

## РОЗДІЛ VI

### ВИРОБНИЦТВО ОЛІЇ

#### *6.1. Сировина та її якість*

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).

**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 гектара. 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 три групи: оболонки руйнуються 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 частинки оболонки.

**Рицина.** У насінні рицини міститься 50–55 % олії, в якій 81–96 % гліцеридів рицинолевої 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 інших органічних розчинниках, не застигає за низьких

температур (мінус 12...18°C), спалахує за високих температур (300...310°C). 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 перше місце за вмістом олії в насінні (51 % слабовисихаючої олії з йодним числом 94–112), ярий ріпак має менший вміст напіввисихаючої олії – 35–45 % з йодним числом 101. Крім того, в насінні озимого ріпака міститься до 20%, ярого ріпака – 21–30 % білка і понад 17 % вуглеводів. У складі ріпакової олії є значна кількість шкідливої для організму ерукової (35–40 %) і лінолевої (10–13 %) кислот, які погіршують її харчові якості.

Останнім часом виведено сорти, в олії яких немає ерукової кислоти, а вміст олеїнової кислоти доведено до 60–70 %, що значно поліпшує її харчові властивості і наближає за якістю до соняшникової олії. Ріпакову олію безерукових сортів широко використовують у їжу, а також у кондитерській, консервній, харчовій промисловості; олію звичайних сортів ріпаку – лише після рафінування. Її застосовують у миловарінні, текстильній, металургійній, лакофарбовій та інших галузях промисловості.

**Гірчиця.** Гірчична олія за своєю якістю не поступається соняшниковій. Насіння гірчиці сарептської містить олії 35–47 %, білої – 30–40 %. Крім того, в насінні гірчиці є 25–32 % білка, до 1,7 % ефірної олії. Гірчична олія містить до 33 % олеїнової кислоти, до 20 – лінолевої, до 10 – ліноленової, ерукової, до 27 % ейкозанової, число омилення 170–184, йодне число сарептської 102–108, білої – 92–122. Насіння гірчиці сарептської містить 0,5–0,7% ефірного (алілового) масла, білої – 0,1–1,1 %, яке використовують у косметичці та парфумерії. Гірчичну олію широко використовують для харчування, а також у консервній,

хлібопекарській, кондитерській, маргариновій, миловарній, фармацевтичній промисловості.

**Рижій.** Насіння рижію містить 25–46 % висихаючої олії (ліпідів), йодне число 132–153, число омилення 180–188, 28 % білка, 8% клітковини. В рижієвій олії міститься 24–27 % олеїнової кислоти, 13–45 % лінолевої, 20–23 % ліноленової. Рижієву олію використовують переважно для технічних цілей (виготовлення оліфи, мила зеленого, лаків). Придатна олія також для харчових цілей, хоча за смаковими властивостями вона значно поступається соняшниковій олії, маючи гіркуватий смак. Проте коли її потримати деякий час на холоді, гіркуватість зникає.

**Льон олійний.** Насіння льону олійного є сировиною для виробництва технічної олії. Доброякісну олію використовують у багатьох галузях промисловості: лакофарбовій для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, різних фарб для підводних робіт; електротехнічній, автомобільній, суднобудівній, а також у миловарній, медичній тощо. Насіння льону містить 29–44 % олії, 35 % білка, олія містить 9–11 % насичених і 15–30 % ненасичених кислот, з яких 15–30% лінолевої, 45–60 % ліноленової, 13–30 % олеїнової. Токоферолу міститься 49, каротину – 0,27–0,36 мг %.

**Мак олійний.** Насіння олійного маку містить 46–56 % висихаючої олії з йодним числом 131–143 та числом омилення 189–198, 20–25 % білка, 19 % вуглеводів, 5–7 % золи, 6–10 % клітковини. Макова олія, добута методом холодного пресування, тривалий час не гіркне, тому високо ціниться в харчовій, кондитерській та консервній промисловості. Олію, одержану методом екстрагування, використовують для виготовлення оліфи, високоякісних фарб для живопису та вищих сортів мила.

**Кунжут.** Насіння кунжуту містить 50–65 % напіввисихаючої олії (йодне число 103–112, число омилення 187–197), 16–22 % білка, 13–19 % вуглеводів, білки містять велику кількість амінокислот. Олія складається на 90 % з олеїнової та лінолевої кислот. Кунжутова (сезамова) олія, одержана холодним

пресуванням, за смаковими якостями належить до кращих харчових олій і прирівнюється до прованської. Її використовують у харчуванні, кондитерській, консервній та інших галузях харчової промисловості, а також у парфумерії, медицині. Олія, одержана гарячим пресуванням, використовується як технічна у миловарній промисловості, як мастило для виготовлення копіювального паперу. Від спалювання кунжутової олії утворюється сажа, з якої виготовляють високоякісну туш.

**Соя.** Насіння містить 33–52 % білка, 14–35 % вуглеводів, 5 % зольних елементів (з переважним вмістом калію, фосфору і кальцію), а також різні ферменти, вітаміни А, В, С, Д, Е та інші важливі органічні і неорганічні речовини. Напіввисихаючої олії (ліпідів) міститься 14–25 %, в якій до 60 % лінолевої, до 30 % олеїнової та понад 10 % інших кислот. Соева олія використовується у їжу, є сировиною для вищих сортів столового маргарину, лецитину, використовується також у миловарній та лакофарбовій промисловості.

**Коноплі.** Насіння конопель містить 30–35 % ліпідів (йодне число 140–165, число омилення 190–194, 17–25 % білка, 14–27 % клітковини, 2,5–7,0 % сирої золи, безазотистих екстрактивних речовин 14–27 %. Олія містить 36–50 % лінолевої, 15–28 ліноленової, 6–16 олеїнової, 6–10 пальмітинової та 2–6 стеаринової кислоти. Конопляна олія висихаюча, тому її широко використовують у лакофарбовій промисловості, для виробництва оліфи й мила, вона також є цінним продуктом харчування, для виготовлення консервів, кондитерських виробів.

**Суріпа.** В насінні суріпи міститься 33–42 % напіввисихаючої олії, яка подібна до ріпакової за хімічним складом, але важче вмилується. Вміст ерукової кислоти погіршує її смакові якості, тому для харчових цілей використовують рафіновану олію або олію низькоерукових сортів суріпи. Як технічну олію її використовують у миловарній, металургійній та інших галузях промисловості.

**Арахіс.** В насінні арахісу міститься від 45 до 60 % високоякісної харчової невисихаючої олії (йодне число 90–103, число омилення 165–176, 30–35 % білка і 18–20 % вуглеводів. За смаковими якостями вона є добрим заміником дорогої прованської (оливкової) олії, яку добувають з плодів маслин. Використовується в їжу, для виготовлення вищих сортів консервів, маргарину, а також в кондитерській, консервній, рибній, парфумерній, миловарній промисловості.

**Перила.** Насіння перили, або судзи, містить 44–58 % технічної висихаючої олії (йодне число 181–206). Перилу олію використовують для виготовлення лаків і фарб, які утворюють найкращу за тоном і пластичністю плівку, що не дає під час деформації тріщин, тому її широко застосовують в авіаційній, суднобудівній, автомобільній та інших галузях промисловості, а також для виготовлення непромокальних та ізоляційних матеріалів, різних медичних препаратів.

**Лялеманція.** В насінні лялеманції міститься від 23 до 42 % ліпідів (йодне число 162–202) і до 24 % білка. Олія висихаюча, йде на виготовлення оліфи та високоякісних лаків, використовується для виготовлення водонепроникних тканин, клейонок, електроізоляційного матеріалу тощо.

