи м'яса, сухожилля та інші частини туш. Наявність цих речовин призводить до пригорання, викликає підвищення швидкості гідролітичних процесів, що негативно позначається на якісних характеристиках жиру.

Промивання і попереднє подрібнення необхідні для позбавлення від залишків крові, вмісту кишок, що випадково потрапили до сировини та інших забруднень. Для покращення умов промивання сировину спочатку подрібнюють, нарізаючи її на смужки розміром 30-40 мм на спеціальних подрібнювачах і промивають холодною водою (температура 10-12°C), протягом 20-30 хвилин у проточній воді, більш висока температура при наявності в сировині ферментів, що розщеплюють жири (ліпаз), здатна призвести до підвищення кислотного числа жиру.

Для промивання використовують промивні чани і промивні барабани.

При необхідності після подрібнення сировини її охолоджують холодною водою або холодним повітрям у спеціальних камерах. Охолодження жиру-сирцю доцільно у тому випадку, коли необхідно накопичити сировину перед витопленням і зберегти її якість.

Жир-сирець охолоджують наступним чином. В чан наливають холодну воду і в нього завантажують жир-сирець. В процесі охолодження температура крижаної води підтримується на рівні 3-4°C.

Для подрібнення жиру-сирцю використовують вовчки різної конструкції.

Завантажений жир-сирець захоплюється шнеком і направляється в зону ріжучого механізму, де подрібнюється до розміру, обумовленого діаметром отворів чарунки.

Способи витоплення тваринних жирів:

Вилучення жиру може здійснюватись декількома методами

Найбільше поширення отримав тепловий метод (рисунок 3.2) вилучення жиру з жиру-сирцю – витоплення, який здійснюється двома способами:

– мокрим (за участі води) в результаті утворюється жир, бульйон і шквара;

– сухий (без води) з утворенням жиру і шквари; остаточне відділення жиру з шкварки здійснюється фізичними методами: пресуванням або центрифугуванням.

Тепловий метод вилучення жиру

СУХИЙ СПОСІБ

- ▶ Жирову сировину нагрівають в котлах.
- ▶ Жир, що сплив, відокремлюють і фільтрують.
- ▶ Жир відрізняється стійкістю в зберіганні, але має темний колір і специфічний запах підсмаженої шкварки.

МОКРИЙ СПОСІБ

- ▶ Жирову сировину нагрівають в котлах з водою.
- ▶ Бульйон, який утворився, відокремлюють від жиру
- ▶ Жир має світлий колір, але є менш стійким в зберіганні.

Рисунок 3.2 – Способи теплового методу вилучення жиру

Недоліки мокрого способу – гідролітичні процеси в жирі.

Недолік сухого способу – місцеве перегрівання сировини і часткове руйнування білків та термічне перетворення жирів з утворенням темнозabarвлених речовин з неприємним запахом, що звичайно, погіршує органолептичні властивості готового жиру

Залежно від температури процесу розрізняють

- жири вищого гатунку, $T = 65...75^{\circ}\text{C}$;
- жири 1-го гатунку, $T = 75...95^{\circ}\text{C}$;
- збірний або технічний жир, $T = 120^{\circ}\text{C}$, $P = 0,2 \text{ МПа}$;

Більш прогресивним вважається сухий спосіб витоплення жирів, при якому нагрівання сировини виконують глухою парою, а ємкість з сировиною вакуумують. В умовах вакууму і нагрівання волога, що була у сировині, швидко виводиться з апарата, в якому знаходиться двофазна система – жир і суха шкварка (залишки білкових речовин сировини).

При використанні цього методу можливість гідролітичних процесів суттєво зменшується, але не виключаються. Тому з метою запобігання цим процесам необхідно ретельно витримувати параметри процесу і перемішувати сировину. Створення вакууму не тільки сприяє швидкому вилученню води з сировини, а й захищає жир від окислювального псування, що дозволяє одержати кінцевий продукт достатньо високої якості.

Для вилучення жиру з м'якого жиру-сирцю застосовують відцентрову установку.

Основний апарат установки – відцентрова машина, в якій процеси подрібнення сировини і витоплення жиру суміщені. Жирова сировина з бункера відцентрової машини надходить в обертовий перфорований барабан, де вона подрібнюється і під дією відцентрової сили відкидається до стінки барабана і вдавлюється в отвори. Частинки сировини розміром близько 6 мм, підрізані з іншого боку барабана нерухомими ножами, потрапляють в кільцевий простір між стінкою корпусу і зовнішньою стінкою перфорованого барабана, куди подається гостра пара під тиском 0,15 – 0,2 МПа. Розплавлену масу температурою 85...95°C під тиском 0,03 МПа подають до безперервної відстійної центрифуги, де шкварка відокремлюється від емульсії. Водно-жирова емульсія надходить у відцентрову машину, в ній шкварка додатково подрібнюється, а рідка фракція підігрівається до 95°C і подається насосом на перший, а потім другий і третій сепаратори. Очищений охолоджений жир розливають у тару і передають на зберігання, а знежирену і частково зневоднену на центрифугі шкварку направляють в цех кормових і технічних продуктів.

Цикл перероблення жиру-сирцю триває 6...7 хв, вихід жиру 98...98,7% його вмісту в сировині.

Застосовувані методи витоплення поділяють на безперервні та періодичні:

– під час безперервного процесу вилучення проходить в безперервному потоці, коли частинки жиру-сирцю у процесі оброблення переміщуються з одного апарата в інший і від стадії до стадії

– під час періодичного процесу вилучення відбувається в одному апараті, в якому також здійснюються і інші стадії технологічного процесу.

Розроблені методи, що передбачають спільне використання як одного, так і іншого способу виконання технологічного процесу. При цьому вилучення жиру може протікати в апаратурі періодичної дії, а попередні і наступні операції – у безперервнодіючих.

Інші методи видобування тваринних жирів:

- пресування;
- оброблення сировини гідрофобними розчинниками;
- гідромеханічний метод;
- електроімпульсний метод;
- метод екстракції леткими розчинниками.

Гідромеханічний метод використовується для вилучення жиру з кісток, які надалі використовують для харчового желатину та кісткового клею.

Суть цього методу: за допомогою потужних гідравлічних ударів у холодній воді або іншому рідкому середовищі відбувається руйнування тканин сировини, в тому числі і жирових клітин, та вихід жиру в рідке середовище.

Недолік цього методу – використання досить складної механічної апаратури, за допомогою якої створюється режим гідравлічних ударів та кавітаційних імпульсів, а також (у разі використання води як рідкого середовища) утворення жирових емульсій.

Електроімпульсний метод вилучення жиру з кісткової сировини полягає у впливі на кістку гідравлічних імпульсів при електричних розрядах конденсаторів. В установці для електроімпульсного знежирення кістки струм низької напруги (127...220 В) перетворюється в струм високої напруги (50...90 кВ і вище), який накопичується в конденсаторах. При розряді електрична енергія переходить в енергію вибуху, і в результаті виникаючих у рідині імпульсів з кістки вилучається жир. Співвідношення кістки й води (1:2) – (1:4). Одержаний кістковий жир відрізняється високою якістю.

За допомогою методу **екстракції леткими розчинниками** досягається найбільш повне знежирення сировини. До переваг цього методу, крім повноти вилучення жиру, слід віднести високу якість як самих жирів, так і білкових речовин і кісток. Недоліки цього методу: вибухо- та пожежонебезпечність, необхідність ретельного вилучення розчинника з жиру, складна та дорога апаратура. Цей метод застосовується на низці підприємств, основною продукцією яких є клей та желатин.

Знежирення кістки. Кістку знежирюють тепловим (мокрим і сухим) і холодним (екстракційним, гідромеханічним, електроімпульсним) способами.

При тепловому знежиренні кістки мокрим методом жир витоплюють при атмосферному тиску й температурі 90...100°C або при надлишковому тиску 0,3...0,4 МПа. Сухе теплове знежирення виконують у казанах при розрідженні 0,09...0,08 МПа й температурі 60°C.

Екстракційне знежирення кістки виконують леткими розчинниками. При цьому методі вилучення жиру із сировини практично повне. Однак цей метод вимагає складної апаратури, високовартісних і вибухонебезпечних розчинників.

Крім того, з вилученого жиру й знежиреної сировини необхідно ретельно видаляти залишки розчинника. У м'ясній промисловості цей метод застосовують для знежирення кістки на клейових і желатинових підприємствах.

Відділення витопленого жиру з кістки або жироводної суспензії від шкварки. Шкварку (знежирену кістку) відокремлюють від води й пари на обертовому сітчастому барабані (ротаційному фільтрі або горизонтальній відстійній центрифугі безперервної дії). При витоплюванні жиру у відкритих казанах з паровою сорочкою шкварку відокремлюють, зливаючи жир з жироводної суміші.

