

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ імені С.З.ГЖИЦЬКОГО**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ
САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
із дисципліни
„Хімія ліпідів та їх похідних”
для студентів факультету харчових технологій
за спеціальністю 7.091 705
„Технологія жирів і жирозамінників”**

ЛЬВІВ 2007

УДК 637:043(07)

ББК 35.782(07)

Кравців Р.Й., Паска М.З., Ощипок І.М., Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни „Хімія ліпідів та їх похідних” для студентів факультету харчових технологій за спеціальністю 7.091705 „Технологія жирів і жирозамінників”. – Львів, 2007. – 54 с.

Рецензент:

Калачнюк Г.І. доктор біологічних наук, професор кафедри органічної та неорганічної хімії, директор НДІ біотехнологічних основ підвищення продуктивності тварин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій С.З. Гжицького

Рекомендовано до друку методичною комісією факультету харчових технологій, протокол № 27 від 27 червня 2007 р.

Навчально-методичне видання

© Кравців Р.Й 2007

©Паска М.З 2007

©Ощипок І.М. 2007

Вступ

Метою викладання дисципліни «Хімія жирів» є одержання студентами знань, потрібних для виробничо-технологічної та дослідницької діяльності на підприємствах олієжирової та харчової промисловості.

Завданням вивчення дисципліни є засвоєння знань про ліпіди, їх класифікацію, ознайомлення з загальними відомостями про жирні кислоти, їх фізичними та хімічними властивостями, структурою та синтезом, із супутніми речовинами жирів та олій, особливостями перетворення жирів та олій у процесі зберігання та технологічного перероблення, а також з сучасними методами дослідження жирів та олій.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих студентами у процесі опанування загальнотеоретичних та спеціальних дисциплін, таких як, хімія, фізика, мікробіологія.

Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, потрібні для подальшого вивчення спеціальних дисциплін, таких як, технологія жирів тощо.

Теоретичний курс базується на сучасних наукових та технологічних досягненнях олієжирової промисловості та фундаментальних розробках вітчизняних та зарубіжних вчених.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати наукові основи хімічних перетворень жирів під час їх одержання, перероблення, зберігання і використання; хімічні властивості олій, жирів та супутні їм речовини;

Уміти пояснити хімічні перетворення, що відбуваються в оліє-жировій продукції під впливом технологічних факторів, користуватися сучасними методами контролю за якістю жирів та олій;

Зміст дисципліни

Вступ

Зміст та завдання дисципліни. Роль вчених у розвитку хімії жирів як науки. Поняття про ліпіди та їх класифікація. Роль і значення жирів у харчуванні і народному господарстві. Вміст їх у тваринних і рослинних організмах. Структурні елементи жирів.

Жирні кислоти

Загальна хімічна характеристика жирних кислот і їх класифікація. Номенклатура. Будова радикалу жирних кислот. Структура карбоксильної групи.

Основні представники жирних кислот ненасичені жирні кислоти (алканові) нормальної будови та з розгалуженим вуглеводневим ланцюгом; одно- та двоосновні кислоти; ненасичені жирні кислоти – алкенові, алкенополієнові, алкінові; кислоти з додатковими групами, що містять кисень, - гідроокислоти, кетокислоти;

Аліциклічні жирні кислоти;

Фізичні властивості жирних кислот: густина, термічні властивості – температура плавлення та застигання; розчинність, оптичні властивості.

Хімічні властивості жирних кислот.

Реакція з участю карбоксильної групи: утворення солей, галогенангідридів, ангідридів, складних ефірів, відновлювання жирних кислот до спиртів та вуглеводів; декарбоксілювання; часткова та повна втрата карбоксильної групи.

Хімічний склад та властивості отриманих продуктів, їх практичне використання.

Реакція за участю вуглеводневого радикала:

Дія галогенів на жирні кислоти з ізольованими та спряженими подвійними зв'язками;

Дія галоген водневих кислот;

Дія водню.

Практичне значення цих реакцій.

Окислення жирних кислот хімічно активними окисниками: озоном, азотистою кислотою, перманганатом калію та ін. дія сірчаної кислоти.

Дегідратація рицинолевої кислоти.

Ізомеризація, полімеризація. Практичне значення цих реакцій.

Замінники жирних кислот у промисловості

Каніфоль, нафтенові кислоти, таллова олія. Хімічна структура та властивості.

