

Пешук Л.В., Носенко Т.Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: Навч. посіб.– К.: НУХТ, 2008. - с.

Рецензенти:

Безуглий М.Д. – Віце-президент Української Академії аграрних наук, доктор с.-г. наук, академік УААН.

Капшук С.П. – Генеральний директор Асоціації «Укроліяпром».

Петик П.Ф. – к.т.н., директор Українського НДІ олій та жирів.

Богдан Т.З. – к.біол.н., доцент кафедри промислової біотехнології НТУУ «КПІ».

В навчальному посібнику наведено біохімічний склад сучасних сортів та гібридів насіння основних олійних культур, нетрадиційної олійної сировини, тваринних жирів, деякі морфологічні особливості олійних культур. Посібник містить також характеристику життєвого циклу олійного насіння, технологічних властивостей насіння олійних культур, особливості технології підготовки насіння до зберігання та промислової переробки. Наведено також вимоги сучасних стандартів до якості насіння олійних культур.

Останній розділ посібника присвячено технології використання продуктів переробки олійних культур (макухи та щротів) для одержання білкових продуктів та добавок.

Для студ. спеціальності 7.091705 «Технологія жирів і жирозамінників» напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія» .

ISBN 5-9532-0056-0

© Л.В. Пешук, Т.Т. Носенко, 2008

© Центр учбової літератури 2008

зміст

ISBN ?????

ВСТУП

Рослинні олії та тваринні жири мають широке використання в народному господарстві. Рослинні олії вживають безпосередньо в їжу, використовують в хлібопекарному (при виготовленні хлібобулочних виробів), кондитерському виробництві (при виготовленні борошняних кондитерських виробів, шоколаду, халви, начинок для цукерок). Рослинні олії натуральні та модифіковані є основою для виробництва маргаринів та майонезів.

Рослинні олії поділяють на кулінарні, столові (салатні) і консервні. В кулінарії олію використовують як у чистому вигляді так і у вигляді маргарину, спеціальних кулінарних жирів. До столових олій відносять олії, одержані з насіння механічним віджимом при відносно низькій температурі, та всі рафіновані олії. При виготовленні консервів широко використовують рафіновану соняшникову (особливо з високоолеїнових сортів), бавовняну, оливкову, арахісову, сезамову олії та їх суміші.

Із рослинних олій та жирів одержують такі технічні продукти як туалетне та господарче мило, ізольовані жирні кислоти, гліцерин, біодизельне паливо, лаки, фарби, оліфи тощо. Рослинні олії використовують для виготовлення охолоджуючих рідин, мастильних засобів, поліруючих сумішей тощо.

Рицинова, молочайна, оливкова олії широко використовується у виробництві фармацевтичних препаратів. Какао-масло, оливкова, мигдальна і рицинова — застосовуються при виготовленні різних косметичних засобів.

Білки олійних культур у вигляді білкових концентратів, ізолятів і гідролікатів використовуються для підвищення біологічної цінності багатьох харчових продуктів, а продукти переробки насіння (макуха, шрот) як складовий компонент комбікормів для тварин.

Плодова і насіннева оболонки олійних культур, яка складається в основному з целюлози, використовується як паливо для котелень, є сировиною для гідролізного виробництва, перспективним джерелом для одержання восків і хімічних продуктів.

Насіння олійних культур, крім олії та білків, містить комплекс біологічно-активних сполук, зокрема, вітамінів - тіаміну (B_1), рибофлавіну (B_2), піридоксину (B_6), біотину (H), фолієвої (B_{11}), пантотенової (B_3), і аскорбінової кислоти, токоферолів, стеролів і каротиноїдів.

Різнманітним є і фосфоліпідний комплекс олійного насіння, до його складу входять: фосфатилхоліни, фосфатидилетаноліни, фосфатидилсерини, фосфатидилінозитоли, фосфатидні кислоти та їх солі. В олійному насінні унікальний набір макро-, мікро і ультрамікроелементів, сумарна кількість яких майже в 2 рази переважає їх кількість в насінні інших культур.

Хімічний склад олійного насіння створює можливість для комплексного використання олійно-жирової сировини в промисловості. Тому основною метою збирання врожаю, післязбирального обробітку, зберігання і переробки олійного насіння є максимальне збереження всіх цінних компонентів, що містяться в рослинній сировині.

Основними олійними культурами в світі є соя, олійна пальма, соняшник, ріпак, бавовник, арахіс, маслина, сезам, сафлор та деякі інші. Світове виробництво насіння олійних культур в наш час складає приблизно 320 млн. т. на рік. Перше місце серед світових ресурсів олійної сировини належить соєвим бобам – приблизно 240 млн. т, виробництво насіння соняшнику у 2008/09 маркетинговому році досягло рекордних значень і становить близько 33 млн. т. Найбільші об'єми виробництва насіння соняшнику в Аргентині та Україні (приблизно 6 млн т/рік), Росії (приблизно 4 млн т/рік), США (2 млн. т/рік), Франції (1,5 млн. т/рік), Китаї, Індії, Пакистані (понад 1 млн. т/рік).

У зв'язку зі створенням низькоерукових і низькоглікозинолатних сортів значно ростуть об'єми виробництва ріпаку, так, в Україні у 2008 році зібрано майже 3 млн. т насіння ріпаку.

Значне місце серед олійного насіння належить насінню бавовника. Основні виробники насіння бавовника – США (приблизно 6 млн. т/рік), Пакистан (4 млн. т/рік), Індія (5 млн. т/рік), Китай (7 млн. т/рік).

У світовому виробництві рослинних олій перше місце займає соєва олія, друге - пальмова, третє - ріпакова, четверте - соняшникова олія. Значне місце у світовому виробництві харчових рослинних олій належить арахісовій, бавовняній і оливковій оліям.

Для виробництва технічних олій використовують насіння льону, рицини, тунгу, перили, лялеманції, коноплі тощо. Особливе місце займають пальмові олії — пальмова, кокосова та пальмоядрова, загальний об'єм виробництва яких останнім часом значно зростає і досягає 30 % світового виробництва рослинних олій.

В Україні харчову олію одержують в основному з насіння соняшника, сої, ріпаку. Насіння інших олійних культур (льону, гірчиці, рицини, редьки олійної) переробляють у відносно невеликих кількостях.

Впровадження досягнень біотехнології в практику селекції привело до створення високопродуктивних сортів, гібридів олійних культур більш стійких до захворювань, засухи, засоленості ґрунтів.

Над цією проблемою в Україні працюють науково-дослідний інститут рослинництва ім. Юр'єва (м. Харків), Інститут олійних культур УААН (м. Запоріжжя), Інститут ефіроолійних і лікарських рослин УААН (м. Сімферополь), НДІ сільського господарства Полісся УААН, (м. Житомир).

В той же час валовий збір насіння олійних культур у світі зменшується під впливом техногенної дії на ґрунти, зменшення родючості сільськогосподарських земель і особливо їх площі. Частка оброблюваної землі на душу населення в світі скоротилася з 0,44 га у 1961 р. до 0,26 в 1997 р. і до 2050 р. вона скоротиться до 0,15 га. Тому найважливішим першочерговим завданням є збереження високої якості і раціональне використання олійної сировини. Для вирішення цієї проблеми необхідне вивчення біохімічних процесів, що відбуваються в олійному насінні на всіх стадіях його розвитку, ціленаправлене використання його фізіологічних властивостей під час обробки, зберігання та переробки олійної сировини.

РОЗДІЛ І.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Група рослин різних ботанічних родин, видів, які здатні концентрувати в собі значну кількість олії отримала назву олійних. До олійних відносять рослини, в насінні чи плодах яких ліпіди накопичуються в кількостях, що економічно виправдовує їх промислову переробку. Відомо декілька сотень культур, в тканинах яких відкладається про запас значна кількість олії. Найбільша кількість запасних ліпідів зазвичай зосереджена в основній тканині насіння – зародку та ендоспермі, інші тканини порівняно бідні ліпідами. Якщо до недавня економічно виправданою була промислова переробка насіння з вмістом олії не менше 25 % їх маси, то в терерішній час успішно переробляється і низько-олійна сировина. Нині до групи промислових включено понад 100 олійних рослин із 600 видів нині відомих.

Хімічний склад олійного насіння відрізняється різноманітністю. В насінні олійних культур основним напрямком асиміляції речовин є синтез ліпідів.

Основною складовою олійного насіння, яка визначає їх промислове використання, є ліпіди. Проте в значних кількостях можуть накопичуватись також білки (Табл.1.1).

В організмі рослин ліпіди виконують три основні функції: *структурну*, утворюючи компоненти мембран органодів клітини, *енергетичну*, утворюючи запаси метаболітів в клітині, *захисну*, утворюючи хімічно інертні сполуки в клітинних стінках і на поверхні покривних тканин листя, насіння і плодів, чи сполуки, токсичні для мікроорганізмів.

Хімічний склад насіння основних олійних культур.

Насіння	Вміст, % (на суху речовину)			
	ліпідів	протеїнів (N×6,25)	целюлози	Міне- ральних речовин
Соняшник (сім'янка)	42,6...55,0	15,1...23,4	1,8...3,8	2,9...3,8
Гірчиця	32,0...41,9	20,5...29,7	8,2...11,1	4,8...5,5
Ріпак (безерукові сорт)	42,0...45,0	23,0...25,0	8,8...9,3	3,7...5,3
Суріпка	30,1...48,5	31,5	9,6	3,5
Рижій	25,6...46,0	27,4	7,9	4,3
Соя	16,0...22,0	34,0...46,0	14,6	4,1...4,5
Бавовник	23,3...25,3	27,4...28,5	12,4...18,7	4,06
Льон	48,40	21,42	4,47	3,01
Рицина	35,0...59,0	17,0...19,4	18,0...20,5	2,5...6,8
Конопля	30,2...38,3	17,6...25,1	13,8...26,9	1,5...1,8
Олійна пальма (паль- міста)	45,4...53,6	7,9...8,8	5,4...6,5	
Кокосова пальма (копра)	65,0...72,0	7,5...8,0	5,0...6,0	2,4

Майже 90 % видів квіткових рослин містять запасні жири в насінні. М. І. Шарапов виявив цікаву особливість, згідно якої рослини, які містять високий вміст олії в насінні та плодах, в тропіках і субтропіках, представлені переважно деревами (пальми, тунг), в місцевості з помірним кліматом – це трав'янисті рослини (льон, соняшник, арахіс та інші) рідше кущі, а ще рідше – дерева.

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

За вмістом ліпідів олійне насіння умовно поділяють на низько-, середньо- та високоолійне. В низькоолійному насінні вміст ліпідів (олійність) становить 15...35 % (на 1 г неліпідної частини ядра припадає 0,18...0,54 г олії), у середньоолійному насінні вміст ліпідів – 36...55 % (на 1 г неліпідної частини ядра припадає 0,55...0,82 г олії), у високоолійному – 56...75 % і вище (на 1 г – 0,8...3,0 г олії і вище).

Здатність накопичувати запасні ліпіди у рослин визначається генетично. Запасні ліпіди виконують важливу функцію в організмі – переносити несприятливі фактори зовнішнього середовища – низькі температури. Накопичуючись в сім'ядолях насіння, ліпіди здатні захищати зародок від низьких температур.

У помірному поясі при переході в стан спокою запасний крохмаль деревини перетворюється в жир, це супроводжується збільшенням морозостійкості стволу. Закономірно, що в помірному поясі, рослини, які запасують в насінні в значній кількості жири, становлять 80% загальної кількості родин, в той час як у тропіках кількість таких родин не перевищує 10%.

1.1. ЛІПІДИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Ліпідами називаються практично не розчинні у воді речовини, які можуть бути екстраговані з клітин неполярними органічними розчинниками (такими як гексан, бензин, діетиловий і петролейний ефір, хлороформ, чотирихлористий вуглевод, бензол).

Деяка частина ліпідів зв'язана з іншими компонентами насіння (білками, вуглеводами) міцним хімічним зв'язком і при звичайній обробці розчинниками не відокремлюється від них. Щоб вилучити такі ліпіди необхідно зруйнувати білково-ліпідні комплекси.

Частково порушити зв'язки ліпідів з неліпідними компонентами насіння можна за допомогою теплової та волого-теплової обробки, а також в деяких випадках інтенсивним подрібненням насіння.

Залежно від методу вилучення олії, виду розчинника, характеру підготовки знежиреного матеріалу до вилучення ліпідів (ступеню подрібнення, глибини підсушування) склад і кількість ліпідів, одержаних із насіння, можуть змінюватися в достатньо широкому діапазоні.

Ліпіди олійного насіння можна поділити на групи в залежності від біохімічної функції. Основну масу ліпідів насіння та плодів складають *запасні ліпіди*, які виконують в клітинах енергетичну функцію. Вони легко вилучаються з тканин насіння і відносяться до вільних ліпідів. У олійних рослин запасні ліпіди представлені триацилгліцеридами, котрі складають 95...97% вилученої з насіння олії.

Структурні ліпіди утворюють біомембрани клітин. Масова частка їх значно менша, ніж запасних. Ці ліпіди важко вилучаються із си-

ровини і є зв'язаними та міцнозв'язаними у вигляді білково-ліпідних комплексів.

Серед структурних ліпідів важливе місце займають фосфогліцерини (фосфоліпіди), гліколіпіди і сульфоліпіди. Присутність цієї групи ліпідів підвищує біологічну цінність олій.

Інші структурні ліпіди зумовлюють специфічний колір, смак і запахи рослинних олій, стійкість до окиснення і гідролізу під час зберігання та інші властивості. До них відносять жиророзчинні вітаміни (наприклад, токофероли) і провітаміни (каротиноїди та стероли).

До структурних ліпідів, які виконують захисну функцію, можна віднести ліпіди, які утворюють хімічно інертні структури покривних тканин насіння і плодів – воски та їх похідні. Особливе місце займають ліпіди, захисні функції яких визначаються токсичністю, наприклад похідні госиполу.

Вміст структурних ліпідів в рослинних оліях складає від 3 до 5%. Їх кількість і склад в промисловій олії значно залежить від умов знежирювання насіння, тому готова олія може суттєво відрізнитися за складом структурних ліпідів в залежності від технологічних параметрів переробки насіння, виду розчинника під час екстракції та інших умов.

Ліпіди олійного насіння поділяють за величиною полярності їх молекул на нейтральні (триацилгліцерини, воски, ефіри жиророзчинних вітамінів та стеролів) та полярні (фосфоліпіди, ди- та моноацилгліцерини, вільні жирні кислоти, стероли тощо). Такий поділ ґрунтується на їх розчинності в органічних розчинниках різної полярності. Нейтральні ліпіди легше розчиняються в гексані, бензині, диетиловому ефірі, а полярні – в ацетоні та етанолі.

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

За здатністю до взаємодії з лугами ліпіди олійного насіння поділяють на омилювані та неомилювані. Неомилювані ліпіди не містять кислотних залишків, тому при взаємодії з лугами не вступають в реакцію та не утворюють мила. До групи неомилюваних ліпідів входять вуглеводні – стероїди та терпени, а також жиророзчинні пігменти, вітаміни та провітаміни, похідні від ізопренових залишків.

Ліпідний склад готових рослинних олій ускладнюється в результаті змін під дією технологічних параметрів при вилученні та пере-

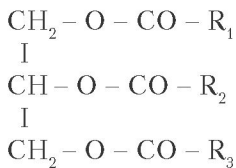
робці олії. Більшість сполук, які утворюються під час промислової переробки, знижують харчову цінність олій та інших продуктів переробки олійного насіння і навіть токсичні або негативно діють на організм людини.

Триацилгліцерини насіння

Найбільшою групою серед ліпідів насіння олійних культур є жири. Жири (триацилгліцерини) є складними ефірами гліцерину і вищих карбонових (жирних) кислот.

Природні жири є сумішами різнокислотних триацилгліцеринів. Відомо більше, ніж 1300 природних жирів, що відрізняються своїм складом жирних кислот і утворених ними різнокислотних триацилгліцеринів.

Триацилгліцерини мають загальну формулу:



де R_1 , R_2 , R_3 – радикали жирних кислот.

В складі природних ліпідів знайдено більше ніж 200 різних жирних кислот, переважно з парною кількістю вуглецевих атомів від C_8 до C_{24} . Жирні кислоти з коротким ланцюгом – менше 8 вуглецевих атомів (капронова, масляна) в складі триацилгліцеринів насіння олійних культур не зустрічаються, але вони можуть бути присутніми у вільному стані, впливаючи на смак і запах жирів. Більшість жирів містить 4...7 головних і декілька супутніх (менше 5 % від суми) жирних кислот. Олії деяких рослин містять специфічні жирні кислоти, характерні тільки для цих рослин. Так, наприклад, олія рицини містить гідроксикислоту – рицинолеву, олія ріпаку – ерукову тощо.

Переважає більшість рослинних олій, що мають промислове значення, містять триацилгліцерини всього трьох кислот – пальмітинової, олеїнової та лінолевої.

В рослинних оліях переважають жирні кислоти з 18 вуглеводними атомами, їх вміст для більшості рослинних олій становить приблизно

но 95 % від загальної суми жирних кислот. Лише олії рослин родини Хрестоцвітих, наприклад, гірчична та ріпакова, поряд з кислотами C_{18} містять значну кількість кислот з іншим числом атомів вуглецю (C_{20} і C_{22}), присутність яких в харчових оліях не бажана. Кокосова та пальмоядрова олія з тропічної сировини містять головним чином жирні кислоти з кількістю вуглецевих атомів 12...16.

Жирні кислоти, що входять до складу триацилгліцеринів, можуть бути насиченими та ненасиченими (Табл. 1. 2). Насичені мають загальну формулу $C_n H_{2n} O_2$; ненасичені – в залежності від ступеню ненасиченості: з одним подвійним зв'язком – $C_n H_{2n-2} O_2$; двома – $C_n H_{2n-4} O_2$; трьома – $C_n H_{2n-6} O_2$.

Таблиця 1.2.

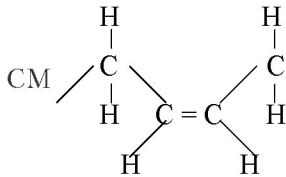
Основні жирні кислоти, що входять до складу жирів.

Кислота	Загальна формула	Структурна формула	Температура плавлення, °С
Насичені кислоти ($C_n H_{2n} O_2$)			
Каприлова	$C_8 H_{16} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_6 - COOH$	+16,2
Капринова	$C_{10} H_{20} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_8 - COOH$	+31,6
Лауринова	$C_{12} H_{24} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{10} - COOH$	+44,2
Міристинова	$C_{14} H_{28} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{12} - COOH$	+54,1
Пальмітинова	$C_{16} H_{32} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$	+62,8
Стеаринова	$C_{18} H_{36} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{16} - COOH$	+69,3
Арахінова	$C_{20} H_{40} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{18} - COOH$	+74,9
Бегенова	$C_{22} H_{44} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{20} - COOH$	+80,2
Лігноцеринова	$C_{24} H_{48} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{22} - COOH$	+84,4
Мононенасичені кислоти ($C_n H_{2n-2} O_2$)			
Олеїнова	$C_{18} H_{34} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$	+14,0
Петрозелінова	$C_{18} H_{34} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_{10} - CH = CH - (CH_2)_4 - COOH$	+30,0
Ерукова	$C_{22} H_{42} O_2$	$CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_{11} - COOH$	+34,0

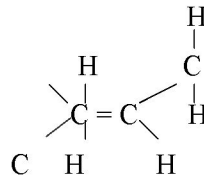
продовж. табл. 1.2.

Поліненасичені жирні кислоти $C_nH_{2n-4}O_2$ та $C_nH_{2n-6}O_2$			
Лінолева	$C_{18}H_{32}O_2$	$CH_3 - (CH_2)_4 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$	-6,5
Ліноленова	$C_{18}H_{30}O_2$	$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$	-12,8

Загальною властивістю ненасичених жирних кислот є низька температура плавлення та висока реакційна здатність. Ненасичені (алкенові) жирні кислоти рідкі при звичайних температурах. Ними збагачені рослинні олії та рибні жири. Залежно від кількості подвійних зв'язків їх поділяють на мононенасичені та поліненасичені. Особливістю алкенових кислот є наявність позиційних та стереоізомерів (просторових) в зв'язку з тим, що кожний подвійний зв'язок створює можливість існування двох стереоізомерних форм цис- та транс-:



Цис - конфігурація



Транс - конфігурація

В природних жирах містяться переважно цис-ізомери жирних кислот. Виключенням є вакценова кислота – 11-транс октадеценова кислота та β -олеостеаринова кислота (9-цис,11,13-транс октадекатриєнова).

На відміну від насичених кислот, які відносно стійкі до різного впливу, ненасичені кислоти легко окиснюються (олія прогірає), а також відновлюються за місцем подвійного зв'язку. Відновлення жирних кислот воднем – гідрогенізацію – широко застосовують у виробничій практиці при одержанні із рідких жирів твердих.

Поліненасичені жирні кислоти мають високу біологічну цінність, вони не здатні синтезуватись в організмі людини і тому їх називають незамінними жирними кислотами або есенціальними. Поліненасиче-

ні жирні кислоти відіграють важливу роль в ліпідному обміні, вони впливають на проникаючу здатність біологічних мембран, вони є попередниками синтезу важливих гормонів в організмі людини — простагландинів. Такі жирні кислоти одержали назву вітаміну F, вони повинні потрапляти в організм людини з їжею. Важливим джерелом незамінних жирних кислот є рослинні олії.

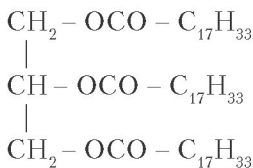
З урахуванням особливостей біосинтезу ненасичених жирних кислот їх класифікують за місцем подвійного зв'язку від кінцевого атому вуглецю на такі групи: ω -3 (альфа ліноленова); ω -6 (лінолева, γ -ліноленова, арахідонова); ω -9 (олеїнова). Есенціальними жирними кислотами є родина ω -3 та ω -6 жирних кислот. Вважають, що в раціоні людини співвідношення між ω -6 та ω -3 поліненасиченими жирними кислотами повинно становити (4-6):1.

Поліненасичені жирні кислоти здатні висихати, утворюючи плівки. Процес висихання зумовлений приєднанням кисню до місця подвійного зв'язку при одночасній полімеризації одержаних сполук. Висихання каталізується ферментом ліпоксигеназою та іонами металів.

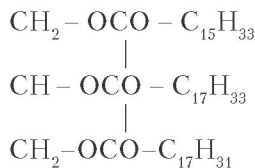
Радикали жирних кислот, які входять до складу триацилгліцеринів, та їх положення в молекулах ацилгліцеринів визначають властивості жирів.

Однокислотні триацилгліцерини утворюються в результаті етерифікації гліцерину молекулами однієї й тієї ж жирної кислоти (наприклад: триолеїн, тристеарин тощо), але до складу природних олій, як правило, входять різнокислотні триацилгліцерини, однакислотні триацилгліцерини зустрічаються в складі оливкової, рицинової олій.

Більшість відомих жирів являють собою суміш різнокислотних тригліцеринів (наприклад, стеароїлдіолеїлгліцерин, пальмітоїлолеїллінолеїлгліцерин тощо).



Триолеїн
(однокислотний тригліцерин)



Пальмітоїлолеїллінолеїлгліцерин
(різнокислотний тригліцерин)

Триацилгліцерини в хімічно чистому стані не мають кольору, смаку, запаху. Забарвлення олій, різні смакові властивості і запах залежать від структурних ліпідів, шовходять до їх складу.

Рослинні олії добре розчиняються у неполярних органічних розчинниках. Густина їх знаходиться в межах від 900 до 980 кг/м³ при температурі 15 °С.

Ідентифікаційним параметром рослинних олій є показник заломлення або коефіцієнт рефракції. У більшості олій він становить 1,44-1,48, олії з високим вмістом ненасичених жирних кислот мають більш високі значення.

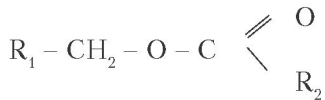
Температура застигання рідких рослинних олій знаходиться в межах від'ємних температур. До інших фізичних властивостей олій відноситься їх здатність розчиняти гази, сорбувати леткі речовини та ефірні олії. Розчинність кисню в 100 см³ олії при кімнатній температурі становить 0,7-1,1 см³, вуглекислого газу — 4-8 см³.

При температурі, вищій ніж 240-250 °С, ацилгліцерини рослинних олій інтенсивно розкладаються з утворенням летких продуктів термічного розпаду.

Воски

До структурних ліпідів, які виконують захисні функції, відносять ліпіди, що утворюють хімічно інертні структури покривних тканин та плодів — воски та їх похідні.

Воски за хімічною структурою близькі до ацилгліцеринів і представляють собою складні ефіри вищих жирних кислот (С 16 – С 32) та одноатомних (рідко двоатомних) спиртів (С 24 – С 30):



де R₁ – залишок аліфатичного спирту;

R₂ –радикал жирної кислоти.

Воски в рослинах зазвичай утворюють покривні шари на поверхні листя, плодів та насіння, який захищає тканини рослини від висихання, механічних пошкоджень та дії ферментів мікроорганізмів. Захисна роль восків зумовлена їх стійкістю до хімічних чинників.

Поверхня клітинних стінок покривних тканин — плодової та насінневої містить складні воски кутин та суберин. За хімічним складом кутин є сумішшю жирних гідроксикислот та їх ефірів. Більшість жирних кислот кутину містить 16 або 18 атомів вуглецю, в тому числі насичені, ненасичені, гідроксинасичені та гідроксинасичені, ди- та тригідроксинасичені кислоти.

Суберин за будовою аналогічний кутину, але складається з насичених або оденасичених дикарбонових кислот, які містять від 16 до 22 атомів вуглецю, а також з насичених та ненасичених гідроксикислот та двохатомних спиртів з довгим ланцюгом.

Крім жирних кислот та аліфатичних спиртів у восковій фракції рослин зустрічаються насичені вуглеводні з непарним числом атомів вуглецю — від C_{12} до C_{34} .

Таким чином, воскоподібні сполуки покривних тканин олійних рослин — це складна суміш восків, вільних довголанцюгових жирних кислот, гідроксикислот, вільних первинних, вторинних високомолекулярних спиртів та діолів, довголанцюгових аліфатичних вуглеводнів та кетонів. Наприклад, в соєму насінні виявлено спирти, довжина вуглецевого ланцюга яких коливається від C_{28} до C_{32} . У восках соняшнику та лляному насінні виявлено спирти та кислоти з числом атомів вуглецю від 14 до 30.

Склад багатьох рослинних восків до цього часу остаточно не вивчено.

Через велику молекулярну масу жирних кислот та спиртів восків температура плавлення їх істотно вища, ніж жирних кислот триацилгліцеринів. У зв'язку з цим в олії, що вилучається з насіння, воски формують кристали.

Як і інші складні ефіри, воски можуть гідролізуватися, але для цього потрібні надзвичайно жорсткі умови.

Вміст восків в рослинних тканинах відносно невисокий. Наприклад, в насінні вміст восків 1,2...1,3 % від маси, в тому числі в плодової оболонці до 83 % від загального вмісту восків, в насінневої оболонці до 16 %, в зародку та ендоспермі (ядрі насіння) до 1 %.

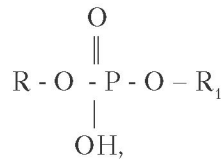
Присутність восків значно ускладнює отримання високоякісних рослинних олій. При температурах, вищих ніж $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, воски у розплавленому вигляді вилучаються разом з олією. Під час охолодження в таких оліях утворюється так звана сітка із зважених в олії кристалів

воску. Кристали практично не осідають через близькі значення відносної густини воску й олії та погіршують товарний вигляд олії. У зв'язку з цим для отримання прозорої соняшникової олії, вільної від восків, проводять додаткову обробку – виморожування восків.

Фософоліпіди (гліцерофосфати)

Фософоліпіди є цінною групою ліпідів всіх живих організмів. Їх функції в живому організмі зумовлені тим, що вони є структурними компонентами біологічних мембран, відіграють важливу роль у регулюванні ліпідного обміну в організмі людини.

Фософоліпіди можна розглядати як подвійні ефіри фосфорної кислоти:

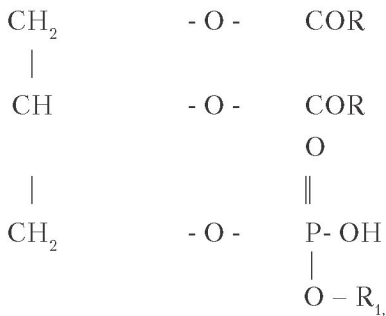


де R – радикал гліцерину або іншого спирту; R₁ – радикал аміноспирту, амінокислоти тощо.

Природні фософоліпіди поділяють на дві великі групи залежно від радикалу спирту, що входить до їх складу:

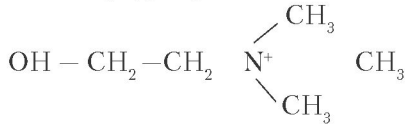
- гліцерофосфати (містять залишок гліцерину);
- сфінгозинфосфати (містять залишок сфінгозину, виявлені в складі тваринних фософоліпідів).

До складу насіння та рослинних олій входять гліцерофосфати – 1,2-диацил Sn – гліцero-3-фосфат:

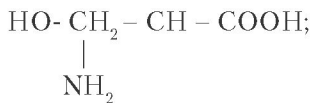


де R – радикали жирних кислот; R₁ – радикал:

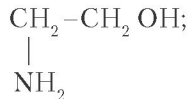
– холіну (фосфатидилхоліни – лецитини):



– серину (фосфатидилсерини):



– етаноламіну (фосфатидилетаноламіни – кефаліни):



– гліцерину (фосфатидилгліцерини);

– H⁺ (фосфатидні кислоти);

Таким чином, молекули фосфатидів завжди містять один полярний полюс та два неполярні.

В залежності від хімічного складу гідрофільних груп, приєднаних до залишку фосфорної кислоти, фосфатидилгліцерини ділять на азотовмісні та на такі, що не містять азоту.

При відщепленні жирнокислотного залишку під дією ліпаз утворюються лізоформи фосфоліпідів. У непошкодженому насінні лізофосфоліпіди відсутні. Поява лізоформ свідчить про глибокі пошкодження біомембран клітини, оскільки лізоформи не можуть утворюватися в ліпідному шарі мембрани клітини і не здатні утворювати стійкі ліпідні бішари. При подальшому гідролізі фосфоліпідів відщеплюється друга жирна кислота, а потім – гідрофільна група.

Вміст фосфоліпідів в насінні олійних культур коливається в межах від 0,2 до 2 % (Табл. 1.3).

Таблиця 1.3.

Вміст фосфоліпідів в насінні деяких олійних культур

Культура	Вміст фосфоліпідів (% на суху речовину)
Соя	1,6-2,0
Льон	0,5-0,7
Соняшник	0,7-0,8
Рицина	0,25-0,30

Як і інші структурні ліпіди, фосфоліпіди при вилученні олії з насіння переходять в олію і вилучаються разом з нею, вміст фосфоліпідів в олії залежить від способу та умов добування (Табл. 1.4).

Таблиця 1.4.

Вміст фосфоліпідів в деяких рослинних оліях, %

Спосіб добування олії	Сосва	Соняшникова	Ляна
Холодне пресування	0,05-0,07	0,05-0,07	-
Форпресування	1,1-2,1	0,2-0,8	0,2-0,5
Повторне пресування	2,7-3,4	0,6-1,2	0,6-0,9
Екстракція	3,9-4,5	0,8-1,4	0,8-1,62

У рослинних оліях фосфоліпіди знаходяться в молекулярно-розчиненому стані, хімічна активність їх молекул вища, ніж триацилгліцеринів. Молекули фосфоліпідів легко утворюють асоціати з неомілюваними ліпідами олії, в тому числі стеролами, високомолекулярними спиртами, восками, діольними ліпідами, а також іонами металів.

Для видалення фосфоліпідів з олії необхідно порушити стійкість системи фосфоліпіди — триацилгліцерини внаслідок чого фосфоліпіди випадають в осад. З цією метою використовують обробку рослинних олій невеликими кількостями води (гідратацію). Отримані в результаті гідратації фосфоліпіди висушують і одержують фосфатидний концентрат, який застосовують в харчових та кормових цілях. Після гідратації в олії залишається деяка кількість неосаджених фосфоліпідів, які отримали назву негідратуємі. Негідратуємі фосфо-

ліпіди осадів в олії не утворюють, але їх присутність ускладнює подальшу переробку олії.

Негідратуємі фосfolіпіди мають більш складний хімічний склад та будову, ніж гідратуємі, а також меншу полярність молекул. Для їх гідратації та осаджування з олії необхідно застосовувати більш активні, ніж вода, гідратуєчі агенти (наприклад, водний розчин лимонної або фосфорної кислоти).

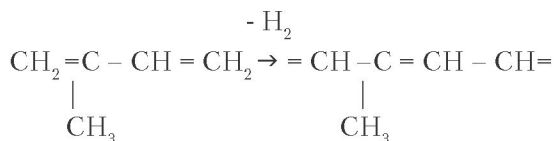
Жиророзчинні пігменти

В насінні олійних культур містяться такі рослинні пігменти як каротиноїди й хлорофіли, які визначають забарвлення природних рослинних олій. В насінні бавовнику міститься специфічний для даної культури пігмент госипол, який надає олії темно-коричневого кольору. Госипол є токсичним пігментом, його вміст у шроті бавовнику від 0,02 до 0,05 викликає слабе отруєння тварин, а від 0,15 до 0,20 – має летальні наслідки.

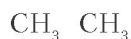
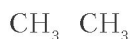
Каротиноїди – рослинні пігменти, що зумовлюють жовто-коричневе забарвлення органів рослин, при вилученні олії із насіння вони переходять до складу олії. Каротиноїди поділяють на:

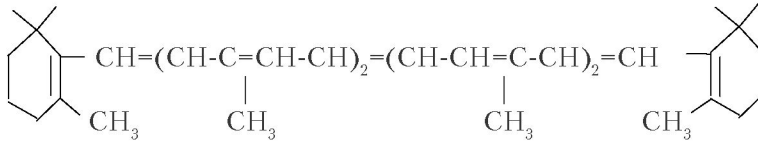
- Каротини (вуглеводні);
- Ксантофіли (кисневмісні каротиноїди – спирти, альдегіди, кетони, карбонові кислоти).

Особливістю хімічної будови каротиноїдів є наявність довгого вуглеводного ланцюгу із системою спряжених подвійних зв'язків. Каротиноїди можна розглядати як продукти полімеризації радикалів, що утворюються під час дегідрогенізації ізопрену:

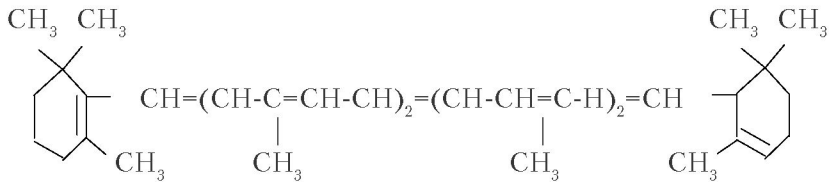


Рослинні олії збагачені каротинами, серед яких найбільш поширеним є β -каротин:

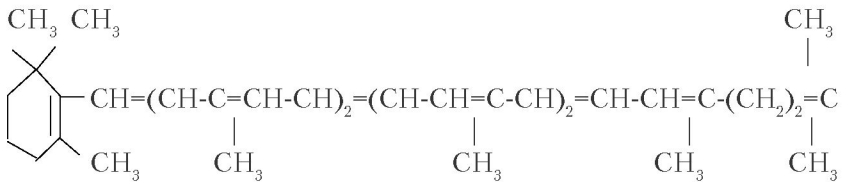




Структурна формула α -каротину відрізняється положенням подвійного зв'язку в іононовому кільці:



γ -каротин містить лише одне іононове кільце:



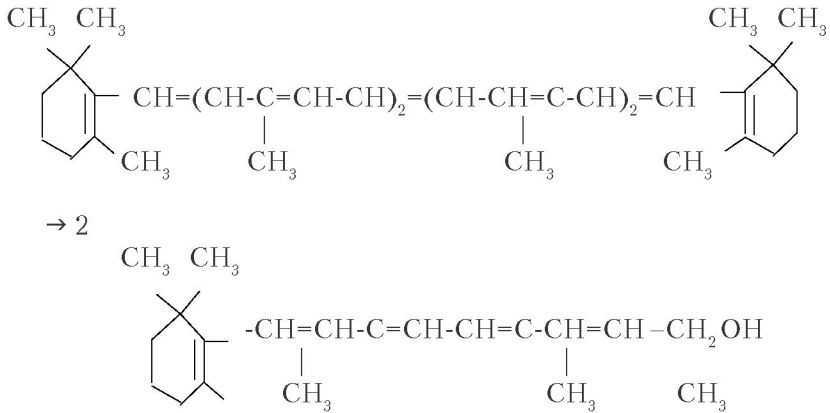
Хромофорною групою каротиноїдів є вуглеводневий ланцюг із спряженими зв'язками.

Каротиноїди легко окиснюються киснем повітря та іншими окисниками.

Вони мають інтенсивну смугу поглинання у видимій області спектру (400...500 нм).

Каротиноїди добре адсорбуються адсорбентами, не омилуються розчинними лугів. Серед рослинних олій найбільш високим вмістом каротиноїдів характеризується кокосова олія (0,05...0,2 %).

β -каротин є попередником синтезу ретинолу (за участю ферменту каротинази). Синтез ретинолу відбувається в печінці тварин та людини:



Серед каротиноїдів найбільш вивченим є жовтий пігмент зерен кукурудзи – зеаксантин, у соєвій олії присутні ксантофіли – фукоксантин, тароксантин і лютеїн.

Каротиноїди містяться в насінні всіх олійних культур. У ядрі соняшника вміст каротиноїдів становить 0,165-0,190 мг, бавовняного насіння – 0,077-0,193 мг на 100 г сухої речовини.

Хлорофіли – це основний пігмент зелених органів рослин, який приймає участь в поглинанні сонячної енергії і фотосинтезі. Ця група пігментів має зелене забарвлення і максимуми поглинання у червоній області спектру (640...720 нм). До цієї групи пігментів відносяться хлорофіл *a* (C₅₅H₇₂O₅N₄Mg, максимум поглинання 665 нм), хлорофіл *b* (C₅₅H₇₀O₆N₄Mg, максимум поглинання 649 нм), феофітин *a*, феофітин *b*. Співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* в рослинних тканинах 3:1.

В основі хімічної структури хлорофілів є порфіринове ядро, утворене 4 пірольними кільцями (Рис. 1).

Хлорофіли відносяться до неомилювальних речовин.

Хлорофіли добре розчинні в ацетоні, спирті і оліях. Недозріле олійне насіння містить значну кількість хлорофілів. При дозріванні хлорофіли зникають і у дозрілому насінні знайдено лише їх сліди. Присутність хлорофілів і його похідних в оліях небажана. Встановлено, що присутність хлорофілів ініціює протікання окиснювальних процесів, внаслідок чого олія є нестійкою при зберіганні, а також суттєво ускладнює рафінацію олії.

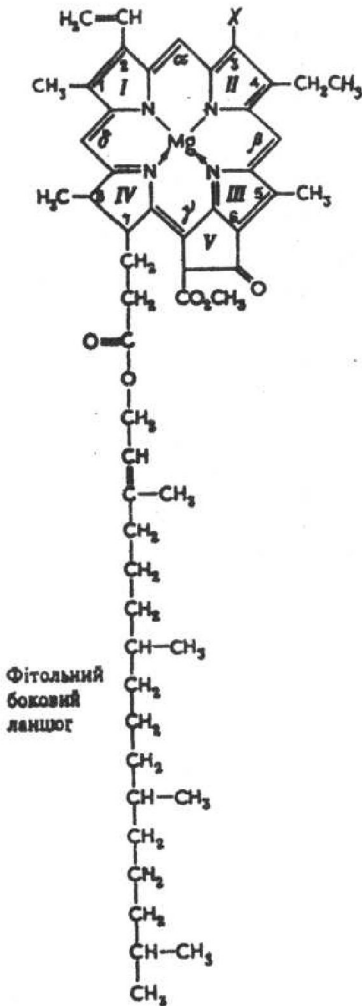
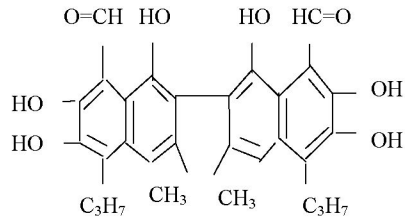


Рис. 1.1. Структурна формула хлорофілу.

Вміст хлорофілів в рослинних оліях дуже незначний, наприклад, в соєвій олії 0,0001...0,00015 %.

Госипол – пігмент поліфенольної природи. Надає бавовняній олії темно-коричневого забарвлення.

Госипол – тритерпеновий альдегід в хімічній структурі якого присутні 6 гідроксильних (фенольних груп) і дві альдегідні:



Має властивості кислоти. Взаємодіє з лугами з утворенням госиполатів. Окиснюється сильними окисниками, має антиоксидантні властивості. Реагує із фосфоліпідами та білками. Піддається гідрогенізації.

Жиророзчинні вітаміни

В насінні олійних культур завжди містяться жиророзчинні вітаміни – А, Д, Е, К в активній і неактивній формі (у вигляді провітамінів).

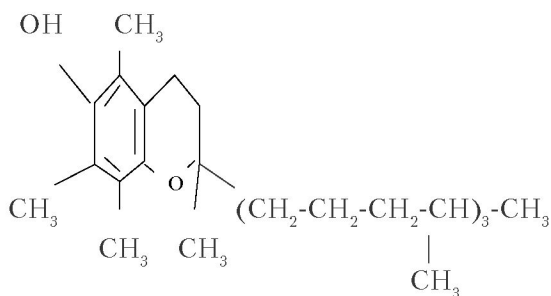
Найбільш поширені в насінні вітаміни групи Е (токофероли). Особливо багато міститься їх в олії із зародків пшениці, кукурудзи (Табл. 1.5).

Вміст токоферолів в насінні деяких олійних культур.

Культура	Вміст токоферолів	
	насіння	олія (мг %)
Соняшник	4,0...9,5	50
Соя	5,7...33,6	83
Арахіс	1,8...13,0	50
Кукурудзяні зародки	-	100...250

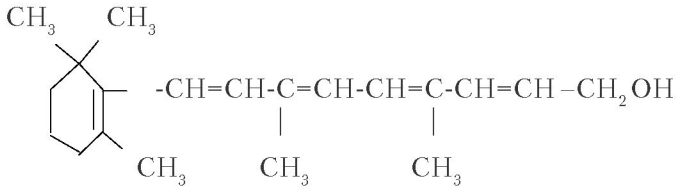
Токоферолі добре розчинні в оліях і органічних неполярних розчинниках і нерозчинні у воді, термостабільні, не руйнуються навіть при температурі 200...220°C. Інактивуються лише за температури 300°C. Вони є антиоксидантами, запобігаючи й захищаючи поліненасичені жирні кислоти від окиснюваного псування. Відомо 7 ізомерних форм токоферолів – α , β , γ , σ , ϵ , η , ξ . Найбільш високу біологічну активність має α -токоферол. Найбільш сильно виражені антиоксидантні властивості у γ і σ -токоферолу.

Загальна формула α -токоферолу – $C_{29}H_{50}O_2$. Структурна формула токоферолів:



До жиророзчинних вітамінів відносяться вітаміни групи А (ретиноли). Попередниками синтезу ретинолів є каротини. В природі відомо 16 ізомерів ретинолів. Ретиноли відіграють роль вітамінів росту, вони також попереджають порушення зору.

Структурна формула ретинолу:

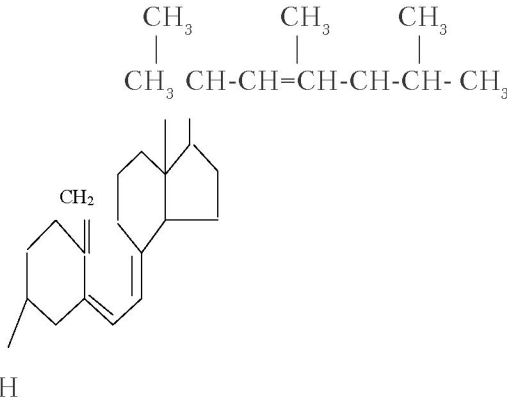


Ретиноли швидко окиснюються киснем повітря, без доступу кисню не руйнуються навіть при нагріванні до 120°C, під час гідрогенізації інактивуються, не вступають в реакцію омилення, утворюють ефіри із жирними кислотами.

Вітаміни групи Д - кальцифероли.

Відомо кілька природних ізомерів кальциферолів – D₂, D₃, D₄, D₅, D₆. Найбільш активні D₂ і D₃. За хімічною природою дана група вітамінів є похідними стеролів.

Структурна формула вітаміну D₂:



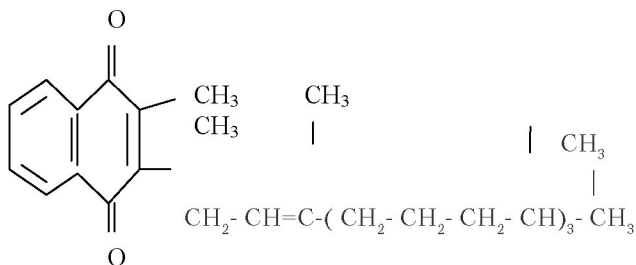
В чистому вигляді вітаміни групи Д – безбарвні кристали, температура плавлення яких – 115...116 °С.

Вітаміни групи Д синтезуються лише у тваринному та людському організмі – із попередників (стеролів) під дією ультрафіолету. Вітаміни цієї групи мають антирахітичну дію, а також регулюють транспорт іонів кальцію і фосфатів в клітинах слизової оболонки

тонкого кишечника і кісткової тканини внаслідок впливу на синтез транспортних білків, переносчиків іонів Ca^{2+} . Авітаміоз вітаміну Д спричиняє виникненню рахіту.

Вітаміни групи К.

Вітаміни цієї групи мають антигеморагічну функцію – регулюють звертання крові. Крім того, вітаміни групи К приймають участь в фотосинтетичному (в рослинних організмах) та окислювальному транспорті електронів та фосфорилуванні, що супроводжує такий транспорт. За хімічною природою дана група вітамінів є похідними нафтохінону. Структурна формула вітаміну K_1 має вигляд:

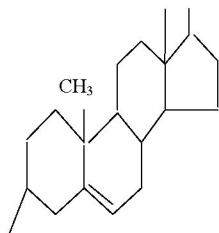


Вітаміни групи К добре розчинні у більшості органічних розчинників але не розчинні у воді. У зеленому листі багатьох рослин міститься значна кількість вітаміну К.

Стероли.

В насінні олійних культур містяться фітостероли (стигмастерол, ситостерол). Стероли – поліциклічні, ненасичені гідроароматичні одноатомні спирти.

В основі хімічної структури стеролів лежить циклопентанпергідрофенантронова група:



Окремі представники стеролів відрізняються між собою структурою бічних вуглеводневих ланцюгів. Стероли є попередниками синтезу вітамінів групи Д.

До складу насіння олійних культур та рослинних олій входять рослинні стероли (ситостероли, стигмастероли, брасікостерол), їх вміст коливається в межах від 0,1 до 0,4 % (Табл. 1.6).

Таблиця 1.6.

Вміст стеролів в деяких рослинних оліях.

№	Назва жиру	Вміст стеролів, %
1	Лляна олія	0,42
2	Ріпакова олія	0,35
3	Соняшникова олія	0,09...0,12

1.2 АЗОТОВМІСНІ РЕЧОВИНИ

Група азотовмісних речовин олійного насіння включає білки і небілкові азотисті речовини органічного й неорганічного характеру. Основна маса азотовмісних речовин (91-98 %) представлена білками. В простих білках середній вміст азоту приблизно постійний і складає 16,1-16,2 %. Фактичний вміст азоту в різних рослинних білках коливається в широких межах від 9,5 до 19,5 % (Табл. 1.7). За вмістом азоту визначають коефіцієнт для перерахунку вмісту загального азоту на вміст сирого протеїну. Загальноприйнятим є середнє значення коефіцієнту 6,25.

Таблиця 1.7.

Вміст азоту в білках насіння деяких культур.

Сировина	Вміст азоту в білках, у %	Коефіцієнт перерахунку на вміст сирого протеїну
Зерно ячменю, кукурудзи, гречки, ріпакова макуха	16,7	6,0
Зерно та борошно пшениці, зерно жита, вівса.	17,6	5,7

продовж. табл. 1.7.

Макуха насіння соняшника, льону, ріцини, бавовнику, коноплів	12,0	8,3
--	------	-----

В організмі рослин білки виконують такі основні функції:

- ферментативну – всі біохімічні процеси в живих організмах протікають за участю ферментів;
- структурну – це білки які утворюють біологічні мембрани організмів клітини;
- енергетичну – запасні білки утворюють резерв, який використовується рослиною для метаболічних процесів, представлених простими білками;
- захисну – білки інгібітори ферментів і токсичні білки захищають рослину чи її насіння від пошкоджень іншими живими організмами.

Переважна кількість білків, які містяться в олійному насінні (80-94 % від загальної суми), є запасними або резервними. В менших кількостях в насінні містяться структурні білки, які входять до складу різних структурних елементів клітини, і каталітичні (ферментативні) білки.

Всі білки незалежно від їх біологічної функції у живих організмах побудовані із залишків 20 амінокислот, розміщених в різній генетично регламентованій послідовності для кожного білку.

Залишки амінокислот сполучені між собою пептидними зв'язками:



де R – пептидний радикал.

Залишки амінокислот утворюють поліпептидні ланцюги, які, як правило, складаються із 100-300 амінокислотних залишків. Послідовність амінокислот в поліпептидних ланцюгах визначає первинну структуру білків. Крім того, нативні білки мають і вторинну, третинну та четвертинну структуру.

Вторинна структура білків – це спосіб укладання поліпептидного ланцюга вздовж своєї осі (спіральний чи витягнутий). Характерна для фібрилярних білків.

Третинна структура – спосіб укладання поліпептидів із утворенням глобулярних білків.

Четвертинна структура – це спосіб сполучення окремих поліпептидів між собою в олігомерних білках.

В ізольованому вигляді білки не мають кольору, запаху та смаку. Смак та запах природним білкам надають супутні їм ароматичні речовини.

За фізичними властивостями білки є гідрофільними колоїдами. Відносна густина білків знаходиться в межах 1,25...1,30 г/см³. Вони не переганяються, не плавляться, не розчиняються в органічних розчинниках (крім проламінів). Вони мають здатність набрякати у воді, утворювати гелі, денатурувати під впливом таких факторів як висока температура, радіація, заморожування, дія органічних розчинників та солей важких металів.

Білкові молекули мають електричний заряд при значеннях рН середовища, відмінних від ізоелектричної точки білку. При значеннях рН середовища, вищих від ізоелектричної точки, молекули білків заряджені негативно (для білків значення ізоелектричної точки яких лежить в кислому середовищі). Молекули білків, значення ізоелектричної точки яких лежить в лужному середовищі, заряджені позитивно при значеннях рН нижчих за ізоелектричну точку.

Важливою характеристикою білків є їх розчинність в різноманітних розчинниках. За цією властивістю прості білки класифікують на:

- альбуміни – білки, розчинні у воді і розбавлених розчинах солей (становлять 0,5-1 % від вмісту білків у насінні);
- глобуліни – білки, розчинні в розбавлених нейтральних розчинах солей сильних кислот і нерозчинні у воді (становлять від 85 до 97 % від вмісту білків у насінні);
- глютеліни – білки, розчинні в розбавлених лугах і кислотах і нерозчинні в нейтральних розчинниках (становлять від 0,5 до 0,9 % від вмісту білків у насінні);
- проламіни – білки, розчинні в 70-80 % спирті і нерозчинні у воді і абсолютному спирті (містяться переважно в насінні зернових).

Насіння олійних культур поряд із ліпідами містить значну кількість білків, а в насінні сої, наприклад, масова частка білків вища, ніж ліпідів. Загальний вміст білків в насінні деяких олійних культур наведено в табл. 1.1. В насінні олійних культур міститься значна частка розчинних білків (Табл. 1.8.), переважаючою є глобулінова фракція.

Фракційний склад розчинних білків в насінні деяких культур.

Культура	Альбуміни	Глобуліни	Проламіни	Глютеліни
Соняшник	Сліди	97	Сліди	Сліди
Арахіс	»	97	»	»
Рицина	приблизно 10	приблизно 90	»	»
Сезам	приблизно 4	80...85	»	> 2
Льон	Сліди	85-90	»	2...3
Соя	> 2	85-90	»	Сліди
Бавовник	Сліди	90	»	10
Жито	4,5	19,3	47,8	28,4

Білки насіння олійних культур є олігомерними білками, що містять від 4 до 12 субодиноць, значення їх молекулярних мас знаходиться в межах 200...400 тис. Да (Табл.1.9). Для дослідження молекулярних мас білків широко використовують метод високо-швидкісного центрифугування. Під час такого центрифугування білки осаджуються із розчинів у відповідності до значень їх молекулярних мас під дією центробіжного поля, величина якого залежить від швидкості центрифугування та діаметру ротора центрифуги. Залежність між значенням молекулярної маси білків та центробіжною силою, при якій вони осаджуються, характеризується коефіцієнтом седиментації (S). Переважна маса глобулінів (до 95 %) в насінні олійних культур — глобуліни із коефіцієнтом седиментації 11...13 S (11 S білки або легуміноподібні білки).

Характеристика глобулінової фракції білків насіння олійних культур деяких олійних культур.

Рослина	Білок	Молекулярна маса білку, кДа	Коефіцієнт седиментації (S)	Субодиноці		
				Кількість	Молекулярна маса, кДа	Коефіцієнт седиментації (S)
Соя	Гліцинін	357	11,8	12	22,3 і 37,2	2

продовж. табл.1.9.

Соняшник	Геліантин	300	11	6	50 - 60	-
Арахіс	Арахін	330	12,0	12	10...71	2
Конопля	Едестин	300	13,0	12	27,5 і 21,2	-
Рицина	Рицин	230±15	-	4	58,0	-

Для характеристики білків важливим є не тільки їх кількісний вміст в насінні, але і їх біологічна цінність. Біологічна цінність білків – це ефективність використання білка організмом людини. Біологічну цінність звичайно виражають у вигляді відношення того чи іншого параметру досліджуваного білка до такого ж параметру так званого «ідеального білка», який є еталоном харчового білку. Амінокислотний склад еталонного білку розроблено Організацією сільського господарства та продовольства та Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ). Із природних білків найбільш близьким до еталонного білку є овальбумін курячого яйця.

Біологічна цінність білків визначається двома факторами:

- вмістом незамінних амінокислот (таких, що не здатні синтезуватись в тваринному та людському організмі);
- засвоюваністю білків в організмі.

До незамінних амінокислот відносяться: метионін, лізин, треонін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, валін, фенілаланін, триптофан.

Незамінну амінокислоту, що міститься у мінімальній кількості порівняно із еталонним білком, називають 1-шою лімітуючою амінокислотою.

Для визначення біологічної цінності білків використовують фізико-хімічні та біологічні методи.

Амінокислотний склад білків визначають хроматографічним методом після їх гідролізу. Для характеристики вмісту амінокислот використовують таке поняття як амінокислотний скор, тобто вміст кожної амінокислоти в даному білку, виражений у % у порівнянні із еталонним білком.

Другий фактор, що визначає біологічну цінність білків, – це засвоюваність білків в організмі – визначають біологічними методами і характеризують таким параметром як коефіцієнт ефективності білка.

Хімічний склад насіння олійних культур

Під коефіцієнтом ефективності білка (КЕБ) розуміють відношення збільшення маси експериментальної тварини до маси спожитого нею білка в результаті відгодовування її дієтичними продуктами стандартної калорійності із 10 %-вим вмістом досліджуваного білка. КЕБ еталонного білка – 2,5.

Білки насіння олійних культур за біологічною цінністю близькі до тваринних. Найбільш збалансованими за вмістом незамінних амінокислот є білки насіння бобових культур. 1-шою лімітуючою амінокислотою в насінні цих культур є сума сірковмісних амінокислот – метіоніну і цистину, в той же час вони містять надлишок лізину. 1-шою лімітуючою амінокислотою в білках злаків є лізин. Амінокислотний скор білків соєвих бобів та насіння соняшнику наведено у табл. 1.10.

Таблиця 1. 10.

Вміст незамінних амінокислот в білках насіння соняшнику та сої.

Білок	Лі- зин	трео- нін	валін	Метио- нін +цис- тин	ізо- лей- цин	лей- цин	Феніла- ланін +тиро- зин	трип- тофан	Сума неза- мін- них
Сої, г/100 г	4,8- 8,2	3,7- 5,5	3,8- 7,5	0,8-1,9	3,8- 6,6	7,0- 9,9	4,0-6,5	0,6- 1,3	28,5- 47,4
Соняшни- ку, г/100 г	3,5	2,7	4,1	2,5	2,8	5,5	5,6	2,0	
Еталонний, г/100 г	5,5	4,0	5,0	3,5	4,0	7,0	6,0	1,0	36,0
Амінокис- лотний скор білку соняшнику по еталон- ному білку ФАО/ ВОЗ, %	64	68	50	137	70	79	93	200	

продовж. табл.1.10.

Амінокислотний скор білку сої по еталонному білку ФАО/ВОЗ, %	87-149	93-138	76-150	22-54	95-165	100-141	67-108	60-130	79,9-131,6
--	--------	--------	--------	-------	--------	---------	--------	--------	------------

Серед білкових речовин насіння важливою групою є білки-ферменти, що мають каталітичні властивості, і здатні до специфічного активування інших речовин, які приймають участь в метаболізмі.

Ферменти класифікують за природою реакцій, які вони каталізують:

- оксидоредуктази – ферменти, що каталізують окисно-відновні реакції;
- трансферази – ферменти, що каталізують реакції міжмолекулярного переносу різних хімічних груп та залишків;
- гідролази – ферменти, що каталізують реакції гідролітичного розщеплення внутрішньо-молекулярних зв'язків;
- ліази – ферменти, що каталізують відщеплення груп з утворенням подвійних зв'язків, або, навпаки, приєднання групи з подвійним зв'язком;
- ізомерази – ферменти, що каталізують реакції ізомеризації.

Олійне насіння багате ферментом ліпазою, який каталізує в насінні реакції синтезу ацилгліцеринів із гліцерину та жирних кислот, а також зворотну реакцію гідролізу ацилгліцеринів. Найвищу активність має ліпаза насіння рицини, в якому вона була виявлена у 1891 році. У пророщеному насінні бавовнику оптимум активності ліпази спостерігається при рН 7, ліпази насіння тунга – при рН 6-7,5, злакових – при рН 8. Активність і направленість дії ліпази має важливе значення в процесі підготовки та зберігання олійного насіння. При підвищеній вологості насіння і підвищеній температурі його зберігання ліпаза дуже швидко розщеплює триацилгліцерини, що призводить до підвищення кислотності олії в насінні і погіршення її якості.

В насінні деяких олійних культур містяться білки-інгібітори, які зменшують біологічну цінність білків. Біохімічна роль білків інгібіторів ферментів – захист рослин і їх насіння від бактеріальних і гриб-

кових інфекцій, від псування комахами-шкідниками шляхом інгібування ферментів травного тракту комах. Присутність в насінні сої та арахісу білків-інгібіторів суттєво знижує їх засвоюваність організмом тварин і людини. До таких ферментів належать, зокрема, інгібітори протеолітичних ферментів, в першу чергу, інгібітори трипсину. Вміст таких ферментів характерний для насіння бобових культур. В бобах сої такі білки становлять 5-10 % від загального вмісту білків. Інгібітори трипсину в соєвих бобах є гетерогенною фракцією (інгібітор A_1 має молекулярну масу 14300 і інгібітор A_2 – 21600).

Інгібітори трипсину є термолабільними ферментами, їх активність досить швидко втрачається під час термічної обробки. Для інактивації цих ферментів проводять теплову обробку соєвих бобів за температури 90°C протягом 1 год. Значно зменшується активність ферментів і при вимочуванні у воді. Особливо ефективно зменшується активність ферменту при мікрохвильовому нагріванні – інактивується протягом 2 хв.

В насінні сої міститься також фермент уреаза, який каталізує реакцію розкладання сечовини із виділенням аміаку:



Активність цього ферменту строго регламентується стандартом на кормовий шрот. Активність ферменту визначається як зміна рН середовища фосфатного буферу протягом 30 хв., що відбувається в присутності сечовини та наважки досліджуваного продукту. Активність ферменту для кормового шроту повинна не перевищувати 0,17 ΔрН/30 хв. Інактивується цей фермент протягом високотемпературної обробки, зокрема, при тостуванні соєвого шроту (температура приблизно 100°C, тривалість 40-60 хв) або під час додаткової термічної обробки соєвої макухи, при чому швидкість інактивації залежить від вологості матеріалу, збільшуючись із збільшенням вологості. Кормова цінність тостованого шроту на 10 % вища, ніж не-тостованого.

В насінні деяких олійних культур містяться гемаглютеніни – білки-глобуліни, які викликають аглютинацію еритроцитів і цим самим затримують ріст тварин. Такі білки містяться в насінні бобових (соїн), рицини (рицин). Активність цих ферментів зникає при нетривалому нагріванні за температури 80°C.

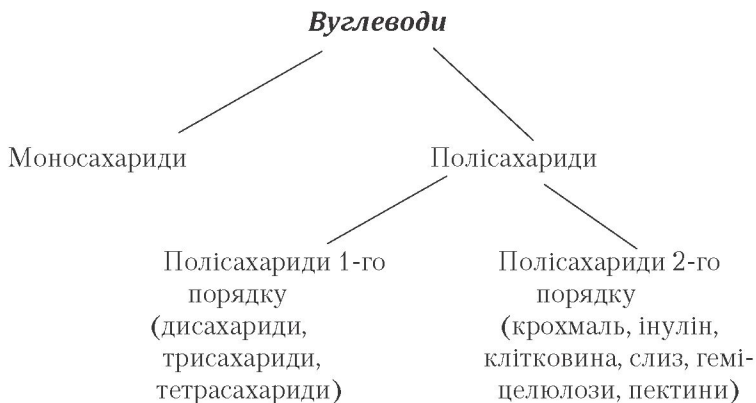
Місцем відкладання запасних білків в клітинах насіння олійних культур є внутрішньоклітинні утворення, що називаються алейроновими зернами, які були вперше знайдені в 1885 р. Хартигом.

Алейронові зерна містяться у клітинах запасних тканин насіння (сім'ядолях та ендоспермі). Основним хімічним компонентом алейронових зерен є білок, вміст якого складає 70-80 % сухої маси алейронового зерна. Також присутній фітин, деяка кількість вуглеводів і фосфоліпідів.

До групи азотомістких речовин небілкового характеру відносяться алкалоїди. Так, в насінні рицини міститься алкалоїд рицинін $C_8H_8NO_2$, в насінні чорної гірчиці – синапін $C_6H_{12}NO_6$, в насінні арахісу – арахін $C_5H_{14}NO_{20}$. Значна частка алкалоїдів міститься в насінні таких рослин як коноплі, мак, бавовник.

1.3 ВУГЛЕВОДИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Вуглеводи – це речовини, які складаються із вуглецю, водню та кисню і мають загальну формулу $(CH_2O)_n$. Вуглеводи поділяють на дві групи: моносахариди та полісахариди:



Представниками моносахаридів є пентози (рибоза, дезоксирибоза, арабіноза, ксилоза), гексози (глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза), полісахаридів першого порядку або олігосахаридів – рафіноза та стахіоза. Олігосахариди добре розчинні у воді. Полісахариди другого

порядку – це високомолекулярні сполуки, структурними елементами яких є моносахариди. Вуглеводи цієї групи або нерозчинні у воді, або утворюють колоїдні розчини. Найбільш поширеними серед полісахаридів цієї групи є крохмаль, мономерами якого є залишки глюкози.

До полісахаридів другого порядку відноситься також клітковина або целюлоза – високомолекулярний полісахарид, молекула якого складається із 3000...10000 залишків глюкози, та геміцелюлоза – нерозчинний у воді, але розчинний у розчинах лугів полісахарид, який під час гідролізу утворює суміш моносахаридів – галактозу, маннозу, арабінозу, ксилозу. До цієї ж групи полісахаридів відносять і пектинові речовини, мономерами в яких є метилові ефіри галактуронової кислоти.

У складі рослинних організмів вуглеводи відіграють важливу роль, поскільки вони є первинними продуктами фотосинтезу, тобто енергія сонячного світла акумулюється в рослинах перш за все у вигляді глюкози і інших вуглеводів. Наступне накопичення запасних речовин іншої природи в насінні чи інших органах та тканинах рослин визначається специфікою метаболізму даної культури (олійні, зернові та білкові культури).

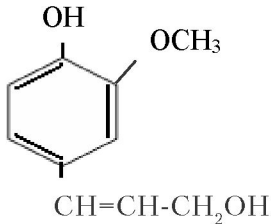
В насінні рослин накопичуються запасні вуглеводи, переважно крохмаль. В дозрілому насінні олійних культур вміст вуглеводів невисокий, так, в ядрі насіння соняшника міститься 0,31...0,48 % моносахаридів, незначна кількість крохмалю. Виключенням є арахіс і кедровий горіх в останньому міститься від 1 до 3 % крохмалю. У недозрілому насінні вміст крохмалю вищий. В насінні сої та інших бобових містяться олігосахариди – рафіноза та стахіоза.

Полісахариди в рослинних тканинах відіграють роль структурних елементів – целюлоза, геміцелюлоза та пектинові речовини становлять основу скелету оболонки клітин. В ядрі насіння соняшнику міститься приблизно 2% клітковини, 1,06-1,95 % геміцелюлози і пектинових речовин, у ядрі бавовнику – 3,3-3,36 % геміцелюлози і пектинових речовин. Проте вміст цих речовин значно вищий в плодкових та насінневих оболонках насіння. Так, в лушпинні соняшникового насіння міститься 40...41 % клітковини, бавовняного – 45...46 %.

В насінні льону міститься від 5 до 12 % слизових речовин. Такі речовини є високомолекулярними полімерами, при гідролізі яких утворюється суміш галактози, рамнози, ксилози, арабінози, глюкози та

галактоуронової кислоти. До складу слизу входять також мінеральні елементи. При розчиненні у воді такі речовини утворюють в'язкі розчини.