Жиромаса надходить на поділ при 70...90 або 48°C (низькотемпературний режим). Після фільтрування жиромаси на ротаційному фільтрі вологу зі шкварки віджимають на пресі. Масова частка вологи в шкварці після центрифугування або пресування 65...70%, жиру 8...13%.

Оброблення шкварки. При одержанні жиру методом витоплення із жиру-сирцю залишки його в шкварці надто великі. Тому зі шкварки різними способами вилучають додаткову кількість жиру. Такі жири нижчі як за якістю, так і за сортом, ніж відповідні жири, вилучені з первинної жирової сировини.

Для більш повного вилучення жиру виконують додаткове сухе витоплення в горизонтальних вакуумних казанах з наступним віджимом шкварки на пресах або шкварку виварюють у воді у відкритих одностінних казанах без мішалки.

Вологу шкварку, отриману у відкритих казанах, знежирюють у воді при атмосферному або надлишковому тиску. Виварювання шкварки у відкритих казанах виконують при 100°C протягом 2,5 год, в автоклавах – 2 год при тиску 0,2...0,25 МПа. По закінченні процесу в казан додають поварену сіль і виконують відстоювання. Виварену шкварку, яка містить до 5% жиру, висушують в умовах вакууму при 0,08 МПа й температурі 75°C протягом 3,5...4 год. до масової частки вологи 6 – 8% і направляють на виробництво сухих кормів.

Сушу шкварку, одержану в горизонтальних вакуумних казанах, після відціджування жиру при 75...80°C протягом 4 год віджимають на шнекових пресах безперервної дії або гідравлічних пресах періодичної дії. Масова частка жиру в шкварці після пресування не повинна перевищувати 12%. Пресовану шкварку охолоджують і направляють на виробництво кормового борошна.

При знежиренні шкварки з масовою часткою вологи 15...40% у фільтруючих центрифугах ТВ і ТН-800 вміст жиру в ній знижується до

10...44%. Знежирену шкварку досушують у горизонтальних вакуумних казанах. Застосування центрифугування шкварки для знежирення дає жир більше високої якості, ніж пресування.

Очищення жиру. Незалежно від способу одержання жиру, особливо жиру зі шкварки, необхідні додаткові операції очищення його від вологи, частинок кісток, шкварки, мінеральних солей. Для цього застосовують такі операції, як фільтрування, відстоювання, сепарація. Ці методи очищення засновані на різниці щільності вологи, домішок і жиру. Найбільш простою з технологічної точки зору, є операція відстоювання, яка виконується при температурі 60...65°C протягом 5...6 год, внаслідок контакту жиру з киснем повітря під час такого відстоювання відбувається процес окиснення жиру, якість жиру знижується.

Для видалення вологи і зважених домішок жир після витоплення очищують шляхом сепарування і відстоювання. Ці методи очищення засновані на різниці щільності вологи, домішок і жиру. На сепарування подають жир при температурі 90...100°C, в нього додають 10...15% води, яка нагріта до 80...90°C.

Жир відстоюють при 60...65°C протягом 5...6 годин. Для прискорення осадження зважених білкових частинок і руйнування емульсії в жир додають суху кухонну сіль (помел №1 або №2) в кількості 1...2%.

Сутність процесу нейтралізації жирів полягає в зниженні вмісту в них вільних жирних кислот за рахунок оброблення лужними реагентами. Нейтралізацію необхідно виконувати перед зливанням жиру в тару або передачею на переохолодження і фасування в тому випадку, коли за останніми показниками, крім підвищеного кислотного числа, жир відповідає вимогам вищого ґатунку.

Нейтралізацію виконують розчином каустичної або кальцинованої соди. Для нейтралізації жир в казані з сорочкою або відстійнику підігрівають до 70...80°C і потім при перемішуванні протягом 10...15 хвилин до нього поступово додають розчин лужного реагенту.

Сепарування жирів значно скорочує термін розділення жиру і домішок. На сепарування подають жир при температурі 90...100°C, у нього додають 10...15% води, нагрітої до 80...90°C.

Жир відстоюють при 60...65°C протягом 5...6 год. Для прискорення осадження зважених білкових часток і руйнування емульсії в жир додають суху поварену сіль у кількості 1...2%. Завдяки короткотривалому обробленні окислювальні та гідролітичні процеси не встигають розвинути, і жир одержують високої якості.

Фільтрування застосовують для жирів з низьким вмістом вологи (після сухого витоплення), жири фільтрують при досить високих температурах (60...65°C), в таких умовах можуть розвиватися процеси окиснення і відбуватись погіршення органолептичних і фізико-хімічних показників жиру. Цього погіршення можна уникнути, якщо застосувати герметичні фільтри.

Охолодження й пакування. Для одержання однорідної структури, а також гальмування окисних процесів жири охолоджують у пластинчастих і шнекових охолоджувачах, фризерах, в охолоджуючих барабанах, ротаторах і інших апаратах.

Для охолодження жирів застосовують спеціальні апарати – охолоджувачі безперервної дії, у яких жир не стикається з повітрям і теплові втрати незначні. При відсутності спеціальних охолоджувачів жири можна охолоджувати у двостінних казанах, у сорочку яких подають холодну воду. Бажано, щоб казани були оснащені мішалкою для перемішування жиру в процесі охолодження.

Свинячі топлені жири, призначені для пакування в бочки, ящики й контейнери, охолоджують до 26...35°C, призначені для фасування – до 18...23°C. Яловичі й баранячі жири охолоджують до 37...40°C, кісткові – до 30...35°C.

У бочки, ящики й контейнери перед пакуванням жиру вкладають мішки-вкладиші з полімерних матеріалів. При дрібному фасуванні масою 100, 200 і 250 г жир пакують у пергамент, кашировану фольгу, полімерні матеріали або в скляні банки.

Стійкість жирів при зберіганні залежить від їх якості й виду, вмісту природних антиокислювачів (токоферолу, лецитину) і умов зберігання. При короткочасному зберіганні (до 1 міс.) жири поміщають у темні, сухі, охолоджені приміщення з температурою 5...6°C і відносною вологістю повітря 80%. Більш тривале зберігання жирів (до 6 міс.) виконують при температурі не вище -8°C і відносній вологості повітря не більше 90%, при -12°C жири зберігають до 12 міс. При зберіганні жирів не допускається коливання температури більше 1°C, інакше можлива конденсація водяної пари і поява цвілі на поверхні тари, це може призвести до мікробіологічного псування жиру (особливо при температурах, вищих за 0°C). Взагалі в топлених жирах вміст вологи низький і мікробіологічне псування при правильному зберіганні їм не загрожує.

Не слід зберігати жири разом із сильно пахучими продуктами, тому що жири легко сприймають сторонні запахи. Періодично, не рідше раз у 6 міс при температурі зберігання -12°C і через 3 міс при -5...-8°C,

необхідно контролювати якість жирів для встановлення строків зберігання й подальшого використання.

Стійкість жирів при зберіганні можна підвищити, якщо перед зберіганням і в ході перероблення провести деаерацію, а також якщо пакувати їх у герметичну або непрозору тару або зберігати при низькій температурі в атмосфері азоту або діоксиду вуглецю.

Значний ефект дає введення в жир синтетичних і природних інгібіторів окислювання (антиокислювачів), які сприяють підвищенню стійкості й збереженню в жирах вітамінів і поліненасичених жирних кислот. Антиокислювачі додають після відстоювання або сепарування жирів при 70...90°C. На 1 т топленого жиру додають не більше 200 г антиокислювачів, попередньо розчинених в 2...3 кг жиру, ретельно перемішують протягом 5...10 хв, після чого жири негайно охолоджують і розливають у тару. Часто для попередження окислювального псування при виготовленні цих жирів до них додають відомі антиоксиданти – бутилокситолуол (БОТ) чи бутилоксиданізол (БОА), або їх суміш у кількості, що не перевищує 0,02%.

3.4 Сфери застосування тваринних жирів

Сфери застосування тваринних жирів досить різноманітні. Харчові тваринні жири головним чином використовують як кулінарні жири, а також при виробництві ковбас, м'ясних виробів, консервному виробництві, у кондитерських виробках. В незначній кількості ці жири використовують у виробництві маргаринової продукції. Велика частка тваринних жирів витрачається на виробництво високоякісного туалетного мила, косметичних кремів, як складова частина комбікормів, при виробництві жирних кислот, мастильних матеріалів і в деяких галузях техніки.

