

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА
УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра виноградарства
та плодощовівництва**

Нікончук Наталія Володимирівна

ВИРОБНИЦТВО РОСЛИННОЇ ОЛІЇ
Курс лекцій

для студентів факультету агротехнологій денної форми навчання
напряму підготовки 8.09010101 „Агрономія”
спеціалізації „Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва”

**Миколаїв
2014**

УДК 665.33/.34

ББК 35.782.12

Н62

Автор: Н. В. Нікончук

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради факультету агротехнологій
Миколаївського національного аграрного університету від

Рецензенти:

В. В. Гамаюнова – д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри землеробства
Миколаївського національного аграрного університету;

О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, голова фермерського господарства «Олена»

Нікончук Н. В.

Н62 Виробництво рослинної олії : курс лекцій / Н. В. Нікончук. – Миколаїв : МНАУ,
2014. – 58 с

У курсі лекцій викладено майбутнім спеціалістам агрономічного профілю спеціалізації "Технологія переробки і зберігання продукції рослинництва" необхідних знань про основні технологічні процеси переробки олійної сировини, починаючи від їх післязбиральної обробки і зберігання та закінчуючи одержанням із неї готової продукції.

УДК 665.33/.34

ББК 35.782.12

Н62

©Миколаївський національний аграрний
університет, 2014

©Нікончук Н. В., 2014

Зміст

| | |
|--|----|
| ЛЕКЦІЯ 1. ХАРЧОВА І ТЕХНІЧНА ЦІННІСТЬ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОЛІЇ | 3 |
| ЛЕКЦІЯ 2. ЗБЕРІГАННЯ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ | 8 |
| ЛЕКЦІЯ 3. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ | 16 |
| ЛЕКЦІЯ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ | 22 |
| ЛЕКЦІЯ 5. ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ОЛІЙ МЕТОДОМ ЕКСТРАКЦІЇ | 30 |
| ЛЕКЦІЯ 6. ОЧИЩЕННЯ МІСЦЕЛИ | 38 |
| ЛЕКЦІЯ 7. РАФІНАЦІЯ ОЛІЇ | 44 |
| ЛЕКЦІЯ 8. ВІДХОДИ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР І ОРИСТАННЯ ЇХ | 51 |

ЛЕКЦІЯ 1

ХАРЧОВА І ТЕХНІЧНА ЦІННІСТЬ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОЛІЇ

1. Харчова цінність різного виду сировини.
2. Технічна цінність сировини для виробництва олії.
3. Асортимент і класифікація готової продукції.

Рослинні жири широко застосовуються в різних галузях народного господарства. Висока їх харчова цінність полягає у тому, що вони легко засвоюються організмом людини і є високо енергетичним продуктом.

Застосування рослинних олій дуже різноманітне. Залежно від використання їх поділяють на харчові та технічні. Харчові олії у свою чергу поділяють на кулінарні, столові, хлібопекарські і консервні.

Рослинну олію використовують безпосередньо в їжу, в хлібопеченні, кондитерському виробництві, з неї виробляють оліфу, миючі засоби, лаки, фарби тощо. Технічні рослинні жири використовують у виробництві пластичних мас, лінолеуму, клинчастих матеріалів, виготовленні охолоджувальних рідин, технологічних мастил.

Білки насіння олійних культур застосовують для підвищення біологічної цінності багатьох харчових продуктів, а також для виробництва комбікормів для тварин.

Рослинні жири входять у групу основних продуктів харчування поряд з вуглеводами є важливими джерелами енергії. Встановлено, що для здорового організму загальна кількість жирів, що споживається повинна складати біля 1,5 г на 1 кг маси тіла, тобто добова потреба приблизно дорівнює 70-100г, з яких рослинний жир – 25-30 г. Кожен грам жиру, окислюючись в організмі дає біля 38 кДж (9 ккал), у той же час як 1 г вуглеводів – всього біля 17 кДж (4 ккал). Жири входять у склад клітинних мембран і внутрішньоклітинних утворень. Завдяки жирам людина стає більш стійкою до інфекцій, оскільки

жири постачають в тканини багато біологічно активних речовин: фосфатиди, жиророзчинні вітаміни, незамінні жирні кислоти. У склад рослинних олій входить лінолева і ейкозопентаєнова кислоти володіють антиканцерогенними властивостями, запобігають тромбоутворенню, гальмують процеси старіння, сприяють лікуванню ряду захворювань.

Рослинні жири, крім тригліцеринів, містять також фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни (А, Е, Д, К), речовини, що містять фосфор та ін. Фосфороліпіди мають значну біологічну активність, беруть участь у процесі обміну та сприяють підвищенню всмоктування поживних речовин у кишках. Особливо багаті на фосфоліпіди соняшникова, кукурудзяна та соєва олії. Крім того, в насінні олійних культур є макро- і ультрамікроелементи, сумарний вміст яких майже вдвічі перевищує їх у кількості у насінні інших культур.

Назва олії походить, як правило, від назви висхідного продукту, з якого його отримали. З грецьких, лісових, кедрових горіхів отримують горіхову олію. Олія отримана з оливок (флорентійська та прованська) були найдорожчими. На відміну від інших олій вони швидко засвоюються організмом і мають цілющі властивості, особливо при лікуванні хвороб печінки і шлунка.

Харчові рослинні жири широко використовують для виробництва майонезу, маргарину. При хлібопеченні їх додають у тісто для покращення якості і калорійності борошняних виробів, у консервній промисловості – при виробництві рибних, м'ясних, рослинних консервів. Деякі види олій використовують на технічні цілі, наприклад, для отримання вільних жирних кислот, для виробництва мила та інших миючих засобів. Велика кількість рослинних олій надходить на виробництво лаків, фарб, оліф, лінолеуму, клейонок, використовують у текстильному виробництві, металообробній промисловості, фармацевтиці, для виготовлення косметичних засобів.

До олійних належать культури, в насінні або плодах яких міститься не менше, ніж 15% олії. Таких рослин, що належать до різних ботанічних родин,

налічується понад 340. Серед олійних розрізняють культури, які вирощують виключно для виробництва олії (соняшник, рицина, ріпак, кунжут, гірчиця, рижій, льон олійний, мак тощо), і рослини комплексного використання, з яких олію одержують як побічний продукт у процесі переробки (бавовник, соя, льон-довгунець, коноплі, арахіс тощо).

Вміст олії в насінні деяких культур залежить від видових та сортових особливостей, умов вирощування, строків і способів збирання, способів переробки.

За хімічним складом жири є сумішшю складних ефірів триатомного спирту гліцерину та високомолекулярних жирних кислот. Із існуючих жирних кислот (~60) до складу олії входить 6-8. Усі жирні кислоти, що входять до складу жирів, поділяють на насичені, які не містять подвійних зв'язків і ненасичені, які мають подвійні зв'язки.

Рослинні олії багаті на ненасичені жирні кислоти, тому здебільшого є рідкими при звичайній температурі. Тваринні жири, навпаки, при звичайній температурі тверді, тому що до їх складу входять переважно насичені жирні кислоти. На відміну від насичених кислот, відносно стійких до різної взаємодії, ненасичені кислоти, мають вільні ненасичені зв'язки, можуть приєднувати кисень та окислюватись (прогуркати), а також відновлюватись за місцем подвійних зв'язків. Серед рослинних жирів твердими при звичайній температурі є кокосове масло і масло бобів какао. До їх складу входять переважно такі насичені жирні кислоти, як пальмітинова та стеаринова.

2. Основною сировиною для отримання олії є олієвімісні або жировмісні рослини: соняшник, кунжут, насіння бавовни, льону, сої, рицини, зародки кукурудзи, пшениці, насіння гарбузів, коноплі, кісточок фруктів, маслин, горіхів і т.д.

Основною сировиною для виробництва олії в Україні є насіння соняшника, льону, озимого ріпаку, гірчиці, сої тощо. Провідну роль відіграє соняшник. Річне виробництво соняшникової олії становить понад 1 млн т.

Насіння соняшнику містить близько 57% олії, а ядро до 65%.

Соняшник – основна олійна культура в Україні. Насіння його сортів і гібридів містить олії від 50 до 60%. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з га. На соняшникову олію припадає 92% загального виробництва олії в Україні. Крім олії, в насінні соняшнику міститься 33-57% ліпідів, 25% загального азоту, 24-27% вуглеводів, 23-32% клітковини. Серед жирних кислот стеаринової – 1,5-4,5, пальмітинової – 3,5-6,5, олеїнової – 24-40, лінолевої – 46-62.

Важливою технологічною особливістю соняшнику є міцність його оболонки. За характером руйнування вона поділяється на 3 групи: оболонка руйнується на 2-3 частини; оболонки ламаються на 6-8 частин, на деяких залишається смужка ядра; руйнується ядро, оболонка ламається в декількох місцях, на ядрі залишаються частини оболонки.

Рицина. В насінні міститься 50-55% олії, в якій 81-96% гліцеридів рицинолової кислоти. В інших оліях її не виявлено. Рицинова (касторова) олія належить до групи невисихаючих (з йодним числом 82-86), дуже в'язка, слабо розчиняється в бензині та ін.. органічних розчинниках, не застигає за низьких температур (-12-18⁰), спалахує за високих температур (300-310⁰С). Тому вона є неперевершеним за якістю мастильним матеріалом, особливо для авіаційних моторів і механізмів, що працюють у складних умовах півночі. Рицинову олію використовують у різних галузях промисловості, а також в медицині для виготовлення ліків. Насіння рицини містить токсичні речовини: рицин, рицинін, аперген.

Ріпак. Серед олійних культур родини капустяних озимий ріпак займає І місце за вмістом олії в насінні. Нові сорти ріпаку отримали назву безерукових через знижену кількість ерукової кислоти, відрізняються високою врожайністю (26-33 ц/га) і високою олійністю (до 46%). Зниження ерукової кислоти в олії до 5% дозволило віднести ріпакову олію до харчових. Після створення селекціонерами безерукових сортів ріпак за об'ємом

виробництва насіння і їх переробці займає четверте місце у світі після сої, бавовнику і соняшнику.

3. Асортимент і класифікація готової продукції. Вітчизняна олієжирова промисловість виготовляє декілька видів рослинних олій: соняшникова, соєва, ріпакова, льняна, гірчична тощо. За об'ємом виробництва перше місце займає соняшникова олія.

Залежно від органолептичних і фізико-хімічних показників рослинні олії поділяють на товарні сорти і марки. За ступенем очищення олії поділяють на нерафіновані, гідратовані і рафіновані. Олія соняшникова нерафінована і гідратована може бути вищого, першого і другого сортів. Рафіновану олію випускають не дезодорованою і дезодорованою. У свою чергу, дезодоровану олію поділяють на дві марки: олія марки Д, призначена для виробництва продуктів дитячого і дієтичного харчування і олія марки П (харчове). У торгівельну мережу і на підприємства харчування постачають олію соняшкову рафіновану дезодоровану марок П і Д, а також пресову соняшкову олію: рафіновану, недезодоровану, гідратовану вищого і першого сортів і нерафіноване вищого і першого сортів.

Класифікація рослинних олій. Єдиної класифікації жирів, яка б охоплювала б всю їх різноманітність і відповідала науковим вимогам, немає. Більшість класифікацій побудовано на основі жирно-кислотного складу триацигліцеринів із врахуванням співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот. Від співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот залежать такі важливі характеристики, як консистенція, температура плавлення (для твердих), здатність утворювати плівки при висиханні (для рідких). При класифікації рослинних олій керуються наступним: консистенція при температурі 20⁰С, здатність висихати в присутності кисню, метод добування з насіння, методи очищення і обробітку.

ЛЕКЦІЯ 2

ЗБЕРІГАННЯ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ

1. Біохімічні та технологічні основи зберігання олійної сировини.
2. Фізичні властивості олійного насіння і насінневих мас.
3. Дихання насіння.
4. Післязбиральне дозрівання.
5. Життєдіяльність мікрофлори.