До складу клітинних стінок рослинних клітин входять також лігніни — високомолекулярні речовини, мономером яких є залишки коніферилового спирту:



Лігніни ковалентно зв'язані із геміцелюлозами і пектиновими речовинами і забезпечують механічну міцність клітинних стінок.

В плодовій оболонці насіння соняшнику містяться похідні від вуглеводів речовини — фітомеланіни. Такі речовини є нерозчинними у воді пігментами полімерної природи, які синтезуються із речовин фенольної природи і надають тканинам чорного, коричневого або червоного забарвлення. Фітомеланіни утворюють комплекси із білками та вуглеводами. Фізіологічна функція меланінів полягає в антиоксидантній дії. Вилучення меланінів разом із олією надає їй чорного забарвлення.

Глікозиди

В насінні олійних культур широко представлені похідні вуглеводів — глікозиди. Відносний вміст глікозидів в насінні незначний. Більшість представників цієї групи є токсичними речовинами і вважається, що вони відіграють захисну функцію в рослинах.

Глікозиди — це сполуки вуглеводів з органічними речовинами різної природи (α-глюкозом). Як правило, до складу глікозидів входить залишок глюкози. Залишок глюкози та аглюкони утворюють між собою глікозидний зв'язок.

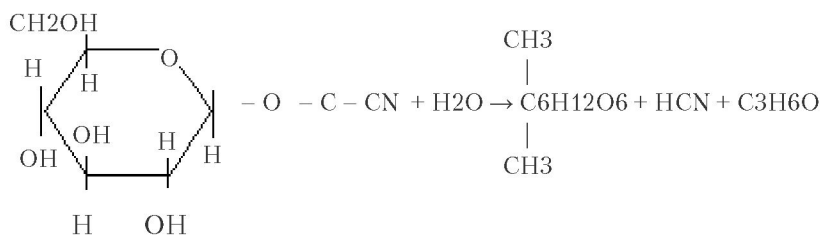
Властивості глікозидів залежать від неуглеводної складової їх молекули. В залежності від природи неуглеводного компоненту глікозиди класифікують на такі групи (Табл. 1.11).

Класифікація глікозидів насіння олійних культур.

Клас глікозидів	Природа α -глюкону	Представники
Нітрилглікозиди	Радикал синильної кислоти	Лінамарин, амігдалин
Тиоглікозиди	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ -\text{S} - \text{C} - \text{N} - \\ \quad \quad \end{array}$	Сінігрін, синальбін
Стеролглікозиди	Стероли	-
Сапонінглікозиди	Похідні фенантрону	-
Ізофлавоноглікозиди	Флавоно	Даїдзеїн, генистеїн
Фенолглікозиди	Феноли	Сезамолін
Антоціанглікозиди	Антоціаніди	-

В чистому вигляді глікозиди – це тверді, кристалічні речовини, розчинні у воді і спирті, як правило мають гіркий смак або запах. У клітині глікозиди локалізуються у вакуолях.

Нітрилглікозиди (ціанглікозиди). Найбільш важливим представником нітрилглікозидів є лінамарин $\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{O}_6\text{N}$, який міститься в насінні льону. Лінамарин є сполукою глюкози, залишку синильної кислоти й ацетону. Під дією ферменту β -глікозидази лінамарин розщеплюється на глюкозу, ацетон і синильну кислоту:



Лінамарин має гіркий смак, легко розчиняється у воді і кристалізується у вигляді безбарвних голочок. Лінамарин відкладається у

всіх частинах рослини, але більше всього накопичується у насінні. Температурним оптимумом процесу ферментативного розщеплення глікозидів є температура 35-50 °С в присутності води.

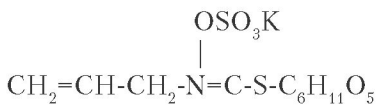
У пророщеному насінні льону вміст лінамарину становить до 1,5 %, у шроті – 0,029...0,065%. При згодовуванні тваринам великої рогатої худоби макухи чи шроту встановлено, що 1 мг синильної кислоти на 1 кг маси теплокровних є смертельною дозою.

До нітрилглікозидів відноситься також *амигдалин*, глікозид, що міститься в насінні кісточкових (абрикос, вишня, слива, мигдаль).

В чистому вигляді амигдалин – безбарвна кристалічна речовина, розчинна у воді, має гіркий смак. Вміст амигдалину в насінні становить 0,8...3,5 % (на суху речовину).

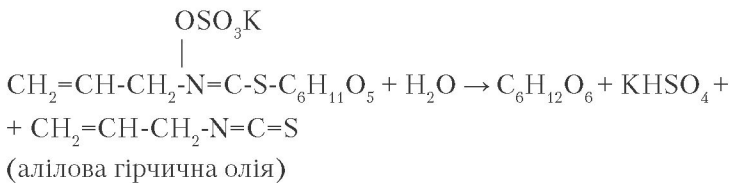
Амигдалин складається із залишку гентобіози, синильної кислоти і бензальдегіду. Гідроліз амигдалину відбувається за участю ферменту β-глікозидази.

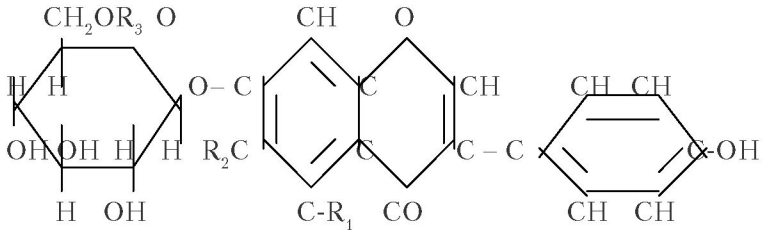
Тіоглікозиди – глікозиди, до складу яких входить сірка. Загальна формула аглюконів таких глікозидів – RNCS, де R – органічний радикал. Особливістю хімічної будови тіоглікозидів є те, що в їх молекулі залишок вуглеводу і аглюкон зв'язані через атом сірки:



Тіоглікозиди містяться в насінні родини Хрестоцвітих (ріпак, гірчиця, рижій), їх вміст може досягати 8% (на сухі речовини). Виведені сучасні сорти ріпаку, які характеризуються більш низьким вмістом тіоглікозидів (до 1%). Деякі продукти гідролізу тіоглікозиду прогоїтрину, що міститься в насінні ріпаку, надзвичайно токсичні.

В насінні гірчиці чорної і сарептської гірчиці міститься тіоглікозид сінігрін, при гідролізі якого утворюється ефірна олія – алілова гірчична:

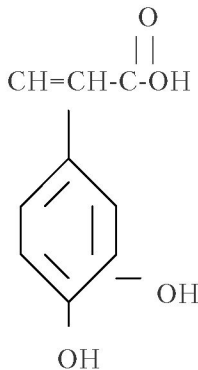




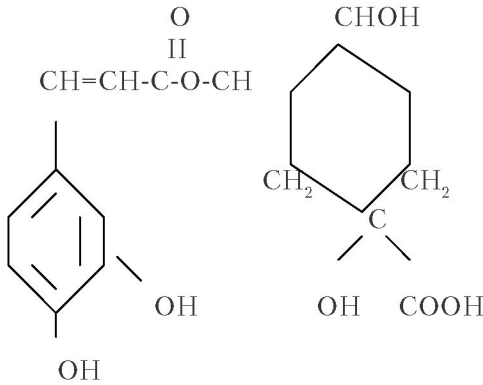
Ці сполуки відносяться до фітоестрогенів. В залежності від співвідношення естрогенів в організмі людини флавоноїди сої можуть виконувати функцію як проестрогену, так і антиестрогену. В зв'язку з цим їх ще називають «адаптогенами» – речовинами, які здатні відновлювати рівновагу в організмі людини. Розлади метаболізму естрогенів в організмі людини стають причиною виникнення онкологічних захворювань у жінок.

Ізофлавонові глікозиди здатні зменшувати рівень холестерину в крові. Вони також мають антиоксидантні властивості і, таким чином, попереджують виникнення багатьох хвороб.

Фенолглікозиди. Аглюконом в фенолглікозидах є фенольні сполуки. Фенольні сполуки містяться в насінні багатьох культур. Так, в насінні соняшнику містяться такі сполуки як кавова кислота:



та хлорогенова кислота, яка є ефіром кавової та хінної кислоти:



Вважається, що хлорогенова кислота відіграє важливу в процесі дихання. Висушене знежирене насіння соняшнику містить від 1 до 6,5 % хлорогенової кислоти. Такі кислоти здатні полімеризуватись з утворенням пігментів коричневого кольору. Хлорогенова кислота утворює також комплекси з білками, внаслідок чого їх біологічна цінність зменшується.

Хлорогенова кислота є водорозчинною сполукою, на цій властивості базуються методи її вилучення із шроту або білкових ізолятів. Вміст цієї кислоти можна значно зменшити шляхом водного промивання протягом 2-6 годин або екстракції в розчині етанолу.

Крім соняшнику хлорогенова кислота виявлена і в складі багатьох інших рослин.

1.4 ВОДОРОЗЧИННІ ВІТАМІНИ

Фізіологічна функція вітамінів цієї групи полягає в регулюванні обміну речовин, в зв'язку з тим що вони є структурними компонентами (коферментами) важливих ферментів. До водорозчинних відносять вітаміни групи В і С.

До вітамінів групи В відносяться декілька різних вітамінів: V_1 – тіамін, V_2 – рибофлавін, V_3 – пантотенова кислота, РР – нікотинова кислота (V_5), V_6 – піридоксин, V_7 – біотин (вітамін Н), V_c – фолієва кислота і V_{12} – цианкобаламін. Всі ці вітаміни широко поширені в природі, значна кількість їх міститься у продуктах тваринного похо-

дження, висівках (зародках), що виділяються при переробці зерна, овочах, фруктах, насінні та іншій рослинній сировині.

Шрот із насіння олійних культур (соняшника, сої, арахісу, бавовнику та інш.) представляє собою значне джерело вітамінів групи В.

В насінні зернових і олійних культур міститься 4,5-16 мг тіаміну на 1 кг насіння. Тіамін знайдено у пшеничних зародках, в насінні кукурудзи, жита, ячменю і сорго. Тіамін є ключовим ферментом вуглеводного обміну в живих організмах.

Рибофлавін є коферментом окисно-відновних ферментів. Вміст рибофлавіну в насінні зернових і олійних культур складає приблизно 1-5 мг/кг.

Піридоксин (В₆) – є похідним піридину. Вміст цього вітаміну в пшеничних зародках – 25 мг/1 кг, рисових висівках – 50 мг/1 кг, в олійному насінні – менше 5 мг/1 кг.

Нікотинамова кислота (РР) є ферментом, поширеним у природі, у живому організмі переважно міститься у вигляді амідів. Амід нікотинамової кислоти в складі нікотинамідаденіндинуклеотиду та нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату є коферментом важливих окисно-відновних ферментів – дегідрогеназ. У насінні пшениці міститься в 1 кг 40...63 мг нікотинамової кислоти і її амідів, пшеничних зародках – 35...75 мг/кг, зерні кукурудзи містить до 15 мг/кг.

Пантотенова кислота входить до складу коферменту А. В насінні зернових культур міститься 6...12 мг пантотенової кислоти на 1 кг сухої речовини, у рисових висівках 15...30 мг/кг.

Фолієва кислота (вітамін В₉) приймає участь у перенесенні метильних груп в біохімічних реакціях. Найбільша кількість фолієвої кислоти міститься в зелених листових овочах (0,3...1,1 мг/кг), насінні бобових – 0,34 мг/кг. У пророщеному насінні вміст її збільшується.

Вітамін С – аскорбінова кислота є сильним відновником, існує в двох формах: аскорбінової кислоти і дегідроаскорбінової кислоти. Цей вітамін приймає активну участь в окисно-відновних процесах. Найбільшу кількість вітаміну С знайдено в плодах шипшини (до 4,5 г/100 г), нестиглих грецьких горіхах (до 3 г на 100 г ядер), значна кількість цього вітаміну міститься в фруктах та овочах – болгарському перці, чорній смородині, капусті тощо.

1.5 ОРГАНІЧНІ КИСЛОТИ.

У рослинних клітинах серед різних продуктів життєдіяльності утворюються водорозчинні органічні сполуки, що містять карбоксильні групи і мають кислі властивості – органічні кислоти. У олійних плодах і насінні містяться кислоти, пов'язані з трикарбонним циклом. Лимонна кислота $C_6H_8O_7$ міститься у насінні соняшнику, коноплі, кедрових горіхах, янтарна – $C_4H_6O_4$ – у насінні рицини й маку, яблучна $C_4H_6O_5$ – у насінні льону, винна $C_4H_6O_6$ – у насінні бавовнику, оцтова $C_2H_4O_2$ – у насінні багатьох культур і складає 85 % загальної кількості органічних кислот. Ці кислоти мають велике значення в процесах обміну речовин насіння.

1.6 МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ

Мінеральні речовини відіграють значну роль в процесах життєдіяльності рослин. До недавнього часу вважалось, що для нормального росту і розвитку рослин достатньо 10 елементів: вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, кальцій, калій, магній, залізо, сірка, які складають до 98-99 % маси рослинних організмів. В складі сухих речовин організмів рослин міститься всередньому (у %): вуглецю – 45, кисню – 42, водню – 6,5, азоту – 1,5.

Частка інших елементів складає приблизно 3-4 %. Ці десять елементів отримали назву макроелементів. Нині встановлено, що крім основних 10, для розвитку рослин необхідні бор, мідь, марганець, цинк, молібден, хлор, йод, миш'як та інші. Вміст цих елементів становить від 10^{-3} до 10^{-4} % від маси рослини. Ці елементи відносяться до мікроелементів. Аналіз золи рослин за допомогою сучасних методів дозволив знайти в її складі також елементи, вміст яких вимірюється від 10^{-5} до 10^{-12} % маси рослини. Це радій, уран, торій, цезій, лантан, самарій та інші радіоактивні і рідкоземельні речовини, вони отримали назву ультрамікроелементів.

Біологічна роль макроелементів полягає в тому, що вони утворюють основну масу ліпідів, білків, вуглеводів і їх похідних. Виключно велика роль належить фосфору. Він є обов'язковим компонентом вітамінів і ферментів, бере участь у білковому обміні. Фосфорні ефіри приймають безпосередню участь в процесах обміну вуглеводів. З участю фосфору утворюються високо-енергетичні фосфатні зв'язки

(АТФ), за допомогою яких відбувається трансформація енергії у живих системах.

Калій бере участь у перетворенні та синтезі вуглеводів. Магній концентрується в оболонці і зародку насіння, входить до складу хлорофілу і ряду ферментів. Кальцій визначає колоїдно-хімічні властивості цитоплазми і у клітинах олійного насіння міститься у вигляді оксалатів кальцію.

Залізо – виконує роль біокатализатора, входить до складу цитохромів. Змінюючи свою валентність залізо приймає участь в окисно-відновних процесах.

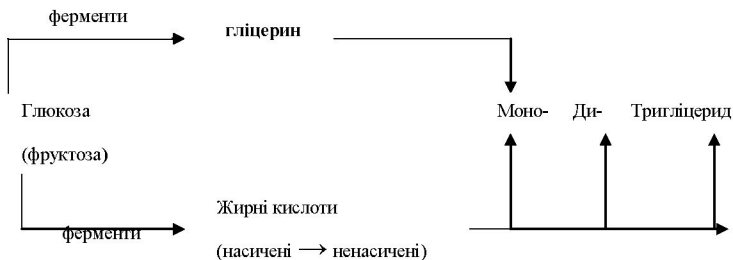
Сірка міститься у вітамінах групи В, коферменту А, а також інших ферментів. Багато сірки у насінні родини Хрестоцвітих у складі глікозидів. Високий вміст сірки у насінні сої та арахісу.

Мікроелементи входять до складу багатьох ферментів або є їх активаторами. Фізіологічна й біохімічна роль ультрамікроелементів вивчена ще недостатньо. Рослинні організми здатні концентрувати радіоактивні елементи в десятки і сотні разів порівняно із концентраціями, в яких вони містяться в оточуючому середовищі.

В насінні винограду вміст урану становить 0,0028 % від маси золи, в насінні арахісу – титану – 30...80 мг/100 г, ванадію – 10...50 мг/100 г, стронцію – 0,8...5,0 мг/100 г.

1.7 БІОСИНТЕЗ ЖИРІВ І ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАКОПИЧЕННЯ ЖИРІВ

Попередником синтезу жирних кислот в рослинних клітинах є гексози (фруктоза і глюкоза). Синтез олії в рослинному організмі протікає під впливом різних ферментних систем. Загальну схему можна представити таким чином:



Процес утворення і накопичення олії у рослинах протікає в тісному зв'язку з життєдіяльністю організму в цілому і залежить від генетичних особливостей, властивих даному виду, онтогенезу, та метеорологічних умов вирощування. Масова частка олії, її хімічний склад змінюється протягом всього періоду дозрівання насіння чи плодів. Кількість олії збільшується послідовно від початку формування насіння до кінця його дозрівання. Якісний склад жирних кислот для даного виду (форми, сорту) рослин залишається більш менш постійним протягом онтогенезу (це індивідуальна ознака), змінюються, як правило, кількісні співвідношення між жирними кислотами.

Кліматичні фактори – світло, тепло і волога суттєво впливають на ефективність олієутворення. Вивчення цих факторів дозволило С. Л. Іванову сформулювати кліматичну теорію олієутворення. Згідно цієї теорії, процес олієутворення кожної рослини – це функція її генів та кліматичних факторів: світла, тепла і вологи. Із зміною цих факторів змінюється якісний та кількісний склад жирних кислот та ацилгліцеринів.

Кліматична теорія олієутворення Іванова базується багаточисельних спостереженнях. Згідно цієї теорії, з просуванням олійних рослин з півдня на північ збільшується олійність насіння та вміст ненасичених кислот в жирно-кислотному складі ліпідів. На думку Іванова С. Л., ця властивість є адаптаційним пристосуванням до дії низьких температур. Так, залежно від географічної широти значення йодного числа лляної олії, яке є показником вмісту ненасичених жирних кислот, змінюється таким чином (г J₂/100 г): Архангельськ – 195, Москва – 180, Ташкент – 154.

Суттєво впливає на процес олієутворення в насінні вологість. Вода є субстратом синтезу органічних речовини в рослині. Забезпеченість олійних рослин вологою у вегетаційний період сприяє утворенню більшої кількості олії та ненасичених кислот (Табл. 1.12).

Табл. 1.12.

Вплив зрошення на кількість олії та йодне число у насінні льону.

Водний режим	Сорт			
	Довгунець		Кудряш	
	Олійність, %	Йодне число, г J ₂ /100 г	Олійність, %	Йодне число, г J ₂ /100 г
Суха ділянка	33,1	168,6	37,3	173,6
Зрошення	35,2	176,4	38,2	181,1

На процес олієутворення впливають також якість ґрунтів та мінеральне живлення рослин. Добрива є ефективним засобом для підвищення процесу олієутворення олійних культур.

Контрольні питання

1. Що таке «ліпіди»? Їх основна класифікація.
2. Дайте характеристику структурним ліпідам.
3. Як впливають воски покривних тканин на збереження насінням життєздатності до проростання?
4. Назвіть гідрофільні та гідрофобні фрагменти важливих груп фосfolіпідів.
5. Дайте характеристику азотомісним речовинам олійного насіння.
6. На які основні групи поділяються білки насіння олійних культур?
7. Назвіть ферменти, кофакторами яких є макро- та мікроелементи.
8. Як впливає на харчову цінність шроту присутність фітину?
9. Чому в зародку й ендоспермі насіння більше мінеральних елементів, ніж в покривних тканинах?
10. Назвіть жиророзчинні вітаміни. Які з них знаходяться в олійному насінні в біологічно активній формі, а які є провітамінами?
11. Чому в насінні олійних рослин при дозріванні зменшується відносний вміст полярних ліпідів?
12. Чому при дозріванні насіння знижується вміст мінеральних елементів?

Розділ 2.

МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ ТА НАСІННЯ

Насіння олійних рослин – складне багатоклітинне утворення, яке складається з окремих типів тканин.

Тканини – це сукупність клітин, об'єднаних для виконання в рослині певної функції та схожих за будовою. Як правило, тканини не ізольовані одна від одної, а формують взаємодіючі системи. У насінні найбільш розвинуті покривні й основні (запасні) тканини.

Покривні тканини захищають зародок і ендосперм насіння від несприятливого зовнішнього впливу – механічних пошкоджень, висихання, перегрівання, переохолодження, світлової енергії, проникнення чужорідних організмів, надмірного намокання. Основна (запасна) тканина найбільш розвинена в зародку (у вигляді сім'ядолей) та ендоспермі. Спеціалізацією цієї тканини є накопичення поживних речовин.

До олійних рослин, в насінні яких практично всі запасні речовини зосереджені в зародку, відноситься соняшник, гірчиця, соя. У соняшника ендосперм представлений у вигляді тонкої плівки однорядної тканини, що зрослася з насінневою оболонкою.

2.1 ТИПИ СУЦВІТЬ У ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Квіти на рослинах зібрані у суцвіття, будова і форма яких значно впливає на технологічні властивості насіння, його розміри та хімічний склад.

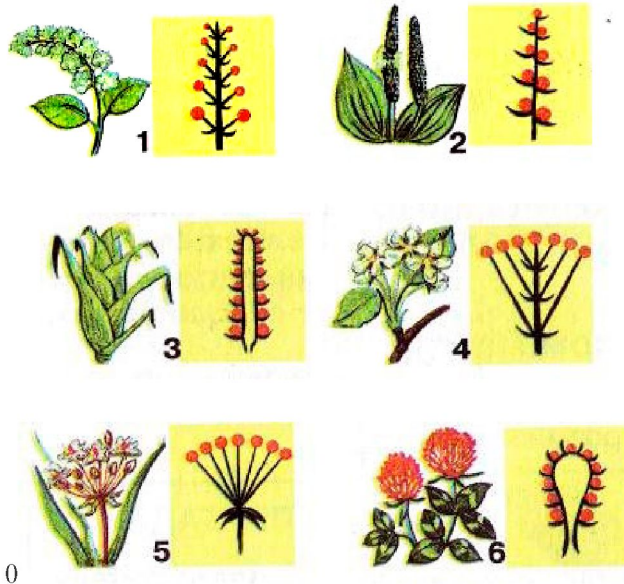
Розрізняють суцвіття верхньоквіткові та бокові. У верхньоквіткових верхівка головної осі суцвіття раніше інших закінчується квіткою після чого ріст зупиняється, квітки з'являються пізніше на бокових гілочках і розвиваються в спадаючій послідовності.

Чим пізніше з'явиться квітка, тим більше незрілих плодів і насіння буде під час збору врожаю. Насіння у верхньоквітковому суцвітті дозріває поступово після росту бокових гілок (розгалуження). Прикладом верхньоквіткових суцвіть є суцвіття льону та звивина у бавовнику.

У боковоквіткових суцвіть верхівка головної осі суцвіття не закінчується квіткою, а продовжує рости, на ній формуються бокові гілочки та квітки. Як правило, під час збору врожаю плоди і насіння верхньої частини суцвіття не визрівають. Квітки розвиваються у наростаючій послідовності – верхні квітки розвиваються пізніше, гірше постачаються поживними речовинами. Прикладом є китиця, парасолька та кошик.

До найбільш розповсюджених суцвіть олійних культури відносять кошик, китиці, звивини, колос, парасольку (Рис.2.1).

А



В

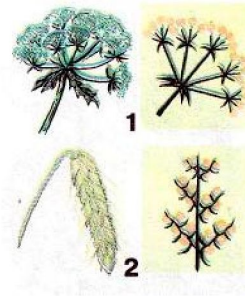


Рис. 2.1. Типи суцвіть у квіткових рослин.

А Прості суцвіття. 1. Кितिця. 2. Колос. 3. Початок. 4. 5. Парасолька. 6. 7. Кошик. 8. В. Складні суцвіття. 1. Складна парасолька. 2. Складний колос.

Кошик. Осьова частина цього суцвіття розрослася і утворилося плоске чи випукле квітколоже над яким безпосередньо розміщені квітки. Суцвіття типу кошика характерне для соняшника та сафлору.

Кितिця. Суцвіття складається з довгої осі і більш коротких бокових гілочок, на яких розміщені квітки. Таке суцвіття характерне для гірчиці та льону. У складну кितिцю зібрані квітки рицини, олійної пальми.

Колос. Суцвіття представляє собою подовжену осьову частину на якій розташовані другорядні гілочки з квітками або по одній гілочці зібрані в колоски (складний колос). Суцвіття колос характерне для Злакових – пшениці, жита.

Парасольки. Квітки цього суцвіття розташовані на коротких осях. Розрізняють складну парасольку яка відрізняється від простої тим, що по кінцях осей замість квіток розміщені прості парасольки. Суцвіття характерне для коріандру.

2.2. ТИПИ ПЛОДІВ І НАСІННЯ

В квіткових рослин плід формується з насінневої бруньки, стовпчика та зав'язі. Після запліднення насінневої бруньки із стінок зав'язі утворюється навколоплідник, який може бути дерев'янистим, твердим (у сім'янок, горішка), м'яким, соковитим (у ягоди). Власне насіння утворюється із насінневої бруньки.

Плоди поділяються на декілька типів. В залежності від типу навколоплідника плоди бувають сухі і соковиті. До сухих плодів відносяться сім'янка, двосім'янка, горішок, зернівка, коробочка, біб, стручок, листівка та інші. До соковитих – кістянка, ягода та деякі інші (Рис. 2.2).

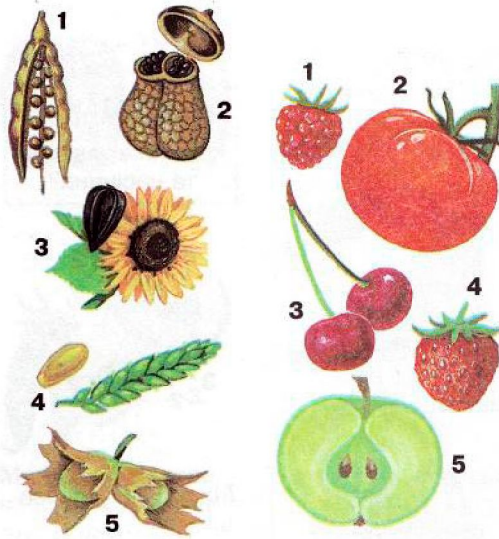


Рис. 2.2. Типи плодів у квіткових рослин.

- А. Сухі плоди. 1. Стручок. 2. Коробочка. 3. Сім'янка. 4. Зернівка. 5. Горішок.
 В. Соковиті плоди. 1. 1. Збірна кістянка. 2. Ягода. 3. Кістянка. 4. 5.

За кількістю насіння плоди поділяють на однонасінні, які, як правило, не розкриваються, та багатонасінні, які розкриваються.

Сім'янка – це плід з напівдерев'янистим навколоплідником, в якому вільно лежить одна насінина, зазвичай не зростаючись з навколоплідником. Дозріла сім'янка не розкривається і опадає разом з насінням. Такий тип плоду характерний для рослин родини Складноцвітих, Лютикових, Геранієвих, Сельдерейних. Найбільш характерними для олійних рослин є сім'янки соняшнику та сафлору. Плодова оболонка сім'янки міцно оточує насіння, тому при переробці на оліє-

добувних заводах необхідна спеціальна технологічна операція (обрушування насіння), метою якої є руйнування плодових оболонок.

Двосім'янки утворюються у двохгніздовій зав'язі, яка під час дозрівання розкривається на дві сім'янки. Прикладом є плоди коріандру – ефіроолійної культури.

Горішок (горіх) – це такий тип плоду, який має дерев'янистий дуже міцний навколоплідник у формі шкарлупи, поодинокий чи багатонасінний. Якщо навколоплідник багатонасінний, під час дозрівання плід розпадається на окремі горішки. В горішках насіння не зростається з навколоплідником. Горішок характерний для рослин родин Хрестоцвітних, Лютикових, Губоцвітних, Тутових. Серед олійних рослин плоди типу горішка характерні для коноплі перили, лялеманції. Ці олійні культури надходять на переробку у вигляді плодів, без обрушування.

Зернівка. До цього типу відносять плоди з тонким шкірястим навколоплідником, що зрісся з насінневими оболонками, які в свою чергу зрослися із зародком і ендоспермом насіння. Іноді зернівка міститься в плівці і її називають плівчастою. Такий тип плоду характерний для Злакових, наприклад пшениці, жита.

Плід **коробочка** має дерев'янистий, міцний навколоплідник. Коробочки бувають одно- чи багатогніздові. Насіння з навколоплідником не зростається. Дозрілі коробочки розкриваються, іноді насіння висипається через кришечки, отвори.

Плід коробочка характерний для родини Макових, Гвоздичних, Лілійних. Серед олійних культур плід коробочку мають бавовник, льон, рицина, сезам, мак.

Біб – це тип плоду із дерев'янистим навколоплідником, утвореним одним плодолистком, одногніздовий одно-, двох- або багатонасінний. Біб розкривається вздовж по черевному та спинному шву, інколи не розкривається і щільно обхвачує насіння.

Насіння прикріплене до черевного шва. У деяких видів при дозріванні і висиханні плодів стулки бобів розтріскуються, скручуються і насіння відлітає на деяку відстань від рослини. Плоди, які не розкриваються по швам, розпадаються на поперечні членики. В такому випадку боби називають членистими.

Боби характерні для рослин родини Бобових. Серед олійних культур плоди типу бобів характерні для сої та арахісу.

Стручок — плід із дерев'янистим навколоплідником, утвореним двома плодолистками з несправжньою перегородкою між ними. До цієї перегородки з обох сторін прикріплюється насіння. В стручках міститься декілька насінин. Стручок, як правило, має більш чи менш розвинутий виріст — залишок стовпчика.

Стручок характерний для рослин родини Хрестоцвітих. Типовим представником олійних рослин, що утворюють плоди цього типу, є гірчиця, ріпак, рижій, суріпка, крамбе.

Листівка — це плід подібний до боба, одногніздовий, розкривається по одній лінії без утворення стулок.

Наведений перелік типів плодів не вичерпує всієї різноманітності плодів у природі, але в олійних культур інші типи плодів, як правило, не зустрічаються.

Для виробництва рослинних олій має значення також насіння соковитих плодів — кісточка плодів фруктових дерев родини сливових, а також плоди дерев родини пальмових. До соковитих плодів відносять кістянку, ягоду та деякі інші.

Кістянка — це соковитий плід, у навколопліднику якого видно три шари: зовнішній — шкірка, середній — м'ясистий, внутрішній — твердий (кісточка), в якій знаходиться насіння, вкрите насінневою оболонкою. Кістянкою є плоди олійної пальми, маслини. Плоди кістянки мають рослини родини розоцвітих: слива, абрикос, вишня, персик.

Ягода — це соковитий багатонасінний плід. У ягоди добре розвинутий м'ясистий навколоплідник, в м'якоті якого розподілена велика кількість насіння. До ягід відносять плоди томатів, гарбузів та кавунів. Плоди рослин родини Гарбузових містять багате ліпідами насіння, яке є повноцінною олійною сировиною.

Насіння та плоди рослин одного виду і навіть однієї рослини можуть значно відрізнятися за морфологічними ознаками, хімічним складом і фізіологічними властивостями.

Швидкість формування насіння в коробочках бавовнику залежить від розміщення суцвіття на стеблі — коробочки, розміщені ближче до стебла, розвиваються швидше ніж коробочки, що розміщені подалі від нього.

Хімічний склад насіння рицини залежить від розташування на стеблі коробочки, в якій вони формувались. Насіння центрального

суцвіття містить більше олії та рицинолевої кислоти в складі триацилгліцеринів в порівнянні з олією насіння бокових гілочок. Насіння льону теж відрізняється за вмістом і кількістю накопичених ліпідів, а також за масою окремого насіння, яке дозріває в суцвіттях розміщених на різних частинах стебла.

Суттєво впливає на якість насіння пошкодження вітром, комахами, мікроорганізмами листя, оскільки обмін речовин у насінні порушується.

Генетична різноякісність насіння, яке формується, зумовлена різноманітністю генетичної інформації пилкових зерен та насінневих бруньок.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні типи плодів і насіння олійних культур. Чим відрізняється насіння від плодів?
2. Які види олійного насіння надходять на зберігання і переробку у вигляді плодів, а які – у вигляді насіння?
3. Дайте характеристику основним видам суцвіття, наведіть приклади олійних рослин з верхньоквітковими і боковими суцвіттями.
4. Назвіть види різноякісності насіння і плодів. Чому різноякісність насіння зростає від збільшення насіння у суцвітті?
5. Як впливає тип суцвіття на величину різноякісності насіння?

Розділ 3.

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТА ОБМІН РЕЧОВИН НАСІННЯ

Насіння у квіткових рослин — це орган генеративного розмноження, який забезпечує передачу генетичної інформації від батьківських організмів, забезпечує життєздатність зародка за несприятливих умов навколишнього середовища та накопичення запасних речовин. Початком життєвого циклу насіння є запліднення, після якого насіння проходить певні фази розвитку. Життєвий цикл насіння завершується формуванням властивостей, що забезпечують його тривале зберігання та здатність до проростання за сприятливих умов.

3.1. ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕРАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ КВІТКОВИХ РОСЛИН

Олійні рослини належать до групи квіткових рослин, які займають домінуюче положення в рослинному світі Землі. Олійні рослини розмножуються за допомогою насіння, яке після дозрівання переходить в стан спокою і здатне легко переносити несприятливі зовнішні умови (зимовий холод, засуху тощо).

Специфічні фізичні та хімічні властивості насіння та їх покривних тканин сприяють розповсюдженню насіння на великі відстані за допомогою вітру, води, тварин і птахів, зберігаючи при цьому життєдіяльність насіння.

Особливість генеративного розмноження квіткових рослин — утворення квітки – спеціалізованого органу, здатного до розмноження. Основу квітки складають маточка і тичинки, які розміщені навколо маточки. В нижній частині маточка розширена і утворює зав'язь, до верху потоншується і утворює стовпчик, верхня частина якого називається приймочкою маточки, яка виконує роль уловлювання пил-

ку. В середині зав'язі міститься насіннева брунька, яка складається з ядра оточеного однорідною тканиною, з якої потім утвориться насіннева оболонка.

Процес запліднення проходить після того як пилокві зерна (пилок) потраплять на приймочку маточки і проростуть, утворюючи пилокві трубки (Рис.3.1). Пилкова трубка попадає в порожнину зав'язі і продовжує рости в напрямку до мікропілярного отвору в насінневій бруньці – пилковходу. Із великої кількості пилових трубок, що проросли наприймочці, в зародковий мішок може ввійти тільки декілька, найчастіше одна.

Пилкова трубка з двома чоловічими клітинами (сперміями) проникає всередину насінневої бруньки, де один спермій зливається з ядром яйцеклітини, другий – з ядром центральної клітини зародкового мішка. При поєднанні першої пари клітин утворюється зародок, а при зливанні другої пари – ендосперм, або запасна тканина, необхідна для розвитку зародка. Таким чином проходить так зване подвійне запліднення, що властиве всім покритонасінним рослинам. Це явище відкрив російський вчений С. Г. Навашин у 1898 році.

Запліднена зав'язь розростається в плоди, всередині яких утворюється одна або декілька насінин, які складаються із зародка, ендосперму і насінневої оболонки. Стінки зав'язі перетворюються в стінки плоду – навколоплідник.

Запасні білки відкладаються у вигляді алейронових зерен, запасні вуглеводи – крохмаль – у вигляді крохмальних зерен. У олійного насіння крохмаль виявлено лише на початку розвитку насіння, який під час дозрівання насіння зникає, клітини зародка та ендосперму заповнюються ліпідами у вигляді ліпофільних зерен. Так проявляється одна з основних функцій насіння – накопичення та зберігання у олійних рослин ліпідів і білків, злакових – вуглеводів і білків. Запасні речовини необхідні проростаючому зародку до появи у нього можливості до фотосинтезу.

На початку дозрівання насіння ендосперм більш фізіологічно активний ніж зародок, але потім зародок починає розвиватися, використовуючи запасні речовини ендосперму. Процес поглинання ендосперму при дозріванні насіння у рослин проходить по-різному: в одному випадку він використовується частково і зберігається у достиглому насінні, в іншому – використовується майже повністю,

дозріле насіння складається із зародка та його покривних тканин, а ендосперм представлений одним шаром клітин. У такому випадку запасні поживні речовини, необхідні зародку в перший період проростання і розвитку, відкладаються у сім'ядолях.

3.2. СТАДІЇ РОЗВИТКУ ТА ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ

Насінина, як орган розмноження, формується на рослині протягом певного часу: утворюється її структура, з'являється й удосконалюється функції, через деякий час (у певному віці) насіння набуває здатності проростати, відтворювати продуктивну рослину. Вік є основним критерієм стиглості та зрілості насіння, показником його посівних і врожайних якостей.

Після запліднення насінневих бруньок розпочинається процес формування насіння, під час якого відбувається становлення властивостей насіння та його дозрівання. Умовно життєвий цикл насіння можна поділити на наступні стадії.

Інтенсивний поділ клітин (ембріональна стадія). Інтенсивний поділ клітин розпочинається зразу після запліднення і характеризується різким зростанням кількості клітин.

Стадія росту тканин характеризується розтягуванням клітин тканин насіння, суттєво збільшуються розміри насіння.

В *стадії накопичення запасних речовин* в клітинах насіння створюється апарат для синтезу запасних речовин (триацилгліцеринів, білків) та відбувається їх інтенсивний синтез. Накопичення олії в насінні починається з перших днів його розвитку й триває до кінця дозрівання, найбільш інтенсивно синтез олії відбувається при вологості ядра в межах 60-30 % (з 15-го по 30-й день після цвітіння рослин).

Після завершення фази накопичення запасних речовин настає *стадія дозрівання* насіння. Дозрівання – це процес формування товарних (споживчих) якостей та формування біологічної функції насіння – здатності до проростання й відтворення продуктивних рослин. В цей період відбувається удосконалення функції зародка.

Накопичення продуктів фотосинтезу в насінні супроводжується збільшенням маси сухих речовин (у соняшнику триває в середньому 40 днів після цвітіння). Стан насіння, який характеризується максимальною масою сухих речовин, називають *технічною стиглістю* насіння. Вологість насіння зменшується впродовж усього періоду

досягнення технічної стиглості й досягає на момент його завершення 25-30%, вологість навколоплідника на цей час становить 50-45 %, ядра — 26-21 %. Масова частка оболонки сім'янок сояшнику досягає мінімальних значень (23-21 %) після завершення дозрівання ядра. Інтенсивність накопичення ліпідів в насінні під кінець періоду дещо зменшується внаслідок послаблення процесу асиміляції ліпідів.

Розміри насіння залежать від тривалості й інтенсивності процесів, що передують настанню технічної стиглості, які, в свою чергу, контролюються температурою як провідним фактором.

Для визначення технічної стиглості використовують ваговий або експрес-метод визначення.

Аналіз починають через 35 – 37 днів після цвітіння й повторюють через кожні два-три дні. У 20 місцях поля в 5 рослин підряд виймають з кошика по 3 насінини – по одній з периферійної, середньої й центральної зон – всього 300 сім'янок. Сім'янки кладуть в герметичну тару, яка виключає випаровування вологи. У лабораторії сім'янки перемішують, відраховують три проби по 100 шт., зважують та висушують за температури 105 – 110 °С до постійної маси. Дату настання технічної стиглості відмічають у той день, коли маса сухої речовини сім'янок досягла максимального рівня.

Цей метод найбільш точний, але надто трудомісткий, потребує спеціального лабораторного обладнання, тривалого часу, значних витрат електроенергії.

Експрес-метод визначення технічної стиглості насіння сояшнику, що дає змогу визначити стиглість сім'янок безпосередньо в полі, проводять за методом Г. К. Фурсової.

Відбір сім'янок проводять як описано вище, з тією лише різницею, що кожну сім'янку легко однократно зішкрябають уздовж ножем чи скальпелем. Підраховують і обчислюють у відсотках кількість сім'янок зі знятим та не знятим епідермісом. Якщо сім'янки, в яких епідерміс не зішкрябується, становлять не менше 75%, насіння знаходиться в стадії технічної стиглості.

Таким чином, технічна стиглість насіння характеризується максимальною масою сухих речовин й олії, а також високими посівними та врожайними якостями насіння, що проявляються після виходу його із стану спокою.

З настанням технічної стиглості насіння інтенсивно зневоднюється, і через 12-15 днів досягає стадії *збиральної стиглості насіння*. Вологість насіння соняшнику в цей період коливається в межах 16-14 %, стан спокою триває.

Незважаючи на те, що основні фізіологічні властивості насіння формуються у соняшнику в середньому через 25 днів після цвітіння (від 20 до 30 днів залежно від сортових особливостей та погодних умов), *фізіологічна зрілість* насіння соняшнику, як правило, настає лише через 56-64 дні після цвітіння. Характерною ознакою фізіологічної зрілості насіння є його кондиційна (висока) схожість. На стадії фізіологічної зрілості завершується повний цикл розвитку насіння.

Стадія повної стиглості насіння настає після завершення післязбирального дозрівання насіння й триває доти, поки зберігаються споживчі якості насіння.

Тривалість та час фенологічних фаз розвитку соняшнику наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Фенологічні фази онтогенезу соняшнику

Фаза	Дні після сівби*	Характерні процеси та ознаки
Сходи	12	Поява першої пари листків
Поява кошика	50	Поява потовщення на верхівці стебла
Початок цвітіння	81	Розкриття язичкових квітів
Технічна стиглість	122	Побуріння кошиків, епідерміс сім'янок міцний

* Середні значення за 25 років. Дослідне поле ХДАУ ім. В.В.Докучаєва. Сорт ВНДІОК 6540.

В агротехніці вирощування сільськогосподарських культур відомі способи впливу на стан насіння, зокрема, на його вологість в дозбиральний період. Прикладом таких заходів є *десикація* — штучне підсушування рослин перед збиранням урожаю — давно відомий і загально визнаний агрозахід. Його суть полягає в тому, що десиканти (реглон, грамоксон, дипиридилфосфат, диметилен, хлорат магнію тощо) викликають зневоднення тканин і на 10-15 днів прискорюють досягання насіння соняшнику. Десикація зменшує втрати насіння

під час збирання, його засміченість, гальмує розвиток гнилі, підвищує врожайність і якість насіння. Насіння, зібране з попередньою десикацією, краще зберігається, зменшується заселеність мікроорганізмами. Десикацію за її наслідками прирівнюють до роздільного збирання насіння: збільшується маса насіння, підвищується його схожість, поліпшуються технологічні властивості.

Проте десикація поліпшує врожайні якості тільки молодого (15-20-денного) насіння, зменшуючи водночас олійність насіння. На посівні та врожайні якості насіння старшого віку воно помітно не впливає. Рання десикація в умовах надмірного зволоження в 2-3 рази збільшує ураженість рослин гнилями порівняно з необробленими рослинами.

Рекомендується товарні посіви обробляти десикантами через 40-45 днів після цвітіння рослин, ділянки, призначені для вирощування посівного матеріалу — через 35-40 днів за вологості насіння не вищій за 40 %. Проте широкого використання такі методи обробки посівів насіння не знайшли.

3. 3. СПОКІЙ ТА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНЕ ДОЗРІВАННЯ НАСІННЯ

Процес метаболізму в насінні рослин зазнає суттєвих змін від стадії запліднення до повної стиглості, які характеризуються переходом від високої активності до стабілізації метаболізму з мінімальною активністю ферментативних процесів. Біологічна функція насіння полягає у формуванні нового організму, збереженні та передачі спадкової інформації наступному поколінню рослин. Голдовський А.М. розрізняє три стани зрілого насіння: анабіоз, мезабіоз, біоз.

В стадії *анабіозу* повністю призупиняється метаболізм, але життєздатність зберігається. Такий стан насіння можливий при глибокому висушуванні, за умови відсутності кисню або ж за температури 0 °С. Насіння сільськогосподарських культур під час зберігання перебуває у стані неповного анабіозу.

Мезабіоз виникає при підвищенні вологості насіння вище критичної, але нижче, ніж необхідно для проростання. Інтенсивність метаболізму значно зростає, особливо інтенсифікується дихання, переважають процеси дисиміляції. В стані мезабіозу насіння не може

зберігатись тривалий час, такий стан супроводжується розвитком процесу самозігрівання насіння.

В стан *біозу* насіння переходить за подальшого збільшення вологості. Цей стан характеризується активною життєдіяльністю та проростанням насіння.

Фізіологічною особливістю насіння є його здатність знаходитись в стані спокою та зберігати життєздатність протягом тривалого часу за сприятливих умов.

Спокоєм називають стан життєздатного насіння, яке за сприятливих умов для проростання не проростає, або має низьку здатність до проростання (схожість). Це органічний, або природний спокій. Стан насіння, що не проростає через відсутність необхідних умов, називають *вимушеним спокоєм (анабіозом)*.

Органічний спокій принципово відрізняється від вимушеного. У період органічного спокою здійснюються конструктивні процеси, пов'язані з розвитком насіння, а для вимушеного спокою характерні прогресуючі з часом процеси деструкції, які ведуть до зниження життєздатності насіння та до його загибелі.

Причини органічного спокою можуть бути зовнішні або екзогенні — непроникність плодових і насінневих оболонок для води та повітря, фізичний опір, який вони чинять зародку тощо; внутрішні (ендогенні) — особливості метаболізму та ступінь розвитку зародка, співвідношення в ньому різних гормонів, вміст води тощо.

Стан органічного спокою виникає у насінні соняшнику в середньому через 22 дні після цвітіння рослин і триває до досягнення технічної стиглості протягом дозбирального періоду та деякий час після збирання (до досягнення повної зрілості). Хоча насіння за цих умов не проростає, в ньому відбуваються процеси, які забезпечують наступне проростання насіння. Свіжезібрані сім'янки соняшнику перебувають у стані спокою, з якого виходять під час післязбирального дозрівання насіння.

Повністю дозріле насіння може знаходитись у стані вимушеного спокою та зберігати життєздатність протягом тривалого часу, якщо для цього створені необхідні умови. Насіння різних видів рослин має різну тривалість зберігати життєдіяльність, тобто здатність до проростання. За цією властивістю рослини поділяють на:

— мікробіотики – насіння зберігає здатність до проростання протягом трьох років;

– мезобіотики – рослини, насіння яких зберігає здатність до проростання протягом 15 років;

– макробіотики – зберігають здатність до проростання понад 100 років.

В стан вимушеного спокою переходить дозріле насіння за сприятливих для цього умов. Для забезпечення високої якості насіння під час зберігання необхідною умовою є перехід насіння у стан спокою. Основним фактором, що впливає на стан насіння, є його вологість.

Свіжозібране насіння характеризується, як правило, високою вологістю та високою активністю біохімічних процесів. В залежності від умов зберігання та технології підготовки насіння до зберігання можливі три шляхи розвитку насіння, що знаходиться в стадії збиральної стиглості:

- післязбиральне дозрівання;
- повне дозрівання в полі (за сприятливих погодних умов);
- самозігрівання.

Післязбиральне дозрівання – це процес стабілізації фізіологічних властивостей насіння. Післязбиральне дозрівання насіння відбувається за умов його правильного зберігання. Після збирання насіння надходження асимілятів припиняється, а висока вологість ще зберігається. Тому активізуються гідролітичні процеси. Основною умовою для післязбирального дозрівання насіння є зменшення його вологості шляхом теплового висушування або активного вентилявання.

Період післязбирального дозрівання насіння характеризується сукупністю складних біохімічних процесів, основними з яких є:

- зменшення активності ферментної системи та інтенсивності метаболізму;
- більш висока активність процесів асиміляції;
- інгібування дисиміляційних процесів;
- завершення накопичення запасних ліпідів та білків;
- збільшення розмірів макромолекул;
- синтез ліпідів та підвищення олійності насіння;
- збільшується повітряно- та водопроникаюча здатність тканин насіння;
- підвищується схожість насіння;
- при створенні умов насіння може проростати.

Внаслідок післязбирального дозрівання насіння набуває кондиційної схожості (не менше 87 % пророслого насіння протягом 5 днів), яка може досягати максимальних значень – до 100 %.

На післязбиральне дозрівання може закладатись насіння певного віку – для насіння соняшнику не молодше 19-28 днів. Тривалість післязбирального дозрівання залежить від віку насіння і зменшується із збільшенням віку насіння. Для насіння соняшнику найбільша тривалість післязбирального дозрівання (45-50 днів) у 22-25-денного насіння, найменша (15-20 днів) – у насіння, зібраного в стадії технічної стиглості. Після завершення післязбирального дозрівання насіння стає повністю дозрілим, воно може зберігатись тривалий час.

Післязбиральне дозрівання насіння може відбуватись і в полі за сприятливих погодних умов. Необхідною умовою є суха погода. Суть повного дозрівання в полі полягає у:

- ◆ зменшенні вологості;
- ◆ зменшенні активності біохімічних процесів;
- ◆ збільшенні олійності.

Дозрівання насіння на рослині та післязбиральне дозрівання поза нею – аналогічні процеси.

3. 4. САМОЗІГРІВАННЯ НАСІННЯ

Самозігрівання – це самовільний процес, що розвивається при зберіганні вологого насіння у вигляді великої насінневої маси та за умови обмеженого теплообміну із навколишнім середовищем. Розвитку процесу самозігрівання насіння сприяє також висока засміченість насіння, оскільки домішки, особливо органічного походження, мають підвищену вологість та високу мікробіологічну засміченість. Висока вологість насіння зумовлює високу активність всіх метаболічних процесів, і, в першу чергу, високу інтенсивність дихання, що супроводжується значним виділенням тепла. Субстратом процесу дихання в насінні є запасні речовини, переважно триацилгліцерини та білки. Самозігрівання насіння протікає як ланцюгова реакція. Внаслідок високої активності метаболізму суттєво підвищується температура (до 55-65°C) насінневої маси. Крайнім випадком розвитку процесу самозігрівання насіння є самозагорання насінневих мас.

Значний вклад в самозігрівання насіння вносить також кількість тепла, що виділяється в результаті життєдіяльності мікроорганізмів, в тому числі пліснявих грибів. Причиною самозігрівання насіння є також низька теплопровідність насінневої маси – $(14-22) \cdot 10^{-5}$ кВт (м·К).

Внаслідок самозігрівання суттєво погіршується якість насіння і олії в насінні. Під час зростання температури від 20 до 50-55 °С активність гідролітичних та окиснювальних ферментів зростає, внаслідок чого відбувається гідроліз триацилгліцеринів та біохімічне окиснення жирних кислот, зростання кислотності олії та вмісту продуктів окиснення в насінні. Подальше підвищення температури (до 65-70°С) викликає денатурацію ферментів, розпочинаються процеси небіологічної деструкції запасних речовин. Внаслідок самозігрівання насіння втрачає здатність давати сходи.

Рослинні олії, одержанні із насіння, яке зазнало навіть початкових стадій самозігрівання, мають незадовільні органолептичні властивості, містять мікотоксини. Такі олії, а також шрот можуть бути токсичними.

Основною умовою попередження самозігрівання насіння є зберігання висушеного, очищеного насіння. Для попередження самозігрівання насіння під час зберігання вживають наступних заходів:

- ◆ перекачування із силоса в силос;
- ◆ активне вентилявання;
- ◆ пропускання через очищуючі машини;
- ◆ повторне висушування.

Контрольні питання

1. В чому полягає особливість подвійного запліднення у квіткових рослин?
2. Яка фізіологічна функція ендосперму?
3. Чим характеризується технічна стиглість насіння?
4. В якій стадії дозрівання можна збирати насіння олійних культур? Що таке повна стиглість насіння?
5. Дайте характеристику біохімічним процесам, що відбуваються у щойно зібраному насінні залежно від умов післязбирального обробітку.

6. При яких умовах забезпечується післязбиральне дозрівання насіння?
7. У чому різниця повного і неповного анабіозу насіння?
8. Що таке самозігрівання насіння? Які фактори впливають на самозігрівання насінневих мас?
9. Яким чином можна запобігти самозігріванню насіння?
10. Чим можна пояснити необхідність кисню для проростання насіння?
11. Протягом якого часу насіння зберігає здатність до проростання?
12. Назвіть основні стани насіння за Голдовським.

Розділ 4.

ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ

Насіння олійних культур є складним біологічним об'єктом, що характеризується цілим комплексом взаємопов'язаних біохімічних процесів. Обов'язковою умовою для збереження якості насіння та олії в ньому є дотримання технології підготовки до зберігання та зберігання насіння. Підготовка насіння до зберігання включає такі стадії як очищення насіння від домішок та кондиціонування за вологістю (як правило, висушування).

4. 1. ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ВІД ДОМІШОК

Насіння, зібране в полі, містить значну кількість домішок. Це впершу чергу сміттеві домішки, а саме мінеральні та органічні (шматки стебла, листя, кошиків тощо). Крім того, в насіння можуть потрапляти феромагнітні домішки. Насіння з високою загальною засміченістю не може направлятися на зберігання, оскільки домішки, особливо органічні, мають підвищену вологість та є джерелом мікрофлори. Таке насіння не може бути направлено на безпосередню переробку із вилученням олії, тому що суттєво знижує продуктивність роботи обладнання, зменшує кількісний вихід олії (домішки є висококофективними адсорбентами олії), а наявність феромагнітних домішок може спричинити і поломки обладнання. Перераховані чинники зумовлюють необхідність очищення насіння від домішок.

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

Домішки, що відрізняються від насіння за розмірами, вилучають за допомогою *ситового методу*. За таким принципом працюють ситові сепаратори, оснащені системою сит з діаметром отворів від 0,5 до 40 мм. Обов'язковою умовою відділення домішок є нахил сит відносно горизонтального рівня (10...15°) та їх коливальні рухи, що забезпечує рух насінневої маси вздовж поверхні сит.

Для видалення домішок, що відрізняються від насіння за аеродинамічними властивостями, використовують метод *повітряної аспірації* (пневматичної сепарації).

Ферромагнітні домішки видаляють із насіння за допомогою *магнітних сепараторів*, в яких використовують електромагнітне або постійне магнітне поле.

На практиці широко використовують комбіновані сепаратори, в яких реалізовані всі три методи очищення насіння. Такі сепаратори оснащені системою сит, до складу якої входить:

- приймальне сито (для видалення найбільш великих домішок);
- відсівне сито призначене для вилучення домішок дещо меншого розміру;
- розвантажувально-сортувальне сито використовується для розділення насіння на велику та малу фракцію;
- підсівне сито, сходом з якого йде насіння, а прохід становить найбільш дрібне сміття.

До складу комбінованих сепараторів входить також аспіраційна камера, в якій насіння продувається повітрям і з нього виносяться найбільш легкі домішки, що не вилучилися на ситах.

Крім того, в таких сепараторах насіння проходить через магнітне поле, де з насінневої маси вилучаються металеві домішки за допомогою постійних або електромагнітів.

Магнітні сепаратори можуть встановлюватись також в місцях транспортування насіння, швидкість руху насіння повинна бути високою, а товщина шару становити 10...12 мм.

Магнітні сепаратори вилучають до 95...96 % металевих домішок.

Фактори, що впливають на ефективність очищення насіння.

- ◆ Величина і рівномірність навантаження (товщина шару насіння на підсівному ситі повинна бути не більшою 12...15 мм).

♦ Правильність вибору розмірів отворів сит. Розміри отворів сит для деяких культур наведені в Табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Розміри отворів сит для очищення насіння деяких культур.

Культура	Діаметр отворів сит, мм			
	Приймальне	Відсівне	Розвантажувально-сортувальне	Підсівне
Ріпак	7...8	3...5	2...2,5	0,7...1
Соняшник	15...16	8...12	5...6	3
Соя	14...15	8...10	5...6	3...4
Рицина	15...18	10...12	6,5...8	4...5

- ♦ Кут нахилу сит. Для насіння соняшнику становить: приймального – 6°; розвантажувально-сортувального – 11°; підсівного – 11-14°.
- ♦ Стан поверхні сит (отвори повинні бути очищені).
- ♦ Ступінь засміченості і вологість насіння. Так, для насіння соняшнику при вологості більшій, ніж 10...11% ступінь очищення зменшується.
- ♦ Аспіраційний режим сепараторів. Граничні швидкості повітря під час очищення насіння: соняшнику – 4,3 ... 7,7 м/с; льону – 3,3...6,0 м/с.

4.2. КОНДИЦІЮВАННЯ НАСІННЯ ЗА ВОЛОГІСТЮ

Найбільш суттєвим фактором, який визначає якість насіння під час зберігання, є вологість насіння. Згідно теорії П.О. Ребіндера волога, що міститься в насінні, має різні форми зв'язування. З цієї точки зору вологу в насінні можна розділити на:

- хімічно зв'язану – вологу, що утворює хімічні зв'язки із компонентами насіння;
- фізико-хімічно зв'язану – адсорбційна, осмотична та структурна волога;

- механічно-зв'язану – волога макро- та мікрокапілярів та волога змочування.

Найбільш міцно зв'язана із компонентами насіння хімічно-зв'язана волога і найменші сили утримують капілярну вологу. Під час висушування насіння в першу чергу вилучається механічно-зв'язана волога.

Процес висушування повинен бути максимально коротким, при цьому температура насіння не повинна підніматись вище 60-65°C. При більш високій температурі відбувається денатурація білкових речовин в насінні, зменшення якості олії (зростання кислотності олії, вмісту пероксидів, вмісту негідратованих фосфоліпідів тощо). Основні фактори, які визначають ефективність висушування:

- ◆ температура сушильного агента;
- ◆ тривалість;
- ◆ максимальна температура нагрівання насіння.

Ефективність висушування оцінюють за зміною вологості насіння. Існує кілька способів висушування насіння.

Частіше всього використовують *конвективне висушування*, при якому шар насіння знаходиться в нерухомому стані, а через нього продувається висушувальний газоподібний агент. Як правило, для висушування насіння використовують нагріте повітря або димові гази. Проте використання останніх є небажаним із-за вмісту бензпірену. Конвективне висушування в залежності від структури шару насіння може бути:

- в щільному шарі, що рухається;
- в нерухомому шарі (активне вентилявання);
- у зваженому стані (киплячий шар).

За принципом конвективного висушування працюють шахтні та барабанні сушарки.

В шахтних сушарках температура сушильного агента 180°C, при цьому температура насіння не перевищує 60-70°C. Тривалість висушування в таких сушарках – 40-60 хв.

В барабанних насіння рухається в напрямку руху сушильного агента і переміщуються, тривалість висушування становить 15-20 хв, при цьому температура нагрітого повітря 200-350°C, насіння нагрівається до 60-65°C.

Одним із способів конвективного висушування насіння є активне вентилявання. Активне вентилявання – аерація нерухомої насінне-

вої маси з метою висушування, охолодження, дегазації. При активному вентиляванні сушильним агентом є повітря навколишнього середовища.

Найменша тривалість висушування насіння у зваженому стані, вона становить 2-3 сек при температурі сушильного агента 350-700°С.

Під час *кондуктивного* висушування насіння відбувається передача тепла насіннєвій масі від нагрітої поверхні.

Контактний (сорбційний) метод висушування передбачає використання сорбентів, які поглинають вологу, або змішування сухого та вологого насіння.

Для невеликих партій насіння можливим також є використання таких сучасних методів висушування як вакуум-висушування та висушування в електромагнітному полі надвисокої частоти (НВЧ).

4. 3. РЕЖИМИ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ

Найбільш розповсюдженим способом зберігання насіння є зберігання його в сухому стані. Вологість насіння в «сухому» стані залежить від культури та від його олійності. Класифікація насіння за вологістю наведена в стандартах на насіння відповідних культур.

Поняття «сухе» насіння пов'язане із уявленнями про критичну вологість насіння.

Критична вологість насіння – це таке значення вологості насіння, при якому в насінні з'являється вільна волога. При значеннях вологості насіння, вищих за критичну, спостерігається різке збільшення інтенсивності біохімічних процесів в насінні. Значення критичної вологості залежить від олійності насіння, чим вища олійність насіння, тим менше значення критичної вологості:

$$W=14,5\left(\frac{100-O}{100}\right),$$

де W – критична вологість, %; 14,5 – значення критичної вологості для неліпідних компонентів олійного насіння; O – олійність насіння.

Під час зберігання насіння в «сухому» стані його вологість повинна бути на 1-2 % нижчою за критичну. Для насіння високоолійного соняшнику оптимальною є вологість 6-7%. Зберігати насіння при значеннях вологості, які є вищими за критичну вологість, тривалий

час недопустимо. Причиною цього є висока інтенсивність дихання, підвищення температури в середині насінневої маси, що може привести в кінці кінців до самозігрівання насіння.

Відомий також метод зберігання насіння при низькій температурі – від 0 до -10°C . Охолодження насінневих мас можна здійснювати шляхом вентиляування зовнішнього повітря або повітря, охолодженого холодильними машинами. Недоліком даного способу є складність регулювання температури в насінневій масі, залежність температури зберігання від вологості насіння. Даний спосіб неможливо використовувати також при зберігання насіння в силосах.

Одним із методів зберігання насіння є герметичне зберігання насіння без доступу повітря. Сховища для такого зберігання повинні бути герметичними. Під час такого зберігання відбувається самоконсервація насіння за рахунок поглинання кисню із газового середовища і виділення вуглекислого газу. Зберігати насіння в герметичних сховищах можна, якщо концентрація кисню не перевищує 0,2 %. Встановлено, що при температурі 20°C концентрація кисню в газовому середовищі зменшувалась до 1 % за 8 годин. Таким чином насіння зберігається в атмосфері вуглекислого газу, що зумовлює перехід його в стан анабіозу.

Даний спосіб зберігання насіння використовували ще в давнину для зберігання зерна. Зерно зберігали в підземних сховищах, які герметично закривали, або в герметичних посудинах.

Хімічне консервування також використовується для зберігання насіння. Речовини, які використовують для консервування насіння повинні забезпечувати припинення всіх біохімічних процесів в насінні. Для цієї мети можна використовувати низькомолекулярні органічні кислоти – мурашину, оцтову та пропіонову. Пари таких речовин утворюють плівку на поверхні насіння і таким чином унеможливають розвиток мікроорганізмів.

Даний метод не має широкого промислового використання в зв'язку із складністю рівномірного розподілення консервантів на поверхні насіння та наступного його видалення із насінневої маси. Крім того, під дією консервантів насіння втрачає свою життєздатність.

Тривалість зберігання насіння залежить від вологості насіння, виду насіння та типу складів. Так, наприклад, на зберігання з можливістю активного вентиляування терміном до одного місяця приймається на-

сіння ріпаку з вологістю не вище 8,0 %, вмістом сміттєвих домішок – 3,0 %, олійних – 5,0 %. На тривалий термін зберігання (до чотирьох місяців) у зерносховища з активним вентиляванням повинно закладатись насіння ріпаку вологістю не вищу за 7,0 %, з вмістом сміттєвих домішок до 1 %, олійних не більше 3,0 %. Насіння ріпаку з вологістю більше 7,0 % повинно зберігатися на токах не більше однієї доби.

Насіння гірчиці зберігають при вологості 9 % у мішках за загальноприйнятими правилами. Під час зберігання здійснюють систематичний органолептичний контроль за зовнішнім виглядом, запахом насіння та аналітичний контроль за його посівними якостями, ураженістю шкідливими комахами та кліщами.

Кожна партія насіння, що зберігається, має пройти повний аналіз, який повторюється для насіння, не ураженого кліщем, через 4 місяці, ураженого – через 2 місяці.

З моменту надходження насіння до складу в кожній партії систематично контролюють вологість і температуру насіння.

Температуру насіння під час його зберігання визначають у перші три місяці через два-три дні, взимку – один раз у тиждень, навесні – кожен день. Температура всередині насіннєвої маси повинна не більше ніж на 5°C перевищувати температуру навколишнього середовища, в іншому випадку проводять систему запобіжних до самозігрівання заходів.

Вологість насіння визначають один раз на місяць, коли температура повітря нижча 0°C і двічі на місяць – коли температура вища за 0°C, а також після кожної обробки. Схожість насіння, яке призначене для посівів, перевіряють один раз у чотири місяці й наприкінці строку зберігання.

Так само систематично й ретельно здійснюють органолептичний контроль за насінням (зовнішній вигляд, запах і т. ін.).

З метою знищення патогенної мікрофлори та захисту від шкідників використовують різноманітні заходи і засоби впливу на насіння в післязбиральний період. Найбільш відомий спосіб – *протруювання насіння*, тобто обробка його інсектофунгіцидами. Шкідники й хвороби не тільки фізично порушують структуру насіння, ускладнюють функціонування його органів, але й спричиняють гормональний дисбаланс, виділяють сторонні фізіологічно активні речовини. Для поліпшення посівних і врожайних якостей насіння рекомендують:

замочувати насіння у воді, розчинах фізіологічно активних речовин, солей, кислот, лугів, антибіотиків, екстрактів з пророслого насіння; сонячно-теплове нагрівання; використання електричних, магнітних полів, ультразвуку, вібрації, лазерних променів тощо. Однак більшість із перелічених засобів нетехнологічні або нерентабельні. Тому питання впливу на насіння в післязбиральний період залишається актуальним і донині. Низька ефективність способів впливу на насіння може пояснюватись також несвоєчасним їх застосуванням.

Найбільш оптимальними сховищами для зберігання насіння є елеватори. Елеватори складаються із залізобетонних або металевих силосів діаметром 6 м і висотою 30 м. Елеватори мають систему стрічкових транспортерів для приймання, завантаження та подачі насіння у виробництво.

Іншим типом складів є механізовані склади. Механізовані склади займають більшу площу, але всі операції механізовані. Механізовані склади оснащені вентиляторами для активного вентилявання, підлога виконана із нахилом.

Контрольні запитання

1. Які домішки містяться в насінні олійних культур?
2. З якою метою необхідно очищувати насіння?
3. Які існують методи очищення насіння від домішок?
4. Які фактори впливають на ефективність очищення насіння від домішок?
5. Які вимоги до якості насіння, що направляється на тривале зберігання?
6. Що таке критична вологість насіння і від чого вона залежить?
7. Які методи використовують для висушування насіння?
8. Від чого залежить значення оптимальної вологості для зберігання насіння?
9. Назвіть відомі способи зберігання насіння. Який спосіб широко використовується в технології зберігання насіння олійних культур?
10. Які фактори контролюють під час зберігання насіння?
11. Яка температура повинна бути всередині насінневої маси під час зберігання у сховищах?

