

ТЕХНОЛОГІЯ ОЛІЇ ТА ЖИРІВ

План

1. Характеристика сировини для виробництва олії та асортимент продукції.
2. Технологія олії.
3. Рафінування олії.
4. Гідрогенізація жирів.
5. Технологія маргарину.

Характеристика сировини для виробництва олії та асортимент продукції

Основна олійну культура в Україні — соняшник. Його частка становить понад 75% загального обсягу виробництва рослинної олії, олійністю (52-60 %). Уміст плодової оболонки та лушпиння становить близько 20 %.

Бавовник — друга за значенням олійна культура у світі, що належить до родини мальвових. Олійність насіння — 22-24, лушпиння — 40-44 %.

Інші олійні культури переробляють у значно менших обсягах. Найбільшу роль серед них відіграють льон, соя, рицина, ріпак, свіріпа, кунжут, арахіс, гірчиця.

Льон належить до родини льонових, олійність — 46-48 %. Насіння льону надходить на перероблення без відокремлення насінневої оболонки.

Соя належить до родини бобових. Олійність соєвого насіння — 19-22, лушпиння — 5-10%.

Рицина належить до родини молочайних. Олійність насіння рицини — 54-56, лушпиння — 22-25%.

Олію виробляють також із насіння гарбузів, свіріпи, томатів, кісточок

маслин, абрикосів, персиків, яблук, вишень, винограду, слив, з усіх видів горіхів, зародків кукурудзи, пшениці та інших зернових культур.

Останнім часом виготовляють олію із ріпака, який відрізняється незначними затратами на його вирощування, стабільною врожайністю, здатністю очищати ґрунт від збудників хвороб, високою олійністю (45 %), широким ринком збуту, високою вартістю, умістом білка (30 %). Ріпакову олію за складом прирівнюють до маслинової (прованської). Перспективним є також одержання олії із сої, оскільки площі для її вирощування постійно зростають.

Рослинні олії повинні відповідати вимогам стандартів. Так, соняшникова олія повинна відповідати вимогам ДСТУ, відповідно до яких олію, залежно від способу оброблення, поділяють на види: рафінована, дезодорована та недезодорована; гідратована вищого, першого та другого сортів; нерафінована — вищого, першого та другого сортів. У торгівельну мережу та на підприємства харчування надходить рафінована дезодорована соняшникова олія.

Рафіновані олії, дезодоровані та недезодоровані, а також гідратовані вищого та першого сортів, повинні бути прозорими і без осаду. Для гідратованої олії другого сорту та нерафінованої допускається слабке помутніння або «сітка», спричинена наявністю в олії воску та воскоподібних речовин. Рафінована дезодорована олія повинна мати смак, позбавлений індивідуальності, і не мати запаху. Недезодорована олія та гідратована вищого і першого сортів повинні мати смак і запах, властиві для соняшникової олії, без сторонніх запахів, присмаку та гіркоти. Такі самі вимоги за запахом і смаком ставляться і до нерафінованої олії вищого та першого сортів. Олія другого сорту, гідратована і нерафінована, може мати трохи затхлий запах та присмак легкої гіркоти. У рафінованій рослинній олії не повинно бути відстою, фосфоровмісних речовин та мила.

В оліях переважають ненасичені жирні кислоти (олеїнова, ліноленова, лінолева — 70-80% та в меншій кількості — насичені (пальмітинова,

стеаринова — близько 15-30 %).

Технологія олії

Виробництво олії складається з багатьох операцій, під час яких в олійній сировині відбуваються складні фізико-хімічні процеси. Схему перероблення олійної сировини та окремі технологічні операції, показано на рисунок 1.