Зберігання насіння олійних культур – важливий етап роботи підприємств заготівельної системи і олійно-жирової промисловості. За своїми біологічними особливостями насіння олійних культур важко зберігати. Затрати на їх зберігання перевищують аналогічні затрати на зернові культури. Неправильне зберігання, незнання основних причин погіршення якості насіння, яке зберігається, прийому і режимів підготовки їх до зберігання і самого зберігання можуть привести до його псування. Псування в свою чергу призводить до значних втрат насіння та олії яка міститься в ньому.

Біохімічні та технологічні основи зберігання олійної сировини

Якість насіння, яке надходить на олієдобувні заводи, залежить від ряду факторів: якості посівного матеріалу, умов росту в полі, умов збирання, зберігання і транспортування.

Насіннева маса складається із насіння основної культури і насіння бур'янів, різних домішок органічного і мінерального походження, мікроорганізмів, повітря між насінневих проміжків. За назвою основної олійної культури називається вся партія насіння, наприклад насіння соняшнику, сої і т.д. Насіння основної культури мають різні розміри, вологість, зовнішній вигляд, олійність та ін. показники, що пояснюється неодночасним цвітінням і досяганням навіть в межах однієї рослини.

Смітні домішки, головним чином, органічні, мають більшу вологість у порівнянні з насінням основної культури, тому легше піддаються дії мікроорганізмів і можуть бути причиною самозігрівання і псування насіння.

Наявність повітря в між насінневих проміжках сприяє зберіганню життєздатності насіння, дозволяє застосовувати такі технологічні прийоми обробки їх при зберіганні, як активне вентилявання, фумігація (газація).

Таким чином, в олійному насінні присутні різні компоненти, які по-різному впливають на насіння, яке зберігається.

Фізичні властивості олійного насіння і насінневих мас. При організації зберігання олійного насіння повинні враховуватися їх фізичні властивості – *сипкість, самосортування, пористість, щільність, сорбційні властивості, теплопровідність і температуропровідність.*

Сипкість – визначається величиною кута природного відкосу, тобто кута між основою і конусом, який утворюється при вільному падінні насінневої маси на горизонтальну поверхню. Чим менше кут природного відкосу, тим більша сипкість насінневої маси. Кут природного відкосу для насіння соняшнику 31 - 45°, рицини – 34 - 46°, сої – 25 - 32°, льону – 27 - 34°, бавовнику – 42 - 45°.

Сипкість насінневої маси залежить від багатьох факторів, головні із яких: форма, розміри, характер і стан поверхні насіння, вологість, кількість домішок та їх видовий склад.

У процесі зберігання сипкість насінневої маси може погіршуватися, а при несприятливих умовах зберігання може бути і зовсім втраченою.

Сипкість олійного насіння дозволяє використовувати в технологічних схемах принцип самотьюку, застосовувати безтарне зберігання, легко переміщувати насіння за допомогою норій, шнеків, стрічкових транспортерів.

Самосортування є наслідком сипкості та неоднорідності насінневої маси. Воно має велике значення при зберіганні, відпусканні і оцінці якості партії насіння. В результаті само сортування насіння в насінневій масі

розподіляється на важке і легке, а також на легкі і важкі домішки, що сприяє виникненню гніздового самозігрівання, утруднює отримання однорідних партій, ускладнює методику відбору проб насіння для отримання середнього зразку.

Пористість – це відношення об'єму, який заповнений повітрям, між твердими частинками в насінневій масі до повного її об'єму. Величина пористості залежить від форми, вологості, стану поверхні насіння, від кількості і характеру домішок, вологості і ряду інших факторів. Навіть для однієї і тієї ж культури вона дуже коливається. Так пористість насіння соняшнику коливається від 60 до 80 %, насіння льону – від 35 до 45 %. При зберіганні пористість зменшується через зміну стану поверхні насіння, а також внаслідок тиску, який здійснюється верхніми шарами на нижні.

Щільністю насінневої маси називається відношення об'єму твердих частинок до всього об'єму насінневої маси.

Сорбційна ємність – це здатність насінневої маси до сорбції і десорбції пару різних речовин і газів. Найбільший вплив на якість олійної сировини здійснює **гігроскопічність** – здатність поглинати поглинати і віддавати пари вологи, залежно від парціального тиску парів у навколишньому середовищі. Вологість насіння, яка встановлюється при певній відносній вологості повітря і температурі називається **рівноважною вологістю**. Встановлено, що рівноважна вологість олійного насіння майже в два рази менше, ніж у злакових культур, що пов'язане з наявністю гідрофобної маслянистої фази.

Різні частини насіння поглинають із повітря неоднакову кількість вологи: оболонка має більшу гігроскопічність, ніж ядро. Так якщо рівноважна вологість цілого насіння соняшнику складає 10 %, то ядра – 8%, луски – біля 16%.

При сорбції парів і газів, які мають специфічний запах, якість насіння погіршується. У зв'язку з цим сховища і транспортні засоби для насіння не

повинні мати сторонніх запахів, а речовини, які застосовуються для фумігації оцінюються за їх сорбційною і десорбційною здатністю.

Вологість, починаючи з якої різко посилюється фізіолого-біохімічні процеси в насінні і вони стають нестійкими при зберіганні, називається *критичною*. В насінні з'являється вільна волога, що призводить до посилення інтенсивності дихання, значному росту мікроорганізмів.

Встановлено, що при вологості, яка перевищує критичний рівень, відбувається посилений розвиток сапрофітних пліснявих грибів. Для проростання спор пліснявих грибів при звичайній температурі мінімальна відносна вологість повітря повинна бути 75 %. Тому критичною вологістю олійного насіння слід вважати рівноважну вологість при відносній вологості повітря 75 %. Для насіння олійних культур величина критичної вологості значно нижча, ніж для зернових, причому чим більше олійність, тим менше критична вологість.

Теплопровідність і температуропровідність насіння олійних культур невелика, що пояснюється великим вмістом в насінневій масі повітря, яке є поганим провідником тепла. Із підвищенням вологості теплопровідність насіння збільшується і навпаки.

Насіннева маса характеризується низьким коефіцієнтом температуропроводності, так як має велику теплову інерцію, що має як позитивне так і негативне значення. Так при правильно організованому зберіганні в насінневій масі можна тривалий час підтримувати низьку температуру. Негативне значення низької температуропроводності в тому, що при наявності сприятливих для життєдіяльності насіння або живих організмів, тепло яке вони виділяють можуть затримуватися в насінневій масі і викликати його самозігрівання.

Дихання насіння. Всі живі компоненти насінневої маси проявляють життєдіяльність і в них відбувається процеси обміну речовин. Енергія, яка виділяється в клітинах, використовується організмом для життєдіяльності, шкідливі продукти внутрішньоклітинного обміну виводяться в зовнішнє

середовище. Насіння і зовнішнє середовище знаходяться у взаємодії, впливають один на одного. Залежно від зовнішніх умов інтенсивність і характер життєвих процесів насіння можуть бути різними.

Дихання насіння є найбільш важливим і чуттєвим показником їх стійкості при зберіганні. Немає такого життєвого явища, яке б не було пов'язане із диханням. У процесі дихання клітини отримують енергію в результаті окислення і розпаду органічних речовин в насінні. Рослини при диханні компенсують розхід цих речовин за рахунок синтетичних процесів, а насіння не можуть відновити речовини, які втрачаються при диханні, тому дихання завжди супроводжується втратою сухих речовин – вуглеводів, жирів, білків. Тому основний шлях до вирішення багатьох проблем, пов'язаних із зберіганням насіння – це вивчення його дихання і різних факторів, які впливають на нього.

Розрізняють два види дихання: аеробне і анаеробне. При аеробному диханні насіння для окислювальних процесів використовують кисень навколишнього середовища, при анаеробному – процес відбувається за рахунок внутрішньоклітинних реакцій.

Збільшення інтенсивності дихання насіння, яке зберігається вказує на посилення фізіолого-біохімічної активності насіння і зниження його стійкості.

Серед багатьох факторів, які впливають на інтенсивність дихання найважливішими є вологість, а також температура і доступ повітря.

Із підвищенням температури інтенсивність дихання спочатку збільшується, а потім падає. Це пояснюється тим, що з підвищенням температури прискорюються внутрішньоклітинні реакції, але при досягненні певного температурного оптимуму починається інактивація ферментів і денатурація білків, що призводить до загибелі насіння. Температурний оптимум залежить від вологості насіння: чим вище його вологість, тим при більш низькій температурі досягається максимальна інтенсивність дихання. Оптимальна температура залежить також від тривалості температурної дії. Із

збільшенням тривалості дії зона оптимальної температури зміщується у бік більш низьких температур.

Тому при зберіганні бажано підтримувати низькі температури олійного насіння.

Доступ повітря до насінневої маси впливає на інтенсивність дихання, і відповідно на швидкість погіршення його якості. Інтенсивність дихання зменшується із збільшенням вмісту в між насінневому просторі діоксиду вуглецю і зниженням вмісту кисню. Різке зменшення інтенсивності дихання спостерігається після повного поглинання кисню, тобто при переході насіння на анаеробне дихання.

Післязбиральне дозрівання. Збирання насіння проводиться в стадії збиральної стиглості, яка як правило не співпадає з фізіологічною зрілістю. Свіжо зібране насіння володіють цілим рядом специфічних особливостей. Вони мають низьку енергію проростання і схожість, підвищену вологість, в них відбуваються складні фізіологічні процеси, ферментна система знаходиться в активному стані. З такого насіння складніше отримувати олію, і її втрати при виробництві збільшуються.

Післязбиральне дозрівання супроводжується підвищенням енергії проростання і схожості: насіння досягають фізіологічної зрілості, вирівнюється і знижується вологість, зменшується активність фізіологічних процесів, падає інтенсивність дихання.

Видалення вологи із свіжозібраного насіння прискорює процес післязбирального дозрівання. Позитивні температури також прискорюють післязбиральне дозрівання, так як підвищується швидкість реакцій. Низькі температури затримують або навіть повністю припиняють післязбиральне дозрівання.

Свіжо зібране насіння менш стійке при зберіганні в порівнянні з насінням, яке пройшло післязбиральне дозрівання. Зберігати його слід з меншою висотою насипу. При сприятливих умовах зберігання

післязбиральне дозрівання закінчується за 1,5 – 2 місяці, тривалість його залежить відстану насіння і умов його зберігання.

Життєдіяльність мікрофлори. Олійне насіння є добрим поживним середовищем для мікроорганізмів, які за певних умов можуть перейти до активної життєдіяльності. Серед мікроорганізмів насінневої маси найбільш поширені гриби, бактерії і актиноміцети. Ці мікроорганізми для свого розвитку потребують органічні речовини і є причиною загибелі значної кількості насіння. Особа роль в цьому належить плісневим грибам. Плісені здатні гідролізувати клітковину, тобто руйнувати насінневі і плодові оболонки насіння і тим самим полегшують доступ інших мікроорганізмів всередину насіння.

Насіння заражене мікроорганізмами, особливо спорами плісневих грибів, менш стійке при зберіганні. Тому зниження чисельності мікрофлори при закладанні насіння на зберігання має суттєве значення. Серед заходів, які сприяють зниження кількості мікрофлори, головне місце займає очищення насіння від домішок, в яких мікроорганізмів міститься набагато більше, ніж в насінні.

Розвиток мікроорганізмів в насінневій масі спочатку не викликає помітних змін. Першою ознакою активної життєдіяльності мікроорганізмів є зміна кольору насіння. Втрачається характерний блиск, можуть з'явитися темні або кольорові плями, в першу чергу на зародку. Потім з'являється затхлий або пліснявий запах, насіння втрачає сипкість, зростає його температура, що призводить до самозігрівання.

Самозігрівання насіння при зберіганні. Всі живі компоненти насінневої маси: насіння основної культури, бур'янів, мікроорганізми, шкідники – при диханні виділяють тепло і вологу. Внаслідок поганої теплопровідності насінневої маси тепло накопичується в ній. Роль окремих компонентів в утворенні тепла неоднакова. В теперішній час доказано, що основна роль належить плісневим грибам, хоча масовий розвиток шкідників також може призвести до самозігрівання.