Розділ 5.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

Властивості насіння і плодів пов'язані з анатомією, морфологією, хімічним складом одиничного насіння і є характерними для кожної олійної культури. Нагромаджуючись у великій кількості насіння набуває нових властивостей, характерних для насінневої маси і не притаманних одиночному насінню. Властивості насіння та насінневих мас, що визначають їх технологічну якість, поділяють на фізико-механічні, фізико-хімічні та фізіологічні (біологічні).

5.1 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

До фізико-механічних властивостей одиничного насіння відносять: *геометричну форму і розміри насіння, абсолютну масу насіння, відносну густину, парусність, діелектричні властивості*, тощо. Фізико-механічні властивості важливі для післязбирального обробітку, зберігання і особливо технологічної обробки насіння.

Насіннева маса характеризується такими фізико-механічними властивостями: *ситучість, насипна густина, скважистість (цільність) тощо*.

Форма і розмір. Від форми і розміру насіння залежить тип зерносовища, розміри робочих органів машин, спосіб зберігання й переробки насіння.

Форма насіння визначається трьома розмірами – довжиною (l), шириною (b) і товщиною (a). Коли всі три розміри насіння приблизно однакові ($a=b=l$) насіння круглої форми, розміри насіння характеризуються діаметром (d) інколи – діаметром і товщиною.

За формою насіння діляться на подовжене ($a < b < l$), кругле, сочевицеподібне ($a < b = l$), еліптичне ($a = b < l$), трикутне ($a < b < l$) (Рис 5.1.).

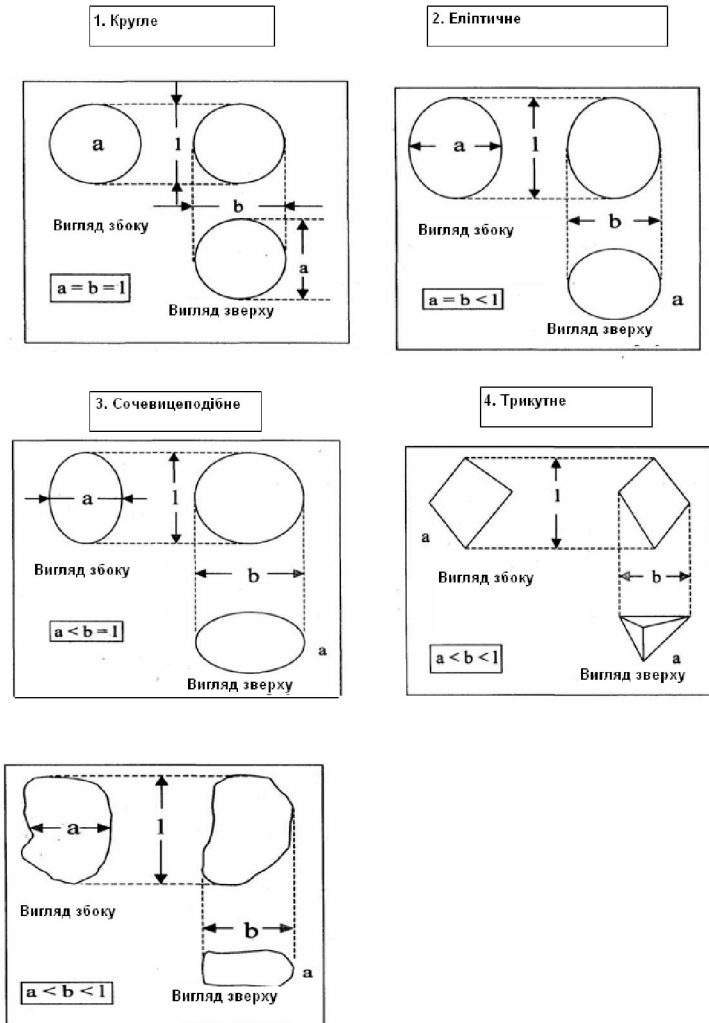


Рис. 5.1. Форма насіння олійних культур.

Прикладом насіння подовженої форми може бути насіння рицини ($l = 11,2-14,7$; $b = 5,6-9,5$ мм; $a=5,5-6,7$ мм), бавовнику ($l = 8,4-9,6$ мм; $b = 5,2$; $a=4,6$ мм). Круглу форму має насіння гірчиці білої ($d = 2,5$ мм), чорної ($d = 1,0$ мм), ріпаку ($d = 2,0$ мм), суріпки ($d = 2,0$ мм), сочевицеподібну форму – насіння коноплі ($l = b = 4,6$ мм; $a = 3,5$ мм), трикутну – насіння соняшнику ($l = 10,7-11,4$ мм, $b=5,0-5,8$ мм; $a=3,1-3,5$ мм) та сафлору. Насіння сої має сочевицеподібну або круглу форму ($d = 5,3-6,4$ мм)

Інколи для характеристики форми насіння використовують поняття коефіцієнт форми, його використовують в технологічних розрахунках. Коефіцієнт форми – це відношення площі поверхні насіння несферичної форми до поверхні шару, об'єм якого дорівнює об'єму насіння. Для круглого насіння коефіцієнт форми дорівнює 1, для інших форм цей коефіцієнт більший 1. Наприклад, середнє значення коефіцієнта форми високо-олійного насіння соняшника коливається в межах 1,29 – 1,37.

Маса 1000 штук насіння. Для характеристики маси насіння використовують поняття *абсолютна маса*, тобто маса 1000 штук насіння в перерахунку на суху речовину. Розмір насіння і плодів тісно пов'язаний з їх масою, найбільший зв'язок у маси насіння з його товщиною.

Маса 1000 штук визначається при фактичній вологості насіння, а потім перераховується на суху речовину за формулою:

$$A = \frac{a(100 - B)}{100}$$

a – маса 1000 штук за фактичної вологості, г

B – вологість насіння, %.

За величиною абсолютної маси насіння поділяється на 3 групи – важке, середнє і легке, які характеризуються різною абсолютною масою (Табл. 5.1)

Таблиця 5.1.

Класифікація олійних культур насіння за значенням абсолютної маси.

Важке	Середнє	Легке
Арахіс (1000...1200 г)	Сафлор (20...50 г)	Гірчиця біла (3,5...6,0 г), чорна (1,6...2,2 г)

продовж. табл. 5.1.

Соя (140...200 г)	Льон (3...15 г)	Ріпак (1,9...5,5 г)
Рицина (160...300 г)	Коноплі (12...26 г)	Рижій (0,7...1,6 г)
Бавовник (110...165 г)		Сезам (2,0...5,0 г)
Соняшник (45...100 г)		Мак (0,25...0,7 г)

Відносна густина насіння. Цей показник пов'язаний з хімічним складом, вологістю і відносною густиною тканин насіння. Велике значення для величини відносної густини має повітря, яке міститься в тканинах (у сім'янках соняшнику повітроносні тканини займають від 20 до 35 %). Відносна густина насіння і плодів олійних культур, особливо високоолійних, менша за 1 кг/дм^3 . Це пояснюється переважним вмістом в них ліпідів з середньою відносною густиною $0,92 \text{ кг/дм}^3$ і особливістю анатомічної будови пов'язаної з мікропористістю їх тканин. До насіння, що має відносну густину, меншу 1 кг/дм^3 , відноситься насіння соняшнику ($0,65...0,84 \text{ кг/дм}^3$), коноплі ($0,87...0,92 \text{ кг/дм}^3$), рицини ($0,91 \text{ кг/дм}^3$).

До другої групи відноситься насіння, у якого відносна густина більша, ніж 1 кг/дм^3 . Це насіння таких культур, як сезам ($1,08 \text{ кг/дм}^3$), мак ($1,14 \text{ кг/дм}^3$), льон ($1,16 \text{ кг/дм}^3$), гірчиця ($1,22 \text{ кг/дм}^3$), соя ($1,15-1,35 \text{ кг/дм}^3$).

Якщо відносна густина насіння менша 1 кг/дм^3 , при збільшенні вологості насіння вона підвищується, якщо вища за 1 кг/дм^3 , навпаки – знижується.

Аеродинамічні властивості. Аеродинамічні властивості насіння визначають поведінку одиничного насіння в повітряній течії. Такі властивості залежать від форми, абсолютної маси, відносної густини олійного насіння. При продуванні повітря через шар олійного насіння (наприклад, під час очищення, теплового просушування, активного вентилявання) стан насіння визначається швидкістю повітряної течії та аеродинамічними властивостями насіння. При незначній швидкості повітря насіння не рухається – повітря фільтрується через шар насіння. Збільшення швидкості повітря приводить до того, що насіння починає переміщуватись одне відносно одного – об'єм шару збільшується. Такий шар називають киплячим. В киплячому шарі кожна насінина зазнає дії повітряного потоку що дорівнює її вазі, і тому знаходиться у зваженому стані. Швидкість повітря, при

якому насіння знаходиться у зваженому стані, називається *критичною швидкістю* або швидкістю витання насіння.

Із збільшенням швидкості повітря насіння захоплюється повітряним потоком. Величина швидкості руху насіння залежить від його парусності. Парусність насіння характеризується коефіцієнтом парусності, тобто відношенням площі проекції найбільшого перетину насіння на площину, перпендикулярну повітряному потоку, до маси насіння. Залежність між критичною швидкістю $V_{кр}$ і коефіцієнтом парусності (K_n) виражається як:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{g}{K_n}}$$

де g – прискорення вільного падіння, $=9,8 \text{ м}^2/\text{с}$

В Таблиці 5.2 наведені значення аеродинамічних властивостей насіння деяких олійних культур.

Таблиця 5.2.

Критична швидкість ($V_{кр}$) і коефіцієнт парусності (K_n) насіння деяких олійних культур.

Олійна культура	Критична швидкість, м/с	Коефіцієнт парусності, м^{-1}	Олійна культура	Критична швидкість, м/с	Коефіцієнт парусності, м^{-1}
Льон	3,3...6,0	0,41	Гірчиця	3,9...7,2	0,27
Соняшник	3,2...8,9	0,24	Мак	2,5...4,3	0,53...1,53
Рицина	0,6...10,2	0,09	Ріпак	8,2	0,15
Конопля	3,2...7,8	0,24	Арахіс	12,5...15,0	0,04...0,06
Бавовник тонковолокнистий	5,0...9,8	0,14	Соя	9,5...12,5	0,06...0,24

Діелектричні властивості залежать від хімічного складу насіння та окремих його складових. Найбільший вплив на значення діелектричних показників має вологість. Різниця діелектричних властивостей ядра та оболонки насіння використовується в електростатичних сепараторах для розділення рушанки на фракції.

Сипучість насіння визначає здатність насінневої маси рухатись по нахиленій поверхні і залежить від форми насіння, характеру і стану його поверхні. Дуже висока сипучість у насіння сої, а лляне насіння (гладенька поверхня) ніби «тече» як рідина.

Ступінь сипучості характеризується *кутом природного відхилення* (кут між діаметром основи і твірною конуса, що утворюється при вільному падінні насіння на горизонтальну площину) та *кутом самоплину* (найменший кут нахилу поверхні, при якому насіння починає рухатись по даній поверхні).

Самосортування насіння – це здатність насіння розділятися на окремі фракції під час переміщення. Наслідком самосортування насіння є розміщення більш важкого насіння в нижніх шарах насінневих мас при засипанні насіння в силоси, перевезенні тощо.

Об'ємна маса і скважистість насінневої маси. Об'ємна маса (насіпна густина) – це маса одиниці об'єму насіння, вона нижча, ніж питома густина одиничного насіння за рахунок повітря, що міститься в насінневій масі.

Об'ємна маса залежить від щільності закладання насінневої маси (об'єму насіння і домішок в насінневій масі, виражений у %) та скважистості (об'єм повітря в насінневій масі у %). Щільність закладання насінневої маси та скважистість в свою чергу залежать від форми, розмірів і стану поверхні насіння, від кількості домішок, від маси й вологості насіння. Насіння великих розмірів вкладається менш щільно.

5.2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

До фізико-хімічних властивостей відносять *питома теплоємність, температуро- та теплопровідність, сорбційні і гігроскопічні властивості*. Вони в значній мірі визначають умови зберігання насіння та технологічні прийоми його переробки.

Теплоємність насінневої маси залежить від хімічного складу, оскільки теплоємність основних органічних складників олійного насіння суттєво відрізняється (Табл. 5.3). Значення теплоємності насінневої маси суттєво залежить від вологості насіння: чим вища вологість, тим вища і теплоємність насіння. Середні значення теплоємності при 18-20°C абсолютно сухого насіння соняшнику – 1,51 кДж/(кг·К), льону – 1,65 кДж/(кг·К).

Значення теплоємності хімічних компонентів насіння.

Компонент	Теплоємність, кДж/(кг· К)
Ліпіди	2,05
Білки	1,41
Вуглеводи	1,41
Вода	4,19

Теплопровідність насінневих мас впливає на зберігання насіння та технологічну обробку (наприклад, висушування). Насінневі маси характеризуються великою тепловою інертністю. Рушійною силою теплопровідності є градієнт температур. Низькі значення теплопровідності (для насіння соняшнику – 0,14...0,22 Вт/м· К) зумовлені значним об'ємом повітря в насінневій масі і зростають із підвищенням вологості насіння. Низька теплопровідність зумовлює швидке локальне зростання температури під час самозігрівання насіння.

Температуропровідність – швидкість зміни температури в насінневій масі – характеризується коефіцієнтом температуропровідності. Температуропровідність насінневих мас в 100 разів нижча ((6,15...6,85) 10^{-4} м²/с), ніж повітря.

Сорбційні властивості.

Насінневі маси мають високу здатність до сорбції різноманітних речовин.

Явище сорбції і десорбції парів води називають гігроскопічністю насінневих мас. Гігроскопічність насіння залежить від його хімічного складу та стану поверхні і визначається часткою та властивостями колоїдних компонентів, тобто білків насіння.

Швидкість сорбції парів води залежить від різниці парціального тиску парів води в повітрі і в безпосередній близькості до поверхні насіння. Якщо вологість повітря постійна, то при цьому встановлюється рівноважна вологість насіння. Рівноважну вологість, що встановлюється при відносній вологості повітря 100 %, називають гігроскопічною. Гігроскопічна вологість – це максимальне значення вологості насіння, яке може бути встановлене за рахунок парів води. Волога,

що гігроскопічно зв'язується насінням, може бути у вільному (осмотична та капілярна) та зв'язаному (хімічно- та адсорбційно зв'язана волога) стані.

Крім парів води насіння здатне поглинати вуглекислий газ, кисень та інші гази.

5.3. ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ

До фізіологічних (біологічних) властивостей насінневих мас відносять інтенсивність дихання, здатність до проростання та енергію проростання насіння. Ці властивості визначають стан насінневої маси під час зберігання і напрямок використання насіння.

Інтенсивність дихання суттєво впливає на процес зберігання насіння та його якість. Якість насіння буде тим вищою, чим нижча його інтенсивність дихання, яка в першу чергу залежить від вологості насіння. Чим вища вологість, тим вища інтенсивність дихання і нижчий її температурний оптимум.

Інтенсивність дихання насінневих мас залежить не лише від дихання самого насіння, а від дихання мікроорганізмів, що заселяють поверхню насіння та домішок. Висока інтенсивність дихання супроводжується виділенням тепла, збільшенням температури насіння та активності ферментів, що спричиняє високу швидкість окиснювальних процесів і в кінці кінців може викликати самозігрівання насіння.

Найбільш оптимальним методом запобігання високій інтенсивності дихання є зберігання насіння в сухому стані.

Проростання насіння відбувається за сприятливих умов. Проростанню насіння передують набрякання — збільшення розмірів внаслідок поглинання певної кількості води.

Швидкість набрякання та кількість поглинутої води залежать від віку насіння: чим воно молодше, тим швидше набрякає й більше поглинає води.

Контрольні питання

1. Яке значення в технології зберігання і переробки насіння олійних культур мають фізико-механічні властивості?
2. Назвіть важливі властивості насінневих мас. Під час яких технологічних операцій переробки насіння їх необхідно враховувати?
3. Що таке аеродинамічні властивості насінневих мас?
4. Що таке критична вологість насіння? Назвіть стани води в насінні, що відрізняються за величиною енергії зв'язку з неліпідною частиною насіння.
5. Чому значення сумарної вологості олійного насіння і вологість його гідрофільної частини відрізняються? Як ця властивість враховується під час зберігання насінневих мас?
6. Яке практичне значення в технології мають сорбційні властивості олійного насіння?
7. Що таке інтенсивність дихання насінневої маси?
8. Що таке скважистість насіння?

Розділ 6.

ВИМОГИ СТАНДАРТІВ ДО ЯКОСТІ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ

Якість насіння та плодів олійних культур як промислової сировини регламентується системою державних стандартів України (ДСТУ), яка законодавчо встановлює єдині технічні вимоги до сировини, технології підготовки до зберігання та переробки при виробництві рослинної олії.

Кожний ДСТУ має номер, що складається із набору цифр, – перший набір із чотирьох чи п'яти цифр, що означає порядковий номер ДСТУ і другий - двохзначний – рік затвердження ДСТУ Держкомітетом із стандартизації.

Стандарти на олійні плоди та насіння обов'язково включають основні розділи: «Сфера застосування», «Терміни та визначення понять», «Класифікація», «Технічні вимоги», «Вимоги щодо безпеки», «Вимоги щодо охорони довкілля», «Маркування», «Пакування», «Правила приймання», «Методи контролювання», «Правила транспортування і зберігання».

У розділі «Сфера застосування» сформульовано напрям використання насіння.

Розділ «Технічні вимоги» містить основні вимоги до якості насіння. Основними вимогами до якості насіння олійних культур є: колір, смак, запах, вміст вологи, сміттєвих і олійних домішок, олійність, зараженість шкідниками, кислотне число олії в насінні, життєздатність насіння.

Важливими показниками технологічної якості насіння за ДСТУ є вміст в ньому вологи і домішок.

Домішки діляться на сміттєві та олійні. До сміттєвих відносять домішки мінеральні (земля, пісок, камінці) та органічні (залишки листя, стовбурів, пусте насіння, оболонки насіння, насіння всіх дикорослих і культурних рослин, крім віднесених за стандартом до олійних домішок). Олійні домішки – це в основному пошкоджене насіння основної олійної культури, насіння зіпсоване самозігриванням, висушуванням, обвуглене, гниле – з явно пошкодженим ядром, бите, поїдене шкідниками, м'яке, проросле, зі зміненим кольором ядра.

В стандартах на певну олійну культуру наведено перелік олійних культур, насіння яких повинно бути віднесене до сміттєвих або олійних домішок, конкретизуються умови віднесення пошкодженого насіння до тих чи інших домішок.

В розділі «Технічні умови» наводиться повна характеристика складу сміттєвих і олійних домішок. Для кожного виду насіння (плодів) зазначено норми домішок насіння (плодів) інших типів, як правило, в кількості 5...15 %. Якщо вміст домішок інших типів переважає встановлену норму, насіння визначають як суміш типів із зазначеною кількістю основного та інших типів (%).

Насіння олійних культур, пошкоджене шкідниками хлібних злаків (крім кліща), не може бути використано для переробки на харчові продукти. Ступінь пошкодження кліщем для насіння олійних культур допускається не вищою 2-го ступеню.

Вимогами ДСТУ в олійному насінні не допускається наявність насіння рицини, а в насінні маку – насіння блекоти більше, ніж 0,1 %.

У ДСТУ конкретизовані вимоги щодо сировини в залежності від постачальника та організації, яка приймає сировину. Так, суттєво відрізняються норми на заготівельну сировину, що надходить від сільськогосподарських підприємств до зерносховищ на зберігання до відвантаження на переробні чи інші підприємства, і норми на сировину, яка постачається переробним заводам.

Вимоги на заготівлю сировини передбачають два рівня якості насіння – насіння, що відповідає базисним нормам і насіння, що відповідає обмежувальним нормам. На підставі базисних норм на насіння проводять розрахунки за сировину. Обмежувальні норми встановлюють мінімальні або максимальні значення норм якості для заготівлі та постачання насіння.

Базисні норми характеризують рівень якості насіння, при якому воно може тривалий час зберігатись без додаткової обробки, а потім перероблятись з одержанням продукту стандартної якості. Обмежувальні норми – рівень якості насіння, за якого з нього можна одержати доброякісну продукцію, але таке насіння потребує додаткової технологічної обробки.

Базисні норми по вологості для більшості олійних культур знаходяться в межах 9-14 % в залежності від величини олійності насіння. Так, насіння ріцини і сезаму має базисну вологість 9 %, арахісу, маку, олійного, льону – 11 %, гірчиці, ріпаку, рижю, суріпки, соняшнику – 12 %; сафлору, коноплі, льону-довгунця – 13 %, сої – 14 %. Ці значення вищі за критичну вологість, тому те насіння, що має величину вологості на рівні базисних норм, повинно бути підсушене перед зберіганням.

Тривале зберігання олійного насіння можливе при вологості, нижчій за критичну. В такому випадку насіння без додаткової обробки може зберігатись в зерносховищах звичайного типу.

Базисними нормами регламентується також вміст у насінні домішок.

За обмежувальними нормами на заготівлю олійної сировини допускається насіння з вологістю від 13 до 20 %. Обмежувальні норми по вологості насіння на заготівлю для сезаму, маку складають 14 %, соняшнику, арахісу, сафлору, ріпаку, суріпки – 15 %, олійного льону, гірчиці, рижю – 16 %; сої – 18 %, ріцини – 13 %. За таких значень вологості насіння необхідно негайно просушити, щоб уникнути самозгірівання насіннєвої маси.

Обмежувальні норми за вмістом сміттевих та олійних домішок для більшості олійних культур складають 15 %.

Олійне насіння та плоди, що надходять до олієжирових підприємств, повинні відповідати більш підвищеним вимогам у порівнянні з обмежувальними, а іноді, і базисними нормами.

Вологість насіння соняшнику, що надійшло на переробку, повинна знаходитись у межах 6-8 %. Для більшості культур вологість насіння, що йде на технічну переробку, повинна знаходитись на рівні базисних норм, лише для льону норми на рівні обмежувальних – 16%. Олійне насіння, яке надходить на олієпереробні підприємства, повинно містити не більше 3 % сміттевих домішок. Виключенням є насіння ріцини – до 4 %.

У розділі «Методи контролювання» наводяться посилання на стандарти, якими необхідно користуватися для визначення показників якості насіння.

В останньому розділі викладені умови транспортування та зберігання насіння на складах (вологість, температура та інші вимоги). Насіння транспортують, зберігають у чистих, сухих без стороннього запаху, не заражених шкідниками транспортних засобах і складах відповідно до вимог, затверджених у відповідному порядку.

На основі вимог ДСТУ визначають групу насіння за: вологістю, засміченістю, зараженістю шкідниками тощо.

В насінні олійних культур залишкова кількість хлорорганічних пестицидів (ДДТ і його метаболітів, ізомерів гексахлорану і ГХЦГ) не повинна перевищувати максимально допустимі рівні, які затверджені Міністерством охорони здоров'я України.

Під час оцінки якості насіння олійних культур керуються діючими нормативними документами: стандартами і технічними умовами на сировину, стандартами на методи аналізу, інструкціями по технічному контролю.

Оцінку якості насіння як посівного матеріалу здійснюють згідно з Державним стандартом України 2240–93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості», який затверджено і введено в дію наказом Держстандарту України № 126 від 9 вересня 1993 р. У ньому, зокрема, визначено галузь застосування, норми якості олійних культур, визначено також пакування, маркування, транспортування та зберігання насіння.

У додатках до цього Держстандарту наведено перелік шкідників, хвороб та бур'янів, які мають карантинне значення в Україні, злісних, найбільш шкідливих та отруйних бур'янів, що важко відокремлюються від насіння, а також шкідників насіння, хвороб рослин, що передаються через насіння, тощо. Крім того, даний стандарт містить обов'язкові зразки таких документів: «Акт апробації», «Свідоцтво на насіння», «Свідоцтво на гібридне насіння», «Посвідчення про кондиційність насіння», «Результати аналізу насіння», «Атестат на насіння», «Ухвала про кондиційність насіння».

Контрольні питання

1. Назвіть основні розділи стандарту на олійне насіння як промислову сировину.
2. Які властивості насіння регламентуються ДСТУ на насіння?
3. Які домішки відносять до сміттєвих домішок насіння?
4. Які домішки відносять до олійних домішок насіння?
5. До яких домішок відносять пошкоджене насіння основної культури?
6. Що таке базисні і обмежувальні норми на олійне насіння?
7. За якими критеріями класифікують насіння олійних культур згідно ДСТУ?
8. Чим зумовлені відхилення базисних і обмежувальних норм від параметрів, що відповідають безпечному зберіганню насіння?
9. Що таке селекція? Методи селекції та сортовипробування.

Розділ 7.

ПРОМИСЛОВІ ОЛІЙНІ КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ

Промислові олійні культури можна поділити на дві групи: основні олійні культури та культури подвійного використання.

Якщо рослини вирощують головним чином для одержання з насіння олії, а продукти їх переробки є другорядними в порівнянні з олією, то такі рослини є *олійними*. До суцього олійних відносяться соя, ріпак, ріцина, кунжут, сафлор і тунг.

Другу групу олійних культур складають *прядильно-олійні*, з яких крім вилученої олії одержують дуже цінне волокно. До прядильно-олійних відносяться бавовник, льон і коноплі. Насіння бавовнику майже 140 років використовується для одержання олії, притому олійність насіння залишається незмінною, так як селекція бавовнику головним чином направлена на підвищення якості волокна. Прядильність і олійність льону є конкуруючими ознаками, підвищений попит на технічну лляну олію привів останнім часом до значного збільшення олійності насіння.

Третю групу складають *білково-олійні* культури це — соя і арахіс, в насінні яких неліпідна частина представляє більш високу цінність (легкозасвоюваний харчовий білок).

До четвертої групи відносяться *пряно-олійні* рослини (гірчиця) з неліпідної частини яких вилучають прянощі.

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

За необхідності розширення сировинних ресурсів і використання другорядних продуктів виробництва все ширше використовують оліємісткі частини насіння – зародки зерен кукурудзи, пшениці, рису,

плодові кісточки, з яких можна добувати олію як побічний продукт при промисловому використанні.

Під час переробки овочів, фруктів інших видів рослинної сировини, насіння яких містять жирну олію, із їх відходів також одержують олію. Хоча об'єм виробництва олії із зародків зернових культур і плодових кісточок відносно малий цим видам олійної сировини, нині відводиться значна увага, так як цінні властивості таких олій найшли застосування в різних галузях промисловості.

7.1. РОДИНА СКЛАДНОЦВІТИХ (АЙСТРОВИХ, ASTERACEAE)

До родини Складноцвітих відноситься декілька видів рослин, здатних накопичувати олію. Найбільшого значення серед олійних набув соняшник (*Helianthus annuus*) та сафлор (*Carthamus tinctorius*). Сафлор у нашій країні не має промислового значення, хоча в деяких країнах цю культуру широко використовують, як олійну.

Жирно-кислотний склад олії цих рослин дуже подібний, груповий склад фосфоліпідів, стеролів, фенольних речовин (основний компонент хлорогенова кислота) також близький.

Соняшник (Helianthus annuus)

Україна займає одне з провідних місць у світі за обсягом вирощування цієї культури.

Батьківщиною соняшнику є сухий степ Північної Америки. Соняшник — однорічна рослина, квітки зібрані у суцвіття кошик, що містить до 1000 квіток. Плід — сім'янка, яка не розкривається під час дозрівання. В плодовій оболонці соняшника накопичуються фіто-меланіни, що створюють панцирність оболонки. Коренева система соняшника проникає до 3 м і навіть більше в ґрунт. За сухої погоди корінь проникає глибше, рослини більш стійкі до вітрової засухи, за вологої — навпаки — він розташовується ближче до поверхні, що призводить до полягання посівів та великих втрат, ускладнюючи збір врожаю. Висота рослин до 2,5 м, у силосних сортів перевищує 3 м (середньодобовий приріст в період від сходів до утворення кошику до 4 см), форма кошику може бути ввігнута, плоска і випукла. Спостерігається суттєва різноякісність абсолютної маси сім'янок в межах кошика. В периферійній частині кошика сім'янки важкі, мають вищу олійність, ніж у центральній.

До Європи соняшник потрапив у 1510 році, де його висівали в Мадридському ботанічному саду. В зв'язку з тим, що декоративні форми соняшника були завезені з різної місцевості культуру називали «американською хризантемою», «індійською золотою квіткою», «мексиканською квіткою сонця».

До України соняшник завезли з Голландії на початку XVIII століття і майже 100 років висівали як декоративну культуру. У 1841 р. селянин з Воронізького повіту Д. С. Бокар'юв, зібравши насіння, одержав першу в світі соняшникову олію. Односельці Д. С. Бокар'юва також стали висівати соняшник, посіви якого швидко розповсюдились за межі Воронізького повіту на Кавказ, Дон, Україну.

Врожайність соняшника в дореволюційній Росії була низькою, у 1913 р. з одного гектара в Україні збирали 4-6 ц насіння, олії близько 250 кг (нині – 1500 кг олії з га).

Соняшник – перехреснозапильна рослина (Рис. 7.1). Самозапилення (попадання пилку квітці на її приймочку) майже виключається в природних умовах, бо пиляки й приймочка з'являються в різний час (часова ізоляція). Соняшник запилюється головним чином бджолами. Найбільш ефективне бджолозапилення в загущених посівах.

Цвітіння кошика починається з розкриття язичкових квіток, потім починається цвітіння трубчастих квіток. Бутони трубчастих квіток розкриваються до сходу сонця. Цьому передують посилені ріст у момент розкривання віночка пилкова трубка та приймочка знаходяться на рівні його верхнього краю. У подальшому ріст пилкових ниток різко посилюється, і через 1,5...2 години пилкова трубка повністю виходить із віночка. У цей час пиляки пружні, заповнені зрілим пилком. Ріст стовбчика в період виходу пиляків майже припиняється, приймочка залишається на попередньому рівні. Незабаром після виходу пиляків з'являється пилко на верхівці пилкової трубки. Це пилкова фаза розвитку трубчастої квітці.

Згодом уздовж пиляків утворюються тріщини, пилко вільно висипається і розноситься комахами і вітром. Ріст стовбчика посилюється після виходу пилку, приймочка виходить повністю, лопаті її розкриваються і займають горизонтальне положення – починається приймочкова фаза розвитку трубчастої квітці. Після запліднення лопаті приймочки завертаються до низу, спіральні закручуються і стовбчик разом з пилковою трубкою втягується в трубку віночка.

Якщо запліднення не відбулося, стовбчик продовжує рости, піднімає приймочку високо над віночком.

Пилок соняшнику зберігає життєздатність протягом 6...12 діб, але уже через 6 діб вірогідність запліднення різко знижується. Масове проростання пилку на приймочці маточки спостерігається через 5...10 хвилин після запилення, а через 1...1,5 годин відбувається запліднення яйцеклітини. У зародковий мішок проникають декілька пилкових трубок, проте спермії тільки однієї з них беруть участь у заплідненні, вміст інших трубок використовується як поживний матеріал.

Цвітіння трубчастих квіток у межах кошика відбувається в певній послідовності – від периферії до центру. Одночасно розкривається кілька рядів бутонів, що утворюють зону цвітіння, тобто кожного дня зацвітає певна кількість квіток однієї зони. Кошик цвіте в середньому 10 днів, найбільше бутонів розкривається протягом першої половини періоду цвітіння (Табл. 7.1). У межах лану соняшник цвіте 10...20 днів. Тривалість вегетаційного періоду соняшнику коливається в межах від 95 до 130 днів. Залежно від тривалості вегетаційного періоду розрізняють скоро-, середньо- та пізньостиглі сорти.

Таблиця 7.1.

Динаміка цвітіння трубчастих квіток соняшника.

Дні цвітіння	Кількість квіток	
	шт.	%
1	76	5,1
2	211	14,2
3	286	19,2
4	267	18,0
5	205	13,8
6	160	10,8
7	123	8,3
8	88	5,9
9	49	3,2
10	22	1,5
Разом	1487	100,0

Сучасні сорти та гібриди соняшнику мають високу потенційну (до 35...45 ц/га) врожайність та олійність насіння (до 50...55 %). Характеристика основних сортів і гібридів соняшнику, які внесено до Реєстру сортів рослин України наведена в Додатку 1.

Соняшникова олія містить в середньому 90 % ненасичених жирних кислот (лінолевої, олеїнової) і до 10 % насичених (пальмітинової, стеаринової). Найвищу цінність для організму має поліненасичена лінолева кислота, вміст якої складає 55...70 %, масова частка олеїнової 30...31 % від суми всіх жирних кислот.

За жирно-кислотним складом олії соняшник поділяється на лінолевий і олеїновий типи. Сорти соняшника лінолевого типу: Лідер, Фаворит, Ювілейний-60. В олії цих сортів міститься до 70 % (від суми всіх жирних кислот) лінолевої кислоти. Всеросійським інститутом олійних культур ім. В. С. Пустовойта виведено сорт соняшника «Первенець» – в олії якого міститься 75...80 % олеїнової і 12...17 % лінолевої кислоти. Така високоолеїнова олія не поступається за багатьма показниками знаменитій оливковій (прованській) олії. За стійкістю до окиснення в процесі зберігання вона значно переважає звичайну соняшникову олію. До олеїнового типу крім середньостиглого сорту «Первенець» відносяться також ранній сорт Круїз та гібрид Кубанський 341.

Фізико-хімічні властивості соняшnikової олії промислових сортів наведені в Таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

Фізико-хімічні властивості соняшnikової олії промислових сортів.

Показник	Значення
Густина за температури 20°C, кг/м ³ .	917 ... 920
Показник заломлення за температури 20°C	1,4741 ... 1,4753
Кінематична в'язкість за температури 20°C, м ² /с	(54,9 ... 55,0) 10 ⁻⁶
Температура застигання, °C	-16 ... (-19)
Число омилення, мг КОН/г	189,9 ... 190,6
Йодне число, % йоду	121,4 ... 135,5
Вміст неомилваних речовин, %	1,2

продовж. табл.7.2.

Вміст токоферолів, мг %	42 ... 116
Вміст сквалену, %	0,002 ... 0,008
Температура спалаху, ° С	225 ... 234
Вміст стеролів, %	0,25 ... 0,53
Вміст каротиноїдів, %	(0,42 ... 0,47) 10 ⁻⁴
Вміст фосфатидів, % :	
у форпресовій	0,2 ... 0,8
в екстракційній	0,8 ... 1,4

У народному господарстві використовується кондитерський тип соняшнику СПК, насіння якого містить значну кількість білків, плодова оболонка легко відокремлюється від ядра. Маса 1000 штук насіння складає 180 г (в два рази більше ніж у інших сортів і гібридів) олійність кондитерського типу 45...48 %, врожайність до 2,2 т/га.

Соняшникова олія містить значну кількість вітаміну Е (токоферолу), який надає олії антиоксидантних властивостей. Олія високоолійних сортів соняшнику містить більше лінолевої кислоти і вітаміну Е порівняно з низькоолійними.

Соняшникова олія містить фосфоліпіди і жиророзчинні вітаміни А, Е, Д, К. Виділені з олії вищих сортів, фосфоліпіди використовуються як емульгатори.

Під час переробки насіння із вилученням олії одержують макуху або шрот, вихід яких 33...35 % від маси насіння. Макуха і шрот – високобілковий корм для тварин. У шроті міститься 39...40 % сирого протеїну, 1 % жиру (в макусі до 7 %), 20 % вуглеводів, 30...35 % фітину, 13...14 % пектинів, вітаміни групи В, макроелементи. Висока кормова цінність зумовлена вмістом незамінних амінокислот, таких як триптофан, метіонін, лізин.

Отримання харчових білків з насіння соняшнику має промислове значення, але ускладнюється наявністю хлорогенової кислоти та інших фенольних сполук, які спричиняють потемніння білків під час теплової обробки. Хлорогенова кислота в насінні та продуктах його переробки розподілена таким чином (% від маси): насіння соняшника – 1,5 ...5, олія – 0,005...0,008, плодова оболонка – 0,114 та шрот – 4,17.

Обмолочені кошики соняшнику добре поїдає худоба. Вихід сухих кошиків становить – 56...60 % від маси насіння і 19...20 % маси наземної частини рослини. В сухих кошиках міститься до 5,5 % жиру, 6,8 % сирого білку, 44...52 % безазотистих екстрактивних речовин, 14...16 % клітковини, 20...27 % пектинових речовин. Вони легко переробляються на борошно. 1 ц борошна з обмолочених кошиків за кормовою цінністю відповідає 80...90 кг вівса або 70...80 кг ячменю.

Вміст лушпиння в насінні соняшника становить 16...20 % маси в залежності від сорту. Ботанічна олійність лушпиння становить 1,5...3 %, в лушпинні міститься також 3,4 % сирого протеїну 61,1 % клітковини, 2,8 % золи. Лушпиння використовують в гідролізній промисловості для виробництва етилового спирту і фурфуролу для виготовлення пластмаси.

Урожай зеленої маси соняшнику складає 600 ц/га, його використовують як силосну культуру, він легко силосується.

Соняшник – добрий медонос. Особливу цінність представляє в степовій зоні України, де цвіте серед літа, коли інші рослини відцвіли. З 1 га посіву можна зібрати 70...100 кг меду.

З 1 га посівів одержують 1,2...1,5 т олії при урожайності насіння 25 ц/га, 0,8 т шроту, 0,5 т лушпиння.

Насіння соняшника, що надходить на промислову переробку, повинно бути без ознак самозігрівання, без запаху, мати колір характерний для нормального насіння. Вологість насіння повинна бути не менше 6 і не більше 8 %, вміст сміттєвих домішок – не більше 3 %, олійних – не більше 7 %. Кислотне число олії не більше 5 мг КОН/г. Не допускається наявність насіння рицини та зараженість кліщем вище II ступеня.

Насіння, яке надходить на заготівельні пункти, повинно відповідати двом рівням якості – базисним та обмежувальним (Таблиця 7.3).

Таблиця 7.3.

Значення базисних та обмежувальних норм для насіння соняшнику, яке надходить на заготівельні пункти.

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	7,0	не більше 15,0 і не нижче 6,0
Сміттєві домішки, %	1,0	10,0

продовж. табл.7.3.

Олійні домішки, %	3,0	7,0
Кислотне число олії, мг КОН/г, не більше		3,5
Зараженість шкідниками	не допускається	допускається кліщем

Насіння соняшника за величиною кислотного числа олії поділяється на три класи відповідно до Таблиці 7.4.

Таблиця 7.4.

Класифікація насіння соняшнику відповідно до значення кислотного числа олії в насінні.

Клас	КЧ олії, мг КОН/г для насіння	
	заготівельного	промпереробки
Вищий	не більше 0,8	не більше 1,3
I	0,9...1,5	1,4...2,2
II	1,6...3,5	2,3...5,0

Під час зберігання, транспортування насіння соняшника враховують стан засміченості відповідно до якого насіння поділяють на:

- ◆ чисте: вміст смітєвих домішок не більше 1,0 %, олійних – не більше 3,0 %;
- ◆ середньої чистоти: вміст смітєвих домішок 1,1...5,0 %, олійних – 3,1...7,0 %;
- ◆ засмічене: вміст смітєвих домішок 5,1 % і більше, олійних – 7,1 % і більше.

За вологістю на:

- ◆ сухе, вологість якого не більше 7,0 %;
- ◆ середньої сухості - 7,1...8,0 %;
- ◆ вологе – 8,1...9,0 %;
- ◆ мокре – від 9,1 % і більше.

Особливості агротехніки вирощування соняшнику.

Вибір попередника. Кращі попередники соняшнику – озимі та ярі злакові, задовільні – кукурудза на силос і зерно, небажані – греч-

ка, цукрові буряки, овочеві культури. Не рекомендується сіяти соняшник після сої, гороху, квасолі, тому що ці попередники можуть накопичувати сіру і білу гниль, а також після кукурудзи, якщо під час її вирощування застосовували триазинові гербіциди. Повторне вирощування соняшнику на попередньому місці рекомендують через 6...8 років.

Дотримання сівозміни дає змогу без додаткових витрат запобігти накопиченню в ґрунті інфекцій, хвороб та шкідників.

При повторному вирощуванні соняшнику на тому ж самому полі його врожайність у Запорізькій області знижувалась у середньому на 6,9 ц/га, а олійність насіння — на 1,1...3,2%.

Для сівби використовують насіння, яке відповідає нормам Держстандарту.

Для обробки насіння перед сівбою використовують ровраль, апрон, Тиган С, аклеллік та ін.

Сіють соняшник сівалками при стійкому прогріванні 10-сантиметрового шару ґрунту до 8...10 °С. Глибина загортання насіння у вологий ґрунт — 5...6 см, при пересиханні верхнього шару ґрунту — 7...8 см, оптимальна норма висіву й густина рослин залежать від призначення посіву. В посівах, призначених для вирощування насіння, має бути на гектарі 50...60 тис. рослин гібридів, 40...45 тис. — сортів.

Догляд посівів передбачає розпушування ґрунту й знищення бур'янів, а також боротьбу з хворобами та шкідниками.

Температурний режим. Температура — головний фактор навколишнього середовища, який впливає на швидкість росту та розвитку рослин.

Для появи сходів і росту паростка у соняшнику найсприятливішою є температура 10...15 °С.

Вегетація соняшнику відбувається за постійного підвищення температури. Максимальна середньодобова температура в період цвітіння соняшнику — 23...25 °С. Температура понад 28 °С пригнічує рослину, а понад 30 °С — згубна для пилку.

Найбільш значний вплив має температура періоду сівба — сходи. Чим нижча температура в цей період, тим більші сім'янки. Існує прямий зв'язок між температурою і якістю олії (співвідношенням в ній лінолевої й олеїнової кислот). За невисоких температур повітря в період наливання (16...18 °С) частка лінолевої кислоти в олії збіль-

шується, а олеїнової — зменшується. Високі температури (35...37°C) гальмують процес олієутворення, зростає частка олеїнової кислоти в олії.

Водний режим. Соняшник задовольняє себе водою на 44...53 % за рахунок ґрунтових запасів і на 56...47 % — за рахунок опадів.

Період, протягом якого рослини особливо чутливі до певного фактора життя, називається *критичним*. Поняття про критичний щодо вологи період у розвитку соняшнику введено Броуновим у 1897 р. (за Іконніковим, 1971). Тривалість цього періоду становить 40 днів: 20 днів до цвітіння й стільки ж — після цвітіння рослин. У критичний період нестача води навіть протягом 10 днів може зменшити врожай на 30...35%, а олійність насіння — на 10...20 %. На врожайність соняшнику найбільш значно впливають опади осінньо-зимового періоду та в період сходи — поява кошика. Опади під час досягання знижують врожайність в основному внаслідок розвитку хвороб.

Посуха зменшує не тільки висоту, масу рослин, а й кількість повоюцінного пилку. Як наслідок — кількість нормальних сім'янок і врожайність соняшнику знижуються.

Режим мінерального живлення. Потреби соняшнику в елементах мінерального живлення визначаються хімічним складом рослин (Таблиця 7.6) і врожаю вегетативної маси та насіння. Соняшник нагромаджує у вегетативній масі, особливо надземній, більше калію, у насінні — азоту.

Таблиця 7.5.

Масова частка деяких важливих сполук в різних органах соняшнику, %

Органи	Азот	Фосфор (в перерахунку на P_2O_5)	Калій (в перерахунку на K_2O)
Стебло, листя	0,65	0,25	3,50
Насіння	2,70	1,15	1,46
Коріння	0,71	0,23	0,80

Соняшник — рослина калієфіл (споживає багато калію). Для утворення 1 ц насіння та відповідної кількості вегетативної маси він споживає від 8 до 19 кг калію, тоді як фосфору — 2...3, азоту — 4...7 кг.

Урожай сухої маси наземних органів соняшнику досягає 80...100 ц/га, у тому числі 20...28 ц/га — насіння. Маса коріння становить приблизно 20 ц/га за врожаю насіння 21,5 ц/га й вегетативна надземна маса — 67,5 ц/га. Соняшник утворює майже в 2 рази більше коріння, ніж ярі зернові, і в ньому нагромаджується в 1,5...2 рази більше, ніж у них, фосфору та азоту, в 5 разів — калію.

Брак *азоту* у фазу утворення кошика має найбільший негативний вплив на врожайність соняшнику. Соняшник виносить із ґрунту більше азоту, ніж його надходить у ґрунт з добривами. Це перешкоджає проникненню нітратного азоту до ґрунтових вод.

Як критичний щодо споживання *фосфору* розглядається початковий період розвитку рослин — від сходів до утворення кошика. Навіть короткочасне виключення фосфору з поживного розчину в цей час призводить до зниження врожаю. Фосфор підвищує осмотичний тиск клітинного соку, в'язкість протоплазми, жаростійкість рослин, посилює інтенсивність фотосинтезу і дихання. За цих умов розміри і маса насіння збільшується, а лушпинність — зменшується.

Соняшник виносить з ґрунту значну кількість хлору, натрію. У зв'язку з цим його рекомендують вирощувати на засолених ґрунтах з метою розсолення їх. Соняшник споживає багато бору (у 4 рази більше, ніж цукрові буряки). Доцільно разом з іншими елементами живлення вносити бор — 1,2...1,5 кг/га.

Світловий режим. Вважається, що основним фактором росту й розвитку соняшнику є довгий світловий день з підвищеною інтенсивністю світлового потоку, збагаченого короткохвильовою й ультрафіолетовою радіацією. Максимальне використання світла (95,6 %) припадає на фазу наливання насіння: у цей час утворюється основна кількість органічної речовини, причому високоолійні сорти мають коротший період підвищеної чутливості до якості світла, ніж низькоолійні.

За короткого дня й високої температури (Африка) олійність соняшнику нижча, ніж в умовах довгого дня та низьких температур у Центральній Європі.

Соняшнику властивий фототропізм — зміна напрямку росту стебла у відповідь на однібічну дію світла. Верхівки рослин (а з появою кошиків — і кошики) повертаються за Сонцем. Після припинення росту рослини «завмирають», «дивлячись» на Схід. Явище фототро-

пізму пояснюється різною швидкістю росту освітлених і неосвітлених (менш освітлених) тканин внаслідок різної концентрації в них гормонів (ауксинів). В освітлених тканинах нагромаджується менше гормонів, ніж у неосвітлених. Тому ріст освітлених тканин гальмується, а неосвітлених — посилюється, що призводить до викривлення стебла в бік світла.

Властивість соняшнику орієнтувати кошики на Схід необхідно враховувати під час сівби. Вважається, що кращі наслідки дає розміщення рядків у напрямку північ-південь. При цьому кошики повертаються в міжряддя, краще освітлюються, швидше висихають, а під час збирання — менші втрати.

Селекція соняшнику

Основним напрямком виробництва насіння соняшника є впровадження у виробництво нових високоврожайних гібридів і інтенсивних технологій вирощування.

За врожайністю насіння гібридів переважає кращі сорти соняшника на 20...30 %, за олійністю — на 15...20 %. Науково-дослідні інститути проводять роботи по створенню гібридів з високою стійкістю до хвороб, шкідників, підвищення врожайності, придатності до індустриальних методів обробки та вирощування.

Для гібридів характерна висока вирівнюваність за висотою стебла, за розміром суцвіття, а також за фазами розвитку (цвітіння рослин і дозрівання проходить практично одночасно). Кошики у гібридів тонші, швидше висихають. Через незначне зараження рослин білою і сірою гниллю насіння гібридів краще зберігається.

Селекція соняшника ведеться за такою схемою: відбір родоначальних рослин, розсадник першого року вивчення, ділянки другого року вивчення, ділянки направлено перезапилення.

Родоначальні рослини відбирають з добре вивчених міжсорткових гібридів. Насіння висівають в розсадник першого року вивчення. Тут же висівається контрольний сорт. На основі польових і лабораторних досліджень виявляють рослини, які переважають за якістю сорт-контроль. Насіння цих рослин висівають в розсадник другого року вивчення, де також виявляють кращі рослини, потім насіння кращих рослин висівається у розсадник направлено перезапилення «краще з кращим». Тут перенесення пилку з рослини на рослину проводиться в ручну з метою створення сорту з заданими властивостями. Протягом

вегетаційного періоду 4-5 разів відбраковують всі рослини, що мають небажані ознаки (високорослі з нещільним розташуванням насіння в кошику, гіллясті, вражені хворобами тощо). Рослини, що залишилися, збирають в ручну, насіння кожного кошику вимолочують окремо. Таке насіння використовують в попередньому і конкурсному сортови-пробуванні, мета якого – виявлення кращих новостворених рослин.

Найбільш цінні сорти передаються на державне сортови-пробування. Результати державного сортови-пробування є основною вимо-гою для сортового районування олійних культур.

Схема покращення насінництва передбачає щорічне сортооно-влення соняшника, що сприяє значному покращенню олійності товар-ного насіння.

В Україні спеціалісти Державної служби з охорони прав на сор-ти рослин приділяють велику увагу формуванню сортових ресурсів соняшнику. За останні роки державного сортови-пробування реко-мендовано у виробництво приблизно 100 нових гібридів соняшнику, з яких 40 % становлять гібриди української селекції, та 60 % - зару-біжної. Ці гібриди мають високий потенціал урожайності і збору олії з одиниці площі, орієнтовані на скоростиглість і стійкість до осно-вних патогенів і шкідників. Дедалі більшим попитом користуються кондитерські сорти соняшнику: Ранок, Запорізький кондитерський, Еврика МЛ.

Сафлор красильний (Carthamus tinctorius L.)

Сафлор – одна із стародавніх олійних культур (Рис. 7.2). В дав-нину його вирощували переважно як джерело барвника-карміну (пелюстки віночка містять оранжево-червоний пігмент кармін), що використовується для виготовлення фарб для тканин і харчових продуктів. Посіви сафлору красильного в Україні трапляються спо-радично. Його перспективно вирощувати в посушливих районах на богарних землях, де врожай соняшника низькі.

Сім'янки сафлору містять від 14,8 до 40 % олії, яка за якістю не поступається соняшниковій. Збирання зів'ялих пелюсток не шкодить розвитку насіння, тому з одного поля можна зібрати врожай пелюст-ок і насіння.

Сафлор – гілляста рослина, на якій утворюється від 5 до 60 суцвіть-кошиків, в яких від 80 до 120 плодів-сім'янок (білого чи сіро-го кольору) різного за ступенем стиглості насіння.

Абсолютна маса 1000 штук сім'янок 20...53 г. Плодові оболонки товсті (лушпинність становить 40...60 %) важко розколюються і відділяються від ядра. Олія, одержана з обрешених сім'янок — харчова. При переробці необрешених сім'янок в олію з плодової оболонки переходять речовини, які надають їй гіркої смаку. Олія напіввисихаюча, використовується для виготовлення світлої оліфи, лінолеуму, в миловарінні.

Найбільш різноманітні форми сафлору зустрічаються в Індії. Висівають його там, де не росте жодна олійна культура.

Після вилучення олії шрот використовують для відгодівлі великої рогатої худоби, в птахівництві, в Індії ним удобрюють кавові плантації.

За морфологічними і біологічними ознаками сафлор поділяють на 6 типів. Мілютинський 114 – один із сортів, що вирощується в країнах СНД. Сім'янки цього сорту подовжені, білого кольору з явно вираженими ребрами. На відміну від інших сортів на його листі немає шипів, що полегшує збір врожаю.

Насіння сафлору, що надходить на олієпереробні підприємства повинно бути без ознак самозігрівання і сторонніх запахів, вологістю не більше 13 %, з вмістом сміттєвих і олійних домішок не більше 15 % (в т. ч. сміттєвих не більше 3 %), не допускається наявність насіння рицини і зараженість кліщем вище II ступеню.

Насіння сафлору, яке заготовляється, повинно відповідати вимогам, наведеним в Таблиці 7.6.

Таблиця 7.6.

Базисні та обмежувальні норми на насіння сафлору, яке заготовляється.

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	13,0	15,0
Вміст сміттєвих домішок, %	2,0	5,0
олійних домішок, %	4,0	10,0
Зараженість шкідниками хлібних злаків	не допускається	допускається кліщем

За вологістю насіння сафлору поділяється на: сухе – до 9,0 %; середньої сухості – 9,1...11,0 %; вологе – 11,1...13,0 % та мокре – більше 13,0 %, за засміченістю: чисте – сміттєвих домішок до 2,0 %, олійних до 4,0 %; середньої чистоти - сміттєвих 2,1...3,0 %, олійних - 4,1...12 %; засмічене- сміттєвих – 3,1 % і вище, олійних – більше 12,1 %.

Фізико-хімічні властивості сафлорової олії наведені в Табл. 7.7.

Таблиця 7.7.

Фізико-хімічні властивості сафлорової олії.

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	186,6...193,3
йодне число, г I ₂ /100г	129,8...149,9
густина за температури 15°C, кг/м ³	913...930
показник заломлення за температури 20°C	1,475...1,476
температура застигання, °C	від -13 до -20
кінематична в'язкість за температури 20 °C, м ² /с	(61-85)·10 ⁻⁶

7. 2. РОДИНА ХРЕСТОЦВІТИХ (КАПУСТЯНИХ BRASSICACEAE)

Представниками цієї родини серед олійних культур є ріпак, гірчиця, суріпка, рижій, індау, крамбе. Класифікація родини Хрестоцвітих наведена на Рис. 7.3. Ці культури мають спільні ботанічні особливості та хімічний склад. Квітки зібрані у суцвіття типу китиця. Плід багатонасінний, довгий або короткий - стручок. Характерною особливістю цієї родини є вміст у їхньому насінні тиоглікозидів, які під дією ферментів в присутності води розщеплюються з виділенням летких гірчичних ефірних олій. Жирнокислотний склад триацилгліцеринів характеризується високим вмістом ерукової кислоти C_{22:1}, що є таксономічною ознакою всієї родини.

Використання олії, яка містить значну кількість ерукової кислоти, у харчуванні призводить до зниження активності обміну речовин, відбуваються некротичні зміни в міокарді, ожиріння і цироз печінки.

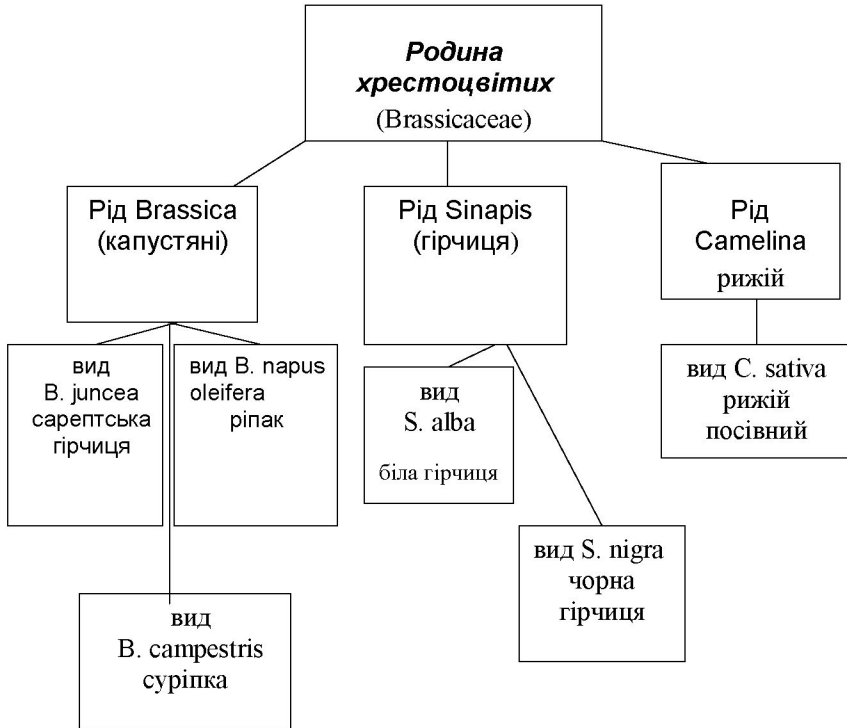


Рис. 7.3. Класифікація родини Хрестоцвітих.

Тому вміст ерукової кислоти в харчовій олії не повинен перевищувати 5 % від загальної суми жирних кислот.

З іншого боку, олія з високим вмістом ерукової кислоти є цінною сировиною для виробництва біодизельного палива.

Гірчиця

Найбільш розповсюджені три види гірчиці: сарептська (сиза), біла та чорна. Сарептська гірчиця була відома в стародавньому Китаї, звідки проникла до Індії. На початку XVIII ст. культура з'явилась на півдні України. Це єдина культура в країнах СНД, що є сировиною для виготовлення гірчичного порошку, якість якого визначається кількістю ефірної алілової олії в насінні.

Сарептська гірчиця (*Brassica juncea*) це трав'яниста рослина, медонос, квітки якої утворюють стручки циліндричної форми довжиною до 5 см. Насіння має злегка продовгувату форму довжиною 1,3 ... 2,0 мм, маса 1000 шт. – 1,7...1,9 г. Колір цегляний, або червонувато-цегляний з сизим нальотом, зустрічаються також жовтонасінні різновидності. Характерною особливістю насіння цього виду гірчиці є крупносітчата структура оболонки. Смак насіння гіркий з типовим запахом гірчиці. В Україні висівають у лісостеповій і степовій зонах. У насінні міститься 29...49,5 % олії. Олія з гірчиці використовується у консервній, маргариновій, хлібопекарській і кондитерській галузях харчової промисловості та в технічному виробництві. З макухи виготовляють столову гірчицю і гірчичники.

Біла гірчиця (*Sinapis alba*) є стародавньою культурою землеробства країн Середземномор'я. Розповсюджена в Швеції, Данії, Голландії, Англії, Німеччині, Індії та Китаї.

Sinapis alba – олійна, кормова та медоносна рослина, яка культивується повсюди. Олійність насіння 22-35 % (Рис.7.4).



Рис. 7.4 Гірчиця біла.

Рослина дає багато зеленої маси (20-30 т/га), яка до цвітіння є добрим кормом. В Україні останнім часом зріс попит на білу гірчицю, яка не вибаглива до ґрунту та клімату. Насіння крупне, кулястої форми, маса 1000 шт. 3,7-5,8 г, колір жовтувато-кремовий, оболонка насіння – дрібносітчата. У воді насіння ослизнюється, смак гіркий,

але без ефірного запаху сарептської гірчиці. Площі посівів в Україні у 2003 р. становили – 179,3 тис.га. (зросли майже втричі в порівнянні з 2000 р.). Урожайність – 5,4 ц/га (2002 р.).

Чорна гірчиця (*Sinapis nigra*) також відноситься до давніх культур Європи. У країнах СНД чорну гірчицю в наш час не висівають.

Чорну гірчицю вирощують як лікарську рослину, вона вважається кращою для виготовлення гірничного порошку і гострих приправ. Стручки чорної гірчиці, на відміну від сарептської, під час дозрівання розтріскуються розкидаючи насіння червоно-коричневого кольору. Висівають чорну гірчицю в країнах Європи, Азії, Африки та Австралії.

Жирна олія, одержана з насіння чорної гірчиці, гіркне при тривалому зберіганні. Її використовують в кондитерському та консервному виробництві і безпосередньо в їжу, а також як технічну. Гірничні ефірні олії можна використовувати як антисептик у виноробстві, консервуванні, пивоварінні та переробці молока. Не змінюючи смаку та запаху продуктів вони запобігають їх псуванню. Антисептична дія ефірної гірничної олії (алілової) в 200 разів сильніша ніж аналогічна дія сірчистого газу. Гірнична макуха відрізняється високим вмістом білкових речовин і фосфору (у вигляді фітину) і є дуже цінним кормом для худоби, проте згодовувати її у великих кількостях не можна, оскільки ефірні олії викликають отруєння тварин.

Насіння гірчиці як промислова сировина поділяється на типи та підтипи залежно від виду та кольору насіння. У кожному типі чи підтипі домішок насіння гірчиці іншого кольору допускається не більше 5%. Насіння гірчиці із значним вмістом домішок насіння інших типів визначають як суміш типів чи підтипів, вказуючи склад у відсотках.

За вологістю насіння гірчиці поділяється на сухе – вологість до 8,0 %, середньої сухості – 8,1...12 %, вологе – 12,1...14 % та зволожено – при вологості більше 14%; за засміченістю насіння поділяють на: чисте – вміст смітєвих домішок до 2%, олійних до 6%; середньої чистоти – смітєвих – 2,1...5%, олійних 6,1...10%; засмічене – смітєвих домішок більше 5%, олійних – більше 10%.

Технічні вимоги до насіння гірчиці визначаються базисними (за якими здійснюють розрахунки) та обмежувальними нормами (Табл. 7.8).

Таблиця 7.8.

Базисні та обмежувальні норми на насіння гірчиці

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, % для I типу (сарептська) II типу (біла)	12 14	16 -
Вміст домішок, % сміттєвих олійних	2 6	15 у тому числі не більше 5 % сміттєвих

До складу гірчичної олії переважно входять п'ять жирних кислот – ерукова, олейнова, лінолева, ліноленова та ейкозенова, які складають приблизно 98 % від загального вмісту жирних кислот. Фізико-хімічні властивості гірчичної олії наведені в Таблиці 7.9.

Таблиця 7.9.

Фізико-хімічні властивості гірчичної олії.

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	180
йодне число, г I ₂ /100г	108,3.
густина за температури 15°С, кг/м ³	913...923
показник заломлення за температури 20°С	1,470...1,477
температура застигання, °С	від -8 до -16
кінематична в'язкість за температури 15°С, м ² /с	(120-133)х10 ⁻⁶

Для промислового виробництва рекомендовані сорти ярої сарептської гірчиці Рушенка, Ракета, Росава, Тавричанка 5, Тавричанка 15, Слов'янка. Вегетаційний період даних сортів 72...82 днів, урожайність 2,0...2,3 т/га, олійність насіння 41...43%, вміст ефірної олії 0,70...0,75%.

Збирання врожаю гірчиці сарептської двофазне. Гірчицю скошуюють у валки при вологості насіння 25 %, коли воно має типовий для насіння колір, нижні листки опадуть, рослини світло-жовтого відтінку. Якщо посіви не засмічені, застосовують пряме комбайнування. Валки вимолочують зернозбиральними комбайнами через 3...4 дні після скошування при вологості насіння гірчиці не більше 10...11%.

Гірчицю білу, стручки якої майже не розтріскуються й насіння не висипається, збирають прямим комбайнуванням при повній стиглості насіння.

При підвищеній вологості насіння його сушать методом активно-вентилювання. За відсутності сушарок для активного вентилявання насіння сушать на відкритих майданчиках. Після доведення вологості насіння до 9 % проводять вторинне очищення.

Ріпак (Br. oleifera)

Ріпакова олія завдяки хімічному складу та властивостям знаходить все більш широке застосування не тільки в харчуванні, але й у багатьох галузях народного господарства.

Ріпак, як ніяка інша культура, має великі перспективи в Україні щодо розширення площ його використання. Неабияку роль відіграють агрокліматичні переваги впровадження ріпаку, вирішення проблеми кормового білку в регіонах, де соняшник і соя не мають перспективи через агрокліматичні умови.

В Україні сприятливі умови для розширення посівних площ озимого і ярого ріпаку мають господарства Вінницької, Волинської, Житомирської, Івано-Франківської, Хмельницької, Чернівецької областей, Автономної республіки Крим, ярого ріпаку – Кіровоградської, Полтавської, Черкаської, Чернігівської, Сумської та більшості південних областей.

Не зважаючи на те, що нинішні сорти озимого і ярого ріпаку селекції Івано-Франківського інституту АПВ УААН, зокрема, Іванна, Света, Мангал («00»), мають потенційну врожайність насіння понад 40-45 ц/га; Аріон, Микитинецький, Ліга-1 - 30-35 ц/га, і все ж середня врожайність насіння ріпаку по Україні ще залишається низькою.

Надійним засобом підвищення ефективного ріпаківництва, запорукою росту урожайності і збільшення валового збору насіння є інтенсивна технологія вирощування.

Олія з ріпаку має високу біологічну цінність, зумовлену її жирно-кислотним складом. Ріпакова олія містить незначну кількість насичених жирних кислот, а також ліноленову (ω -3) кислоту, яка є життєво необхідною для людського організму, попередником синтезу гормонів – простагландинів. Встановлено, що харчова ріпакова олія має чудодійну здатність знижувати і регулювати вміст холестерину в крові людини і цим запобігати серцево-судинним захворюванням, зменшує загрозу тромбоутворення.

Ріпак – надзвичайно цінна кормова культура. З кожних 100 кг насіння одержують до 40 кг олії та 55 кг макухи. Гектар ріпаку (за врожайності 30 ц/га) забезпечує вихід 1,0...1,3 т олії і 1,6...1,8 т шроту, який містить приблизно 40 % добре збалансованого за амінокислотним складом білку. 100 кг ріпакового шроту містить в середньому 90 кормових одиниць, коефіцієнт перетравлюваності органічних речовин сягає 71 %, в той час як соняшникового – 56 %. Ріпаковий шрот переважає соняшниковий і за вмістом незамінних амінокислот: лізину – на 33 %, цистину – в 2,1 рази.

Цінні також кореневі рештки ріпаку ярого. Після збирання цієї культури в ґрунті залишаються органічні речовини, еквівалентні 10...15 т/га перегною. Коренева система – добрий розпушувач підґрунтя, що має важливе значення для зменшення ущільнювальної дії сільськогосподарських машин.

Досить велика користь ярого ріпаку як медоноса (Рис.7.5), період його цвітіння триває 14...25 днів. За цей час з гектара посівів ріпаку можна заготовити до 80 кг меду.



Рис. 7.5 Ріпак.

За сучасними стандартами насіння ріпаку поділяється на два класи залежно від масової частки в насінні ерукової кислоти і кількості тиоглікозидів:

I клас (для харчових цілей) – ерукової кислоти в олії не більше 5 %, тиоглікозидів в шроті не більше 3 %;

II клас (для технічних цілей) – вміст ерукової кислоти в олії та тиоглікозидів в шроті не нормується.

Використання ріпакової олії в харчуванні людини та ріпаково-го шроту (макухи) в годівлі сільськогосподарських тварин раніше ускладнювалось наявністю в насінні ріпаку ерукової кислоти і глікозинолатів, характерних для більшості диких форм рослин з родини хрестоцвітих. Олія з насіння старих сортів мала високий вміст (до 50 %) ерукової кислоти. Така олія негативно впливала на живий організм. Тепер харчову олію виробляють лише з ріпаку, який містить не більше 2 % ерукової кислоти, від загальної кількості жирних кислот.