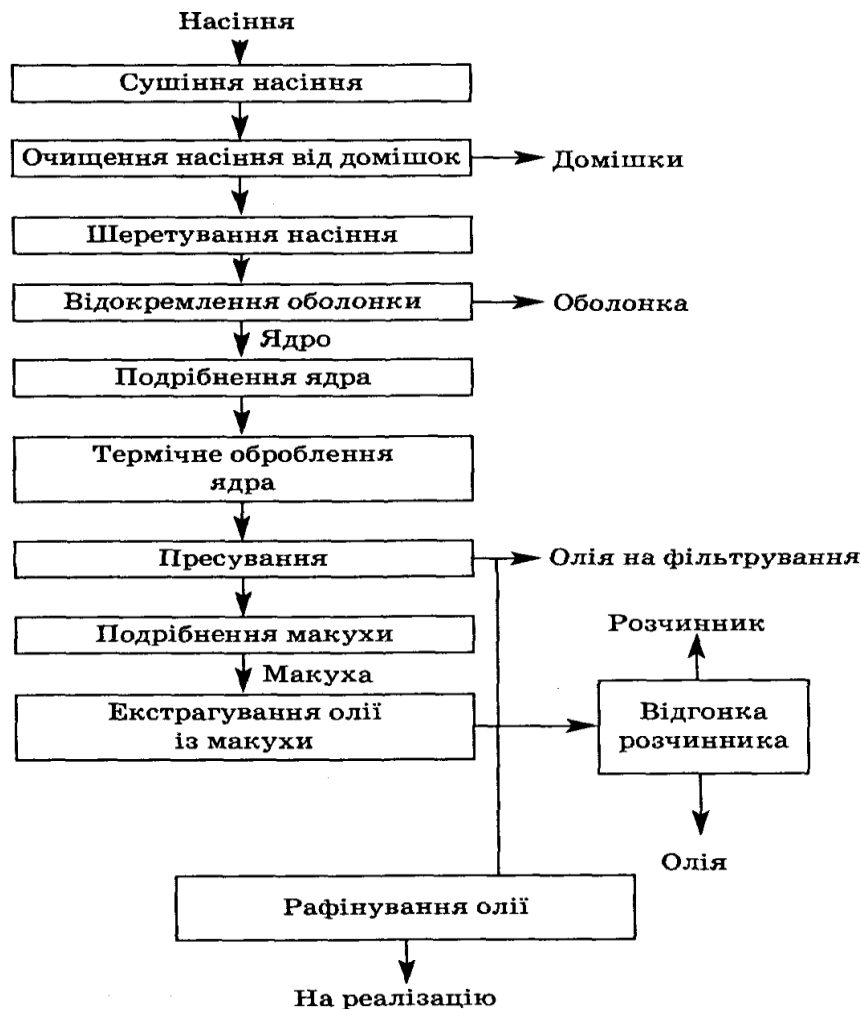


Рисунок 1 — Технологічна схема перероблення олійної сировини

Насіння переважної кількості олійних рослин після збирання надходить із вологістю, що здебільшого перевищує припустимі значення для зберігання і технологічного перероблення. Найпоширенішим способом зниження вологості насіння є теплове сушіння, під час якого відбувається нагрівання насіння за допомогою сушильного агента (на шахтних та

барабанних сушарках сумішшю повітря та димових газів).

Шеретування насіння. Запаси жиру в тканинах олійного насіння та плодів розподілені нерівномірно: основна частина зосереджена в ядрі насінини — зародку та ендоспермі, плодова та насіннева оболонки містять невелику кількість олії, яка має інший (гірший) ліпідний склад. У зв'язку з цим під час перероблення багатьох олійних культур та плодів від основної жировмісної тканини — ядра — відокремлюють малоолійні зовнішні (плодові та насінні) оболонки насіння. У цьому разі підвищується олійність перероблюваної сировини, збільшується продуктивність технологічного устаткування, зростає кількість вилученої олії та білка. Відокремлення оболонки від ядра складається з операції руйнування покривних оболонок насіння (шеретування) і подальшого 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 супроводжуватися руйнуванням ядра. Плодову оболонку соняшникового насіння руйнують відцентровими шеретівними машинами. Шеретоване насіння називають шеретівкою.

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

Відокремлення ядер. Розподіл 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 потоку. 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.

Аспіраційна віялка складається із двох основних частин: розсійника та аспіраційної камери. У передній частині розсійника — передрозсійнику — шеретівка звільняється від дрібної фракції ядер та лузги. За допомогою розсійника розподіляють шеретівку на шість фракцій за розміром частинок. Для цього в розсійнику розміщено один за одним три ряди решіт. Кожне решето поділено уздовж на дві нерівних ділянки — довгу та коротку. Під першим та другим рядом решіт встановлено роздільні піддони з покрівельної сталі, під третім — піддон загальний. Діаметри отворів решіт зменшуються згори донизу приблизно на 2 мм. Розсійник віялки під час роботи здійснює коливання в горизонтальній площині радіусом 45 мм із частотою 200 хв^{-1} . В аспіраційній камері для оброблення шеретівки є п'ять незалежних повітряних каналів (шоста фракція — олійний пил — повітряного оброблення не зазнає), до яких надходять одержані в розсійнику фракції шеретівки.

Кожна фракція шеретівки надходить на верхню полицю, а потім під дією своєї маси пересипається з однієї полиці на іншу. Потік повітря, пронизуючи падаючий шар шеретівки, виносить легкі частини (лушпиння), із останньої полиці сходять звільнені від лушпиння ядра.

Після аспіраційної віялки одержують ядра, недоруйновані насінини та лушпиння. Ядро надходить на подальше перероблення. Недоруйноване насіння подають у повітроситовий сепаратор, подібний до того, який застосовують для очищення насіння. Тут в осаджувальних конусах після продування недоруйнованого насіння атмосферним повітрям збирається велике лушпиння.