Синтетичні жирні кислоти, їх отримання каталітичним окисленням рідких парафінів.

Використання жирозамінників в олієжировій промисловості.

Алкоголі ліпідів

Гліцерин. Загальна характеристика. Реакційна властивість гідроксильних груп гліцерину.

Синтез гліцерину з ацетону, пропілену.

Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Практичне значення отриманих продуктів.

Аміноспирти: холін, коламін, сфінгозин. Структура, фізичні та хімічні властивості. Вміст у рослинних та тваринних жирах.

Одноатомні аліфатичні спирти. Загальна характеристика. Основні представники. Їх структура та вміст у рослинних та тваринних жирах.

Фізичні властивості: щільність, агрегатний стан, розчинність, температура плавлення, молекулярна маса. Хімічні властивості: утворення алкоголятів, солей, складних ефірів з мінеральними та органічними кислотами та ін.

Речовини, супутні жирам

Класифікація та загальна характеристика речовин, супутніх жирам. Їх вплив на якість жирів та олій.

Речовини, що містять фосфор (фосфоліпіди). Класифікація, фізіологічна роль у рослинних та тваринних організмах. Основні представники гліцерофосфатидів та сфінгомієлінів. Структура, властивості та вміст у жирах і оліях.

Жирні кислоти у складі фосфатидів. Поверхнево-активні властивості фосфоліпідів. Способи вилучення фосфоліпідів з олій. Використання фосфоліпідів у народному господарстві.

Воскові речовини (воски). Будова та властивості. Характеристика восків тваринного та рослинного походження. Воски олійного насіння, їх вплив на якість олій. Використання у народному господарстві.

Вільні жирні кислоти. Причина їх накопичення в оліях і жирах. Склад і вплив на якість олій. Поняття про кислотне число.

Забарвлювальні речовини. Класифікація та хімічна природа. Каротиноїди, їх основні представники, будова та властивості. Хлорофіли, їх будова та властивості.

Госіпол, будова та властивості. Незмінні (нативні) та змінні форми госіполу. Причини створення змінних форм,

зміни госіполу під впливом технологічних факторів під час вилучення олії. Використання госіполу у народному господарстві.

Стероли та стерини. Загальна хімічна характеристика. Холестерол як представник зоостеролів. Стигма-, сито- та інші стероли як представники фітостеролів. Будова та властивості.

Речовини – носії запаху та смаку. Хімічна характеристика. Причини їх утворення, вплив на властивості олій.

Жиророзчинні вітаміни. Віамін А, Д, К. будова та властивості, фізіологічне значення. Вітаміни Е (токофероли). Будова та властивості. Вітамінна антиоксидантна активність. Віамін F, будова та властивості, фізіологічне значення.

Ацилгліцерини

Класифікація, ізомерія, номенклатура. Модифікація жирів для харчових цілей методом перестерифікації.

Синтеза ацилгліцеринів, що ґрунтуються на безпосередній взаємодії кислот та алкоголем, хлорангідридів жирних кислот, галоген ангідридів гліцерину. Синтези ацилгліцеридів визначеної будови.

. Фізичні та хімічні властивості: окислення молекулярним киснем. Сучасні уявлення про механізм окислення ацилгліцеринів молекулярним киснем. Теорія

автоокислення. Загальні уявлення про вільно радикальні ланцюгові реакції. Про окисники, анти окисники та синергисти.

Харчове псування жирів та його види: підвищення вільної кислотності жиру; псування в результаті окислення жирів киснем повітря, біохімічне псування, інші види харчового псування жирів.

Захист жирів від дії молекулярного кисню.

Гідрогенізація. Дія молекулярного кисню на жири, умови проведення процесу. Каталізатори процесу. Поняття про селективність. Ізоолеїнові кислоти, їх характеристика та вплив на формування якісних показників гідрованих жирів, зміни супутніх речовин під час гідрогенізації.

Висихання. Загальна характеристика процесу висихання олій. Механізм висихання. Окисні числа. Зміни основних показників жирів під час висихання. Вплив різних факторів на процес висихання. Поняття про сикативи. Оліфа.

Гідроліз. Загальні поняття. Хімізм процесу в присутності лугів, кислот, алкоголятів; фактори, що впливають на глибину та швидкість алкоголізу.