Присутність тиоглікозидів у ріпаковому шроті (більше 1 %) при згодовуванні жуйним тваринам і птиці викликає крововиливи в печінку, пригнічення розвитку, у птиці підвищується смертність, курячі яйця мають коричневий колір. В процесі ферментативного гідролізу тиоглікозидів в організмі тварин утворюються шкідливі речовини – ізотіоціанати, нітрити, які викликають функціональні та морфологічні зміни в організмі, внаслідок чого знижується продуктивність тварин. З цієї причини використання високопротеїнового ріпакового шроту чи макухи в раціонах великої рогатої худоби було обмежене.

Верхньою межею вмісту глікозинолатів в насінні ріпаку, придатного для безпечного згодовування худобі та птиці, як показали дослідження, є їх вміст не більше 30 мкмоль/г, або 1,0 %. У зв'язку з цим сучасна селекція ріпаку спрямована на створення безерукових і низькоглікозинолатних сортів ярого ріпаку, так званих типу двонульових «00».

У сучасних безерукових сортів і гібридів ріпаку селекції ВНДІ-ОК: Радикал, Шпат, Галант, Ярвелон і закордонної селекції Канола, Глобал, Ханна, Кліфф, Гайдн, Байкал, Ольга, Сіеста вміст ерукової ($C_{22:1}$) і ейкозенової ($C_{20:1}$) жирних кислот менший 5 %, вміст глікозинолатів у них знижено до 1,4...1,6 % при врожайності 3...3,3 т/га.

До двонувових відносяться також сорти ярого ріпаку, створені в Івано-Франківському інституті АПВ - Аріон, Микитинецький, Лужок, Ліга-1.

Все більш широкого значення набуває використання ріпакової олії для технічних цілей. Практичне втілення це знайшло в усіх країнах ЄС, де значна частина ріллі щороку «законсервовується» санкціями співтовариства щодо обмеження виробництва продуктів харчування. Вивільненні землі використовують під ріпак на технічні потреби.

Останнім часом попит на насіння ріпаку та ріпакову олію зростає в зв'язку з виробництвом біодизельного палива. Таке виробництво зростає високими темпами в країнах ЄС. Причиною такого зростання є відновлюваність сировини для його виробництва, екологічна чистота тощо. Виробництво такого пального розпочинається і в Україні.

Ріпакова олія є цінною сировиною для виробництва лаків, фарб, у металургійній та інших галузях промисловості, вона – незамінна основа для виготовлення засобів захисту рослин, пластмас. Олією з ріпаку заміняють мінеральні мастила в металообробних верстатах, сільгоспмашинах тощо. Олія з високоглікозинолатних сортів є основою для виготовлення технічних антифрикційних мастил, що мають антиокислювальні, протизношувальні і протизадирні властивості. Ріпакову олію застосовують як сировину для виробництва пральних порошоків, мила, дисперсійних речовин, емульгаторів, пінистих і антипінистих речовин тощо.

Похідні з ріпакової олії використовують як мастильні, антиблокувальні, антистатичні речовини і стабілізатори у виробництві пластмас та поліетиленової плівки. З ріпака виготовляють технічний та медичний гліцерин, вазелін, ліки.

Надзвичайно важливого значення набуває використання ріпакової олії як основи екологічно чистого біодизельного пального.

В Україні культивують понад 30 сортів ріпаку (половина з яких зарубіжної селекції), ярого ріпаку налічується 23 сорти.

Озимий ріпак більш урожайний ніж ярий і вимогливіший як до клімату так і до ґрунту, морозостійкість його не висока. Ріпак вирощують в районах з м'якими зимами та добрим сніговим покривом. Пагубно діють на нього зміни морозу та відлиги – випривають сходи. Площі під ріпаком в Україні в останні роки постійно зростають,

В насінні ріпаку міститься 0,10...0,35 % кротонілової ефірної олії. Маса 1000 штук 5,41...5,63 г, діаметр насіння 2,1...2,14 мм.

До складу насіння безерукових сортів входять (% в перерахунку на суху речовину): ліпіди – 42,3...44,8, білки (N x 6,25) – 23,2...24,9, целюлоза 8,8...9,3, мінеральні речовини 3,7...5,3, тіоглікозиди – 1,4...3,6.

Насіння ріпаку, яке надходить на промислову переробку, повинно відповідати нормам, наведеним в Таблиці 7.10.

Таблиця 7.10.

Базисні та обмежувальні норми на насіння ріпаку

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	12,0	не вище 15,0, не нижче 6,0
Вміст домішок, %:		15,0
сміттєвих	2,0	у тому числі не більше 5 % сміттєвих
олійних	6,0	

Насіння ріпаку поділяють на сухе – вологість до 7 % включно, середньої сухості – 7,1...8,0 %, вологе 8,1...10 %, зволожене – більше 10 % вологи. За вмістом домішок у насінні його поділяють на: чисте (сміттєвих домішок до 1 %, олійних до 3 %), середньої чистоти (сміттєвих домішок 1,1...3 %, олійних 3,1...5 %), засмічене (сміттєвих домішок більше 3 %, олійних більше 5 %). До сміттєвих домішок у насінні ріпаку відносять весь прохід через сито з діаметром отворів 1 мм та в сході із сита – органічні рештки, насіння бур'янів, мінеральні речовини, феромагнітні домішки, насіння пошкоджене самозігріванням, озолене, прогнивши, все з явно зіпсованим ядром. До олійних домішок відносять насіння ріпаку, пошкоджене при зберіганні та насіння інших олійних культур родини Хрестоцвітих, не віднесене до сміттєвих домішок.

Фізико-хімічні властивості ріпакової олії наведені в Таблиці 7.11.

Таблиця 7.11.

Фізико-хімічні властивості ріпакової олії

Показник	Значення
Йодне число, г I ₂ /100г	94...126
Густина за температури 15°C, кг/м ³	911...918
Показник заломлення за температури 20°C	1,472...1,476
Температура застигання, °C	від 0 до -10
Вміст неомилювальних ліпідів, %	0,6...1,0

За жирно-кислотним складом олія безерукової ріпаку подібна до оливкової (Таблиця 7.12). В складі ріпакової олії містяться такі фосфоліпіди (у %): фосфатидилхоліни - 0,8; фосфатидилетаноламіни - 0,6 та галактоліпіди: моногалактозил-диацилгліцероли - 0,7; дигалактозилдиацилгліцероли - 1,3. Серед фосфоліпідів ріпака достатня кількість негідратованих форм.

Таблиця 7.12.

Жирно-кислотний склад олії олійних культур родини Хрестоцвітих.

Жирна кислота	Звичайна ріпакова олія	Низькоерукова ріпакова олія	Гірчична олія
Пальмітинова	3,5	2,5...6,0	0,5...4,5
Стеаринова	1,0	0,9...2,1	0,5...2,0
Олеїнова	13,0	50...66	8,0...23
Лінолева	14,0	11...23	10...24
Ліноленова	9,0	5...13	6,0...18
Ейкозенова	7,5	0,1...4,3	5,0...13
Ерукова	47,5	<5	22...50

Рижій (Camelina Sativa)

Рижій – культура молода. Дикорослий рижій засмічував, в основному, льон. У другій половині XIX ст. рижій введено у культуру. У культурі та дикому стані розповсюджено два види рижію – ярий і озимий.

Площі під рижієм у 2003 р. становили – 4,1 тис. га, урожайність – 4,99 ц/га.

Рижій – самозапилювач, пилок дозріває ще до розкриття квітки. Плід– грушоподібний стручок, в одних різновидностей дрібний, довжиною від 6 до 10 мм, в інших – великий, від 10 до 13 мм. У стручку міститься 7...8 насінин. Насіння довжиною близько 2 мм, овальне, різноманітного кольору – від червонувато-жовтого до червоно-коричневого. Маса 1000 штук приблизно 1 г.

Ярий рижій – однорічна трав'яниста рослина, заввишки 25...30 см і більше. Корінь стрижневий. Коренева система розвинена слабо. Стебло тонке, зверху розгалужене, має слабе опушення або голе. Листки ланцетоподібної форми, дрібні, суцільні або зубчасті, опушені або голі. Суцвіття – китиця. Квітки мають чотири чашолистки, спрямовані доверху, пелюстки квіток блідо-жовті.

За комплексом біологічних та господарських ознак встановлено три еколого-географічних типи місцевих культурних сортів ярого рижію.

Сибірський рижій – крупноплідний, більш-менш пізньостиглий, високорослий, гіллястий, стійкий до вилягання рослин.

Європейський рижій – дрібний, невисокий, різного ступеню гіллястості. Не стійкий до вилягання, вегетаційний період 65...95 днів.

Закавказький рижій – дрібний, але дуже гіллястий та врожайний, сильно вилягає, тривалість вегетаційного періоду 65...80 днів.

Озимий рижій – має стебло, на відміну від ярого, більш дерев'янисте, сильно розгалужене. Стебло й листя опушене сильніше, ніж у ярого рижію. Плоди дрібні, довжина 5...7 мм. Насіння дуже дрібне, довжиною 1...2 мм.

За своєю біологічною природою рижій найменш вибагливий до умов вирощування порівняно з іншими олійними культурами. Він характеризується високою холодостійкістю (насінневий матеріал проростає при 1°C, а сходи легко витримують заморозки до мінус 12°C) і водночас посухостійкістю. Добре росте на всіх видах ґрунтів, окрім

глинистих. Однією з основних біологічних особливостей рижію є короткий вегетаційний період, який у більшості регіонів вирощування культури становить 80-85 днів (завдяки цьому він досягає, і його з успіхом можна вирощувати в усіх регіонах України), що дає змогу не лише ефективно використовувати запаси вологи осінньо-зимових опадів, а й формувати урожай за рахунок опадів, що випадають у період вегетації. Короткий вегетаційний період рижію дає змогу після його збирання вирощувати інші культури, а використання його для пару дає змогу добре підготувати ґрунт та накопичити вологу до посіву озимих. Окрім цього, на відміну від інших культур родини Хрестоцвєтих він практично не заселяється шкідниками та не вражається хворобами, а це в період постійного збільшення цін на енергоносії та пестициди дає можливість значно знизити рівень витрат на його вирощування.

Рижій достатньо врожайна культура. Потенційна врожайність його перевищує 30 ц/га, в умовах півдня країни за ретельного виконання всіх агротехнічних прийомів вона може досягати 20 ц/га.

Насіння рижію містить понад 40 % олії та 30 % сирого протеїну. Олія рижію головним чином використовується в лакофарбовій промисловості, для виготовлення мила, а завдяки унікальному співвідношенню жирних кислот, має великі перспективи для використання в харчовій промисловості, в медицині для лікування ран, що довго не загоюються, та інших тяжких захворювань.

Макуха рижію багата на азотисті речовини, що дає змогу відносити її до високопоживних кормів, 100 кг макухи містить 115 кормових одиниць.

Олія холодного пресування має золотисте-жовте забарвлення, а гарячого – зеленувато-коричневий або коричневий колір. Свіжа олія має гіркуватий гострий присмак часнику, який з часом зникає. Олія належить до напіввисихаючих.

Насіння рижію, що надходить на заготівельні пункти, повинно відповідати вимогам, наведеним в Таблиці 7.13.

Таблиця 7.13.

Базисні та обмежувальні норми для насіння рижію.

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	12,0	не більше 16,0

продовж. табл. 7.13.

Вміст домішок, % сміттєвих олійних	2,0 6,0	15,0 не більше 5 %
Зараженість шкідниками хлібних злаків	не допускається	не допускається, крім кліща

Насіння, яке направляють на олієпереробні підприємства, повинно мати вологість не вище 12 %, з вмістом сміттєвих і олійних домішок не більше 15% в тому числі сміттєвих не більше 3 %, не допускається зараженість шкідниками хлібних злаків (крім кліща). Заготівельне насіння рижію повинно бути без ознак самозігрівання і стороннього запаху.

За вологістю насіння поділяють на сухе (вологість до 9 %), середньої сухості (вологість від 9,1 і до 11 %), вологе (11,1...13 %), мокре (вологість більше 13 %).

За засміченістю насіння рижію поділяють на: чисте – з вмістом сміттєвих домішок до 2 %, олійних до 6 %; середньої чистоти – сміттєвих від 2,1 до 3 %, олійних 6,1...12 %; засмічене – сміттєвих домішок більше 3 %, олійних більше 12 %.

До сміттєвих домішок відносять прохід через сито з діаметром отворів 0,5 мм, в залишку на ситі - мінеральні та органічні домішки. До олійних: відносять пошкоджене насіння рижію, а також насіння інших олійних культур (ріпаку, суріпки, гірчиці, льону).

Хімічний склад насіння рижію (%): ліпіди – 25,6...46; білок (Nx6,25) – 27,4; целюлоза – 7,9; мінеральні речовини – 3,5.

Сучасними сортами рижію є Багатонасінневий, Міраж, Степовий 1, Омський, ВНДІОК 17.

Фізико-хімічні властивості рижієвої олії наведені в Таблиці 7.14.

Таблиця 7.14.

Фізико-хімічні властивості рижієвої олії.

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	185...188
Йодне число, г I ₂ /100г	127...150

продовж. табл. 7.14.

Густина за температури 15°C, кг/м ³	919...933
Показник заломлення за температури 20°C	1,475...1,478
Температура застигання, °C	від -11 до -19
Кінематична в'язкість за температури 15°C, м ² /с	96x10 ⁻⁶

За жирнокислотним складом олія з ріжюю містить значно менше ерукової кислоти (від 0,8 до 5,2 %) в порівнянні з ейкозеновою (близько 20 %).

Суріпиця (*Br. campestris*)

Суріпиця, або суріпка відноситься до порівняно нової культури, її вирощують в Афганістані, Північній Індії та Китаї. В Малій Азії суріпку висівають разом з чорною гірчицею, в Ірані – разом з льоном. На початку XIX ст. в Україні суріпиця була відома як бур'ян. Тільки у другій половині XIX ст. введена в культуру. В Західній Європі зустрічається озима суріпиця. Її вирощують для одержання з насіння олії, яку використовують головним чином як технічну - для миловаріння, виробництва мастильних засобів, для загартовування сталевих виробів тощо. У народній медицині олію з суріпиці використовують з лікувальною метою, макуху – як добриво.

Суріпиця є одним із підвидів ріпаку, насіння якої за хімічним складом та морфологічними характеристиками подібне до насіння ріпаку.

Насіння має кулясту форму, трохи стиснуту з боків, діаметр 1,5...2,0 мм, маса 1000 штук становить 1,8...2,0 г. Колір насіння в масі червоно-коричневий, незріле насіння має світлий рудувато-коричневий відтінок. На смак насіння не гірке, має присмак редьки. При замочуванні у воді оболонка не ослизнюється. Врожайність насіння озимої суріпиці – 18..23 ц/га, ярої – 12...16 ц/га.

Базисні та обмежувальні норми для насіння суріпиці наведені в Таблиці 7.15.

Таблиця 7.15.

**Базисні та обмежувальні норми для насіння суріпиці,
що заготовляється.**

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, % не більше	12,0	15,0
Вміст домішок, % не більше сміттєві олійні	2,0 6,0	15,0 в тому числі сміттєвих не більше 5 %
Зараженість шкідниками хлібних злаків	не допуска- ється	не допускається, крім кліща

За вмістом вологи насіння суріпиці поділяють на : сухе – вологість до 9 %, середньої сухості – вологість 9,1...11 %, вологе – вологість 11,1...13 %, мокре – вологість більше 13 %. За засміченністю насіння класифікують на чисте – сміттєвих домішок до 2 %, олійних – до 6 %; середньої чистоти – сміттєвих домішок 2,1...3 %, олійних 6,1...12 %; засмічене – сміттєвих більше 3 %, олійних більше 12 %.

Насіння, яке подається на переробку повинно бути без ознак самозігрівання, без затхлого, запліснявілого та інших сторонніх запахів, вологістю не більше 12 %, вміст домішок не більше 15 % в т. ч. сміттєвих не більше 3 %. Не допускається зараженість шкідниками хлібних злаків, крім кліщем вище II ступеню.

Селекціонерами отримані сорти низькоерукової суріпиці зі знизеним вмістом тіоглікозидів (38...50 мкмоль/г проту). Сорти Аргумент, Мадрігал, селекції ВНДІОК, Келта, Нопса (Фінляндія), Тіко (Швеція), Лізора (Німеччина) відрізняються низьким вмістом ерукової й ейкозенової кислот і низьким вмістом тіоглікозидів. Хімічний склад насіння (% в перерахунку на суху речовину): ліпіди 30,1...48,5; білок 18...22; целюза 9,6.

За жирно-кислотним складом у суріпковій олії переважаючою є ерукова кислота, олеїнова та ліноленова кислоти. Фізико-хімічні властивості суріпкової олії наведені в Таблиці 7.16.

Фізико-хімічні властивості сурішкової олії

Показник	Значення
густина за температури 15°C, кг/м ³	911...931
показник заломлення за температури 20°C	1,471...1,472
вміст неомиловальних ліпідів, %	1,5

Крамбе (*Crambe abyssinica*) або катран абіссінський

Нова олійна культура, яка в дикому стані зустрічається в Середземноморських країнах. Вперше роботи по виведенню цієї культури були розпочаті у 1932 р. співробітниками Воронізького сільськогосподарського інституту. В Україні крамбе висівають в невеликих кількостях у Вінницькій, Чернігівській областях (дослідні ділянки).

Насіння крамбе кулястої форми, діаметром 2,5...3,5 мм, маса 1000 штук 4,5...11 г (в середньому 8...9 г), натура (маса 1 дм³ насіння) приблизно 300 г.

Крамбе має високу врожайність, в середньому 13...15 ц/га, а в деяких випадках 26,2...26,7 ц/га, що дозволяє механізувати процес збирання врожаю насіння. Хімічний склад насіння крамбе в перерахунок на суху речовину (%): ліпіди – 37,3 ... 53,2; білок (Nx6,25) – 19,5; целюлоза – 19,2; мінеральні речовини – 3,8.

Жирнокислотний склад триацилгліцеринів насіння крамбе характеризується високим вмістом (до 60 %) ерукової кислоти (C_{22:1}), вміст олеїнової (C_{18:1}) складає 12...15 % і лінолевої (C_{18:2}) – 8...10 %. Фізико-хімічні властивості олії крамбе наведені в Таблиці 7.17.

Фізико-хімічні властивості олії крамбе.

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	175...177
Йодне число, г I ₂ /100г	93...100
Густина за температури 20°C, кг/м ³	907...919

<i>продовж. табл. 7.17.</i>	
Показник заломлення за температури 20°C	1,472...1,478
Температура застигання, °C	від -8 до -11
Кінематична в'язкість за температури 20°C, м ² /с	(96...118)х10 ⁻⁶

7.3. РОДИНА СЕЗАМОВИХ

Сезамові (лат. *Pedaliaceae*) — родина, що включає 12-13 родів і 90 видів рослин, поширених на морських узбережжях Азії, Африки, Австралії і Нової Гвінеї. Представники родини — це однорічні чи багаторічні трави, рідше кущі чи невеликі дерева. Плоди сезамових різноманітні, частіше це циліндрична коробочка, що розкривається на верхівці.

Сезам (*Sesamum indicum* L.) — однорічна рослина родини Сезамових.

Батьківщиною кунжуту є Азія і Африка. Нині кунжут вирощують в Індії, Китаї, Бірмі. Із насіння одержують тахінну олію, халву.

Кущ сезаму з крупним прямостоячим стеблом досягає висоти 80...110 см, стрижневий корінь проникає в глибину до 1 м, стебло опушене м'якими волосками. Квіти розташовані по 1...3 в пазухах листя на коротеньких ніжках, колір віночка від білого до фіолетового. Сезам — самозапильна рослина, але можливе перехресне запилення бджолами. Плід — витягнута опушена коробочка, що складається з двох чи чотирьох плодолистиків. На одній рослині 100...150 коробочок. При дозріванні коробочка розтріскується, в ній міститься 70...80 насінин. Маса 1000 штук насіння 3...5 г, насіння дрібне, плоске, білого, бурого чи чорного кольору (Рис. 7.6).

Сезам — тепло- і світлолюбива рослина. В Україні вирощують незначні об'єми в південних районах. Насіння проростає за температури 15...16 °C. Вегетаційний період сезаму коливається і залежить від сорту та умов вирощування від 90 до 120 днів. Врожайність сезаму — 7...8 ц/га.

Макуха сезаму після холодного пресування використовується в кондитерській промисловості, а шрот і макуха після гарячого пресування йде на годівлю худоби.

Сезамова олія має високі смакові якості. Перевага і цінність сезамової олії полягає в тому, що в її складі приблизно однакове співвідношення лінолевої та олеїнової кислот (Табл. 7.18). Насіння сезаму використовують у хлібобулочному виробництві, з нього готують східні солодощі, олію застосовують безпосередньо як для вживання так і для приготування маргаринів, у рибоконсервному виробництві, фармації – для виготовлення мазей, у парфумерії, а також як технічну.

Таблиця 7.18.

Жирно-кислотний склад сезамової олії

Жирині кислоти	Вміст жирних кислот в триацилгліцерилах сезамової олії, % від суми жирних кислот
C _{16:0}	7,9...10,2
C _{18:0}	4,4...6,1
C _{18:1}	35,5...44,1
C _{18:2}	40,3...50,8
C _{18:3}	0,3...0,5
C _{20:0}	0,3...0,7

Насіння сезаму, як промислова сировина поділяється на три типи:

I. насіння біле або з кремовим відтінком. Поширене переважно в Приморському і Хабаровському краї Російської Федерації, рідше—на Північному Кавказі, в Україні;

II. насіння жовто-коричневе або буре різних відтінків. Поширене в Середній Азії, Казахстані, Киргизії, на Північному Кавказі та в Україні;

III. насіння чорне, поширене в Середній Азії і Закавказзі.

В насінні I і II типів допускаються домішки насіння інших типів не більше 10 %, у тому числі не більше 2 % насіння типу III. В насінні III типу вміст насіння інших типів не повинен перевищувати 10 %. Насінневі маси з іншим складом відносять до сумішей різних типів із зазначенням складу окремих типів насіння у %. Вимоги до заготівельного насіння сезаму наведені в Таблиці 7.19.

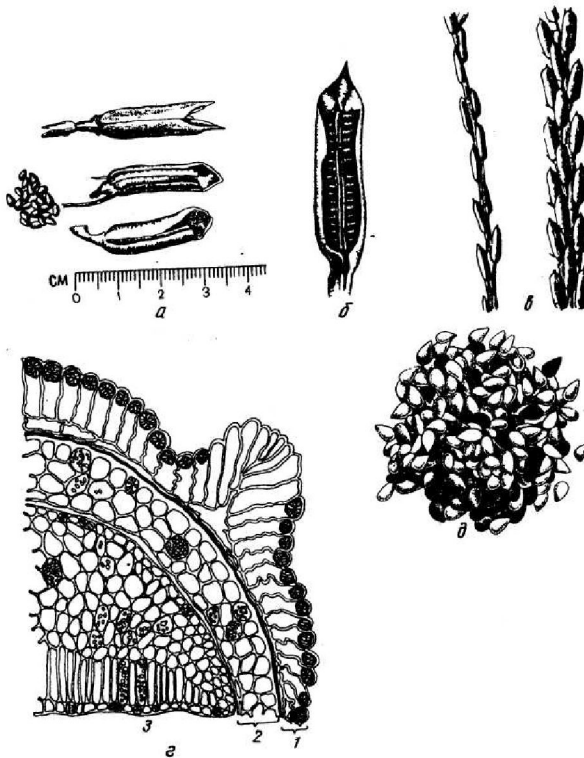


Рис. 7.6. Сесам (*Sesamum indicum*): а – насіння і плоди; б – плід-коробочка (розріз); в – розміщення коробочок в суцвітті; г – розріз насіння під мікроскопом (1 – насіннева оболонка з відкладенням оксалату кальцію в клітинах епідермісу; 2 – основна тканина; 3 – зародок); д – зовнішній вигляд насіння.

Таблиця 7.19.

Вимоги до заготівельного насіння сесаму.

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість %, не більше	9,0	13,0

продовж. табл. 7.19.

Вміст домішок %, не більше, в тому числі:	—	15,0
сміттєвих	2,0	5,0
олійних	6,0	—
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається	Допускається зараженість кліщем
Вміст насіння рицини	Не допускається	

За вмістом вологи в насінні (%) розрізняють сухе насіння (вологість до 8 включно), середньої сухості (вологість від 8,1 до 10), вологе (вологість від 10,1 до 12) і мокре (вологість понад 12). За засміченістю насіння сезаму поділяють на чисте (вміст сміттєвих домішок до 2, олійних – до 6,0% включно), середньої чистоти (вміст сміттєвих домішок від 2,1 до 3,0, олійних – від 6,1 до 12 %) і засмічене (вміст сміттєвих домішок понад 3,0 і олійних понад 12,0%). Насіння сезаму пакують в мішки.

Селекційна робота з сезамом направлена на створення сортів з рівномірним дозрівання коробочок по всій рослині, які можна збирати за допомогою машин. Нині вже створено сорти сезаму з високим вмістом насіння в коробочці, стійкі до обсіпання, хвороб і шкідників.

Олійність насіння селекційних сортів сезаму знаходиться в межах від 50 до 60 %. Перспективними є сорти кондитерського призначення Кондитерський 2058, Кубанець-55. В Україні створено сорт Надія – це перший український сорт сезаму, який на 90...95 % стійкий проти фузorioзу та на 2...3 % перевищує олійність сорту Кубанець-55.

До складу насіння сезаму входять (% від маси насіння): волога – 4,3...7,1; ліпіди – 45,2...58,4; білок (Nx6,25) – 22,2...26,5; целюлоза – 2,4...11,2; мінеральні речовини – 3,4...8,5.

Амінокислотний склад білків насіння сезаму наведено в Таблиці 7.20.

Таблиця 7.20.

Амінокислотний склад білків насіння сезаму

Амінокислота	Вміст, г/100 г білку	Амінокислота	Вміст, г/100 г білку
Аланін	4,9	Глютамінова кислота	19,5
Аргінін	12,8	Метіонін	2,8
Гістидин	2,8	Треонін + серин	8,7
Лізін	2,8	Лейцин	6,9
Тірозин	3,7	Ізолейцин	3,6
Триптофан	1,9	Валін	5,2
Фенілаланін	4,4	Аспарагінова кислота	9,1
Цистин	2,0	Гліцин	5,4
Пролін	2,9		

В складі мінеральних речовин в насінні сезаму міститься (в мг / 1 кг сухих речовин): кальцій – 2,1...2,5; фосфор – 1,4...1,4; марганець – 38,2...50,1. В насінні сезаму міститься (в мг/1 кг сухих знежирених речовин насіння): рибофлавін – 4,4...4,9; ніацин – 105...115 і пантотенова кислота – 6,6...10,6.

В сезамовій олії присутній сезамол (метиловий ефір оксигідроксину) – активний антиоксидант, що забезпечує високу стійкість сезамової олії під час зберігання.

Фізико-хімічні властивості сезамової олії наведені в Таблиці 7.21.

Таблиця 7.21.

Фізико-хімічні властивості сезамової олії

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	188,5...200
Йодне число, г I ₂ /100г	104...116

продовж. табл. 7.21.

Густина за температури 15°C, кг/м ³	921...924
Показник заломлення за температури 20°C	1,471...1,476
Температура застигання, °C	від –3 до –7
Кінематична в'язкість за температури 15°C, м ² /с	133...207×10 ⁻⁶

7.4. РОДИНА ПАЛЬМОВИХ (ARACACEAE)

За останні роки об'єм виробництва рослинних олій із плодів родини пальмових (пальмова, пальмоядра і кокосова олія) надзвичайно зріс і продовжує зростати швидкими темпами. Об'єм виробництва власне пальмової олії поступається лише соєвій олії і в 2005 році становив майже 30 млн. т.

На чорноморському узбережжі України, куди пальми були завезені з Північної та Південної Америки, Канарських островів, Північної Африки, Японії, Китаю, їх вирощують як декоративні рослини. Всього на українському узбережжі зустрічається до 25 видів пальм.

Пальми належать до типу покритонасінних рослин, класу однодольних та однойменної родини пальмових чи Арекових (Palmae), яка нараховує близько 210 родів та 2780 видів. Центрами видового різноманіття є Південно-Східна Азія, тропічна Південна Америка, особливо басейн ріки Амазонки, острови Малайського архіпелагу, Океанії.

У Європі дикорослою є лише один вид на південному заході – низькоросла пальма хамеропс (*Chamaerops humilis*).

Особливостями рослин родини Пальмових є високий вміст в оліємістких тканинах триацилгліцеринів, багатих насиченими жирними кислотами, і відносно низький вміст білку в знежирених тканинах плодів.

Найбільшого промислового значення отримали олійна і кокосова пальми. В середині недостиглих горіхів кокосової пальми міститься кокосове молоко – добре втамовуючий спрагу солодкий сік, з волокнистої оболонки зрілих горіхів – койри роблять мотузки, циновки, віники. З копри – висушеного ядра зрілих кокосових горіхів виготов-

ляють кокосову олію. Койра та копра – основний продукт експорту багатьох приморських тропічних країн. Близьким родичем кокосової пальми є сейшельська пальма, яка росте тільки в долині одного невеликого острова Сейшельського архіпелагу в Індійському океані. Її величезні, завбільшки з кавуна, подвійні горіхи з давніх-давен знаходили на берегах Індійського океану викинутих хвилями. Ці горіхи вважалися чудодійними, з них виготовляли різноманітний посуд. Незважаючи на те, що деревина пальмових стовбурів не особливо міцна (вона пориста і губчаста), вона використовується місцевим населенням як будівельний матеріал.

В ширину пальма росте в перші роки свого життя, а потім росте лише вгору, тож стовбур пальми навіть у найвищих по всій довжині, від початку до самого верху, приблизно однієї товщини. За формою листя пальми діляться на пірчасті та опахальні.

Якщо надрізати стебло суцвіття пальми, коли вона цвіте, з неї потече солодкий сік, з якого можна видобувати цукор, патоку чи вино. Такий солодкий сік добувають з багатьох пальм. У сагових пальм в середині стовбура є крохмальна маса. Якщо серцевину подрібнити й промити, можна отримати борошно, з якого виготовляють хлібці, кашу та саго. Мільйони людей в Індонезії харчуються за рахунок сагової пальми.

Олійна пальма (Elaeis guineensis)

Першу згадку про дерево, що нагадує олійну пальму, зроблено в 15 столітті венеціанцем Альвізе де Када-Мосто, який досліджував західне узбережжя Африки. Плоди цього дерева з Африки перекочували в інші країни разом з рабами, яких перевозили через Атлантичний океан.

Історія виникнення пальмової олії заходить далеко в минуле, в часи правління єгипетських фараонів. Археологами були виявлені рештки пальмової олії в посуді, які свідчать, що її використовували в їжу ще 5000 років тому.

Олійні пальми вирощують у вологих тропіках Африки, Латинській Америці та Південно-Східній Азії.

У Західній Африці пальмову олію частіше використовують у сиromу вигляді, як невід'ємну частину національних страв, яка надає їм своєрідного характерного кольору та смаку. У Південній Азії олійна пальма вперше з'явилась у 1848 році і була завезена датчанами з Ні-

герії в Індонезію, де користувалась високим попитом як декоративна рослина. У Малайзію насіння олійної пальми завезли британці в 1870 році, але, на жаль, олійна пальма не привернула увагу власників плантацій, які займалися виробництвом каучуку.

Лише у 1909 році Департамент сільського господарства Малайзії розробив довгострокові програми по вирощуванню пальмових плантацій для отримання олії.

З 1 га землі пальма дає більше олії, ніж будь-яка інша культура. До того ж олійна пальма багаторічна рослина, що плодоносить протягом 25...30 років.

Важливим кроком у виробництві пальмової олії стало відкриття, зроблене в кінці 1970-х років, що олійна пальма запилюється головним чином комахами, а не вітром, як до цього часу вважалося (неврожаї пояснювались несприятливими кліматичними умовами). Комахи, які запилюють ці дерева, були завезені з Західної Африки в країни Південно-східної Азії.

Головними видами олійної пальми є африканська (*Elaeis guineensis*) і американська (*Elaeis melanococca*) чи чорноядерна.

Стовбур пальми висотою 20...30 м (у культурі 10...15 м), листя пірчасте, довжиною до 6...7 м, суцвіття складається з одностатевих квіток, зацвітає на 4-5 році життя (Рис.7.7).

У суцвіттях цих видів пальм міститься 1300...2300 плодів. Маса одного плоду 5,5...10,2 г, маса плодів у суцвітті від 8 до 24 кг (Рис.7.8).

Плід – яйцеподібна кістянка довжиною 4...6 см, жовто-коричневого кольору (інколи від темно-червоного до чорно-фіолетового). Стиглий плід вкритий волокнистим навколоплідником, під яким знаходиться губчаста тканина – перикарп. У перикарпі у вигляді крапельних включень міститься пальмова олія (до 49 %). Під губчастою оліємісткою м'якоттю знаходиться насіння, вкрите міцною оболонкою, в середині якої знаходиться ядро, покрите коричневою плівкою з сітчастим малюнком, що щільно зросло з ендоспермом. Ендосперм дуже щільний, білий чи рожевий, інколи блакитний, заповнює майже все насіння, зародок насіння не великий. Довжина ядер 1,5...2 см, товщина 0,6...1 см, ширина 1...2 см, абсолютна маса 1000 штук ядер 1000...2000 г. Олійність ядра до 50 %. Із нього добувають пальмоядрову олію. Хімічний склад і властивості пальмової і пальмоядрової олії суттєво відрізняються.



Рис. 7.7. Олійна пальма



Рис. 7.8. Плоди олійної пальми

Найбільшим виробником плодів олійної пальми і пальмової олії в наш час є Малайзія. Площа під посівами олійної пальми в Малайзії становить 4,6 млн. га. В Малайзії вирощують гібрид олійної пальми *tenera*, який дає до 4 тон пальмової та 0,5 тон пальмоядрової олії із 1 га.

Плоди олійної пальми відразу надходять на переробні заводи, розташовані поблизу плантації, де з м'якоті перикарпу видобувають олію. Процес одержання пальмової олії з м'якоті включає стерилізацію китиць водяною парою, відокремлення плодів від китиць, відділення м'якоті від горіхів у котлах з киплячою водою при перемішуванні. Олію з м'якоті одержують пресуванням та наступним центрифугуванням. Потім із знежиреного залишку виділяють горіхи, обрушують їх і відокремлюють від оболонки ядро, вкрите тонкою коричневою плівкою. Співвідношення м'якоті і ядра піддаються великим коливанням: м'якоть — від 23 до 70 %, ядра — від 10 до 30 % від маси плоду.

Таким чином, під час переробки плодів олійної пальми отримують пальмову олію та пальмові ядра (пальмісту). З пальмісти отримують пальмоядрову олію. Хімічний склад окремих тканин плодів олійної пальми наведено в Таблиці 7.22.

Таблиця 7.22.

Хімічний склад окремих тканин плодів олійної пальми, %.

Показники	М'якоть плоду (перикарп)	Оболонка насіння	Ядро насіння (пальміста)
Волога	5,3...6,9	10,1...11,2	6,3...9,5
Ліпіди	46,0...66,5	1,5...2,2	45,4...53,6
Білок	-	2,9...3,7	7,9...8,8
Целюлоза	-	67,9...75,3	5,4...6,5
Сира зола	-	1,2...2,6	1,5...1,9

Пальмові ядра (пальміста) як олійна сировина повинні мати олійність не менше 49 %, містити не менше 90 % цілих ядер, не більше 9,7 % подрібнених та не більше 0,3 % сторонніх домішок.

Пальмова та пальмоядрова олія суттєво відрізняються за фізико-хімічними властивостями, що зумовлено їх жирнокислотним складом (Таблиця 7.23). В жирнокислотному складі пальмової олії серед насичених кислот переважаючою є пальмітинова кислота, а серед ненасичених – олеїнова кислота.

Таблиця 7.23.

Вміст основних жирних кислот в пальмових оліях, % від загального вмісту кислот.

Жирні кислоти	Пальмова олія	Пальмоядрова олія	Кокосова олія	Олія бабасу
Каприлова		2,4...6,2	3,4...15	2,6...7,3
Капринова		2,5...7,0	3,2...15	1,2...7,6
Лауринова		41...55	41...56	40...55
Міристинова		14...20	13...23	11...27
Пальмітинова	40...46	6,5...11	4,2...12	5,2...11
Стеаринова	5	1,3...3,5	1,0...4,7	1,8...7,4
Олеїнова	40	10...23	3,4...12	9,0...20
Лінолева	10...12	0,7...5,4	0,9...3,7	1,4...6,6
Ліноленова	0,5			

Пальмоядрова олія відноситься до лауринових жирів, основну масу насичених кислот складають лауринова (50...55 %), міристинова (12...16 %) та пальмітинова кислоти. Серед ненасичених кислот переважає олеїнова кислота, лінолевої кислоти не більше 6 %. Пальмоядрова олія характеризується значним вмістом летких кислот (капронової, каприлової та капринової) – до 8...10 %.

Фізико-хімічні властивості пальмової і пальмоядрової олії наведені в Таблиці 7.24.

Таблиця 7.24.

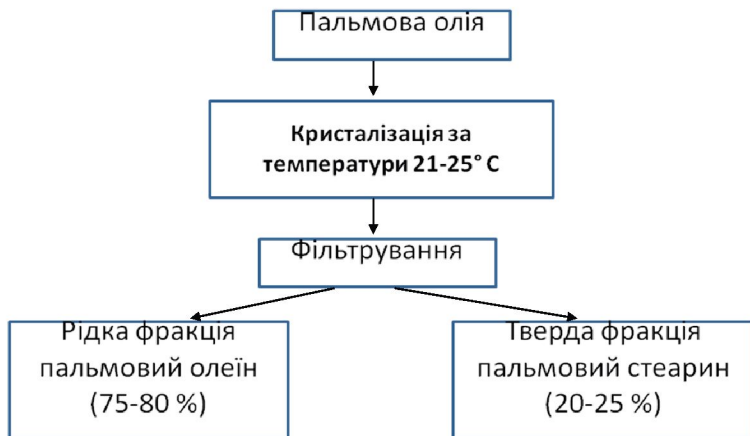
Фізико-хімічні властивості пальмової і пальмоядрової олії

Показник	Олія м'якоті (перикарп)	Олія ядра (пальміти)
Температура плавлення, °С	33...39	25...30
Температура застигання, °С	40...41	19...24
Число омилення, мг КОН/г	196...210	250...260
Йодне число, г I ₂ /100г	50...55	12...18
Густина, кг/м ³	892...893 (за температури 50°С)	925...935 (за температури 15°С)
Показник заломлення за температури 40°С	1,454..1,476	1,449...1,452
Вміст жирних кислот в олії, %:		
Насичених	до 50	до 80
Ненасичених	до 50	до 20

Обидві свіже-отримані олії за своєю консистенцією нагадують пряжене вершкове масло жовтого кольору, з приємним горіховим запахом і смаком. Під час зберігання швидко зростає кислотність, внаслідок чого з'являється різкий смак.

Пальмову олію використовують у виробництві морозива, маргарину, кулінарних жирів, а також мила та косметики. Вона є сировиною для виробництва фармацевтичної продукції, пральних порошоків, свічок, біодизельного палива тощо. З пальмоядрової олії виготовляють маргарин, різноманітні кондитерські вироби.

В наш час широко використовують технологію фракціонування пальмової олії та одержання її фракцій - пальмового стеарину та пальмового олеїну. Суть фракціонування полягає в кристалізації олії при певній температурі та наступному розділенні фракцій фільтруванням:



Іноколи використовують повторне фракціонування олеїнової фракції та одержують суперолеїн та стеарин 2. При однократному фракціонуванні одержують приблизно 25 % стеарину та 75 % олеїну. Одержані фракції відрізняються як за хімічним складом, так і за фізичними властивостями. Основні показники фракцій пальмової олії наведені в Таблиці 7.25.

Таблиця 7.25.

Деякі показники пальмової олії та її фракцій.

Показник	Пальмова олія	Пальмовий стеарин	Пальмовий олеїн
Температура плавлення, °С	33...39	47...54	19...24
Йодне число, % J ₂	50...55	28...45	56...59
Вміст твердих триацилгліцеринів за температури 20 °С, %	26,1	60	5,7

продовж. табл. 7.25.

Вміст жирних кислот, %:			
C16:0	41...48	50...68	38...43
C18:0	3,8...4,8	3,9...5,6	3,7...4,8
C18:1	36...41	20,4...34,4	40...44
C18:2	9...12	5,0...8,9	10...13

Кокосова пальма (Cocos Nucifera)

Кокосова пальма – одна з найпоширеніших у світі пальм. Назву їй дали матроси експедиції Васко да Гама, які помітили в її волокнистих та лахматих плодах щось схоже на обличчя мавпи (з португальської мови слова «мавпа» та «опудало» звучать як «коко»).

Людина використовує майже всі частини кокосової пальми, нестиглий кокос втамовує спрагу кислуватою освіжаючою рідиною, а стиглий дає густе молоко, з якого можна приготувати різноманітні страви. З ядра горіхів варять варення, а молоденькі бруньки використовують на салат. Із свіжого соку роблять досить п'янке пальмове вино, а з прокислого – оцет. М'якоть (затверділий ендосперм) насіння їдять свіжим або висушують, отримуючи так звану копру, з якої добувають кокосову олію (з 1 га плантації видобувають 800 кг), що йде на виготовлення мила, свічок та маргарину, а також застосовується у кулінарії та кондитерській промисловості. З пальмового листа виготовляють одяг, та папір. Стовбури дерев є будівельним матеріалом, сировиною для меблів. З волокон, якими вкриті горіхи (койра), майстри плетуть скатертини та різноманітні ковдри, з шкарлупи виготовляють міцний гігієнічний посуд, музичні інструменти та чудові прикраси. Навіть пальмова тирса не пропадає – з неї виробляють чорнило.

Висота пальми 15...30 м. Мохнатий стовбур з широкою основою діаметром до 0,5 м злегка зігнутий дугою, бокових гілок не утворює (Рис.7.9). Квіти дрібні, жовтого кольору, зібрані в колоски, які в свою чергу утворюють суцвіття – складну китицю, що звисає з верхини дерев. Для нормального розвитку цим деревам необхідна морська

вода, висока вологість повітря та значна кількість опадів. Там, де кокос вирощують далеко від моря, наприклад, в Бразилії, його спеціально підживлюють сіллю.



Рис. 7.9. Кокосова пальма

Кокосова пальма починає цвісти у віці 6...12 років і давати плоди протягом 50 років. Плід – волокнисті кістянки яйцеподібної форми довжиною до 30 см, вагою 1,5...2 кг, від жовто-зеленого до помаранчевого кольору, а перед опаданням з пальм набувають темного коричневого забарвлення (Рис.7.10).



Рис. 7.10. Плоди кокосової пальми

Тривалість дозрівання плодів 10...12 місяців. В нестиглих горіхах міститься 0,5 л прозорої рідини (кокосове молоко), багатой цукром та вітамінами, що дуже добре втамовує спрагу, в ній міститься до 95 % води, 0,13 – протеїну, 0,4 – глюкози та 0,129 % ліпідів.

Зовні горіх вкритий тонкою (менше 1 мм) коричневою оболонкою з восковим напиленням. Під зовнішньою оболонкою розташований *мезокарп* – шар кокосового волокна товщиною від 20 до 150 мм. Під шаром кокосового волокна знаходиться тверда шкаралупа – *ендокарп*, що складається із закам'янілих клітин. В середині шкаралупи незрілого горіха знаходиться рідкий ендосперм – *кокосове молоко*. Із дозріванням горіха шар ендосперму, що прилягає до стінок шкаралупи, твердіє і перетворюється у м'якоть молочного кольору, що нагадує зварений білок яйця. Товщина твердого ендосперму від 8 до 20 мм (Рис.7.11).

Під час збирання врожаю здирають товсту волокнисту частину плоду, розколюють шкаралупу горіхів, частинки горіха підсушують. Підсушену м'якоть зрілого горіха відділяють від шкаралупи вручну і досушують різними методами до вологості не вищої 6 %. Такий продукт одержав назву копра.

Співвідношення маси тканин плоду кокосової пальми, %: зовнішня оболонка та кокосове волокно – 57,3; м'якоть (ядро) – 18,5; дерев'яниста оболонка – 11,6; кокосове молоко – 12,6.



Рис. 7.11. Насіння кокосової пальми

Хімічний склад копри наведено в Таблиці 7.26.

Таблиця 7.26. Хімічний склад копри, %

Показники	Сира копра	Копра після висушування
Волога	46,6	2,5-3,6
Ліпіди	35,9	65-72
Білок	5,5	7,8
Целюлоза	2,9	5,9
Зола	1,0	2,4

Олія, одержана із копри, відноситься до лауринових жирів – у жирнокислотному складі переважає лауринова кислота (до 50 %). Вміст міристинової кислоти – до 20 %, олеїнової – 2...10 %.

З одного горіха отримують 230...250 г копри, з одного дерева – 11,5...12,5 кг, а з 1 га плантації кокосових пальм – 1600...1800 кг копри.

Якість копри як олійної сировини залежить від умов сушіння. При сушінні в природних умовах якість копри висока, поверхня роз-

лому окремих шматків сніжно-біла. При несприятливих погодних умовах, копру сушать над слабким полум'ям, спалюючи при цьому оболонку горіха. Копра після сушки над полум'ям стає темною, вміст вологи у ній більший. При висушуванні на сонці або підігрітим повітрям, одержують копру високої якості, з якої добувають олію для кондитерських виробів. Зберігається копра при відносній вологості повітря не вищій 60 %.

Вологість копри може швидко зростати внаслідок високої гігроскопічності при контакті з вологим повітрям, при цьому копра пліснявіє та інтенсивно руйнується комахами-шкідниками, що супроводжується підвищенням кислотності олії, накопиченням продуктів життєдіяльності мікрофлори та комах.

Як олійна сировина копра має ряд специфічних особливостей: по-перше, вона неоднорідна за розмірами. Внаслідок псування копри личинками комах-шкідників утворюється олійний пил (6...10 % маси копри). По-друге, копра сильно засмічується різними домішками при збиранні та обробці плодів пальми і копри вручну. З мінеральних домішок найчастіше в копрі міститься пісок і пил, що попадають при висушуванні на землі. Мінеральні домішки зосереджені в олійному пилі, який практично не відділяється від неї при звичайних способах очищення. По-третє, копра легко руйнується комахами-шкідниками, оскільки немає захисних покривів. Для попередження розвитку плісняви та ураження різними комахами копру окурюють сірчистим газом чи консервують в результаті чого повністю припиняються процеси її псування при зберіганні.

Копру зберігають у джгутових мішках, складених штабелями по 15...20 мішків у висоту і 12...15 – в ширину. Між штабелями залишають прохід до 2 м. Тривалість зберігання копри у сховищах шатрового типу з природньою вентиляцією не перевищує 1...2 місяці, при сприятливих умовах з вентиляцією копру можна зберігати до 6 місяців. Вимоги до якості кокосової копри наведені в Таблиці 7.27.

Таблиця 7.27.

Два рівня якості на заготівлю індонезійської копри

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	4,5	Не більше 6,0

продовж. табл. 7.27.

Вміст ліпідів при фактичній вологості, %	64,0	Не більше 62,0
Засміченість, %	1,0	Не більше 2,0
в тому числі мінеральними домішками	0,4	Не більше 0,5
Кислотне число олії, мг КОН/г	8,0	Не більше 9,0

Фізико-хімічні властивості кокосової олії наведені в Таблиці 7.28.

Таблиця 7.28.

Фізико-хімічні властивості кокосової олії

Показник	Значення
Густина за температури 15°C, кг/м ³	925...926
Показник заломлення за температури 40°C	1,448...1,450
Температура плавлення, °C	від 20 до 28
Кінематична в'язкість за температури 50°C, м ² /с	251...264x10 ⁻⁶

ПРЯДИЛЬНО-ОЛІЙНІ КУЛЬТУРИ

7.5. РОДИНА ЛЯНИХ

Родина ляних включає більше 200 видів однорічних і багаторічних трав'янистих рослин, які розповсюдженні в усіх частинах світу.

Льон культурний (*Linum usitatissimum*)

Посівні площі льону олійного в світі становлять 3,5 млн. га. Найбільші посівні площі в Індії – 920 тис. га, Канаді – 820 тис. га, Китаї – 620 тис. га. В Україні висівають льон на площі приблизно 21 тис. га.

Раніше площі посівів льону олійного в Україні були значно більшими, оскільки ляна олія є сировиною для виробництва натуральної оліфи. З розвитком хімічної промисловості почали виготовляти штучну оліфу, яка поступається за якістю ляній, але значно дешевша.

Середня врожайність льону олійного в Україні 7,5 ц/га. Висока урожайність в Канаді – 13,2 ц/га, США – 12,9 ц/га, країнах СНД –

10,5 ц/га. У науково-дослідних установах у роки із сприятливими погодними умовами врожайність льону олійного досягає 20-22 ц/га.

Льон культурний (*Linum usitatissimum*) – однорічна рослина, відноситься до стародавніх культур, які вирощувалися людиною. Перші археологічні знахідки культурного льону відносяться до неоліту, використання льону було досить різнобічним: волокно з стебла – для виготовлення ниток, мотузок, риболовних сіток, з насіння льону випікали хліб. В гробницях, віднесених до 2400-2200 рр. до нашої ери знайдені коробочки з насінням льону, які добре збереглися. Встановлено, що в Індії і Китаї льон як прядильна, а тим більше як олійна культура був введений в культуру раніше бавовника, тобто більше п'яти тисячоліть тому. За 4-3 тисячоліття до нашої ери льон вирощували на волокно в Месопотамії, Асирії, Єгипті.

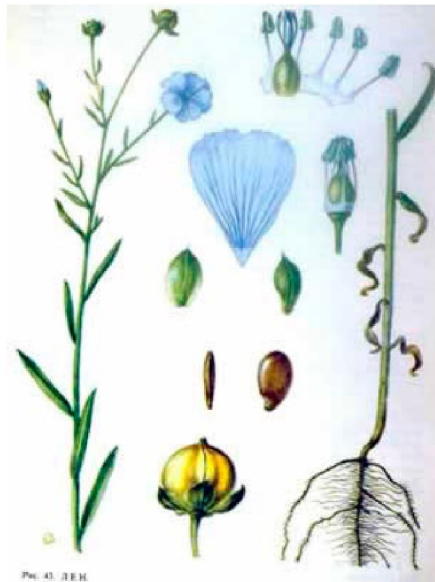


Рис. 7.12. Льон (*Linum usitatissimum*).

Слов'янські племена також з стародавніх часів вирощували льон. У XII–XIV ст. торгівля льоном займала значне місце як всередині

країни, так і в торгівельних зв'язках між Древньою Руссю і Заходом. Особливо великого значення льону приділяв Петро I, у 1711 році він наказав в усіх губерніях розвивати лляні промисли. З метою розвитку олійного виробництва було видано наказ, щоб «семена льняного к морским пристаням для продажи отнюдь не возили, а чтобы привозили масло». Але переробити велику кількість лляного насіння Росія в той час не могла, тому посіви льону стали різко скорочуватись. З часом льон почали вирощувати на півдні України та в Ставропольському краї.

Олію, яку отримують із насіння льону, використовують як харчовий продукт, а також у таких галузях промисловості: лакофарбовій для виготовлення натуральної високоякісної оліфи, лаків, емалей; електротехнічній; авіаційній; автомобільній; суднобудівній; ливарній; металообробній.

Суцвіття льону – китиця, плід – кулеподібна багатогніздова коробочка. У культурного льону коробочка при дозріванні не розкривається, у диких форм розтріскується. В гнізді коробочки міститься від однієї до десяти насінин яйцеподібної форми, плоских з гладенькою, блискучою насінневою оболонкою.

Квіти льону одноденні – вранці розкриваються, а близько полудня опадають. Льон – самозапильна культура (пиляки розтріскуються, висипаючи пилок), проте для нього цілком можливе запилення комахами, головним чином бджолами. Менше значення має запилення вітром, оскільки пилок льону досить важкий.

Льон культурний поділяють на п'ять підвидів (середньоземноморський, проміжний, євразійський, індостанський, індоабіссінський), з яких найбільш розповсюдженими є три підвиди:

Середньоземноморський (крупнонасінний) – рослини низькорослі (до 50 см). Квітки, коробочки, насіння крупне. Маса 1000 насінин 10...13 г. Вирощується в середньоземноморських країнах.

Проміжний (середньонасінневий) – рослини середньої висоти (50...60 см). Квітки, коробочки, насіння середнього розміру. Маса 1000 насінин 6...9 г. Розповсюджений як олійна культура на півдні України в Криму, Закавказзі, Казахстані.

Євразійський (дрібнонасінневий) – за висотою та розгалуженням стебла рослини дуже різні. Квіти, коробочки, насіння дрібного розміру (маса 1000 насінин 3...5 г). Це найбільш розповсюджений у культурі підвид. Вирощується в Європі та Азії.

Насіння льону проростає за температури 3...5 °С. Молоді сходи можуть переносити зниження температури до (- 3...-4 °С).

Вирощування льону в різних географічних районах показує, що накопичення ненасичених кислот в олії збільшується при зниженні температур в період дозрівання і при підвищеній забезпеченості рослин водою.

Залежно від умов дозрівання льону в олії змінюється вміст неомілюваних ліпідів, в тому числі токоферолів, стеролів і каротиноїдів. На ранніх стадіях дозрівання до складу пігментів олії входить хлорофіл, кількість якого під час дозрівання насіння і до моменту збирання зменшується, із завершенням післязбирального дозрівання насіння майже повністю зникає.

Насіння льону містить до 50 % олії, яка швидко висихає (йодне число 175...200 одиниць), утворюючи тонку гладеньку блискучу плівку.

За морфологічними ознаками (висота рослин, форма куща) і вегетаційним періодом Євразійський підвид поділяється на чотири групи сортів:

- Льон-довгунець;
- Льон-межеумок або льон проміжний;
- Льон-кудряш;
- Льон сланкий

Олійний льон відноситься до двох груп – льон-межеумок і льон-кудряш.

Олійний льон більш теплолюбивий, ніж льон-довгунець, особливо в період дозрівання. Вимоги льону-довгунця і олійного до вологи значно розрізняються: льон-довгунець вимогливий до вологи, особливо в перші фази розвитку (від посіву до цвітіння); достатня кількість опадів і правильний розподіл за період травень-червень обумовлює високий врожай волокна і насіння. Олійний льон, особливо кудряш, майже безболісно переносить посуху до початку цвітіння. Льон-довгунець культивують у більш північних районах в основному для одержання волокна, а олійний – у південних і центральних районах для отримання олії.

Льон-межеумок – висота рослин цієї групи коливається від 25 до 75 см (український межеумок) і від 28 до 80 см (казахстанський межеумок). Серед цієї групи мають перевагу одностеблові рослини.

Ступінь розгалуження рослин залежить від погодних та агротехнічних умов. Кількість коробочок на рослині від 14 до 41. Колір насіння коричневий.

Вирощується переважно для одержання олії, рідше – для отримання волокна в Центрально-Чорноземній зоні Росії, на Північному Кавказі, в Україні та Казахстані.

Льон-кудряш – сорти цієї групи за висотою рослин, кількістю стебел на рослині, гіллястістю, кількістю, формою та розміром коробочок дуже різноманітні. Висота рослин в умовах суходолу коливається в межах від 13 до 55 см, на зрошувальних землях рослини досягають висоти 70 см. Низькорослий кудряш зустрічається у високірних районах Таджикистану та в Узбекистані.

Найрозповсюдженіший колір квітки блакитний, фіолетово-блакитний, а для окремих географічних груп білий. Кількість коробочок і їх розміри знаходяться в прямій залежності від ступеню гіллястості. Багатокоробочкові рослини компактні, гіллясті, цінні для селекції. Діаметр розкритої квітки 15-25 мм. Квітка має 5 тичинок з синіми, оранжевими або жовтими пильниками.

Насіння складається з шестишарової оболонки, ендосперму і зародка. Колір насіння цієї групи світло-бурий, бурий, темно-бурий, блідо-жовтий, жовтий, темно-жовтий. У білоквіткових форм насіння світле і темно-жовте, містить більше олії, ніж коричневе.

Льон олійний має велику кормову цінність: 1 кг насіння містить 1,8 кормових одиниць, а 1 кг макухи – 1,2 кормових одиниць. Макуха, що містить 33,5 % білків, приблизно 9 % жиру, 31 % безазотистих речовин (головним чином крохмалю), за кормовими якостями переважає макухи інших олійних культур, оскільки легко засвоюється тваринами.

У стеблах льону олійного міститься 10...15 % волокна, яке міцніше від шерстяного вдвічі, а від бавовникового втричі, придатного для виготовлення грубих тканин (мішковини), шпагату, мотузок. Крім того, із соломи льону олійного, що містить до 50 % целюлози, виготовляють папір (письмовий, цигарковий), картон.

Льон-довгунець – високорослі (60...120 см і більше) одностеблові рослини, розгалужуються тільки у верхній частині стебла. Стебло зеленого і сизо-зеленого кольору, листки ланцетоподібні, квітки з блакитними, рожевими або білими пелюстками. Плід – п'ятигніздова

коробочка. Насіння плоске, яйцеподібної форми, буре або коричневе. На одній рослині від 2...3 до 8...10 коробочок. Коренева система розвинута слабо. Вирощується в районах помірно теплого та вологого клімату.

Льон сланкий – густооблиствована рослина зі слабким багатостебловим кущем. Квіти блакитні, середньої величини, коробочки дрібні, насіння буре. Морозостійкий. В селекційній роботі його використовують для схрещування з межеумком та довгунцем.

В свою чергу, сорти олійного льону умовно поділяють на 12 груп:

Південноукраїнська група – середньорання. Маса 1000 штук насіння 4,0...5,2 г. Насіння дрібне, коричневе, вміст олії в насінні 33,5...45,6 %.

Зона вирощування: Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Миколаївська та Одеська область України.

Кримська група – включає низькорослі середньостиглі форми. Насіння середньої величини, коричневе. Маса 1000 штук насіння 4,9...5,1 г. Вміст олії в абсолютно сухому насінні 38,6...49,3 %. Ураженість хворобами слабка. Льон цієї групи розповсюджений в Криму.

Північно-Кавказька степова група – висота рослин 43...69 см, в основному рослини мають одне стебло. Коробочки дрібні, маса 1000 штук насіння 4,6...5,5 г. Середньоранній, вміст олії 33,2...46,5 %, рослини стійкі до грибкових хвороб і засухи.

Льон цієї групи вирощують у Ставропольському краї, Ростовській, Волгоградській областях Росії.

Передгірна азербайджано-дагестанська група – рослини заввишки приблизно 80 см, одностеблові, густооблиствовані. Насіння крупне, коричневе, маса 1000 штук насіння 5,7...7,6 г, група середньостигла, вміст олії в насінні 35,4...44,3 %. Розповсюджений в Азербайджані та Дагестані.

Карабахська вузьколиста група – рослини висотою 32...43 см, середньостиглі, на зрошенні – до 59 см, облиствованість середня, листки світло-зелені, вузькі. Насіння світло-буре, маса 1000 штук насіння 5,4 г, вміст олії в насінні 38,6...42,7 %.

Зона вирощування рослин цієї групи – Нагірний Карабах.

Казахстанська група – рослини переважно одностеблові, заввишки 50...67 см, ранньостиглі, облиствованість середня. Насіння дрібне,

буре, маса 1000 штук насіння 4,6 г, вміст олії в насінні 34...46 %. Вирощується в Казахстані, Мордовії та Самарській області Російської Федерації.

Вірмено-грузинська група – рослини заввишки 45...60 см, на суходолі рослини одностеблові, з невеликою кількістю коробочок. Облиствованість густа, насіння дрібне, світло-бурого кольору, маса 1000 штук насіння 5,4 г. Зустрічаються ранньо- та середньостиглі форми, вміст олії в абсолютно сухому насінні 40...43 %, рослини стійкі до грибкових захворювань і посухи. Група розповсюджена у Вірменії та Грузії.

Дагестанська високогірна група – рослини висотою 56...86 см, у розгалужених багатокоробкових форм на окремих рослинах є від 100 до 150 коробочок. Насіння середньої величини, буре, маса 1000 штук насіння 5...6 г, вміст олії в абсолютно сухому насінні 39,1 %. Форми стійкі до грибкових захворювань. Розповсюджений у Дагестані на висоті 600...2000 м над рівнем моря.

Астраханська група – рослини заввишки 48 см, одностеблові, різностиглі. Насіння середньої величини, бурого кольору, маса 1000 штук насіння 4,7...6,5 г, вміст олії в насінні від 35,7 до 44,3 %, рослини посухостійкі.

Таджикська група – рослини з сильно розгалуженим стеблом, середньостиглі. Насіння дрібне, коричневе, маса 1000 штук насіння 4,7 г, олійність 32,3...46,7 %, ураженість грибковими захворюваннями слабка, рослини посухостійкі.

Вирощується в передгірних районах Таджикистану, Узбекистану, Киргизстану.

Середньоазійська високогірна карликова група – рослини на суходолі одностеблові, з невеликою кількістю дрібних коробочок, зустрічаються ранньо- і середньостиглі форми. Маса 1000 штук насіння 4,3 г, вміст олії в насінні 33,7...43,0 %. Льон цієї групи стійкий до грибкових захворювань і засухи.

Розповсюджений в Узбекистані, Таджикистані, Киргизії, в місцевостях, що розташовані на висоті від 900 до 2000 м над рівнем моря.

Хорезмська група – рослини з добре розгалуженим стеблом. Маса 1000 штук насіння 4,2...5,1 г, льон різностиглий, олійність 37,0...41,5 %, рослини вологолюбиві, стійкі до грибкових захворювань. Вирощується в Хорезмському регіоні Узбекистану.

Культура льону має важливе агротехнічне значення.

- ◆ Це екологічно чиста культура. При її вирощуванні вимагається мінімальна кількість хімічних засобів захисту та добрив. Посіви льону звільняють ґрунт від важких металів і радіонуклідів.
- ◆ Льон олійний – скоростигла культура, дозріває одночасно з озимою пшеницею, рано звільняє поле під наступну культуру, дозволяє якісно підготувати ґрунт, чим забезпечує значний приріст урожаю.
- ◆ Льон є санітарною культурою – після нього на полях залишається мінімальна кількість хвороботворних інфекцій і шкідників.
- ◆ Льон можна висівати практично після будь-якої культури, після нього також можна сіяти будь-яку культуру.
- ◆ Льон – технологічна культура. При дотриманні елементарних вимог агротехніки дає високий економічний ефект.

Хімічний склад насіння льону наведений в Таблиці 7.29. Ліпіди насіння локалізовані в ядрі насіння (ендоспермі), вміст ліпідів в насінній оболонці відносно невеликий. Ліпіди оболонки за складом значно відрізняються від ліпідів ендосперму.

Таблиця 7.29.

Хімічний склад насіння льону (% , на суху речовину)

Частина насіння	Ліпіди	Протеїни (Nx6,25)	Целюлоза	Зола	Вуглеводи (крім целюлози)	Волога	Вміст окремих компонентів у насінні, %
Ядро	59,2	19,1	1,3	4,4	16,1	4,2	69,1
Ендосперм	40,4	32,2	5,3	2,6	19,6	5,3	13,9
Насіннева оболонка	8,2	1,2	17,9	3,3	62,4	11,4	17,0
Насіння	48,4	21,4	4,5	4,1	21,7	4,3	100

Максимальна кількість целюлози зосереджена в оболонці насіння, але в порівнянні з оболонками насіння інших олійних рослин в оболонці льону масова частка целюлози менша, проте багато інших вуглеводів, в першу чергу слизових речовин (5...12 % від маси абсолютно сухого насіння). Слизові речовини представлені вуглеводами, що легко диспергуються у воді, які складаються з моноцукрів і галактуранової кислоти. Якщо насіння льону намочити у воді, а потім екстракт обробити великою кількістю етилового спирту, то можна виділити слиз у вигляді білої волокнистої маси, яка при повному висиханні стає дуже крихкою. Разом зі слизом з насіння частково екстрагуються білки. Присутність слизу, що вкриває зовнішню поверхню насіння, є специфічною особливістю насіння льону, що дозволяє йому легко прикріплюватися до ґрунту під час проростання. З інших вуглеводів в насінні містяться моно-, дисахариди і геміцелюлози. В дозрілому насінні редуруючі цукри і крохмаль відсутні.

Білки лляного насіння мають високу біологічну цінність і містять всі незамінні амінокислоти. Вміст незамінних амінокислот в білках лляного насіння наведено в Таблиці 7.30.

Таблиця 7.30.

Вміст незамінних амінокислот в білках лляного насіння.

Амінокислота	Масова частка, % на суху знежирену речовину
Аргінін	2,1...2,8
Фенілаланін	1,7...1,9
Гістидин	0,5...0,6
Треонін	1,0...1,7
Ізолейцин	1,1...1,4
Триптофан	0,5...1,0
Лейцин	1,8...2,5
Тирозин	1,7
Лізин	0,8...1,1
Валін	1,7...1,9
Метіонін	0,3...1,1

В недозрілому насінні присутній в значній кількості глікозид лінамарин. Вміст лінамарину в насінні льону змінюється залежно від сорту, стиглості насіння і його олійності. В дозрілому насінні його майже немає. Вміст лінамарину в шроті 100...300 мг/кг.

Перед знежирюванням насіння льону зволожують і короткочасно нагрівають до 60...70 °С, в цих умовах, на початковій стадії нагрівання насіння проходить ферментативний гідроліз лінамарину із звільненням синильної кислоти, яка переходить у макуху чи шрот. Під час наступної волого-теплової обробки синильна кислота відганяється з водяною парою.

Крім зазначених компонентів до складу насіння льону входять мінеральні речовини, вітаміни тощо. Зокрема, в ньому міститься (мг/кг): кальцію – 8,6; фосфору – 19,9; тіаміну – 8,8; рибофлавіну – 0,004; ніацину – 0,101; пантотенової кислоти – 0,031 і холіну – 4,9. В лляній олії міститься 0,8...0,9 % фосфоліпідів, 0,5...1,1 % неомілюваних ліпідів, в тому числі стеролів 0,42 %, токоферолів 48,0...48,9 мг % і каротиноїдів 0,27...0,36 мг %.