Недоруйноване насіння з меншим умістом лушпиння (збагачене) йде на повторне шеретування до шеретувальної машини. Відходи для повторного розподілу подають на контрольну віялку, що відрізняється від основної

робочої набором сит та повітряним режимом в аспіраційній камері. Лушпиння видаляють із цеху транспортерами.

Роботу шеретувально-віяльного цеху оцінюють за величиною лушпиння і готових ядер, тобто за процентним умістом лушпиння в ядрах та за втратами олії в лушпинні, що відходить із виробництва як олійний пил, січка 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 %. Оболонки бавовняного насіння руйнують і відокремлюють від ядер на машинах іншої конструкції, але технологічна послідовність операції залишається такою самою.

Подрібнення насіння. Для вилучення олії із насіння чи з ядер потрібно зруйнувати їх клітинну структуру. Кінцевим результатом операції подрібнення є переведення олії, що міститься у клітинах насіння, у стан, необхідний для проведення наступних технологічних операцій. Необхідного ступеня подрібнення сировини досягають за допомогою механізмів, які подрібнюють, розчавлюють та розтирають насіння або ядра. Подрібнення здійснюють на вальцьових верстатах.

Одержаний після подрібнення матеріал називають «м'яткою», яка характеризується дуже великою питомою поверхнею. 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 складатися з однорідних за розмірами частинок, не містити цілих незруйнованих клітин, водночас уміст дуже дрібних (борошнистих) частинок у ній повинен бути невеликим. Для одержання м'ятки застосовують вальцьові верстати.

Вилучення олії. Вилучення олії з м'ятки здійснюється пресуванням або екстракцією, а найчастіше — поєднанням цих двох способів.

Пресування. 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 (волого-теплове) оброблення м'ятки, приготування мезги або прожарювання. Під час зволоження та подальшого теплового оброблення м'ятки послаблюється зв'язок ліпідів із 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 у цьому разі 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 й перетворюється на мезгу.

У виробничих умовах процес приготування мезги складається із таких операцій: зволоження м'ятки та підігрівання її до температури 60° С (вологість м'ятки після зволоження для соняшників повинна бути не вищою 8-9 %); нагрівання до 105 °С та висушування м'ятки. Кінцева вологість готової мезги для соняшників становить 5-6 %.

Мезга з такими характеристиками забезпечує ефективне попереднє вичавлювання олії. Для кінцевого вичавлювання параметри мезги повинні бути іншими (кінцева вологість 3-4 %, температура 110-120 °С). Для приготування мезги застосовують барабанні, шнекові парові і жаровні-чани. Найпоширеніші чани-жаровні із шести або п'яти чанів. Шестичанні жаровні мають чани діаметром 2100 мм та заввишки 435 мм, розміщені один над одним. За вертикальною віссю розташований загальний вал, на якому в кожному чані закріплено ножі-мішалки. Чани обігриваються глухою парою. Пресування як спосіб вилучення олії з насіння та плодів передують остаточному знежиренню матеріалу під дією органічного розчинника — екстрагента. Тільки у порівняно невеликих кількостях ще здійснюється чисто пресове вилучення олії.

Вичавлюють олію на шнекових або інших пресах.

Шнековий прес розвиває максимальний тиск 30 МПа, ступінь ущільнення (стиснення) мезги зростає в 2,8-4,4 рази, тривалість перебування

мезги у шнековому каналі під тиском залежить від типу преса і змінюється у межах від 78 до 225 с. Залежно від робочого тиску пресування та олійності макухи, що виходить, шнек-преси поділяють на преси попереднього (неглибокого) вилучення олії — форпреси та преси остаточного (глибокого) вилучення олії. Форпреси широко застосовують у технологічних схемах екстракційних заводів. Вони мають достатньо високу продуктивність (70-80 т на добу і вище щодо виходу сировини) за порівняно невисокого виходу олії (олійність макухи до 15-17 %). Частота обертання шнекового вала фор-преса — $18-36 \text{ хв}^{-1}$, товщина вихідної макухи — 8-12 мм, тривалість пресування в середньому — 80 с.

Преси глибокого вилучення олії мають значно меншу продуктивність — 18-30 т на добу, проте олійність макухи нижча — 4-7%. Цього досягають завдяки тривалішому перебуванню мезги в пресі — 220-225 с унаслідок сповільненого обертання шнека — $5-18 \text{ хв}^{-1}$ та невеликої ширини вихідної кільцевої щілини. Товщина макухи-черепашки, що виходить із преса, — в межах 3-4 мм. На практиці застосовують шнек-преси одноразового остаточного вичавлювання, які послідовно здійснюють попереднє та остаточне вичавлювання в одному агрегаті.