Розрізняють самозігрівання гніздове, верхове, низове, вертикально-пластове. Цей поділ є умовним, але він показує, як наростають зміни в якості насіння при самозігріванні. При переході від стадії до стадії зростає температура насіння, змінюється його колір, втрачається сипкість, з'являється пліснявий або гнилісний запах, зростає кислотне число олії. Самозігрівання, яке почалося, відбувається із наростаючою швидкістю, чому сприяє підвищення температури і вологості. Температура може піднятися до 65-75°C і вище. Відомі випадки коли самозігрівання приводило до загорання насінневої маси.

Основним способом запобігання самозігріванню є закладання на зберігання насіння, очищеного від сміття з вологою нижчою за критичну.

ЛЕКЦІЯ 3.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ

1. Процес накопичення олії в рослинах.
2. Ліпіди
3. Фосфоліпіди.
4. Воски.
5. Неомилені нежирові речовини.
6. Азотовмісні речовини.
7. Вуглеводи та їх похідні.
8. Мінеральні елементи.

Процес утворення олії – запасних ліпідів в насінні відбувається при дозріванні насіння. Сполуки органічної та неорганічної природи надходять в насіння із зелених частин рослини – листків і з ґрунту – через кореневу систему і вже в насіннях перетворюються в запасні речовини.

У насінні олійних культур ці сполуки спочатку утворюють речовини вуглеводної природи – типу крохмалю, а потім по мірі дозрівання насіння відбувається перетворення крохмальних зерен в клітинах у ліпідні гранули. Вже з перших днів дозрівання олійного насіння деякі крохмальні зерна в їх клітинах поряд із крохмалем містять олію. Між крохмалем і олією знаходиться проміжна зона, яка складається з продуктів перетворення крохмалю в олію (ліпіди). Найбільш швидко це перетворення відбувається в клітинах, які розміщені біля ядра. Помітна кількість олії в клітинах дозріваючого соняшнику, льону, гірчиці та інших рослин з'являються на 5-7 день після закінчення цвітіння. На пізніх стадіях дозрівання крохмаль у клітинах повністю зникає, перетворюючись на олію.

Початкові стадії дозрівання характеризуються високим умістом вільних жирних кислот. Потім кількість їх знижується, а вміст тригліцеридів,

які представляють собою сполуку трьох жирних кислот і гліцерину зростає. Синтез жирних кислот відбувається послідовно під дією двох ферментних систем, джерелом яких є речовини вуглеводної природи. Спочатку із низькомолекулярних продуктів утворюється жирна кислота із 16 атомами вуглецю (пальмітинова), а потім відбувається ступінчасте подовження цієї кислоти на два атоми вуглецю.

Гліцерин в дозріваючому насінні утворюється із трьох вуглецевих продуктів.

Крім тригліцеридів в олійному насінні, яке дозріває накопичується також запасні білки. Сумарний вміст олії (запасних ліпідів) і запасних білків складає до 80% маси дозрілого олійного насіння.

За несприятливих умов зберігання в дозрілому насінні тригліцириди піддаються гідролізу, який відбувається у зворотному напрямку (від 3-ї стадії до 1-ї).

Хімічний склад олійного насіння, як правило поділяють на групи речовин, які його складають: ліпіди, неомилючі не жирові речовини, азотовмісні речовини (білкового та небілкового характеру), вуглеводи та їх похідні і мінеральні (зольні елементи). Такий поділ заснований на технологічній значимості цих основних компонентів олійного насіння.

Ліпіди. Найважливішим хімічним компонентом олійного насіння, який визначає його промислове використання, є група речовин, яка об'єднується загальним терміном **ліпіди**.

Ліпідами називаються речовини, які добре розчиняються в органічних неполярних розчинниках: бензині, гексані, діетиловому ефірі, чотирьоххлористому вуглецю та ін. та практично нерозчинних у воді.

Вміст ліпідів коливається від $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ маси насіння. В олійному насінні ліпіди завжди пов'язані з іншими речовинами – білками, вуглеводами і їх похідними, утворюючи сполуки різного типу і міцності.

В основній масі ліпідів ці сполуки руйнуються вже при подрібненні насіння, після чого ліпіди можуть бути отримані у вільному стані.

Для руйнування інших сполук необхідна підвищена температура, дія киплячого розчинника, обробіток спиртовим розчином лугу. Тому залежно від ступеню зв'язаності ліпіди поділяються на “вільні”, які легко добуваються з насіння та “зв'язані” для добування яких необхідний інтенсивний обробіток.

При технологічній обробці насіння у виробництві рослинних олій насіння піддають різним технологічним діям – подрібненню, нагріванню, волого-тепловій обробці, тиску при пресуванні, дії органічного розчинника при екстракції. Всі ці дії мають на меті руйнування зв'язку ліпідів з іншими компонентами насінні, хоча вивільнення всіх ліпідів ніколи не відбувається до кінця.

Тригліцериди. Тригліцериди складають основну масу (до 95-98%) ліпідів олійних плодів і насіння. За хімічною будовою вони є складними ефірами триатомного спирту гліцерину і жирних кислот.

Хімічний склад жирних кислот тригліцеридів рослинних олій має ряд загальних особливостей. Жирні кислоти, за рідким виключенням, одноосновні, мають прямий ланцюг та парне число атомів вуглецю. Жири та олії рослинного походження містять насичені кислоти і ненасичені, які мають одну, дві чи три (не більше) подвійних зв'язків.

Найбільш поширені в рослинних жирах олеїнова кислота ($C_{18:1}$), яка має один подвійний зв'язок, лінолева ($C_{18:2}$), яка має два подвійних зв'язки і насичена пальмітинова ($C_{16:0}$) кислота. Олеїнова та лінолева кислоти містять по 18 атомів вуглецю, пальмітинова – 16. Дуже часто зустрічається стеаринова кислота ($C_{18:0}$) – насичена кислота з 18 атомами вуглецю.

У деякому насінні крім цих кислот можуть зустрічатися і інші, але у більшості випадків основна маса жирних кислот представлена двома ненасиченими і двома насиченими кислотами. Ненасичені кислоти містяться в рослинних жирах до 90% загального вмісту кислот. Із насичених кислот пальмітинова кислота зустрічається у всіх рослинних оліях.

Фізичні і хімічні властивості жирних кислот обумовлені кількістю подвійних зв'язків і числом атомів вуглецю. Насичені кислоти відносно стійкі до різних впливів, ненасичені легко окислюються киснем повітря (прогуркають), полімеризуються (утворюючи плівки), відновлюються замість подвійних зв'язків (гідрогенезуються), перетворюючись у насичені кислоти.

Тригліцериди в хімічно чистому вигляді безкольорові не мають ні запаху ні смаку. Різноманітне забарвлення олій, різні смакові якості, запах, залежать від постійно супутніх речовин ліпідної природи.

Щільність олій від 900 до 980 кг/м³. Температура застигання рідких рослинних олій звичайно знаходиться в межах від'ємних температур. Тверді жири мають температуру загусання +40⁰С.

Фосфоліпід. В олійному насінні завжди присутні складні ліпіди, які містять фосфор і часто азот – фосфоліпід. Їх вміст коливається від 0,25 до 2,0% від кількості олії в насінні. Залежно від характеру технологічних дій на насіння при добуванні олії вміст фосфоліпідів в готовому продукті коливається в широких межах. Чим інтенсивніші технологічні дії на насіння, тим більше фосфоліпідів переходить в олію. В насінні соняшнику знайдено 6 груп фосфоліпідів, які переходять в олію.

Фосфоліпідний комплекс насіння може бути видалений від олії обробитком невеликою кількістю води – гідратацією. Після такої обробки фосфоліпід, приєднуючи воду втрачають здатність розчинятися в олії і випадають в осад. Відділення фосфоліпідів від олії ніколи не буває повним. Як правило гідратовані олії містять 0,2-0,4% так званих негідратуємих фосфоліпідів.

Фосфоліпід добре розчиняються в олії та в більшості органічних розчинників (бензині, ефірі) та погано в ацетоні. Фосфоліпід легко окислюються, приймаючи на себе кисень, тому їх вважають анти окисниками олії.

Воски. За хімічною будовою воски відносяться до простих ліпідів. Вони представляють собою складні ефіри жирних кислот з довгим вуглецевим ланцюгом. Воски знайдені в плодових і насінневих оболонках більшості олійних насінин і плодів – соняшнику, сої, бавовнику. Воски покривають у вигляді тонкого нальоту поверхні покривних тканини насіння і плодів і входять у склад їх клітинних стінок. Воски захищають тканини рослин від механічних пошкоджень, пере зволоження та пересихання. Температура плавлення восків 80°C , тому воски при кімнатній температурі знаходяться в твердому стані.

У насінні соняшнику вміст восків складає 1,2-1,3% від маси насіння. У плодовій оболонці міститься до 83% цієї кількості восків, в насінневій оболонці – до 16%, в ядрі – до 1%.

Присутність восків дуже сильно утруднює отримання прозорої соняшникової олії. Мілкі кристали восків тривалий час не випадають в осад та утворюють так звану сітку, що погіршує товарний вигляд олії. Проблема видалення восків є однією із найбільш складних проблем сучасної технології виробництва рослинних олій.

Головна проблема обумовлена саме високою хімічною інертністю восків – вони не видаляються навіть при лужній рафінації олій.

Одним із шляхів отримання прозорих олій – укрупнення кристалів восків шляхом витримування олії при температурі $7-10^{\circ}\text{C}$, а потім видалення їх фільтрацією.

Неомилюючі не жирові речовини. Це група різнохарактерних за хімічною будовою органічних сполук, які добре розчинні в олії і розчинниках. При отриманні олії, речовини цієї групи добуваються із насіння разом із олією, надаючи їй специфічного запаху та смаку.

Вміст не жирових речовин, які неомилюються в різних оліях коливається в значних межах – від 0,4 до 2,9% залежно ввід сортових особливостей насіння, умов вирощування, способу добування олії.

Колір олії обумовлений присутністю в ньому жиророзчинних пігментів або зафарбованих ліпідів. Так в оліях широко представлена група каротиноїдів, колір яких від світло-жовтого до темно-червоного. Найважливішими із групи каротиноїдів є каротини, які мають провітамінні властивості. В ядрі соняшникового насіння міститься каротинів 0,16-0,20 мг, бавовнику – 0,10-0,20 мг на 100 г сухого ядра.

Стійкість рослинних олій до окислення значною мірою залежить від вмісту в них **токоферолів**, які мають сильно виражені антиокислювальні і вітамінні властивості (вітамін Е). За хімічним складом вони є спиртами. Токофероли добре розчиняються в оліях, органічних неполярних розчинниках і нерозчинні у воді. Вони не руйнуються при дії кислот і лугів навіть при короткочасному нагрівання олії до 120⁰С. Вміст токоферолів в оліях від 40 до 280 мг на 100 г.

Вітамінними властивостями володіють похідні нафтохінона, відомого під назвою вітамін К. Найбільший вміст його в конопляній олії, декілька менший у соняшниковій і льняній.

переробки насіння олійних культур, його очищають від сторонніх органічних та мінеральних домішок.

До олійних домішок відносять обрушене насіння основної культури, насіння з залишками ядра (виїдені шкідниками, биті), запліснявілі, загнивші, пророслі, насіння з зміненим кольором ядра, недорозвинені і пошкоджені морозом. Органічне сміття в насінні складається із частинок корзинок, частинок стебел рослин тощо. Мінеральні домішки складаються переважно з грудочок землі, пилу, каміння і металодомішок.

Процес *очищення* ґрунтується на різниці в розмірах, формі, густині та аеродинамічних властивостях насіння й домішок. Очищують насіння за допомогою сепараторів різної конструкції з відкритим або закритим повітряним циклом.

Наступний етап – *кондиціонування* за вологістю насіння. Воно проводиться для збереження якості насіння і стабілізації технологічного процесу. Оптимальною для якісного зберігання насіння олійних культур вважається вологість, нижча за критичну на 2%. А для нормального технологічного процесу виробництва олії, вологість насіння більшості культур (винятком є насіння бавовнику, яке перед виробництвом олії зволожують до 10-11%) має бути нижчою, ніж при зберіганні. Якщо вологість перед пробкою потрібно зменшити, застосовують теплове сушіння, або активне вентилявання.

Відокремлення оболонки від ядра складається із операцій руйнування покривних оболонок насіння – *обрушення* і наступного розподілу отриманої суміші (рушанки) на ядро та лушпиння (луски) *відвіюванням*.