Базисні та обмежувальні норми для лляного насіння, як промислової сировини наведені в Таблиці 7.31.

Таблиця 7.31.

Базисні та обмежувальні норми до насіння льону, яке заготовляється.

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	13	16
Вміст домішок, %, не більше:		
сміттєвих	3,0	15
олійних	6,0	5,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається	Допускається зараженість кліщем
Вміст насіння рицини	Не допускається	

За станом вологості насіння олійного льону може бути: сухе (до 8% включно), середньої сухості (від 8,1 до 10 %), вологе (від 10,1 до 13 %) і мокре (більше 13 %).

Залежно від засміченості насіння льону класифікують на такі категорії: чисте (вміст сміттєвих домішок до 2 %, олійних до 3 % включ-

но), середньої чистоти (вміст сміттєвих від 2,1 до 4 %, олійних від 3,1 до 5 %), засмічене (вміст сміттєвих домішок більше 4 %, олійних більше 5 %).

Насіння льону-довгунця, яке призначене для промислової переробки, повинно мати вологість не більше 16 % і чистоту не менше 90 % (за базисними нормами чистота 100 %, вологість 13 %).

Селекція льону на підвищення олійності насіння призвела до значного збільшення в лляній олії вмісту лінолевої кислоти, за одночасного зниження вмісту лінолевої і олеїнової кислот.

Фізико-хімічні властивості лляної олії наведені в Таблиці 7.32.

Таблиця 7.32.

Фізико-хімічні властивості лляної олії.

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	184...195
Йодне число, г I ₂ /100г	130...205
Густина за температури 15°C, кг/м ³	934-935
Показник заломлення за температури 15 °С	1,485-1,487
Кінематична в'язкість за температури 20 °С, м ² /с	15,5·10 ⁻⁶

В складі жирних кислот олії льону олійного переважає ліноленова кислота (Таблиця 7.33).

Таблиця 7.33.

Жирнокислотний склад лляної олії.

Жирні кислоти	Масова доля, % від загального вмісту жирних кислот
Пальмітинова	6
Стеаринова	4
Олеїнова	22
Лінолева	16
Ліноленова	35...62

7.6. РОДИНА КОНОПЛЕВИХ (CANNABACEAE)

Родина коноплевих включає три види — коноплі посівні, коноплі індійські та коноплі дикі. Всі види конопель з давнини використовували для одержання цінного волокна — прядива. Згодом для одержання волокна все більш широко почали використовувати бавовник, шовк, а потім і штучні волокна. Проте насіння конопель є також цінним джерелом рослинної олії.

Коноплі (*Cannabis sativa*)

Перші згадки про коноплі, як культуру, зустрічаються в китайських та індійських джерелах за 8 тис. років до н.е. Це культура комплексного використання, з неї одержували олію, волокно і наркотичну сировину – гашиш. З Індії коноплю привезли на територію Таджикистану і Казахстану, а звідти вона потрапила на захід.

Коноплі використовувалися для виготовлення одягу раніше, ніж льон. Фрагменти конопляних полотен і одягу були знайдені археологами в Англії (датується приблизно 440 р. до н.е.), Франції (приблизно 570 р. до н.е.). Волокна, виділені з жіночих рослин, називають пенькою, яка йде на виготовлення парусини, брезенту, мішковини, канатів, паклі. Пенька єдина з усіх рослинних волокон стійка до дії морської води, її волокна – найміцніші: вони довго не перетираються і здатні багаторазово зминатися.

Луб (вторинна флоема) є матеріалом для виготовлення циновок, мочалок, щіток тощо. Особливістю коноплі є здатність до накопичення деревини (костриці). Костриця містить 40...48 % целюлози, 26 % лігніну, 22 % пентозанів та інших хімічних речовин.

Там, де ростуть коноплі не хворіють рослини, немає тлі, яблуневої плодожерки, картопля не заражається фітофторозом. Одна-дві рослини у парнику захищають від хвороб і шкідників огірки, помідори та інші рослини, вона приваблює бджіл, які потім не заражаються кліщем.

Коноплі – однорічна трав'яниста здебільшого дводомна рослина родини Коноплевих. Стебло прямостояче, просте, рідше – розгалужене, біля основи округле, до верхівки ребристе, заввишки до 5 м інколи більше, в діаметрі до 5 см (Рис.7.13). В поперечному розрізі стебло складається з трьох основних шарів: кори (вторинної флоє-

ми) – 30...40 %, деревини – 60...70 % та серцевини. Листя супротивне, довгочеренкове, пальчатороздільне, з 5-9 довголанцетними, дрібно-зазубленими частками.



Рис. 7.13. Коноплі.

Квіти запилюються вітром, пилок переноситься на відстань до 12 км. Квіти одностатеві: тичинкові – з простою оцвітиною з 5 білих або жовтуватих пелюсток, зібраних у суцвіття волоть; маточкові – дрібні, сидячі, з оцвітиною у вигляді облямівки в пазушних колосовидних суцвіттях. Плід – горішок, що розкривається лише при проростанні. Цвіте у червні – серпні. На території України коноплі посівні культивують як текстильну та олійну культуру на лівобережному Поліссі.

Відомі три види конопель, які розповсюджені практично по всій Євразії, у Північній Африці, Америці, Австралії.

Коноплі індійські (південні), батьківщиною яких є Пакистан та Індія. Їх вирощують в Ірані, Афганістані, Туреччині, Сирії, Північній Африці, які з давніх-давен відомі своїми наркотичними особливостями. В давній Індії під час релігійних свят пили напій із листя коноплі, крім того вона була частиною багатьох благовоній, що використовували як захист від злих духів.

Веgetаційний період цього виду коноплі 125...165 днів. Висота стебла 3,5...4 м, насіння велике, з високим вмістом олії, маса 1000 штук насіння 20...25 г.

Саме індійські коноплі використовують для виготовлення гашишу і подібних до нього препаратів. Як і опіум, вони викликають екзальтичний стан, що змінюється повним виснаженням організму. Систематичне використання цих препаратів спричиняє руйнівну дію на весь організм, в першу чергу на розумові здібності.

Коноплі дикі ростуть на Поволжі, в Західному Сибіру, Казахстані, Середній Азії, на Далекому Сході, в Україні. Сполуки, що спричиняють наркотичну дію, накопичуються в період цвітіння та дозрівання в південних регіонах (Казахстан, Середня Азія). Висушене листя такої коноплі відоме під назвою *анаіша*. В середніх широтах Російської Федерації та України цей вид не дозріває і не накопичує наркотичних речовин. Цей вид не має і промислового значення.

Коноплі посівні розповсюджені в Азії, Західній Європі, Північній Америці, Австралії, а також на більшості території України та Росії. До північної групи відносяться скоростиглі сорти з вегетаційним періодом 60...75 днів, висотою стебла 50...80 см, дрібним насінням. Вони придатні для вирощування в північних регіонах Європи. До середньоруської групи відносяться сорти з вегетаційним періодом 80...120 днів, висотою стебла 1,5...2 м, насіння середньої величини, маса 1000 штук насіння 15 г. В квітках, пилку і листі коноплі, що росте у південних районах (Середня Азія, Туреччина, Іран, Північна та Південна Америка), містяться наркотичні речовини, але в значно меншій кількості, ніж у індійської коноплі. Саме з цим видом – ототожнюється марихуана. Саме це слово з мексиканського сленгу перекладається як листя коноплі.

У 1937 р. масове споживання коноплі в США призвело до введення заборони на вирощування коноплі. З часом до США приєдналися інші країни, в тому числі і колишній Радянський Союз. В боротьбі з наркотиками під заборону попала і культурні коноплі.

Селекційна робота з коноплями направлена на максимальне одержання олії і волокна, зниження в ній вмісту наркотичних речовин, вміст в насінні яких не повинен перевищувати 0,3 %. Сорти Золотонішська, Південнодозріваюча 11, Золотонішська 13, Дніпропетровська однодомна 6, ЮСО-31 і Зіниця практично не містять наркотичних речовин.

Вимоги до якості насіння, що заготовляється, наведені в Таблиці 7.34.

Таблиця 7.34.

Вимоги до якості заготовівельного насіння конопель

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	13,0	16,0
Чистота, % не менше	100	90
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається	допускається зараженість кліщем
Вміст насіння рицини	не допускається	

За вологістю насіння коноплі поділяють на: сухе (вологість до 11% включно), середньої сухості (від 11,1 до 12%), вологе (від 12,1 до 14%) і мокре (вологість вища 14 %).

За засміченістю насіння поділяють на: чисте (чистота насіння більше 98 %), середньої чистоти (від 92 до 98 %), засмічене (чистота менше 92 %).

Як і дикі, посівні коноплі в помірних та північних широтах не встигають накопичити наркотичні речовини і містять лише їх сліди – 0,001 %.

Макуха конопель є висококалорійним концентрованим кормом для тварин і птиці.

Хімічний склад насіння конопель коливається і залежить від сорту, умов і району вирощування (% в перерахунку на суху речовину насіння): ліпіди 30,3...38,3; протеїни (N x 6,25) 17,6...25,1; целюлоза 13,8...26,9; мінеральні речовини 2,5...6,8. Крім того, насіння коноплі містить (% в перерахунку на суху знежирену речовину): кальцій – 0,3; фосфор– 0,51; магній – 0,93.

Конопляна олія за жирнокислотним складом подібна до лляної, поскільки переважаючою є ліноленова і ліолева кислоти. Олія конопель використовується для виробництва оліфи, лаків і фарб, після рафінації – придатна для харчування.

Олія з коноплі має зеленуватий відтінок із-за наявності хлорофілу. Фізико-хімічні властивості конопляної олії наведені в Таблиці 7.35.

Фізико-хімічні властивості конопляної олії

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	196,6...200
Йодне число, г I ₂ /100г	170
Густина за температури 15°C, кг/м ³	929...934
Показник заломлення за температури 20°C	1,477...1,479

7.7. РОДИНА МАЛЬВОВИХ

Мальвові (Malvaceae) велика родина рослин порядку мальвоцвітих. Включає дерева, кущі, ліани і трав'янисті рослини — близько 204 родів і 2330 різних видів рослин. Найбільші роди: гібіскус (Hibiscus, 300 видів), Sterculia (250 видів), Dombeya (225 видів), Pavonia (200 видів) і Sida (200 видів). Поширені по всій планеті, більшість видів тропічні. Практично відсутні в арктичних областях і майже не представлені в північній частині лісової зони.

Бавовник звичайний (Gossypium hirsutum L.)

Батьківщиною бавовника є Мексика і Перу. Бавовник з давніх-давен вирощували в Середній Азії, головним чином як прядильну культуру. В Україні бавовник почали вирощувати з 1930 року в Причорномор'ї (Херсонській, Запорізькій, Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській і Донецькій областях), у 1952 році посівні площі бавовнику становили 475 тис. га, але з 1956 року в зв'язку з успішним розвитком бавовництва в Середній Азії, Казахстані та на Закавказзі бавовносіяння в Україні було призупинено.

Відомо 20 видів бавовника з яких найбільш поширені два види — бавовник звичайний середньоволокнистий (У. Hirsutum) і бавовник тонковолокнистий (У. Barbadense).

Бавовник — багаторічна культура, але вирощують її як однорічну. Стебло висотою 70-120 см, пряме, міцне з 1...3 прямими гілочками біля основи і багаточисельними квітами по стеблу. Листя велике, стебло і листя опушене, квіти великі, пелюстки кремового кольору, коли в'януть червоніють, розташовані на плодкових гілочках, зібрані в суцвіття типу — звивину, в якому квіти розташовані далеко один від

одного і здаються поодинокими. Самим скоростиглим є сорт бавовнику, у якого суцвіття редуковане до однієї квітки, але промислового використання він не має. Після закінчення цвітіння утворюється плід типу «коробочка» на три, чотири або п'ять гнізд.

Коробочки яйце- або кулеподібні, поверхня матова, зверху коробочки є дзьобик, по якому вони розкриваються (Рис. 7.14). На рослині може бути до 100 коробочок, в кожному гнізді коробочки по 5...11 насінин. Насіння нижніх суцвіть більш дозріле, вкрите довгими (волокно) і короткими (підпушок) волокнами. Волокно білого кольору, довжиною 25-36 мм. У дикорослого бавовника коротке, або зовсім відсутнє волокно. Довжина насіння коливається від 7,9 до 9,61 мм, ширина – від 4,7 до 5,5 мм.



Рис. 7.14. Квіти і плоди бавовнику

Дозрівання коробочок триває протягом 1,5...2 місяці, що заважає одночасному збиранню врожаю. На полях, призначених для механізованого збирання, попередньо проводять дефоліацію (видалення листя хімічними препаратами), потім перший збір, наступний – після розкривання наступних 20-25 % коробочок.

Бавовник тепло- і світлолюбива рослина, оптимальна температура для розвитку 25...30 °С, погано витримує затінення. Дає добрий врожай при достатньому зволоженні ґрунту, тому вирощується на зрошувальних землях. Вегетаційний період 110-160 днів.

Основне призначення бавовнику – одержання волокна – головної сировини для текстильної промисловості. Крім тканин з бавовника виготовляють колодіум, целулоїд для фотоплівки, сурогат шкіри, гуми тощо.

З насіння добувають олію. Вміст олії в насінні 17,2...29,1 %, в ядрі 31,5...44,5 %. Насіння крім олії містить приблизно 20 % білку. Хімічний склад насіння тонко- і середньоволокнистих сортів наведено в таблиці 7.36.

Таблиця 7.36.

**Хімічний склад насіння різних сортів бавовнику
(% в перерахунку на суху речовину)**

Компоненти насіння бавовнику	Ліпіди	Білок (N × 6,25)	Целюлоза	Мінеральні речовини
Середньоволокнисті сорти				
Насіння	22,3...23,3	25,5...28,5	18,5	4,2
Ядро	39,3	34,1...37,5	1,2...2,0	4,9...5,2
Лушпиння	0,4...0,6	3,5...3,6	48,0...51,4	1,9...2,3
Тонковолокнисті сорти				
Насіння	24,5...25,2	24,4	12,4	4,5
Ядро	37,4...40,2	36,9	1,5	5,1
Лушпиння	0,3	4,6	39,4	1,8

З бавовнику-сирцю (волокно з невідділеним насінням) отримують 30...40 % волокна і 60...70 % насіння. Волокно йде на виробництво тканин, швейних ниток, марлі, вати, канатів. Після вилучення волокна на бавовноочищувальних заводах на поверхні насіння ще залишається значна кількість короткого підпушку. Вміст пуху і підпушку на насінні, що поступає для переробки на олієпереробні заводи, виражають у відсотках від маси насіння і називають опушеністю. Найбільш опушене насіння у середньоволокнистих сортів (8...11 %), менш опушене – у тонковолокнистих (4...7 %). Якість олії, яку отримують із насіння бавовнику, залежить від вмісту в його ядрі госиполу. Олія з бавовнику має інтенсивне забарвлення, що зумовлено наявністю госиполу та його похідних.

Значна частина госиполу зосереджена в ядрі насіння. Вміст госиполу в насінні залежить від кліматичних умов, сорту насіння, стадії

дозрівання, мінерального живлення тощо. Вміст госиполу в насінні навіть одного сорту коливається в широких межах від 0,33 до 1,44 % на суху речовину ядра. Взаємодіючи із білками госипол утворює комплекси.

Бавовняну олію використовують як в харчових цілях так і для виробництва мила, гліцерину, пальмітину, тощо. Із насіння після видалення госиполу можна отримати протеїн для харчових і кормових цілей. Селекціонерами проводяться роботи по створенню безгосипольних сортів бавовнику.

Відомо два варіанти технології переробки насіння бавовнику, які відрізняються кінцевою локалізацією госиполу в одержаних продуктах:

Технологія направлена на максимальне зв'язування госиполу з білками насіння (госипол залишається в шроті у зв'язаному стані). Для цього необхідна високотемпературна вологотеплова обробка сировини.

Технологія направлена на збереження госиполу в нативному вигляді в олії. Під час наступної лужної нейтралізації госипол, реагуючи з лугом утворює госиполати, які можна видаляти з олії. Така технологія передбачає м'який низькотемпературний режим вологотеплової обробки.

Товарний сорт насіння бавовнику не залежно від селекційного сорту визначається за властивостями бавовника-сирцю на бавовняноочисних заводах. Насіння бавовнику як промислової сировини за діючим ГОСТом 5947-68 поділяються на чотири сорти.

Основою розподілу насіння на товарні сорти є ступінь їх дозрівання на час збирання врожаю. Характеристика товарних сортів насіння бавовнику наведена в Таблиці 7.37.

Таблиця 7.37.

Характеристика товарних сортів насіння бавовнику

Сорт насіння	Дозрілість насіння	Колір ядра на розрізі
1	Зріле	Світло-кремовий з зеленуватим відтінком залежно від ботанічного сорту

продовж. табл. 7.37.

2	Частково недозріле	Кремовий з відтінками (залежить від ботанічного сорту)
3	Недозріле	Від сірувато-кремового до жовтого
4	В загальній масі недозріле і щупле	Від жовтого до світло-коричневого

Вимоги до насіння бавовнику при заготівлі наведені в Таблиці 7.38.

Таблиця 7.38.

Вимоги до насіння бавовнику під час заготівлі

Сорт насіння	Базисні норми вологості, %	Вміст смітєвих і олійних домішок, %	Норми опушеності, %	
			Середньоволокнисті сорти	Тонковолокнисті сорти
1	8,7	1,0* (1,9)**	8,0 (9,0)	4,0 (4,5)
2	11,1	2,0 (3,5)	8,5 (9,0)	5,0 (5,5)
3	12,4	7,0 (12,0)	9,0 (9,5)	6,0 (6,5)
4	14,9	23,0 (35,0)	10,5 (11,0)	6,5 (7,0)

*- базисні норми; ** – обмежувальні норми (в дужках)

Із зниженням товарного сорту (від 1-го до 4-го) опушеність, вологість, кислотне число олії в насінні і засміченість зростає, а зрілість насіння та олійність зменшується. Насіння бавовнику із засміченістю понад 40 % відноситься до нестандартного і використовується для технічних потреб.

Фізико-хімічні властивості бавовняної олії наведені в таблиці 7.39.

Таблиця 7.39.

Фізико-хімічні властивості бавовняної олії

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	191...193

продовж. табл. 7.39.

Йодне число, г I ₂ /100г	96...120,5
Густина за температури 20 °С, кг/м ³	918...935
Показник заломлення за температури 20°С	1,472...1,476
Кінематична в'язкість за температури 20 °С, м ² /с	66,6 x10 ⁻⁶

Вміст основних жирних кислот в бавовняній олії наведено в Таблиці 7.40.

Таблиця 7.40.

Жирнокислотний склад бавовняної олії.

Жирні кислоти	Масова доля, % від загального вмісту
Пальмітинова	25
Стеаринова	2,5
Олеїнова	18
Лінолева	51,5
Ліноленова	0,5

Основним напрямком селекції бавовнику є виведення високопродуктивних, порівняно ранніх сортів середньо- та тонковолокнистого бавовника з потенційною врожайністю 7-9 т/га на основі використання нового генетичного матеріалу та застосування найбільш ефективних методів селекції.

Канатник (Abutien theoprastil Medic.)

Однорічна рослина висотою до 45 см, стебло пряме, зелене, рідше фіолетове, опушене. Листя велике, кулясто-серцеподібної форми, злегка загострене з черешками. Квіти великі, віночок жовтий. Плоди – 11...30 гніздові коробочки, в кожному гнізді по 3...5 насінин. Насіння дрібне, брунькоподібне, темно-сіре або чорне.

Канатник використовують для виготовлення мотузок, канатів. В насінні міститься 18...20 % олії, яка йде на технічні цілі.

В дикому стані зустрічається в Європі, Африці, Азії. Батьківщина культурного канатника – Китай. Рослина культивується в Китаї, в незначній кількості – в Японії та Єгипті. В країнах СНД вирощували канатник на невеликих площах, а останні десятиліття культуру канатника все частіше заміняли на посіви культур з волокном більш високої якості.

Канатник менш вимогливий до тепла, ніж кенаф, пагони витримують заморозки до мінус 2 °С. Світлолюбивий, посухостійкий і чутливий до надлишку вологи, вимогливий до родючості ґрунтів, добре реагує на внесення добрив, особливо азотних і фосфорних.

Кенаф (Hibiscus cannabinus L.)

Однорічна рослина висотою до 3...4 м. Стебло пряме, просте або гіллясте, зелене, іноді червоне. Листя серцеподібної форми. Квіти в пазухах листя крупні, жовтого, кремового або білого кольору. Плід – коробочка, довжиною 2,5 см. і шириною 1...2 см., яка густо засіяна гострими колючими волосками. Насіння темно-сіре, тригранне.

Стебло містить міцне волокно світло-коричневого кольору із шовковистим блиском, яке йде на виготовлення пакувальних тканин, бризентів, високоякісної мішкковини, килимових і декоративних тканин, шпагатів, канатів. Насіння містить майже 20 % світлої прозорої олії (Число омилення 187...189 мг КОН/г; Йодне число 90...99 г I₂/100 г), яка добре зберігається, використовується в шкіряній, миловарній і лакофарбовій промисловостях. Макуха йде на корм тваринам і як добриво.

Культивують кенаф для одержання міцного волокна. В Україні його вирощують в південно-степових районах, частіше в Криму та на дослідних виробничих ділянках.

В дикому стані росте в Індії і тропічній Африці. В культурі кенаф спочатку з'явився в Індії, потім його розпочали культивувати в Китаї, Ірані, країнах Африки та Америки, на півдні Європи. Найбільші площі посівів зосереджені в Таїланді, Індії, Китаї, з країн СНД в Киргизії, Краснодарському краї та на півдні України.

Кенаф вимогливий до світла, тепла, ґрунтів, вологолюбивий, добре реагує на внесення добрив. Вегетаційний період 130...150 днів.

На волокно збирають при досягненні технічної стиглості, яка настає при цвітінні половини квітів. Із свіжезрізаного стебла прямо на

полі на спеціальних машинах виділяють зелений дуб, який сушать і відправляють на луб'яні заводи. На насіння збирають при дозріванні двох-трьох нижніх коробочок, просушують, обмолочують.

Бамія (гібіскус їстівний) (*Hibiscus esculentus* L.)

Однорічна рослина висотою до 2,5 м. Стебло гіллясте, темно-зелене. Листя з довгими черенками, серцеподібне. Квіти довжиною 2,5...5 см, на коротких товстих волосяних квітконіжках. Віночок жовтий або оранжевий з фіолетовою плямою по середині. Коробочки 5...11 гранні, довжиною 6...30 см та шириною 1...5 см, опушені, багато-насінні, насіння від світло-зеленого до чорного кольору.

Гібіскус — овочева і волокниста рослина. В харчових цілях використовують молоді зав'язі (через 3...5 днів після цвітіння) і насіння. Плоди містять 3 % білку, 0,5 % жиру, 8 % вуглеводів. Зріле насіння містить до 18 % харчової олії. Плоди їдять як сирими, так і вареними, смаженими, консервованими. Недозріле насіння вживають замість зеленого гороху, а із зрілих плодів роблять один з найкращих замінників кави. Стебло містить міцне волокно, придатне для виготовлення мотузок і мішковини. Коріння, листя, плоди і насіння використовують в народній медицині.

В дикому стані не існує. Введений в культуру в Африці більше ніж 4 тис. років тому. В XII ст. гібіскус був завезений арабами до Європи. Нині культура розповсюджена в багатьох тропічних і субтропічних країнах, у більшості випадків як городня рослина. Як прядильна — вирощується в Індії, Африці та США.

Рослини овочевих сортів зазвичай невисокі (висота 0,5 м), з невеликою кількістю листя (біля 20) і коротким міжвузлям; рослини прядильних сортів навпаки високорослі (висотою до 2,5...3 м), мають велику кількість листя (довжиною до 12 см.).

Гібіскус вимогливий до тепла, вологи, ґрунту та світла. За температури нижчої 15° С розвиток рослини затримується. Під час заморозків (-1...-2 °С) пагони гинуть, а у дорослих рослин відмирає листя, осипаються квіти і зав'язь. Добре росте лише на родючих легких ґрунтах.

На півдні насіння висівають в ґрунт, коли закінчуються заморозки і прогріється ґрунт. Вегетаційний період триває 3,5...4 місяців.

БІЛКОВО-ОЛІЙНІ РОСЛИНИ

7.8. РОДИНА БОБОВИХ

Родина об'єднує понад 12 тис. видів рослин, серед яких є однорічні і багаторічні трави, кущі та дерева. Назву родини визначила назва плоду — біб. Характерною ознакою рослин родини Бобові є утворення на коренях бульбочок, які заселяють азотофіксуючі бактерії, що здатні засвоювати азот повітря, трансформуючи його у білковий азот. Завдяки цьому бобові рослини збагачують ґрунт азотом та накопичують значну кількість білків, в першу чергу у насінні. Найбільше господарське значення мають соя, сочевиця, горох, квасоля арахіс.

Соя (Glycine max)

Серед арсеналу сільськогосподарських культур навряд чи знайдеться інша культура, крім сої, що так широко і давно вирощується й використовується людиною. Історія сої розпочинається із найстародавнішого центру цивілізації – Китаю, де вона налічує від 4500 до 6000 років. Висока поживність цієї рослини та її унікальні лікувальні властивості були відомі людям у древньому Китаї, Японії, Кореї ще 5000 років тому. Посіви сої поряд з пшеницею і рисом згадуються у найдревніших китайських та інших рукописах. Соя була однією з 5-ти сільськогосподарських культур, які китайський імператор Шен-Нонг оголосив священними (рис, соя, просо, гаолян, пшениця) і щороку під час святкових церемоній власноручно висівав. У китайців соя є як продуктом харчування, так і сировиною для виготовлення ліків.

Одним із секретів зростання чисельності населення в Китаї (щорічно приріст складає близько 13 млн. чоловік) і найбільшої тривалості життя людей в Японії є, очевидно, давня й широка практика використання сої та соєвих продуктів у харчуванні.

З Китаю сою в VII ст. було завезено до Японії і лише в XVII ст. – до Європи. До Європи соя потрапила після екзотичних продуктів (чаю, перцю, шафрану, кориці, бадьяну, апельсинів), і ввозились із-за океану не як культура, а спочатку у вигляді готового соусу. В кінці XVII століття соєвий соус стає предметом активної торгівлі між Сходом і Заходом. Лише у 1873 р. соя вперше була представлена в Європі як сільськогосподарська культура на міжнародній виставці у Відні.

У 1925 р. була створена національна асоціація виробників сої (нині Американська соєва асоціація) яка займалась розширенням виробництва і використання сої.

Різносторонність використання сої підтверджує такий факт. У 1941 р. в газеті «Таймс» була опублікована фотографія Генрі Форда, який б'є сокирою по багажнику свого автомобіля. Пластик, з якого була зроблено автомобіль, виготовлено з сої. І хоча говорили, що сокира була тупа, – автомобіль витримав. Форд використовував соєвий пластик для ручок коробки передач, руля, віконних рам. Форд обіцяв, що через 3 роки приступить до масового виробництва таких автомобілів, але це не стало реальністю, проте різностороннє використання сої набуло широкої зацікавленості.

У 1980 р. в збройних силах США почали додавати соєві білкові добавки до яловичого фаршу, потім частково замінити м'ясні продукти в шкільних сніданках. У 1990 р. в США була прийнята Державна програма по підтримці виробників сої. Для того, щоб впевнено зайняти перше місце в світі по об'єму виробництва і використання сої, американцям знадобилось 190 років. Досвід США у розв'язанні проблем білка за рахунок цієї культури привертає увагу багатьох країн світу.

Самі високі об'єми виробництва сої – в Бразилії та Аргентині.

Виробництво сої в Європейській співдружності сконцентровано в основному в трьох країнах (Італії – 1,25 млн. т; Франції – 0,22 млн. т; Австрії – 0,04 млн. т.). Висівають її у 10 європейських країнах на площі 1,86 млн. га. Наслідком високого рівня агротехніки стала висока врожайність сої: в Італії – 37 ц/га, Франції – 27 ц/га.

У світі нараховується більше, ніж 1100 сортів і гібридів сої. У світовому виробництві сої на кормові цілі використовують 85...90 % загального виробництва насіння сої, 8...10 % – на харчові і 2...5 % на –технічні.

З насіння сої виробляють: борошно, олію, крупу, сурогат кави, рослинний сир та багато інших продуктів, із зелених бобів – різноманітні страви, консерви. Вироби з соєвого борошна особливо цінні для діабетиків, оскільки в ньому майже немає крохмалю. Соєве молоко за складом основних компонентів близьке до коров'ячого.

Соєва є культурою зони мусонного клімату (вологий клімат і висока температура), що потребує активного використання гербіцидів і відносно погано реагує на мінеральні добрива.

Соя, як і всі бобові, є азотфіксуючою культурою, яка збагачує ґрунт азотом і є добрим попередником для озимих культур. Соя містить в своєму насінні до 55 % повноцінного білку і до 27 % ліпідів, вуглеводи, вітаміни та інші речовини. Білок сої за біологічною цінністю близький до білків тваринного походження. До складу соєвих білків входить вісім незамінних амінокислот – лейцин, валін, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан і фенілаланін, необхідних для життєдіяльності людей і тварин. Завдяки такому складу насіння соя є найдешевшим джерелом протеїну. Ця культура не має собі рівних по універсальності використання і посідає перше місце у світовому виробництві серед сільськогосподарських культур.

За останнє десятиріччя світове виробництво сої значно збільшилось в результаті підвищення врожаїв на основі інтенсифікації сільського господарства та використання більш вдосконаленої агротехніки. Поєднання кукурудзи, як високо-енергетичного компоненту, і соєвого шроту, як джерела високоякісного білку з великим вмістом незамінних амінокислот, – основа комбікормової промисловості більшості країн світу. Розвиток виробництва бройлерів і свинини неможливий без використання таких комбікормів.

В Україні перші промислові посіви були зафіксовані на Херсонщині, у Бендерівському повіті Бессарабської губернії і на Полтавщині у 1874...1882 роках минулого століття. У той час врожай складав 80...160 пудів насіння з гектару. Через кілька років її посіви можна було спостерігати в Єкатеринославській, Таврійсько-Харківській і навіть Київській губерніях.

Значний інтерес в Україні до сої виник наприкінці 20-х років минулого століття. У 1927 році нею було засіяно 600 га, у 1928 р. – 2000 га, у 1931 р. – 91000 га. Але таке швидке зростання виробництва сої не отримало підтримки з боку селекційної науки та агротехніки її вирощування, не було приділено достатньо уваги правильному підбору сортів, переробці і збуту продукції, що призвело до скорочення площ у наступні роки.

У період окупації країни вирощування культури різко скоротилося, у цей час було втрачено значну частину місцевого селекційного матеріалу. Відразу ж після війни було прийнято ряд заходів по відродженню культури, впроваджено матеріальне заохочення її виробництва.

Сою в Україні можна вирощувати скрізь, однак на врожайність і якість зерна значно впливають умови її вирощування. Нині врожайність сої становить 11...14 ц/га, на зрошувальних землях – 25 ц/га. Нині площі під соєю в Україні складають близько 450 тис. га. Щоб відмовитися від імпортованих бобів і соєвих продуктів Україні необхідно виробляти 2 млн. т сої щорічно.

В Україні районовано 62 сорти та гібриди сої. Сучасна класифікація сої розроблялася протягом багатомісячної історії її культивування. Найдавнішою класифікацією сої є китайська, яка включає сім груп, що різняться між собою за кольором насіння. Поряд з китайською з'явилася японська, американська, англійська, німецька та інші класифікації, створені в основному за різноманітними ознаками: кольором оболонки насіння, формою і розмірами насіння, сім'ядолей, рубчика тощо. У той же час лише в деяких роботах використовуються інші важливі ознаки самих рослин сої, їх історія, регіони вирощування.



Рис. 7.15. Посіви сої

На європейському континенті, в колишньому СРСР, класифікацію розробляли і вдосконалювали досить тривалий час (Б. В. Скворцов, 1927; В. Б. Єнкен, 1959; Я. Г. Момот, 1932; В. М. Пенчуков і інші 1984; А. О. Бабич, 1993;). В основу наукової класифікації сої покладено морфологічні ознаки насіння, біологічні і фізіологічні властивості рослин, регіони походження. Все різномайття сої розподілено на п'ять підвидів: 1 – дикоросла, 2 – японська, 3 – китайська, 4 – манчжурська, 5 – індійська. Найбільшого застосування набула манчжурська.

Соя – це трав'яниста однорічна рослина, що має велику мінливість за формою, висотою, кількістю і формою листя, квітів, суцвіття, бобів та насіння (Рис.7.15).

Насіння складається з сім'ядолей, оболонки, зародка. За формою воно буває кулястим, овальним або видовженим, плоским чи випуклим. За кольором у стадії повної стиглості – жовтим, коричневим, зеленим, чорним, пігментованим, строкатим. Насіння за величиною поділяють на: дрібне – маса 1000 штук насіння – менша 150 г; середнє – маса 1000 штук насіння 150...200 г; крупне – маса 1000 штук насіння більша 200 г. Масова частка оболонки в насінні становить 7...8%, сім'ядолей – 90%, зародка – 2...3%.

Коренева система стрижнева, головний корінь порівняно короткий, товщий за бокові лише в орному шарі, з великою кількістю довгих бокових коренів і корінців, проникає на глибину до 2 м і більше. Тоненькі корінці становлять 60...70% основної маси кореневої системи, кореневі волоски дуже короткі.

На головному і бокових коренях через 7...10 днів після появи сходів формуються бульбочки. В них розвиваються бульбочкові азотфіксуючі бактерії, які здатні засвоювати азот із атмосферного повітря.

Стебло округлої форми, грубе, у більшості сортів опушене, іноді голе, висотою 60...90 см і більше, товщиною від 3 до 22 мм, в середній частині – 3...12 мм. Кількість вузлів на рослині – до 14...15, розгалужень стебла – 2...7 і більше. Довжина міжвузль – від 3 до 15 см. Колір опушення стебла – від сіро-білого до жовто-бурого; малоопушені рослини менш стійкі до змін теплового режиму, посухи, шкідників і хвороб.

Листки – складні, трійчасті, мають прилистки. Пластинка листка буває гладенькою, зморшкуватою, забарвлення зелене або темно-зелене. Центральний листочок трійчастого листка симетрич-

ний, бокові листочки – асиметричні. Форма листків змінюється за ярусами і дуже різноманітна: широколацентна, широкояйцеподібна, овальна, ромбічна, яйцеподібна, овально-видовжена, клиноподібна з притупленим або гострим кінчиком. На одній рослині буває від 15...20 до 175 листочків і більше, при цьому у ранньостиглих сортів – 46...52, середньостиглих – 60...90 і пізньостиглих – 100...150.

Квіти маленькі, п'ятипелюсткові, білі або фіолетові, майже без запаху, зовні непривабливі, зібрані в коротку або багатоквіткову китицю, можливі проміжні форми китиць. Соя – самозапильна рослина, перехресне запилення трапляється дуже рідко, що залежить від сортових особливостей, погодних умов і місця вирощування. Квітки сидять на коротких квітконіжках, біля основи яких є навколоплідник і чашечка – два маленьких приквітнички. Віночок метеликового типу, білого або фіолетового кольору.



Рис. 7.16. Боби сої

Суцвіття – китиця, розміщена в пазухах листків, іноді попарно, довжиною – від 0,5 до 8 мм і більше. Кількість квіток у багатоквіткових форм – від 15 до 25, малоквіткових від 2 до 4, проміжних від 5 до 14. Сучасні сорти сої за сприятливих умов утворюють таку кількість квітів і плодів, яких достатньо для одержання врожаю зерна 140...170 ц/га, однак фактично врожай буває 45...50 ц/га, рекордний – 93 ц/га.

Плід – біб, що складається з двох половинок, з'єднаних двома швами, причому один із них (черевний) є основним, на ньому прикріплюється насіння, другий (спинний) розміщений з протилежного боку (рис. 7.16). Під час досягання ступки розкриваються і скручуються, насіння обсіпається. Боби мають пряму, зігнуту або серпоподібну форму, довжиною 3...8 см, шириною – 0,5...1,5 см, плоскі або випуклі, з прямою чи чітко випуклою поверхнею, на кінці із дзьобиком. У малоkwіткових китицях буває 1...3 боби, багатокwіткових – 4...8 і більше.

Сорти сої за кількістю бобів поділяються на:

- низькопродуктивні – 10...30 бобів;
- середньопродуктивні – 40...80;
- продуктивні – 90...140;
- високопродуктивні – 150...300 бобів і більше.

Кількість насінин в бобі від 1 до 4, частіше – 2...3. Жовтий колір бобів свідчить про повну фізіологічну стиглість насіння.

Заготівельне насіння сої за базисними нормами повинно мати вологість не більшу 12 %, за обмежувальними – 18 %, вміст смітєвих домішок – не більший 2 %, олійних – 6 % (базисні норми), за обмежувальними нормами вміст домішок не більший 15 % (в т. ч. смітєвих 5 %), морозобійної сої, що відноситься до олійних домішок, не більше 10 %. Зараженість шкідниками хлібних злаків та наявності насіння рицини не допускається.

До смітєвих домішок відноситься весь прохід через сито з діаметром отворів 3 мм, до олійних – бите і подавлене насіння, морозобійне насіння – незріле насіння зі зморщеною оболонкою, деформоване, щупле, пошкоджене самозігріванням чи хворобами, а також насіння соняшнику.

За напрямом використання сорти сої розділяють на харчові з високим вмістом білку (41...46 %) і відносно низкою активністю інгібіторів трипсину (14...20 мг/г білків) і кормові – з вмістом білку 40...41 % і активністю інгібіторів трипсину (24...29 мг/г білків).

Біологічна цінність білків соєвого шроту залежить від ступеню інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів і лектинів.

В кормах, призначених для годівлі птиці і нежуїтих тварин, повинно бути інактивовано не менше 80 % інгібіторів. В промисловості інактивацію визначають за інактивацією уреаз, що корелює зі зни-

женням активності інгібіторів протеолітичних ферментів і лектинів. У готовому шроті, в якому інгібітори і лектини інактивовані, активність уреазы повинна бути на рівні 0,1...0,2 одиниць ΔрН/ 30 хв. Для повної інактивації уреазы, лектинів і інгібіторів при нагріванні шроту чи білку при температурі 110 °С і вологості не нижче 14 % необхідна тепла обробка тривалістю 60 хв.

Хімічний склад насіння сої головним чином залежить від сорту та умов вирощування. Соеве насіння є багатим джерелом білку (30...55 %), олії (18...27 %), до складу вуглеводного комплексу входять олігосахариди: сахароза (4...5 %), рафіноза (1...2 %), стахіоза (3,5...4,5 %), а також крохмаль, декстрини пентозани і геміцелюлози – їх загальна кількість складає 14...33 % маси насіння (Таблиця 7.41).

До складу мінеральних речовин насіння сої входять (% до маси насіння): калій (1,67...2,09), натрій (0,34...0,38), фосфор (0,58...0,66), кальцій (0,22...0,28), магній (0,22...0,24), кремній – 0,4, залізо – 0,018.

Насіння сої багате на фосфоліпіди, до фосфоліпідного комплексу насіння сої входять (у %): фосфатидилхоліні – 46,0; фосфатидилетаноламіні – 25,0; фосфатидилінозитолі – 17,4; фосфатидилгліцерини – 3,6; дифосфатидилгліцерини – 3,4 тощо.

Таблиця 7.41.

Хімічний склад насіння сої (% в перерахунку на суху речовину)

Показники	Сім'ядолі	Зародок	Насіннева оболонка
Масова частка, % від маси насіння	90	2,0	8,0
Ліпіди	20,7	10,4	0,6
Білок (п х 6,25)	41,3	36,9	7,0
Вуглеводи	14,6	17,3	21,0
Зола	4,3	4,0	3,8

Жирно-кислотний склад триацилгліцеринів соєвої олії наведено в Таблиці 7.42.

Таблиця 7.42.

Жирно-кислотний склад триацилгліцеринів соєвої олії (% від загальної суми жирних кислот)

Жирна кислота	Масова частка	Жирна кислота	Масова частка
C _{14:0}	0...0,2	C _{18:3}	5,5...9,5
C _{16:0}	9,7...13,3	C _{20:0}	0,1...0,6
C _{18:0}	3,0...5,4	C _{20:1}	0...0,3
C _{18:1}	17,7...28,5	C _{22:0}	0,3...0,7
C _{18:2}	49,8...57,1	C _{24:0}	0...0,4

Фізико-хімічні властивості соєвої олії наведені в таблиці 7.43.

Таблиця 7.43.

Фізико-хімічні властивості соєвої олії

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	190...195
Йодне число, г I ₂ /100г	120...140
Густина за температури 15 °С, кг/м ³	922...934
Показник заломлення за температури 20°С	1,474...1,478
Температура застигання, °С	-18...-10
Кінематична в'язкість за температури 20 °С, м ² /с	(59...72) x10 ⁻⁶

Особливу групу представляють генетично модифіковані сорти сої із специфічним жирно-кислотним складом триацилгліцеринів: високопальмітинова (HP), високо-насичена (Hsat), високо-стеаринова (HS), високо-пальмітинова/низько-ліноленова (HP/LLn), низько-ліноленова (LLn), низько-насичена (Lsat), низько-насичена/низько-ліноленова (Lsat/LLn). В Таблиці 7.44 наведено вміст основних жирних кислот в олії генетично-модифікованих сортів сої.

Вміст основних жирних кислот в олії генетично-модифікованих сортів сої

Жирні кислоти	HP	Hsat	HS	HP/LLn	LLn	Lsat	Lsat/LLn
C _{16:0} пальмітинова	23,8	21,9	8,0	19,2	11,0	3,5	4,1
C _{18:0} стеаринова	3,8	17,5	27,4	4,1	5,7	2,8	3,4
C _{18:1} олеїнова	15,4	9,4	17,2	23,2	27,5	22,7	28,3
C _{18:2} лінолева	44,1	37,5	39,2	48,2	55,0	60,3	60,6
C _{18:3} ліноленова	11,0	11,0	8,3	3,3	3,5	9,8	2,7
C _{20:0} арахінова	0,4	1,3	1,5	0,4	0,5	0,2	0,2

Селекція сої направлена на підвищення вмісту білків, збільшення врожайності та стійкості до шкідників та обсипання насіння, зменшення вмісту інгібіторів протеолітичних ферментів, пристосованість до комплексної механізації вирощування.

Арахіс (Arachis hypogaea)

Споживчі властивості насіння арахісу зумовлені високим вмістом білків та їх біологічною цінністю.

Арахіс – однорічна трав'яниста рослина родини Бобових, відома з давніх часів. Батьківщиною є Південна Америка, культивується в усіх країнах тропічного і субтропічного клімату. В культурі має дві форми: кущову і сланку, в Україні поширений кущовий арахіс, з висотою стебла 50...60 см, вирощується в Херсонській, Миколаївській, Запорізькій та Дніпропетровській областях. Масова частка олії в насінні 40...65 %. Олія широко використовується в кондитерській, консервній і маргариновій промисловості. З макухи виготовляють халву.

Ядро арахісу додають в кондитерські вироби, з нього одержують арахісове «молоко» і «арахісове масло». Значну частину насіння арахісу використовують безпосередньо в їжу, оболонка бобів і насіння - на корм худобі та в хімічну промисловість, шпроти – на виробництво харчових концентратів і білків.

Корінь арахісу сильно розгалужений, проникає в глибину більше ніж на 1,5 м. Листя з верхньої сторони глянцеове, з нижньої – опушене. Квітки сидять в пазухах листя, жовтого або помаранчевого кольору.

У наземних квітів – перехресне запилення, підземні (клеистогамні) квіти самозапильні.

Після запліднення нижня частина зав'язі наземних квітів подовжується утворюючи гінофор, який 5...6 днів росте вверх, потім згинається і занурює зав'язь в ґрунт на глибину 8...10 см. Після цього із зав'язі починає розвиватися плід – біб, який не розкривається коконоподібної форми з товстою сітчастою шкіркою, що містить зазвичай 3...5 насінин. Насіння кругле або подовжено-овальної форми, темно-червоного або світло-рожевого кольору.

Арахіс дуже вимогливий до вологи, тепла і ґрунтів. Насіння проростає в ґрунті при температурі вище 12 °С, при більш низькій температурі воно загниває чи частково проростає.

Насіння арахісу містить значну кількість білків (Табл.7.45), які легко засвоюються організмом людини і мають високий вміст незамінних амінокислот (Табл.7.46). За біологічною цінністю білки арахісу близькі до білку курячого яйця та м'яса.

Таблиця 7.45.

Вміст основних компонентів в насінні арахісу (%)

Компонент	Насіння	Шрот
Білок (Nx6,25)	24,9	57,9
Ліпіди	56,1	≤ 2
Волога	3,5	8,5

У насінні арахісу головним білком, зв'язаним з ліпідами, є арахін. Це глобулін, його молекула за формою представляє еліпсоїд (співвідношення осей 3:5) і складається з 6 субодиниць. При збільшенні перекисного окислення зв'язок ліпідів з арахіном посилюється. Солерозчинні білки більш пов'язані з ліпідами, ніж солерозчинні.

Таблиця 7.46.

Амінокислотний склад білків насіння арахісу

Амінокислота	% від суми	Амінокислота	% від суми
Аланін	3,8	Лізин	3,4

продовж. табл. 7.4б.

Аргінін	11,3	Метіонін	1,2
Аспарагінова кислота	10,3	Пролін	3,4
Валін	3,6	Тирозін	3,7
Гістидин	2,3	Треонін+серін	7,2
Гліцин	5,0	Триптофан	1,0
Глютамінова кислота	17,0	Фенілаланін	4,3
Ізолейцин	2,8	Цистін	1,2
Лейцин	6,0		

В насінні арахісу містяться інгібітори трипсину і хімотрипсину. Інгібітори ферментів складають близько 6 % загального вмісту білків. Інгібітор з насіння арахісу має молекулярну масу 8 кДа і в його поліпептидному ланцюзі міститься 48 амінокислотних залишків, сполучених дисульфідними зв'язками в п'яти точках. З трипсином і хімотрипсином інгібітори утворюють потрійний комплекс: хімотрипсин-інгібітор-трипсин. У складі комплексів ферменти повністю позбавлені каталітичної активності, тому засвоєння білків сої і арахісу організмом тварин різко знижується. Інактивацію інгібіторів зазвичай проводять шляхом теплової денатурації білків інгібіторів.

Насіння арахісу містить активні ліпоксигеназу і уреазу. Присутність активної ліпоксигенази небажано перш за все тому, що вона викликає окислювальне псування продуктів з арахісу, веде до втрати каротиноїдів у складі олії і окислення лінолевої кислоти. Під дією уреазу йде інтенсивний розпад карбаміду (сечовини) – одного з азотвмісних компонентів комбікормів для тварин. В результаті утворюється вільний аміак, токсичний для тварин.

Під час зараження насіння арахісу мікроскопічними грибами роду *Aspergillus* швидко зменшується вміст високомолекулярних глобулінів – арахіну і конарахіну, які руйнуються до низькомолекулярних білкових компонентів. В насінні майже повністю зникають алкогольдегідрогеназа і кисла фосфатаза і одночасно нагромаджуються естерази, пероксидази, каталази, оксидази і лейцинамінопептидази у вигляді ізоферментів.

Мінеральний склад насіння арахісу досліджений дуже ретельно. В найбільшій кількості містяться калій (540...890 мг/100 г), фосфор (250...660 мг/100 г), кремній і титан (по 80 мг/100 г). Знайдено також бор, марганець, ванадій, цинк і інші елементи (всього 25).

В насінні арахісу знайдено багато вітамінів і біологічно активних речовин. Серед них (мг/кг): біотин – 0,34...1,10; холін – 1650...1740; фолієва кислота – 2,8; інозитол – 1800; нікотинова кислота – 88...200; пантотенова кислота – 25...35. З вуглеводів в насінні арахісу присутні (%): редуруючі цукри – 0,06...0,30; дисахариди (сахароза) – 1,5...7,0; крохмаль – 0,9...6,7; пентозани – 2,2...2,8; целюлоза – 2,0; пектинова кислота – 4,0.

Відносно високий вміст в арахісовій олії пальмітинової кислоти ($C_{16:0}$) обумовлює можливість отримання твердої фракції триацилгліцеринів (пальмітину) під час охолодження олії.

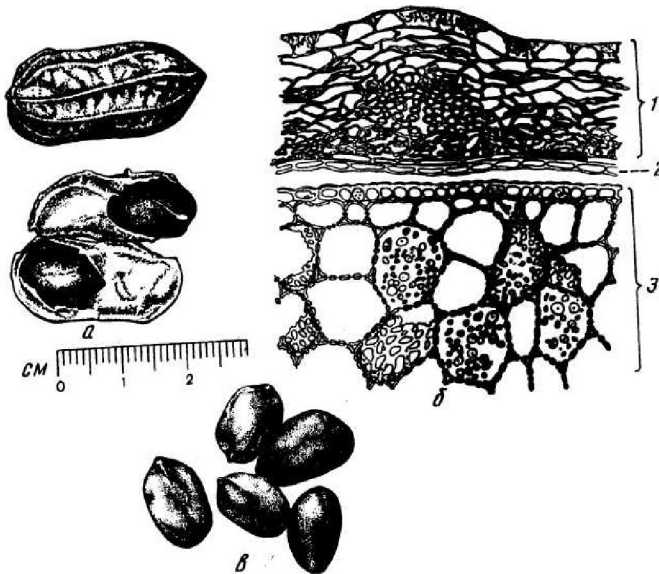


Рис. 7.17. Плоди та насіння арахісу (*Arachis hypogaea*):

а – плоди; б – розріз насінневої оболонки і зародка насіння: 1 – насіннева оболонка; 2 – живильна тканина; 3 – зародок; в – зовнішній вигляд насіння.

В арахісовому шроті, що зберігався за несприятливих умов, можуть бути присутні токсичні продукти життєдіяльності мікрофлори – афлатоксини, тому необхідно проводити детоксикацію білкових продуктів різними методами: фізичні (екстракція афлатоксинів сумішшю полярних розчинників типу метанол:вода:хлороформ), хімічні (окислення хлором, фосфорною кислотою, NaOH, H₂O₂ і ін.) і мікробіологічні методи. На жаль, ці методи не знайшли поки що промислового застосування.

Боби арахісу, які заготовляють, ділять на типи залежно від їх розмірів, кількості насіння та маси 1000 штук насіння (Табл. 7.47).

Таблиця 7.47.

Характеристика основних типів арахісу (ГОСТ 17111-88)

Тип	Кількість насінин в бобі, шт	Маса 1000 бобів, г
Довгоплідний (I)	3 і більше	1200 і більше
Короткоплідний (II):		
великоплідний	1 або 2	1000 і більше
дрібноплідний	1 або 2	менше 1000

Допускається не більше 15 % домішок бобів арахісу іншого типу. По вологості (%) боби арахісу розрізняють: сухі (до 8 включно), середньої сухості (від 8,1 до 11 включно), вологі (від 11,1 до 13 включно) і сирі (понад 13,1). По засміченості боби арахісу можуть бути чисті (вміст сміттєвих домішок до 1,0, олійних до 2 %), середньої чистоти (вміст сміттєвих домішок від 1,1 до 3,0, олійних від 2,1 до 6,0 %) і засмічені (вміст сміттєвих домішок понад 3,1 %, олійних понад 6,1 %).

Заготівельне насіння арахісу (боби) повинно бути без ознак самозігрівання, стороннього запаху, мати здоровий смак, солом'яно-жовтий колір (Табл. 7.48).

Таблиця 7.48.

Вимоги до якості заготівельного насіння арахісу

Показник	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	10,0	15,0
Вміст домішок, %:		

продовж. табл. 7.48.

сміттєвих	2,0	5,0
олійних	4,0	10,0
Зараженість шкідниками	не допускається	допускається зараженість кліщем
Вміст насіння рицини	не допускається	не допускається

Арахіс (боби) постачають для промислової переробки в кондитерську, олієжирову промисловість і в торгівельну мережу. Залежно від призначення якість насіння арахісу, що постачається, повинна відповідати наступним нормам (Табл.7.49.)

Таблиця 7.49.

Вимоги до якості насіння арахісу, що постачається

Показник	Для торгівельної мережі	Для кондитерської промисловості	Для олієжирової промисловості
Вологість, % не більше	10,0	11,0	15,0
Вміст сміттєвих домішок, % не більше:	1,0	3,0	5,0
Мінеральних і органічних	0,5	0,5	–
насіння дикорослих і культурних рослин	не допускається	не допускається	не допускається
Вміст олійних домішок, %:	2,0	6,0	10,0
Вміст насіння рицини	не допускається	не допускається	не допускається
Зараженість шкідниками	не допускається	допускається зараженість кліщем не вище II ступеню	допускається зараженість кліщем

Фізико-хімічні властивості арахісової олії наведені в таблиці 7.50.

Фізико-хімічні властивості арахісової олії

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	182...207
Йодне число, г I ₂ /100г	83...105
Густина за температури 15 °С, кг/м ³	911...929
Показник заломлення за температури 20°С	1,468...1,472
Температура застигання, °С	-2,5...3,0
Кінематична в'язкість за температури 20 °С, м ² /с	(74-89)·10 ⁻⁶

7.9. РОДИНА МОЛОЧАЙНІ (EUPHORBACEAE)

Родина Молочайні еволюційно є однією з найстародавніших ботанічних родин. До цієї родини відносяться такі олійні культури як рицина та тунг.

Особливістю хімічного складу рицинової і тунгової олії, що відрізняє їх від переважної більшості рослинних олій та інших природних жирів, є високий вміст однокислотних триацилгліцеринів. Переважаючою жирною кислотою в складі триацилгліцеринів рицинової олії є рицинолева, для тунгової – β-олеостеаринова. Це унікальні жирні кислоти за своєю будовою та властивостями, які майже не зустрічаються в інших олійних культурах. Рицинова та тунгова олія є не харчовими, їх використовують техніці та в хімічній промисловості. Неліпідна частина насіння також потребує додаткової обробки перед використанням для кормових цілей, оскільки в насінні знаходиться високий вміст токсичних речовин.

Рицина звичайна (*Ricinus communis L.*) – однорічна трав'яниста рослина висотою до 2 м (Рис.7.18). Стебло порожнисте, колінчате, гіллясте зеленого, червоного чи фіолетового кольору. Листя чергове з **черенками** довжиною 20...60 см, продовгувате, зубчасте. Суцвіття – складна китиця, на одній рослині може бути сформовано від 2 до 12 суцвіть, в кожному зібрано 50...200 квітів. Спочатку зацвітає

центральна китиця потім з інтервалом 10...12 днів – квіти нижніх суцвіть. Квіти однодомні, розташовані на осі суцвіття – тичинкові квіти в нижній частині, маточкові – у верхній частині суцвіття. Плід – кулеподібні чи подовжені трьохнасінневі, трьохстворчаті коробочки, оголені чи з шипами, розтріскуємі чи не розтріскуємі. Насіння рицини овальної чи яйцеподібної форми з твердою блискучою строкатою оболонкою – сірого, світло- чи темно-червоного кольору, колір мозаїки контрастний – коричневий, рожевий, світло-сірий. Насіння рицини за своєю строкатістю, формою та забарвленням нагадує кліща.



Рис. 7.18. Зовнішній вигляд рицини

Батьківщиною рицини є тропічна Африка, де вона представляє собою багаторічну рослину з деревовидним стеблом висотою до 10 м. Культивується в багатьох країнах всіх материків світу. В Україні висівають в степовій зоні в незначній кількості (в Миколаївській, Херсонській, Дніпропетровській, Запорізькій, частково Одеській областях).

Сорти рицини поділяють на дві групи: із коробочками, які розтріскуються, і дрібним насінням (маса 1000 штук насіння 150...300 г) та з коробочками, які не розтріскуються, і крупним насінням (маса 1000 штук насіння 700...800 г). Сорти з розтріскуємими коробочками збирають в 3...4 прийоми по ходу дозрівання китиць, зрізуючи їх з наступним обмолочуванням на токах. Сорти з нерозкриваємими коробочками можна збирати комбайнами з наступним обмолочуванням на спеціальних молотилках.

Врожайність рицини досягає 15 ц/га, вегетаційний період 110...120 днів, вихід олії 4,2...6,4 ц/га. Олійність насіння рицини становить від 40 до 60 %, в ядрі - 52,2...72 %. Вміст оболонки в насінні 22,7 %. Крім олії, в насінні міститься 17 % білкових речовин, представлених в основному глобулінами і альбумінами, 10...12 % безазотистих екстрактивних речовин і приблизно 18 % клітковини. До білкових речовин відноситься мало вивчений токсальбумін – рицин, що локалізується в ендоспермі і зародку (накопичується до 2...3 % від маси насіння). Смертельною дозою для дітей є вживання 6 насінин рицини, для дорослих – 20. У тваринних організмах рицин гальмує синтез білку, викликаючи незворотну модифікацію рибосом, які втрачають здатність синтезу пептидних ланцюгів.

В насінні і в інших органах рицини міститься алкалоїд рицинін (від 0,1 до 1 %). Рицинін відноситься до групи піридинових алкалоїдів. Інтенсивне утворення рициніну починається з 4 доби проростання насіння рицини і до 8 доби зростає у 12 разів. Алкалоїд рицинін добре розчиняється у воді і спирті, погано – в ефірі і бензолі. Для людини рицинін мало токсичний.

Незважаючи на те, що насіння рицини після руйнування коробочок проходить очищення, в сировині завжди присутня незначна кількість кусочків коробочок і оболонки насіння, а також незріле, обрешене і розчавлене насіння.

До сміттєвих домішок в насінні рицини відносять весь прохід через сито діаметром 3 мм, до олійних – насіння рицини, обрешене частково чи повністю, бите, проросле, приморожене (зморщене), незріле насіння, зіпсоване самозгріванням, висушуванням, запліснівіле – зі зміненним кольором ядра від жовтого до темно-коричневого.

Середній склад насіння і плодів рицини, що надходить на переробку, наведено в Таблиці 7.51.

Таблиця 7.51.

Склад насіння і плодів рицини, що надходить на переробку

Фракція	Масова частка, %
Ціле насіння	35,9
Коробочки і третинки	38,9
Сміттєві домішки	16,9
Олійні домішки	8,4

Заготівельне насіння рицини поділяють на *дрібнонасінний* тип, і *крупнонасінний* тип. Насіння, в якому домішки насіння іншого типу складають більше 10 %, відносять до суміші типів із зазначенням типового складу у відсотках.

За вологістю насіння поділяють на: сухе (вологість до 6 % включно), середньої сухості (вологість від 6,1 до 7 %), вологе (вологість від 7,1 до 9 %) і мокре (вологість більше 9 %). Насіння рицини, яке закладається на зберігання, повинно мати вологість 6,5-7 %, вміст коробочок – не більший 8,5-9 %. Вимоги до якості заготівельного насіння наведені в Таблиці 7.52.

Таблиця 7.52.

Вимоги до якості заготівельного насіння

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %: насіння обмолоченої рицини	9,0	20,0
насіння рицини в коробочках, третинках чи суміші її з обмолоченим насінням	-	30,0
Вміст сміттєвих домішок, %, не більше:		
з плодовими оболонками	2,0	-
без плодових оболонок	-	10
Вміст олійних домішок, %	4,0	20,0

<i>продовж. табл. 7.52.</i>		
Зараженість амбарними шкідниками	не допускається	допускається лише кліщем

Насіння рицини повинно бути без ознак самозігрівання та стороннього запаху, якщо в насінній масі рицини міститься приблизно 15 % насіння, пошкоджено самозігріванням, чи зі зміненим ядром або пророслого, партія насіння вважається неякісною.

Рицинова олія блідо-жовтого кольору з характерним запахом, густа і в'язка. В жирнокислотному складі рицинової олії міститься до 85 % рицинолевої кислоти, тому рицинова олія не висихає. Крім рицинолевої кислоти рицинова олія містить олеїнову (9 %), лінолеву (3 %) і насичені жирні кислоти (до 3 %). Вміст неомілюваних речовин в олії до 0,4 %.

Рицинова олія ще з давніх-давен була широко відома своїми лікувальними властивостями. Нині промислове використання рицинової олії настільки розширилось, що для медичних цілей (фракція, яку отримують при першому пресуванні,) використовується менше 1 % олії, в основному її широко використовують для виготовлення захисних плівок і покриттів. Рицинова олія виключно високо ціниться в народному господарстві. Вона використовується для змащування реактивних двигунів, що працюють за складних умов, яка зберігає в'язкість при високих температурах і не окиснюється.

Рицинова олія та її похідні є складовими компонентами алкідних і епоксидних смол, сировиною для виготовлення клейнонок і вичинки шкур, для виробництва пластику і каучуку. Її давно застосовують в парфумерії і хімічній промисловості для отримання енантового альдегіду і ундециленової кислоти. Ці речовини можна використовувати для виготовлення поліамідних смол.

Шрот рицини – високобілковий продукт, який містить токсичні речовини. Перед використанням для годівлі тварин його знезаражують методом термічної обробки в присутності вологи, екструзією.

Насіння рицини містить значну кількість фосфоровмісних речовин, комплекс фосфоліпідів насіння рицини містить (у %): фосфатидилетаноламін – 12,2; фосфатидилхолін – 15,1; фосфатидилінозитол – 13,8; лізофосфатидилетаноламін – 3,8; лізофосфатидилхолін – 3,1.

Фізико-хімічні властивості рицинової олії наведені в Таблиці 7.53.

Таблиця 7.53.

Фізико-хімічні властивості рицинової олії.

Показник	Значення
Число омилення, мг КОН/г	173...187
Густина за температури 20°C, кг/м ³	950...974
Показник заломлення за температури 20°C	1,477-1,479
Температура застигання, °C	від -16
Кінематична в'язкість за температури 50°C, м ² /с	110x10 ⁻⁶

7.10. РОДИНА ГУБЦВІТИХ (LABIACEAE)

Губоцвіті — родина, що об'єднує 200 родів і 3500 видів. Основна маса зосереджена в Середземномор'ї. Кущі, напівкущі, трави, що мають ряд характерних ознак: чотиригранне стебло, супротивне листкорозміщення, двогубу квітку з 4 рідше 2 тичинками, верхньою зав'яззю. Плід — чотиригорішок. Рослини мають приємний запах внаслідок наявності залозистих волосків з ефірними оліями. Тому в родині є чимало ефіроолійних, лікарських рослин.

Лялеманція (Lallemantia iberica)

Батьківщиною лялеманції вважається Мала Азія, Закавказзя, Іран та гірські райони Туркменістану, де вона здавна розповсюджена як дикоросла і бур'янопольова рослина, частіше всього в посівах льону. У дикому стані лялеманція зустрічається також в Сибіру, Афганістані, а також в Криму, вздовж Східного узбережжя Каспійського моря, на Півночі Кавказу.

Лялеманцію завезли до Європи з Ірану. Наприкінці XIX ст. лялеманцію відмітили як цінну олійну культуру.

Лялеманцію як олійну культуру вивчали в Інституті олійних культур (м. Запоріжжя), Одеському ботанічному саду, Середньо-

азіатській станції Всесоюзного інституту рослинництва та іншими науково-дослідними установами. У 1932 році в Інституті олійних культур було досконало вивчено олію лялеманції і встановлено, що за якістю утвореною нею плівки їй належить першість серед рослинних технічних олій.

Лялеманція належить до родини губоцвітих (Labiceae). Рід має кілька видів, з яких у культурі зустрічається лише один – іберійський (iberica).

Лялеманція однорічна, трав'яниста рослина зі стрижневим коренем. Стебло пряmostояче, 40-60 см заввишки, чотиригранне, всередині порожнисте, розгалужене. Листки видовжено-ланцетної форми, нижні короткочерешкові. Лялеманція самозапильна рослина. Квіти двостатеві, зібрані в несправжні мутовки. Насіння дрібне, темно-коричневе, з білим рубчиком. Маса 1000 штук насіння – 4-5,9 г, насіння у воді ослизняється.

Хімічний склад насіння лялеманції (% в перерахунку на суху речовину) волога – 9,0-9,7; ліпіди – 24-38 % (вміст ліпідів в оболонці 11-15 %; в ядрі насіння 49-51,8 %); білок (N x 6,25) – 24,3-27,0; целюлоза – 13,4-15,6; декстрини – 2,9-3,2; зола – 3,4-4,8. Олія лялеманції швидковисихаюча, за властивостями подібна до олії перилли, застосовується для виготовлення оліфи та лаків.

Жирнокислотний склад триацилгліцеринів олії лялеманції наведено в Таблиці 7.54.

Таблиця 7.54.

Жирнокислотний склад триацилгліцеринів олії лялеманції.

Жирна кислота	% від суми жирних кислот
C16:0	6-15
C18:0	4-5
C18:1	7-11
C18:2	36-38
C18:3	47-53

Фізико-хімічні властивості олії лялеманції наведені в Таблиці 7.55.

Фізико-хімічні властивості олії лялеманції

Показник	Значення
Густина за температури 20 °С, кг/м ³	937-938
Температура застигання, °С	від -34 до -35
Число омилення, мг КОН/г	185-190
Йодне число, г I ₂ /100г	162-203
Показник заломлення за температури 15°С	1,483-1,484

Макуха, солома та висівки лялеманції використовуються як поживний корм для худоби, крім того вона медоносна рослина. Вегетаційний період короткий і залежить головним чином від погодних умов. Лялеманція не дуже вимоглива до тепла, стійка до заморозків. Сума необхідних середньодобових температур становить 1700°С. Для проростання насіння необхідні тіж умови що й для злакових.

Перилла (Perilla frutescens)

Перилла або судза давно відома в Китаї, Японії, Кореї, Індії. Найбільш вірогідною батьківщиною перилли є Північна Індія, Індокитай і Китай, де і нині зустрічаються дикі форми цієї рослини.

З давніх часів периллу вирощують в країнах Східної Азії, хоча і в невеликих об'ємах. Кореїці та китайці вирощують периллу як городню культуру, з насіння якої добувають олію, частково використовують як харчову, так і для виготовлення лінолеуму, лаків, фарб, оліфи, напівпрозорого паперу типу пергамент (завдяки прозорості придатна для фарбування у білий колір). В Кореї, Японії, Китаї перилу використовують для захисту посівів рису від домашніх тварин.