**Сафлор.** В насінні сафлору міститься 32–37 % (у ядрі 50–56 %) ліпідів (йодне число 45–155) і до 12% білка. Напіввисихаюча олія, добута з ядер насіння, наближається за смаковими якостями до соняшникової, її використовують для харчування. Олія, добута з цілого насіння, має гіркуватий смак, її використовують для виробництва оліфи, білої фарби, емалей, мила, лінолеуму.

Для усіх олійних культур характерним є те, що в ендоспермі міститься не лише основна речовина, а й вітаміни, ферменти, ауксини, білки, амінокислоти, в тому числі незамінні, нуклеїнові кислоти, нуклеопротейди.

*Морфологічна будова насіння олійних культур різна: плід горішок має дуже щільний навколоплідник, насінина не зростається*

(перила, лялеманція, коноплі); плід коробочка має навколоплідник дерев'янистий, щільний, утворений декількома плодолистиками, під час досягання розтріскується (льон, рицина, кунжут, мак, бавовник); плід *біб* має дерев'янистий або шкірястий навколоплідник, розкривається по шву (соя, арахіс); плід *стручок* має дерев'янистий навколоплідник, утворений двома плодолистиками з несправжньою перегородкою (гірчиця, рижій, ріпак, суріпа); плід *сім'янка з оплоднем* (соняшник).

Плодова оболонка у більшості олійних культур після обмолоту відділяється від насінини. Оболонка захищає насінину від дії зовнішніх факторів. В сої, гірчиці, бавовнику та соняшнику запасні речовини розміщені в сім'ядолях. Рицина, мак, кунжут мають ендосперм, у соняшнику ендосперм – це тонка плівка, що зрослася з насінною оболонкою. Оболонки складаються з твердої волокнистої тканини, яка утворилась із здерев'янілих клітин палісадної тканини. Вони захищають ядро від механічних пошкоджень, від шкідливої мікрофлори, комах. З порушенням оболонок збільшується інтенсивність газообміну.

Жировий обмін в насінні олійних культур здійснюється єдиною великою поліферментною системою. Найбільше значення мають такі ферменти.

*Ліпаза* здійснює синтез жирів. Активною групою ліпази є кальцій. Особливо активна ліпаза в рицині. В різних рослинах властивості її різні – з одного насіння вона легко забирається водою, з іншого – розчином солі NaCl. Оптимальна активність рН залежить від стану насіння: в період спокою оптимальне значення рН = 5, під час проростання – 2–7. Ліпаза сухого насіння стабільніша і витримує температуру до 100°C. При збільшеній вологості інактивація ферменту відбувається за температури 20°C. При збільшеній температурі та вологості ліпаза швидко розщеплює жир, що підвищує кислотність олії. В бавовниковій олії переважає фосфоліпаза, у насінні хрестоцвітих – міросульфатаза.

*Ліпоксигеназа* каталізує реакцію утворення гідроперекису ненасичених жирних кислот (лінолевої, ліноленової), які потім окислюють каротиноїди. Вона є активною в насінні льону, а в інших з'являється під час проростання. Температурний оптимум 20–40°C, рН – 6–7.

*Пероксидаза* виявлена в насінні арахісу.

В насінні олійних культур міститься близько 12 % полісахаридів. У достиглому насінні майже немає крохмалю, лише в арахісу 1–3 %. Целюлози в ядрі соняшнику 2–3 %, в оболонці – 40 %. У зв'язку з вмістом глюкозидів у насінні олійних культур макуху без додаткової обробки не використовують. Льон містить ліпаморин (0,035–0,005 %), який надає олії гіркового смаку. Він легко розчиняється у воді, виділяє синильну кислоту. Його кількість зростає під час самозігрівання. Ферментативне розщеплення відбувається за високої вологості і температури (35...50°C). Під час проростання зерна вміст ліпаморину зростає до 1,5%. У шротах його вміст становить 0,029–0,065 %. Смертельною є доза 1 мг на 1 кг маси тварин.

*Синигрин* міститься у насінні гірчиці, ріпаку (це поєднання глюкози, алілової, гірчичної олії та бісульфіту калію). Ферментне розщеплення інтенсивне під час проростання.

*Синальбін* міститься у насінні білої гірчиці (поєднання глюкози, ефірно синальбінової гірчичної олії та бісульфіту алкалоїду синапіну).

*Стероїдні глікозиди* містяться в соєвій олії (0,01–0,04 %), сапонін - у соєвому насінні (0,1 %), флавоноглюкозид (геністин) та антоціанглюкозиди обумовлюють забарвлення соєвої олії. У насінні соняшнику міститься хлорогенова кислота (до 1 %), яка під час окислення перетворюється в коричневу неактивну масу – олія темніє.

У насінні олійних культур в невеликій кількості містяться органічні кислоти: лимонна (коноплі), яблучна (льон), янтарна (рицина, мак), винна (соняшник), щавлева (бавовник). Їх вміст

збільшується у недозрілих та пророслих насінин, в процесі самозігрівання. У ядрі соняшнику мінеральних речовин міститься 3–4 %, у ядрі льону – 4–9 %. У ядрі більше мінеральних речовин, ніж в оболонці, з них 95 % – макроелементи. Основна роль мікро- та макроелементів полягає в підвищенні активності різних ферментів. Зола олійних культур найбільше містить фосфору, калію (75 %). Їх біологічна роль полягає в утворенні основної маси ліпідів, білків, вуглеводів та їх похідних. Особливо велика роль належить фосфору: багато олійних культур містять запасний органічний фосфор у вигляді фітину. Він бере участь у обміні вуглеводів і є компонентом ряду ферментів та вітамінів. Біологічна роль калію пояснюється його природною радіоактивністю. Його найбільше там, де найактивніший обмін. Вміст кальцію, заліза, сірки досить великий у хрестоцвітих олійних культур. Мікроелементів найбільше у соняшнику, марганцю – у кунжуті, міді – у льоніві,

Насіння олійних культур, крім жиророзчинних, містить багато водорозчинних вітамінів.

Якість сировини олійних культур значною мірою залежить від умов вирощування, досягання, способів збирання, зберігання тощо. Збільшення вмісту олії спостерігається з просуванням посівів з півдня на північ, особливо тих, які містять більше ненасичених жирних кислот. Велика вологість ґрунту в період досягання олійних культур сприяє збільшенню вмісту олії і ступеня ненасиченості жирних кислот. Зменшення йодного числа відбувається інтенсивніше за більшої кількості опадів та за меншої температури у вегетаційний період. На півдні за високої температури та недостатньої кількості в ґрунті води нагромаджується менше олії і збільшується вміст насичених жирних кислот. Пояснюється це тим, що за високої температури вміст кисню в розчинах тканин насіння зменшується, збільшується інтенсивність дихання і в насінні накопичуються насичені жирні кислоти, а за знижених температур і великого вмісту кисню у



водних розчинах тканин насіння у високих широтах відбувається утворення  $C_{8:2}$  з  $C_{18:1}$  і інших жирних кислот:  $C_{18:1} + 1/2O_2 \rightarrow C_{18:2} + H_2O$ . Під час вирощування рослин за знижених температур проявляється збільшення ступеня ненасиченості жирних кислот в олії. Пов'язано це з ростом енергоємності (теплота згорання) олії, що сприяє збільшенню захисної реакції рослин на знижені температури навколишнього середовища. Такі олії зберігають рідкий стан за більш низької температури.