Одним із способів відокремлення оболонок від ядра є *шеретування*, після якого одержують суміш, яка називається рушанкою і складається з цілих ядер, оболонок та січки (частинки ядра) цілого і неповністю шеретованого насіння.

Олійні плоди та насіння обрушують різними методами – залежно від фізико-механічних властивостей оболонки та ядра. Найважливіша вимога до

машин для облущування насіння – руйнування оболонки не повинно супроводжуватися руйнуванням ядра. Через недосконалість існуючих облущувальних машин ця вимога повною мірою не виконується. Руйнування плодів оболонки соняшникового насіння здійснюється відцентровими обрушувальними машинами. Якість облущеного насіння – *рушанки* характеризується вмістом у ній небажаних фракцій – цілих насінин та частково недорученого насіння (цілих) або “недоруч” зруйнованого ядра (січка) та олійного пилу. Присутність в рушанці недоруча небажане: вона збільшує вміст лушпиння в ядрі. Також небажана і присутність у рушанці січки та олійного пилу. Січка легко віддає жир лушпинню навіть під час короткого контакту. Олійний пил цілком не відокремлюється від луски, яка відходить із виробництва і витрати олії з лушпинням збільшуються. Розділення рушанки на лушпиння та ядра засновано на різниці в їх розмірах та аеродинамічних властивостях.

За технологічними нормами рушанка може містити: не шеретованого насіння – не більше 5%, січки – не більше 3% від маси ядра. Віялку потрібно регулювати так, щоб у ядрі залишилося луски не більше 5-6%, а луска містила не більше 0,5% ядра від його маси.

Оцінюють роботу рушійно-війного цеху за вмістом лушпиння в ядрах, та за втратами олії в лушпинні, що вилучається з виробництва (у вигляді олійного пилу, січки ядер та замаслювання лушпиння при контакті із зруйнованими ядрами).

Лушпинність ядер, призначених для одержання олії на пресових заводах не повинна перевищувати 3%, на екстракційних – не більше 8%.

Розпушування оболонки бавовняного насіння інших олійних культур та її відокремлення від ядер здійснюють на машинах іншої конструкції, однак технологічна послідовність операцій залишається такою ж.

Після шеретування рушанку розділяють на такі фракції: ядро, оболонки, ціле насіння і недошеретоване. Оболонки видаляються, ядро надходить на подрібнення, а недоручанка і ціле насіння – на повторне

шеретування. Насіння соняшнику і сої шеретують на насіннерушійних машинах МНР та відцентрових А1 - МРЦ. На машинах марки МНР насіння шеретується внаслідок ударів об біла барабану, які закріплені на барабані, що обертається, або внаслідок повторного удару об деку. Основними робочими органами відцентрової машини є ротор і дека. Насіння за рахунок відцентрової сили відкидається на деку і б'ючись об неї, розколюється.

Наступним процесом є *сепарація* рушанки для максимального відокремлення плодових і насінневих оболонок від ядра при мінімальних втратах олії. Для цього використовують аспіраційну віяльну машину МУС – 50 продуктивністю 50 т/добу. Вона складається із розсійника та аспіраційного корпусу. Розсійник має набір сит, призначених для сортування рушанки на сім сортів (фракцій). Після розділення рушанки за розмірами на ситах її розділяють за щільністю, змінюючи швидкість повітряних потоків.

Подрібненням ядра для вилучення олії необхідно зруйнувати їх клітинну структуру. Кінцевим результатом операції подрібнення є переведення олії, що міститься в клітинах насіння, до форми доступної для подальших технологічних дій.

Подрібнення здійснюють на п'ятивальцьових верстатах марки ВС-5. Ядро насіння подрібнюється за 4 проходи через вальцьові верстати.

Якість подрібненого ядра значно залежить від вологості. Структура клітин ядра максимально руйнується при його вологості 5,5-6%.

Отриманий після подрібнення матеріал називається м'яткою, яка характеризується значною питомою поверхнею. Її не можна зберігати тривалий час, бо ферменти клітин (ліпаза) швидко розкладають жири, гідролізуючи їх на гліцерин і вільні жирні кислоти, що погіршує якість олії. Крім руйнування клітинних оболонок при подрібненні порушується також структура оліємісткої частини клітини, значна частина олії вивільнюється і адсорбується на поверхні часток мятки. Олія в м'ятці розподілена у вигляді тонких плівок на поверхні частинок подрібненого ядра, або насіння і утримається на ній силами молекулярної взаємодії, величина яких перевищує

тиск, який створюють преси для видавлювання олії. Для зменшення сил, що зв'язують олію з поверхнею м'ятки, застосовують волого-тепловий обробіток, що називається підсмажуванням. Здійснюють у спеціальних апаратах – жаровнях. Продукт, отриманий після волого-теплого обробітку наз. *мезгою*.

У промисловості відомо два типа підсмажування: вологе і сухе.

Вологе підсмажування здійснюють у два етапи. На першому етапі проводять зволоження та нагрівання м'ятки з додаванням води, після чого її пропарюють, доводячи вміст у ній вологи й температури до оптимальних значень. На другому етапі зволожену м'ятку висушують, тобто відбувається її кондиціонування, яке забезпечує необхідну структуру матеріалу для кращого його пресування.

Сухе підсмажування полягає у висушуванні та нагріванні м'ятки до певної температури без попереднього її нагрівання і зволоження. Сумарна дія вологи, тепла і кисню повітря під час підсмажування сприяють інактивації ферментної системи м'ятки, яка сприяє інтенсивному протіканню гідролітичних та окислювальних процесів. Тому перед сухим підсмажуванням проводять інактивацію ферментів у м'ятці в пропарювальних шнеках інтенсивним і короткочасним нагріванням її до 80-85°C із одночасним зволоженням. Зволоження та підсмажування м'ятки на олійних заводах здійснюють на спеціальних жаровнях, які за конструкцією поділяють на три типи: чанні, шнекові та барабанні. Мезга із ядра соняшнику при одноразовому пресуванні на пресах подвійної дії МП-21 після подрібнення надходить у пропарювально-зволожувальний шнек, де зволожується парою до вологості 8-9% і нагрівається до температури 80-85°C. Зволожену м'ятку підсушують на жаровні, доводячи вміст вологи в ній до 2-1,5%, а температуру до 115-120°C тривалість прожарювання 40-45 хв.

2. У світовій практиці існує два способи виробництва олії: механічний або пресовий і спосіб розчинення олії в летких органічних розчинниках, або

екстракції. У виробництві рослинних олій ці два способи використовуються окремо або сумісно.

Добування олії пресовим способом. Олія адсорбована у вигляді тонких плівок на поверхні частинок мятки, утримується на поверхні значними поверхневими силами. Для ефективного видалення олії необхідно цей зв'язок послабити. Для цієї мети використовують гідротермічну (вологотеплову обробку) – виготовлення мезги. Ця технологічна операція називається жарінням.

ГТО (гідротермічний обробіток) здійснює вплив на кількість і якість кінцевих продуктів: олії, макухи і шроту.

При зволоженні і послідууючої теплової обробки мятки послаблюється зв'язок ліпідів з неліпідною частиною насіння – білками і вуглеводами і олія переходить у відносно вільний стан. Потім мятку нагрівають до більш високих температур, в'язкість олії помітно знижується, одночасно знижується і вміст вологи в мятці, відбувається часткова денатурація білків, яка змінює пластичні властивості м'ятки і часткова інактивація гідролітичних і окислювальних ферментів насіння, що погіршує якість олії. М'ятка після ВТО перетворюється в мезгу.

Раніше застосовували гідравлічні преси, недоліком яких було недостатньо повне видалення олії, внаслідок чого вміст її у шротах становив 7-8%. На сучасних заводах застосовують шнекові преси, основними робочими органами яких є шнековий вал і зерний циліндр. Залежно від тиску, створеного в зерному просторі на матеріал, що пресується, а також від вмісту олії, яка залишається в шроті, на олійних заводах застосовують різні типи шнекових пресів. За призначенням вони поділяються на преси для попереднього відокремлення олії (форпреси), преси глибокого, або кінцевого відокремлення олії (експелери) та преси подвійної дії (в одному агрегаті здійснюється попереднє і кінцеве відділення олії. Тиск на початку пресування становить 0,03 Мпа і на виході макухи – 0,35 Мпа. Тривалість перебування матеріалу в пресі (тривалість пресування) залежить від

швидкості обертання вала, розміру вихідної щілини, фізико-механічних властивостей матеріалу тощо.

Шнекові преси залежно від тиску на матеріал, який пресується і олійності матеріала поділяється на преси попереднього (неглибокого) зйому олії (форпреси) і преси кінцевого (глибокого) знімання олії.

Екстракційний спосіб добування олії можна застосовувати як у чистому вигляді, так і в комбінації з фор пресовим. Прикладом екстракційного способу добування олії в чистому вигляді є пряма екстракція “сирої м’ятки” при переробці сої.

Для добування олії з насіння соняшнику застосовують схему фор пресування, тобто на першому етапі використовують преси неглибокого отримання олії.

На олійних заводах для видалення олії екстракційними способом як розчинник використовують бензин, а в останні роки – суміш бутан-пропану, яка за нормальних умов є газоподібною. Після форпресування макуху направляють на екстракцію для остаточного добування олії. Щоб збільшити поверхню дотику між розчинником та подрібненою сировиною (макуховою крупкою), останню пропускають через спарену плющильну вальців ку з гладенькими вальцями і дістають пластинки завтовшки 0,2-0,4 мм.

Є два варіанти для добування олії при екстракційному способі – настоюванням і послідовне знежирення. При настоюванні матеріал заливають розчинником. Через деякий час олія переходить у розчинник та утворюється розчин (місцела), який потім заливають. Знежирений мат-л знову заливають чистим розчинником і так повторюють доти, поки не буде добута майже вся олія.

У процесі екстракції розрізняють два періоди:

- 1) добування вільної олії, тобто тієї, що міститься на зовнішніх і внутрішніх поверхнях;

2) добування олії, яка знаходиться у незруйнованих або частково деформованих клітинах. Після закінчення екстракції у шроті міститься приблизно 1% олії та близько 40% розчинника.

Місцела, яку отримують після екстракції, складається із легкого розчинника, олії і твердих частинок. Щоб видалити з неї тверду фракцію та розділити на олію і розчинник, частинки твердої фракції відокремлюють від міцели відстоюванням, центрифугуванням або фільтрацією. Із трьох основних способів розділення неоднорідних систем здебільшого застосовують спосіб фільтрації. Для відгонки легкого розчинника з міцели застосовують також спосіб дистиляції, використовуючи для цього спеціальні дистиляційні установки. Спочатку місцелу підігрівають у дистиляторі парою до температури 100-105°C. При цьому частина бензину випаровується і концентрація олії підвищується до 75-85%. Після цього місцела надходить у кінцевий дистилятор, де бензин повністю відганяється парою при температурі 210-220°C. Утворена в кінцевому дистиляторі олія виводиться з нього, охолоджується водою в теплообміннику, зважується і направляється у сховище, з якого подається на очищення.

Нині екстракційний спосіб добування олії на заводах У країни є провідним, тому що забезпечує більший вихід олії, ніж при використанні пресового способу.

ЛЕКЦІЯ 5.

ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ОЛІЙ МЕТОДОМ ЕКСТРАКЦІЇ

1. Розчинники рослинних олій. Промислові розчинники для екстракції рослинних олій.
2. Екстракція олій із олійної сировини. Загальні положення.
3. Основні методи і способи екстракції. Екстракція олій в апаратах неперервної дії.

Процес екстракції заснований на добрій розчинності рослинних олій в неполярних органічних розчинниках, таких як бензин, гексан, дихлоретан та ін..

Екстракція – це процес переносу олій із олієвмісного матеріалу в розчинник, який здійснюється завдяки *молекулярній і конвективній дифузії*.