Світові площі під культурою перилли невеликі. В Україні, починаючи з 1931 року, науково-дослідна робота з периллою проводилась на експериментальній станції Українського інституту рослинництва.

Найбільш сприятливою зоною вирощування перилли в Україні є лісостеп – Хмельницька, Вінницька, Чернігівська, Полтавська і Харківська області, при високій агротехніці в цій зоні врожаї перилли становлять 8-10 ц/га.

Перилла належить до родини Lamiaceae губоцвітих роду *Perilla* L., який представлений двома ботанічними видами. Практичне значення має лише вид *Osimoides*, що поділяється на дві географічні групи: корейсько-китайську та японську. Найбільш поширена перилла корейсько-китайської групи як ранньостигла рослина. Коренева система стрижнева, добре розвинена, проникає в ґрунти до 1,5 м. Стебло прямостояче, дуже розгалужене, густо покрите волосками, висотою до 100 см з сильним ефірним запахом (Рис. 7.19).



Рис. 7.19. Перилла

Листки з довгими черенками, яйцеподібні, на кінцях загострені, по краях зазублені, розміщенні супротивно. Суцвіття багатоквіткова китиця, 9-15 см завдовжки, знаходиться в пазухах листків.

Плід – горішок, діаметром близько 2 мм. Насіння майже кругле з сітчастою поверхнею, коричневого кольору. Маса 1000 насінин 2,2-3,5 г. В насінні міститься 32-52 % швидковисихаючої олії.

Для перилли характерне перехресне запилення. Цьому сприяє велика кількість бджіл, які прилітають на квіти за приємним ефірним запахом і наявністю нектарників в квітках. Але разом з цим перилла здатна до самозапилення.

До тепла перилла невимоглива. Засуха в перший період життя рослини не має такого негативного впливу, як у період утворення репродуктивних органів. Вегетаційний період складає 100-150 днів, урожай насіння 0,8-1,2 т/га.

Хімічний склад насіння перилли (% в перерахунку на суху речовину): ліпіди – 43-48; білок (N x 6,25) – 23-28; целюлоза – 10-13; зола – 4-5; ефірна олія – 0,3.

Олію перилли після рафінації можна використовувати як харчову, але головне її призначення – технічне: в лакофарбовій, поліграфічній, суднобудівній промисловості, а також в фармації, в народній медицині перилу використовують як сечогінний препарат при лікуванні хвороб печінки, жовчного міхура, енурезу.

При висиханні перилова олія утворює плівку, яка міцністю поступається лише півці з тунгової олії. Плівка перилової олії стійка до дії води, повітря, високих температур. Широкий експорт перилової олії в Європу та США, що почався на початку ХХ століття, привів до збільшення виробництва олії (більше 50 тисяч тон за рік).

Насіння перили містить також дубильні речовини, залізо, кремнієву кислоту, сірку, яблучну, аскорбінову кислоту, катехін.

Жирнокислотний склад триацилгліцеринів перилової олії наведено в Таблиці 7.56.

Таблиця 7.56.

Жирнокислотний склад триацилгліцеринів перилової олії.

Жирна кислота	% від суми жирних кислот
C16:0	6-7
C 18:0	1-2
C18:1	13-15
C 18:2	14-17
C 18:3	44-64

Перилова ефірна олія добувається із висушеного листа і стебла перили. Стебло заготовляють в період цвітіння, подрібнюють і висушують. Основним компонентом ефірної олії є периловий альдегід.

Фізико-хімічні властивості перилової олії наведені в таблиці 7.57.

Таблиця 7.57.

Фізико-хімічні властивості перилової олії.

Показник	Значення
Густина за температури 15 °С, кг/м ³	930-939

продовж. табл. 7.57.

Температура застигання, °С	-30
Число омилення, мг КОН/г	190-193
Йодне число, г I ₂ /100г	193-206
Показник заломлення за температури 25°С	1,473-1,478;

Периллова макуха – цінний корм для худоби, багата поживними речовинами. Завдяки відсутності лушпиння периллова макуха переважає соняшникову. Шрот після видалення олії з насіння перилли містить до 45 % білків і 0,006 % ефірної олії. Склад периллової макухи і шроту наведено в Таблиці 7.58.

Таблиця 7.58.

Склад периллової макухи і шроту (%).

Компоненти	Макуха	Шрот
Олія	11,7	1,7
Волога	9,1	11,7
Білкові речовини	37,6	41,5
Безазотисті речовини	17,6	18,7
Клітковина	16,3	18,6
Зола	7,9	8,3

7.11. РОДИНА СТЕРКУЛОВИХ (STERCULIACEAE)

Рослини цієї родини – напівкущі, рідше кущі і трав'янисті рослини, розповсюджені переважно в Південній Африці. Родина налічує приблизно 300 видів.

Шоколадне дерево (*Theobroma cacao* L)

Шоколадне дерево – це невисоке дерево висотою до 10-15 м, утворює підлісок у вологих тропічних лісах. Листя велике, цілнокрайне, вічнозелене. Квіти дрібні, рожеві, виходять пучками зі стовбура, часто навіть із самої основи. Це явище кауліфлорії зустрічається і в інших рослин тропічного лісу, що є біологічним пристосуванням до

запилення метеликами. Метелики не здатні підніматися до верхівок дерев, тому не всі квіти запилюються, і дерево приносить лише 20-50 плодів.

Батьківщина шоколадного дерева – тропічна Америка, басейн і острови Мексиканської затоки, береги рік Магдалени, Оріноко й Амазонки. Через величезну потребу в насінні, уже з XVII століття стали вирощувати плантації шоколадного дерева, спочатку в Південній Америці, особливо в Бразилії. Нині найбільші площі шоколадне дерево займає в тропічній Західній Африці, у Нігерії, Гані та в інших областях навколо Гвінейської затоки, шоколадне дерево розводять також у Шрі-Ланці й Індонезії. Дерево починає плодоносити на 3-й рік, але найбільший врожай збирають на 8-10-му році життя.

Плід ягода, яйцеподібної форми, з витягнутою верхівкою із 10 широкими ребрами, гладкими чи горбистими, жовтий, жовто-червоний (смугастий) чи червоний, до 25 см довжиною і 10-12 см товщиною, оболонка товста, шкіряста (Рис.7.20). Насіння, невірно назване бобами, розташоване в 5 рядів, щільно притиснуте одне до одного й оточене соковитою м'якоттю, кількість насіння в плоді 25-50 штук (Рис. 7.21). Популярність насіння какао і шоколаду відобразилась у ботанічній назві рослини (з грецької – Theos – бог і broma – їжа).



Рис. 7.20. Плоди какао дерева

Насіння містять алкалоїди теобромін (до 2 %) і кофеїн (сліди) вміст жирної олії складає до 50 %. Крім цих основних компонентів, у насінні присутні нітрилглікозиди, дубильні речовини, органічні кислоти і сліди холіну. Алкалоїди знаходяться в листі, навколопліднику та інших частинах рослини.

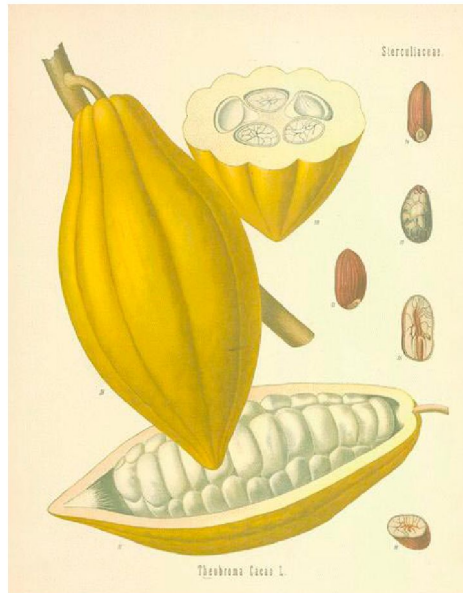


Рис. 7.21. Плоди та насіння какао дерева

Дерево цвіте і плодоносить протягом року. Зрілі плоди зрізують із плодоніжок якомога далі від стовбура, оскільки нові квіти виникають в безпосередньому сусідстві з залишками старих плодоніжок. Відрізаний плід розкривають круговим розрізом у нижчій його частині. Завдяки цьому легко і повністю виймається весь стрижень з усіма його рядами насіння. Насіння звільняють від м'якоті, кислувато-солодку й освіжаючу на смак м'якоть використовують як харчовий продукт. Одне дерево дає 1-4 кг насіння в рік. Насіння складають в баки для ферментації, внаслідок якої ядро набуває фіолетово-коричневого кольору, ніжного солодкувато-маслянистого смаку і тонкого аромату.

Після бродіння насіння піддають повільному сушінню. Свіже і швидко висушене насіння має терпкий гіркуватий смак, без запаху.

Готове насіння овально-сплюснутої форми, довжиною 2-2,5 см, покрите темно-коричневою, тонкою, дерев'янистою оболонкою. Під оболонкою знаходиться залишок ендосперму у вигляді тонкої плівочки, що проникає між складками м'ясистих сім'ядолей, розділяючи їх на нерівні частини. Паренхіма сім'ядолей тонкостінна, містить жирну олію, алейронові зерна і невелику кількість дуже дрібних крохмальних зерен. Хімічний склад какао бобів та продуктів їх переробки наведено в Табл.7.59.

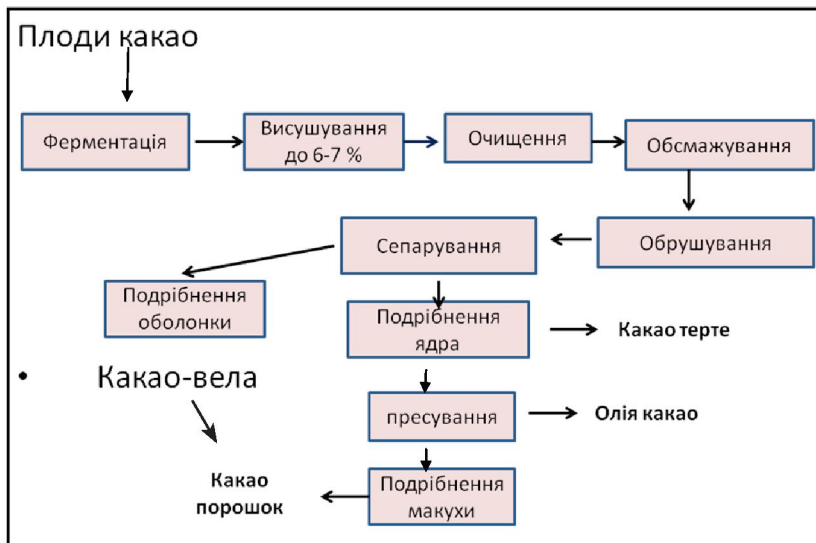
Таблиця 7.59.

Хімічний склад какао бобів та продуктів їх переробки.

Компонент	Какао боби	Какао терте	Какао порошок
Волога	6.0	2.2	4.0
Білки	12.8	13.5	24.2
Ліпіди	53.2	54 - 56	12-14
Моно- і дисахариди	1.4	2.0	3.5
Крохмаль та інші полісахариди	8.0	13.6	24.4
Мінеральні речовини	2.7	2.8	6.3

Насіння підсмажують, після чого тонка оболонка легко знімається за допомогою спеціальних машин. Оболонка становить 10-15 % від маси насіння і називається какаовела, використовується для добування алкалоїду теоброміну. Ядро насіння містить 45-55 % жирної олії, білкові речовини, 1-2 % теоброміну. Його розтирають між вальцями, після чого масу піддають гарячому пресуванню. Гарячу олію фільтрують на фільтрах і виливають у форми, де вона швидко застигає при кімнатній температурі. Схему переробки плодів какао можна зобразити наступним чином:

Олія какао — це шматки світло-жовтого кольору (при прогрітій біліє), приємного запаху, плавиться при температурі 30-40 °С.



Складається з трьох- і двокислотних тригліцеридів. Фізико-хімічні властивості олії-какао наведені в Таблиці 7.60.

Таблиці 7.60.

Фізико-хімічні властивості олії-какао.

Показник	Значення
Температура плавлення,	20-30 °С
Масова частка води, %	0.05
Масова частка вільних жирних кислот, %	1.75
Масова частка неомілованих речовин, %	0.35
Пероксидне число, мМоль 1/2 О/кг	1.0
Йодне число, % J ₂	34-35
Масова частка твердих триацилгліцеринів за температури 20°С, %	76

Жирно-кислотний склад какао олії наведено в Таблиці 7.61.

Жирнокислотний склад олії какао.

Жирна кислота	Масова частка (% від загального вмісту жирних кислот)
Пальмітинова	24,4
Стеаринова	35,4
Олеїнова	38,1
Лінолева	2,1

Макуху подрібнюють і використовують як порошок какао для напоїв. При виготовленні шоколаду залежно від сорту до порошку какао додають олію какао, цукру, іноді молоко, ваніль та інші інгредієнти і масу виливають у форму.

Історична довідка. Під час завоювання Південної і Центральної Америки іспанці звернули увагу, що всі жителі тропічних лісів вживають насіння какао (мексиканські індіанці називали насіння «какаутл»). Підсмажене насіння очищали від дерев'янистої оболонки, варили з водою, розтирали, додавали кукурудзяного борошна, ароматизували ваніллю і збивали в піну. Застиглу масу їли холодною і називали її «чоколатл» (від слів: чоко – піниста, атл – вода), звідси європейська назва «шоколад».

7.12. РОДИНА МАКОВИХ (PAPAVARACEAE)

Особливістю рослин цієї родини є здатність до накопичення алкалоїдів — папаверіну, морфіну, кодеїну. В зв'язку з цим їх широко використовують у фармакопії. І з цієї ж причини вільне вирощування цих рослин заборонене у деяких країнах. Проте рослини цієї родини здатні також накопичувати значну кількість олії в насінні.

Мак (*Papaver somniferum* L)

Мак належить до родини макових. Це одна з найстародавніших культур. В розкопках свайних будівель у Швейцарії, що відносяться до кам'яного віку було знайдено насіння і коробочки маку. Перші відомості про культуру маку в стародавній Русі належать до XI століття: його сіяли в Києві як ласощі.

На Україні мак висівають у Київській, Хмельницькій, Полтавській, Черкаській та Вінницькій областях.

Він відомий як декоративна, лікарська та олійна культура. З вісьми підвидів маку в нас зустрічається п'ять, з яких тільки один євразійський вирощується як олійна культура для харчових цілей, решта – використовуються як опіумні форми.

Мак олійний – однорічна трав'яниста рослина. Корінь стрижневий, досить сильний, але не глибоко заходить у землю. Куц середньої висоти, не дуже гіллястий. Восковий наліт слабкий або зовсім відсутній. Листя як велике так і середньої величини, тонке, не шкірясте, зелене і темнозелене. Нижні прикореневі листки більші, а стеблові менші, лопатеві або сильно вирізані, зубчасті, основа пластинки листка обіймає стебло. Віночки квіток складаються з чотирьох пелюстків і бувають фіолетові, червоно-фіолетові з темною або червоні з білою плямою, чи рожеві з фіолетовою, рідше білою обплямівкою.

Плоди маку – коробочки з нерівною поверхнею, сегментовані, конусовидні, овальні, рідше сплюснуті, при досяганні бувають закритими, рідше – відкритими.

Насіння сіре, блакитне, жовте або біле, дуже дрібне. Маса 1000 штук насіння до 0,5 г. Кількість насінин у коробочці близько 4000.

За характером використання сорти маку поділяють на дві групи: олійні і опійні. В Азії основною метою вирощування маку було отримання опію, в Європі його використовували переважно для добування олії і в кондитерському виробництві (для посипання булочок, рогаліків, для начинки). В давнину широко використовували мак як лікарський засіб, що має прохолоджувальні, знеболюючі і снодійні властивості (вживається у вигляді молока та сиропу).

Насіння олійного маку містить від 40 до 56 % (від сухої маси насіння), 20-24 % протеїну, близько 19 % вуглеводів, 5-7 % мінеральних речовин і 6-10 % клітковини. В золі є багато фосфору та кальцію. Йодне число макової олії дорівнює 131-143 г J_2 /100 г, а число омилення 189-198 мг КОН/г. Макова олія має високу антиокислювальну здатність, довго не прогіркає і тому високо ціниться в кондитерській та консервній промисловості. Олію добувають холодним пресуванням. Макуха відрізняється високими кормовими якість, в ній міститься приблизно 32 % білку і до 10 % олії.

В хімічному складі виявлено двадцять алкалоїдів. Найбільша кількість (1,5-2,5 %) міститься в коробочках. З опійного маку в минулому отримували опій – висушений на повітрі сік, який витікає із надрізів коробочок. Із зрілих коробочок вилучають алкалоїди морфін (0,3-0,5), папаверин (0.05 %), котрі дозволені для медичного використання.

Морфін використовують, головним чином, як знеболюючий засіб, особливо при травмах, при хірургічних втручаннях. Морфін зменшує негативні емоції, страх, тривогу, пригніченість настрою, відчуття голоду і втоми. При повторних прийомах препарату нерідко виникає паталогічна залежність від морфіну – морфінізм. Це обмежує використання препарату. Папаверин широко використовують при гіпертонічних хворобах, стенокардії, мігрени, бронхіальній астмі. Кодеїн також широко використовують як протикашлевий і снодійний засіб. Значну частину морфіну переробляють в кодеїн.

Згідно стандарту на насіння маку олійного, що призначене для переробки, поділяється на типи, наведені в Таблиці 7.62.

Таблиця 7.62.

Типи насіння маку олійного

Тип	Колір насіння, що характеризує тип	Наявність насіння інших типів, %, не більше
I	Блакитний, сірий і сіро-блакитний	15
II	Білий і жовтий	15
III	Бурий, буро-коричневий і коричневий	15

Насіння олійного маку, яке не задовольняє вимоги щодо вмісту насіння інших типів, виділяють як суміш типів із зазначенням складу у відсотках.

Насіння олійного маку, що надходить для промислової переробки, повинно відповідати наступним вимогам, наведеним в Таблиці 7.63.

Таблиця 7.63.

Вимоги до якості насіння маку олійного для промислової переробки.

Показник	Значення
Вологість, %, не більше	11,0

продовж. табл. 7.63.

Вміст смітєвих і олійних домішок, %, не більше: в тому числі смітєвих насіння блекоти	15,0 3,0 0,1
Зараженість шкідниками хлібних злаків	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище II ступеню
Вміст насіння рицини	Не допускається

Базисні та обмежувальні норми для заготівлі насіння олійного маку наведені в Таблиці 7.64.

Таблиця 7.64.

Базисні та обмежувальні норми для заготівельного насіння олійного маку.

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %, не більше	11,0	14,0
Вміст смітєвих домішок, %, не більше	1,0	5,0
Вміст олійних домішок, %, не більше	2,0	
Разом смітєвих і олійних домішок, в тому числі насіння блекоти, %, не більше		15,0 0,2
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається крім зараженості кліщем	

Згідно стандарту насіння маку класифікують за вологістю: сухе – вологість до 10 %, середньої сухості – вологість 10,1-11,0 %, вологе – вологість 11,1-12,0 %, мокре – вологість більше 12,0 %; за засміченістю: чисте – смітєвих домішок до 1,0 %, олійних до 2,0 %; середньої чистоти – смітєвих домішок – 1,1-3,0 %, олійних домішок – 2,1-12,0 %; засмічене – смітєвих домішок 3,0 % і більше, олійних домішок більше 12,4 %.

7.13. РОДИНА РОЗОЦВІТИХ (ROSACEA)

До цієї родини відносяться цінні плодови (вишня, абрикоси, персики, сливи, яблуни) та декоративні культури. Для деяких культур цієї родини характерним є висока олійність ядра насіння (кісточки).

Мигдаль (*Amygdalus L*)

Ядро мигдалю (Рис.7.22.)– високопоживний, дієтичний і лікувальний продукт. В харчовій промисловості використовується при виготовленні високоякісних кондитерських виробів і делікатесів.



Рис. 7.22. Насіння мигдалю

З введенням мигдалю в культуру пов'язано багато легенд: квітуче ніжно-рожеве деревце нагадувало образ богині – красуні Амігдаліни – від її ім'я походить назва – амігдалус. Садова культура широко розповсюджена у всіх країнах середземноморського басейну (Греція, Італія, Іспанія, Алжир, Туніс, Марокко), Болгарії, Угорщині.

Вміст олії в ядрі коливається від 49,9 до 67,7 %, вміст білку 14,7-34,9 %. Вуглеводів 8,5-14,8 %. В ядрі містяться мікроелементи і вітаміни, необхідні для здоров'я людини (Таблиця 7.65).

Таблиця 7.65.

Склад золи (мінеральних речовин) і вітаміни ядра мигдалю

Мінеральні речовини	Вміст, %	Вітаміни	Вміст, %
Зола	3,9	Тіамін	0,25
Кальцій	0,25	Рибофлавін	0,67

продовж. табл. 7.65.

Фосфор	0,48	Нікотинова кислота	4,6
Залізо	0,004	Аскорбінова кислота	Сліди

Рід Мигдаль об'єднує близько 40 видів, але в садівництві розповсюджений один вид – мигдаль звичайний, який відрізняється за смаком ядра – солодкий і гіркий. Солодкий мигдаль використовують головним чином у кондитерській промисловості. Гіркий мигдаль використовують майже виключно для отримання олії. В дикій природі росте на південно-західних схилах Тянь-Шаню, Ташкентського Ала-тау, території Туркменії. Мигдаль відноситься до групи комахоопилюваних рослин. Дерево живе до 80 років.

Висота рослини 4-6 м, листя сизо- чи темно-зелене, м'які, квіти білі з рожевим відтінком мають п'ять пелюсток. Плід складається з навколоплідника, кісточка та ядра. Ядро мигдалю подовжено-плоскої форми, складається з сім'ядоль білого кольору, які щільно прилягають одна до одної. Хімічний склад ядер мигдалю наведено в Таблиці 7.66.

*Таблиця 7.66.***Хімічний склад ядра мигдалю (%)**

Компоненти	Мигдаль солодкий		Мигдаль гіркий
	Свіжий	Сухий	
Волога	27,7	6,3	5,5
Олія	41,0	53,2	42,8
Сирий білок (N x 6,25)	16,5	21,4	34,3
Безазотисті екстрактивні речовини	10,2	13,2	14,2
Клітковина	2,8	3,6	-
Зола	1,8	2,3	3,2

У ядрі мигдалю міститься в середньому 23,6 % (N x 6,25) сирих білків. У складі білків мигдалю виявлено альбумінову, глобулінову фракції. Білки мигдалю мають високу біологічну цінність (Таблиця 7.66).

ця 7.67). У знежиреному залишку ядра мигдалю виявлено глікозид амігдалін, у гіркому мигдалі міститься до 3,5 % амігдаліну.

Таблиця 7.67.

Вміст незамінних амінокислот в білках ядра мигдалю

Амінокислота	Вміст, г на 100 г сирого білку
Аргінін	11,1
Гістидин	1,5
Ізолейцин	0,4
Лізин	6,6
Фенілаланін	2,4
Триптофан	1,3

Мигдальна олія безбарвна або світло-жовта, майже без запаху, з приємним горіховим смаком. Застосовується в медицині, парфумерії, косметичі і для харчових цілей.

7.14. ПЛОДИ І НАСІННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Сучасні тенденції формування здорового раціону харчування диктують необхідність створення нових продуктів з підвищеною біологічною і фізіологічною цінністю. З цією метою доцільно використовувати природну олійну сировину, що містить збалансований комплекс жирних кислот, білків і біологічно активних ліпідів, у тому числі, каротиноїдів і токоферолів, а також мінеральних елементів.

Перспективними джерелами біологічно активних ліпідів, білків і мікроелементів можуть служити нетрадиційні види рослинної сировини з високим їх вмістом. До нетрадиційних видів сировини відносять насіння томатів, гарбузів, огірків, кавунів тощо. Олію з них застосовують для харчових і технічних цілей. Знежирене насіння використовують як корм для худоби.

Гарбуз (*Cucurbita pero*)

Гарбуз – однорічна трав'яниста рослина родини гарбузових (*Cucurbita*). Плід – соковита багатонасінна ягода з жовтою м'якоттю, діаметром від 15 до 40 см, інколи і більшим. Насіння становить 0,75-5 % маси гарбуза. З 1 га збирають 200 -300 кг іноді до 700 кг гарбузового насіння. Насіння плоске, еліптичне, довжиною 10-12 мм, що має дві оболонки – зовнішню, дерев'янисту, жовтувато-білу і внутрішню у вигляді плівки, зеленувато-сіру. Насіння без ендосперму, зародок – з великими сім'ядолями. Насіннева оболонка складає в середньому 20-32 % маси насіння. Маса 1000 штук сухого насіння 140-350 г.

Хімічний склад гарбузового насіння (% у перерахунку на суху речовину): волога 6,0-6,5; ліпіди – 34,1 - 38,0; білок (N x 6,25) 31,0-32,5; целюлоза 13,6-18,1; розчинні вуглеводи 9 - 10,4. Вміст олії в ядрі – 47,4 -54,6 %.

Шрот гарбузового насіння містить 32-55 % білку. Білок, отриманий при переробці лущеного насіння, використовують в харчових цілях.

Вологість насіння після його вилучення з плодів складає 43-50 %. Дія температури, вологи і ферментів насіння викликає збільшення кислотності олії та накопичення в ній продуктів окиснення.

Останнім часом, все частіше гарбузову олію використовують з лікувально-профілактичною метою.

Гарбузова олії відноситься до лінолевої групи, переважаючою є поліненасичена лінолева кислота (Таблиця 7.68).

Таблиця 7.68.

Порівняльний жирнокислотний склад деяких олій

Назва олій	Насичені кислоти, %	Мононенасичені кислоти, %	Поліненасичені кислоти, %	Олеїнова кислота, %	Лінолева кислота, %
Соняшникова	9-11,3	23,8	59,8	22,1	47-59,8
Гірчична	3,9	67,6	23,4	22,4	17,8
Олія з насіння гарбузів	3,8-7,2	27,0-30,0	58,0	(21-47)	57,0 (36-61)

Для найбільш ефективного співвідношення в харчових оліях ненасичених жирних кислот виробляють гірчично-соняшникову і гірчично-гарбузову олії.

Гарбузова олія містить токофероли (76 % від суми токоферолів становить α -токоферол і 24 % його ізомери). Це зумовлює достатньо високу стійкість олії до окиснення при зберіганні та її біологічну активність. В олії знайдено фітостерин кукурбітол $C_{27}H_{46}O$, вуглевод мелен $C_{30}H_{62}$ та оксистеротинову кислоту.

Волоський горіх (Juglans regia L)

Це дерево висотою від 15 до 30 м. Культура однодомна. Листя велике, складне, непарноперисте, яке складається з 5-9, рідше 11-13 листочків. Плід (Рис.7.23) – несправжня кістянка, складається з м'ясистого навколоплідника (перикарпу), кісточки – несправжньої кістянки (ендокарпу) і зародка з великими складчастими сім'ядолями – (ядра). Дозрілий навколоплідник розтріскується.



Рис. 7.23. Волооські горіхи

Волоський горіх теплолюбива рослина, запилюється вітром. На одній рослині є жіночі і чоловічі квіти, які цвітуть не одночасно (явище дихогамії) в одних – першими зацвітають чоловічі (сережки) і за 5-14 днів – жіночі або навпаки. Пилко вітром переноситься на 100 і більше метрів.

Вік дерев може досягати 300 і більше років. У Криму в селищі Генеральське Алуштинського району росло 1000-річне дерево, яке загнило від блискавки.

Білки волоського горіха містять майже всі амінокислоти. Вживання горіхів у свіжому вигляді запобігає порушенню вуглеводного обміну, вітамін В₁ (тіамін) стимулює окиснення цукру і сприяє розщепленню пірвіноградної кислоти. Плоди горіху використовуються широко в народній медицині, як лікувальний засіб. Деревина горіхів є цінною сировиною для виготовлення меблів, художніх виробів, музикальних інструментів.

Згідно ГОСТу 16832-71 горіхи волоські за якістю поділяються на три сорти: вищий, перший і другий. Розмір горіхів (найбільший поперечний діаметр) відповідно повинен бути не меншим, мм: для вищого – 28,0, першого – 25,0, другого – 20 мм. Вихід ядра, % - 50, 45, 35, відповідно, вологість ядра не більше 10 %.

Згідно ГОСТу 13854-78 при закладанні на зберігання насіння горіхоплідних дерев і чагарників повинно мати вологість: горіха волоського – 11-12 %, ліщини – 13 %, фісташок – 6-8 %.

Ядро волоського горіха згідно ГОСТу 16833-71 за якістю поділяють на два сорти: вищий і перший, які відповідають нормам і характеристикам наведеним в Таблиці 7.69.

Таблиця 7.69.

Вимоги до якості ядер волоського горіха

Показники	Норми та характеристики для сорту	
	вищого	першого
Зовнішній вигляд	Ядра цілі і половинки нормально розвинуті, здорові	
	Шкірочка світло-золотиста, ядро при розмелюванні з жовтим відтінком. Допускається не більше 5 % ядра із забарвленням шкірочки до коричневого кольору	Шкірочка від світло-коричневого до коричневого кольору, ядро з жовтим відтінком. Допускається не більше 10 % ядра із забарвленням шкірочки більш темного кольору, але не чорного

продовж. табл. 7.69.

Смак і запах	Характерний для волоського горіха, без сторонніх присмаків і запахів	
Вологість, %, не більше	7,0	7,0
Наявність частинок ядра, % (до маси), не більше	10,0 (від четверті до половини ядра)	15,0 (різних розмірів, але не менших 1/8 ядра)
Засміченість шкаралупою, плівкою плодової перегородки, %, не більше	0,1	0,2
Наявність ядер, зморщених, прогрітих, %, не більше	2,0	5,0
Наявність ядер пліснявих, гнилих, пошкоджених шкідниками (комахами чи гризунами)	Не допускається	

Олія плодів волоського горіха забарвлена в жовто-коричневий колір і відноситься до лінолево-олеїнової групи. Жирно-кислотний склад олії наведено в Табл. 7.70.

*Таблиця 7.70.***Жирно-кислотний склад горіхової олії.**

Жирні кислоти	Масова доля, % від загального вмісту
Пальмітинова	7...8
Пальміто-олеїнова	0,1...0,2
Стеаринова	1,8...2,2
Олеїнова	17...19
Лінолева	56...60
Ліноленова	3...14
Арахінова	0,1
Бегенова	0,1

Насіння томатів

Томати відносяться до родини пасльонових (*Solanaceae Pers*), яка нараховує 80 родів і більше 2000 видів. Родина пасльонових об'єднує значну кількість харчових, технічних і лікарських культур, деякі з них мають в своєму складі алкалоїди, глікозиди, які є отруйними.

Рід *Lycopersicon Tourn*, до якого відносяться томати, має багато морфологічних ознак (листя, суцвіття, стебла) подібних до рослин роду *Solanum*.

Рід *Lycopersicon Tourn* ділиться на три види: *L. Peruvianum Mill* (перуанський), *L. hirsutum Humbert Bonp* (волосистий) і *L. esculentum Mill* (звичайний). Останній вид поділяють на 3 підвиди: дикий, напівкультурний та звичайний.

Насіння культурних форм томатів, яйцеподібної форми, з заго-стренням, жовтувато-сірого кольору, опушені. Нині виведено декілька сортів і гібридів з темно-коричневим опушеним насінням. Насіння томатів має форму плоского овалу і характеризується значним вмістом твердого товстостінного лушпиння. Розміри насіння (мм): довжина 3, ширина 2, товщина 1,5. Маса 1000 штук насіння від 1 до 4 г. Насіння диких видів (перуанський, волосистий) щедрібніше, до того ж останні темно-коричневого кольору, не опушені. Зародок має зігнуту форму і складається з довгих сім'ядолей і короткого корінця. Кожна насінина знаходиться в слизовій оболонці (панцир), що затримує передчасне проростання насіння. При пророщенні насіння спочатку з'являється корінець, потім розправляються згорнуті у вигляді петлі сім'ядолі.

При переробці томатів із виробництвом соку, соусів, пюре, пасти відходом є вичавки – суміш насіння, шкірки плодів і залишків м'якоті. Хімічний склад окремих фракцій томатних вичавок наведено в Таблиці . Плід томатів – дво- чи багатогніздова соковита ягода, в якій міститься 94 % води, 4 % вуглеводів, 1 % білків і 1 % ліпідів. У плодах томатів міститься від 0,5 до 8,0 % насіння, найчастіше від 4 до 5 % маси плоду.

Насіння томатів відокремлюють від вичавок після їх висушування, подрібнюючи і розділяючи за розмірами на насіння і подрібнену шкірку томатів, або при промиванні вичавок водою, використовуючи різницю густини насіння і шкірочки томатного плоду (насіння тане у воді, а м'якоть і шкірочка плоду спливає). Насіння, що осіло, меха-

нічно віджимають від вологи і висушують в сушарках до вологості 11-12 %.

Грудочки насіння з невідокремленою шкіркою, що утворилися під час сушіння, подрібнюють і відсіюють насіння. Вихід насіння становить 1 % до маси плоду.

Хімічний склад насіння томатів та його фракцій наведено в Таблиці 7.71.

Таблиця 7.71.

Хімічний склад насіння томатів, шкірочки і томатних вичавок

Компонент	Масова частка, (% до сухих речовин)		
	насіння томатів	шкірочка томатів	томатні вичавки
Білки (Nx6,25)	29,6	10,8	23,9
ліпіди	32,5	2,8	21,8
фосфоліпіди	1,1	сліди	0,8
мінеральні речовини	2,95	1,9	2,1
Вуглеводи:	34,7	80,1	48,3
у тому числі клітковини	21,2	42,4	27,6
Масова частка, мг %:			
каротиноїдів,	16,4	27,8	25,1
у тому числі β-каротину	1,2	1,9	1,8
Токоферолів:	64,4	відсутні	39,3
у тому числі α-токоферолу	51,5	відсутній	35,4
Масова частка глікозидів, %:			
нарингину	відсутній	4,3	1,3
α-томатину	2,8	3,8	3,1

Слід зазначити, що кількість глікозидів у насінні томатів і томатних вичавках невелика і практично не може негативно впливати на готові продукти, тому що поріг гіркоти нарингінгу складає $2 \times 10^{-3} \%$, а в α -томатину – $5 \times 10^{-3} \%$.

Білки насіння томатів мають високу біологічну цінність та характеризуються високим вмістом розчинних фракцій (Таблиця 7.72, для порівняння наведено вміст розчинних фракцій в насінні сої).

Таблиця 7.72.

Порівняльна характеристика фракційного складу білків насіння томатів та сої.

Фракція білків	Вміст, % до загального білка		
	Насіння томатів	Томатні вичавки	Насіння сої
альбуміни	18,25	16,95	4,00
глобуліни	59,46	62,50	87,44
глутеліни	22,3	20,55	8,56
проламіни	відсутні	відсутні	сліди

Вміст окремих вуглеводів в томатних вичавках та насінні томатів наведено в Таблиці 7.73.

Таблиця 7.73.

Вміст вуглеводів в томатних вичавках та насінні томатів.

Вуглеводи	Масова частка, % на суху речовину	
	Насіння томатів	Томатні вичавки
Глюкоза	0,4	0,7
Цукроза	2,4	3,2
Рафіноза	0,2	0,1
Крохмаль	2,0	1,4
Клітковина	19,6	25,5
Геміцелюлоза	7,5	9,3

З насіння томатів одержують олію від світло-жовтого до темно-коричневого кольору з гострим перцевим запахом, що містить 0,8-

1,0 % фосфоліпідів, 112-150 мг /100 г токоферолів, до 1 % каротиноїдів і 0,8-1,88 % інших неомилюваних речовин.

Олію використовують для харчових і технічних цілей. Знежирене насіння йде на корм худобі. Фізико-хімічні властивості томатної олії наведені в таблиці 7.74.

Таблиця 7.74.

Фізико-хімічні властивості томатної олії

Показник	Значення
Густина за температури 15°С, кг/м ³	920...929
Показник заломлення за температури 20°С	1,470-1,479
Температура застигання, °С	від -6 до (-2)

Плодові кісточки

Плодові кісточки одержують як відходи на плодоконсервних виробництвах. На оліе-добувні заводи надходить суміш кісточок різних плодів – вишні, сливи, персиків, абрикосів тощо. Технологічні процеси виготовлення соків, варення, пюре, стерилізованих консервів суттєво впливають на якість кісточок і олії в них. В кісточках, як правило, міститься олія з підвищеним кислотним числом (до 20 мг КОН), що пояснюється підвищеною активністю гідролітичних процесів у їх ядрах під час технологічної обробки плодів та при зберіганні й транспортуванні кісточок.

Характерною особливістю усіх плодових дерев є плід «кістянка», в якому олія зосереджена в ядрі, ядро покрите міцною задерев'янілою оболонкою. Особливістю хімічного складу кісточкових є наявність в ядрі цианового глікозиду амігдаліну. В складі жирних кислот олії основною є олеїнова кислота.

Вишня звичайна (*Cerasus vulgaris Mill*)

Плодова кісточкова порода. Плоди містять 8-14 % цукру (глюкозу), 0,8-2,4 % кислот, 0,2-0,8 % дубильних і 0,3-0,6 % пектинових речовин., вітамін С, мінеральні солі. Кісточки складають приблизно 40 % маси плоду, ядро – 28 % маси кісточки. У ядрі міститься 0,8 % амігдаліну. Вишня – добрий медонос. На Україні росте повсюдно. За площею в садибах займає друге місце після яблуні.

Кісточки є відходом при виготовленні варення, киселів, сиропів, наливок, ягідних вин. Масова частка олії у кісточках 21,4 %, в ядрі 30-50 %.

Свіжа вишнева олія – золотисто-жовта, з мигдальним запахом і смаком. Швидко прогріває, мигдальний запах і смак зникають на повітрі протягом 14 днів. Рафінована вишнева олія застосовується для харчових потреб.

Абрикос (Armeniaca vulgaris L)

Найбільш поширеними є види – абрикос звичайний та маньчжурський. До звичайного виду відносять всі культурні сорти абрикосу, дикі і здичавілі форми. До маньчжурського – урюк (культивується в Середній Азії) та жерделі (культивується на Північному Кавказі).

Кісточкова плодова порода із соковитою м'яккістю, маса якої становить приблизно 30 % ваги всього плоду. Ядро насіння може бути як солодким так і гірким. Гіркий смак ядра зумовлений вмістом амідгаліну (до 8,8 %).

Масова частка олії в кісточках 24-30 %, в ядрі – 40-58 %. В складі олії переважає триолеїн.

Свіжа олія безбарвна, приємного запаху і смаку, що нагадує гіркий мигдаль, під час зберігання жовтіє, потім темніє. Рафінована олія застосовується в косметиці, парфумерному виробництві, консервній промисловості.

Персик

Цінна плодова кісточкова порода. М'якість плоду дуже приємна на смак, соковитий з ніжним ароматом. Кісточка є відходом при консервуванні плодів, складають в середньому 8 % маси свіжих плодів. Масова частка олії ядрі кісточок 32-35 %.

З 1 т сирих кісточок одержують 18 кг олії. Свіжа персикова олія від світло-жовтого до зеленувато-жовтого кольору. Рафіновану олію використовують в косметиці, парфумерії і в харчуванні.

Слива садова (Prunus domestica L)

Промислове значення мають декілька видів сливи: чорнослив, ренклод, мірабель, садова слива, терен, алича. Вихід кісточок коливається від 5 % (чорнослив) до 12 % (мірабель). У ядрі міститься приблизно 1,8 % амідгаліну. Масова частка олії в ядрі кісточок становить 38,4-52,6 %.

З 1 т сирих кісточок одержують 36 кг олії. Свіжа сливова олія має колір від золотисто-жовтого до коричневого має смак і запах гірко-го миндалю. Використовується сливова олія в медицині, парфумерії, косметиці, харчуванні.

Деякі технічні характеристики плодових кісточок та олії із них наведені в Таблицях 7.75-7.78.

Таблиця 7.75.

Лінійні розміри плодових кісточок.

Кісточки (сировина)	Розміри, мм		
	Довжина	Ширина	Товщина
Абрикосові	18-27	16-22	11-15
Персикові	20-31	17-25	12-17
Вишневі	7-10	6-9	5-7
Сливові	10-18	7-13	5-9
Мигдальні	23-44	13-25	8-15

Таблиця 7.76.

Фізико-механічні властивості плодових кісточок.

Кісточки (сировина)	Маса 1000 шт., г	Натура, г/дм ³
Абрикосові	1200-1300	450-460
Персикові	3800-3900	500-530
Вишневі	360-380	550-560
Сливові	180-200	до 630
Мигдальні	3200-3300	450-470

Таблиця 7.77.

Фізико-хімічні властивості плодкових кісточок.

Види плодів	Кісточки			Ядро				Оболонка		
	Вологість, %	Олійність, %	Вміст амігдаліну, %	Вміст, % до маси кісточок	Вологість, %	Олійність, %	Вміст білків (N x 6,25)	Золи, %	Вміст, % до маси кісточок	Вологість, %
Абрикос	10,2	14,2	до 8,8	29,8	6,7	47,9	25-27	1,8-3,0	68,2	11,5
Персик	9,3	3,7	1,8-3,6	8,4	6,1	44,5	22-23	2,5-3,5	87,9	10,3
Вишня	10,4	7,8	1,8	20,2	6,5	41,1	21-24	1,5-2,0	73,5	11,2
Слива	10,6	7,8	0,8	17,6	6,6	43,8	24-25	2,4-3,6	78,7	11,4

Таблиця 7.78.

Фізико-хімічні характеристики олії плодкових кісточок.

Показники	Олія				
	Абрикосова	Персикова	Вишнева	Сливована	Мигдальна
Вміст жирних кислот, %:					
Стеаринової	1,0	-	2,9	-	-
Пальмітинової	2,1-2,5	До 3	4,3	-	3-4
Міристинової	-	До 1	0,2	-	-
Арахінової	-	-	До 1,0	-	-
Сумарний вміст ненасичених жирних кислот, %	3,8	До 15	8,9	До 6,8	До 6
в тому числі:					

продовж. табл. 7.78.

Олеїнової	60-79	До 85	47-50	70-72	77-84
Лінолевої	18-32	-	40-42	20-24	До 20
Густина за температури 15°C, кг/м ³	915-921	918-925	921-929	915-920	914-921
Показник заломлення за температури 20°C	1,470-1,476	1,471-1,473	1,472-1,474	1,470-1,472	1,468-1,471
Температура застигання, °C	-12...-22	-20...-23	-16...-20	-5...-8	-10...-21
Число омилення, мг КОН/г	178-198	189-196	189-195	188-198	183-192
Йодне число, % J ₂	90-112	94-110	93-122	95-105	92-105
Ефірне число, мг КОН/г	189,76	189,82	188,78	190,26	188,55
Вміст неомилюваних речовин, %	0,4-1,2	≈0,5	До 1,0	≈0,5	≈0,5

Виноградні кісточки.

Виноград справжній (*Vitis vinifera* L) – ліаноподібна рослина з цінними лікувально-дієтичними властивостями ягід, які є цінною сировиною для виноробної і консервної промисловості. Плід – м'ясиста соковита ягода, яку використовують для виготовлення вин, соків, ізюму, компотів. Промислове виноградарство України зосереджене в Криму, Причорномор'ї і на Закарпатті. В інших районах використовують лише столові сорти ранніх строків достигання.

Виноградні кісточки містяться у вижимках, які є відходами виробництв, що переробляють ягоди винограду. Вміст кісточок у вижимках не перевищує 25%.

Виноградну олію одержують як безпосередньо із вижимок, так і з відділеного насіння.

Добування виноградної олії із вижимок здійснюють, як правило, екстракційним способом безпосередньо на великих переробних заводах у спеціально обладнаних для цього цехах. У такому випадку вижимки одразу ж піддають переробці для запобігання росту кислотності олії за рахунок ферментативного гідролізу. При переробці

вижимок продуктивність екстракторів у 4 рази менша, ніж при переробці кісточок, а отримана олія, крім великої кислотності, характеризується високим вмістом нежирових екстрактивних речовин та дуже темним забарвленням, внаслідок чого вона придатна лише для миловаріння.

Більш якісну виноградну олію, придатну після рафінації і для харчових цілей, одержують із кісточок, які відділяють на виноробних заводах від вижимок (після їх миттєвого промивання від екстрактивних речовин та сушіння до вологості 11–12%) за допомогою спеціальних комбінованих машин, де сухі вижимки піддаються грубому розтиранню з метою відділення сухої ягідної оболонки. Із одержаної суміші видаляють за допомогою сит виноградні кісточочки, які потім піддають аспірації для видалення легких часток сухої оболонки та пилевидної фракції.

Виноградні кісточочки, одержані таким способом, періодично поступають на олієдобувні заводи для виробництва із них олії.

Виноградні кісточочки як олійна сировина характеризується наступними особливостями:

- ◆ високою кислотністю олії, що зумовлено ферментативним гідролізом під час переробки ягід винограду: кислотне число олії із свіжо-одержаних кісточок, що не піддавалися зберіганню, коливається в межах 10 – 20 мг КОН; під час зберігання кісточок кислотність виноградної олії різко зростає, досягаючи 40...60 та більше мг КОН/г;
- ◆ високою засміченістю сторонніми домішками (до 20%), переважно мінеральними; мінеральне сміття складе приблизно дві третини від загальної засміченості; органічне сміття представлене в основному зеленою частиною виноградної лози (плодоніжка, шкірка ягоди, залишки м'якоті) та дуже невеликою кількістю зерен злаків;
- ◆ виключно високим вмістом оболонки насіння (лушпиння), який досягає 70 – 75% від маси кісточок;
- ◆ високою механічною міцністю кісточок та дуже жорсткою структурою оболонки.

Характеристика виноградних кісточок як промислової сировини наведена у Таблиці 7.79.

Таблиця 7.79.

Технологічні властивості виноградних кісточок.

Показник	Значення
Вологість, %	9 – 20
Вміст у насінні: Ядра, % Оболонки, %	25 – 30 60 – 75
Вміст олії: в насінні, % ядрі, % оболонці, %	10 – 15 30 – 40 5 – 6
Вміст сирого протеїну (N x 6.25),% на суху речовину	10 – 14
Загальний вміст P ₂ O ₅ , % на суху речовину	0,66 – 0,84
Вміст клітковини, % на суху речовину	35 – 45
Вміст мінеральних елементів, % на суху речовину	1,0 – 3,5
Вміст безазотистих екстрактивних речовин, % на суху речовину	25 – 30
Об'ємна маса, кг/м ³	446 – 558
Маса 1000 шт. насіння, г	20 – 21
Лінійні розміри, мм: довжина ширина товщина	4,5 – 7,0 3,0 – 5,0 2,0 – 3,5
Кут природнього відкосу, град	37
Коефіцієнт тертя спокою: по сталі по дереву (сосна) по бетону	0,481 – 0,536 0,573 – 0,662 0,496 – 0,554

Фізико-хімічні властивості виноградної олії наведені в Таблиці 7.80.

Фізико-хімічні властивості виноградної олії

Показник	Значення
Густина (за температури 15°C), г/см ³	0,919 – 0,920
Показник заломлення за температури 20°C	1,474 – 1,475
В'язкість (20°C), спз	52,3 – 63,0
Температура застигання, °C	Від (- 24)
Вміст жирних кислот:	
насичених	11 – 12
ненасичених	87,6 – 89

Кукурудзяні зародки.

Кукурудза звичайна (*Zea mays*) — одна з найважливіших зернових і силосних культур. Із зерна кукурудзи виробляють борошно, крупи, крохмаль, спирт. Кукурудза також важлива зерно-фуражна культура. Вегетативна маса силосується або використовується як зелений корм, при певній обробці придатна для виготовлення паперу та деяких виробів. Висівають кукурудзу на зерно в Україні в основному в районах Лісостепу і Степу.

Сировиною для одержання кукурудзяної олії є кукурудзяні зародки, в яких міститься 32...37 % олії. Масова частка зародків становить 10 % від маси кукурудзяного зерна. Крім олії в кукурудзяних зародках міститься приблизно 18 % білків, 8 % крохмалю, 10 % сахарози, 10 % мінеральних речовин. В кукурудзяних зародках міститься багатий вітамінний комплекс: токоферолі, -каротин, тіамін, рибофлавін, фолієва та пантотенова кислота, біотин, вітамін К.

Кукурудзяні зародки є побічним продуктом переробки кукурудзяного зерна борошно-мельному, харчоконцентратному та крохмалопаточному виробництві. Технології одержання даних продуктів передбачають якомога краще відділення зародків, присутність яких негативно впливає на якість цих продуктів.

Відділення кукурудзяних зародків від зерна здійснюють двома методами: сухим (на борошномельних та харчоконцентратних під-

приємствах) і мокрим (на крохмале-паточних підприємствах). Сухий спосіб, в свою чергу, здійснюється із використанням дежермінаторних млинів або дробарок та вальцевих станків.

Під час сухого відділення зародку попередньо зволожене кукурудзяне зерно подрібнюється, одержана дробленка розділяється на ситах та аспіраційних сепараторах для максимального вилучення частинок, збагачених крохмалем.

Мокрий спосіб одержання зародків полягає в тривалому замочуванні розчині сірчистої кислоти масовою часткою 0,2 % за температури 48...50°C з наступним подрібненням зерна на дискових дробарках. Одержану «кашку» розділяють на гідроциклонах або сепараторах флотаційного типу, тричі промивають від залишків крохмалю, після чого видаляють надлишкову кількість вологи.

Якість кукурудзяних зародків як сировини для одержання олії суттєво залежить від технології їх відділення від зерна. Використання технології сухого видалення зародків зумовлює низьку олійність зародків. Технологія мокрого відділення зародків передбачає їх замочування, під час якого відбувається екстрагування розчинних компонентів (білків, вуглеводів та інших екстрактивних речовин) із зародків і за рахунок цього збільшення олійності зародків. Недоліком даного способу є низька якість олії, зумовлена гідролітичними процесами під час волого-теплової обробки кукурудзяного зерна. Хімічний склад та властивості зародків, одержаних за різними технологіями, наведено в Таблиці 7.81.

Таблиця 7.81.

Хімічний склад та властивості кукурудзяних зародків.

Складові компоненти	Вміст компоненту в залежності від способу видалення зародків із зерна		
	мокрый	Сухий із використанням дежермінаторів	Сухий із використанням рифлених станків)
Волога, %	1...3,3	13...15	14
Жир, % на суху речовину	53...60	25...30	17...18
Сирий білок, (N x 6.25), % на суху речовину	12...13	16...18	12...13

продовж. табл. 7.81.

Зола, % на суху речовину	0,7...1,2	5,5...6,5	3...3,5
Крохмаль	8...12	25...26	До 29
Клітковина	12...18	14...15	28...30
Інші екстрактивні речовини, % на суху речовину	2..3	-	-
Об'ємна маса, кг/м ³	420...570	-	260...280

Кукурудзяна олія має значення числа омилення 188...193 мг КОН/г, йодного — 116...130 J₂. Олія холодного пресування — від світло-жовтого до золотисто-жовтого кольору, олія гарячого пресування темніша, іноді з червонуватим відтінком, як і екстракційна. Висока біологічна цінність кукурудзяної олії зумовлюється високим вмістом в ній токоферолів (100...250 мг %) та поліненасичених жирних кислот (Табл. 7.82).

Таблиця 7.82.

Масова частка основних жирних кислот в кукурудзяній олії.

Жирна кислота	Масова частка, %
Олеїнова	33,0
Лінолева	52,0
Пальмітинова	10,0
Стеаринова	3,0

Кукурудзяна олія безпосередньо використовується як харчовий продукт, а також застосовується у консервній промисловості, для виробництва маргарину тощо.

Пшеничні зародки

Пшениця тверда (*Triticum durum* Desf) — найважливіша зернова культура. Її культивують майже по всій Україні за винятком деяких високогірних районів Карпатських лісів та узбережжя Південного Криму.

Олія в насінні пшениці зосереджена в основному в зародку і в оболонках. Для одержання олії використовують виключно зародки,

які спеціально відокремлюють при переробці зерна на борошно. Переробка зародків повинна проходити якомога швидше після їх відокремлення, бо олія, що міститься в них, відразу прогіркає.

Масова частка олії твердій пшениці становить: в цілому насінні – 2 %, в оболонці 5-6 %, у зародку – 12-18 %. Число омилення олії 180-189 мг КОН/г, Йодне число – 115-126 % J₂.

Свіжо-одержана олія має колір від світло-жовтого до жовто-коричневого. Олія із пшеничних зародків має високу біологічну цінність, зумовлену високим вмістом токоферолів та полі ненасичених жирних кислот. Останнім часом її все більш широко використовують для лікувально-профілактичного харчування.

Рисові зародки

Рис посівний (*Oryza sativa* L.) – важлива зернова культура. Основні площі під нею в Україні зосереджені на півдні Херсонської і на півночі Кримської областей. Відходи, що одержують під час шліфування і полірування рису, – рисові висівки – складаються з плодкових і насінневих оболонок, зародків і клейковинного шару. Вихід їх становить 12-15 % від маси рису-сирця. Відходи при шліфуванні і поліруванні рису використовують як сировину для добування олії.

Масова частка олії в зернівках становить 3-4 %, у висівках із зародком – 8-16, у зародках – 9-22 %. Число омилення олії 183-194 мг КОН/г, Йодне число – 92-109 % J₂.

Щоб уникнути прогіркання олії, рисові висівки потрібно переробляти в свіжому вигляді, не допускаючи тривалого зберігання перед переробкою. Олія, одержана екстрагуванням – від жовто-зеленого до коричневого, іноді темно-зеленого кольору. За консистенцією вона напівтверда, починає плавитись при температурі близько 24 °С, зовсім прозорою стає при 47 °С.

7.15. ЕФІРО-ОЛІЙНІ КУЛЬТУРИ

До рослин, що накопичують ефірні олії, відносяться приблизно 3 тис. видів, проте промислове значення мають тільки 150-200 видів. У великих масштабах виробляють апельсинову олію, лимонну, цитронеллову, лемонграссову, гвоздичну, коріандрову. Більшість ефіро-олійних рослин вирощують в тропіках та субтропіках, і лише деякі – в помірному кліматі.

За хімічним складом ефірні олії — є багатокомпонентними сумішами летких органічних сполук, головним чином терпенів і терпеноїдів, що синтезуються в рослинах, і зумовлюють їх запах. Як і жирні рослинні олії ефірні олії розчиняються в неполярних органічних розчинниках.

Накопичуються ефірні олії в листі, стеблах, квітках, плодах, коренях, насінні, корі або деревині. Вміст ефірних олій суттєво залежить від умов вирощування і коливається від 0,01 до кількох десятків відсотків.

Деякі ефіро-олійні культури накопичують в насінні як ефірні, так і жирну олії, як, наприклад, коріандр, гірчиця тощо.

Коріандр (*Coriandrum sativum*)

Коріандр — однорічна трав'яниста рослина родини парасолькових. Корінь стрижневий, стебло пряме, висотою від 80 до 120 см, дуже гіллясте, суцвіття — складна парасолька, яка складається з трьох-п'яти простих парасольок. Прикореневі листки утворюють зімкнену розетку. Листя знизу кругле, доверху поступово переходить у багатогранні перисто-розсічені та вузькі довгі частки. Квіти дрібні, блідо-рожевого кольору. Плід — двозернівка, насіння кулеподібної форми, під час дозрівання набуває пряно-ароматичного запаху. Абсолютна маса 1000 штук насіння 5-7 г. В насінні коріандру міститься 60-66 % ядра і 34-40 % оболонки. Олієвмісною частиною насіння є ендосперм, в якому міститься основна частина олії. Зародок, заглиблений в ендосперм, в декілька разів менший ендосперму.

Коріандр — рослина тривалого дня. Вегетаційний період коливається від 80 до 125 днів, культивується дуже широко, займає приблизно 70 % всієї посівної площі ефіроолійних культур. У дикому стані зустрічається в Середземномор'ї, в Криму, Середній Азії.

Промислова культура коріандру почалася з другої половини ХІХ ст., коли в районах його вирощування були побудовані переробні заводи. Роботи вітчизняних селекціонерів дозволили покращити врожайність і продуктивність вітчизняних сортів коріандру («Олексівський – 24», «Луч», «Русь», «Тміновидний», «Троян»), які високо цінувалися на світовому ринку. Ознаками для селекції при цьому є стійкість плодів до осипання, велика кількість плодів на одному кущі та високий вміст ефірної олії.

Врожайність коріандру залежить від розвитку розетки: чим більше листя в розетці і триваліша фаза розетки, тим вища продуктивність рослин. Нестача вологи, особливо в період бутонізації і цвітіння, скорочує вегетаційний період, що відповідно знижує врожайність.

Стебло коріандру в період цвітіння містить ефірну олію, яка складається з альдегідів: децилового $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CHO}$ і дециленового $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CHO}$. Ефірна олія плодів у період їх утворення містить 40-50 % альдегідів і 30-35 % ліналоолу. Із дозріванням вміст альдегідів зменшується майже до повного їх зникнення, а паралельно збільшується кількість ліналоолу.

Дозрілі плоди коріандру містять 0,7-1,7 % ефірної та 17-24 % жирної олії невисихаючого типу (йодне число 72-91), яка застигає при температурі від мінус 2 до мінус 5 °С.

Основний компонент ефірної олії ліналоол (50-80 %), моноциклическі терпени – терпінен і фелландрен; із біциклических терпенів – пінен. У висококиплячій фракції міститься гераніол і борнеол та їх оцтові ефіри, сліди альдегідів.

Достиглі плоди мають жовтувато світло-бурий колір. Ефірна олія міститься в каналцях, що знаходяться в оболонці плоду. Одержують олію перегонкою водяною парою з сировини, що містить не більше 10 % незрілих плодів, оскільки останні знижують якість ефірної олії. Олія являє собою безбарвну або світло-жовту рідину характерного ароматичного запаху та смаку, зумовленого ліналоолом.

В промисловості використовують плоди коріандру – в харчовій та лікєро-горілчаній галузях, ефірну олію – в парфумерії, для отримання цитралю з ліналоолу, що використовується при лікуванні катаритів і кон'юктивітів. Плоди коріандру покращують травлення, є жовчогінним засобом.

Збирають коріандр зерновими комбайнами. Закінчують збирання врожаю насіння (для уникнення втрат від осипання) за 3-4 дні. Врожайність коріандру коливається від 15 до 18 ц з 1 га.

Олієвісні відходи коріандру.

Ефірну олію на підприємствах одержують із зрілого, попередньо подрібненого насіння коріандру за допомогою обробки його водяною парою.

Після видалення ефірної олії насіння є сировиною для одержання жирної олії на олієдобувних заводах.

Хімічний склад коріандрових відходів (% в перерахунку на суху речовину): волога — 8,0-37,1; олія (жирна) — 11,3-20,0; білок (Nx 6,25) — 11,6-13,6; клітковина — 13,9-28,5; зола — 8,3; безазотисті екстрактивні речовини — 21,1-29,8.

Обробка подрібненого насіння парою під час одержання ефірної олії збільшує вологість коріандрових відходів до 20-22 %. Поряд з цим в структурі насіння проходять глибокі зміни: денатуруються білкові речовини, збільшується кислотне число олії. При зберіганні таких відходів без підсушування олійна сировина швидко псується. Вологість насіння коріандру, яка необхідна для тривалого зберігання, не повинна перевищувати 13,4 %, насипна густина 340 г/л, абсолютна маса 6,54 г.

Особливістю коріандрових відходів як олійної сировини є товщина клітинних стінок, яка приблизно в 1,5-3 разів більша, ніж в насінні інших олійних культур.

Малі розміри насіння коріандру, висока механічна міцність клітинних оболонок значно ускладнює використання коріандрових відходів як олійної сировини.

Жирна коріандрова олія має зеленувато-коричневий колір з приємним своєрідним запахом. Смак олії, що не містить ефірної олії, приємний, притаманний харчовій олії. Склад та фізико-хімічні властивості коріандрової олії наведено в Таблиці 7.83.

Таблиця 7.83.

Склад та фізико-хімічні властивості коріандрової олії.

Показник	Значення
Вміст насичених жирних кислот, %, в тому числі:	приблизно 10
стеаринової	1-2
пальмітинової	6-8
Вміст ненасичених жирних кислот, %:	
олеїнової	32-35
лінолевої	7,0-10
петрозелінової	53-55
Густина за температури 15°C, кг/м ³	919-928

Показник заломлення за температури 20°C	1,471-1,474
Температура застигання, °С	від -2 до -5
Кінематична в'язкість за температури 20°C, м ² /с	81-89·10 ⁻⁶
Число омилення, мг КОН/г	186-190
Йодне число, г J ₂ /100 г	93-100
Вміст неомилюваних ліпідів, %	1,5-7,5

У зв'язку із високим вмістом петрозелінової кислоти жирну коріандрову олію використовують в технічних цілях – в текстильній промисловості для виробництва суконних тканин, у миловарінні та поліграфічному виробництві, макуху та шрот – для відгодівлі тварин.

Anis (Anisum vulgare Gaertn)

Аніс звичайний (Pimpinella anisum) Насіння анісу переробляють на ефіро-олійних підприємствах для отримання ефірної анісової олії. Відходами є знеефірене анісове насіння, яке містить жирну олію.

Батьківщиною анісу є – Мала Азія. Культивується в країнах Південної Європи, Північної Африки, Мексиці. В Україні культивується з 30-х років ХІХ століття. Урожайність 4-9 ц/га. Плід яйцеподібної форми

Аніс – однорічна трав'яниста рослина висотою 50-60 см родини Сельдерейних. Суцвіття – складна парасолька. Плоди – двосім'яники яйцеподібної форми довжиною 3-5 мм, шириною 2-3 мм., не розпадаються, зжаті з боків, зеленувато-сірі. Поверхня плодів злегка шорстка, покрита короткими восками. Довжина плодів 3-4, діаметр 1,5-3,0 мм. Промислове значення мають два сорти анісу: Воронежський –38 і Воронежський-334.

Хімічний склад плодів анісу (% в перерахунку на суху речовину): ліпіди – 24,0; білок (N x 6,25) – 20,2; целюлоза – 21,5; розчинні вуглеводи – 23,9; зола – 6,6. Вміст ефірної олії 1,5-4,0 (інколи до 6). Основний компонент ефірної олії анетол (80-90 %), значну частку складає метилхавікол (10 %). Крім того в олії міститься анісовий альдегід, аніскетон та анісова кислота.

Вміст ефірної олії в промисловій сировині повинен бути не меншим 1,5 %, вологість повинна бути не вищою 12 %, сміттєвих домішок не більше 1 %.

Ефірну олію одержують перегонкою водяною парою. Після відділення від води олія підлягає ректифікації повторною перегонкою з водяною парою. За температури нижчої 15 °С олія кристалізується у білу кристалічну масу, що пов'язано із кристалізацією анетолу. На світлі олія псується за рахунок окиснення анетолу. Температура спалаху олії – 100 °С, її відносять до вибухонебезпечних речовин.

Ефірну олію використовують у кондитерській, лікєро-горілчаных галузях харчової промисловості, віддушках для зубних паст, в медицині (при застудах як відхаркувальний засіб, метеоризмі кишечника).

Після вилучення з подрібнених плодів ефірної анісової олії анісові відходи мають наступний склад (% в перерахунку на суху речовину): ліпіди – 21,1-25,85; білок (N x 6,25) – 17,8-20,96; целюлоза – 18,4-22,0; розчинні вуглеводи – 26,6-27,93; зола – 7,8-11,8.

Жирна олія із насіння анісу жовто-зеленого кольору із-за присутності хлорофілу, в'язка, із специфічним запахом.

Макуху і шрот після видалення залишків ефірної олії можна використовувати на корм худобі.

Чернушка посівна (Nigella sativa)

Чернушка посівна – однорічна трав'яниста рослина родини Лютикових, висотою 40-60 см, насіння її містить 0,5-1,5 % ефірної і 36-40 % жирної олії. Плід – складна листівка із 5-7 простих листівок. Насіння тригранне, чорного кольору, з шершавою матовою поверхнею, довжиною 3,4 і шириною приблизно 2 мм. В насінні містяться алкалоїди, його використовують як лікарський засіб і як прянощі.

Після знеєфірення з насіння вилучають жирну олію. Вона рідка, червонуватого кольору, застигає при 0 °С.

Рафіновану олію можна використовувати як харчову, а знежирений залишок (макуху, шрот) – як корм.

Фенхель звичайний (Foeniculum Vulgare Mill)

Фенхель звичайний або кріп аптечний відноситься до родини Парасолькових. Багаторічна, в культурі дворічна трав'яниста рослина з розгалуженим стеблом висотою 1-2 м. Суцвіття – складні парасольки, плід – двохподільна зернівка. В дикому стані росте вздовж узбережжя Середземного моря, в степових районах Кавказу та Середній Азії. Фенхель культивують в Індії, Південній Африці, США та Японії, в

Україні в основному – в Івано-Франківській та Чернівецькій області. Урожайність фенхелю 12-16 ц/га.

В плодах фенхеля міститься 4-6 % ефірної олії. Основний компонент олії – анетол (до 60 %), до складу входять також біциклічний кетон фенхон (10-12 %), α -пінен, камфен, дипентен, α -фелондрен. З ароматичних сполук (крім анетолу) в олії присутній метилхавікол і анісовий альдегід. Ядро насіння багате на жирну олію (приблизно 18 %), яка застигає при 1-2 °С з йодним числом 98 і з вмістом з петрозелінової кислоти 60 %.

Ефірну олію одержують з плодів вологістю не більше 12 %, ефіроолійної домішки не більше 2 % (в тому числі іншого духмяного насіння не більше 1 %). Ефірної олії в плодах повинно бути не менше 3 %.

Ефірну олію одержують перегонкою з водяною парою з наступною ректифікацією. Олія майже безбарвна, застигає при температурі 3-10 °С.

Зелень фенхелю використовують як лікарський засіб: знімає спазми шлунково-кишкового тракту, зменшує бродильні та гнилісні процеси в кишковикі, знижує газоутворення. Загалом фенхель – рослина універсальна. Це чудова зелень для салатів, соусів до м'ясних страв, для соління овочів, як сировина для лікеро-горілчаної промисловості, кондитерського, хлібопекарного, миловарного і парфумерного виробництва.