Види мінеральних добрив по-різному впливають на олійність культур. Надлишкове внесення азотних добрив сприяє зменшенню вмісту олії, а калійних і фосфорних – навпаки, збільшує.

Під час досягання насіння олійних культур олія утворюється внаслідок перетворення інших розчинних органічних сполук (білкові речовини, вуглеводи, органічні кислоти), які надходять з вегетативних органів. У насінні соняшнику, ріпака спочатку утворюються вуглеводи, зокрема крохмаль. В процесі досягання збільшується вміст олії і зменшується вміст крохмалю, який в останній період зникає зовсім. Спочатку в насінні з'являються насичені кислоти (олеїнова), які дегідруються в ненасичені. Кислотне число олії під час досягання в усіх олійних культур у зв'язку з цим зменшується. Одночасно кількість воску зменшується, а фосфорних сполук, особливо органічного фосфору, збільшується. Збільшується вміст білків у ядрі і зменшується кількість простих азотних сполук.

Умови зберігання насіння олійних культур суттєво впливають на його якість. У першу чергу це залежить від того, як вони впливають на інтенсивність дихання. Від інтенсивності дихання залежать темпи втрат олії. Унаслідок дихання зменшується вміст олії, збільшується кількість вільних жирних кислот і окислених продуктів, змінюються білки. Інтенсивність дихання насіння залежить від вмісту води в ньому і відносної вологості навколишнього повітря; від температури повітря і насіння, газового складу атмосфери.

Насіння, в якого закінчилось досягання, має дуже низьку вологість. Під час зберігання воно повинне мати вологість нижче критичної, що запобігає його псуванню. Пов'язано це з кількістю олії в насінні, яка практично не здатна утримувати воду. Чим більший вміст олії в насінні, тим менша вологість його повинна бути під час зберігання. Насіння, яке має вологість більшу від критичної, інтенсивно дихає, виділяючи багато тепла і води, а це в свою чергу зволожує насіння, збільшується температура і може виникнути процес самозігрівання. Від самозігрівання збільшується кількість мікроорганізмів, які пошкоджують насіння, а рослинні жири і білки стають дуже токсичними, набувають нехарактерного смаку, кольору і запаху .

Зменшення вмісту кисню в навколишньому середовищі пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів і комах при оптимальній вологості насіння. Досягти цього можна за рахунок застосування одного наведених нижче способів:

1. Створення малокисневого газового середовища зі збільшеним вмістом азоту  $N_2$  (98–99%) і зменшеним кисню  $O_2$  (1–2%). При цьому зменшується інтенсивність дихання; гальмується розвиток окислювальних процесів у ліпідах; уповільнюється накопичення вільних жирних кислот; довше зберігається якість олії.

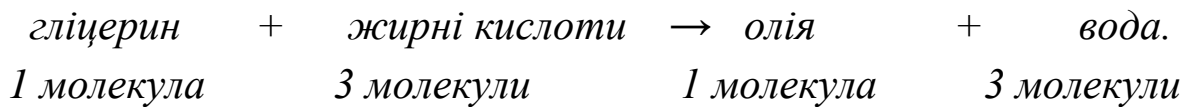
2. Заміна кисню в газовому середовищі діоксидом вуглецю. При цьому насіння втрачає схожість, але технологічна якість сировини зберігається.

3. Зберігання в регульованих газових середовищах (азотне газове середовище з низьким змінним вмістом кисню, з постійним видаленням парів води і діоксиду вуглецю). При цьому не відбувається втрата життєздатності насіння, зменшується вологість.

4. Зберігання в парах пропіонової кислоти. Унаслідок цього втрачається життєдіяльність насіння, пригнічується життєдіяльність мікроорганізмів, гинуть комахи.

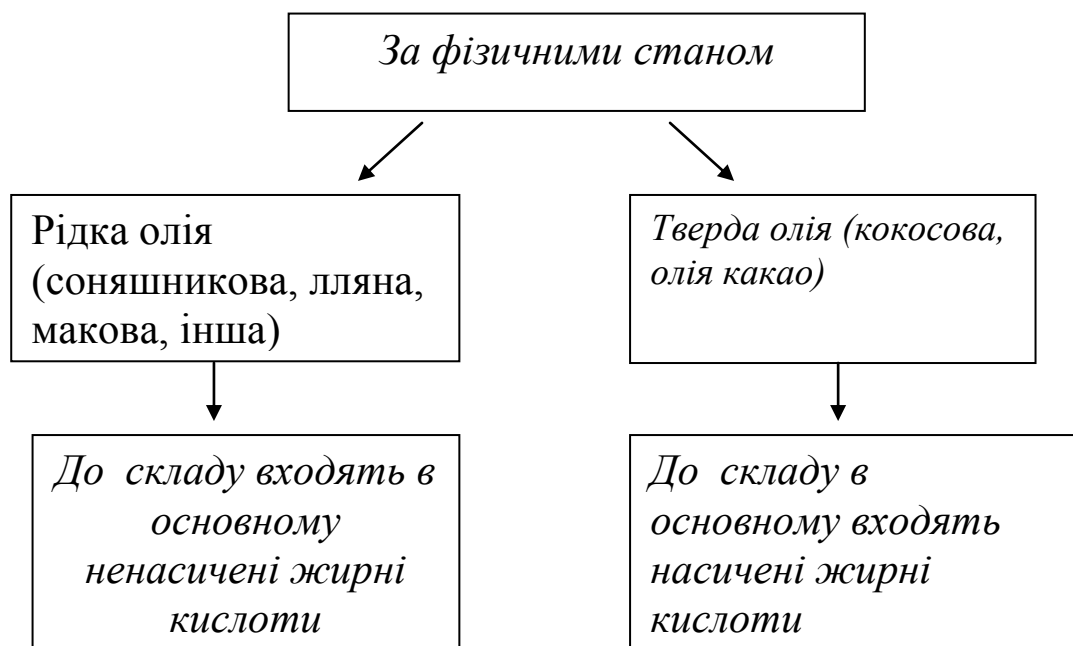
Проте, незважаючи на позитивну дію, з точки зору організаційної, технічної, технологічної складності вони економічно не вигідні. Тому найдоступніший спосіб зберігання насіння олійних культур в сухому охолодженому стані.

Олія, як і всі жири, є хімічною сполукою гліцерину і жирних кислот:

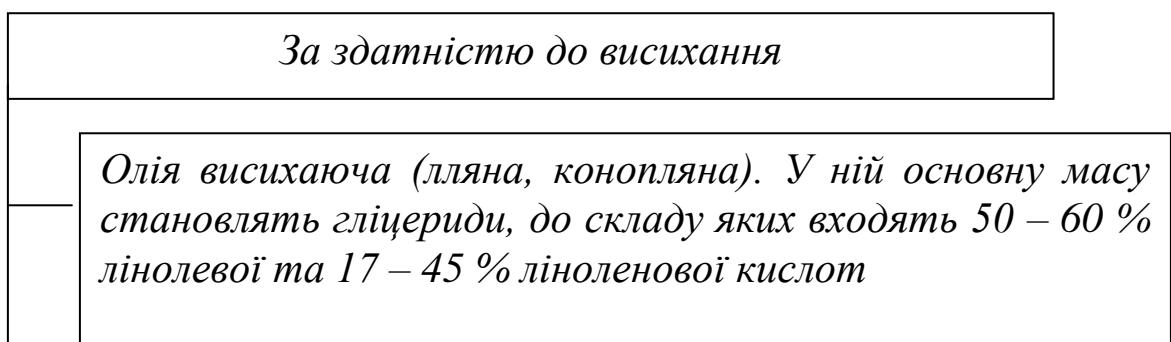


Жири, що утворюються за цією схемою, мають назву *тригліцериди*.