Медичні жири, що містять вітамін А і використовуються як лікувальний і профілактичний препарат, отримують з печінки тріскових риб: тріски, пікші, сайри та ін. Ветеринарні жири призначаються для підгодівлі сільсько-господарських тварин і птахів і готуються з тканинних і печінкових жирів риб і морських ссавців. Технічні жири використовують у легкій, хімічній, парфумерній промисловості і в інших галузях народного господарства для оброблення шкір, вироблення мийних і піногасильних засобів і різних кремів і помад. Технічний риб'ячий жир одержують переважно в процесі виробництва кормового борошна з різних відходів (голови, кістки, нутроці, плавці), з малоцінних у харчовому відношенні і некондиційних риб, з некондиційної сировини, що одержується при переробленні вусатих

китів і ластоногих; до технічних відносяться також жири, які одержуються з зубастих китів (головним чином кашалотів) і характеризуються великим вмістом воску, що робить їх непридатними для харчових цілей.

Лекція 4 Виробництво маргарину, харчових жирів та майонезу

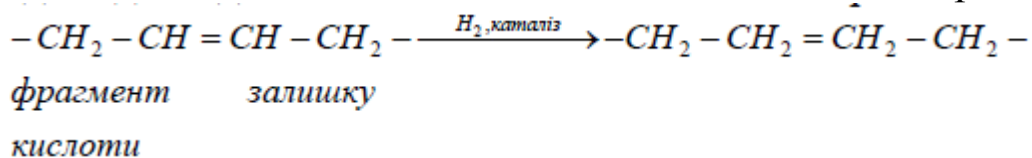
План

- 4.1 Гідрогенізація жирів
- 4.2 Типова технологія маргарину
- 4.3 Виробництво харчових жирів
- 4.4 Проблема використання гідрогенізованих жирів в харчовій промисловості в Україні та світі
- 4.5 Виробництво майонезу

4.1 Гідрогенізація жирів

Гідрогенізацією називають приєднання водню до ненасичених сполук, які містяться в залишках неорганічних кислот, що входять до складу ацилгліцеролів.

Основна хімічна реакція, яка відбувається під час гідрогенізації – приєднання водню до подвійних зв'язків ненасичених жирних кислот:



Процес йде вибірково (селективно): в першу чергу гідрогенізуються залишки жирних кислот, що містять більшу кількість подвійних зв'язків, а за однакової ненасиченості – ті, що містять меншу кількість атомів вуглецю.

З підвищенням температури гідрогенізації, концентрації водню, збільшенням тривалості процесу зростає вміст у гідрованому жирі вільних жирних кислот та продуктів їх взаємодії з каталізатором. Відбувається зростання кислотного числа жиру. Накопичення вільних жирних кислот є наслідком гідролітичного та термічного розкладу ацилгліцеролів під час гідрування. Подальші перетворення продуктів розпаду ацилгліцеролів та інших сполук, що містяться в жирах, призводять до накопичення різноманітних летких сполук, які надають продукту своєрідного запаху, що зникає після подальшого рафінування.

Гідрування жирів здійснюється за участю каталізаторів. Основним з них є порошкоподібний нікелевий каталізатор, нанесений на мідну проволочку, а також нікелевий каталізатор на кізельгурі.

Серед різноманітних способів одержання водню найпоширеніший електролітичний. Практично електролізу підлягають слабкі водні розчини лугів та кислот. Процес здійснюють в апаратах – електролізерах, які дають можливість одержати найчистіший водень. Зберігають водень у газгольдерах.

Гідрогенізації підлягає тільки ретельно рафінована олія, оскільки наявність домішок знижує активність каталізаторів. В промисловості, в основному, використовують безперервний спосіб гідрогенізації.

Принципова технологічна схема одержання гідрогенізованих жирів представлена на рисунку 4.1.

Температура олії під час гідрогенізації для виробництва харчового саломасу – 210...230°C, технічного – 240...250°C. Кількість каталізатора, що додають до олії, становить від 0,5 до 2,0 кг нікелю на 1т олії. Тиск водню в автоклавах – 50...70 кПа.

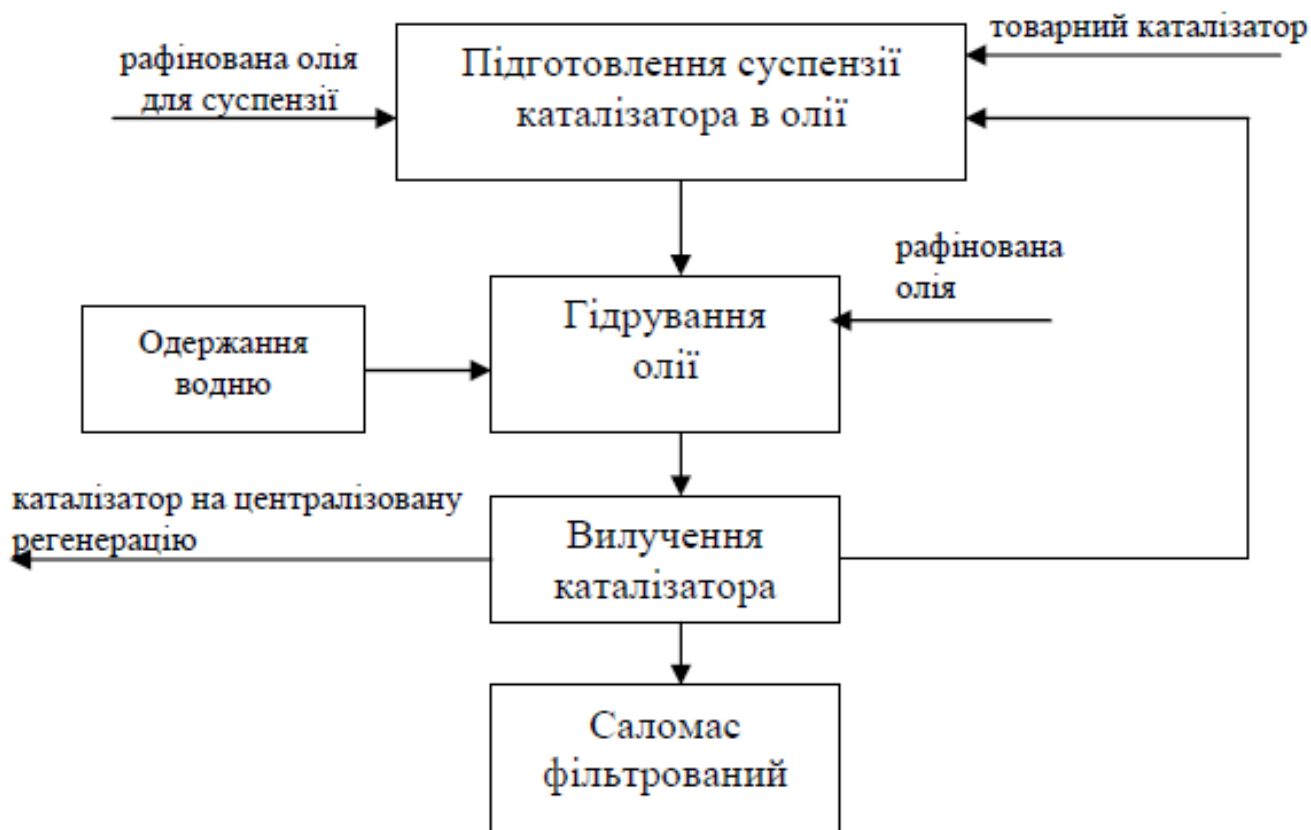


Рисунок 4.1 – Типова блок-схема одержання гідрогенізованих жирів

4.2 Типова технологія маргарину

Промислове виробництво маргарину було організовано в 1870 році. Французький хімік Меж-Мурье запропонував емульгувати легкоплавку частину топленого яловичого жиру з молоком в присутності сичужної витяжки з шлунка корів. Отриману суміш охолоджували в крижаній воді і при цьому утворювалися напівтверді кульки, які мали перламутровий блиск. Меж-Мурье назвав їх маргарином (фр. Margjaret - перли).

Маргарин являє собою, подібно до вершкового масла, емульсією, що складається з жирів і молока або води. Маргарин засвоюється на 93 ...

98%, за енергетичною цінністю навіть перевищує вершкове масло: в середньому 40,1 кДж / 100 г проти вершкового масла – 38,6 кДж / 100 г.

Маргарини в залежності від призначення і складу підрозділяються на наступні групи:

- 1) столові і бутербродні;
- 2) для промислової переробки і мережі громадського харчування;
- 3) з смаковими добавками.

Асортимент маргаринової продукції є дуже широким, налічує понад 50 найменувань.

Призначення маргаринів визначає їх товарну форму: вони можуть бути твердими, м'якими (наливними) і рідкими. М'які маргарини зберігають пластичні властивості за низьких плюсових температурах, що дозволяє використовувати їх як бутербродні жири. Рідкі маргарини застосовують в хлібопеченні, у виробництві борошняних кондитерських виробів.