Контрольні запитання

1. Дайте загальну характеристику олійним рослинам родини Складноцвітих.
2. Назвіть типи соняшника та основних сортів, які культивуються в Україні за основним напрямленням використання.
3. Охарактеризуйте хімічний склад високо олійних сортів соняшнику. Які особливості неліпідної частини соняшника необхідно враховувати при одержанні харчових білків соняшника?
4. Порівняйте технологічні властивості насіння сафлору та соняшника.
5. Вимоги стандартів до насіння сафлору для промислової переробки?

6. Які загальні властивості характерні для олійних рослин родини Хрестоцвітних?
7. Як змінилися властивості ріпаку в результаті направленої селекції? Назвіть характерні особливості вихідних і сучасних сортів ріпаку.
8. Охарактеризуйте основні фізико-механічні та технологічні властивості насіння гірчиці, рижю та суріпиці.
9. Охарактеризуйте олійну культуру крамбе.
10. Чому насіння сої та арахісу віднесені до однієї ботанічної родини? Назвіть їх загальні хімічні властивості.
11. Які технологічні операції переробки насіння сої знижують антихарчові властивості білків?
12. Чим зумовлена необхідність зниження активності ферментів уреазі і ліпоксигенази в насінні сої та продуктах їх переробки?
13. Значення сої як білково-олійної культури в народному господарстві України.
14. Дайте характеристику арахісу згідно ГОСТу 17111-88.
15. В чому відмінність за технологічними властивостями насіння бавовнику середньо- та тонковолокнистих сортів?
16. Яким способом можна провести фракціонування бавовняної олії?
17. При здійсненні яких технологічних операцій в процесі отримання бавовняної олії проходять зміни гостиполу? Як при цьому змінюються його хімічні властивості?
18. Дайте характеристику представникам родини Мальвових.
19. Назвіть основні типи льону. Чому саме на прикладі льону С. Л. Івановим була встановлена залежність жирнокислотного складу олії від географічної широти вирощування рослин?
20. Яке значення для технології має присутність слизу на поверхні насіння льону?
21. Охарактеризуйте вимоги стандартів до насіння льону олійного.
22. Назвіть основний напрямок використання в народному господарстві конопель.
23. Як впливає район вирощування конопель на накопичення наркотичних речовин?
24. Охарактеризуйте базисні та обмежувальні норми на насіння конопель, як промислової сировини.
25. Дайте характеристику представникам родини Молочайних.

26. Де і як використовують рицинову олію в народному господарстві?
27. Назвіть токсичну речовину насіння рицини. Який можливий спосіб її знезараження?
28. Основний напрямок використання в народному господарстві продуктів переробки насіння сезаму.
29. Яка особливість хімічного складу сезамової олії зумовлює високу стійкість до окиснення при зберіганні?
30. Дайте характеристику олійним рослинам родини Пальмових.
31. В яких галузях промисловості використовують олію перили та лялеманції?
32. Які особливості хімічного складу насіння та олії з рослин родини Губоцвітих?
33. Назвіть основний напрямок використання в народному господарстві маку та його насіння.
34. Охарактеризуйте вимоги стандартів до маку олійного для промпереробки.
35. Дайте характеристику волоскому горіху, як олійній сировині. Вимоги стандарту до ядра грецького горіха.
36. Які загальні хімічні і технологічні властивості мають плоді кісточки як олійна сировина? В чому полягають основні труднощі їх технологічної переробки?
37. Дайте характеристику плодам основних ефіроолійних культур, які вирощуються в Україні.
38. Як і де використовуються відходи ефіроолійного виробництва у народному господарстві?

Розділ 8.

ТВАРИННІ ЖИРИ

8.1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ ТВАРИННИХ ЖИРІВ

Жири добувають з тваринної сировини, до якої належать продукти переробки м'яса сільськогосподарських тварин – свиней, великої та дрібної рогатої худоби, коней, сільськогосподарської птиці (гусей, качок, курей), деяких промислових риб та морських ссавців (китів, кашалотів, та ін.).

За консистенцією тваринні жири поділяються на тверді і рідкі. Тверді жири знаходяться у тканинах наземних ссавців і птахів. Рідкі жири – в тканинах риб і деяких морських ссавців. В Україні виробництво риб'ячого жиру та жиру морських ссавців дуже обмежене, головним чином, для технічних цілей.

За цільовим призначенням тваринні жири можна поділити на харчові, кормові і технічні та такі, що використовуються в медицині.

Тваринні жири топлені виробляються наступних видів: свинячий, яловичий, баранячий, кінський, кістковий, збірний; в меншій кількості виробляється курячий, гусячий і качиний жири. Але останнім часом виробництво усіх тваринних жирів з різних причин суттєво скоротилося.

З точки зору біологічної цінності тваринні жири, за виключенням деяких риб'ячих, поступаються більшості рослинних олій. Це пов'язано з їх хімічним і, перш за все, жирнокислотним складом. Так, для більшості цих жирів вміст поліненасичених жирних кислот (вітамін F) незначний. Максимальний їх вміст спостерігається у свинячому жиру, але і в ньому він ледь досягає 10 %. Сума насичених жирних

кислот, головним чином стеаринової і пальмітинової, досягає 50 % і вище.

Згідно з рекомендаціями медиків-дієтологів, в раціоні людини тваринні жири повинні складати близько двох третин усіх жирів.

Тваринні жири, як і рослинні олії, мають високу енергетичну цінність. Крім того, невеликий вміст поліненасичених жирних кислот, які швидко окиснюються дозволяє підтримувати в клітинах організму належний окиснювально-відновлювальний баланс. У Таблиці 8.1 наводиться хімічний склад найбільш поширених жирів наземних тварин.

Таблиця 8.1.

Склад деяких тваринних жирів

Жирині кислоти і супутні речовини	Масова частка жирних кислот і супутніх речовин (г), вітамінів (мг) у 100 г жиру		
	яловичого	свинячого	баранячого
Жирині кислоти (сума)	94,70	95,80	94,20
Насичені:	50,90	39,644	51,20
капринова (C _{10:0})	0,10	0,12	0,10
лауринова (C _{12:0})	0,60	0,20	0,20
міристинова (C _{14:0})	3,40	1,40	3,20
пальмітинова (C _{16:0})	24,70	24,30	24,80
маргарінова (C _{17:0})	1,40	0,30	1,40
стеаринова (C _{18:0})	20,00	12,50	21,00
арахінова (C _{20:0})	-	0,80	-
Мононенасичені:	40,60	45,56	38,90
Мірістолеїнова (C _{14:1})	1,10	0,01	0,50
пальмітолеїнова (C _{16:1})	3,00	2,50	1,50
олеїнова (C _{18:1})	36,50	43,00	36,90

Тваринні жири

Поліненасичені:	3,20	10,60	4,10
лінолева ($C_{18:2}$)	2,50	9,40	3,10
ліноленова ($C_{18:3}$)	0,60	0,70	0,90
арахідонова ($C_{20:4}$)	0,10	0,50	0,10
Фосфоліпіди	1,25	0,33	1,40
Холестерин	0,11	0,10	0,10
Вітаміни:			
Е (токоферол)	1,30	1,70	0,50
А (ретинол)	0,20	0,01	0,06
β -каротин	0,40	0	0

Як свідчать наведені дані, тваринні жири мають невисокий вміст вітамінів. Слід зазначити, що в риб'ячих жирах вміст вітамінів А і D досить високий, але це передусім ті жири, які видобувають з печінки тріскових риб і використовують не як харчовий продукт, а як лікувально-профілактичний засіб. На відміну від рослинних, у тваринних жирах у помітній кількості (приблизно 0,1 %) міститься холестерин $C_{27}H_{45}OH$.

Жирнокислотний склад жирів деяких риб та морських ссавців наводиться в Таблиці 8.2. Вміст моно- та поліненасичених кислот в жирах морських тварин значний. Характерними для морських тварин є вміст докозагексаєнової кислоти, яка в жирах наземних тварин та рослин не зустрічається.

Таблиця 8.2.

Жирнокислотний склад жирів деяких морських тварин

Назва жирної кислоти	Вміст жирних кислот, % від загального вмісту					
	Тріска		Оседедці	Лосо-севи	Кити	Тюлені
	м'язи	печінка				
Міристинова ($C_{14:0}$)	0,4-4	1,07-5	4,5-11	2-6	5-16	3-5
Пальмітинова ($C_{16:0}$)	18-33	8-19	10-29	10-17	5-17	6-13

Стеаринова ($C_{18:0}$)	2,5	0	0,7-4	2-6	0,6-5	0,4-3
Пальмітолеїнова ($C_{16:1}$)	1-8	7-12	5-20	4-9	4-21	11-17
Олеїнова ($C_{18:1}$)	8-32	17-31	7-26	18-29	14-38	22-42
Лінолева ($C_{18:2}$)	0,3-2	0	0,5-3	1-2	0,5-5	1-3
9-Ейкозенова ($C_{20:1}$)	0,5-3,5	9-30	0,3-20	4-17	2-23	9-20
11, 14-ейкозадієнова ($C_{20:2}$)	до 1,5	0	до 2	до 0,7	До 2	До 1
Арахідонова ($C_{20:4}$)	1-4	0	0,3-1	0,5-1	0,6-5	0,4-12
Докозагексаєнова ($C_{22:6}$)	8-39	8-19	2-14	6-19	2-9	1-15

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

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

Фізико-хімічні і споживчі властивості тваринних жирів визначаються їх походженням, якістю сировини, способом виробництва та іншими чинниками.

Залежно від виду, якості жирової сировини і методу витоплювання харчові тваринні жири поділяють на яловичий жир вищого і I гатунку, баранячий – вищого і I гатунку; свинячий жир вищого і I

гатунку; кістковий жир вищого і I гатунку, збірний і кінський жир. Крім того, змішуванням тваринних жирів, головним чином яловичого і баранячого, з рослинними оліями одержують кулінарні жири.

Консистенція тваринних жирів при температурі 15-20 °С може бути твердою (жир ВРХ, ДРХ, оленів, лосів, верблюжий), мазеподібною (свинячий), інколи рідкою (кістковий жир) і напіврідкою (кінський, гусячий і курячий).

Поскільки тваринні жири є сумішами різноманітних за жирно-кислотним складом триацилгліцеринів, при повільному охолодженні їх кристалізація відбувається неодноразово, на цьому засновано відділення твердої фракції яловичого жиру (стеарину) від рідкої або рідкої від твердої при розділенні закристилізованого свинячого жиру.

Фізичні властивості тваринних жирів. Тваринні жири мають відносну густину нижчу, ніж вода, їх густина при 20 °С коливається від 910 до 950 кг/м³ (Табл.8.3).

В'язкість жирів залежить від температури: з підвищенням температури в'язкість зменшується, а текучість жиру збільшується. Наприклад, в'язкість свинячого жиру при підвищенні температури від 20 до 100 °С падає майже в дев'ять разів.

Жири добре розчиняються в органічних розчинниках – диетиловому та петролейному ефірах, бензині, бензолі, толуолі, хлороформі, дихлоретані, гексані і частково розчиняються в спирті та ацетоні. Рідкі жири розчиняються краще, ніж тверді. У жирах можуть розчинятись гази, наприклад, в 100 см³ свинячого жиру при температурі 40 °С розчиняється 11,5 см³ кисню, 100,3 см³ вуглекислого газу, 8,8 см³ повітря. Жири здатні поглинати різні леткі речовини та ефірні олії, що впливає на їх органолептичні властивості.

Температура кипіння тваринних жирів (вища 270 °С) при атмосферному тиску настільки велика, що вони починають розкладатись (з утворенням летких продуктів) раніше ніж настає температура кипіння. Це супроводжується потемнінням і виділенням газів з різким неприємним запахом, який передається жиру. Тому у виробничих умовах необхідно уникати нагрівання жирів до такої температури.

Коефіцієнт рефракції при 40 °С більшості тваринних жирів складає 1,456-1,460.

Жири тваринні, як і інші жири, належать до речовин з низьким поверхневим натягом.

Питома теплоємність жирів коливається від 1,29 до 2,3 кДж/(кг·К).

Для розплавлення тваринних жирів на 1 кг продукту необхідно витратити 121-146 кДж.

Таблиця 8.3.

Фізичні та хімічні константи деяких тваринних жирів

Константа	Жир				
	яловичий	баранячий	свинячий	кістковий	кінський
Густина за температури 20 °С, г/см ³	0,923-0,939	0,932-0,961	0,931-0,938	0,917-0,938	
Твердість, г/см	650	881	225	206	
Температура плавлення, °С	40-48	44-51	33-46	35-45	≥ 25
Температура застигання, °С	27-38	32-45	26-32	34-38	≥10
Коефіцієнт рефракції за температури 40 °С	1,4510-1,4583	1,4566-1,4583	1,4536		
Число омилення, мг КОН/г	190-200	192-198	190-202	193-198	193-200
Йодне число, г J ₂ /100 г	32-47	31-46	46-66	50-62	74-89,3
Засвоюваність, %	73-83	74-84	90-96	97	

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

Відповідно до анатомічного походження жирова сировина поділяється на групи: сальник, що вистеляє черевну порожнину, брижовий жир, навколонишковий жир, навколосерцевий жир, середостінний (жир з ліверу), жир голів великої рогатої худоби, жирова обрізь від зачищення туш, обрізь свіжого шпик, курдок свіжий та підшкірний жир-сирець – усі ці жири належать до першої групи. Друга гру-

па – це жир зі шлунків, кишковий жир від знежирення кишок, при мездруванні шкір, жирова обрізь, отримана від виробництва ковбас і консервів.

Внутрішній жир птиці (сальник, жир з кишок та шлунків) використовують для виробництва тваринних кормів.

Переробка тваринної сировини з одержанням жиру може бути зображена наступною блок-схемою (Рис.8.1.).

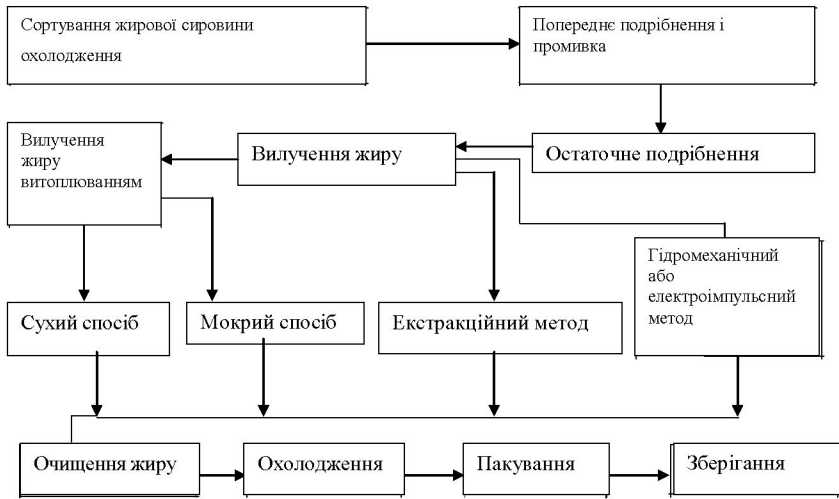


Рис. 8.1. Переробка тваринної сировини з одержанням жиру.

Сортування жирової сировини необхідне для забезпечення максимально можливого виходу жиру, для створення оптимальних режимів вилучення жиру з сировини доцільно розсортувати жиромісну сировину за видами тварин, а також анатомічними ознаками, що в свою чергу, підвищує однорідність сировини за хімічним та морфологічним складом. На цій стадії, крім сортування, виконують операції по відділенню від жиру тканин, що містять білкові та вуглеводневі речовини – прирізи м'яса, сухожилля та інші частини туш. Наявність цих речовин призводить до пригорання, викликає підвищення швидкості гідролітичних процесів, що негативно позначається на якісних характеристиках жиру.

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

При необхідності після подрібнення сировини її охолоджують холодною водою або холодним повітрям у спеціальних камерах. Охолодження водою доцільно застосовувати для тих видів сировини, які промиваються водою на попередній стадії. Охолодження водою з температурою 3-4 °C потребує 5-6 год.; операцію проводять у чанах. При охолодженні водою, завдяки суттєво більшому коефіцієнту теплопередачі (порівняно з повітрям) термін цієї операції скорочується. Крім того, досягається ефект додаткового промивання та абсорбції неприємних запахів, що важливо для сировини, яка була знята з шлунку та кишок. Топлений жир в цьому випадку має кращі органолептичні показники. Але завдяки цій операції вміст вологи у сировині підвищується, що в свою чергу призводить до підвищення витрат теплової енергії на стадії витоплювання жиру, збільшуються втрати жиру, тому що утворюється більш стійка водно-жирова емульсія. Нарешті, прискорюється гідроліз ацилгліцеринів жирів, що теж призводить до додаткових втрат жиру. Тому деякі види жирової сировини (свинячий, навколонишковий жир, баранячий, курдючний жир) охолоджують повітрям до температури 3-4 °C, відносній вологості 85 %. Ця операція більш тривала і займає 16-24 год., але позбавлена недоліків, характерних для охолодження водою.

При використанні обладнання безперервної дії, яке забезпечує витопку жиру у будь-якому стані (парному, остиглому, охолодженому) з наступним очищенням його на сепараторах з промивкою гарячою водою, операцію охолодження не проводять.

Як при використанні поточних безперервно діючих ліній, так і при використанні періодично діючого обладнання, необхідною операцією є **остаточне подрібнення** для руйнування міжклітинної структури жирової тканини, що значно полегшує наступне витоплювання жиру.

Для виконання цієї операції застосовують дезінтегратори, вовчки, центробіжні апарати, колоїдні млини.

Наступна технологічна операція – **вилучення жиру** – може здійснюватися декількома методами. Найпоширенішими з них є витоплювання, яка може бути як мокрою так і сухою. При використанні мокрому способу витоплювання жиру сировина знаходиться в безпосередньому контакті з водою. З одного боку, це сприяє більш швидкому вилученню жиру з сировини, але при цьому відбувається розчинення деяких білкових речовин сировини у воді, які можуть виступати як стабілізатори емульсій. В цих умовах прискорюються гідролітичні процеси, а відділення жирової фракції від водної ускладнюється. Тому більш прогресивним вважається сухий спосіб витоплювання жирів, при якому нагрівання сировини проводять глухою парою, а ємність з сировиною вакуумують. В умовах вакууму і нагрівання волога, що була у сировині швидко виводиться з апарату, в якому знаходиться двофазна система – жир і суха шквара (залишки білкових речовин сировини).

При використанні цього методу можливість гідролітичних процесів суттєво зменшується, але не виключаються місцеве перегрівання сировини і часткове руйнування білків та термічне перетворення жирів з утворенням темнозабарвлених речовин з неприємним запахом, що звичайно, погіршує органолептичні властивості готового жиру. Тому з метою запобігання цим процесам необхідно ретельно витримувати параметри процесу і перемішувати сировину. Створення вакууму не тільки сприяє швидкому вилученню жиру з сировини, а й захищає жир від окислюваного псування, що дозволяє отримати кінцевий продукт достатньо високої якості.

При вилученні жиру з кісток, які надалі використовують для харчового желатину та кісткового клею, найбільш доцільним методом є *гідромеханічний метод*. Суть якого полягає в тому, що за допомогою потужних гідравлічних ударів у холодній воді або іншому рідкому середовищі відбувається руйнування тканин сировини, в тому числі і жирових клітин, та вихід жиру в рідке середовище. При цьому білкові речовини, а також знежирені кістки не змінюють своїх властивостей і можуть з успіхом використовуватися на подальших стадіях переробки. Недоліком цього методу можна вважати використання досить складної механічної апаратури, за допомогою якої створюється

ся режим гідравлічних ударів та кавітаційних імпульсів, а також (у разі використання води як рідкого середовища) утворення жирових емульсій.

Варіантом гідромеханічного методу можна вважати *електроімпульсний метод* вилучення жиру з кісткової сировини. Механізм вилучення жиру при цьому такий самий, як і у попередньому варіанті (гідравлічні удари та кавітація), але створення такого гідромеханічного режиму, досягається не завдяки рухам механічних робочих органів машини, а за допомогою електричних розрядів конденсаторів, які створюють електричну напругу 50-90 кВт і навіть більшу. Цей варіант аналогічний механічному способу, але ефективність його вища, хоча апаратура не складніша.

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

При отриманні жиру методом витоплювання залишки його в шкварі надто великі. Тому зі шквари різними способами вилучають додаткову кількість жиру. Такі жири нижчі як за якістю, так і за сортом, ніж відповідні жири, вилучені з первинної жирової сировини. Шквару від мокрого способу вилучення жирів піддають додатковій обробці водою спочатку при 100 °С, а потім під тиском 0,2-0,5 МПа і температурі 120-125 °С в автоклаві протягом 3-5 год. Потім додають кухонну сіль і відстоюють. Залишковий вміст жиру в шкварі після цієї операції не перевищує 5 %, і її використовують у кормовиробництві. Отримані таким чином жири мають підвищене кислотне число і темний колір. Шквару при сухому способі витоплювання після зціджування піддають обробці на шнекових або гідравлічних пресах, досягаючи залишкового вмісту жиру в шкварі не більше 12 %. Можна знежирювати шквару і на центрифугах. В цьому випадку залишкова жирність шквари коливається в межах 10-40 %. Якість жиру, після обробки шквари на центрифугах вища ніж пресога жиру.

Очищення жиру. Незалежно від способу отримання жиру, особливо жиру зі шквари, необхідні додаткові операції очищення його

від вологи, частинок кісток, шквари, мінеральних солей. Для цього застосовують такі операції, як фільтрування, відстоювання, сепарація. Найбільш простою з технологічної точки зору, є операція відстоювання, яка проводиться при температурі 60-65 °С протягом 5-6 год., внаслідок контакту жиру з киснем повітря під час такого відстоювання відбувається процес окиснення жиру, якість жиру знижується.

Сепарування жирів значно скорочує термін розділення жиру і домішок, а для полегшення цього процесу до жиру додають 10-15 % води, процес ведуть при температурі 95-98 °С. Завдяки короткотривалій обробці окислювальні та гідролітичні процеси не встигають розвинути, і жир отримують високої якості.

Фільтрування застосовують для жирів з низьким вмістом вологи (після сухої витопки), жири фільтрують при досить високих температурах (60-65 °С), в таких умовах можуть розвиватися окиснювальні процеси і відбуватися погіршення органолептичних та фізико-хімічних показників жиру. Цього погіршення можна уникнути, якщо застосувати герметичні фільтри.

Пакування жирів. Перед пакуванням жир необхідно охолодити, при цьому залежно від тари та властивостей жиру глибина охолодження може бути різною. При пакуванні у велику тару (ящики, контейнери, бочки) свинячий та кістковий жир необхідно охолодити до 30-35 °С; температура баранячого та яловичого жиру повинна бути 35-40 °С. Важливо проводити цю операцію щонайшвидше, бо при швидкому охолодженні формується дрібнокристалічна структура жирів, яка більш однорідна та пластична. Така кристалічна структура жирів зумовлює кращі смакові властивості та світліший колір. Навпаки, при повільному охолодженні утворюються великі кристали жиру, він має низькі органолептичні характеристики, а в деяких випадках може навіть утворювати двофазну систему (поділятися на тверду і рідку фракції). Крім того, повільне охолодження означає тривале перебування жиру в умовах підвищеної температури при перемішуванні, що провокує перебіг окиснювальних процесів і негативно позначається на якості жиру.

В тару місткістю 250-500 г жири пакують охолодженими до температури 12-14 °С. Таке охолодження виконується в два етапи. На першому етапі жир охолоджується до температури на 2-3 °С вищу за температуру його плавлення, а потім — в апаратах типу «Вотатор»

або «Комбінатор», в яких охолодження поєднується з пластифікацією жиру.

Умови зберігання та контроль якості тваринних топлених жирів
Харчові тваринні жири пакують в тару різної місткості, виконану з різних матеріалів. Згідно з ГОСТ 8285-91 (Додаток 2), що нині діє в Україні, жири топленні тваринні можна заливати в бочки з дерева місткістю 25, 50, 100 та 120 дм³, або в фанерно-штамповані бочки та картонні барабани місткістю 50 дм³, а крім того в ящики з фанери, гофрокартону чи картонну тару місткістю не більше 25 кг. Перед заповненням усіх перелічених видів тари в них потрібно вставляти мішки-вкладиші з полімерних матеріалів, або вистеляти в середині пергаментом чи полімерними плівками, дозволеними для використання Мінздравом України. Дрібна фасовка в споживчу тару може здійснюватися у пергамент, кашировану фольгу, у стаканчики з полівінілхлориду або з іншого полімерного матеріалу (з дозволу Міністерства охорони здоров'я України), а також у металеві та скляні банки. Ппакована продукція повинна мати маркіровку, в якій вказують підприємство-виробник, вид і сорт жиру, масу нетто (а для великої фасовки і брутто), дату виготовлення.

Зберігати жирову продукцію потрібно в темних, сухих (відносна вологість не повинна перевищувати 80 %) приміщеннях, що охолоджуються. При зберігання жирів не більше одного місяця можна підтримувати температуру 5-6 °С. Температура менше мінус 8 °С забезпечує зберігання жирів протягом 6 місяців, а температура нижче (-12 °С) — один рік. У приміщеннях, де зберігаються жири, не повинно бути речовин з сильним запахом, оскільки жири його активно сорбують і набувають непритаманного їм запаху. Температура в приміщенні не повинна коливатись, оскільки це може призвести до конденсації вологи на упаковці з жиром і його мікробіологічного псування (особливо при температурах, вищих за 0 °С). Взагалі в топлених жирах вміст вологи низький і мікробіологічне псування при правильному зберіганні їм не загрожує. Часто для попередження окиснювального псування при виготовленні цих жирів до них додають відомі антиоксиданти — бутилокситолуол (БОТ) чи бутилоксиданізол (БОА), або їх суміш у кількості, що не перевищує 0,02%. Нині з'явилися нові, більш ефективні антиоксиданти.

Всі топлені тваринні жири повинні відповідати вимогам, що наведені в ГОСТ, або іншій нормативній документації, затвердженій

Держстандартом України. У таблиці (Додаток 2) наводяться органолептичні та фізико-хімічні показники, яким повинні відповідати тваринні топлені жири. Контроль ступеню окиснення не передбачений ГОСТ. Але для прийняття рішення про можливість зберігання жиру чи необхідність його реалізації і використання, можна скористуватись таким показником як перекисидне число. Для свіжого жиру значення перекисидного числа не повинно перевищувати 1-1,5 мМоль $1/2$ О/кг, для такого, що недоцільно зберігати 2-2,5 мМоль $1/2$ О/кг. Для зіпсованого жиру перекисидне число перевищує 7 моль $1/2$ О/кг.

Якщо жири, що зберігались тривалий час, нагріті до досить високої температури (120-150°C) і знову охолодити, то перекисидне число такого жиру суттєво зменшиться, але при цьому з'являються продукти руйнування перекисидних сполук (перш за все карбонільні). Для оцінки якості таких жирів визначають органолептичні показники (смак та запах). Зіпсованому жиру притаманні неприємний (прогірклий) смак та запах. Показником вмісту карбонільних сполук в жирах є анізидинове число.

8.2. ЖИРИ МОРСЬКИХ ССАВЦІВ І РИБ

Морські ссавці – ластоногі (Pinnipedia) і китоподібні (Cetacea) є об'єктами морського полювання і китозабійного промислу. Метою промислу ластоногих є сало, з якого витоплюють жир, а також шкіра для виготовлення хутра та шкіри. Значно менше використовують м'ясо.

Жири морських тварин відомі під назвою ворвані, а жири риб – риб'ячі жири. Жири морських ссавців використовуються у харчовій промисловості. В натуральному вигляді використання жиру ускладнено із-за наявності специфічного запаху. Характерною рисою жирів морських ссавців і риб є наявність у них гліцеридів поліненасичених жирних кислот з чотирма, п'ятьма і шістьма подвійними зв'язками (клубанадонової та інших високомолекулярних і сильноненасичених жирних кислот).

Жири вусатих китів використовують як сировину для гідрогенізації з метою виробництва харчових та технічних жирів.

Жири морських тварин використовують для виробництва захисних покриттів, лінолеуму, клейонки, мастильних і миючих засобів, мазей, гліцерину, в парфумерній промисловості і для виготовлення медичних препаратів.

Харчові риб'ячі жири виготовляють із доброякісної сировини (риб різних видів). Вміст жиру – один з основних показників за яким визначають цінність того чи іншого виду риби.

В тушах риб міститься від 0,1 до 33 % жиру, за вмістом якого її поділяють на групи: до першої групи відносять жирну рибу, що містить більше 8 % жиру (мінога, осетрові, лососеві, оселедцеві, скумбрія, хамса); до другої – рибу середньої жирності – від 4 до 8 % жиру (коропові, камбала, сом); до третьої – пісну з вмістом жиру до 4 % (окуневі, тріска, форель, щука та інші).

У м'ясі сибірського осетра міститься до 30 % жиру, в той час як у м'ясі каспійського, азовського та чорноморського – не більше 15 % жиру. Вміст жиру в сьомзі – від 11 до 24 %, в лососі – до 27 %, кеті – до 12 %.

Промислове значення серед осетрових мають шип, осетер, севрюга, білуга, калуга, стерлядь. Особливістю осетрових є те, що вони періодично покидають солону воду морів і заходять у річки для нересту після чого повертаються до морів. Основною цінністю осетрових є їх м'ясо, ікра, плавальний міхур. Жир отримують головним чином з нутроців і плавників. Іноді для витоплення жиру використовують ікру, яка зіпсувалася. Склад ікри осетрових: волога – 50 %, білки – 27 %, жир – 10,5 %, зола – 1,2 %.

Фізико-хімічні властивості риб'ячих жирів наведені в Таблиці 8.4.

Таблиця 8.4.

Фізико-хімічні властивості риб'ячих жирів

Показник	Осетрові	Лососеві	Скати
Число омилення, мг КОН/г	186,3	183-193	185-186
Йодне число, г I ₂ /100г	125,3	142-165	157
Масова частка неомілюваних ліпідів, %	1,78	0,5-1,0	

Оселедцеві (оселедці, тюлька, кільки, шпроти, івасі, пузанок) є одними з найважливіших промислових риб світового океану. Їх використовують головним чином в харчових цілях, але у деяких випад-

ках використовують і для отримання жиру і виготовлення рибного борошна.

Жир скатів одержують із печінки скатів. Скат звичайний південний розповсюджений у Азовському та Чорному морях, живе на дні моря на величезній глибині. Крім жиру, із туш скатів добувають коромове борошно, яке містить 5,2 % вологи, 43,4 % білків, 0,1 % аміаку.

Вусаті кити замість зубів на верхній щелепі мають рогові пластинки, які називаються китовим вусом. Вусаті кити поділяються на три підродини: гладкі (дійсні) кити, сині кити і полосатикки. Найбільше промислове значення мають кити підродини полосатиків.

Китовий жир має специфічний неприємний запах. Жирнокислотний склад жиру вусатих китів варіює в широких межах. При тривалому зберіганні китового жиру при температурі 10 °С з нього виділяється тверда кристалічна фракція (стеарин). При температурі мінус 20 °С з китового жиру випадають майже всі гліцериди твердих жирних кислот, що входять до його складу.

Синій чи блакитний кит (блювал) – самий масивний кит – досягає в довжину понад 33 м, його маса перевищує 100 т. У туші кита в залежності від віку міститься більше 20 т жиру. М'ясо кита їстівне. Другим по величині є фінвал. Довжина його досягає понад 27 м. Він самий численний представник групи китів. У туші фінвала міститься до 10 т жиру.

Китовий жир одержують витоплюванням сала-сирцю, вирізаного з туші тварини. Технічний китовий жир одержують також із внутрішніх органів тварин і кісток шляхом витоплюванням в автоклавах.

Жир зубатих китів. Зубаті кити живуть майже в усіх морях і океанах. Зубаті кити поділяються на три підродини: дельфіни, клюворили і кашалотові. До підродини дельфінів відноситься касатка, до підродини клюворилів – бутилконос.

Найбільш важливими в промисловому відношенні є кашалотові кити, зокрема, два види: звичайний і карликовий кашалот. Довжина самців звичайного кашалота до 20 м, самок – близько 13 м. Третина довжини тудуба складає голова. У задній частині черепа знаходиться високий кістковий гребінь. Між бічними відростками гребеня на кістковому ложі черепа кашалота розташована так звана спермацетова подушка, розділена на дві камери. Весь простір порожнини заповнений маслянистою світлою рідиною – спермацетовим жиром, який,

крім того, знаходиться і в довгому каналі, що проходить у кашалота від голови до хвоста. На холоді ця рідина кристалізується і набуває білого кольору.

З однієї туші самця-кашалота добувають від 8 до 13 т жиру, самки дають до 3 т жиру. Спермацетовий жир становить приблизно 20 % від загальної кількості жиру при переробці туш кашалотів. Вихід спермацетового жиру до живої маси кашалота складає 3-4 % (з кашалота масою 40 т можна одержати 1,2-1,6 т спермацетового жиру). М'ясо і жир кашалота неїстівні. Світове виробництво кашалотового жиру складає приблизно 100-120 тис. т на рік. Загальна характеристика жирів морських ссавців і риб наведена в Таблиці 8.4.

Таблиця 8.4.

Загальна характеристика жирів морських ссавців і риб

Жир	Числа		Масова частка неомілюваних речовин, %	Показник заломлення за температури 20 °С	Густина за температури 15 °С, кг/м ³
	Йодне, г J ₂ /100 г	Омилення, мг КОН/г			
Дельфінів	130-140	200-265	до 2	1,4683	910-930
Тюленів	170-190	185-202	0,3-1,0	1,4760	928-930
Моржів	155,3	193,1	-	1,4780	926
Вусатих китів	89-136	160-189	1,4-3,4	1,4730	916-927
Курильських котиків	157	186	0,6	1,4786	925,5
Осетрові	125	186			
Лососеві	142...165	183...193			
Скати	157	185			
Тріски (із печінки)	150-175	186	0,8-1,1	1,481-1,485 (25 °С)	910-925
Оселедця	115-146	179-195	0,75-2,5	1,470-1,474 (40 °С)	918-931
Сардини	170-190	185-197	1,0-2,0	1,479	932-935

Кашалотовий жир застосовується як сировина в багатьох галузях народного господарства. Значні кількості його витрачаються на виробництво поверхнево-активних речовин, косметичних препаратів і одержання жирних спиртів методом відновлення жирних кислот воднем при високому тиску.

Жирні кислоти, виділені з кашалотового жиру, знаходять застосування у виробництві технічної олеїнової кислоти та у миловарінні. Кашалотовий жир є також важливим предметом експорту.

Склад китового жиру визначається видом кита, частиною тіла, статтю, районом мешкання, віком, ступенем вгодваності, сезоном промислу.

Із жиру кашалота і деяких інших китоподібних добувають воскову фракцію, яка отримала назву спермацет. При розбиранні туш в першу чергу вилучають спермацетовий жир. Спермацет міститься і в підшкірному жирі, у цьому випадку жир-сирець спочатку витоплюють і з одержаного жиру охолодженням виділяють спермацет. Для видалення залишків жиру з спермацету його загортають у тканину і пресують. Відпресований спермацет знову розплавляють, дають спермацету «викристалізуватися» і відпресовують жирну фракцію, що виділилася. При необхідності більш глибокого знежирення проводять омилення триацилгліцеринів лугом при нагріванні, мило, що утворилося, легко відмивається водою.

Готовий продукт (плитки добре очищеного спермацету) — злегка прозорий і відсвічує перламутровим блиском, кристалічний, легко кришиться, позбавлений смаку і запаху. Основним компонентом спермацету є складний ефір цетилового спирту $C_{16}H_{33}OH$ і пальмітинової кислоти. Крім того, присутні вільні спирти — цетиловий, октадециловий і ейкозиловий.

Фізико-хімічні властивості спермацету наведені в Таблиці 8.5.

Таблиця 8.5.

Фізико-хімічні властивості спермацету

Показник	Значення
Питома густина за температури 15 °С, кг/м ³ ;	851-885
Температура плавлення	43-45 °С.
Число омилення, мг КОН/г	125-145

продовж. табл. 8.5.

Йодне число, г I ₂ /100г	4,1-5,6
Неомилованих ліпідів, %	35,1-44,9

У кишечнику і шлунку кашалотів іноді знаходять дуже коштовну воскоподібну речовину амбру, яка застосовується в парфумерній промисловості як фіксатор запаху і цінується дуже дорого. Амбра є паталогічним відкладенням у кишечнику і шлунку кашалотів. Ця речовина являє собою залишки неперетравлених хітинових частин їжі, що частково піддані дії шлунково-кишкових ферментів, після чого викинуті кишечником назовні.

Вона являє собою яскраво-сіру, сіро-буру, а іноді жовто-зелену речовину з землистим запахом. Амбра легко розм'якшується в руках, плавиться при 60 °С, не розчиняється у воді, але добре розчиняється у гарячому спирті, ефірі і оліях. Фізико-хімічні властивості амбри наведені в Таблиці 8.6.

Таблиця 8.6.

Фізико-хімічні властивості амбри.

Показник	Значення
Питома густина за температури 15 °С, кг/м ³ ;	780-920
Температура плавлення, °С	60-65
Число омилення, мг КОН/г	17,1
Йодне число, г I ₂ /100г	125
Неомилованих ліпідів, %	35,1-44,9

На узбережжі Індійського і Тихого океанів зустрічаються значні шматки амбри, що плавають на поверхні води, маса окремих шматків до 100 кг.

Завданням китобійного промислу є у максимальне використання туш тварин для найрізноманітніших цілей, у тому числі для медичних (жир і спермацет). Жир високої якості одержують при першому витоплюванні жирової тканини в котлах з паровою сорочкою при порівняно невисокій температурі. Жир, одержаний після другого ви-

топлювання, проведеного, при більш високій температурі (гострою парою), має більш темне забарвлення і підвищену кислотність (технічний жир). Після другого витоплювання жир відстоюють, шквару відпресовують, одержаний жир з'єднують з основною масою.

Китовий жир світло-жовтого чи жовтого кольору, прозорий. Кислотне число свіжеотриманого жиру не перевищує 2,2 мг КОН/г, Йодне число 95-145 г J_2 /100 г.

Трісковий жир добувають із печінки тріскових риб, основними промисловими видами є тріска атлантична – *Gadus morrhua* L., тріска балтійська – *Gadus callarias* L., пікша – *Gadus aeglefinus* L.

Медичний трісковий жир одержують тільки з печінки свіжої риби. Від печінки відокремлюють жовчний міхур, ретельно промивають і потім витоплюють жир. Витоплений жир фільтрують, розфасовують у тару, герметично закривають для попередження окиснення. При охолодженні з жиру викристалізуються тверді гліцериди. Після їхнього відділення фільтрацією одержують світлий медичний жир.

На відміну від стаціонарної переробки, на траулерах жир виділяють гострою парою, доводячи масу до кипіння. Після відстоювання жир зливають і для очищення його знову нагрівають протягом 30 хвилин. Отриманий жир – це напівфабрикат, який потім на березі за допомогою виморожування та фільтрації звільняють від твердих гліцеридів.

Трісковий жир дуже специфічний за складом тригліцеридів. В їхньому складі виявлені кислоти ряду $C_n H_{2n-2} O_2$ з парною і непарною кількістю вуглецевих атомів: фізетолова $C_{16} H_{30} O_2$, аселинова (гептадецилова) $C_{17} H_{32} O_2$, олеїнова $C_{18} H_{34} O_2$, ерукова $C_{22} H_{42} O_2$, а також високоненасичені кислоти ряду $C_n H_{2n-8} O_2$, такі, як терапінова кислота $C_{17} H_{26} O_2$ з чотирма подвійними зв'язками $CH_3-(CH_2)_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_2-COOH$ тощо. Трісковий жир має високе йодне число (150-175).

Трісковий жир відрізняється значним вмістом вітамінів А (не менш 350 МО) і Д, у ньому присутні лецитин і холестерол (неомілюваний залишок до 2 %), а також знайдено сліди заліза, марганцю, кальцію, магнію, хлору, бром, йоду. Вміст йоду може досягати до 0,03 %.

Тюлений жир добувають із підшкірного сала тюленів *Phoca grenlandia* та *Phoca vitalina*. Для одержання жиру. Який використо-

вують у медицині, виділений підшкірний жир нагрівають до 60-65°C, і витоплений жир сепарують на сепараторі. Для видалення твердих тригліцеридів жир охолоджують до 20 °С і фільтрують. Хімічний склад жиру подібний до тріскового. Колір жиру світло-жовтий, кислотне число не перевищує 2,2 мг КОН/г, Йодне число становить 170-190 г J₂/100 г.

До 1965 р. промисловість виробляла також дельфіновий жир. У 1966 р. було підписано Міжнародну конвенцію по китобійному промислу, згідно якої було заборонено промисел дельфінів, а в Антарктиці введено обмеження (видова квота) забою китів з 1972-1973 р.

Згідно ГОСТ 8714-72 жири харчові риб'ячі і морських ссавців повинні відповідати наступним вимогам (Таблиця 8.7).

Таблиця 8.7.

Вимоги до фізико-хімічних показників жирів харчових риб і морських ссавців (ГОСТ 8714-72).

Показники	Для китового жиру	Для жирів ластоногих, білуги і риб
Колір: число червоних одиниць при тридцяти п'яти жовтих, не більше при візуальному визначенні (при 40 °С)	10,0 від жовтого до темно-жовтого	- від жовтого до світло-коричневого
Пероксидне число, % йоду, не більше	0,30	-
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	1,8	4,0
Масова частка неомілюваних речовин, %, не більше	2,5	2,5
Масова частка води і домішок нежирового характеру, %, не більше	0,5	0,5
в тому числі домішок нежирового характеру, %, не більше	0,2	0,2

Відповідно до ГОСТ 1304-76 жири риб і морських ссавців технічні одержують із жирової сировини, призначеної для технічних цілей,

Тваринні жири

і поділяють на види: риб'ячий, ластоногих і білуги, вусатих китів, зубатих китів, а також «стеарин» – тверда фракція, яку одержують після холодної фільтрації жиру. За якістю технічний жир поділяють на сорти: вищий, перший, другий, крім стеарину, який поділяють на перший і другий сорти. Показники якості технічних жирів наведені в Таблиці 8.8.

Таблиця 8.8.

Вимоги до фізико-хімічних показників технічних жирів риб і морських ссавців (ГОСТ1304-76).

Показники	Види жирів	Сорт технічного жиру		
		вищий	перший	другий
Прозорість жиру (зубатих китів – при 60 °С, всіх інших – при 40 °С)	Всі види жирів, крім «стеарину»	Прозорий		може бути каламутний
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	Риб'ячий з білуги і ластоногих	5,0	10,0	20,0
	Вусатих китів	3,0	5,0	10,0
	Зубатих китів	3,0	4,0	6,0
	«стеарин»	-	2,5	3,0
Масова частка неомілованих речовин, %, не більше	Риб'ячий	2,0	3,5	5,5
	Вусатих китів і білуги	2,0	2,0	2,5
	Ластоногих	2,0	2,0	2,0
	Акули і ската	3,5	10,0	30,0
	Зубатих китів	28-40	28-40	28-40
	«стеарин»	-	2,0	3,0
Масова частка вологи і домішок нежирового характеру, %, не більше	Риб'ячий	0,4	1,0	1,0
	Вусатих і зубатих китів, білуги і ластоногих	0,3	0,5	1,0
	«стеарин»	-	2,0	3,0

<i>продовж. табл. 8.8.</i>				
Йодне число, г/100г	Вусатих китів і білуги	94-145		
	Ластоногих	145-193		
	Зубатих китів	62-92		
	«стеарин»	-	85-120	110-145
Число омилення, мг КОН/г	Вусатих китів і білуги	175-225		
	Ластоногих	158-200		
	Зубатих китів	125-150		
	«стеарин»	175-200		

В технічному жирі допускається масова частка антиокисника – іюнола не більше 0,12 %. Для екстракційних жирів другого сорту допускається кислотне число до 30 мг КОН/г.

Контрольні запитання

1. Наведіть загальну характеристику жирів наземних тварин.
2. Як класифікують тваринні жири за видом сировини?
3. Наведіть сфери застосування тваринних жирів.
4. В чому полягають особливості складу жирних кислот та супутніх речовин жирів наземних тварин?
5. Чому за біологічною цінністю тверді тваринні жири поступаються рослинним оліям?
6. Наведіть основні методи вилучення жиру із сировини.
7. Наведіть загальну характеристику жиру морських ссавців і риб.
8. За якими показниками визначають цінність того чи іншого виду риби?
9. Охарактеризуйте жири вусатих та зубатих китів.
10. Назвіть в якій галузі промисловості використовується амбра?
11. Яким чином з жиру кашалота одержують спермацет? Де його застосовують? Наведіть основні фізико-хімічні показники спермацету.
12. З якою метою і в яких частинах Земної кулі добувають жир з морських тварин?
13. Яка характерна особливість жирнокислотного складу жирів морських ссавців і риб в порівнянні з іншими видами?
14. Охарактеризуйте основні вимоги ГОСТ 8714-72 до жиру харчового з риб і морських ссавців.

Розділ 9.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ

Насіння олійних культур, окрім ліпідів, містить значну кількість білків (від 15 до 45 %). Найбільш високий вміст білків у насінні бобових — сої, арахісі. Після вилучення олії із насіння практично всі білкові речовини залишаються в макусі або шроті. В зв'язку з цим ці продукти переробки є цінними кормами для сільськогосподарських тварин. Проте білки насіння олійних культур мають високу біологічну цінність і їх можна використовувати і як харчові білки.

Технології виробництва білкових продуктів із продуктів переробки олійних культур з'явились досить давно. В першу чергу це стосується переробки соєвого шроту. Проте в наш час запропоновані технології одержання білкових добавок також із соняшникового, ріпакового та лляного шротів.

Білкові продукти, що одержують із шротів, використовують як білкові добавки у різноманітні харчові продукти (м'ясні, кондитерські вироби, молочні десерти, харчоконцентрати тощо), а також для виробництва заміників м'ясних виробів (соєві стейки, м'ясо тощо).

9.1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ДОБУВАННЯ РОСЛИННИХ БІЛКІВ

Розвиток технології рослинних білкових продуктів пов'язаний із використанням сої в країнах Південно-східної Азії, в першу чергу — Китаї, Індокитаї, Японії. В цих країнах соєві боби широко використовували для приготування різноманітних страв, соусів вже 2000 років тому. Крім того, із насіння сої там виготовляли соєве молоко та соєвий сир (тофу).

У ХХ ст. об'єми вирощування та використання соєвих бобів різко зросли в усьому світі, особливо в США, Бразилії, країнах Західної Європи. Якщо за останні 25 років виробництво всього насіння олійних культур збільшилося в 2,5 рази, то соєвого – в 3-4 рази. Якщо на початку ХХ століття соєві продукти використовувала десята частина населення, то в кінці – третина людства.

В Англії 25 % м'ясної сировини замінюють текстурованими білками, в Бразилії протягом 30 років використовують молочний продукт «солеїн» до складу якого входить 30 % соєвого молока. Компанія «Кока-кола» виробляє соєве молоко «сасі», «віталь», «ново-вид», «каво-мілк» та інші.

В Японії щорічно використовується понад 1 млн. т соєвих білків, тут великого значення в харчуванні населення мають продукти третього покоління, одержані на основі ферментованих соєвих бобів.

Нині США займає перше місце у світі за обсягами виробництва та переробки сої. На основі відомих елементів китайських технологій тут розвинулась потужна індустрія переробки соєвих бобів. Перші соєві білкові концентрати були одержані в США ще в першій половині ХХ століття і використовувались для технічних цілей – одержання клею.

Основні етапи вирощування і переробки сої в цій країні такі: 1804 р. – сою завезено з Китаю; 1925 р. – створено Американську соєву асоціацію; 1930 р. – компанія «Central soja» будує перший екстракційний завод, що спеціалізується на виробництві харчових соєвих білкових продуктів; в 40-х роках одержано перше соєве борошно; в 50-х – харчовий соєвий білковий ізолят; в 60-х – традиційний соєвий концентрат; в 90-х – термопластичне екструдкування соєвого білкового концентрату.

Нині в США створено цілу індустрію з переробки сої на харчові потреби. Протягом короткого часу соя здійснила революцію в сільському господарстві цієї країни. В США щорічно виробляється понад 500 тис. т соєвого харчового білку – з розрахунку 1,8-2,5 кг на одну людину, загалом на харчові цілі використовується – 1,2 млн. т сої.

З другої половини ХХ ст. в США та європейських країнах почали швидко розвиватись технології одержання ізольованих білкових продуктів із соєвого шроту для харчових цілей. Над розробленням таких технологій працювали в багатьох країнах, в тому числі і в Хар-

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

ківському науково-дослідному інституті олій та жирів. Харківськими вченими була розроблена технологія одержання харчового білкового продукту із шроту соняшнику із вмістом білків не менше 85 %.

В Радянському Союзі на Чернівецькому олієжиркомбінаті у 80-х рр. минулого століття було збудовано дослідно-промисловий цех по виробництву харчового білкового продукту із шротів олійних культур потужністю 5,2 т /добу. Проте із зміною економічної ситуації та деякими технологічними проблемами виробництво цих продуктів так і не було налагоджено.

Нині в США продовжують працювати над удосконаленням технологій добування білків із насіння сої. У Техаському університеті (США) розроблено новий метод виробництва соєвого білкового концентрату і вологого соєвого білкового ізоляту з використанням ультрамембранних технологій.

Бурхливий розвиток технології рослинних, переважно соєвих, білків в ХХ ст. був зумовлений наступними чинниками:

— дефіцитом харчових білків, особливо в так званих країнах, що розвиваються;

— значно нижчою собівартістю рослинних білків порівняно із тваринними білками;

необхідністю виробництва продуктів лікувально-профілактичної дії з низьким вмістом холестерину.

9. 2. ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ОДЕРЖАННЯ РОСЛИННИХ БІЛКІВ

Насіння багатьох сільськогосподарських культур містить значну кількість білків. Високий вміст білків характерний для зернових, олійних та інших культур. Проте рекордсменом за вмістом білку є насіння культур, що відносяться до родини бобових, і впершу чергу соєві боби. Вміст білків в насінні основних сільськогосподарських культур наведено в Таблиці 9.1.

Таблиця 9.2.

Вміст білків в насінні основних сільськогосподарських культур.

Культура	Вміст білків (у % на суху речовину)
Пшениця	8-27

<i>продовж. табл. 9.2.</i>	
Ячмінь	8-22
Овес	9,6-21
Горох	19 – 30
Квасоля	17 – 32
Соняшник	13-20
Соя	40-50
Ріпак	25 – 30
Льон	25%
Арахіс	20-37

Для технології одержання білкових продуктів важливим є не тільки загальний вміст білку, а й вміст окремих фракцій білків. Фракційний склад білків деяких олійних культур, одержаний в результаті екстракції білків різними розчинниками, наведений в Таблиці 9.2.

Таблиця 9.2.

Фракційний склад білків деяких олійних культур

Культура	Масова частка окремих фракцій білків, %		
	альбуміни	глобуліни	глотеліни
Соя	< 2	85-90	Сліди
Льон	Сліди	85-90	2-3
Соняшник	Сліди	97	Сліди
Арахіс	Сліди	97	Сліди

Джерелом для одержання концентрованих білкових продуктів є в першу чергу шроту насіння олійних культур. Хімічний склад шроту відрізняється від складу насіння, зокрема, вміст білків у шротах вищий, аніж в насінні. В Таблиці 9.3 наведено хімічний склад соняшникового та соєвого шроту.

Хімічний склад соняшникового та соєвого шроту

Показник	Соєвий шрот	Соняшниковий шрот
Масова частка вологи, %	8,5-10	9-11
Масова частка сирого жиру, %	0,5-1,5	1,5
Масова частка сирого протеїну, (Nx6.25)	45-50	39
Масова частка клітковини, в перерахунку на суху речовину, %	7,0	23
Масова частка золи, не розчинної в 10-відсотковій соляній кислоті, в перерахунку на абсолютно суху речовину, %	1,5	1,0
Масова частка розчинних протеїнів, у % до загального вмісту протеїнів.	80	68

Особливістю хімічного складу насіння соняшника є високий вміст хлорогенової та кавової кислоти, яка після знежирення насіння залишається в шроті. Вміст хлорогенової кислоти в соняшниковому шроті становить від 1 до 6,5 %. Такі кислоти здатні полімеризуватись з утворенням пігментів коричневого кольору. Хлорогенова кислота утворює також нерозчинні комплекси з білками, внаслідок чого їх біологічна цінність зменшується.

Хлорогенова кислота є водорозчинною сполукою, на цій властивості базуються методи її вилучення із шроту або білкових ізолятів. Вміст цієї кислоти можна значно зменшити шляхом промивання вилучених білків водою або розчином етанолу протягом 2-6 годин.

9. 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВОГО СОЄВОГО ШРОТУ

Сировиною для одержання концентрованих білкових продуктів є харчовий соєвий шрот. Основною властивістю харчового соєвого шроту є висока ступінь розчинності білків, яка характеризується коефіцієнтом розчинного азоту (КРА). Коефіцієнтом розчинного азоту — це кількість білкового азоту, що переходить у розчин за певних умов, віднесена до загального вмісту азоту в наважці.

Основною вимогою при одержанні харчового шроту є запобігання довготривалого впливу високих температур.

Технологічна схема одержання харчового соєвого шроту зображена на Рис 9.1.

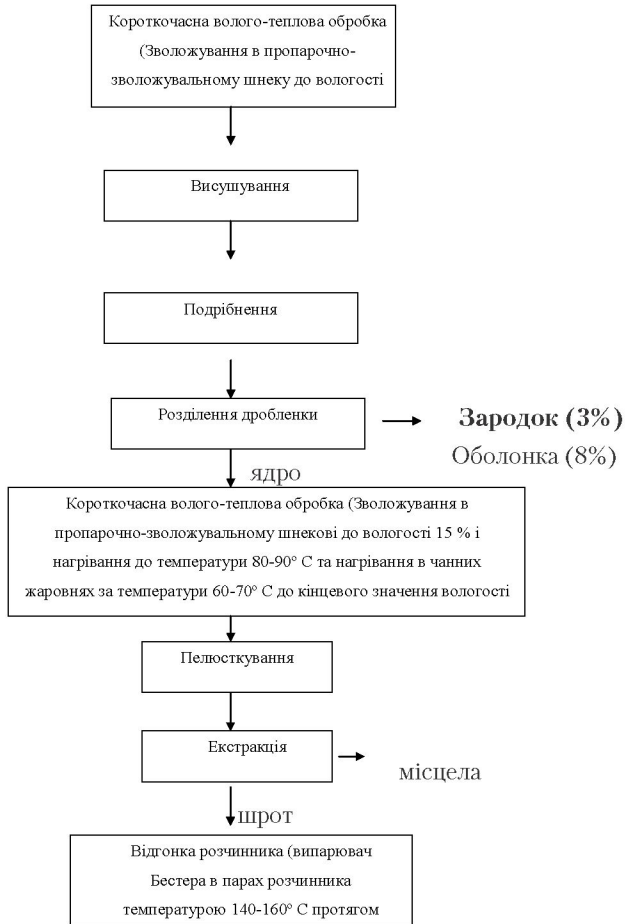


Рис. 9.1. Технологічна схема одержання харчового соєвого шроту.

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

Під час переробки насіння олійних культур білки насіння зазнають впливу високих температур, тиску, механічного пошкодження тощо, внаслідок цього змінюється фракційний склад білків. Зміни стану білкових речовин під впливом технологічних операцій характеризуються наступними закономірностями:

→ ступінь теплового пошкодження прямо пропорційний тривалості дії температури;

→ наявність супутніх речовин (відновлюючих вуглеводів, ліпідів, госсиполу, хлорогенової кислоти) підвищує ступінь термічного пошкодження білків в результаті утворення комплексних сполук (реакція Майяра і утворення мелаїдинових сполук);

→ при вищій вологості матеріалу ступінь денатурації білків нижчий;

→ при інтенсивній тепловій обробці біологічна цінність білків зменшується;

→ незначна тепла обробка (70-80°C) сприяє підвищенню біологічної цінності білків.

Про ступінь денатурації білків під час певної операції судять за зміною вмісту солерозчинник білків. В таблиці 9.4 наведено зміну вмісту розчинних білків під час переробки насіння соняшнику.

Таблиця 9.4.

Зміна фракційного складу під час переробки насіння соняшнику (% від загального вмісту білків)

Продукт переробки	Альбуміни	Глобуліни	Глотеліни	Сума розчинних
М'ятка	19,5	50,4	22,2	91,9
Фор пресова макуха	9,5	45,3	28	82,8
Пелостка	8,2	48,2	26,8	83,2
Шрот	10,7	45,7	27,8	78,2

Як свідчать наведені дані, максимальні зміни у складі та загальному вмісті розчинних білків спостерігаються під час волого-теплової обробки м'ятки та пресування. Наступне зменшення розчинної фракції відбувається під час відгонки розчинника зі шроту.

Деяким показником ступеню денатурації білків може бути і значення кислотного числа олії в насінні. Вважають, що граничні значення кислотного числа олії в насінні для використання його як джерела білків, такі (мг КОН/г олії):

Соняшник – 3,0 ;

Соя – 3,0;

Арахіс – 3,6.

Прикладом впливу технологічних параметрів переробки на стан білків-ферментів може бути зміна активності трипсинового інгібітору насіння сої (Табл. 9.4).

Таблиця 9.4.

Зміна активності трипсинового інгібітору під час переробки насіння сої.

Шрот	Активність ферменту, %
Лабораторний	100
Виробничий нетостований	56
Оброблений в екструдері :	
при вологості 14% і тиску 12,5 мПа	0
при вологості 16% і тиску 10,5 мПа	7,6
при вологості 18% і тиску 9 мПа	11,0
при вологості 21,5% і тиску 7 мПа	21,6
Виробничий тостований	33,6

9.4. АСОРТИМЕНТ ІЗОЛЬОВАНИХ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ

В залежності від технології одержання, яка забезпечує різну концентрацію білків в готових виробках, білкові продукти поділяють на наступні групи:

Борошно, пластівці натуральні. Виготовляють із подрібнених соєвих бобів, після відділення оболонки і зародка та теплової обробки, без вилучення олії. За хімічним складом близькі до складу насіння, проте містять меншу кількість клітковини.

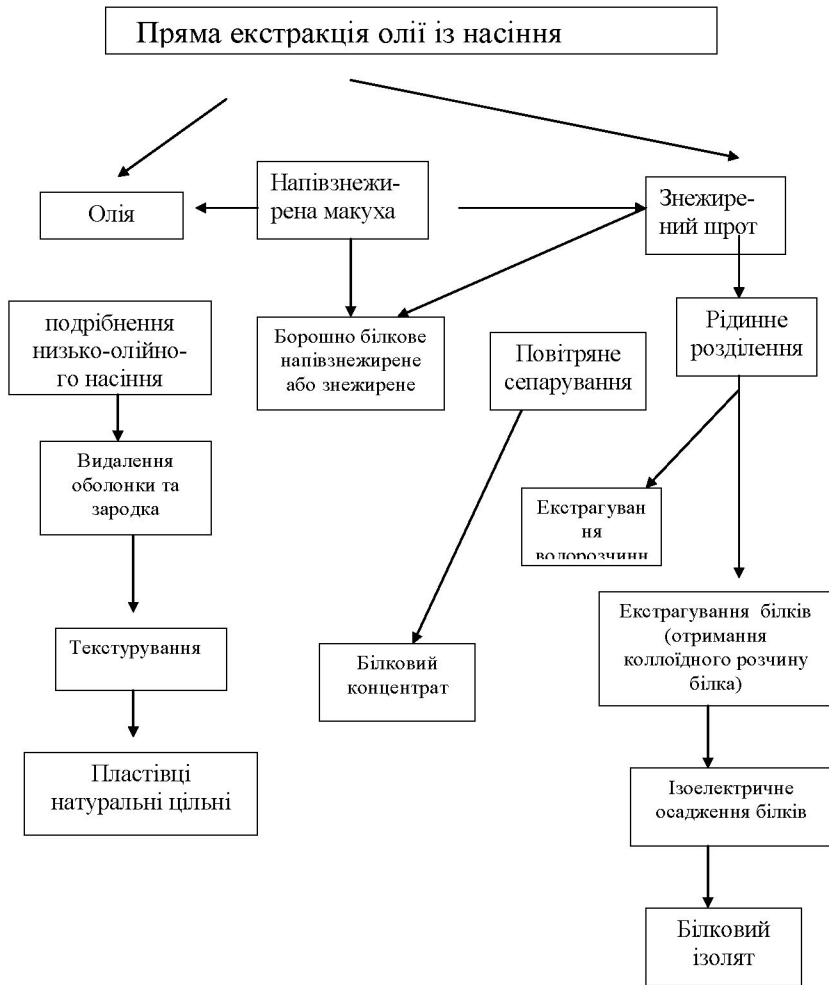


Рис. 9.2. Схема вичерпної переробки насіння сої із одержанням соєвої олії та білкових продуктів.

Борошно або пластівці знежирені. Масова частка білків – 50-55 %, вуглеводів – 38 %, в тому числі 15 % - розчинні вуглеводи. Одержують із знежирених соєвих пластівців, з яких відганяють розчинник за температури 70-80° С, висушують при температурі 90-120°С охолоджують, при необхідності подрібнюють.

Білкові концентрати – це концентровані білкові продукти, одержані із знежиреного борошна шляхом видалення речовин небілкової природи. Масова частка білків в білкових концентратах 65-70 %.

Білкові ізоляти – найбільш концентровані білкові продукти із масовою часткою білків понад 90 %. В основі технології одержання ізолятів лежить екстрагування білків із знежиреного борошна та наступне вилучення білків із розчину.

На Рис 9.2. наведена схема вичерпної переробки насіння сої із одержанням соєвої олії та білкових продуктів.

9.5. ТЕХНОЛОГІЯ БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ

Білкові концентрати можна розглядати як знежирене борошно, з якого видалені розчинні компоненти небілкової природи. Таким чином, сировиною для одержання концентратів є знежирене борошно. Методи одержання білкових концентратів поділяють на сухі та рідинні. Сухі методи полягають в сепаруванні борошна продуванням повітряною течією (аспірацією). Такий метод використовується рідко, його недоліком є великі втрати білків.

Принцип рідинних методів полягає в екстрагуванні розчинних компонентів (вуглеводів, мінеральних речовин, фенольних сполук) із борошна певним розчинником. В залежності від виду розчинника ці методи можна класифікувати наступним чином (Рис. 9.3).



Рис. 9.3. Класифікація рідинних методів одержання білкових концентратів із шроту.

Твердий залишок шроту, який залишається після екстрагування розчинних компонентів після певної обробки та висушування, і є білковим концентратом. Принципова технологічна схема одержання білкових концентратів наведена на Рис. 9.4.

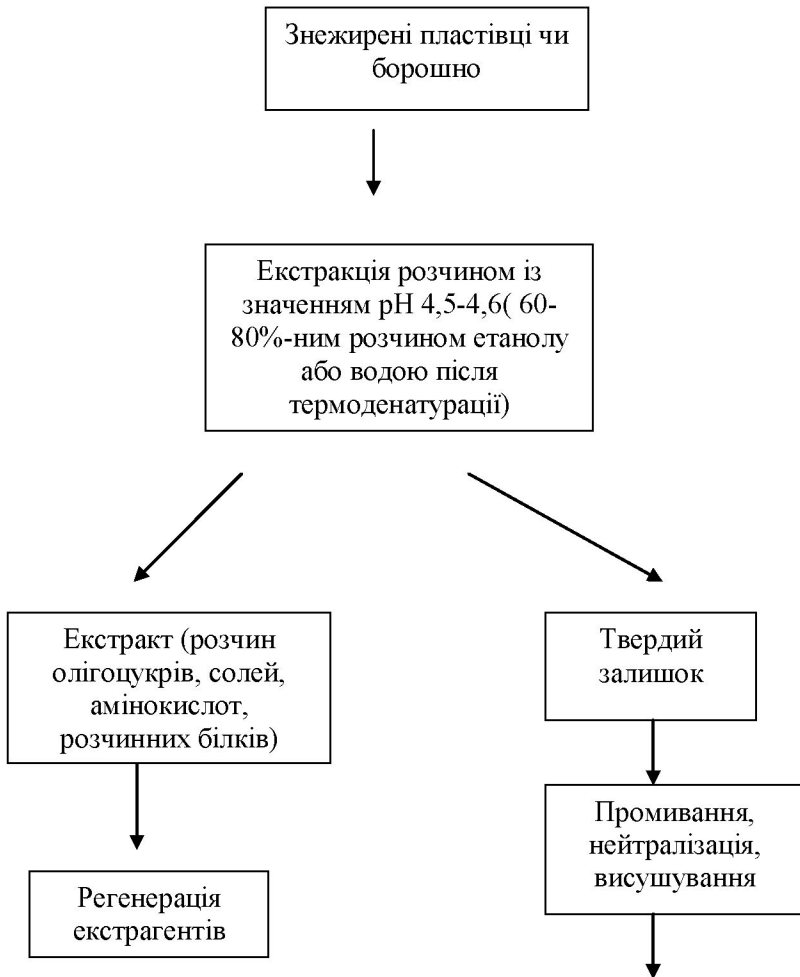


Рис. 9.4. Принципова технологічна схема виробництва білкових концентратів.

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

Концентрати, одержані за різними схемами, відрізняються за органолептичними властивостями. При використанні спирту одержують соєві білкові концентрати із слабо-вираженим бобовим смаком і, навпаки, промивання водою після волого-теплової обробки не знищує бобового смаку. Концентрати, одержані методом кислотного промивання, мають найкращі функціональні властивості.

В сучасній промисловості найбільшого поширення набула технологія одержання концентратів шляхом спиртової екстракції, що зумовлено наступними факторами:

- високі органолептичні показники готових концентратів, відсутній бобовий смак і запах;
- готові продукти не містять анти харчових компонентів;
- високі санітарно-гігієнічні показники готового продукту;
- відходи технології (спиртовий екстракт) можна використати для одержання концентратів ізофлавонів;
- відсутність великої кількості промивної і сироваткової води.

Приблизно 90 % концентратів у світовій практиці одержують методом протиточної спиртової екстракції, інші 10 % - методом кислотної екстракції. Технологія «гарячого» промивання та використання розчину CaCl_2 у виробничих умовах не використовується.

Хімічний склад деяких білкових концентратів наведено в Таблиці 9.5.