Спосіб екстрагування. Пресовим способом неможливо досягти повного знежирення мезги. Єдиний спосіб, який забезпечує повне вилучення олії, є екстракційний. Форпресову макуху перед надходженням на екстрагування обробляють для надання їй структури крупки, гранул або пелюстків, які забезпечують максимальне вилучення олії розчинниками.

Оброблення форпресової макухи здійснюють за такої послідовності: грубе подрібнення макухи, друге, більш тонке, подрібнення на валкових та інших дробарках, що дають макухову крупку. Перед отриманням пелюстків крупку зволожують і підігрівають для підвищення пластичності, потім крупка надходить до плющильної вальцівки, на якій одержують макухову пелюстку завтовшки 0,25-0,5 мм. Одержання пелюстків можливе також під час прямого екстрагування з високоякісного насіння, наприклад сої, яке надходить

на екстрагування як так звана сира пелюстка.

Як розчинник для екстрагування олії застосовують бензин марки А і Б та гексан. Бензин і гексан хімічно інертні й не кородують апаратуру, але вони пожежо- та вибухонебезпечні і токсичні. Тому робота екстракційних цехів суворо регламентується відповідними нормами та правилами.

Рослинну олію найчастіше екстрагують способом занурювання матеріалу або ступеневим зрошуванням перемішаного матеріалу розчинником. Інші способи екстрагування поширені менше.

У процесі екстрагування занурюванням в олію з олієматеріалу її вилучають проходженням через потік розчинника в умовах протитечії, під час якого екстраговані розчинник і матеріал безперервно переміщуються один відносно одного.

Перевага екстрагування занурюванням полягає у високій швидкості екстрагування та невеликій тривалості процесу знежирювання, простоті конструкції екстракційного апарата, високому коефіцієнті використання його геометричного об'єму (до 98 %). За цього способу екстрагування унеможлиблюється утворення в апаратах вибухонебезпечних сумішей повітря та розчинника.

Недоліками екстрагування занурюванням є низька концентрація остаточних міцел, високий уміст у них домішок, значні габарити екстракторів за висотою.

Під час екстрагування ступеневим зрошуванням безперервно переміщується тільки розчинник, а матеріал, який екстрагують, залишається у спокої в одній і тій самій місткості, що переміщується (ковші, камери тощо), або на рухомій стрічці.

Екстрагування олії способом ступеневого зрошування забезпечує одержання міцел збільшеної концентрації, чистих за рахунок самофільтрування через шар екстрагованого матеріалу.

Незважаючи на деякі недоліки (значна тривалість екстрагування, невисокий коефіцієнт використання геометричного об'єму (не вище 45%))

апарата та можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій суміші пари, розчинника та повітря всередині установки), екстрактори, що працюють за способом зрошування, широко застосовують на сучасних підприємствах.

Найдосконалішим вважають карусельний екстрактор, який складається з поділеного на 13 секцій ротора, за допомогою якого переміщується сировина. Днище секцій спільне, нерухоме, сітчасте. Воно виготовлене із дроту, що утворює щілини 0,8 мм для проходження міцели. Для очищення міцели від твердих домішок (обов'язкова операція під час екстрагування способом занурювання) застосовують відстійники, гідроциклони та тканинні фільтри. Якщо вміст домішок невеликий (після екстрагування способом зрошення), міцелу очищають, пропускаючи її через розчин електроліту (5 % -й розчин КСІ). Міцела, що виходить із екстрактора, містить від 10-15 до 30-35 % олії. Доки концентрація міцели невелика, відгонка розчинника зводиться до звичайного процесу випарювання. Із підвищенням концентрації міцели температура її кипіння швидко зростає. Для прискорення процесу та зменшення температури застосовують відгонку розчинника під вакуумом, а також гострою парою, що подається в міцелу.

У виробництві операцію відгонки називають дистиляцією міцели.

Устаткування для двоступеневої дистиляції складається із плівкового дистилятора, що працює за атмосферного тиску, та остаточного дистилятора, що працює за залишкового тиску 7кПа. Шрот, який виходить із екстрактора, містить від 20 до 30 % розчинника, що виводиться нагріванням в апаратах-виварниках (тостерах) за допомогою гострої пари. У цьому разі досягається оптимальна денатурація білків та інактивація токсичних, небажаних речовин: рицину під час перероблення рицини, інгібіторів трипсину та хімотрипсину під час перероблення сої, арахісу тощо. Шрот, який подають на зберігання, повинен мати вологість у межах 3,5-9 %, а його температура не повинна перевищувати 40 °С. Уміст розчинника

у шроті не повинен становити понад 0,1, феродомішок — понад 0,01 %.