Столові маргарини застосовують як бутербродний продукт, а також для приготування кондитерських і кулінарних виробів. Столові та бутербродні маргарини містять не менше 82% жиру. До них відносяться маргарини як молочний, вершковий, та ін. Низькокалорійні маргарини ("Столовий", "Сонячний") містять від 40 до 75% жиру.

Маргарин використовують у хлібопекарській та кондитерській промисловості, кулінарії, у виробництві харчоконцентратів, а також для безпосереднього вживання їжу.

Сировина для виробництва маргарину

Сировину для виробництва маргарину поділяють на жирову та нежирову.

До складу жирової основи входять рафіновані дезодоровані рослинні олії, тваринні жири, харчові саломаси та переетерифіковані жири.

Жирова основа маргарину повинна мати температуру плавлення 27...33°C, твердість – 3...13 кПа і містити 13...22 % твердих ацилгліцеролів за 20°C .

Структура і смак маргарину в основному визначаються набором жирів, які входять до його складу. Присутність різних домішок у вихідних жирах не дозволяє отримати продукцію високої якості, тому всі жири повинні бути очищені за повною схемою рафінації, включаючи вибілювання і дезодорацію.

Отже, жири і олії, які використовують для виробництва маргарину, не повинні мати запаху та смаку, повинні мати світле забарвлення та низьку кислотність (кислотне число не більше 0,3 мг КОН / г жиру).

У виробництві маргарину широко використовують соняшникову та бавовняну олію, а також соєву кокосову, арахісову, пальмову та деякі інші.

Тваринні жири (воловий, баранячий, кісткове сало) входять до складу кулінарних жирів.

Гідрогенізовані жири – головний компонент у рецептурі жирової основи маргарину (до 85%). Гідрогенізовані жири повинні мати білий колір, чистий смак та низьке кислотне число. Найбільш широко застосовують саломаси на основі соняшnikової, бавовняної, соєвої і низькоерукової ріпакової олії.

Перестерифіковані жири, які виготовляються з сумішей рослинних олій та тваринних жирів, використовують нарівні з саломасом. За їх допомогою дуже зручно варіювати консистенцію маргаринів від мазеподібної до твердої.

Нежирова сировина призначена для поліпшення смаку та запаху маргарину і його біологічної цінності. Основним компонентом нежирової частини маргарину є коров'яче молоко, яке надає маргарину смаку та запаху. Використовують молоко незбиране без зайвого присмаку та запаху, із вмістом сухого залишку не менше 3 %, а також сухе незбиране молоко.

Свіже пастеризоване молоко, яке використовують для виробництва маргарину, попередньо заквашують спеціальними молочнокислими заквасками або коагулюють розчином лимонної кислоти. Співвідношення між різними видами молока визначається рецептурою того чи іншого виду маргарину.

Заквашене молоко не тільки збагачує смак маргарину, але і забезпечує його стійкість під час зберігання. Водно-молочна фаза маргарину повинна мати величину рН, що дорівнює 3,0...5,5. У такому слабкокислому середовищі уповільнюється розвиток небажаних мікробіологічних процесів під час зберігання маргарину.

Кухонна сіль додається для поліпшення смаку та як консервувальний засіб. Цукор-пісок поліпшує смак і сприяє утворенню золотистої плівки на підсмажуваних продуктах.

Для надання маргарину світло-жовтого кольору, як у вершкового масла до нього додають *жиророзчинні харчові природні барвники* (синтетичні барвники не допускаються). Для цього використовують масляний розчин каротину, а також барвники, що одержують з томатів, насіння анато та з шипшини. Витрати барвника – 1,6 кг на 100 кг маргарину.

Для підвищення біологічної цінності маргарин збагачують жиророзчинними *вітамінами А і Д*.

Як ароматизатор використовують сполуки, які в своєму складі мають *діацетил*.

Нарешті, для підвищення стійкості під час зберігання та для зменшення окисних процесів до маргарину додають антиоксиданти: аскорбінову, цитринову та бензойну кислоти.

Для забезпечення стійкості маргарину, запобігання його розшаруванню на вихідні компоненти (вода та жирова частина) за досить інтенсивного теплового та механічного виливу до нього додають харчові *емульгатори* – органічні сполуки класу складних ефірів, молекули яких складаються з полярної (гідрофільної) та неполярної (гідрофобної) частин. Адсорбуючись на межі розподілу фаз масло-вода, вони утворюють містки, які поєднують ці дві речовини, що нездатні взаємно розчинятись або перемішуватись в однорідну суміш.

У маргариновій промисловості як емульгатори застосовують фосфати. Основою емульгаторів є моногліцериди, фосфоліпіди у певному співвідношенні.

Крім свого основного призначення – стабілізувати емульсію – емульгатори покращують пластичність маргарину, а у виробництві харчових жирів для хлібопечення забезпечують збільшення пористості м'якушки і об'єму готового виробу.

Технологія виробництва маргарину

В основі виробництва маргаринової продукції лежать процеси переохолодження маргаринової емульсії з її одночасною механічною обробкою.

Технологічна схема виробництва залежить від того, в якій товарній формі буде випускатися готова продукція.

Технологічний процес отримання маргарину, наприклад, у твердій товарній формі включає наступні операції:

- дозування, змішання і емульгування вихідних компонентів;
- переохолодження і кристалізація емульсії;
- фасування готового продукту.

Під час отримання рідких маргаринів виключаються операції кристалізації і фасування: продукт в переохолодженому текучому стані відвантажується автоцистернах.

При розгляді технологічного процесу необхідно представляти особливість побудови рецептур маргаринів. Вона полягає в тому, що до складу маргаринів входять два укрупнених рецептурних компонента:

- жирова основа;

– водно-молочна фаза.

Жирова основа являє собою суміш рідких і твердих жирів різної пластичності. Вона в значній мірі визначає товарний вигляд, смакові якості і технологічні властивості маргаринової продукції.

Водно-молочна фаза є розчином в суміші молока і води різних водорозчинних компонентів маргарину. Вона повинна забезпечувати досягнення органолептичних показників маргарину, які наближаються до вершкового масла.

На частку жирової основи припадає 60...80% від маси маргарину, на частку водно-молочної фази – 20...40%. Таким чином, маргарини, що випускаються вітчизняною промисловістю, відносяться до емульсійного типу.

Дозування, змішування і емульгування.

Жирова основа і водно-молочна фаза готуються окремо одна від одної, тому вони повинні бути добре змішані. Для змішування використовують змішувачі з гвинтовою мішалкою, яка обертається зі швидкістю близько 1 об/с. Водно-молочна суміш вводиться в змішувач за температури 15 ... 20°C, а жири – за температури на 4...5°C вище їх температури плавлення. Далі змішування і емульгування проводиться за температури 38...40°C.

Переохолодження та кристалізація.

Ці операції є основними в технології виробництва маргарину. Їх суть полягає в тому, що рідку маргаринову емульсію охолоджують і кристалізують в суворо контрольованих умовах, а отриманій таким чином пластичній масі надають необхідної товарної форми. Причому кристалічна структура жирової основи, що формується при цьому, визначає найважливіші якісні показники готового маргарину: його консистенцію, діапазон пластичності, температуру повного розплавлення.

Під час охолодження маргаринова емульсія зазнає ряд поліморфних перетворень, які пов'язані з переходом менш стійких, метастабільних кристалічних форм через проміжні до стійких, стабільних кристалічних модифікацій. Найбільш низькоплавка, метастабільна кристалічна структура позначається як α -форма, перехідна, середня структура – як β' -форма і найбільш високоплавких, стабільна структура – як β -форма.

На формування кристалічної структури маргарину впливають такі чинники:

– швидкість охолодження – за значної швидкості охолодження утворюється нестійка кристалічна модифікація;

– швидкість перемішування – за швидкого перемішування утворюється більш гомогенна суміш з дрібнокристалічною структурою;

– вміст насичених і ненасичених ацилгліцеролів – чим більше в жировій фазі маргарину ацилгліцеролів ненасичених жирних кислот, тим вище частка нестійких кристалічних модифікацій.

За повільного охолодженні маргаринової емульсії відбувається послідовна кристалізація ацилгліцеролів відповідно до їх температури застигання. В результаті утворюються великі кристали, характерні для найбільш високоплавкої стійкої кристалічної β - форми. Наявність в маргарині β -форми зумовлює неоднорідність його структури, надає готовому продукту грубого смаку, "борошнистості", "мармуровості" і т.д. В процесі зберігання такий маргарин набуває крихкості.

За швидкого охолодження спостерігається переохолодження системи, і утворення кристалів починається за температури нижчій, ніж температура застигання жирів. У цьому випадку стає можливим утворення більш низькоплавких, менш стійких кристалічних форм. Кристали жиру в маргарині зазвичай присутні в β' -формі; перехід же в β -форму негативно впливає на консистенцію маргарину через утворення більших кристалів. Такий перехід може відбутися, зокрема, під час зберігання маргарину за підвищеної температури.