Процес екстракції рослинних олій відбувається в декілька стадій. У першій стадії відбувається змочування розчинником спочатку зовнішньої а потім внутрішньої поверхні матеріалу, який екстрагується, потім *міцела (розчин олій у розчиннику)*, яка утворилась заповнює внутрішній об'єм пористого матеріалу. При цьому відбувається витиснення повітря. Після того, як розчинник змочить поверхню, заповнить внутрішній об'єм матеріалу і розчинить олію, яка знаходиться на поверхні, він починає проникати всередину клітини. Встановлено, що кількість олій, яка знаходиться на поверхні добре підготовленої до екстракції сировини, складає 80% від всієї кількості олій, яка міститься в ній. Із незруйнованих клітин олія екстрагується дуже повільно через складну проникність клітинних стінок як для розчинника так і для олій.

Розчинність речовин залежить від співвідношення сил молекулярної взаємодії в розчиннику і речовині, яка розчиняється. Величина сил міжмолекулярної взаємодії може бути оцінена за величиною їх діалектичної проникності, яка характеризує ступінь полярності складаючі їх молекул.

Діелектрична проникність рослинних олій дорівнює 3,0-3,2 і лише рицинового вона вище – 4,7. Тому рослинні олії добре розчиняються в органічних розчинниках, які мають значення діелектричної проникності, яка близька до до олій. Так діелектрична проникність бензину при температурі 20°C складає біля 2, гексану 1,89, бензолу 2,20, діхлоретану 10,36 (при 25°C), ацетону 21,5. Розчинники, які мають діелектричну проникність більше 20, здатні розчинятися у воді і вода в них.

Розчинники, які застосовуються для добування рослинних олій методом екстракції, повинні задовольняти певним вимогам. У загальному вигляді ці вимоги визначаються намаганням отримати найбільші виходи олії при екстракції, забезпечити найкращі якісні показники готової продукції – олії та шроту, запобігти шкідливому впливу розчинника на організм людини і забезпечити безпеку роботи із ними. У зв'язку з цим промисловий розчинник повинен відповідати таким вимогам:

- 1) добре і швидко розчиняти олію (добре змішуватися з нею у всіх відношеннях) та не розчиняти супутніх речовин;
- 2) бути хімічно однорідною речовиною із постійною і невисокою температурою кипіння, низькою теплоємністю;
- 3) не змінювати свого хімічного складу і властивостей при зберіганні і при переробці;
- 4) не змішуватися із водою;
- 5) видалятися повністю і при можливості за більш низьких температур із олії і шроту, не надавати їм стороннього запаху і смаку і не утворювати шкідливих для живих організмів речовин;
- 6) не руйнувати апарати для екстракції;
- 7) не бути шкідливим для здоров'я;
- 8) бути пожежо - та вибухонебезпечним;
- 9) бути доступним для застосування у великих промислових масштабах і бути дешевим.

В промисловості для екстракції рослинних олій застосовують розчинники: аліфатичні вуглеводні, які отримують із нафти, ароматичні вуглеводні, аліфатичні спирти, хлорпохідні аліфатичних вуглеводних.

Для екстракції рослинних олій в промисловості широко застосовують бензин і гексан.

Бензини – розчинники, які широко застосовуються для екстракції олій – відносяться до аліфатичних вуглеводнів. Вони мають температуру кипіння 70-120°C, температуру само загоряння 230 - 260°C. У воді бензини нерозчинні. Розчинна здатність бензинів для олій, жирів і восків складає 1:5.

Для екстракції рослинних олій застосовують екстракційний бензин, який відповідає вимогам ГОСТ 462-51, МРТУ 12Н № 20-63, МРТУ 12Н № 20-64. Бензин є сумішшю нормальних вуглеводнів.

Екстракційний бензин повинен задовольняти таким вимогам: початок кипіння – не нижче 60°C, температура кінця кипіння – не вище 106°C. Пари бензину у 2,7 разів важче повітря, вони стеляться по полу.

Розчинна здатність бензину підвищується із збільшенням у ньому кількості легких фракцій. В останні роки широке застосування знаходять розчинники пентан і гексан, які мають низьку точку кипіння – 40 і 70°C.

Н - Гексан – це як і бензин дуже летка речовина, яка має молекулярну масу 86,2, щільність 663 кг/м³ при 15,5⁰С. Із жирами і оліями *n* – гексан змішується у всіх відношеннях, має температуру кипіння 66,7 – 69,3°C, не містить, на відміну від екстракційного бензину) ароматичних вуглеводнів.

Пропан і бутан – перспективні розчинники. Особливістю цих розчинників є те, що застосування їх при надлишковому тиску 0,4-1,2 МПа прискорює процес екстракції в 2-3 рази. Видалення пропану і бутану із олії і шроту відбувається при температурі від 25 до 40°C. Після відгонки пропану і бутану із олії і шроту в них не залишається слідів розчинника, в той час як бензини, які застосовують по ГОСТ 462-51 і які википають за температури більше 85°C, внаслідок недосконалості обладнання по відгонці розчинника залишається в екстракційній олії (0,1%).

Бензол – рідина із молекулярною масою 78,12 і температурою кипіння 80,2°C. Температура самозаймання 580°C. Бензол слабо розчиняється у воді (при температурі 20°C – 0,08 г бензолу в 100 г води). Розчинна здатність по відношенню до олій і жирів така ж як і у бензину, 1:5. Через високу токсичність має обмежене застосування.

Етиловий спирт – рідина із молекулярною масою 46,07 і температурою кипіння 78,3°C. Температура само загоряння. Спирт в любых відношеннях розчиняється у воді. Для екстракції олій застосовують спирт 96% - Ної концентрації. Етиловий спирт як розчинник застосовують при екстракції соєвої олії.

Ацетон – це рідина із специфічним запахом. Молекулярна маса 58,08; температура кипіння 56°C; температура самозаймання 500°C. Пари ацетону в суміші із повітрям можуть самозайматися: межа вибуховості парів ацетону в середньому складає 7,6%. Ацетон добре розчиняється у воді. Розчинна здатність ацетону по відношенню до олії і жирів така ж, як і у бензину. Особливістю його як розчинника є те, що він не розчиняє фосфатиди.

Фреон-12 – перспективний розчинник. Ця рідина кипить при температурі -29,8°C. Даний розчинник відрізняється від названих вище вогневзривонебезпечністю; він не токсичний, є стійким до окислювачів та кислот, легко летучий, хімічно інертний по відношенню до матеріалу, який екстрагується. Швидкість екстракції олії із сировини вища в 1,2 – 1,5 рази, ніж при екстракції бензином. Процес добування олії відбуваються на холоді при температурі кипіння фреону. Фреон-12 відганяється із олії і шроту при температурі від -5 до +5°C.

2. Екстракція олії із олійної сировини. Загальні положення.

Екстракційний спосіб добування олії із олійної сировини може застосовуватися як у чистому вигляді, так і в комбінації з форпресовим. Найбільш характерним прикладом використання екстракційного способу у чистому вигляді є пряма екстракція “сирої м’ятки” при переробці насіння сої. При комбінуванні екстракційного способу із форпресовим добування олії проводиться у два етапи.

На першому етапі форпресуванням добувається до 80-85% олії, що спрощує проведення другого етапу – екстракції. При прямій екстракції насіння сої екстрагують м'ятку, якій після конденсування за вологістю і температурою надається на спеціальних вальцьових станках форма пластинок – пелюсток (так звана сира пелюстка). Для інших видів олійної сировини, що переробляється, як правило, за схемою форпресування – екстракція. Залежно від підготовки матеріалу до екстракції стан олії у ньому буде різним. В м'ятці і сирій пелюстці основна кількість олії знаходиться на зовнішніх і внутрішніх поверхнях частинок матеріалу, а менша частина – всередині деформованих і незруйнованих клітин. Тому важливе значення має правильна підготовка сировини до екстракції.

Після форпресування матеріал, який залишився – макуху – направляється на екстракцію для повного добування із неї олії. Попередньо вона проходить відповідний обробіток, ціль якого є створення оптимальної зовнішньої і внутрішньої структури для добування олії розчинником. Це досягається шляхом подрібнення макухи, кондиціювання крупки за вологістю і температурою і в ряді випадків, отримання із крупки матеріалу пелюсткової природи. Подрібнення макухи, як правило, відбувається на дробилках – молоткових або дискових, кондиціювання – в чанних жаровнях, а в пелюсткових – на плющильних вальцьових станках. Для кондиціювання матеріалу за температурою і вологістю використовуються будь-які жаровні – трьох-, пяти-, шестичанні.

При переробці насіння олійних культур методом прямої екстракції для кондиціювання матеріалу за температурою та вологістю і одночасного отримання пористих гранул застосовують агломератори.

Для охолодження жмиха після пресування використовують шестичанний кондиціонер, який представляє собою звичайну чанну жаровню, яка має тихохідні мішалки, у якому охолоджуюча вода подається тільки в днище.

Виробничість кондиціонера – 200 т/добу жмиха при охолодженні його від 90 до 60°C

Для добування олії із олієвмісної сировини принципово можливе використання двох методів екстракції: методу *настоювання* і методу *послідовного знежирення*.

За *методом настоювання* свіжий матеріал заливають чистим розчинником, утворюється розчин – місцела, який потім зливається. Знежирений матеріал знову заливається чистим розчинником і так повторюється до тих пір, доки не буде вилучена вся олія. Перші порції місцели мають більшу концентрацію, поступово концентрація зменшується.

За методом послідовного знежирення чистий розчинник безперервно надходить на максимально знежирений матеріал, а концентрована місцела – на свіже завантажену сировину. В промислових умовах виробництва олії в теперішній час застосовують майже виключно метод послідовного знежирювання. Екстрактори, які працюють за цим методом поділяють на апарати періодичної і безперервної дії.

Для екстракції олії із сировини застосовують *безперервні* методи. *Періодичний* метод через свою недосконалість в теперішній час не застосовується.

Безперервна екстракція на сучасному етапі є основним методом знежирювання олійної сировини. У процесі екстракції рух розчинника може здійснюватися або назустріч олійній сировині, яка рухається, або в одному напрямку з ним. У першому випадку процес називається протитоковим, а в другому прямотоковим.

Всі екстрактори безперервної дії працюють за методом послідовного знежирювання.

Для екстрагування олії із олійної сировини застосовують наступні способи екстракції:

- занурення олійної сировини в розчинник, який рухається;
- багаторазове зрошення олійної сировини, яка рухається розчинником.

При *екстракції способом занурення* (імерсійний) добування олії відбувається безступінчасто в умовах абсолютного протитоку. При цьому способі

велике значення має протяжність екстракційної траси і кількість співвідношення матеріалу, який екстрагується і розчинника. Для екстракторів, які працюють способом занурення характерні такі переваги: простота конструктивного оформлення і невеликі площі, які займають екстрактори, високий коефіцієнт використання їх геометричного простору (до 95-98%) та менша можливість утворення в апаратах вибухонебезпечних суміші повітря і розчинника.

При *екстракції способом багатоступінчастого зрошення* (перколяційним) олія добувається в умовах відносного протитоку, так як тут переміщається тільки розчинник, а матеріал, як правило, залишається в покої на стрічці, в ковші, в секціях ротора, кошику тощо.

Екстрактори, які працюють за цим способом, мають наступні переваги: отримання місцел підвищеної концентрації (25-35%), що дозволяє знизити співвідношення кількості розчинника і матеріалу, який екстрагується, а також зменшити розхід тепла (пари) на дистиляцію міцели.

При *змішаному способі екстракції* використовується переваги як способу занурення, так і способу багатоступінчастого зрошення.

Протягом останніх років на практиці промислової екстракції рослинних олій все більше поширення має спосіб багатоступінчастого зрошення матеріалу, який екстрагується вуглеводневими розчинниками.

Екстракція олії в апаратах безперервної дії. В основному це екстрактори, які працюють способом занурення матеріалу в розчинник. Екстрактори цього типу представлені, в основному, двома видами апаратів: вертикальними шнековими та баштовими екстракторами.

Вертикальні шнекові екстрактори застосовувались в Радянському Союзі у вигляді трьох моделей: НД – 1000, НД – 1250 і НД – 1250 модернізована. Всі ці моделі екстракторів мають принципово однакову конструкцію робочих органів, але різний внутрішній діаметр корпусу: 1000 і 1250 мм. Найбільше поширення на вітчизняних заводах отримав екстрактор НД – 1250. Він складається з завантажувальної колони з декантатором, горизонтального передаточного шнеку і екстракційної колони. Корпус кожної колони складається з окремих царг, які

сполучені між собою фланцями. В середині корпусу розміщуються робочі шнеки, які приводяться в рух електродвигунами через відповідні редуктори.