Таблиця 9.5.

Характеристика білкових концентратів

Концентрат	Вологість	Вміст (у % на суху речовину)			
		білків	ліпідів	клітковини	золи
Соєвий	4,9	67,6	0,3	2,6	4,8
Соняшниковий	8,0	70	1,7	3,7	4,5
Бавовниковий	6,1	69,0	1,4	2,8	11,1
Арахісовий	4,3	67,1	2,4	4,2	2,4

9.6. ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ БІЛКОВИХ ІЗОЛЯТІВ



Рис. 9.5. Принципова технологічна схема соєвого білкового ізоляту.

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

Білкові ізоляти – це найбільш концентровані білкові продукти. Сировиною для одержання білкових ізолятів з насіння олійних культур є знежирене борошно. Принципова технологічна схема білкових ізолятів передбачає екстрагування білків із шроту, наступне вилучення білків з екстракту та їх висушування. Принципова технологічна схема на прикладі соєвих білкових ізолятів наведена на Рис. 9.5.

Апаратурно-технологічна схема виробництва білкових ізолятів зображена на Рис 9.6.

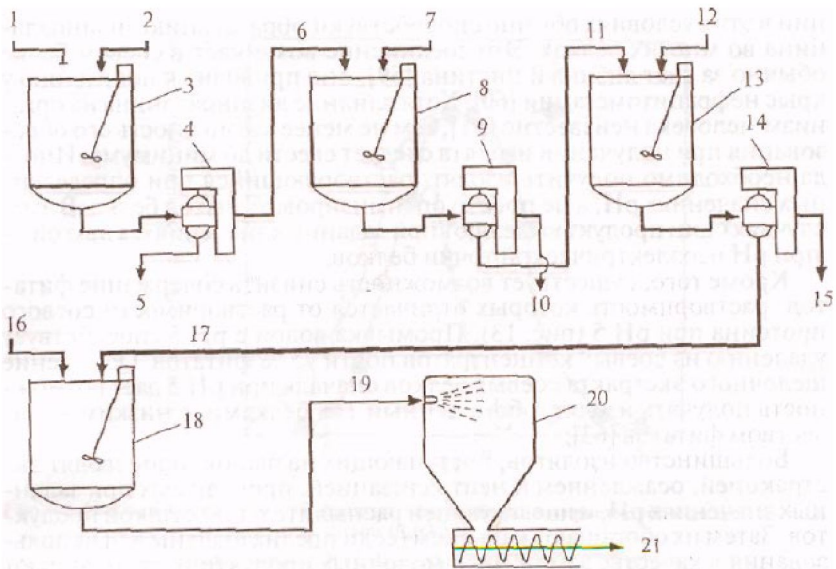


Рис. 9.6. Схема промислового отримання соєвих ізолятів.

1 - знежирена пелюстка; 2 – лужний розчин; 3- екстрактор; 4, 9, 14 – центрифуги; 5- нерозчинний залишок шроту; 6- освітлений екстракт; 7- харчова кислота; 8- осаджувач; 10- сироватка; 11- кисла білкова паста; 12- вода; 13- ємкість для промивки; 15- промивна вода; 16 – розчин соди; 17- промита паста; 18- диспергатор; 19- дисперсія білка; 20- розпилювальна сушарка; 21- соєвий протеїнат натрію.

Кількісний вихід білкового ізоляту в значній мірі залежить від ефективності екстрагування білків у розчин. Для екстрагування білків використовують нейтральні або полярні розчинники. Нейтральними є вода, розчин хлориду натрію, полярними – лужні розчини. Ефективність екстрагування білків залежить від наступних факторів:

Типу і концентрації розчинника. Використання води дає можливість екстрагувати лише альбумінову фракцію білків. Як правило, максимальну кількість білків екстрагують за допомогою лужних розчинів. Для одержання соєвих ізолятів використовують розчин гідроксиду натрію концентрацією 0,1-0,5%.

Значення рН розчинника більш суттєво впливає на кількість екстрагованих білків, ніж концентрація розчинника. Відомо, що мінімальна розчинність білків спостерігається при значенні рН середовища, що відповідає ізоелектричній точці білку. Поскільки ізоелектрична точка білків насіння олійних культур знаходиться в діапазоні рН 3,8-4,6, то для екстрагування білків вибирають, як правило, розчини із значення рН вище 7,0.

Гідромодулю, тобто співвідношення між кількістю розчинника і шроту. Із збільшенням гідромодулю швидкість екстрагування білків збільшується, проте це значно збільшує кількість сироваткової води. Тому на практиці екстракцію білків проводять при значеннях гідромодулю (8-10) : 1.

Якості підготовки шроту. На кількість екстрагованих білків суттєво впливає ступінь денатурації білків у шроті. Тому технологічні режими одержання харчового шроту повинні бути такими, щоб забезпечувати мінімальний ступінь денатурації білків. Високий ступінь денатурації супроводжується зменшенням розчинності білків. Для харчового шроту вміст розчинних білків повинен бути не меншим 80 % від загального вмісту білків. Крім того, розміри частинок шроту повинні бути також оптимальними як для екстрагування білків, так і для відокремлення нерозчинного залишку шроту від білкового екстракту. Соевий шрот подрібнюють перед екстрагуванням до розмірів часточок 0,25 мм.

Температури. Експериментально встановлено, що підвищення температури від 10 до 35°C призводить до збільшення кількості екстрагованих білків. На практиці білки екстрагують за температу-

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

ри 50-55°С, оскільки при температурі вищій за 60°С розпочинається процес денатурації білків, який супроводжується втратою ними розчинності.

Тривалості екстрагування. Під час змішування борошна із розчинником спочатку відбувається набрякання та гідратація білків, внаслідок чого маса білків збільшується в 1,5-2 рази. Молекули розчинника проникають між поліпептидами, ніби розсовуючи їх, зменшуються сили міжмолекулярної взаємодії білків і таким чином відбувається їх розчинення. На практиці тривалість екстрагування білків для промислового одержання білкових ізолятів становить 30-60 хв.

Типу екстрактора. Для екстрагування білків використовують екстрактори періодичної та безперервної дії. Періодичні екстрактори оснащені мішалками для змішування суспензії. На ефективність екстрагування в таких екстракторах впливає швидкість перемішування. Більш перспективними і продуктивними є безперервні екстрактори, в яких екстрагування білків відбувається методом багатоступеневого зрошування.

На кількісний вихід білкових ізолятів впливає також повнота їх вилучення із білкових екстрактів.

Найбільш поширеним і традиційним методом вилучення білків із розчинів їх осадження при значеннях рН екстракту, що відповідають значенню ізоелектричної точки. Для більшості олійних культур це значення лежить в діапазоні 3,8-4,5. Як правило, для осадження використовують розчин НСІ. Білковий осад, що утворюється, називають білковою пастою, її відділяють від екстракту (сироваткової води) шляхом центрифугування. Одержана паста має вологість 80 % і направляється на висушування.

Для осадження білків із екстракту можуть бути використані також органічні розчинники (спирт, ацетон тощо), хоча токсикологічні аспекти їх впливу на якість ізолятів не досліджені.

Найбільш сучасним і перспективним методом концентрування білкових розчинів та вилучення білків із розчинів є використання ультрамембранних технологій:

- ультрафільтрації;
- зворотнього осмосу;
- електродіалізу.

На Рис. 9.7. зображена схема одержання білкового ізоляту із використанням ультрамембран.



Рис. 9.7. Технологічна схема одержання білкових ізолятів із використанням мембранних технологій.

Використання мембранних технологій в технології білкових ізолятів має ряд переваг:

- мінімальні втрати білків та відсутність їх фракціонування;
- відпадає необхідність використовувати розчини кислот для осадження білків та лугів для нейтралізації білкової пасти;

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

— відпадає необхідність очищення стічних вод.

Особливості одержання білкових ізолятів із соняшникового шроту зумовлені фракційним складом білків та вмістом фенольних сполук.

Технологічна схема одержання соняшникового ізоляту була розроблена науковцями УкрНДІОЖ. Як правило, для вилучення білків із соняшникового шроту використовують розчин хлориду натрію, або білки вилучають послідовно розчином хлориду натрію та лужним розчином. Концентрація розчину NaCl – 7-10 %. Гідромодуль екстракції 8:1. Тривалість екстракції 30 хв, температура 50-60° С.

Після закінчення екстракції суспензія подається на центрифугу для відділення шроту. Концентрація білків в екстракті – 2,5-3%.

Білки із екстракту осаджують розчином соляної кислоти. Осаджені білки промивають водою, а сироваткову воду направляють на очищення. Промита білкова суспензія направляється на центрифугу для повного відділення води. Після чого проводиться нейтралізація білкової пасти розчином NaOH, а потім розпилювальне висушування білкової пасти при температурі 180-200° С протягом кількох секунд.

При послідовному екстрагуванні білків розчином хлориду натрію та розчином луку сумарний вихід білків становить 20-22% від маси шроту.

Одержання соняшникових ізолятів ускладнюється присутністю хлорогенової кислоти. Найбільша кількість цієї кислоти зв'язана із альбуміною фракцією білків. Для вилучення хлорогенової кислоти із знежиреного борошна використовують воду, спиртові розчини, розчини солей, кислот, комбіновані розчинники. Проте використання цих розчинників має недоліки. Так, при трьохкратному промиванні борошна водою при температурі 100°С і рН 5,0 вміст хлорогенової кислоти зменшується до 0,15%, проте одночасно втрачається і 15-20 % білків. Промивання шроту етанолом та його розчинами в 10-16 разів зменшує вміст хлорогенової кислоти, проте супроводжується денатурацією білків. Найбільш оптимальними розчинниками для вилучення хлорогенової кислоти є розчини органічних кислот – оцтової, лимонної, молочної тощо.

Запропонована також технологія водного промивання цілих ядер соняшника. Цей метод дає можливість запобігти екстрагуванню білків у розчин.

Перспективним є також використання мембранних технологій для видалення хлорогенової кислоти.

Біологічна цінність одержаних білкових ізолятів визначається:

- ступенем інактивації та відокремлення антихарчових речовин;
- зміною фракційного і амінокислотного складу білків порівняно із сумарним білком знежиреного борошна, зумовлену втратою білків на стадії їх екстрагування;
- зміною амінокислотного складу під час ізоелектричного осадження білків, в сироватковій воді після осадження білків залишається 10-12 % альбумінів (від маси сухих речовин сироватки), вільні амінокислоти. Втрати альбумінів зумовлюють зменшення вмісту сірковмісних амінокислот в білковому ізоляті.

9.7. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ

Поняття функціонально-технологічні властивості білкових добавок включає їх фізико-хімічні властивості, які визначають їх поведінку під час виробництва готових харчових продуктів, їх вплив на структуру, технологічні та споживчі властивості готових продуктів.

До найбільш важливих функціонально-технологічних властивостей білків відносять розчинність, емульгуючу, піноутворюючу, гелеутворюючу та вологозв'язуючу здатність, здатність забезпечувати пластичність, твердість продуктів, адгезію тощо.

Розчинність у воді та водних розчинах. Розчинність білків залежить від багатьох факторів, в першу чергу від технологічних параметрів одержання білків. Цей показник використовують одним із перших показників якості харчових білків. Кількісно розчинність білків оцінюють за коефіцієнтом розчинного азоту (КРА) та коефіцієнтом дисперсності білку (КДБ).

Здатність стабілізувати дисперсні системи (емульсії, суспензії). Білки широко використовують для одержання стабільних харчових емульсій і пін (морозиво, креми, кондитерські вироби). В таких дисперсних системах білки відіграють подвійну функцію – емульгаторів (за рахунок поверхневої активності) та стабілізаторів (збільшують в'язкість дисперсійного середовища). Піноутворюючу здатність білків характеризують об'ємом або висотою стовбчика одержаної піни, що стабілізується одиницею маси білку.

Емульгуючу властивість характеризують відношенням максимальної кількості емульгованого жиру до кількості білків у розчині. Для характеристики цієї властивості використовують такий параметр як точка коацервації системи, яку визначають за максимальною кількістю жиру, що вводиться в колоїдний розчин білків до досягнення розшарування емульсії.

Перевага білків у порівнянні із низько-молекулярними поверхнево-активними речовинами полягає в тому, що білкові молекули формують на поверхні дисперсних частинок адсорбційні шари, які перешкоджають коалесценції дисперсної фази.

Гелеутворююча здатність білків характеризується значенням критичної концентрації, тобто мінімальною концентрацією білків в системі, при якій відбувається утворення гелю.

Адгезійні та реологічні властивості. Адгезійні властивості білків характеризують їх здатність до склеювання поверхневих шарів двох тіл. Реологічні властивості білків можна визначити за в'язкістю білкових суспензій, пластичністю та твердістю продуктів із білковими добавками.

Білки, що мають високі функціональні властивості, добре розчинні у воді, здатні утворювати висококонцентровані розчини, суспензії та гелі, ефективно стабілізують емульсії та піни.

Білки з низькими функціональними властивостями – погано розчинні, не набрякають у воді, не здатні утворювати в'язкі та концентровані суспензії, стабілізувати піни та емульсії. Такі білки використовують для одержання харчових гідролізатів та як добавки до кормів.

Вивчення функціональних властивостей білків є ключовим науковим напрямом проблеми одержання нових форм харчових продуктів, який дає змогу розробляти рецептури багатокомпонентних харчових систем.

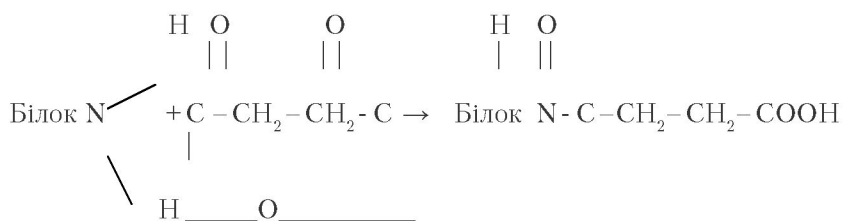
Регулювання функціональних властивостей білків відбувається перш за все вибором методів і режимів їх одержання (тостування шроту, екстрагування білків, осаджування та висушування білків). Від цих умов залежить ступінь денатурації, деструкції, фракційний склад, природа і кількість домішок, природа продуктів гідролізу білків тощо.

Крім того, функціональні властивості білкових продуктів можна регулювати хімічними, ферментативними методами та методом текстування.

9.8. МЕТОДИ ХІМІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКІВ

Під хімічною модифікацією білків розуміють зміну сульфгідрильних, карбоксильних та інших груп амінокислот, а також дисульфідних зв'язків поліпептидів під впливом певних хімічних речовин. В результаті хімічної модифікації покращуються функціонально-технологічні властивості білків. Модифікуючими агентами можуть бути оцтовий та янтарний ангідриди, йод, тощо. Залежно від цього розрізняють наступні способи хімічної модифікації.

Ацилювання білків – метод зміни хімічного складу білків за рахунок приєднання радикалів карбонових кислот до аміно групи білкових молекул. Наприклад, в присутності янтарного ангідриду протікає реакція сукцинілювання:



В результаті ацилювання білків відбувається накопичення одноіменних зарядів молекул і, як наслідок, послаблення їх взаємодії та дезагрегація. Такі зміни впливають на функціонально-технологічні та органолептичні властивості – збільшується емульгуюча, піноутворююча, гелеутворююча здатність білків, зникає бобовий присмак у соєвих білків.

Обробка лугами (лужне активування). Оброблені лужними розчинами білки мають більш високу розчинність, підвищену водо- та жиропоглинальну здатність, кращі емульгуючі та піноутворюючі властивості. Модифіковані таким чином білки переважно використовують для виробництва м'ясопродуктів. Недоліком такого методу є небезпека розкладання залишків деяких амінокислот – лізину, метіоніну, цистину.

Йодування білків відбувається внаслідок приєднання йоду до тирозинових груп з наступним окисненням і від'єднанням α -амінопропіонової кислоти.

Проте методи хімічної модифікації функціонально-технологічних властивостей білків не одержали широкого застосування для одержання харчових білків у зв'язку із:

- відсутністю медико-біологічних досліджень хімічно модифікованих білків;
- необхідністю розроблення методів контролю безпечності модифікованих білків;
- можливістю зміни біологічної цінності білків, зокрема, втраченою здатності до перетравлювання.

9.9. ФЕРМЕНТАТИВНА МОДИФІКАЦІЯ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ

Відомо, що білки насіння сої мають молекулярну масу в діапазоні 200 – 350 кДа. Розчинність таких білків у воді та нейтральних розчинах невисока. Суть ферментативної модифікації білкових продуктів полягає у протеолізі високомолекулярних поліпептидів за допомогою протеолітичних ферментів, внаслідок чого утворюються поліпептиди із значенням молекулярної маси 3-5 кДа. Низькомолекулярні поліпептиди мають високу розчинність в широкому діапазоні значень рН, підвищену піноутворюючу та емульгуючу здатність. Проте при розщепленні більше ніж 10 % пептидних зв'язків спостерігається втрата емульгуючих властивостей. Тому ферментативну модифікацію необхідно використовувати також обмежено.

За допомогою протеолітичних ферментів можна також синтезувати нові поліпептиди (пластеїни) із зміненими функціональними властивостями та новим амінокислотним складом, при цьому нові пептиди можна збагатити амінокислотами, що є лімітуючими для даного білку. Синтез нових високомолекулярних пептидів здійснюють за допомогою тих же протеолітичних ферментів із попередньо одержаних низькомолекулярних пептидів, змінюючи, наприклад, рН середовища.

9.10. ТЕХНОЛОГІЯ ТЕКСТУРОВАНИХ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ

Функціонально-технологічні властивості білкових продуктів залежать і від їх структури, яка може бути:

- порошкоподібною;

- у вигляді гранул;
- у вигляді концентрованої дисперсії;
- волокнистою;
- пористою із волокнистою макроструктурою.

Порошкоподібну структуру створюють при подрібненні соєвого шроту, концентратів або ізолятів. Продукти з такою структурою можуть використовуватись як добавки в м'ясні, молочні, кондитерські вироби, різноманітні десерти.

Для одержання білкових продуктів у вигляді гранул використовують спеціальні преси-гранулятори, в яких відбувається продавлювання сировини через отвори з наступним розрізанням на гранули.

Дисперсії білків утворюються як результат екстракції білків із білкового борошна без наступного висушування. Недоліком таких продуктів є короткий термін їх зберігання, незручність транспортування тощо. Використовують такі суспензії як добавки у різноманітні напої, десерти тощо.

Для створення волокнистої та пористої структури білкових продуктів необхідна спеціальна обробка. Продукти, що мають таку структуру, прийнято називати текстуровані білкові продукти або текстурати. Найбільш поширеними методами текстуровання продуктів є термопластична екструзія і прядіння білкових волокон.

Методом термопластичної екструзії одержують екструзійні текстурати – пористі продукти із волокнистою структурою, які зберігаються протягом тривалого часу, легко регідратуються, мають широкий спектр використання. На долю екструзійних текстуратів у США, наприклад, припадає близько 95 % всіх текстуратів.

Білкові волокна мають волокнисту структуру, утворену орієнтованими макромолекулами білку, яка нагадує волокна м'язової тканини, їх використовують переважно для виробництва м'ясних аналогів та комбінованих продуктів.

9.11. ТЕРМОПЛАСТИЧНА ЕКСТРУЗІЯ ЯК МЕТОД ОДЕРЖАННЯ БІЛКОВИХ ТЕКСТУРАТИВ

Екструзія первинно використовувалась як метод одержання пластичних полімерних мас. З середини минулого століття цей метод почали використовувати для екструдювання (пресування) борошна та деяких інших продуктів. В 1964 році була запатентована технологія

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

одержання текстурованих соєвих пластівців. Проте значний крок по впровадженню цієї технології у виробництво харчових екструдатів було зроблено після того, як в 1970 році В.Т. Аткинсон запатентував екструдер-жаровню високого тиску.

Робочим органом екструдера (Рис.9.8) є шнек, який обертається в середині циліндричного барабану. Об'єм одного витка шнеку від початку до кінця барабану поступово зменшується, і, відповідно, збільшується тиск в екструдері. Екструдери різної конструкції мають різний ступінь стиснення. На виході із барабану є насадка з отворами, розмір і форма яких визначає форму готових текстуратів. Зовнішній вигляд екструдера представлено на мал.

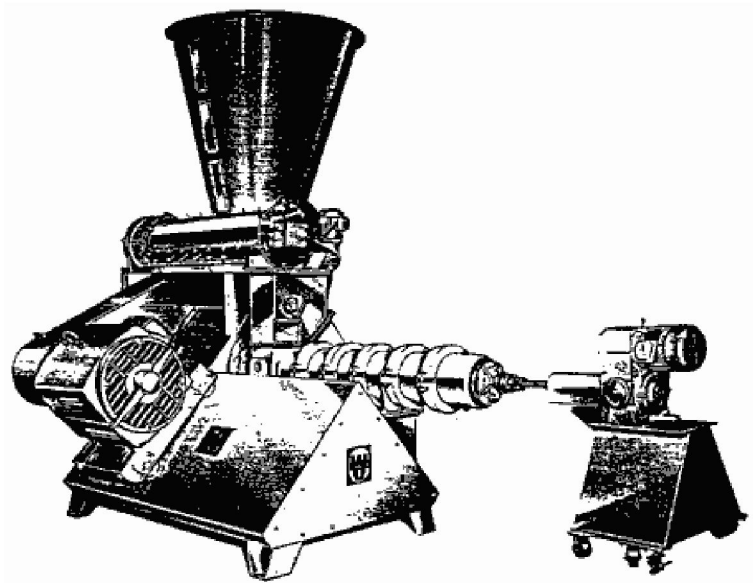


Рис.9.8. Зовнішній вигляд екструдера.

Сировиною для термопластичної екструзії може бути як соєве борошно, так і концентрати та ізоляти. Зволожена сировина завантажується в екструдер і в результаті пересування вздовж екструдера та стиснення нагрівається до температури 150-180°C. Внаслідок дії високої температури та тиску (приблизно 4 МПа) сировина перетво-

рюється на розплав, білкові макромолекули зазнають денатурації і одночасної направленої просторової орієнтації. Коли такий розплав виходить із екструдера, відбувається різкий перепад тиску, раптове випаровування води і, як наслідок, утворюється продукт, що має пористу волокнисту структуру. Екструдат, що виходить через матрицю, ріжеться ножами, які обертаються.

Готові екструдати можуть висушуватись і використовуватись як білкові добавки або використовуватись для приготування напівфабрикатів.

9.12. ПРЯДІННЯ БІЛКОВИХ ВОЛОКОН

Процес одержання білкових волокон із ізольованих соєвих білків вперше був запропонований в 1954 році американським дослідником Боуером.

Сировиною для «прядіння» волокон є білкові ізоляти. Технологія «прядіння» полягає в наступному. Шляхом додавання лужного розчину до білкової суспензії спочатку готують білковий розчин з концентрацією білків приблизно 20%. Такий розчин дозріває протягом певного часу для досягнення необхідної в'язкості. На наступному етапі формують білкові волокна шляхом коагуляції білків у кислому розчині. Для цього білковий розчин подають в коагуляційні ванни через отвори фільтри, що мають діаметр приблизно 75 мкм. Коагуляційна ванна містить розчин фосфорної кислоти або солі із значенням рН розчину 2,0-4,0. В результаті контакту білкового розчину із розчином для коагуляції відбувається коагуляція білкових молекул і формування волокон. Сформовані волокна направляють у нейтралізаційну ванну з розчином соди і промивну — з водою. Кінцеве значення рН волокон становить 5,5-6,0. На наступному етапі волокна піддаються розтягуванню для покращення орієнтації молекул та збільшення їх міцності. При цьому вони значно збільшують свою довжину.

Готові волокна змішують із зв'язуючою речовиною, яка може містити харчові, смакові, ароматичні добавки та барвники. Одержані пучки волокон нарізають та висушують. Готові продукти використовують як для одержання аналогів м'яса, так і для часткової заміни м'яса у готових виробах. Білкові волокна застосовують для одержання штучних м'ясопродуктів, склеюючи білкові волокна за допомогою в'язучих речовин і додаючи смакові та ароматичні добавки. На Рис.9.9 зобра-

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

жена схема одержання штучних м'ясопродуктів із соєвого шроту. Знежирені соєві пластівці подаються у ємність 1 для екстрагування білків. Твердий нерозчинний залишок шроту відділяється від одержаного білкового екстракту за допомогою центрифуги 3, після чого розчин білків додатково очищується на сепараторі 4. Очищений білковий розчин направляється в коагулятор 6 для ізоелектричного осадження білків. Сепаратор 7 відділяє сироваточну воду від білкової пасту. Білкова паста через проміжні ємності 8 та 10 поступає в змішувальний шнек, де нейтралізується розчином лугу, а потім в фільтр-прес 12 для видавлення надлишкової вологи. Концентрована білкова паста подається через фільтри у коагуляційну ванну 13 з розчином кислоти та солі, де відбувається фіксація білкових волокон. Одержані волокна надходять у ванну 16 для промивання та 17 для змішування із клейкими добавками. В ємності 18 до білкових волокон додають смакові та ароматичні добавки. Після чого пучки волокон направляють на висушування.

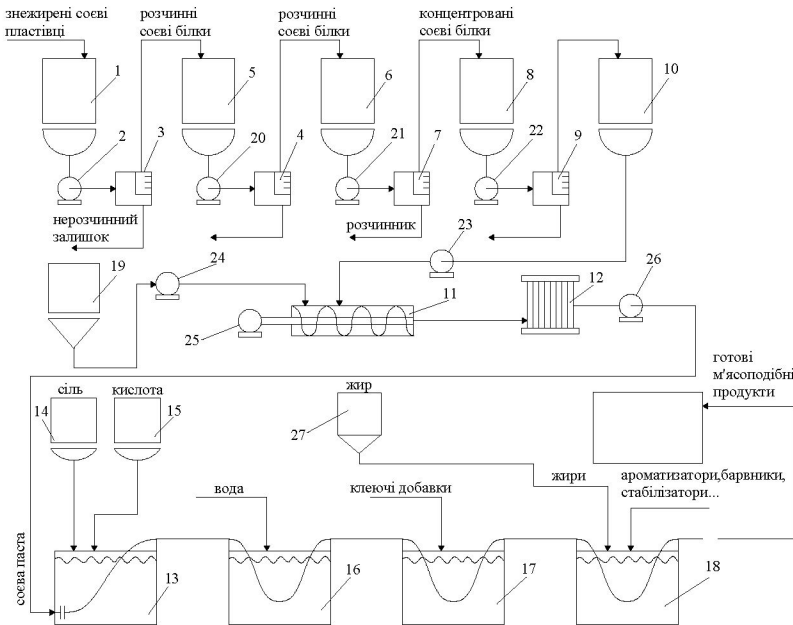


Рис.9.9. Технологічна схема одержання «штучного м'яса».

1. Екстрактор. 2. Насос для перекачування розчину білків. 3,4. Центрифуги для видалення нерозчинного залишку. 5. Проміжна ємність. 6. Коагулятор білків. 7. Центрифуга для відділення білкової пасти від розчинника. 8,10. Проміжна ємність. 9. Центрифуга для відділення залишку розчинника від білкової пасти. 11. Шнековий змішувач. 12. Фільтрпрес. 13. Коагуляційна ванна. 14. Ємність для розчину солі. 15. Ємність для розчину кислоти. 16. Промивна ємність. 17. Ємність для клеючих добавок. 18. Ємність для внесення смакових добавок. 19. Ємність для розчину луку. 20-26. Насоси. 27. Ємність для жиру.

Наведена технологія «прядіння» білкових волокон одержала назву «мокрого прядіння». До недоліків такої технології можна віднести нестабільність реологічних властивостей прядильних розчинів білків, в'язкість яких може наростати аж до гелеутворення, що робить неможливим формування волокон. Крім того, в процесі одержання волокон може змінюватись біологічна цінність білків, з'являється небажаний присмак і запах.

Відома також технологія так званого сухого «прядіння» волокон, яка була запропонована в 70-х рр. минулого століття. Така технологія передбачає приготування висококонцентрованої суспензії білків із значенням рН 4,0-6,0, нагрівання її до температури приблизно 150°C, охолодження до 70-80°C і видавлювання суспензії у повітряне середовище через сопло з діаметром 0,4-0,8 мм.

Волокна, що утворюються (вологість 55-60 %), мають ніжну консистенцію, приємний смак, можуть замінити до 50 % м'яса в рублених виробках. Особливо добре імітують м'ясо риби. Їх випускають у замороженому вигляді.

Процес сухого «прядіння» має вищу продуктивність у порівнянні із «мокрим прядінням», а також нижчу собівартість готових продуктів.

Проте в цілому технологія одержання волокон має більш високу вартість, ніж термопластична екструзія. Це зумовлюється також і тим, що сировиною для «прядіння» волокон є білкові ізоляти. Тому виробники соєвих білкових текстуратів віддають перевагу використанню термопластичної екструзії для одержання волокнистої структури.

9.13. НОВІТНІ МЕТОДИ ТЕКСТУРУВАННЯ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ

Останнім часом розвиваються також нові методи текстурування білкових продуктів.

Одним з таких методів є текстурування парою. При використанні такої технології знежирене соєве борошно зволожують до 20 % і подають у барабан, що обертається. Одночасно у барабан подають пару високого тиску. Борошно обробляється в барабані протягом кількох секунд і миттєво через сопло викидається в зону атмосферного тиску. Різкий перепад тиску зумовлює утворення пористої структури та відгонку низькомолекулярних продуктів.

Інколи обробці гострою парою піддають і текстурати, одержані термопластичною екструзією. Під час такої обробки видаляються небажані компоненти запаху та смаку.

До нових методів можна віднести і кріотекстурування, незважаючи на те, що цей метод використовують уже досить давно для одержання соєвих традиційних продуктів в Японії, наприклад корі-тофу.

В основі цієї технології лежить процес утворення пористих гелів під час заморожування-розморожування білкових суспензій за рахунок регідратації після розморожування. Зневоднений білковий продукт легко піддається формуванню, а при нагріванні утворює сильно еластичні гелі.

Перевагою такого методу є відсутність впливу високої температури.

Таким чином, із розглянутих методів текстурування білкових продуктів найбільш широко використовують метод термопластичної екструзії.

9.14. ВИКОРИСТАННЯ БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Основні принципи використання білкових продуктів у харчовій промисловості.

Використання рослинних білків у харчовій галузі має на меті:

- підвищення і регулювання біологічної цінності харчових продуктів;
- покращення реологічних властивостей нових харчових продуктів;

- виробництво продуктів лікувально-профілактичної дії.

Одним із шляхів використання рослинних білків є виробництво напівфабрикатів на підприємствах, що одержують рослинні білки, шляхом введення відповідних смакових та ароматичних добавок, фасування та пакування. Прикладом таких продуктів є «соеве м'ясо», «соеві стейки», «битки» тощо.

З іншого боку, соєві білки використовують як добавки у виробництві м'ясних, молочних, кондитерських виробів, напівфабрикатів тощо. Рослинні білки при цьому відіграють роль білкових збагачувачів, замінників м'яса, наповнювачів тощо.

На використання рослинних білків суттєво впливають їх функціонально-технологічні властивості. Використання рослинних білкових добавок у харчових výroбах в залежності від їх технологічно-функціональних властивостей наведена в Таблиці 9.6.

Таблиця 9.6.

Характеристика технологічно-функціональних властивостей білкових добавок.

Функціонально-технологічна властивість	Продукт	У яких výroбах використовується.
Стабілізація емульсій	Борошно, концентрат, ізолят	Сосиски, ковбасні výroби, хліб, кекси, супи, збивні кондитерські výroби, заморожені десерти
Жирозв'язуюча	Борошно, концентрат, ізолят	Сосиски, ковбасні výroби, супи, м'ясні výroби
Вологозв'язуюча	Борошно, концентрат,	хліб, кекси, кондитерські та м'ясні výroби
Збільшення в'язкості	Борошно, концентрат, ізолят	Супи, соуси
Гелеутворююча здатність	ізолят	Імітація м'ясного фаршу

продовж. табл. 9.6.

Адгезія	концентрат, ізолят	Ковбасні вироби, м'ясні рулети, макарони, аналоги м'яса
Еластичність	ізоляти	Хлібо-булочні вироби, м'ясні аналоги
Регулювання кольору	борошно	Хліб, вафлі
Піноутворююча здатність	ізоляти	Збивні кондитерські вироби.

9.15. ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Виробництво молочних продуктів із соєвих бобів є одним з найбільш давніх способів використання сої в Китаї, Японії. В наш час соєве молоко виробляють і в Європейських країнах, США, країнах Південної Америки.

Соєве молоко використовується для дитячого харчування як продукт еквівалентний за біологічною цінністю коров'ячому молоку. Перевагою соєвого молока є те, що воно:

- ◆ не містить білків-алергенів тваринного походження;
- ◆ має невисокий вміст іонів Ca^{2+} і може бути рекомендоване для дитячого харчування (підвищений вміст іонів Ca^{2+} у коров'ячому молоці викликає утворення білкових коагулятів у шлунку дітей, що важко перетравлюються);
- ◆ не містить лактози і може бути рекомендоване для харчування діабетиків;
- ◆ має нижчу енергетичну цінність, ніж коров'яче молоко;
- ◆ виробництво соєвого молока не має сезонної залежності;
- ◆ має нижчу собівартість.

Молочні продукти із використанням рослинних білків можуть бути комбінованим (такими, що містять соєві білки як добавки) або штучними (не містять натурального молока).

Виробництво соєвого молока включає такі операції:

- Замочування насіння (1:10, 12 годин).
- Варіння.
- Подрібнення.

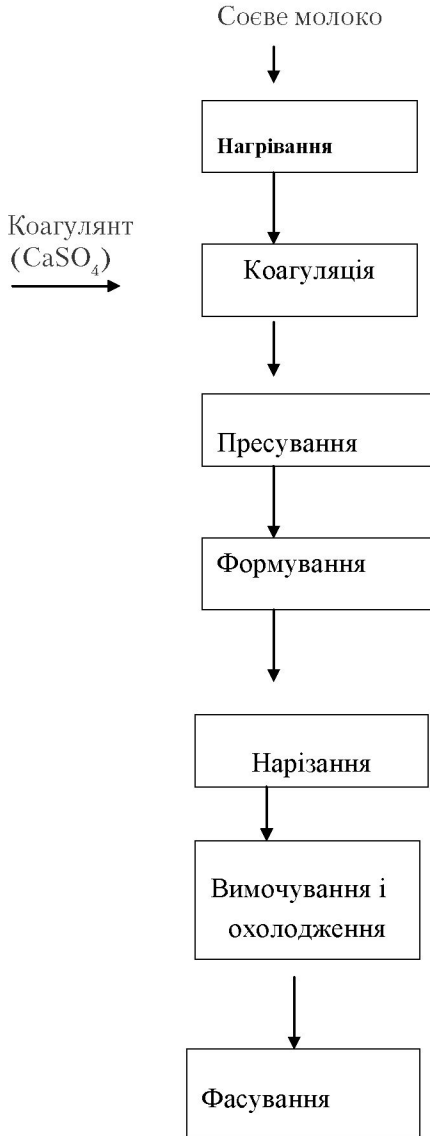


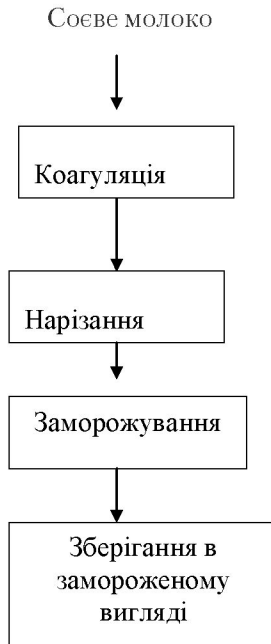
Рис. 9.10. Технологічна схема виробництва соєвого тофу.

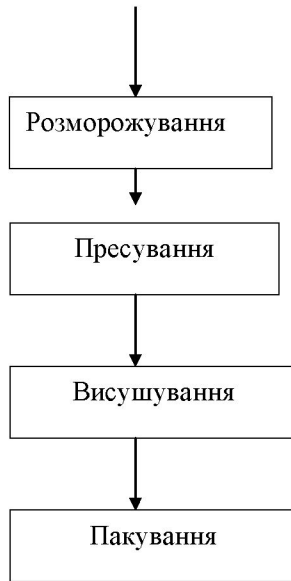
Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

- Кип'ятіння протягом 15-30 хв.
- Фільтрування (твердий залишок називають «окара»).
- Гомогенізація.
- Пастеризація.
- Охолодження.
- Фасування.

Крім соєвого молока із соєвого борошна виробляють соєвий сир, який японці називають тофу, а також кисломолочний напій нато. На Рис 9.10. наведена технологічна схема виробництва соєвого тофу. Із 10 кг соєвих бобів одержують 4,0-5,0 кг м'якого або 1,5-3,0 кг твердого тофу.

Крім звичайного тофу виготовляють також корі тофу (заморожене і висушене тофу), яке являє собою дегідратоване тофу і суттєво відрізняється за структурою від звичайного тофу. Схему виробництва корі тофу можна зобразити наступним чином:





9.16. БІЛКОВІ ПРОДУКТИ ЯК ДОБАВКИ ДО М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

З розвитком технології білкових концентратів та ізолятів їх найбільш широко почали використовувати у виробництві м'ясних продуктів. Це було зумовлено:

- високою економічною ефективністю такого використання,
- технологічними перевагами,
- можливістю покращення структурних властивостей і харчової цінності готових м'ясних виробів.

Рослинні білки використовують переважно для часткової заміни м'яса у м'ясних виробках, а також для одержання аналогів м'ясних виробів.

Під час комбінування рослинних білків із тваринними використовують борошно, концентрати та ізоляти.

Для виробництва ковбасних виробів, як правило, використовують білкові концентрати із високим вмістом розчинних білків. Застосування білкових продуктів в м'ясних фаршах для варених ковбас,

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

сосисок збільшує стабільність фаршевих емульсій. В м'ясних фаршах грубого помолу, який використовується для виробництва начинок для піц, гамбургерів, використання концентратів допомагає утримувати жир та вологу, попереджає утворення коацерватів жиру.

Білкові концентрати використовують також для шприцювання цільних м'ясних продуктів, внаслідок чого збільшується вихід продукту та забезпечується відповідна консистенція.

Суспензії білків використовують як гелеутворюючі системи під час виробництва штучних м'ясопродуктів, що імітують вироби із рубленого м'яса.

Для одержання штучних м'ясопродуктів використовують також екструзійні текстурати, які за зовнішнім виглядом, макроструктурою і консистенції імітують невеликі шматочки м'яса.

Останнім часом зростає також використання білкових продуктів для одержання продуктів швидкого приготування.

9.17. ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ БІЛКІВ У КРУП'ЯНИХ, МАКАРОННИХ, КОНДИТЕРСЬКИХ ТА ІНШИХ ВИРОБАХ

Використання білкових продуктів у хлібобулочних, круп'яних та кондитерських виробах зумовлено тим, що вони підвищують біологічну цінність цих виробів та покращують смакові і технологічні властивості продуктів.

Збагачення пшеничного борошна здійснюють з метою одержання збалансованого амінокислотного складу. Відомо, що лімітуючими амінокислотами для білків злаків є лізин, триптофан, метионін. Для підвищення біологічної цінності білків у хлібобулочних та круп'яних виробах найбільш широко використовують знежирене соєве борошно. Білковий соняшниковий ізолят додають в хлібобулочні вироби у кількості 1-5 %. Збагачення борошняних виробів білками здійснюють додаючи їх або у борошно, або у тісто. Додавання модифікованих білкових продуктів до тіста покращує його водопоглинаючу здатність та консистенцію.

Білкові продукти можуть бути використані при виробництві штучних круп, що імітують рис, та макаронних виробів. При цьому із борошна різних зернових, білкового борошна, крохмалю, вітамінів, мінеральних солей, амінокислот і води готують тісто. Одержане

тісто продавлюють через фільтри. Отриману вермішель нарізають та сушать.

Для одержання штучних макаронів використовують, наприклад, суміш:

- Соєве борошно – 30 %;
- Кукурудзяне борошно – 50 %;
- Пшеничне борошно – 20 %.

Використання білкових продуктів дає можливість виробляти макарони із пшениці не макаронних сортів.

Для збагачення кондитерських виробів найбільш широко використовують соєве, соняшникове та арахісове борошно. Встановлено, що внесення соєвого борошна у шоколадну глазур значно затримує процес посивіння шоколаду.

Перспективним є використання білкових продуктів із високою гелеутворюючою здатністю для виробництва желе, мармеладів, зефіру, пастили тощо. Білкові ізоляти можуть замінити таку сировину як агар-агар, желатин, пектин, крохмаль.

Запропоновано також технологію одержання майонезу, в якому як емульгатор використовують суміш яєчного та соєвого білку. Одержаний майонез мав більш густу консистенцію та мав збільшений вміст білків.

Освоєно також випуск маргаринів із використанням соєвих білків.

9.18. ВИРОБНИЦТВО ФЕРМЕНТОВАНИХ СОЄВИХ ПРОДУКТІВ

Ферментовані соєві продукти містять, як правило, сіль і побічні продукти ферментації. Це попереджує псування цих продуктів, що дозволяє значно збільшити термін їх зберігання.

Прикладом таких продуктів є місо. Технологія приготування місо полягає в змішуванні підготовленого насіння сої із закваскою, час ферментації продукту – кілька місяців. Існує кілька типів місо – рисове (крім сої містить рис), ячмінне (містить ячмінь та сою), соєве. Найбільш тривало ферментують соєве місо – 1...2 роки.

Із 100 кг рису та 100 кг сої вихід місо становить 300...400 кг.

Схема виробництва місо:



Соевий соус. Сировиною для виробництва соєвого соусу є соєвий шрот. Стадії виробництва соєвого соусу:

- ◆ Варіння у воді.
- ◆ Інокуляція закваскою.
- ◆ Ферментація (6...12 місяців).
- ◆ Фільтрування.

Натто – кисло-молочний соєвий напій, його виробляють в Японії, Індонезії та Таїланді. Для ферментації використовують *Bacillus natto*. Виготовляють із цілого насіння сої. Стадії виробництва:

- ◆ Замочування насіння.
- ◆ Варіння.
- ◆ Інокуляція культурою *Bacillus natto*.
- ◆ Ферментація протягом 24 годин.

Контрольні питання

1. Які фракції білків екстрагуються водою, розчинами солей та лугів, відповідно?
2. Які фракції білків містяться в насінні олійних культур?
3. Які фактори впливають на ефективність екстрагування білків?
4. Яким чином технологічні операції під час видобутку рослинних олій впливають на розчинність білків?
5. 6. Що таке зворотна і незворотна денатурація білків?
6. 7. Як денатурація впливає на функціонально-технологічні властивості білків?
7. 8. За яким показником визначають ступінь денатурації білків?
8. 9. Як денатурація впливає на розчинність білків?
9. 10. Що таке ізоелектрична точка білка?
10. Від чого залежить значення ізоелектричної точки білків?
11. Як розчинність білків залежить від значення рН середовища?
12. Що таке ізоелектричне осадження білків? В якій технології воно використовується?
13. В яких межах знаходиться значення ізоелектричної точки білків насіння олійних культур?
14. Наведіть порівняльний аналіз технології білкових ізолятів та концентратів.
15. Яку реакцію каталізує фермент уреаза?
16. До якої групи ферментів належить уреаза?
17. Які реакції відбуваються в фосфатному буфері в присутності сечовини під дією уреази?
18. Чому необхідно проводити інактивацію ферменту у харчовому та кормовому соєвому шроті?
19. Яке значення активності уреази допустиме у кормовому соєвому шроті?
20. Які фенольні сполуки містяться в насінні олійних культур?
21. Яку реакцію каталізує ліпооксидаза?
22. В насінні яких культур активність ферменту найвища?

Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння

23. За яких умов інактивується ліпооксидаза?
24. Як впливає інгібітор трипсину на процес травлення?
25. Як позначається присутність трипсинового інгібітора на поживній цінності кормів та харчових продуктів?
26. В насінні яких культур присутні інгібітори протеолітичних ферментів?
27. Якими методами можна інактивувати трипсиновий інгібітор?
28. У чому полягає принцип методу визначення активності трипсинового інгібітора?
29. Що розуміють під терміном функціональність білкових продуктів?
30. Які властивості відносять до функціональних властивостей?
31. Що таке емульгатори?
32. В чому полягає механізм дії емульгаторів на стійкість емульсії?
33. Чим зумовлені емульгуючі властивості білків?
34. В чому переваги білків над низькомолекулярними емульгаторами?
35. Що таке точка коацервації емульсії?
36. Які висновки стосовно використання білкових продуктів можна зробити на основі вивчення їх функціональних властивостей?

ГЛОСАРІЙ

Абсолютна маса насіння – маса 1000 штук насіння у перерахунку на суху речовину.

Активне вентилявання – спосіб висушування, коли повітряний потік спрямовується через насіння, що висушується.

Анабіоз – стан насіння, який характеризується мінімальною активністю всіх метаболічних процесів.

Білки – високомолекулярні полімерні природні сполуки, мономерама яких є амінокислоти, найважливіший хімічний компонент живих організмів.

Білкові ізоляти – білкові продукти, які одержують вилученням білків із сировини, та які містять понад 90 % білків (у перерахунку на суху речовину).

Білкові концентрати – білкові продукти, які одержують із шротів олійних культур вилученням речовин небілкової природи, та які містять понад 65 % білків (у перерахунку на суху речовину).

Біоз – стан насіння, який характеризується високою активністю метаболічних процесів.

Вегетаційний період – період розвитку рослин від появи сходів до настання технічної стиглості насіння.

Вуглеводи – органічні сполуки, що мають загальну формулу $(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O})_n$ і за хімічною природою є поліоксиальдегідами або поліоксикетонами.

Генетично-модифіковані організми (ГМО) – організми, одержані перебудовою геному організмів шляхом введення або вилучення окремих генів чи їхніх груп.

Генотип – сукупність спадкової інформації організму, закодованої в послідовності нуклеотидів ДНК.

Гібриди – організми, одержані шляхом внутрішньовидового або міжвидового схрещування батьківських форм із необхідними ознаками.

Гігроскопічність насіння – здатність насіння до сорбції і десорбції парів води.

Ендосперм – запасна поживна тканина, яка має триплоїдний набір хромосом і формується внаслідок подвійного запліднення у квіткових рослин.

Критична швидкість – швидкість повітря, що рухається проти-током до насіння і за якої насіння знаходиться у зваженому стані.

Лауринові жири – жири, в жирно-кислотному складі яких переважає лауринова кислота, наприклад, кокосова та пальмоядрова олія.

Ліпіди – природні речовини, що мають гідрофобні властивості.

Мезобіоз – стан насіння, який характеризується невисокою активністю метаболічних процесів, і, як правило, є проміжним станом під час переходу від анабіозу до біозу.

Мікотоксини – отруйні речовини, які утворюються в результаті ураження сировини та харчових продуктів деякими пліснявими грибами.

Насіння – це орган рослин, який складається із зародка, запасу поживних речовин та насінневої оболонки, функцією якого є розмноження та захист зародку від несприятливих умов середовища.

Насіннева оболонка – оболонка, яка покриває зародок та ендосперм насіння, і утворена із покривів насінневого зачатка.

Натура насіння – маса 1 дм³ насіння, виражена в грамах.

Окара – твердий залишок насіння, який залишається після вилучення ліпідів та водо-розчинних речовин.

Онтогенез – індивідуальний розвиток живих організмів від моменту зародження до смерті.

Пальмова олія – олія, вилучена із перикарпу плодів олійної пальми.

Пальмоядрова олія – олія, вилучена із ядра кістянки олійної пальми.

Перикарпій – зовнішня частина плоду або оплодень.

Післязбиральне дозрівання насіння – період повного дозрівання насіння, протягом якого завершуються формуватись технологічні та фізіологічні властивості насіння.

Плід – це утвір у покритонасінних рослин, який складається з однієї чи кількох насінин та оплодня.

Плодова оболонка (оплодень) – зовнішня частина плоду, що оточує насіння і утворюється або лише зі стінок зав'язі або в його утворенні беруть участь й інші частини квітки: квітколоже, основи тичинок, чашолистків та пелюсток (може бути сухим або соковитим).

Самозігрівання насіння – процес самовільного збільшення температури всередині насінневої маси, який розвивається під час зберігання насіння, як правило, з підвищеною вологістю, внаслідок протікання біохімічних реакцій в самому насінні та мікрофлорі, що його заселяє.

Сорт – група особин певного виду, яка відрізняється від інших представників цього ж виду за певними спадковими ознаками.

Спермацет – воскова фракція спермацетового жиру, який вилучають із спермацетової залози кашалотів.

Суцвіття – сукупність квіток, розташованих на спільній осі.

Схожість насіння – здатність насіння до проростання.

Технічна стиглість насіння – стан розвитку насіння, для якого характерне максимальне значення абсолютної маси насіння.

Технологічні властивості насіння – властивості, які визначають поведінку насінневої маси під час зберігання, переробки та проростання.

Триацилгліцерини (жири) – складні ефіри трьохатомного спирту гліцерину та жирних кислот.

Фенотип – сукупність усіх матеріальних структур та властивостей організму.

Шрот – твердий залишок насіння після вилучення з нього олії екстракційним способом.

Додаток 1.

Таблиця.

Характеристика основних гібридів та сортів соняшнику, що вирощуються в Україні

Сорт або гібрид насіння	Маса 1000 штук насіння, г		Доля лущиння, %	Потенційна урожайність, ц/га	Примітка
Сорти					
ВНІОК 6540 Покращений (Росія)		54,0	19,0		Рекомендований для зони Степу
Харківський 50		54,7	20,5	33,0	Рекомендований для зони Лісостепу
Чумак	65	49,5-51,9	22	24,7-28,2, потенційна- 37,3	Рекомендований для зони Степу та Лісостепу
Арена	51	50,7		40,1	Вегетаційний період 122 дні. Рекомендований для зони Степу.
Альціон	50	49,8	24,2	39,3	Вегетаційний період 110-119 днів. Рекомендований для зони Лісостепу.
В-306 (Угорщина)	59	51,5		38,4	Вегетаційний період 120 днів. Рекомендований для зони Степу.
Гібриди					
Аліанце «Русітка Прогрен Женетік» (Франція)	50-56	47,8		52,2	Вегетаційний період 120 днів. Рекомендований для зони Степу і Лісостепу.
Апісол		50,4		49,6	Вегетаційний період 124 дні. Рекомендований для зони Лісостепу.

продовж. дод. 1.

Візит (Інститут рослин ім. Юр'єва)	63,3	52,8	22	43	Скоростиглий. Вегетаційний період 95-100 днів. Рекомендований для зони Степу.
Світоч (український)	55-70	51-53		Потенційна- 46	Ранньостиглий, засухостійкий. Рекомендований для зони Лісостепу
Кий	55-70	49-51		Потенційна- 30-42	Скоростиглий, посухостійкий, стійкий до хвороб. Рекомендований для зони Лісостепу
Красень	55-70	50-52		Потенційна- 40-42	Ранньостиглий, стійкий до хвороб. Рекомендований для зони Лісостепу
Одеський 91	50-55	49,7	20,0	Потенційна- 40-42	
Одеський 96	55-70	48,1	22,7	Потенційна- 40-42	
Одеський 97	55-70	46,4	22,0	Потенційна- 40-42	
Одеський 103	55-70	45,9	24,4	Потенційна- 40-42	
Одеський 123	55-70	52-54	21-23	Потенційна- 50-51	Середньоранньостиглий Рекомендований для зони Лісостепу та Степу.
Одеський 122	55-70	52-54	21-23	Потенційна - 48-50	Посухостійкий, ранньостиглий. Рекомендований для зони Лісостепу
Одеський 249	55-70	55-57	21-23	Потенційна - 30-50	Ранньостиглий. Рекомендований для зони Лісостепу.
Донський 1		49,7	21,5		Рекомендований для зони Степу.
Гетьман	56	49	22,9	26,6, потенційна - 38	Рекомендований для зони Лісостепу та Степу.
Український скоростиглий	57	50,5	23	24-25, потенційна 33,5	Рекомендований для зони Лісостепу та Степу

Лан 66	58	52	21,8	30,0, потенційна – 37,9	Рекомендований для зони Степу
Алінор (РТ-981) «Русіка Прогрен Женетік» (Франція)	75	50,5		26,5, потенційна – 40,7	Посухостійкий, середньостійкий до хвороб Рекомендований для зони Лісостепу .
Альзан (РТ-983) «Русіка Прогрен Женетік» (Франція)	65	50,7		29,9, потенційна – 43,4.	Посухостійкий, середньостійкий до хвороб. Рекомендований для зони Лісостепу.
ПР 63 А 90 (ХФ-475) «Піонер Хай-Бред Інтернешнл. ІНК» (США)		49,2		28,2, потенційна – 42,5.	Відносно стійкий до хвороб. Рекомендований для зони Лісостепу.
Міхаїл (ХР-4826) «Піонер Хай-Бред Інтернешнл. ІНК» (США)	55	52	20	30,1, потенційна – 40,6.	Посухостійкий, рекомендований для зони степу.
Кармона «Новартіс Сідс С.А.» (Франція)	59	53,2		26,1, потенційна – 39	Посухостійкий, середньостійкий до хвороб, рекомендований для зони лісостепу
Ригасол «Монсато Європа С.А.»	66	51,3		27, потенційна –43,2	Рекомендований для зони Лісостепу.
Флай «Монсато Європа С.А.»	65	49 – 52,4		29,3 – 32,1 потенційна 45,6	Посухостійкий, середньостійкий до хвороб, рекомендований для зони Степу та Лісостепу.
Мегасан (ІС 33541) «Аванта»	66-70	50,6 – 51,7		29,4 – 31,7 потенційна 44,3	Посухостійкий, середньостійкий до хвороб, рекомендований для зони лісостепу

продовж. дод. 1.

С 227 М «Монсато Європа С.А.»	56	49,5		28,7, потенційна – 42,5	Посухостійкий, середньостійкий до хвороб, рекомендований для зони Степу.
Тореро (НХ 2717) «Новартіс Сідс С.А.» (Франція)	50	50,5 – 53,2		27,9 – 32,3, потенційна – 44,6	Середньостійкий до хвороб, рекомендований для зони Степу та Лісостепу.
Солдор 220		44,5	31,0	Потенційна – 36,5	

Додаток 2

Органолептичні та фізико-хімічні показники тваринних жирів згідно ГОСТ 8285-91 жири тваринні топлені

Найменування показника	Характеристика і норма жирів										
	яловичого		баранячого		свинячого		кінського		кісткового		збірного
	вищого гатунку	першого гатунку	вищого гатунку	першого гатунку	вищого гатунку	першого гатунку	вищого гатунку	першого гатунку	вищого гатунку	першого гатунку	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Колір при температурі 15-20 °С	Від блідожовтого до жовтого. Допускається зеленкуватий відтінок.		Від білого до блідожовтого. Допускається зеленкуватий відтінок		Білий. Допускається блідоголубий відтінок	Білий. Допускається жовтуватий або сіруватий відтінок	Жовтооранжевий. Допускається зеленкуватий відтінок	Жовтооранжевий. Допускається сіруватий відтінок	Від білого до жовтого. Допускається зеленкуватий відтінок	Від білого до жовтого. Допускається сіруватий та зеленкуватий відтінок	Від білого до темножовтого. Допускається сіруватий відтінок
Прозорість в розплавленому стані	<i>Прозорий</i>										Допускається мутнуватість

Прозорість в одиницях шкали фотоелектроколориметра, не більш	40				45				—		
Запах та смак	Характерний для даного виду жиру, що його виготовлено зі свіжої сировини										
	Без стороннього	Допускається приємний, підсмажений	Без стороннього	Допускається приємний, підсмажений	Без стороннього	Допускається приємний, підсмажений	Без стороннього	Допускається приємний, підсмажений	Допускається приємний, підсмажений	Характерний для тваринного жиру. Допускається підсмажений, бульйону, шквари	
Консистенція при температурі 15-20 °С	Густа або тверда		Густа або тверда. Для курдючного жиру мазеподібна		Мазеподібна зерниста або густа		Зерниста густа		Мазеподібна або густа		Рідка, мазеподібна або густа
Масова частка вологи, % не більше	0,20	0,30	0,30		0,25	0,30	0,25			0,30	0,50
Кислотне число, мг КОН, не більше	1,1	2,2		1,2	2,2	1,1	2,2		1,2	2,2	1,2
Масова частка антиоксидантів, % не більше	0,2										

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4306:2004 Олія пальмова. Загальні технічні умови.
2. ДСТУ 4438:2005 Олеїн пальмовий. Загальні технічні умови.
3. ДСТУ 4439:2005 Стеарин пальмовий. Загальні технічні умови.
4. ДСТУ 4492:2005 Олія соняшникова. Технічні умови.
5. ДСТУ 4534:2006 Олія соєва. Технічні умови.
6. ДСТУ 4538:2006 Текстурат соєвий харчовий. Технічні умови.
7. ДСТУ 4543:2006 Борошно соєве харчове. Технічні умови.
8. ДСТУ 4562:2006 Олія кокосова. Технічні умови постачання.
9. ДСТУ 4563:2006 Олія пальмоядра. Технічні умови постачання.
10. ДСТУ 4593:2006 Шрот соєвий харчовий. Технічні умови.
11. ДСТУ 4595:2006 Білок соєвий. Технічні умови.
12. ДСТУ 4596:2006 Білок соняшниковий. Технічні умови.
13. ДСТУ 4597:2006 Концентрат соєвий харчовий. Технічні умови.
14. ДСТУ 4694:2006 Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови.
15. Горшкова Л. М. та інші Получение белковых веществ из семян подсолнечника//Масложирная промышленность. – 1977. - №2. – С. 11-13.
16. Ефимов С.Л., Машков Б.П., Дьяченко В.М. Справочник по заготовкам, хранению и качеству зерна маслосемян. М.:Колос, 1977. -344 с.
17. Закон України «Про насіння»// Прийнятий Верховною Радою України 15.12.1993 за № 3890 XII
18. Копейковский В.М. Технология производства растительных масел. – М. Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 416 с.
19. Лазарь В.Г. Соя. – К.: ТОВ Раритет, 2003. – 144 с.
20. Насінництво і насіннезнавство олійних культур. За ред. М.М. Гаврилюка- К.: Аграрна наука, 2002.- 224 с.
21. Насіння сільськогосподарських культур, сортові та посівні якості. Технічні умови. ДСТУ: 2240-93 – К.:Держстандарт України, 1994.
22. Носенко Т.Т., Тимохін В.В., Федоренко Г.А., Клименко М.М. Дослідження екстрагування білків соєвого шроту під дією електричного струму// Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2002. - №2. – С. 73-76.
23. Носенко Т.Т., Ситник С.К. Поліпептидний склад білкових фракцій насіння соняшнику//

24. Носенко Т.Т. Вплив технологічних параметрів на динаміку інактивації уреазі в соєвій макусі// Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2004. - №15. – С.27-28
25. Носенко Т.Т., Дзяворук В.П. Дослідження фракційного складу фенольних сполук в насінні соняшнику//Харчова промисловість. 2004.- Додаток до журналу №3. –С.82-83.
26. Носенко Т.Т., Батура І.В. Спосіб екстрагування білк із шроту. Деклараційний патент на винахід. Опубл. Бюл.№8 від 16.08. 2004.
27. Вплив мікрохвильового оброблення на ефективність пресування та якість соєвої олії і макухи// Наукові праці НУХТ. – 2005. -№16. – С.48-49.
28. Носенко Т.Т. Спосіб одержання білкових ізолятів із сояшникового шроту. Деклараційний патент на корисну модель. Опубл. Бюл.№2, 2006 р. від 15.02.2006.
29. Носенко Т.Т., Громова О.М., Подолянко Н.В. Фізико-хімічні та технологічні властивості олії та білкових ізолятів, одержаних із гарбузового насіння// Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2008. - №3. – С.51-53.
30. Попов С.А.,Шеврыгин П.М. Организация заготовок и хранения масличных культур. – М.:Колос, 1974- 175 с.
31. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. – М.:Пищевая промышленность, 1976. – 470 с.
32. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Под ред. Ржехина В.П., Сергеева А.Г., т. II, – Ленинград, 1965, - 419с.
33. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. –М.:Агропромиздат, 1987. – 303 с.
34. Хімія жирів. За редакцією Гладкого Ф.Ф. – Харків НТУ «ХПІ» – , 2002. – 452 с.
35. Щербаков В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья.- М.: Колос, 2003.- 360 с.
36. Щербаков В.Г., Лобанов В.Г., Прудников Т.Н., Федорова С.А. Биохимия растительного сырья .- М.: Колос, 1999.- 376 с.
37. Щербаков В.Г., Иваницкий С.Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. – М.: Агропромиздат, 1987, - 152 с.
38. Руководство по переработке и использованию сои/ Под ред. В.В. Ключкина, М.Л. Доморощенковой. – М.:Колос, 1998, - 600 с.

39. Доморощенко М.Л. Современные технологии получения пищевых белков из соевого шрота/ Пищевая технология. – 2001, №4, с.6-10.
40. Соевые белковые продукты / под ред. Эндрес Д. Д., М. «Мак центр». – 2002, - 78 с.
41. Кучеренко М.Є., Войцицький В.М., Бабенюк Ю.Д., Гаврилей В.І. Біохімія. Практикум.- К.: «Либідь», 1995. – 152 с.
42. Сорокина Д. А., Залевская И.Н. Структурно-функциональные свойства белков. – К.: Вища школа, 1990, - 216с.
43. Nielsen, N.C. The structure and complexity of the 11S Polypeptides in soybeans// Journal of American Oil Chemists Society. – 1985. – v.62,№12. – С. 1680-1686.
44. Pantzaris T.P. Pocketbook of palm uses.- Ministry of Primary Industries, Malaysia, 2000 – 163 p.
45. Ralph E. Timms, Ian M. Stewart. Cocoa butter, a unique vegetable fat. – Lipid Technology Nesletter, - 1999, №10, p. 101-107.
46. Sule E., G.Hajos and S. Tomoskozi. Functional properties of the enzymatically modified soya protein isolate// Acta Alimentarica. – 1997. – v.26. – С. 279-285.
47. Sara E. Molina Ortiz, Maria Cristina Anon Analisis of products, mechanisms of reaction, and some functional properties of soy protein hydrolysates//Journal of American Oil Chemists Society. – 2000. – v.77,№12. – С. 1293-1301.
48. Alvaro Villanueva et all. Peptide Characteristics of sunflower protein hydrolysates//Journal of American Oil Chemists Society. – 1999. – v.76,№12. – С. 1455-1460.
49. Носенко Т.Т., Ситник С.К. Поліпептидний склад білкових фракцій насіння соняшнику// Матеріали ІХ Міжнародної наук-техн. конференції “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодні і перспективи.” Київ, НУХТ, 2005, частина 1, с.96.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР	6
1.1. Ліпіди насіння олійних культур	8
1.2. Азотовмісні речовини	26
1.3. Вуглеводи насіння олійних культур	34
1.4. Водорозчинні вітаміни	41
1.5. Органічні кислоти	43
1.6. Мінеральні речовини	43
1.7. Біосинтез жирів і фактори, що впливають на накопичення жирів	44
2. МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ ТА НАСІННЯ	47
2.1. Типи суцвіть у олійних культур	47
2.2. Типи плодів і насіння	49
3. ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТА ОБМІН РЕЧОВИН НАСІННЯ	54
3.1. Особливості генеративного розмноження квіткових рослин	54
3.2. Стадії розвитку та дозрівання насіння	56
3.3. Спокій та післязбиральне дозрівання насіння	59
3.4. Самозігрівання насіння	62
4. ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ	65
4.1. Очищення насіння від домішок	65
4.2. Кондиціювання насіння за вологістю	67
4.3. Режими зберігання насіння	69
5. ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ	73
5.1. Фізико-механічні властивості насіння	73
5.2. Фізико-хімічні властивості	78
5.3. Фізіологічні властивості насіння	80
6. ВИМОГИ СТАНДАРТІВ ДО ЯКОСТІ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ	82

7. ПРОМИСЛОВІ ОЛІЙНІ КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ.....	87
7.1. Родина Складноцвітих (Айстрових, Asteraceae)	88
7.2. Родина Хрестоцвітих (Капустяних Brassicaceae).....	101
7.3. Родина Сезамових.....	118
7.4. Родина Пальмових (Arecaceae)	123
Прядильно-олійні культури	135
7.5. Родина Ляних.....	135
7.6. Родина коноплевих (Cannabaceae).....	146
7.7. Родина Мальвових	150
Білково-олійні рослини	158
7.8. Родина Бобових.....	158
7.9. Родина Молочайні (Euphorbiaceae)	173
7.10. Родина Губоцвітих (Labiceae).....	178
7.11. Родина стеркулових (Sterculiaceae)	183
7.12. Родина Макових (Papaveraceae)	188
7.13. Родина розоцвітих (Rosacea)	192
7.14. Плоди і насіння нетрадиційних олійних культур	194
7.15. Ефіро-олійні культури	212
8. ТВАРИННІ ЖИРИ	221
8.1. Хімічний склад та харчова цінність тваринних жирів ...	221
8.2. Жири морських ссавців і риб	233
9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ	243
9.1. Історія розвитку технології добування рослинних білків	243
9.2. Основні джерела одержання рослинних білків	245
9.3. Технологія виробництва харчового соєвого шроту	247
9.4. Асортимент ізольованих білкових продуктів	250
9.5. Технологія білкових концентратів	252
9.6. Технологія одержання білкових ізолятів.....	256
9.7. Функціонально-технологічні властивості білкових продуктів	262
9.8. Методи хімічної модифікації функціонально- технологічних властивостей білків.....	264
9.9. Ферментативна модифікація білкових продуктів	265
9.10. Технологія текстурованих білкових продуктів.....	265

9.11. Термопластична екструзія як метод одержання білкових текстураців	266
9.12. Прядіння білкових волокон.....	268
9.13. Новітні методи текстурування білкових продуктів	271
9.14. Використання білкових продуктів із олійного насіння у харчовій промисловості	271
9.15. Технологія молочних продуктів із рослинної сировини	273
9.16. Білкові продукти як добавки до м'ясних виробів	276
9.17. Використання рослинних білків у круп'яних, макаронних, кондитерських та інших виробих	277
9.18. Виробництво ферментованих соєвих продуктів	278
ГЛОСАРИЙ.....	282
ЛІТЕРАТУРА	290