Для досягнення однорідної структури маргарину після глибокого охолодження необхідне інтенсивне перемішування і відносно тривала механічна обробка. При цьому дрібнодисперговані кристали твердої фази утворюють в рідкій фазі коагуляційні структури (рис. 4.2).

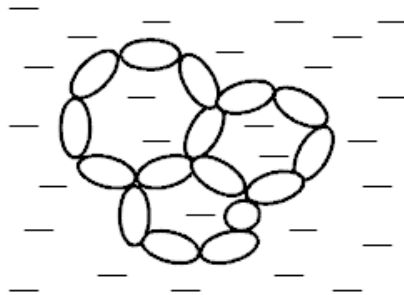


Рисунок 4.2 – Коагуляційні структури маргарину

Завдяки наявності подібних структур маргарин під час зберігання є менш схильним до утворення твердих кристалічних модифікацій.

Типова блок-схема одержання маргарину методом переохолодження на рисунку 4.2.

Після змішування всіх компонентів відповідно до рецептури в **емульгаторі** маргарина емульсія **насосом високого тиску** подається в **переохолоджувач**, в якому послідовно здійснюються операції тонкого емульгування, охолодження та механічного оброблення емульсії. В процесі оброблення відбувається поступове охолодження та кристалізація маргаринової емульсії. Температура емульсії на виході з апарату становить 12...13°C.

Переохолоджувач складається з декількох трубчастих теплообмінників, з'єднаних послідовно. Температура емульсії *під час* проходження через переохолоджувач порівняно швидко знижується (за рахунок використання рідкого аміаку) з 38... 0°C до 10...12°C.

Після чого емульсія надходить до кристалізатора, де проходить емульгування необхідної кристалічної структури, яка забезпечує відповідну твердість, пластичність та однорідність маргарину. Температура маргарину при цьому підвищується до 16...20°C за рахунок теплоти кристалізації.

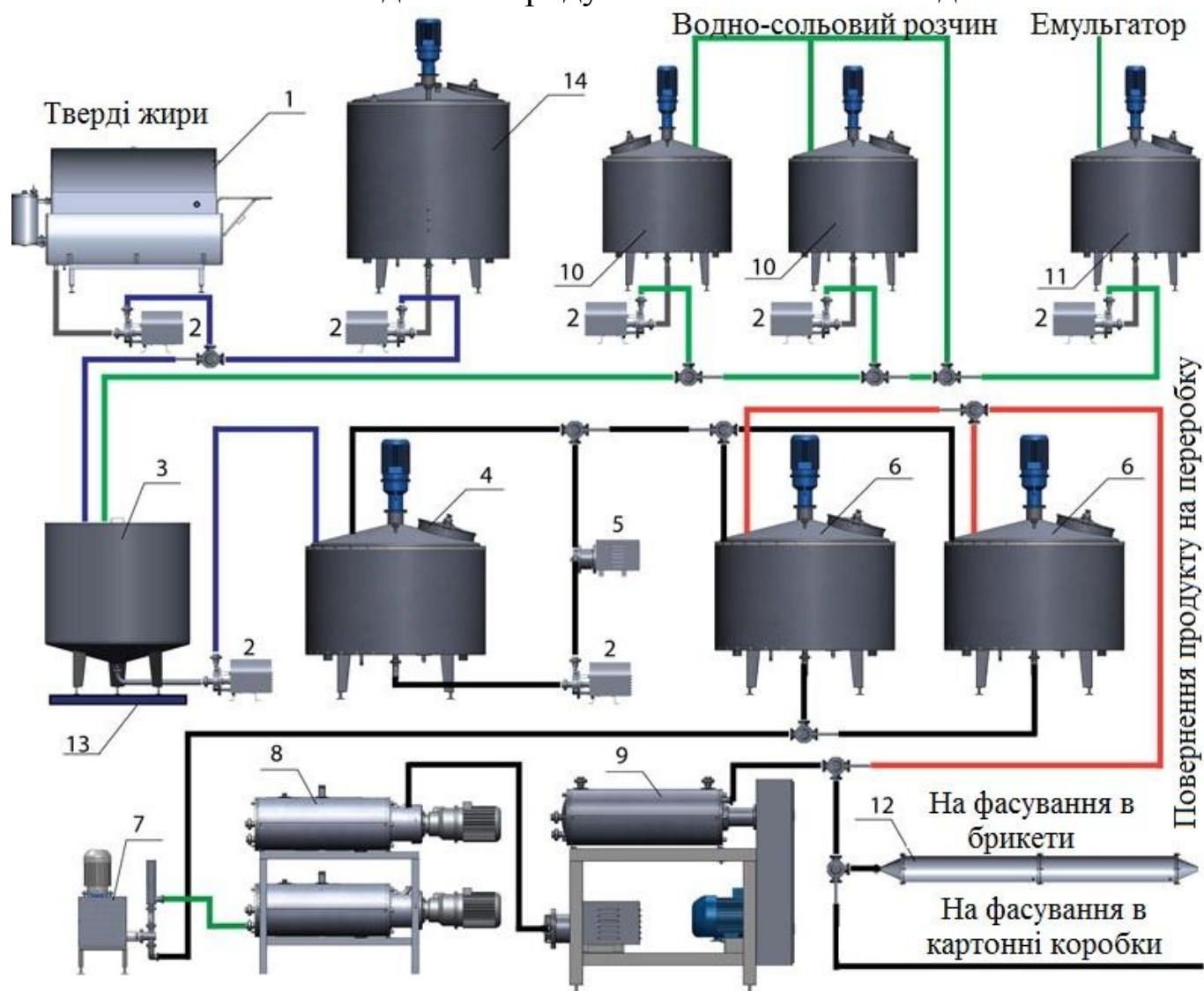
Кристалізатор представляє собою циліндричний апарат, який забезпечений фільтром-гомогенізатором.



Рисунок 4.2 – Блок-схема одержання маргарину методом переохолодження

Готовий маргарин фасується в відповідну тару фасувальними автоматами.

На рисунку 4.3 представлена лінія виробництва маргарину, яка містить комплект обладнання продуктивністю 1000 кг/год.



1 – ємність для плавлення жирів; 2 – відцентровий насос;
 3 – ємність для зважування компонентів; 4 – ємність для отримання емульсії; 5 – диспергатор; 6 – ємність для готової емульсії; 7 – насос плунжерний; 8 – установка для висотемпературної пастеризації; 9 – вотатор; 10 – ємність для водносолевого розчину; 11 – ємність для розчинення емульгаторів; 12 – статичний витримувач; 13 – ваги; 14 – ємність для маргарину;

Рисунок 4.3 – Лінія виробництва маргарину

Устаткування передбачає виконання наступних технологічних операцій:

- плавлення жирів, які входять в рецептуру продукту;
- отримання водно-солевого розчину і розчинення емульгаторів;
- зважування компонентів і їх емульгування;
- резервування готової емульсії;
- високотемпературну пастеризацію емульсії (під час виробництва маргарину з молочними компонентами);

- отримання маргарину методом переохолодження емульсії;
- подачу продукту на розфасовку в ящики методом наливу або на автомат типу АРМ.

4.3. Виробництво харчових жирів

До харчових жирів відносяться кондитерські, хлібопекарські та кулінарні жири. Ці жири не містять водно-молочної фази і цілком складаються із суміші рослинних масел, гідрованих і переетерифіційованих жирів, а також тваринних жирів. Залежно від призначення вони можуть містити такі добавки, як емульгатор, барвник, вітаміни і ароматизатори.

Промисловість випускає такі харчові жири:

- жири кондитерські: для шоколадних виробів, цукерок, начинки;
- жири кулінарні: гідрожир кулінарний, комбіжир рослинний, комбіжир тваринний, комбіжир свинячий;
- жири для харчоконцентратів: гідрожир легкоплавкий з підвищеною твердістю; жир порошкоподібний; жир для булочних виробів (хлібопекарський жир з фосфоліпідами), замінник какао-масла тощо.

Технологія виготовлення харчових жирів істотно простіше технології маргарину, тому що в ній відсутні операції, пов'язані з підготовкою водно-молочної фази. В усьому іншому технологічний процес і виробничі лінії схожі з технологією і лініями з виробництва маргарину.

Особливістю отримання харчових жирів є необхідність дотримуватися таких технологічних режимів, які б забезпечили добру рухливість і дозованість продукту під час його фасування в крупну тару (10...20 кг). Крім того, необхідно, щоб продукт швидко набував в тарі необхідної форми і при цьому зберігав однорідну консистенцію. Для цього після операції переохолодження проводять додаткову механічну обробку з метою декристалізації структури одержуваного продукту.