Розчинник подається в екстракційну колону і, проходячи протитоком назустріч матеріалу по всій екстракційній трасі, добуває олію яка там знаходиться. У верхній частині завантажувальної колони місцела фільтрується через шар матеріалу в декантаторі, частково відстоюється в його розширеній частині і виходить із екстрактора із вмістом частинок матеріалу, який екстрагується біля 0,4% за масою. Із екстракторів, які працюють способом багатоступінчастого зрощення олійної сировини розчинником застосовують апарати фірм “Де Смета”, “Лургі”, “Орекстро”, “Баллестро”, “Окрім” та ін.

Добування олії на стрічкових екстракторах. Екстрактор фірми “Де Смета” складається із корпусу, завантажувального бункера із системою затворів, горизонтального транспортера, місцелозбірника, рециркуляційної системи, насосів для подачі чистого розчинника і місцели, устрій для промивання сітки, розвантажувальних і розпушуючих устроїв для шроту, приводів стрічки.

ЛЕКЦІЯ 6

ОЧИЩЕННЯ МІЦЕЛИ

1. Способи очищення міцели
2. Дистиляція міцели
3. Конденсація і рекуперація парів розчинника

Міцела, яка виходить із екстрактора, складається з розчинника, розчиненої в ньому олії, фарбуючи речовин, фосфоліпідного комплексу і підвішених частинок шроту, а також інших механічних домішок.

Домішки, які знаходяться в міцелі, поділяють на істинні розчини, колоїдні розчини і взвеси.

Ліпіди різних груп: вільні жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни, пігменти – утворюють істинні розчини.

Часточки домішок у міцелі, які утворюють колоїдні розчини і взвеси, мають розміри від 1,5 до 1000 мкм, а в основному міцела містить частинки розміром 120-420 мкм. Колоїднорозчинні і нерозчинні речовини, які містяться в міцелі, піддаються дії теплоти при дистиляції, при цьому погіршуючи якість олії, утворюючи відкладення на поверхні дистиляторів. В олії підвищується кислотне число і воно набуває темного кольору.

Розчинні домішки, які знаходяться в олії в процесі дистиляції вступають у взаємодію з твердими домішками міцели, при цьому утворюють складні сполуки, які надають олії специфічного запаху, збільшують інтенсивність забарвлення, а також змінюють смакові якості. Механічні домішки при відгонці розчинника із міцели підвищують відстій в олії, утворюючи нагар на нагріваючих поверхнях установок для відгонки розчинника та знижують якість готової олії.

1. Способи очищення міцели. При виборі методів очищення міцели визначаючим фактором є вміст домішок в олії. Якщо вміст домішок значнтй – то застосовують відстійники, гідро циклони, а також ротаційні та патронні фільтри.

Якщо ж вміст домішок невеликий, наприклад у місцелі, яка працює за способом ступінчастого зрошення, то місцелу обробляють розчином електроліту (5%-ним водним розчином NaCl) у коагуляторі. Для очищення міцели застосовують *відстоювання, фільтрацію і центрифугування.*

Відстоювання міцели ведуть безперервно в циліндричних або прямокутних ємностях з конічними днищами із механічним видаленням шламу. Шламом називається осад, який утворюється в результаті відстоювання або фільтруючій поверхні при фільтрації). Відстоювання є першою стадією відділення нерозчинних частинок від міцели. Випадіння в осад частинок при відстоюванні відбувається внаслідок сили тяжіння.

Фільтрація міцели – це процес відділення твердих, не розчинних в місцелі домішок через фільтруючу поверхню під вакуумом або при тиску.

Швидкість фільтрації міцели через фільтруючі перегородки залежить від властивостей матеріалу із якого виготовлений фільтр, від вологості і ступеню забрудненості міцели, а також від концентрації її. Швидкістю фільтрації називається час проходження (в секундах) 1 м^3 місцели через квадратний метр фільтрувальної тканини. Вимірюється в $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Центрифугування міцели – це процес відділення від міцели твердих домішок під дією центр обіжних сил, які розвиваються в герметично закритих центрифугах або сепараторах. Цей спосіб не знайшов широкого застосування.

Очищення міцели на періодично діючих фільтрах. Для цього використовують рамний фільтрпрес.

Місцела за допомогою центробіжного насосу по системі труб пропускається через фільтр. Після закінчення фільтрації міцели для зниження олійності шламу у фільтр подається чистий розчинник, яким шлам промивається протягом 25-30 хв. Витрати розчинника для промивання шламу складає 1-1,2 м^3 .

Після промивання і стоку розчинника із фільтра для видалення із шламу бензину у фільтр протягом 15 хв подаються пари розчинника. Після закінчення продувки фільтр включається у вакуум-систему і протягом 25-30 хв відбувається відсапування із шламу парів бензину.

У профільтованій місцелі (фільтраті) міститься до 0,1% твердих, нерозчинних в місцелі частинок шламу.

Основні технічні дані місцелового рамного фільтрпреса ВПМ: фільтруюча поверхня 33 м², потужність 6 м³/год, Ступінь очищення міцели 99,9%.

Очищення міцели на безперервно діючих фільтрах. На сучасному етапі для фільтрації міцели застосовують в основному безперервно діючі фільтри.

Фільтри безперервної дії поділяють на типи: фільтри із прямою фільтрацією; фільтри із попереднім відстоюванням (із горизонтально і вертикально розміщенням фільтруючих елементів; фільтри з механічним і гідродинамічним зняттям шламу із фільтруючої поверхні і видаленням шламу із фільтра.

2. Дистиляція міцели. Це процес розділення розчину олії у розчиннику за допомогою відгонки (випарювання) леткого розчинника із нелеткої олії. Дистиляція міцели може здійснюватися трьома способами: розпиленням міцели, в плівці міцели і в шарі міцели. Всі три способи передбачають нагрівання міцели до температури випаровування розчинника. Нагрівання здійснюється шляхом передачі тепла від водяної пари до міцели. Тепло передається як при безпосередньому контакті пару із місцелю, так і через нагріті парою металеві поверхні (глухою парою). Ввід водяної пари безпосередньо у місцелю здійснюється через барботери. Передача тепла від пари до міцели через металеві перегородки здійснюється в теплообмінниках і підігрівачах міцели.

Для безпосереднього контактування водяної пари із місцелю застосовується перегрітий пар, а для передачі тепла через металеві перегородки – насиченою парою.

Дистиляція міцели може здійснюватися в одну, дві, або декілька стадій (ступінчаста дистиляція). У дві стадії дистиляція відбувається шляхом попередньої відгонки розчинника до певної концентрації міцели в одній установці і потім повного видалення розчинника в установках другого типу, в одну стадію – розчинник із міцели видаляється повністю в одному дистиляційному апараті. Ступінчаста дистиляція міцели здійснюється в декількох окремо розміщених апаратах.

Одностадійна дистиляція майже не застосовується. Найбільш широко використовується двох стадійна відгонка розчинника із міцели.

Схема дистиляції міцели в екстракційній лінії "Екстехнік". Установа працює по трьохступінчастій схемі дистиляції. Так при переробці міцела концентрацією 35% із екстрактора через відстійник надходить в приймальний бак. Відстійник служить для заспокоєння міцели і звільнення її від грубих підвішених часточок. Автоматичний очищувальний устрій забезпечує постійне повернення шламу в екстрактор. У приймальному баці міцела розділяється на два потоки. Перший насосом подається на рафінацію олії в міцелі, після чого із температурою 55°C надходить в випаровувач площею 400 м². Випаровувач працює під вакуумом 0,05 Мпа. При цьому міцела концентрується до 65%, потім насосом перекачується у випаровувач із площею поверхні нагрівання 500 м².

Подача пари для обігрівання регулюється за температурою міцели на виході із випаровувача, яка повинна відповідати 90°C. При зниженні температури нижче 85°C міцела повертається в випаровувач.

Далі із випаровувача міцела перекачується насосом у подвійну вакуумну ректифікаційну колону.

Ректифікаційна колона складається із двох частин, виготовлених у вигляді зрошувальних колон, із поперемінно опуклими і ввігнутими тарілками зрошення. Передача міцели із однієї колони в іншу відбувається насосом. У верхній колонці залишки розчинника відганяються під вакуумом до остаточного вмісту 0,5%. У результаті додаткової подачі пару в нижню ректифікаційну колонку загальний вміст летких речовин в олії на виході із нижньої ректифікаційної колони – не вище 0,2%.

Олія, звільнена від розчинника, насосом перекачується в ємкості для готової продукції.

Другий потік міцели із приймального баку насосом направляється в дистилятор із плівкою, яка опускається для упарювання міцели концентрацією від 35 до 58%, яка насосом перекачується в екстрактор.

Таким чином, дистиляція місцели (відгонка розчинника) в якості обов'язкових етапів включає в себе випаровування розчинника в плівці при високих швидкостях випаровування із відносно слабкоконтрованих місцел і обов'язковий обробіток олії на кінцевій стадії дистиляції водяною парою (барботуванням у шарі). Такий обробіток забезпечує отримання олії за відносно невеликих температур без слідів розчинника, про що судять за так звану «температурою спалаху розчинника» - максимальній температурі олії, при якій над її поверхнею відбувається спалахування летких продуктів у присутності відкритого вогню.

Якість олії в процесі відгонки розчинника із місцели залежить не тільки від технологічних параметрів цього процесу – температури, тривалості відгонки, але і від складу домішок у місцелі як механічних, так і різних груп ліпідів, які добуваються в ході екстракції разом із олією.

При теплових діях на місцелу в процесі дистиляції відбуваються процеси термічного окислення і розпаду тригліцеролів, фосфоліпідів і жиророзчинних вітамінів і провітамінів. Присутність цих речовин знижує якість олії і затруднює проведення технологічних процесів за послідуочною переробки олії. Тому домішки і супутні групи ліпідів із місцели необхідно видалити до дистиляції. Якщо механічні домішки відносно просто видаляються із місцели при фільтрації або інших способах очищення, то видалення структурних ліпідів – каротиноїдів, стеролів, токоферолів, фосфо- і гліколіпідів, вільних жирних кислот потребує застосування фізико-хімічних і хімічних методів – обробки розчиненої у розчиннику олії лугом – рафінація в місцелі.

Рафінація (нейтралізація) олії в місцелі відбувається за оптимальної концентрації місцели 35-45%. Тому місцелу, яка виходить із екстрактора з більш низькою концентрацією упарюють у дистиляторі. Місцела оптимальної концентрації і температури надходить у струйний змішувач, де змішується із розчином лугу. При цьому в місцелі при взаємодії лугу із вільними жирними кислотами утворюються пластівці мила. Звідси очищена місцела надходить у дистилятори другого ступеня. Олію із кінцевого дистилятора (останнього ступеня

дистиляції) після охолодження перевіряють на повноту відгонки розчинника за величиною температури спалахування.

Відгонку розчинника із осаду (соапстоку), виділеного із місцели у відстойниках безперервної дії, проводять у колонках, які представляють собою циліндричний вертикальний апарат. Апарат працює під вакуумом. Нагрітий до температури 110°C соапсток з розчинником подається у форсунки і з великою швидкістю викидається у паровий простір апарата, де інтенсивно випаровується розчинник, а соапсток переходить у збірник, звідти на склад.

ЛЕКЦІЯ 7

РАФІНАЦІЯ ОЛІЇ

1. Суть методів рафінації олії
2. Домішки, які присутні в рослинних оліях
3. Методи рафінації олії:
 - а) центрифугування;
 - б) хімічні методи;
 - в) гідратація олії;
 - г) лугова рафінація;
 - д) адсорбційна рафінація.

Очищення олії від супутніх речовин отримало назву *рафінація*. При проведенні рафінації необхідно не тільки вилучити небажані, але й зберегти всі цінні речовини, що містяться у жирі, не допустити їх втрат на розкладання.

Обов'язковим при первинному очищенні олії на олієдобувних підприємствах вважають видалення механічних домішок і води.