Олії значною мірою відрізняються одна від одної за своїми фізичними властивостями і за хімічною структурою.



При зберіганні олії відбувається реакція окислення, що призводить до згіркнення олії.



— Олія напіввисихаюча (бавовникова, соняшникова, гірчична, соєва). До її складу входять гліцериди лінолевої 40 – 57 % та олеїнової кислот 28–50%

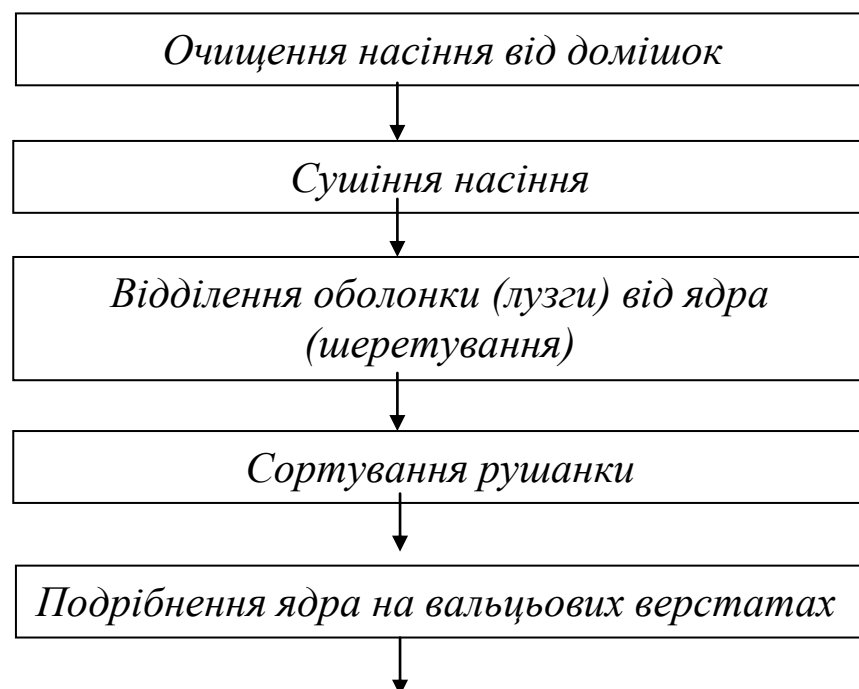
— Олія, що не висихає (рицинова, касторова, кунжутна), складається переважно з олеїнової кислоти (83 %)

## 6.2. Способи виробництва олії

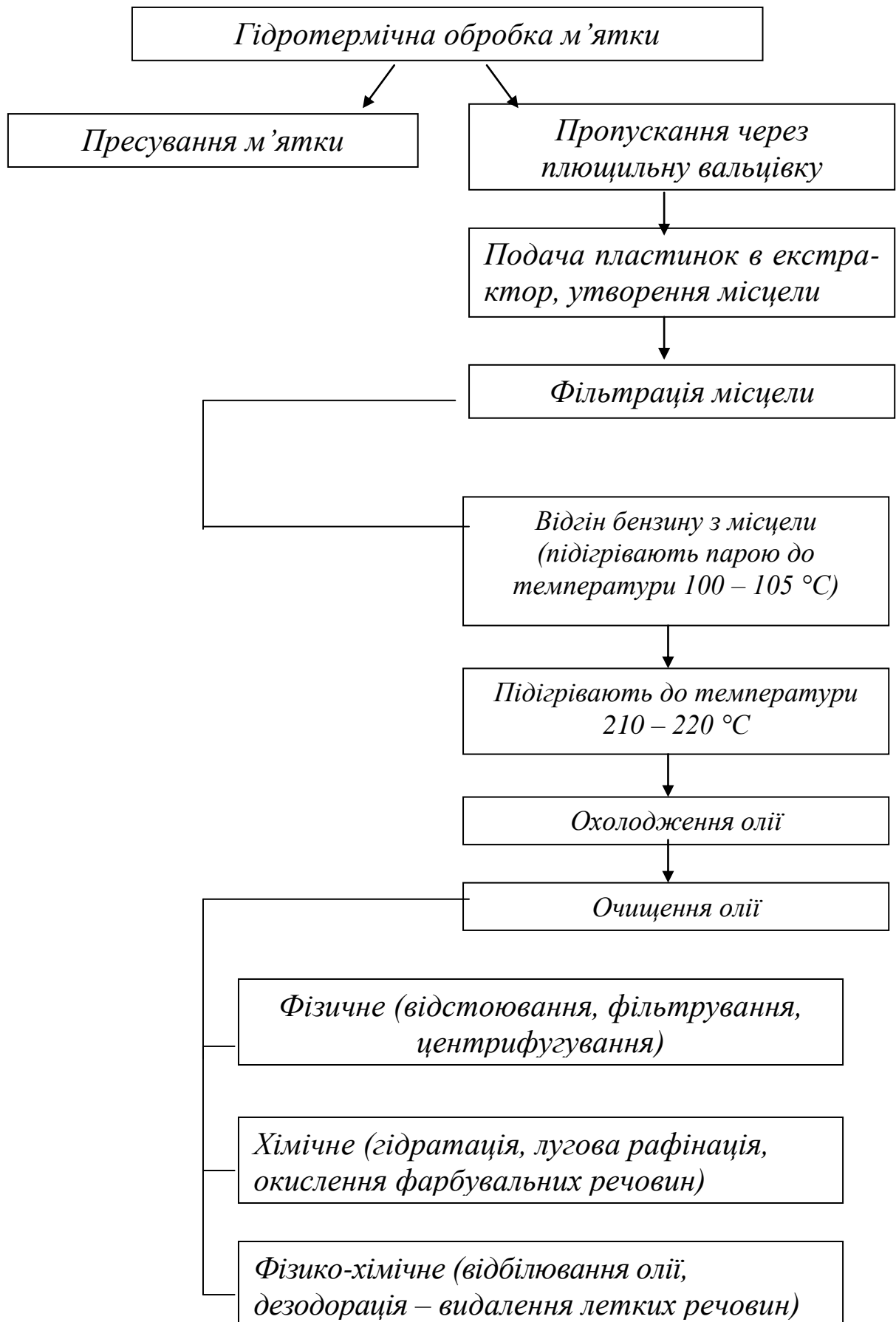
Олію з насіння добувають двома способами: механічним, в основі якого лежить пресування подрібненої сировини, і хімічним (екстракційним), за якого спеціально підготовлену сировину обробляють органічними розчинниками.

Основним способом переробки насіння соняшнику на великих промислових підприємствах є екстракційний, за яким олію добувають методом механічного тиску з подальшою екстракцією розчинником. Технологічна схема міні-олійниць ґрунтується на пресуванні сировини.