Розчинник, який виводиться із міцели та шроту, регенерується конденсацією із парогазових сумішей в теплообмінниках-конденсаторах.

У сирих оліях завжди містяться різноманітні домішки, що утруднюють їх перероблення і знижують якість одержаної продукції. Частина цих домішок вилучається із клітин насіння під дією теплоти, тиску та органічного розчинника разом із олією.

Тому в товарній олії завжди є фосфоліпіди, віск, барвники та продукти гідролізу цих речовин (вільні жирні кислоти, слиз, дигліцерин та інші речовини. Крім розчинних речовин, товарна олія містить і механічно захоплені тверді домішки — частинки мезги, макухи або шроту.

Рафінування олії

Очищення олії від супутніх речовин називають рафінуванням. Під час проведення рафінування необхідно не тільки вилучити небажані, а 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), хімічні (гідратування, лужне рафінування) та фізико-хімічні (адсорбційне рафінування, дезодорування). Вибір способу рафінування залежить від складу та кількості домішок, їх властивостей та призначення олії. Здебільшого для повного очищення олії поєднують кілька способів.

Відстоювання. Тверді домішки (частинки мезги, шрот та макуха) вилучають із олії відстоюванням на механізованих гущепастках-відстійниках, за допомогою осаджувальних центрифуг безперервної дії, а також фільтруванням на рамних фільтрпресах.

Центрифугування. Для очищення олії від завислих домішок та води ефективним є спосіб центрифугування. У розподільному сепараторі початкова олія під тиском до 0,3 МПа надходить через порожнистий вал до робочого барабана, де під дією відцентрової сили відбувається розділення на два потоки: важка рідина з осадом та жир. Осад накопичується біля внутрішніх

стінок барабана, важка рідина переміщується вздовж нижньої поверхні тарілок, а жир переміщується вздовж верхньої площини тарілок до центра барабана і виводиться.

Олію, що містить значну кількість домішок, очищують центрифугуванням за допомогою саморозвантажувальної центрифуги.

Фільтрування. Для вилучення осаду, що міститься в оліях, широко застосовують фільтрування на фільтрпресах. У процесі фільтрування рідина проходить через шпари фільтрувального матеріалу, а завислі частинки затримуються на поверхні матеріалу. Хімічні способи рафінування застосовують для виведення вільних жирних кислот, фосфоліпідів, білків, слизу та деяких інших сполук.

Гідратування. Одним із найважливіших способів хімічного очищення жирів є гідратування (вилучення домішок за допомогою води), що дає змогу виокремити з олії речовини з гідрофільними властивостями, у першу чергу — фосфоліпіди. Фосфоліпіди хоч і є цінними в харчуванні та біологічному відношенні сполуками, що мають антиокисні властивості, але під час зберігання олії випадають у вигляді осаду, який легко розкладається. Під час гідратування олію обробляють водою у струменевому змішувачі типу ежектора, в якому забезпечується інтенсивне змішування олії та води. Суміш олії та води (для соняшникової олії за температури 45-60 °С) подають до коагулятора, де відбувається формування гідратаційного осаду у вигляді пластівців, який потім відокремлюється у відстійнику безперервної дії.

Гідратаційний осад із нижньої частини відстійника безперервно подається до ротаційно-плівкового апарата для сушіння. Осад рівномірно розподіляється за допомогою лопатей ротора внутрішньою поверхнею апарата. Ротор обертається зі швидкістю 800 хв⁻¹. Залишковий тиск в апараті 5,0-8,0 кПа. Температура осаду — 60-70 °С, час висушування — 2 хв. У цих умовах вологість гідратаційного осаду знижується від 35 до 2 %.

Висушений 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 °С. Залишковий тиск в апараті 2,7-5,3 кПа.

Гідратована соняшникова олія повинна бути також звільнена від воску та воскоподібних речовин. Для цього олію виморожують, тобто охолоджують спочатку до 20, а потім до 10-12 °С 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 °С) з експозиторів подають на рамні фільтрпреси. Таку операцію виведення воску та воскоподібних речовин із олії називають виморожування.

Лужне рафінування. Для нейтралізації вільних жирних кислот олію обробляють лугами. Реакція відбувається з утворенням нерозчинних в олії солей (мила). Вони випадають в осад, частково захоплюючи разом із собою різноманітні домішки: барвники, білки, слиз. Осади, утворені після лужного рафінування, називають соапстоками. Лужне рафінування супроводжується також частковим розпадом нейтрального жиру, що небажано, оскільки це зменшує вихід рафінованої олії. Швидкість рафінування, ефективність, утворення соапстоку, його структура та величина втрат нейтрального жиру залежать від кислотності олії, характеру та кількості домішок, концентрації лугів, температури та умов проведення лужного рафінування.

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 в розчині лугу відбувається нейтралізація вільних жирних кислот.