Такий інтенсивній механічній обробці харчові жири піддаються в декристалізаторах. Вони представляють собою три послідовно з'єднаних горизонтальних циліндра, які забезпечені валами з встановленими на них білами (рисунок 4.4).

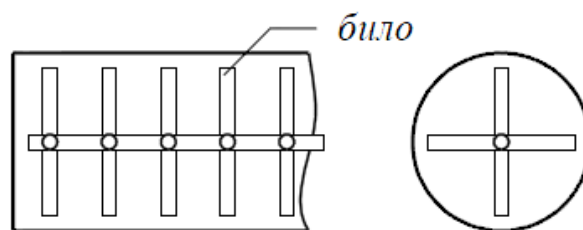


Рисунок 4.4 – Елемент декристалізатора

Частота обертання валів близько 100 оборотів в хвилину. Після декристалізатора продукт не втрачає плинності за наливанні навіть у велику тару.

Готові харчові жири набувають пластичної консистенції, яка зберігається тривалий час за знижених температур.

4.4 Проблема використання гідрогенізованих жирів в харчовій промисловості в Україні та світі

Відомо, що частково *гідрогенізовані олії*, які входять до складу маргарину, кондитерських, кулінарних жирів та жирів для харчоконцентратів *містять транс-ізомерні жирні кислоти*.

Транс-ізомерні жирні кислоти можуть бути природними та створеними штучно:

– *природні транс-ізомери* утворюються в результаті життєдіяльності бактерій багатоканального шлунка жуйних тварин і зберігаються в м'ясних і молочних продуктах в кількості 5...8%;

– *штучні транс-жири* утворюються під час промислової гідрогенізації рідких олій, наприклад, у виробництві маргарину.

Численні дослідження підтвердили зв'язок споживання транс-жирів з концентрацією *ліпопротеїнів⁴ низької густини* (ЛПНГ) у крові людини, які сприяють утворенню атеросклеротичних бляшок у судинах.

Ліпопротеїни низької густини (ЛПНГ) транспортують триацилгліцероли, холестерин і фосфоліпіди від печінки до тканин і постачають холестерином різні тканини організму.

На відміну від ЛПНГ існують також ліпопротеїни високої густини (ЛПВГ), які повертають надлишковий холестерин із тканин назад до печінки.

ЛПНГ сприяють відкладенню холестерину на стінках судин, збільшуючи ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Ліпопротеїни високої густини (ЛПВГ) навпаки, видаляють надлишковий, невикористаний, холестерин з органів і тканин і доставляють його назад в печінку, де він переробляється в жовчні кислоти і потім виводиться з організму. Таким чином, ліпопротеїни високої густини захищають судини від атеросклерозу.

У випадку дефіциту білка або за надлишку жирів у крові збільшується кількість ЛПНГ. Це пояснює різкий ріст захворюваності

⁴ **ЛІПОПРОТЕЇНИ** (грец. *lipos* – жир + *protos* – перший) – білково-ліпідні комплекси. Ліпопротеїни. підрозділяються на дві групи: структурні й транспортні. Структурні ліпопротеїни входять до складу біологічних мембран, а транспортні здійснюють внутрішньоклітинний, а також міжклітинний, міжорганний і міжтканинний транспорт ліпідів.

атеросклерозом, наприклад, в економічно розвинених країнах, де переїдання жирів спостерігається повсюдно.

Крім ішемічної хвороби серця також була підтверджена роль транс-жирів в розвитку ожиріння, цукрового діабету, печінкової недостатності, раку, хвороби Альцгеймера, депресії і жіночого безпліддя.

Приготування їжі з використанням маргарину збільшує вірогідність розвитку захворювань серця як мінімум на 50%.

В цілому, шкідливу роль транс-жирів можна звести до наступного:

- транс-жири призводять до виникнення ішемічної хвороби серця, до інфарктів та інсультів; порушується серцевий ритм і збільшується в'язкість крові; в результаті вживання гідрогенізованих жирів різко зростає ризик раптової смерті від зупинки серця;

- транс-жири ушкоджують мембрани життєво важливих клітинних структур, зокрема клітин головного мозку і нервових клітин; вбудовуючись в нервові клітини головного мозку, вони витісняють з мембран вкрай важливі омега-3 жирні кислоти; мембрани нервових клітин стають твердими, інертними, не можуть адекватно сприймати сигнали;

- гідрогенізовані жири гальмують роботу головного мозку, що найбільш згубно позначається на здоров'ї дітей і літніх людей; регулярне споживання гідрогенізованих жирів загрожує передчасним старінням, розвитком старечого недоумства, низьким інтелектом у дітей;

- за високої концентрації споживання транс-жирів нервові клітини перестають отримувати повноцінне харчування, у них порушується обмін речовин; надалі це призводить до серйозних дегенеративних захворювань нервової системи;

- у жінок, що споживають транс-жири в підвищених концентраціях, рак грудей зустрічається на 40% частіше, а аналіз взятої у них жирової тканини показує наявність в ній гідрогенізованих жирів;

- у чоловіків внаслідок споживання транс-жирів значно зростає ризик захворіти на рак простати; також відзначається зниження рівня тестостерону та погіршення якості сперми, зокрема утворення аномальних сперматозоїдів;

- транс-жири знижують чутливість клітин підшлункової залози до інсуліну, тим самим, провокуючи розвиток діабету II типу.

За даними ВООЗ, на сьогодні Західна Європа "практично припинила" використання транс-жирів, а Данія повністю заборонила. Проте бідніші регіони стикаються з проблемами транс-жирів. До таких відносяться

кілька країн Східної Європи, в тому числі і Україна, а також Індія, Пакистан, Іран, багато африканських держав та Аргентина.

Найчастіше транс-жири містяться у кондитерських виробках, випічці, снеках, напівфабрикатах, продуктах глибокої заморозки, маргарині.

У МОЗ України радять уникати технологічно оброблених продуктів, які містять гідрогенізований рослинний жир, кулінарний та кондитерський жир, маргарин.

Федеральна адміністрація США з харчової продукції та лікарських засобів у 2015 році офіційно повідомила про те, що гідрогенізовані рослинні жири не можуть надалі вважатись безпечними для здоров'я, та надала харчовій промисловості час до 2018 року, щоб повністю замінити такі жири у складі харчових продуктів.

4.5 Виробництво майонезу.

Майонез є харчовим продуктом, який використовується в якості приправи до різних кулінарних страв для підвищення їх поживності і надання характерного смаку.

Майонез є високодисперсною емульсією рафінованої і дезодорованої олії у водному середовищі, в яку попередньо вводяться яєчний порошок, сухе молоко, гірчицю, сіль, цукор, оцет, а також ряд смакових, ароматичних і желюючих добавок і спецій. Такий тип емульсії "вода в олії" відноситься до прямої емульсії. Дисперсійним середовищем у прямій емульсії є вода з розчиненими в ній компонентами, а дисперсною фазою – олія. Принципова відмінність майонезу від маргарину полягає в тому, що дисперсна фаза в маргарині представлена жиром, що знаходяться в твердому або пластичному стані, а в майонезі дисперсна фаза є рідкою.

Асортимент майонезу.

Майонези в залежності від їх складу і призначення підрозділяють на столові, дієтичні, з прянощами, з смаковими добавками і желюючими добавками, для дитячого харчування.

Майонез класифікується за змістом олії на три групи:

1. Висококалорійний з вмістом олії понад 55%.
2. Середньокалорійний з вмістом олії в межах 40%...55%
3. Низькокалорійні з вмістом олії менш 40%.

Характерними представниками першої групи майонезів з високим вмістом олії є майонези: "Провансаль".

В законодавстві деяких європейських країн (наприклад, Німеччини, Великобританії) існують суворі вимоги, спрямовані на те щоб споживач не був введений в оману назвою, а тому залежно від жирності соус

може називатися майонезом лише за жирності 80%, салатним майонезом – за жирності 70...50% і салатним соусом (dressing) – за жирності 49...20%. Справжні майонези коштують дорого і є висококалорійними, тому їх споживання навіть в розвинених країнах не перевищує 5%. Основна частка припадає на салатні майонези – близько 50%.

Основна сировина. До основної сировини, що використовується для виробництва майонезів, відносяться:

- рафіновані дезодоровані рослинні масла;
- сухе молоко;
- яєчний порошок;
- цукор, сіль, оцтова кислота, гірчиця;
- харчові та смакові добавки.

Для виробництва майонезів використовуються наступні рослинні олії: соняшникова, соєва, кукурудзяна, арахісова, бавовняна; оливкова. Але найчастіше з рослинних олій використовують в основному соняшкову, рідше соєву та бавовняну.