**Технологія виробництва олії.** Схему вироблення олії можна представити у загальному вигляді:

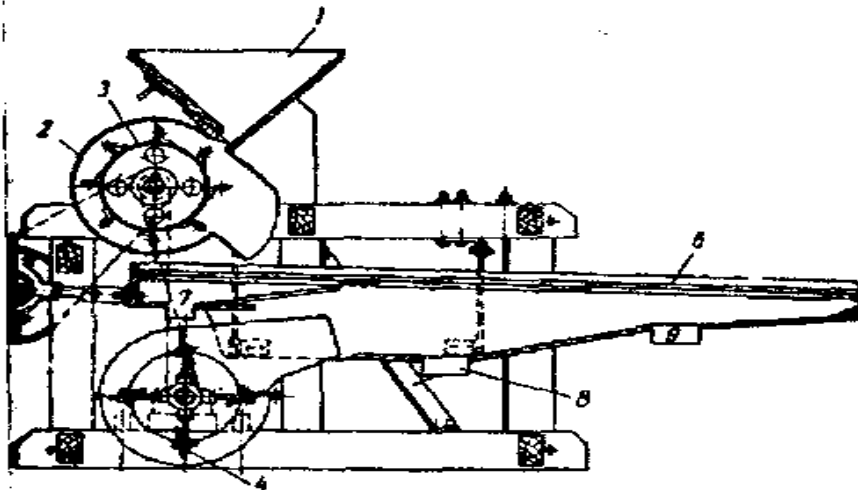


*продовження схеми*



*Очищення насіння* від мінеральних і олійних домішок проводиться з метою збільшення виходу олії, підвищення її якості, а також збереження обладнання. Мінеральні домішки збільшують зношуваність обладнання. Вони поглинають олію, зменшують її вихід і збільшують втрати. Потрапляючи в макуху, домішки погіршують кормову цінність. Олія набуває землистого присмаку, забруднюється мікроорганізмами і швидко псується. Олійна домішка у вигляді зіпсованого насіння і насіння бур'янів знижує якість олії, надаючи їй високої кислотності, плісеневого запаху і гіркоти. Для очищення насіння застосовують сепаратори, магнітні апарати.

*Обрушування оболонок (шеретування).* Відділення оболонок від ядра складається із операції руйнування покривних оболонок насіння – обрушування і наступного розділення одержаної суміші на ядро і лузгу. Для обрушування застосовують оббивальні машини (рушанки). Машина (рис. 43) складається із кожуха (деки), внутрішня поверхня якого ребриста, і барабана з бичами.



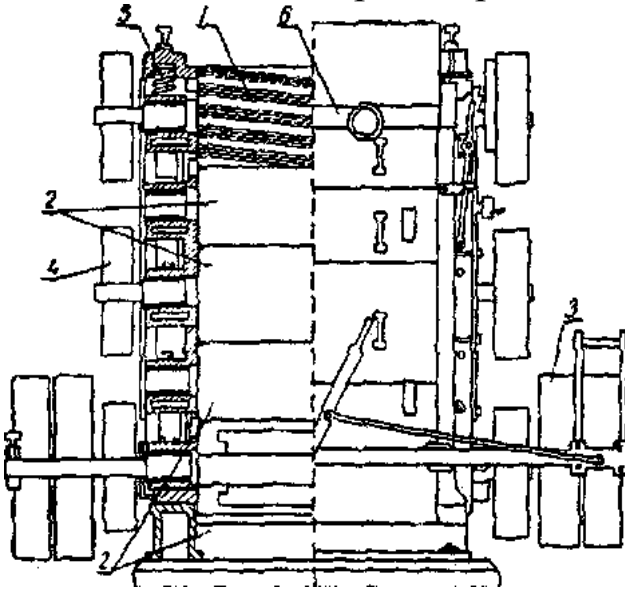
**Рис. 43. Насіннерушильна машина:**

1 – бункер для насіння; 2 – дека; 3 – обрушувальний барабан;  
4 – вентилятор; 5 – ексцентрик; 6 – сито; 7 – відвідний жолоб для дрібних часточок пилу;  
8 – відвідний жолоб для обрушеного насіння; 9 – відвідний жолоб для необрушеного насіння

Барабан розташований неконцентрично з кутом, тому зазор між кожухом і бичами з боку надходження насіння значно більший, ніж з протилежного. Над барабаном розміщений бункер – прийомний ківш, з якого дозуючим валиком насіння по каналу подається на бичі барабана, який обертається. Ударами бичів насіння кидається на ребристу поверхню деки, розбивається і відскакує знову на бичі. Таким чином лузга відділяється внаслідок удару насіння об бичі барабана і виступи на деках, закріплених шарнірно на деякій відстані від барабана, причому ця відстань регулюється штурвалом. Якість обрушування залежить від вологості насіння, швидкості обертання барабана і положення дек. Сухе насіння обрушується при 500 об/ хв, а вологе – при 600 об/хв. Добре відрегульована машина обрушує насіння на 95 %. Лузгу повністю виділяти не слід. Вона відіграє роль дренажу, полегшуючи виділення олії при пресуванні. Доцільно залишати 5– 6 % її від кількості ядер. Лузга відділяється від обрушеної маси насіння на аспіраційній віяльній машині. Тобто розділення рушанки на лузгу і ядро ґрунтується на різниці їхніх розмірів і аеродинамічних властивостей. Лузга чинить значно більший, ніж ядро, опір повітряному потокові. Тому спочатку одержують фракції рушанки, які містять частинки лузги і ядра одного розміру, а потім у повітряному потоці їх розділяють на лузгу і ядро.

*Подрібнення насіння.* Для добування олії з насіння необхідно зруйнувати його клітинну структуру. Кінцевий результат операції подрібнення – перехід олії, що міститься в клітинах насіння, у форму, доступну для подальшого технологічного обробітку. Необхідний ступінь подрібнення сировини досягається механізмами, що виконують дроблення, роздавлювання і розтирання ядра. Одержаний після подрібнення матеріал називається *м'яткою* і відрізняється великою питомою поверхнею. Крім руйнування клітинних оболонок, під час подрібнення порушується також структура оліємісткої частини клітини, значна кількість олії звільняється і адсорбується на поверхні частинок

м'ятки. Добре подрібнена м'ятка повинна складатись із однорідних за розмірами частинок, не містити цілих клітин, і в той же час кількість дуже мілких (борошнистих) частинок в ній повинна бути невеликою. Найкраще руйнування структур ядра відбувається при вологості 5,5–6 %. Для одержання м'ятки застосовують дво- чотири і п'яти вальцові верстати. Найширше застосовують п'ятивальцовий верстат (рис. 44).



**Рис. 44. П'ятивальцовий верстат:**

1–верхній рифлений валок;  
2–нижні гладенько валки; 3–привідний шків; 4–передаточний шків; 5–пружина; 6–живильний пристрій.

Робочими органами якого є п'ять вальців розмішених один над одним по вертикалі: верхній – рифлений, останні – гладенькі. Вальці лежать вільно, завдяки цьому між ними створюється постійний тиск, рівний масі всіх вищерозміщених вальців. Від відного шківа обертається тільки найнижчий, а від його осі обертання передається шківам першого і третього вальців шляхом пасової передачі. Останні два вальці обертаються від тертя із сусідніми. Необхідний тиск верхнього вальця на нижній регулюється пружинами, встановленими над підшипниками. Насіння подрібнюється при чотирикратному проході між вальцями.