Із 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 із нейтралізатора передається на миловарний завод. Нейтралізатор заповнюють водним розчином лугу концентрацією 8-15 г/л. Температура олії та розчину для більшості олій — 68-75 °С. Варіантом лужного рафінування є рафінування (нейтралізація) у міцелі, яке застосовують для бавовняної олії.

Оптимальна концентрація міцели для рафінування — 35-45 %. Тому міцелу, що виходить із екстрактора з більш низькою концентрацією, заздалегідь випаровують або додають олію попереднього пресування, одержану із цього самого насіння. Температура міцели під час надходження на рафінування повинна становити 20-22 °С. Міцела надходить до струменевого змішувача (турбулізатора) для змішування з розчином лугу. Одержану суміш міцели, пластифікаторів мила, фосфоліпідів та інших речовин підігрівують до 60-70 °С і обробляють знесолею водою для кращого вилучення соапстоку з міцели у відстійниках безперервної дії. Звідси міцела надходить на перегонку розчинника в апарат екстракційного цеху. Одержану олію промивають водою (або розчином лимонної кислоти) і сушать у сушильно-деаераційному апараті.

Розчинник із соапстоку відганяють за дві стадії під вакуумом із обробленням гострою парою в апаратах колонного типу.

Адсорбційне рафінування (вибілювання олії). 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 її вибілювання 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 в олію в кількості до 2,0-2,5 % від її маси (для бавовняної олії дозу збільшують до 4-5 %). У невеликій кількості для освітлення вживають активоване вугілля (в суміші із глиною або самотійно). Одночасно з вибілюванням в олії відбуваються небажані процеси — ізомеризація жирних кислот та зниження стабільності вибіленої олії під час зберігання.

Процес вибілювання олії полягає у створенні суспензії олії та вибілювальної глини (для утворення суспензії використовують 1/4 вибілюваної олії). Основна частина олії (3/4 загальної кількості) надходить до апарата попереднього вибілювання, де олія, потрапляючи на дно обертального диска ($\omega = 274 \text{ хв}^{-1}$), 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 й олії розсіюється за допомогою розсіювача. Суміш олії та суспензії надходить на фільтрування. Обігрівання ведуть глухою парою під вакуумом із залишковим тиском 3,9 кПа. Тривалість остаточного вибілювання — 30 хв. Олію з осаду, одержаного після фільтрування, відокремлюють обробленням осаду водяною парою.

Дезодорування. Цей спосіб застосовують 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° С і подають до деаератора, де вона розсіюється у вакуумі і підігрівається у плівці на поверхні змішувачів до оптимальної температури. Після деаератора олію підігрівають до 150-160 °С і подають до дезодоратора для усунення запахів.

Тривалість перебування олії в дезодораторі — 25 хв. Залишковий тиск в дезодораторі — 50 Па, тиск водяної пари — 3-4 МПа.

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

Гідрогенізація жирів

Гідрогенізацією називають приєднання водню до ненасичених сполук, які містяться в залишках неорганічних кислот, що входять до складу ацилгліцеринів. Гідрування поліненасичених жирних кислот відбувається за формулою:



Процес відбувається вибірково (селективно): у першу чергу гідруються залишки жирних кислот, які містять більшу кількість сполук з подвійними зв'язками, за однакової ненасиченості, — які містять меншу кількість атомів вуглецю.

Гідрування жирів супроводжується процесом переетерифікації (обмін радикалів), а також призводить до зниження вмісту в саломасі (затверділі жири) вітамінів А і Д, але практично не впливає на вміст вітаміну Е.

Із підвищенням температури гідрування, концентрації водню, збільшенням тривалості процесу зростає вміст у гідрованому жирі вільних

жирних кислот та продуктів їх взаємодії з каталізатором. Відбувається зростання кислотного числа жиру. Нагромадження вільних жирних кислот є наслідком гідролітичного та термічного розкладу ацилгліцеринів під час гідрування.

Подальші перетворення продуктів розпаду ацилгліцеринів 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 із них є порошкоподібний нікелевий каталізатор, нанесений на мідний дріт, а також нікелевий каталізатор на кізельгурі. Серед різноманітних способів одержання водню найпоширеніший електролітичний. Практично електролізу підлягають слабкі водянні розчини лугів та кислот. Процес здійснюють в апаратах, які називають електролізерами і які дають змогу одержати найчистіший водень. Зберігають водень у газгольдерах.