Всі рослинні олії повинні бути піддані повній рафінації, включаючи дезодорацію, і відповідати вимогам стандартів на дезодоровані олії. Для виробництва майонезів будь-яка з перерахованих олій повинна бути перероблена не пізніше 1 місяця з дати її рафінації.

Також олії для виробництва майонезу не повинні містити навіть незначних домішок саломасу, тому що його присутність призводить до руйнування майонезної емульсії.

Сухе молоко і яєчний порошок, крім власне харчової функції, відіграють роль емульгаторів. Крім того, сухе молоко є одночасно і структуроутворювачем, оскільки білки молока в присутності вологи здатні набухати. Це допомагає утримувати вологу і забезпечує структуруючу дію по відношенню до всіх компонентів майонезу.

Цукор, оцтова кислота і гірчиця виконують, в основному, роль смакових добавок.

Використовується також білок соєвий харчовий.

Смакові і стабілізуючі добавки: камеді, альгінат натрію харчовий, модифікований крохмаль та ін.

Як приклад можна привести базову рецептуру широко розповсюдженого в нашій країні столового майонезу "Провансаль" (в % %):

- масло рослинне – 65,4
- яєчний порошок – 5,0
- молоко сухе знежирене – 1,6

- цукор-пісок – 1,5
- кухонна сіль – 1,1...1,3
- сода питна – 0,05
- гірчичний порошок – 0,75
- оцтова кислота (80%-на) – 0,55...0,75
- вода – 23,65...24,05

Технологія виготовлення:

Технологічний процес виробництва майонезу на автоматизованій лінії складається з наступних операцій:

- 1) підготовка, дозування, змішування компонентів і отримання грубої майонезної емульсії;
- 2) фільтрація, деаерація і механічна обробка грубої майонезної емульсії;
- 3) розлив майонезу.

Технологічна послідовність містить наступні цикли: нагрівання води; запарювання гірчиці; завантаження води, сипучих компонентів і масла в змішувач; перемішування компонентів; завантаження розчину кислоти; гомогенізація емульсії і видача в бак готової продукції (рисунок 4.5).

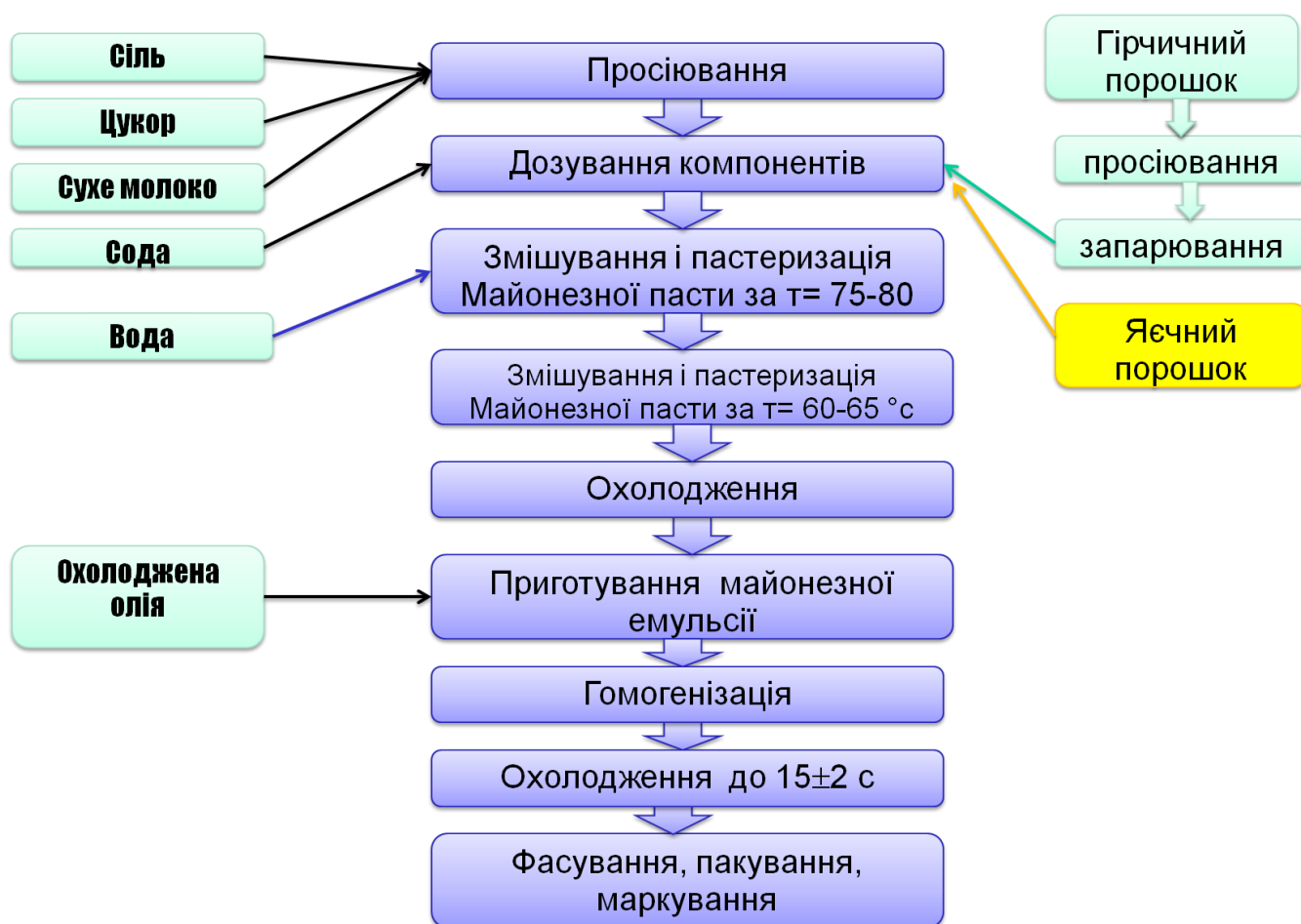


Рисунок 4.5 – Технологічна послідовність виробництва майонезу

Майонез отримують періодичним і безперервним способами.

Періодичний спосіб. Виробництво майонезу періодичним способом включає наступні операції:

- 1) приготування майонезної пасти – підготовка емульгаторів;
- 2) приготування грубої майонезної емульсії – попереднє емульгування;
- 3) гомогенізація – отримання високодисперсної («тонкої») емульсії;
- 4) фасування й пакування майонезу.

Приготування майонезної пасти

Для приготування майонезної пасти в змішувач-пастеризатор з пароводяною сорочкою за допомогою насосу подають гарячу воду, а потім в певному порядку засипають гірчичний порошок (попередньо запарені для усунення гіркого смаку), сухе молоко, яєчний порошок, цукор і питну соду⁵. Суміш перемішується протягом 30...35 хвилин. При цьому відбувається пастеризація суміші за температури 78...80°C.

Приготовану майонезну пасту емульсатором перекачують у великий змішувач для отримання грубої емульсії. Після охолодження майонезної пасти до 45°C через відповідний напірний рукав в змішувач подається рафінована дезодорована олія. Вводять олію спочатку повільно, а потім швидше. Після закінчення введення олії в змішувач подають оцтово-сольовий розчин – 9% розчин оцтової (або іншої) кислоти.

Оцет надає майонезу гострого смаку і аромату, перешкоджає розвитку бактеріальної флора (забезпечуючи необхідне рН середовища).

Після перемішування компонентів протягом 15...20 хвилин утворюється груба майонезна емульсія.

Потім проводиться гомогенізація (створення однорідної суміші) майонезної емульсії. Гомогенізація жировмісних сумішей необхідна для роздроблення жирових кульок, при цьому зменшується їх відстоювання під час зберігання (майонез не розшаровується). У гомогенізаторі рідина з високою швидкістю пропускається через вузьку щілину. При цьому за рахунок різкого перепаду тиску на кромці щілини гомогенізатора частки жиру роздроблюються і рівномірно розподіляються в емульсії.

Різні за жирністю типи майонезів вимагають різних тисків під час гомогенізації суміші. Для високожирних майонезів оптимальним тиском може бути 10... 5 кг/см², а для низькожирних (салатні приправи) – 120...130 кг /см². Майонезна установка може бути оснащена як гомогенізатором з тиском 30 атм, так і гомогенізатором, що забезпечує тиск 100 атм.

⁵ Для отримання стабільної майонезної емульсії необхідно, щоб застосовувані в якості емульгаторів яєчний порошок і сухе молоко були розчинені, тобто переведені в колоїдний розчин, так як білки мають кращі поверхнево-активні властивості в стані золю. Для цього в рецептуру майонезу включена сода, яка сприяє розчиненню білків.

Майонезну емульсію гомогенізують в гомогенізаторах за певного тиску, що дозволяє отримувати тонкодисперсну стабільну емульсію. Готовий майонез фасують і закупорюють.