*Гідротермічний обробіток м'ятки.* Олія, адсорбована у вигляді тонких плівок на поверхні частинок подрібненого ядра м'ятки, утримується значними поверхневими силами. Для ефективного добуття олії необхідно їх зменшити. Це здійснюється з допомогою гідротермічного обробітку м'ятки (приготування м'ятки



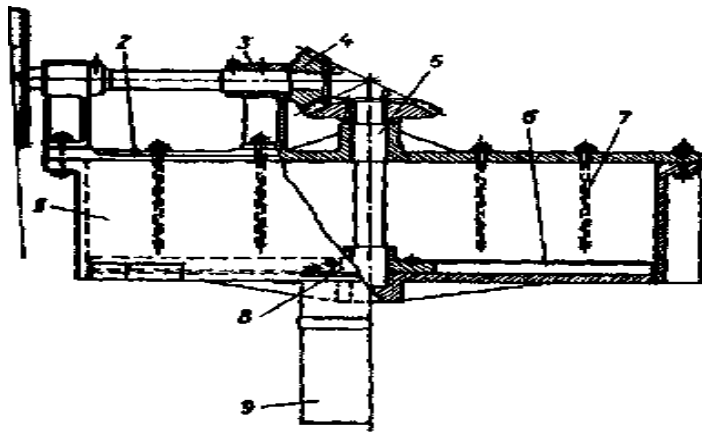
піджарюванням). При зволоженні м'ятки порушується зв'язок олії з гідрофільними білками, олія переходить у відносно вільний стан. За наступного нагрівання м'ятки до температури вище 100°C її вологість знижується, одночасно проходить часткова денатурація білків і в'язкість олії зменшується. Під впливом вологи і тепла в ліпідному комплексі м'ятки проходить звільнення і зв'язування ліпідів різноманітних груп, частковий їх гідроліз і окислення, змінюються фізико-механічні властивості м'ятки, вона перетворюється в м'язгу.

Приготування м'язги складається із зволоження і підігрівання її до температури 60°C. Вологість м'ятки після зволоження повинна бути не вища 8–9 %. Потім м'ятку нагрівають до температури 105°C. Оброблена таким чином м'ятка називається м'язгою. Кінцева вологість готової м'язги 5–6 %, що забезпечує ефективний попередній віджим олії. Для завершального віджиму параметри м'язги повинні бути: вологість 3–4 %, температура 110...120°C.

М'ятку із ядра соняшнику при одноразовому пресуванні на пресах подвійної дії після подрібнення направляють в пропарювально-зволожувальний шнек, де її зволожують насиченою парою до вологості 8–9 % і нагрівають до температури 80...85°C. Зволожену м'язгу піддають тепловій обробці в жаровні з доведенням при тепловій обробці вологи до 2,0–1,5 % і температури 115...120°C. Тривалість прожарювання 40–45 хв. Для приготування м'язги застосовують жаровні, які за конструктивними особливостями поділяють на чанні, шнекові, барабанні (рис. 45).

Добування олії із м'язги здійснюється способами пресування або екстракції.

**Спосіб пресування.** Пресування як спосіб добування олії із насіння здійснюється безпосередньо для одно- або двократного пресування з метою одержання олії, а також може передувати остаточному знежирюванню матеріалу органічним розчинником – екстракції.

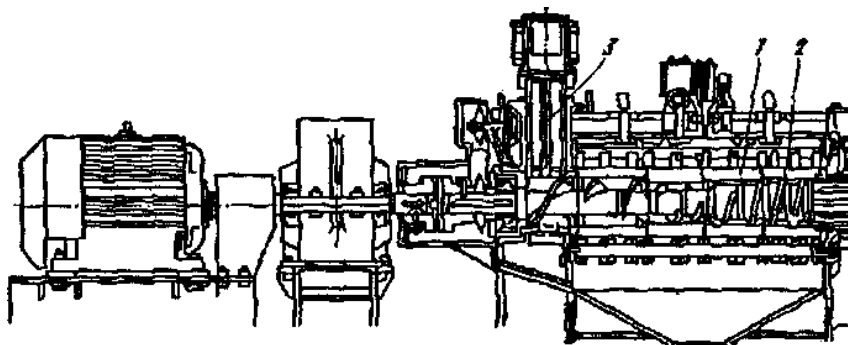


**Рис. 45. Жаровня:**

1—корпус; 2—поперечна планка; 3—кронштейн, 4—конічні шестерні; 5—вертикальний вал; 6—мішалка; 7—розпушувачі; 8—люк; 9—жолоб для розвантаження

Напочатку пресування олії із м'язги проходить ущільнення матеріалу, зближення частинок м'язги і зіткнення адсорбованих на їх поверхні шарів олії. Товщина шарів олії збільшується, і олія, яка утримувалась до сих пір на частинках поверхневими силами, починає виділятися у вільному стані. З подальшим ущільненням частинки м'язги деформуються, звільнюючи додатково олію не тільки з поверхні, а і з внутрішніх капілярів частинок. Під час наступного нарощування тиску частинки м'язги злипаються у брикет, пружність м'язги підвищується і пресування олії припиняється. У макусі, що виходить, залишається деяка кількість олії, яку можна виділити додатковим знежирюванням.

Шнековий прес (рис. 46) складається із роз'ємного ступінчатого циліндра – зеєра і шнекового вала.



**Рис. 46. Шнековий прес:** 1 – зеєр; 2 – шнековий вал; 3 – живильник.

Стінки циліндра виконані із сталєних пластинок, вкладених в каркасі циліндра так, що між пластинами утворюються вузькі щілини для виходу відпресованої олії. Шнек по довжині розділений на ланки проміжними циліндричними або конічним кільцями. Витки шнека мають змінний крок, спочатку більший, а до протилежного кінця він поступово зменшується.

М'язга поступає в шнекову камеру через живильник, захоплюється там витками шнека і переміщується вздовж до вихідного отвору. Вільний простір між валом і стінками зєєра до виходу безперервно зменшується, і м'язга, що пресується ущільнюється тим сильніше, чим довше вона переміщується вздовж шнекового вала. Підвищенню тиску м'язги сприяє також пристрій на виході із преса (конус, діафрагма, кільце), який дозволяє змінювати ширину кільцевого отвору і товщини, що виходить. Максимальний тиск, що розвиває шнековий прес, досягає 30 мПа, ступінь ущільнення м'язги доходить до 2,8–4,4, тривалість перебування м'язги в шнековому каналі під тиском залежить від типу преса і коливається від 78 до 225.

Залежно від тиску пресування і олійності в макусі шнекові преси поділяють на преси попереднього (неглибокого) добування олії – *форпреси*, і преси остаточного (глибокого) добування олії – *експелери*.

Форпреси найбільш широко застосовують в технологічних схемах екстракційних заводів. Вони відрізняються високою продуктивністю (80 т насіння за добу) при порівняно невисокому добуванні олії (олійність макухи до 15–17 %). Частота обертання шнека форпреса 18–36 об / хв, товщина макухи (черепашки) – 8–12 мм, тривалість пресування близько 80 с.

Преси глибокого добування олії – експелери – мають значно меншу продуктивність (18–30 т насіння за добу). Зате олійність макухи вони доводять до 4–7 %, що досягається завдяки тривалішому пресуванню м'язги 220–225 с, меншій частоті

обертання шнека (5–18 об / хв.) і невеликій черепашці, що виходить із преса (3–5 мм).

**Спосіб екстракції.** Єдиний спосіб, який забезпечує практично повне добування олії. У відходах, які називають *шротом*, залишається до 1 % олії. Для збільшення поверхні дотику з розчинником форпресовій макусі надають форми тонких пластинок (пелюстків) товщиною 0,25–0,50 мм, пропускаючи через спарену плющильну вальцівку з гладенькими вальцями. Як розчинник для екстракції олії застосовують бензин марки А і Б та гексан.