Гідруванню підлягає тільки ретельно відрафінована олія. Процес гідрування починається з того, що на гідрогенізацію олія надходить до першого автоклава триавтоклавної батареї. Сюди ж подають каталізатор, розведений добре відрафінованою олією. Водень надходить до автоклава через барботер. Автоклав являє собою циліндричний апарат, виготовлений із кислотостійкої сталі зі сферичними дном та кришкою. У середині автоклава встановлено два зміювика для підігрівання та охолодження, турбінна мішалка з частотою обертів $60-70 \text{ хв}^{-1}$, барботер для подавання водню, установлений нижче мішалки. Після першого автоклава частково гідрогенізовану олію за допомогою газліфта передають до другого автоклава, а потім — до третього. Із третього автоклава готова гідрогенізована олія-саломас надходить до саломасозбірників (відстійників). Саломас із відстійників надходить на фільтрування, а каталізатор — на регенерацію або повторне використання.

Для виробництва харчового саломасу використовують свіжий водень (із газгольдерів), а для виробництва технічного — суміш свіжого та очищеного

відпрацьованого (циркуляційного) водню. Температура олії під час гідрування для виробництва харчового саломасу — 210-230 °С, технічного — 240-250 °С.

Кількість каталізатора, що додають до олії, становить від 0,5 до 2,0 кг нікелю на 1 т олії. Тиск водню в автоклавах — 50-70 кПа.

Приблизно один раз на годину з автоклавів беруть проби саломасу для визначення його температури плавлення, яка за нормального перебігу процесу повинна становити (°С): під час гідрування соняшникової олії в першому автоклаві 22-24, у другому — 26-29, у третьому — 31-33 (для виробництва харчового саломасу). У процесі виробництва технічного саломасу температура його плавлення в автоклавах вища і становить від 22-36 до 45-48 °С.

Технологія маргарину

Маргарин являє собою фізико-хімічну систему, один із основних компонентів якої — вода (дисперсна фаза) — розподіляється в іншому — маслі (дисперсійне середовище) як найдрібніші часточки, утворюючи емульсію типу «вода в маслі». За складом, властивостями та поживністю маргарин — це високоякісний харчовий продукт, рівноцінний вершковому маслу. До його складу входять гідровані рослинні олії та гідрований китовий жир, молоко, сіль, цукор, фосфоліпіди та емульгатори. Стійкість маргарину в процесі оброблення, зберігання та споживання зумовлена наявністю емульгаторів — речовин із поверхнево-активними властивостями, що стабілізують емульсію «вода в маслі».

Маргарин вживають у хлібопекарській та кондитерській промисловостях, кулінарії, у виробництві харчоконцентратів, а також для безпосереднього вживання в їжу.

До складу жирової основи, наприклад, молочного маргарину, крім рослинного саломасу, входять тверді за кімнатної температури кокосова та пальмоядра олії, китовий саломас та рідка рослинна олія. Жирова основа маргарину повинна мати температуру плавлення 27-33 °С, твердість — 3-13 кПа і містити 13-22 % твердих гліцеридів за 20 °С.

Крім маргарину, промисловість випускає жири кондитерські: для шоколадних виробів, цукерок, ванільних та прохолодних начинок; жири кулінарні: гідрожир кулінарний, комбіжир рослинний, комбіжир тваринний, комбіжир свинячий та маргогуселін; жири для харчоконцентратів: гідрожир легкоплавкий з підвищеною твердістю; жир порошкоподібний; жир для булочних виробів (хлібопекарський жир із фосфоліпідами), замінник какао- масла тощо.

Сировину для виробництва маргарину поділяють на жирову та нежирову. Жири й олії, які використовують для виробництва маргарину, не повинні мати смаку та запаху, повинні мати світле забарвлення та низьку кислотність. У виробництві маргарину широко використовують соняшникову та бавовняну олію, а також соєву, кокосову, арахісову та деякі інші олії. Тваринні жири (воловий, баранячий, кісткове сало) входять до складу кулінарних жирів. Гідровані жири — головний компонент у рецептурі жирової основи маргарину (до 85 %). Вони повинні мати білий колір, чистий смак та низьке кислотне число.

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, з умістом сухого залишку не менше 3% , а також сухе незбиране молоко. Кухонну сіль додають для поліпшення смаку та як консервувальний засіб. Цукор-пісок поліпшує смак і сприяє утворенню золотавої 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 із томатів, насіння амаранту та із 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 у своєму складі мають діацетил. Нарешті, для підвищення стійкості під час зберігання та для зменшення окисних процесів до маргарину додають консерванти: аскорбінову, цитринову та бензойну кислоти.

Уся використовувана сировина повинна відповідати вимогам державних стандартів.