Сучасні методи рафінації жирів та олії підрозділяють на фізичні (відстоювання, центрифугування, фільтрування), хімічні (гідратація, лужна рафінація) та фізико-хімічні (адсорбційна рафінація, дезодорація). Вибір методів рафінації залежить від складу та кількості домішок, їх властивостей та призначення олії. У більшості випадків для повногоочищення олії застосовують поєднання декількох засобів.

Речовини, які присутні в олії, що умовно поділяються на дві групи:

- 1) що містяться в насінні і переходять в олії в мінімально зміненому стані;
- 2) що містяться в насінні і змінюється в процесі під дією зовнішніх факторів.

До першої групи відносяться ліпіди складного складу, у тому числі фосфоровмісні, воскові і фарбуючі речовини, вільні жирні кислоти, різні спирти; другу групу складають продукти окислення гліцеридів: низькомолекулярні жирні кислоти, альдегіди, кетони, оксикислоти та ін.

Найбільш важливими із цих речовин є *фосфоровмісні*.

У процесі виробництва олії відбувається руйнування клітинних мембран і фосфоліпіди вивільняються разом з олією. В нерафінованих оліях вміст фосфоліпідів коливається і залежить не тільки від їх вмісту в насінні, але і від способу добування олії.

Властивість фосфоліпідів у присутності вологи втрачати стійку розчинність в олії покладено в основу технології гідратації фосфатидів з метою їх вилучення. Такі фосфатиди називаються *гідратуємі*. А фосфатиди, які не вдається видалити водою є негідратуємі.

Фосфоліпіди, розчинені у свіжовиробленій олії, при зберіганні поглинають вологу, коагулюють і утворюють осад, погіршуючи товарний вид продукту.

При високих температурах фосфатиди можуть реагувати з вуглеводами, при цьому утворюються темнозабарвлені сполуки – *меланофосфатиди*. Їх присутність негативно впливає на якість олії.

На якість рослинних олій великий вплив здійснюють *воскоподібні речовини*. Це складні речовини з переважним вмістом ефірів високомолекулярних одноатомних (або двоатомних) спиртів і жирних кислот. У воскову фракцію ліпідів також входять високомолекулярні вільні жирні кислоти і спирти, вуглеводні, стероли, стероїди та ін.

Температура плавлення насичених воскових ефірів знаходиться в межах 32...98°C. При переробці олієвмісного матеріалу підвищеної лужистості воски легко видаляються разом з олією, в якому добре розчинні за температури його отримання. При охолодженні вони втрачають розчинність і виділяються у вигляді мілкої взвесі, в олії на провіт видно «сітка» - мілкі кристали восків, які не осідають в осад і не видаляються при лужній рафінації через велику хімічну інертність до лугів. У результаті олія стає мутною, погіршується її товарний вигляд.

Воскові речовини необхідно видаляти з олій, так як важливим показником є прозорість.

Вільні жирні кислоти знижують харчові якості олій. Їх велика кількість в оліях, які споживаються в їжу, може стати причиною захворювань гастритом.

Присутність вільних жирних кислот обмежується кислотним числом олії. Вони видаляються лужною нейтралізацією.

Пігменти впливають на забарвлення олії. В олії найчастіше зустрічаються каротиноїди і ксантофіли. Фарбуючі речовини видаляються з олії шляхом обробки олії різними адсорбентами.

Стероли, токоферолі присутні в олії в невеликих кількостях і не здійснюють суттєвого впливу на процес очищення. На останньому етапі рафінації (при дезодорації) видаляються ядохімікати і речовини- носії запаху і смаку. До них відносять низькомолекулярні жирні кислоти (капронова, капринова та ін.)

Класифікація методів рафінації : відстоювання, фільтрування, центрифугування, гідратація, виморожування, нейтралізація, промивання, висушування, адсорбційне очищення, дезодорація, дистиляційна рафінація.

Спосіб нейтралізації олії заснований на обробці олії водними розчинами лугу. Вільні жирні кислоти, взаємодіючи з лугом, утворюють водні розчини мила – соапстоки. Вони не розчинні в олії і так як їх відносна щільність вища, ніж у олії, утворює осад, який потім необхідно видалити із олії. У присутності води, при нестачі лугу можуть утворюватися кислі мила, які погано розчиняються у воді. Тому лугу для реакції нейтралізації беруть більше.

Після *лугової нейтралізації* олії і видалення соапстока в олії залишається деяка кількість олії – солей жирних кислот лужних металів. Кількість мила залежить від методу, що застосовується.

Мило необхідно видаляти з олії, тому що вони надають олії мильного смаку. Для цього застосовують *промивання* олії гарячою водою або розчином лимонної кислоти.

Після промивання в олії можлива присутність води, що небажано. Тому застосовують висушування.

Для рослинних олій, які призначені для виробництва маргаринової продукції, передбачено *відбілювання (адсорбційна рафінація)*. В якості адсорбентів використовують активовані відбілюючі глини (бентоніти). При відбілюванні з олії видаляються фарбуючі речовини – каротиноїди, хлорофіли, з бавовникової олії –

госипол та його похідні. Паралельно з фарбуючими речовинами із олії видаляються жирні кислоти, залишки мила та ін.

Для соняшникової олії застосовують також *виморожування*, в результаті чого відбувається видалення із олії твердих восків. Недоліком операції виморожування восків є тривалість процесу і відносно високі енергетичні витрати.

Дезодорація – застосовується для видалення з олії поліциклічних ароматичних вуглеводнів та продуктів життєдіяльності мікроорганізмів в олійній сировині – афлатоксинів). При дезодорації з олії виводяться також пестициди, гербіциди, 3,4-бензпирен – ядовиті продукти горіння органічних речовин тощо.

Цю операцію проводять обробітком олії у вакуумі за високої температури з одночасним використанням гострої водяної пари.

Первинне очищення олії проводять у дві стадії: перша – попереднє очищення – призначене для видалення більш крупних частинок, друга – тонка – для видалення більш мілких частинок. Для розділення суспензії використовують методи відстоювання і фільтрації.

Видалення з олії твердих завислих частинок і води проводять методом відстоюванням у відстойниках, механічних гущепастках за допомогою осаджувальних центрифуг і при фільтруванні через тканину на рамних фільтр-пресах.

Відстоювання – це процес розділення фазрізної щільності під дією гравітаційного поля (сили тяжіння). При рафінації відстоюванням застосовують як допоміжну операцію. Осадження тривалий час відбувається по всій товщині олії, відстояна олія зливається в інший апарат, а осад- в ємності для зберігання.

Для видалення домішок застосовують механічні ординарні і подвійні гущепастки. Механічні домішки осідають на дно, а потім скребками видаляються назовні. Вміст механічних домішок після очищення складає 0,3-0,5%.

Фільтрація. Використовується для видалення тонкодисперсних частинок. Процес заключається в пропусканні олії через фільтри. При фільтрації рідина проходить через шпари фільтрувального матеріалу, а завислі частинки затримуються на фільтрі.

Хімічні методи рафінації застосовуються для виведення вільних жирних кислот, фосфоліпідів, білків, слизу та деяких інших сполук.

Одним з найважливіших методів хімічного очищення жирів є *гідратація*.

Гідратація – вилучення домішок за допомогою води (дає можливість виділити з олійречовиниз гідрофільними властивостями, в першу чергу фосфоліпіди. Фосфоліпіди хоч і є цінними в харчовому та біологічному відношеннісполуками, які мають антиокислювальні властивості, але при зберіганні олії випадають в осад, який легко розкладається. Наявність їх в олії ускладнює також проведення ряду технологічних операцій при їх переробці. Тому необхідно вилучати їх з олії гідратацією., а потім використати в харчових та кормових цілях у вигляді самостійного продукту.

При гідратації олію обробляють водою в струменевому змішувачі типу ежектора, в якому забезпечується інтенсивне змішування олії та води. Суміш олії та води (для соняшникової олії за тем-ри 45 60⁰). Направляють до коагулятора, де відбувається формування гідратаційного осаду, який відокремлюється у відстійнику. Коагулятор має рамкову мішалку, яка робить 13 об./хв. Час перебування олії в коагуляторі – 0,5 год. Суміш олії з водою повільно проходить через коагулятор, виходячи у вигляді олії, що містить сформовані пластівці фосфоліпідів. Розподіл пластівців фосфоліпідів і олії відбувається у відстійнику безперервної дії.

Гідратаційний осад з нижньої частини відстойника безперервно подається до ротаційно- пливчастого апарату для сушіння. Осад рівномірно розподіляється за допомогою лопатей ротору по внутрішній поверхні апарату. Ротор обнртається із швидкістю 800 об/хв. остаточний тиск в апараті (0,05-0,08 мПа). Тем-ра осаду 60-70⁰С, час висушування – 2 хв. У цих умовах вологість гідратаційного осаду знижується від 35 до 2%. Висушений гідратаційний концентрат направляють на фасування в металеві банки.

Гідратовану олію для зневоднення направляють до сушильно- деаераційного апарату, де олію розподіляють за допомогою форсунок у вакуумі. Волога випаровується, а краплини висушеної олії попадають на контактні поверхні, де олія

додатково зневоджується у тонкому прошарку. Початкова волога олії – 0,2%, кінцева – 0,05%, тем-ра – 85-90⁰С. Остаточний тиск в апараті 0,027 – 0,053 Мпа.

Гідратована олія (соняшникова) повинна бути звільнена від воску та воскоподібних речовин, для цього олію виморожують, її охолоджують до 20⁰с, потім до 12⁰С і відправляють до експозитора – циліндричного апарату, який оснащений рамковою мішалкою з уповільненим обертанням, де протягом 4 годин відбувається кристалізація розчиненого в олії воску. Одночасно відбувається вилучення з олії фосфоровмісних речовин (фосфоліпідів, що не гідратувались), які при гідратації не повністю відокремились. Трохи підігріту олію (при температурі 18-20⁰С) з експозитора відправляють на рамочні фільтрпреси. Операція виведення воску та воскоподібних речовин з олії описаним способом має назву *виморожування*.

Лужна рафінація – це обробка олії лугами. Для нейтралізації вільних жирних кислот (масних) реакція проходить з утворенням нерозчинних в олії солей (мила).



Останні випадають в осад, частково захоплюючи разом з собою різноманітні домішки: барвники, білки, слиз. Осад утворений після лугової рафінації називається *соапстоком*. Лугова рафінація супроводжується також частковим розпадом нейтрального жиру, що небажано, тому що призводить до зменшення виходу рафінованої олії. Швидкість рафінації, ефективність, утворення соапстоку (осаду), його структура та величина втрат нейтрального жиру залежить від кислотного числа олії, характеру та кількості домішок, концентрації лугу, темп-ри та умов проведення лугової рафінації.

Гідратована олія надходить до нижньої частини нейтралізатора безперервної дії, заповненого розчином лугу. Тут за допомогою перфорованого розподільника олія у вигляді крапель Ø 2 мм розподіляється в лужному розчині і повільно піднімається на його поверхню, тому що густина олії менша, ніж густина водного розчину лугу. Завдяки належному розподілу олії у розчині лугу відбувається нейтралізація вільних жирних кислот.

З поверхні розчину лугу олію відводять до сушильно-деаераційного апарату, заздалегідь обробляючи її розчином лимонної кислоти для розкладання мила, або промивають водою.

Мильно-лужний розчин із нейтралізатора безперервно подається на миловаренний завод. Нейтралізатор заповнюють водним розчином лугу концентрацією 8-15 г/л. Температура олії та розчину для більшості олій 68-75⁰С.

Адсорбційна рафінація – відбілювання олії. Після лужної рафінації колір олії погіршується, тому що обробка лугом, а також часткова сорбція пігментів із соапстоку знижують колір олії. В той же час такі жиророзчинні пігменти, як каратиноїди, хлорофіли, в значній мірі, зберігаються і після нейтралізації олії.

Для відбілювання олії використовують активовану кислотною обробкою бентонітову глину. Основними компонентами бентонітової глини є алюмосилікати $Al_2O_3 \cdot x SiO_2$. До її складу входять лужні та лужноземельні метали.