Екстракція олії у своїй фізичній основі є дифузійним процесом. Вона може бути виконана трьома способами: зануренням і підготовлених пелюстків макухи в протипотоковий рух розчинника; ступінчатим зрошенням розчинником протипотокового переміщення пелюстків та змішаним способом. Перший спосіб передбачає безперервний процес, при якому і розчинник і пелюстки макухи переміщуються назустріч один одному в шнековому апараті – екстракторі. Другий спосіб передбачає безперервне переміщення тільки розчинника, а пелюстки макухи залишаються в спокої на стрічці, що рухається в горизонтальному стручковому екстракторі. Змішаний спосіб на першій стадії (замочування) передбачає застосування першого способу, а на другій стадії (зрошення) – другого.

При контактуванні пелюстків макухи і розчинника, що відбувається в екстракторі, олія розчиняється у розчиннику, утворюючи так звану *міцелу*, яка виводиться з екстрактора. Міцела містить від 10–15 до 30–35 % розчинника. Шрот, що виходить із екстрактора від 20 до 40% розчинника, який видаляється нагріванням в шнекових або чанних випаровувачах. У результаті розчинник випаровується, а шрот підсушується і охолоджується. Міцелу після екстрагування фільтрують на спеціальних фільтрах і збирають у місцелозбірники.

Для видалення олії із міцели застосовують відгонку розчинних дистиляцією. Цей процес проводять в установках для

двоступінчатої дистиляції, яка складається із плівкового (попереднього) дистилятора, що працює при атмосферному тиску, і остаточного дистилятора, який працює при залишковому тиску до 8 кПа. Перед дистиляцією місцела проходить через теплообмінник і нагрівається до температури, близької до точки кипіння. Потім подається в попередній дистилятор, проходячи по трубах. У міжтрубний простір трубок вводиться перегріта пара при температурі 180...220<sup>0</sup>С, місцела закипає, і розчинник випаровується. Протягом 6–10 хв концентрація олії в місцелі зростає до 85%. Концентрована місцела спрямовується на остаточну відгонку в остаточний дистилятор. Тут проходить розпилення міцели під вакуумом, випаровування в тонких плівках і відгонка розчинника з водяною парою. Тривалість дистиляції 4–5 хв, температура олії 100...110<sup>0</sup>С обробка забезпечує одержання олії, що не містить слідів розчинника, при відносно невисоких температурах. Пари розчинника по трубах відводяться в конденсатор з водяним охолодженням, де вони конденсуються, легко розділяються за густиною. Розчинник використовують повторно.

### ***6.3. Рафінація олії***

В сирих оліях завжди містяться різноманітні домішки. Частина їх разом з олією витягується із клітин насіння під впливом підвищеної температури, тиску і органічного розчинника. Тому в товарній олії завжди наявні фосфоліпіди, воски, барвні речовини і продукти розкладу цих речовин (вільні жирні кислоти, моно- і дигліцериди та інші речовини). В олії, одержаній із насіння, є також продукти окислення різних ліпідної природи. Вміст їх залежить від якості насіння й інтенсивності технологічного впливу на насіння при одержанні олії. Крім розчинних речовин, товарна олія містить і механічні домішки.

Процес очищення олії від супутніх речовин одержав назву *рафінації*. Методи рафінації можуть бути розділені на фізичні, хімічні, фізико-хімічні. Вибір методу рафінації залежить від складу і якості домішок, їх властивостей і призначення олії. В більшості випадків очищення олії досягається поєднанням декількох методів.

**Фізичні методи.** Застосовуються для первинного очищення олії, а також для видалення нерозчинних в олії частинок, які утворюються в процесі рафінації. Видалення з олії твердих частинок мезги відбувається встоюванням, центрифугуванням і фільтруванням.

Для *відстоювання* олію у тарілчатих і подібних до них відстійниках залишають в спокої протягом тривалого часу. Під дією сили тяжіння важкі частинки осаджуються на дно. Це так звана пасивна рафінація.

Ефективний метод очищення олії від механічних домішок та води – *центрифугування* під дією відцентрової сили. Розрізняють розділяючі центрифуги, які застосовують для відділення води від олії, і освітлювальні центрифуги – для видалення механічних домішок.

*Фільтрування* дозволяє відділити механічні домішки густина яких не відрізняється від густини олії. Фільтрують олію через шар спеціальної фільтрувальної тканини (перліту, бельтингу тощо) на фільтрпресах. Застосовують спосіб подвійного фільтрування, відповідно до якого крупні частинки у фузовідділювачах відділяються і продукт надходять на першу (гарячу) фільтрацію на рамних фільтрпресах.

Потім олію за допомогою повітряних калориферів охолоджують до температури 20...25°C і повторно спрямовують на фільтр-преси. Відфільтровану й охолоджену олію направляють в склад. Кінцевим продуктом при очищенні олії від механічних домішок є нерафінована олія.

**Хімічні і фізико-хімічні методи рафінації.** З допомогою цих методів видаляють вільні жирні кислоти, фосфоліпиди, білки, слизі і

деякі інші сполуки. До цих методів за цільовим призначенням відносять гідратацію, нейтралізацію, адсорбційну рафінацію, дезодорацію, виморожування.

**Гідратація** – вилучення колоїдно-розчинних фосфоліпідів, білкових і інших речовин, за якої кінцевими продуктами є гідратована олія та фосфатидний концентрат. У процесі гідратації олію обробляють водою або розчином повареної солі у реакторах-турбулізаторах або струйних змішувачах. Останній являє собою ежектор, що забезпечує інтенсивне змішування олії і води, якої вводять 0,5–2,0 % до маси олії, температура олії 45...60 °С. Суміш олії і води направляють в коагулятор, де проходить формування гідратаційного осаду, що відділяється від олії.

Коагулятор являє собою циліндричний апарат з рамковою мішалкою, що має частоту обертання 13 об/хв. Тривалість проходження олії через коагулятор 0,5 год. Із коагулятора виходить олія, що містить крупні сформовані пластівці фосфоліпідів, які відділяють у відстійнику безперервної дії.

Гідратаційний осад надходить із відстійника в ротаційно-плівковий апарат для сушіння фосфоліпідів. Апарат циліндричної форми має парову сорочку, всередині апарата розміщений порожнистий вал з частотою обертання 800 об/хв, до якого приварені чотири лопаті. Між їх кінцями і внутрішньою поверхнею корпуса відстань 0,5–1,0 мм. Осад (фосфоліпід) рівномірно розподіляється з допомогою лопатей на внутрішній поверхні апарата і висушується у вакуумі за температури 60...70°C протягом 2 хв. Вологість гідратаційного осаду знижується з 35 до 2 %. Висушений фосфатидний концентрат фасують у металеві банки. Гідратована олія для зневоднення надходить в сушарно-деаераційний апарат, де розпилюється з допомогою форсунок у вакуумі. Початкова вологість олії 0,2 %, кінцева – 0,05 %, температура 85...90°C.

**Нейтралізація (лужна рафінація)** – вилучення вільних жирних кислот, у результаті якого кінцевим продуктом є рафінована олія, а відходами – нерозчинні солі (мильні розчини), які випадають в

осад, захоплюють з собою різноманітні домішки: фосфоліпіди, барвні речовини, слизі. Утворений осад одержав назву *соапстоки*. Лужна рафінація супроводжується також частковим розкладом нейтрального жиру, що призводить до зменшення виходу олії. Швидкість рафінації, ефективність утворення соапстоки, його структура, втрати нейтрального жиру залежать від якості олії (кислотного числа олії, складу і кількості домішок і т ін.), концентрації лугу, температури і умов проведення лужної рфінації. Рафінацію олії з кислотним числом до 5 проводять слабким розчином лугу (до 45 г / л), при кислотному числі олії до 7 його нейтралізують концентрованими розчинами (до 100 г / л), а при вище 7– до 200 г / л.