Безперервний спосіб. Цей спосіб відрізняється від періодичного відсутністю операції приготування майонезної пасти.

Після просіювання і дозування сухі компоненти надходять в змішувач, куди подається певна кількість води, все ретельно перемішується, а потім в отриману суміш додають рослинне масло і оцет. Таким чином, за безперервного способу процес виготовлення майонезної пасти і змішування її з олією (приготування грубої емульсії) суміщені, тобто проводяться в одній ємності.

Отриману грубу майонезну емульсію перекачують насосами через фільтри в деаератор. Тут під вакуумом з емульсії віддаляється повітря і частково легколеткі ароматичні речовини гірчиці.

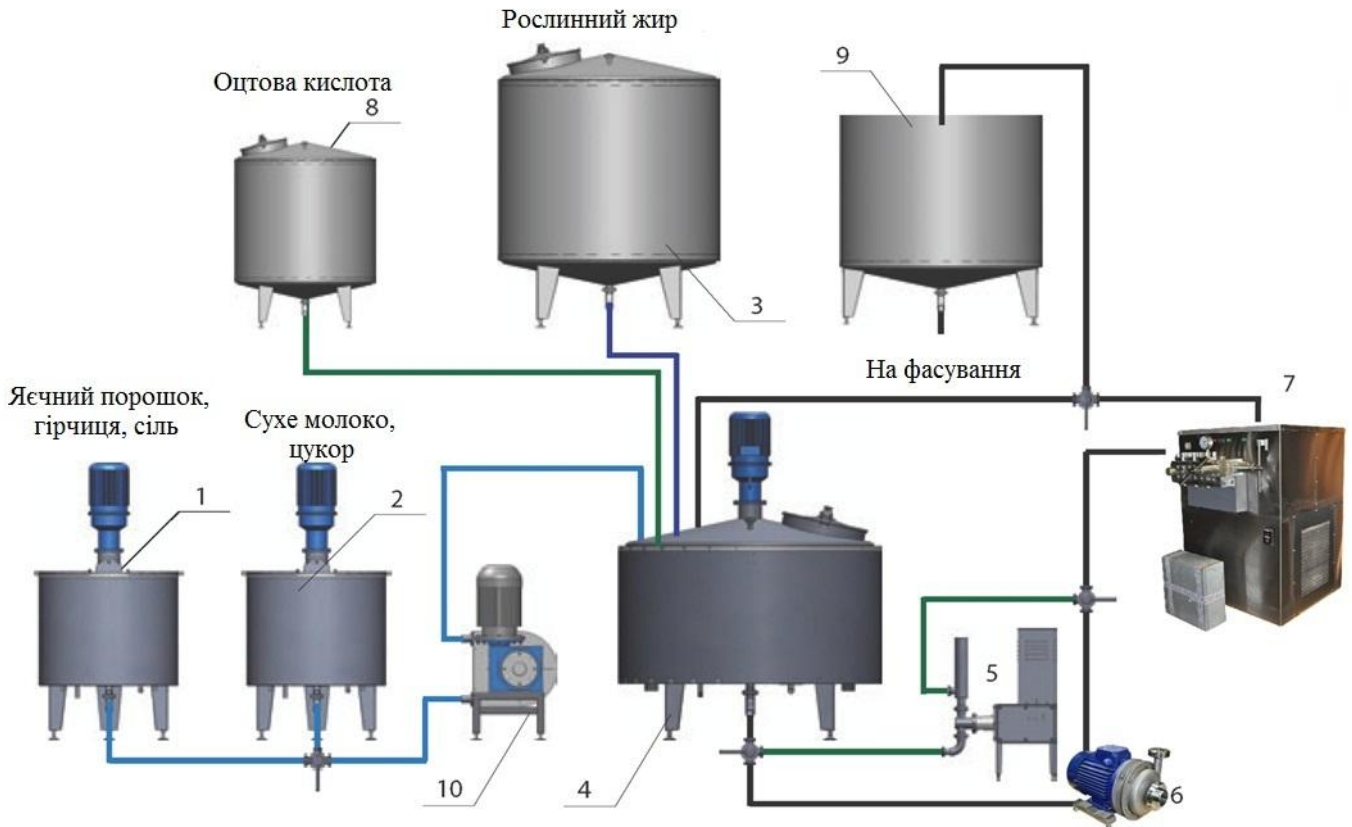
Далі емульсія направляється в спеціальний апарат (вотатор), де вона обробляється за температури 53 ... 55°C і швидко охолоджується крижаною водою.

Після чого емульсія надходить в двоступеневий високошвидкісний гомогенізатор, звідки вже тонкодисперсна майонезна емульсія подається в приймальний бак готової продукції.

Фасування майонезу проводиться на автоматизованих потокових лініях в різну тару: скляні і пластмасові банки, пластикові пакети.

Переваги безперервного способу – отримання тонкодисперсної стабільної емульсії, висока продуктивність і висока санітарія виробництва, хороша стійкість майонезу в зберіганні.

Лінії виробництва майонезу безперервним способом, що включає комплект обладнання для виробництва майонезу (1...5 тонн в зміну) представлена на рисунку 4.6.



1 – резервуар для гірчиці і яєчного порошку; 2 – резервуар для сухого молока і цукру; 3 – резервуар для рослинного жиру; 4 – резервуар для емульгування; 5 – плунжерний насос; 6 – відцентровий насос; 7 – гомогенізатор; 8 – резервуар для оцтової кислоти; 9 – буферний бак для готового майонезу; 10 – насос перистатичний.

Рисунок 4.6 – Лінії виробництва майонезу безперервним способом

Отримання майонезу на лінії, що представлена на рисунку 4.5 здійснюють за такою технологією:

1. Готується паста з яєчного порошку. Розчинення яєчного порошку здійснюють в ємності (1) з мішалкою і теплообмінної сорочкою при температурі 60°C . У готову яєчну пасту додають сіль і гірничий порошок за рецептурою.

2. Одночасно готується молочна паста з сухого молока. Розчинення сухого молока здійснюють у ємності (2) з мішалкою і теплообмінної сорочкою за температури 45°C . Потім в неї додають стабілізатор. Після цього суміш нагрівають до температури 95°C і додають цукор.

3. Перед змішуванням яєчну і молочну суміш охолоджують до температури 35°C в тих же ємностях, де і готували і направляють в ємність для змішування. Перекачування здійснюють за допомогою перистатичного насосу (10).

4. Яєчну і молочну пасту змішують в ємності з скребковою мішалкою (4) і теплообмінної сорочкою за температури 35°C . Потім

туди тонким струменем за постійного перемішування додають олію і оцтову кислоту.

5. Готову суміш гомогенізують за допомогою емульсора (7). Гомогенізований суміш направляють в буферну ємність (9). Готову суміш перекачують на розфасовувальний автомат за допомогою перистатичного насоса або самопливом (при цьому буферна ємність повинна бути встановлена антресолі).

Список рекомендованої літератури

1. Гладкий Ф.Ф., Тимченко В.К., Демидов І.М та ін.. Технологія модифікованих жирів. – Харків: Підручник НТУ «ХПІ», 2012. – 210 с.
2. Кравців Р.Й. Технологія жирів: навч. посібн. / Р.Й. Кравців, М.З. Паска, І.М. Ощипок. – Львів, 2008. – 112 с.
3. Лобанов В.Г., Шаззо А.Ю., Щербаков В.Г. Теоретические основы хранения и переработки семян подсолнечника. – М.: Колос, 2002. – 590 с.
4. Нечаев А.П. и др. Майонезы. — СПб: ГИОРД, 2000. — 80 с.
5. Научно-практические основы технологии жиров и жирозаменителей / О.П. Чумак, Ф.Ф. Гладкий. – Харьков, 2006. – 175 с.
6. Осейко М.І Технологія рослинних олій / М.І. Осейко. - К: Варта, 2006. – 280 с.
7. О'Брайен Р.Д. Жиры и масла: производство, состав и свойства, применение / Р. О'Брайен; [пер. В. Д. Широкова и др.]. – пер. с англ. 2-го изд. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 751 с. Электронный доступ: <http://chemistry.vsau.ru/wp-content/uploads/2016/04/%D0%96%D0%B8%D1%80%D1%8B-%D0%B8-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B0.-%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2-%D0%B8-%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-2007.pdf>
8. Паска М.З. Технологія тваринних жирів: навч. посібн. / М.З. Паска - Львів: 2011. – 135 с.
9. Тимченко В.К. Технологія м'яких маргаринів / В.К. Тимченко. – Х.: НТУ «ХПІ», 2002. – 128 с.
10. Тютюнников Б.Н. Хімія жирів. / Б.Н. Тютюнников, З.І. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий та ін. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2002. – 452 с.