Активну глину кладуть в олію в кількості 2,0-2,5 % від маси, і в незначній кількості для освітлення вживають активоване вугілля (в суміші з глиною і самотійно). Одночасно з відбілюванням в олії відбуваються небажані процеси – ізомеризація жирних кислот та зниження стабільності відбіленої олії при зберіганні. Процес відбілювання олії заключається у створенні суспензії олії та відбілюючої глини.

ЛЕКЦІЯ 8

ВІДХОДИ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР І ВИКОРИСТАННЯ ЇХ

1. Побічні продукти переробки олійних культур
2. Збагачення шроту ліпідами
3. Одержання білкових ізолятів із шроту
4. Зберігання макухи і шроту

Побічними продуктами виробництва олії з насіння олійних культур є луска, макуха і шрот. Це високобілковий концентрований корм для всіх видів сільськогосподарських тварин, який входить переважно до складу комбікормів. Загальна поживність макухи і шроту прирівнюється до поживності зернових культур, але в значно вищий вміст протеїну.

За амінокислотним складом, біохімічною цінністю білки макухи і шроту відрізняються від зернових злаків більшим вмістом лізину, метіоніну, цистину, триптофану, кальцію та фосфору, вітамінів групи В.

Вуглеводи макухи і шроту складаються переважно з клітковини, геміцелюлози, невеликої кількості цукру і пектинових речовин, олії, (до складу олії входять переважно ненасичені жирні кислоти). Вміст вітамінів та інших біологічно активних речовин залежить як від якості сировини, так і від правильності ведення технологічного процесу.

Оболонку насіння застосовують в гідролізній промисловості. Побічні продукти рафінації: відстій (фуз), фосфатидний концентрат, соапсток. Відстій, який утворюється при грубому очищенні олії використовують на кормові цілі, а також на кормовий фосфатидний концентрат. Харчовий фосфатидний концентрат застосовують у виробництві маргарину і кулінарних жирів, в медицині, кондитерському і хлібобулочному виробництві. Соапсток, або мильний осад, використовують для виробництва мила.

2. Збагачення шроту ліпідами. Шроти, які одержують після екстракції олії олійної сировини, є незамінним компонентом для виготовлення концентрованих

кормів для сільськогосподарських тварин, а також джерелом отримання білкових продуктів харчового призначення. Найбільш широко у харчових продуктах використовується білок насіння сої. Інші білки олійних культур – соняшнику, ріпаку, використовують у менших об'ємах. Вже достатньо довго соєвий білок, який одержують із соєвого шроту, після відповідної обробки додають у хлібобулочні та кондитерські вироби, консерви і ковбасні вироби.

Шроти, які застосовуються у якості кормів у тваринництві, бажано попередньо гранулювати, що створює більш сприятливі умови на всіх стадіях їх використання, в тому числі при транспортуванні та переробці. Для більшості шротів внаслідок їх високої лузжистості і малої пластичності перед гранулюванням необхідний волого-тепловий обробіток і додавання пластифікуючих речовин. В якості пластифікаторів при виготовленні гранул із шроту бавовникового та соняшникового насіння використовують гідратійний фуз (гідрофуз) – маса, яка випадає в осад при гідратації – обробку водою рослинних олій. Гідрофуз містить приблизно рівну кількість ліпідів (у тому числі гідратовані фосфоліпіди) і води, що не тільки формує міцні шротові гранули, але й підвищує кормову цінність шротів, збагачуючи їх ліпідами – триацилгліцеролами, фосфоліпідами, іншими групами ліпідів, які мають вітамінні і провітамінні властивості. Крім гідрофуза в якості пластифікаторів використовують соапсток. Але із соапстоку повинен бути видалений розчинник. У соапстоці, на відміну від гідрофуза, крім ліпідів присутні натрієві солі жирних кислот (мила), але при тепловій обробці шроту перед гранулюванням вони розкладаються із вивільненням жирних кислот.

Перед гранулюванням шрот надходить в двух- або трьох чанну жаровню, де відбувається змішування з гідрофузом, соапстоком або їх сумішшю, зволоження водою, а потім вологе тепловий обробіток, ціллю якого є рівномірний розподіл ліпідів і збільшення пластичності шроту. Кількість ліпідів і води, яка вводиться в шрот, визначається за розрахунками так, щоб на гранулювання надходив матеріал олійністю 3,0-3,5% і вологістю 9-11%. Проходячи жаровню, шрот обробляється гострою водяною парою в шнековому змішувачі, де температура шроту підвищується до 85-88⁰С, а потім надходить у гранулятор. Основним робочим

органом гранулятора ДГ є кільцева матриця, яка обертається, всередині якої знаходиться два рифлених валки, які вільно обертаються на своїх осях. Отвір між поверхнею матриці і поверхнею валків рівний 0,25 мм. Матриця обертається з частотою 78 і 160 об/хв., валки обертаються тільки під дією матеріалу, який пресується. Шрот надходить всередину матриці і пресується в клиноподібному отворі між валками і внутрішньою стінкою матриці. Гранули, які виходять з отвору матриці, зрізуються ножом, який розміщений на зовнішній стороні. Продуктивність гранулятора залежить від діаметру отворів в матриці: при діаметрі отворів 9,5 мм продуктивність дорівнює 10-11 т/г, за 16 мм – 13-15 т/г. Готові гранули мають температуру 75-85⁰С, їх потрібно охолоджувати. При цьому на 1-2% знижується вологість, зростає механічна міцність. Охолодження гранул проводять в охолоджувачі, в який гранули попадають у дві охолоджувальні шахти, які продуваються атмосферним повітрям. Температура гранул на виході з охолоджувача повинна бути не більше 55⁰С. Потужність охолоджувача 200т гранул на добу. Повітря, який проходить через охолоджувач викидається у повітря, охолоджені гранули подаються на сита, де від них відділяється подрібнені гранули. Потім гранули надходять у склад на зберігання.

3. Одержання білкових ізолятів із шроту. Олійне насіння є джерелом отримання білкових продуктів різного складу та призначення. Найбільш відоме: білкове борошно, яку одержують із напівзнежирених, ретельно відібраного і подрібненого насіння. Соеве борошно знежирюється шляхом прямої екстракції, частіше гексаном. Розчинник відганяється, борошно висушується за температури 120⁰С.

Борошно із насіння соняшнику повинне відповідати вимогам стандарту: вологість не більше 5%, вміст ліпідів не більше 20%, вміст білку на суху речовину не менше 30%, прохід крізь сито з отворами 2 мм – 100%.

Білкові концентрати представляють собою знежирене борошно, із якого видалені майже повністю вуглеводи. Вміст білків в концентратах 56-66%, ліпідів – не більше 2%. При одержанні білкового концентрату із насіння соняшнику необхідно із знежиреного борошна видалити хлорогенову кислоту.

Білкові ізоляти представляють собою ретельно очищений від білкових компонентів продукт із вмістом білку, який перевищує 90%. Їх вводять у харчові продукти, що підвищує їх біологічну цінність і добре засвоюється організмом людини. На основі білкових ізолятів сої виробляють продукти, які мають структуру м'яса.

Процес екстракції білків із шроту ведуть водним розчином гідроксиду натрію за рН 9 в апаратах періодичної дії.

Сухий соняшниковий білок являє собою порошок від білого до світло-кремового кольору. Харчовий білок у якості добавки в кількості 1-2% використовують при виробництві хлібобулочних виробів із борошна вищого і І сортів. Додавання в виробництві майонезі 1-2% соняшnikового білку замість яєчного порошку підвищує стійкість емульсії і збільшує білкову цінність майонезу.

У великій кількості соняшниковий білок використовується в консервному виробництві. В рослинні концентрати додають до 11,5% соняшникового білку, в м'ясо-рослинні – до 30% рослинного білку.

Виробництво дієтичних сортів хліба, у склад якого входять до 5% соняшникового білку, регламентовано тимчасовими технічними умовами.

Харчовий білок із соняшникового шроту повинен містити (у % на суху речовину): загального протеїну не менше 85, розчинного протеїну не менше 80, олії не більше 1,5, золи не більше 3, клітковини не більше 3. Сумарний вихід соняшникового білка складає 20-22% до маси шроту. Вологість харчового білку повинна бути не більше 8%.

Одна із основних вимог, які пред'являються до білкових ізолятів соняшнику є вимога не змінювати колір готового продукту, до якого додається соняшниковий білок. Особливе значення це має при виготовленні харчових продуктів, які повинні мати білий колір, так як фенольні сполуки соняшнику, в першу чергу хлорогенова кислота, дають з білками темнозабарвлені продукти. Це призводить до необхідності звільняти білок соняшнику від хлорогенової кислоти і інших фенольних сполук.

Видалення фенольних сполук із соняшникового шроту або осадженого білку здійснюють за допомогою різних розчинників – спиртового, сольового, кислотного або лужного типу, а також комбінованих, наприклад, спиртового розчину кислоти. На жаль, всі розчинники мають недоліки, що виключає їх широке застосування в промисловості. Пошуки методів ефективного видалення білків соняшнику від хлорогенової кислоти і отримання таким чином білкових продуктів, які не темніють за теплової обробки продовжується.

Виробництво білкових продуктів із шротів олійного насіння супроводжується одержанням великої кількості відходів, які можуть здійснювати негативний вплив на навколишнє середовище.

Вивороткові води після осадження білку містять у 100 мг розчину 0,5-0,6 г білків (сухий залишок 5-6 г) Упарені до 50% СВ води можуть бути використані у якості субстрату для вирощування кормових дріжджів. Основним забруднювачем навколишнього середовища цехів по виробництву білкових ізолятів є вивороткові і промивні води. Для їх очищення найбільш перспективними є напівпроникні мембрани.

Зберігання макухи і шроту. Зберігання макухи і шроту має свої особливості. Після виготовлення на виробництві вони мають дуже низьку вологість і високу температуру (шрот – 100-105⁰С). Крім того шрот містить деяку кількість розчинника. В такому вигляді макуха і шрот непридатні для тривалого зберігання, тому що олія швидко окислюється киснем повітря, гіркне, і її кормові якості різко знижуються. До того ж при розщепленні жиру виділяється тепло, що може призвести до самозігрівання і навіть до само загоряння продукту.

Для підвищення стійкості макухи і шроту під час зберігання їх висушують і охолоджують, проводять відгонку розчинника. Вологість макухи і шроту відповідно до стандарту становить 6-10%. Температура – не вище 35⁰С, а влітку вона не повинна перевищувати температури повітря більш як на 5⁰С. Вміст розчинника у шроті при його відвантаженні – не більше 0,1%. Макуху і шрот зберігають насипом або в мішках у сухому темному й охолодженому приміщенні.

Рекомендована література

1. Державні стандарти на продукцію рослинництва.
2. Ємельянова Ф. Н. Организация переработки сельскохозяйственной продукции / Ф. Емельянова, Н. Кириллов – М. : ЗКМОС, 2000.
3. Кичигин В. П. Технология и технохимический контроль производства растительных масел / В. П. Кичигин. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 359 с.
4. Кичигин В. П. Технология и технохимический контроль производства растительных масел / В. П. Кичигин. – М. : ЦНИИТИпищепром, 1971. – 18 с.
5. Масликов В. А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В. А. Масликов – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 439 с.
6. Подготовительные процессы переработки масличных семян / Белобородов В. В., Мацук Б. Н., Кириевский А. Т., Кузнецов В. А. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 336 с.
7. Копейковский В. М. Технология производства растительных масел / Копейковский В. М., Данильчук С. И. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 415 с.
8. Трисвятский Л. А. Хранение зерна / Трисвятский Л. А. – М. : Колос, 1975. – 399 с.
9. Технология переработки жиров / Тютюнников Б. Н., Науменко П. В., Товбин И. М., Фаниев Г. Г. – М. : Пищевая промышленность, 1973 – 594 с.
10. Технология переработки растениеводческой продукции /

[Н. М. Личко, В. Н. Курдина, Е. М. Мельников и др.]; под ред.
Н. М. Личко. – М. : КолосС, 2008. – 583 с.

11. Щербаков В. Г. Технология получения растительных масел /
В. Г. Щербаков. – М. : Колос, 1992. – 204 с.
12. Щербаков В. Г. Химия и биохимия переработки масличных
семян / В. Г. Щербаков. – М. : Пищевая промышленность,
1977. – 162 с.