Гідратована олія надходить у нижню частину нейтралізатора безперервної дії, заповненого розчином лугу. Нейтралізатор являє собою апарат циліндричної форми з конічним дном. У його верхній частині є розширювач для збільшення площі розділу олійної і мильно-лужної фаз. Олія подається в перфорований розподільник, розміщений в нижній частині апарату. Вона у вигляді крапель розподіляється в лужному розчині і повільно спливає на його поверхню, оскільки густина олії менша густини водного розчину лугу. Завдяки доброму розподіленню олії в розчині лугу проходить нейтралізація вільних жирних кислот і утворюються мила – солі лужних металів і жирних кислот. З поверхні розчину лугу олію відводять в сушарно-деаераційний апарат, попередньо обробляючи розчином лимонної кислоти для розкладу мила в змішувачі ежекторного типу або промивають водою. Мильно-лужний розин (соапсток) виводять із нейтралізатора безперервно і передають на миловарний завод. Температура нейтралізації 68...75°C.

**Адсорбційна рафінація** (відбілювання) – вилучення барвних речовин за допомогою спеціальних сорбентів. За якої кінцевим продуктом є відбілена рафінована олія, а відходом – відпрацьований сорбент. Повнота видалення пігментів визначається видом олії і її призначенням.



Олії, направлені на гідрогенізацію, що використовують у виробництві маргарину, повністю знебарвлюються. При виробництві салатних олій – знебарвлюються частково. Сорбенти (відбілювальні глини, порошки), що застосовують при адсорбційній рафінації, повинні мати велику адсорбційну ємність відносно до пігментів, що видаляють, утримувати мінімальну кількість олії, мати низьку олієємність, не вступати в хімічну взаємодію з олією і легко від неї відділятися. Для виробництва окремих порошоків (глин) застосовують природні матеріали: гумбрин, трепел, осканагель і ін. Для підвищення відбілюючої здатності вони повинні піддаватись спеціальній обробці – активації.

Для видалення барвних речовин олію змішують із сорбентом і відділяють фільтрацією. Кількість сорбенту залежить від виду олії, її призначення, його характеристики.

**Дезодорація** – вилучення речовин, що надають небажаного аромату (летких ароматичних) і частково смаку. Кінцевим продуктом є рафінована дезодорована олія і відходи – продукти відгонки. Більшість речовин, що визначають смак, аромат олії, відносять до альдегідів, кетонів, низькомолекулярних кислот, вуглеводів. В основі процесу дезодорації лежить відгонка (дистиляція) ароматичних речовин водяною парою.

Для інтенсифікації дезодорації жирів і олій процес здійснюється під глибоким вакуумом і при високій температурі. Олію підігрівують до 60°C і подають в деаератор, де вона розпилюється у вакуумі і підігрівається в тонкій плівці на поверхні змішувачів до 130–180°C. Потім олію нагрівають до 220...230°C і подають в дезодоратор. Усередині апарата тонка плівка олії, що стікає по вертикальних пластинах, добре контактує з водяною парою, що подається інжекторами знизу. Обігрів дезодоратора відбувається через зовнішні змішувачі і парову сорочку. Тривалість перебування олії в дезодораторі 25 хв, тиск водяної пари 3–4 МПа, залишковий тиск в дезодораторі 0,13–0,27 кПа.

**Виморожування** (вінтеризація) – вилучення з рафінованих дезодорованих олій восків і воскоподібних речовин. Для цього олію охолоджують до температури 10...12°C і спрямовують в експозитор – циліндричний апарат, що має повільнообертаючу рамку-мішалку (частота обертання 2 об / хв). Тут протягом 4 год, проходить кристалізація восків, розчинених в олії. Потім олію злегка підігрівають до температури 18...20°C і фільтруванням через тканину відділяють воски, воскоподібні речовини і, частково, негідратовані фосфоліпіди, що залишились в олії після гідратації.

Рафіновану олію зберігають у щільно закритих лужених місткостях без доступу повітря, вологи і світла.

**Оцінка якості рослинної олії** здійснюється за зовнішнім виглядом, фізичними властивостями і хімічним складом. Для визначення якості олії залежно від розміру виробничої партії відбирають середню пробу, яку ретельно змішують і відділяють 0,5 л для аналізів. Харчова рослинна олія повинна бути повністю прозорою, світлого кольору. Запах, колір, прозорість визначають при температурі 20°C.

Для встановлення запаху олію наносять тонким шаром на скляну пластинку або розтирають на затильній поверхні руки. Для визначення кольору олію наливають в стакан висотою не менше 50 мм і розглядають в прохідному і відбитому світлі на білому фоні. Щоб визначити прозорість, олію (100 мл) наливають в скляний циліндр і залишають на одну добу за температури 20°C. Відстояну олію розглядають як у прохідному, так і у відбитому світлі на білому фоні. Олія вважається прозорою, якщо вона немутна або не має зважених пластівців.

**Вміст вологи і летких речовин** визначають у наважці (5 г), висушують за температури 105°C до постійної маси.

**Кількість відстою в олії** (нежирові, а механічні домішки – часточки м'ятки, оболонки клітковини і та ін.). Відстій визначають об'ємним способом: 100 мл олії наливають в циліндр і залишають

на добу за температури 15...20°C. Кількість осаду (мл) вказує на відсоток відстою за об'ємом.

Один із найважливіших ознак якості олії, що характеризує її придатність в їжу, є *кислотне число*. Це кількість КОН (мг), необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г олії. Низьке кислотне число свідчить про низьку якість сировини, псування її за тривалого зберігання.

*Йодне число* вказує на кількість грамів йоду, які повністю насичують вільні зв'язки в 100 г олії. Чим більше йодне число, тим вищий вміст ненасичених жирних кислот в олії і тим кращою сировиною є для виробництва оліфи (така олія швидко висихає на повітрі).

*Число омилення олії* – це кількість КОН (мг), необхідна для омилення гліцеридів (зв'язаних жирних кислот) та нейтралізації вільних кислот, що входять до складу 1 г олії.

#### ***6.4. Відходи переробки насіння соняшнику та їх використання***

При виробництві олії основними відходами є макуха і шрот. Вони являють собою високобілкові цінні концентровані корми для тварин. Їх використовують для виробництва комбикормів. В макусі міститься значна кількість білків (не менше 4,4 % сирого протеїну), жиру (до 7 %), зольних речовин (до 1,5 %). Шрот відрізняється низькою олійністю (до 1 %), тому його кормова цінність нижча. За загальною поживністю макуху і шрот прирівнюють до зернових культур, значно переважаючи їх за вмістом протеїну. Після одержання у виробництві вони повинні мати вологість в межах 6–10 %. Вміст розчинника в шроті не більший 0,1%. Температура повинна бути не вища 35°C, а влітку не перевищувати температуру навколишнього повітря більше як на 5°C.

Макуху і шрот зберігають насипом або в мішках в сухому, затемненому охолодженому приміщенні. Такі умови пов'язані з тим, що олія швидко окислюється киснем повітря, продукт гіркне і його кормова якість різко знижується.

### ***Контрольні запитання***

1. Характеристика якості сировини для виробництва олії.
2. Які основні технологічні операції при виробництві олії способом пресування?
3. Які основні технологічні операції при виробництві олії способом екстракції?
4. Які методи рафінації олії і їх призначення?
5. За якими показниками оцінюють якість олії?