Молоко пастеризують за температури 80-85 °С. Після пастеризації одну частину молока заливають у місткості (танки), звідки його беруть для виробництва маргарину, а іншу частину молока заквашують, для чого його заливають у спеціальні ванни. Тут молоко витримують у гарячому стані, а потім охолоджують до температури заквашування (24-28 °С). До ванни вносять 2-5% технічної закваски — культуру молочнокислих бактерій. У результаті їх життєдіяльності утворюється молочна кислота, унаслідок накопичення якої молоко зсідається. Нарівні з молочною кислотою під час заквашування молока утворюється невелика кількість летких продуктів бродіння, зокрема діацетилу, які надають молоку, а потім і маргарину, специфічного молочнокислого запаху.

Культури молочнокислих бактерій надходять на заводи як суха або рідка закваска чи на твердій основі. Із цих заквасок на заводі поетапним пересіванням бактерій готують технічну закваску для заквашування молока. Процес заквашування триває 9-12 год. Після утворення так званого згустку, який визначається наявністю на поверхні молока сліду, що запливає під час відбирання проби шпателем, молоко охолоджують і витримують для дозрівання 1-2 год, не перемішуючи. Після визрівання молоко охолоджують, перемішуючи.

Ванни для заквашування виготовляють місткістю 800-2000 л із нержавіючої сталі. У них є мішалки маятникового типу. Молоко заквашують також у місткостях інших типів: циліндричних і вертикальних, у яких теж є мішалки.

Для забезпечення стійкості маргарину, запобігання його

розшаровуванню на початкові компоненти (вода та жирова частина) за досить інтенсивного теплового та механічного впливу до нього додають харчові емульгатори — органічні сполуки класу складних ефірів, молекули яких складаються з полярної (гідрофільної) та неполярної (ліпофільної або гідрофобної) частин.

Адсорбуючись на межі розподілу фаз «масло — вода», вони утворюють містки, що сполучають ці дві речовини, які нездатні взаємно розчинятись або перемішуватися в однорідну суміш.

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

Технологічний процес одержання маргарину методом переохолодження складається із таких операцій: зберігання та темперування дезодорованих жирів; підготовка молока; підготовка води, солі, цукру, емульгатора, барвника та вітамінів; підготовка емульсії маргарину спочатку у змішувачі турбінного, гвинтового, пропелерного або звичайного типу, що являє собою місткість із лопатевими мішалками, в якій утворюється груба емульсія, яка потім надходить до гомогенізатора, де обробляється залежно від рецептурного набору під тиском до 0,125 МПа і виходить як тонко дисперсна емульсія; охолодження (переохолодження) емульсії в охолоднику та кристалізаторі, порожнистій трубі діаметром 100-150 мм.

Гомогенізатор — це плунжерний насос високого тиску зі спеціальним гомогенізуючим вентилем. У ньому є дуже малий отвір-щілина, через який виштовхується груба емульсія маргарину, що надходить зі змішувача під тиском до 0,125 МПа, кульки емульсії подрібнюються — емульсія гомогенізується.

Охолодник слугує для охолодження кількох однакових секцій (частіше трьох) залежно від продуктивності устаткування.

Кожна секція складається із циліндра з хромованої сталі, оточеного сорочкою для холодоагенту (рідкого аміаку). У середині циліндра міститься

барабан (частота обертання близько 500 хв^{-1}), на поверхні якого встановлені ножі-скребки. Під час обертання ножі-скребки знімають і перемішують шар емульсії, яка застигає і під тиском 1,5-2,0 МПа із гомогенізатора подається до зазора між стиками циліндра та барабана. Проходячи послідовно через циліндри, емульсія за температури 10-16 °С надходить до кристалізатора, утворюючи ущільнену пластичну масу маргарину.

Із кристалізатора маргарин надходить на формувальню-пакувальню автомати, що фасують його в пачки по 200-250 г, а потім у пристрої для укладання в картонні коробки.

Маргарин, кондитерські та кулінарні жири зберігають у холодильних камерах за температури 0-2 °С та за відносної вологості повітря не більше 80 %. Транспортувати ці продукти за температури зовнішнього повітря вище 12 °С дозволяється тільки в рефрижераторах. Усі столові та молочні маргарини повинні містити жиру не менше 8 %, шоколадний та кавовий — не менше 62- 65, кількість води — не більше 17 %. Маргарин повинен мати чистий смак і запах, подібні до смаку і запаху вершкового масла. Консистенція його повинна бути однорідною та пластичною, колір однорідний за всією масою: світло-жовтий для забарвленого та білий для незабарвленого. Під час смаження маргарин не повинен розбризкуватися.

Контрольні запитання

1. Яку сировину використовують для виробництва олії та які її властивості?
2. Яким є асортимент олії та які показники її якості?
3. Яка технологічна схема видалення олії із соняшнику пресовим методом?
4. Яка технологія вилучення олії екстрагування?
5. Які є способи рафінування олії?
6. Що таке гідрогенізація жирів?

7. Яка технологія маргарину?
8. Якими повинні бути склад і показники якості маргарину?