Омилення. Суть процесу., фактори. Що впливають на глибину та швидкість омилення жирів. Омилення водними розчинами лугів, омилення спиртовими розчинами лугів. Практичне значення цього процесу.

Ацидоліз. Суть процесу. Каталізатори. Фактори, що впливають на ацидоліз.

Переестерифікація. Суть процесу. Між та внутрішньомолекулярна переестерифікація. Каталізатори процесу. Практичне значення процесу.

Загальна характеристика окремих видів олій та жирів.

Класифікація. Загальні закономірності жирнокислотного складу окремих жирів та олій.

Тверді рослинні олії: кокосова, пальмоядрова, пальмова, какаова.

Рідкі рослинні олії: соняшникова, кукурудзяна, бавовняна, тунгова, льняна, конопляна, соєва, макова, периллова, гірчична, коріандрова, ріпакова, арахісова, оливкова.

Тваринні жири: яловичий, баранячий, свинячий, кістковий, молочний.

Жири морських тварин та риб: китовий, кашалотовий.

ОРГАНОЛЕПТИЧНІ, ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЖИРІВ

Ключові слова: органолептичні показники - смак і запах, колір, прозорість, консистенція; фізичні показники - густина, показник заломлення, температура плавлення, температура застигання, твердість, температура спалаху; хімічні показники - кислотне число, перекисне число, ацетильне число, гідроксильне число, йодне число, водневе число, роданове число, число Рейхерт-Мейссля, число Поленське; якість.

Оцінка якості жирів передбачає визначення органолептичних, фізичних і хімічних показників.

Органолептично у жирах визначають смак, запах, колір, прозорість, консистенцію.

Смак і запах мають вирішальне значення при визначенні якості жирів: ступеня їх свіжості, виду, ступеня рафінації. Смак і запах обумовлюють вуглеводні, леткі жирні кислоти, альдегіди, кетони, спирти, ефіри, у тому числі природні ефірні олії та ін.

Колір характеризує забарвлення жирів, який має широкий діапазон: від білого - у свинячого, різних відтінків жовтого - у яловичого та соняшникової олії, до темного, практично чорного у бавовняній олії. Залежить колір від

природи та співвідношення барвних речовин (пігментів), що знаходяться у жирах: каротиноїдів, хлорофілу, госиполу.

Прозорість визначається в рідких та розтоплених твердих жирах. У жирах не допускається наявність домішок у вигляді каламуті або завислих часточок, помітних неозброєним оком.

Консистенція визначається у твердих жирах при температурі 15-20°C. Жири за консистенцією можуть бути рідкими, мазеподібними, твердими.

Із перерахованих показників колір та прозорість у спірних випадках визначають за допомогою приладів.

Із **фізичних показників** визначають густину, показник заломлення, температуру плавлення і застигання, твердість, вміст води і летких речовин, температуру спалаху, вміст нежирових домішок, колірне число. Фізичні методи відносяться до експрес-методів: тривалість визначення 10-20 хв (окрім визначення води і летких речовин), для оцінки цих показників використовують нескладні фізичні прилади. На підставі фізичних показників визначають вид жирів, ступінь рафінації, ідентифікацію і фальсифікацію жирів.

Густина або об'ємна маса тіла ρ - це маса одиниці об'єму, тобто величина співвідношення маси тіла у стані спокою M до його об'єму V ; одиниця густини - $\text{кг}/\text{м}^3$.

Густина жирів характеризує склад жирних кислот, що входять до молекули тригліцериду. Густина жирів зменшується із збільшенням молекулярної маси жирних кислот, що входять до складу гліцеридів, і збільшується з підвищенням ступеня їх ненасиченості.

Густина також є ознакою доброякісності жирів. При збільшенні вмісту вільних жирних кислот густина жирів знижується. Фосфатиди і продукти окиснення підвищують цей показник. Густина жирів змінюється у процесі гідрогенізації: густина гідрогенованих жирів менша, ніж вихідних олій. Густина нерафінованих жирів більша, ніж рафінованих.

Показник заломлення (n) — це відношення синуса кута падіння променя (a) до синуса кута його заломлення (P):

Величина показника заломлення залежить від природи жиру, від властивостей жирних кислот. Показник тим вищий, чим більше входить до складу жиру ненасичених жирних кислот. Показник характеризує чистоту жирів та ступінь їх окиснення. Показник заломлення збільшується за наявності оксигруп, збільшення молекулярної маси. Показник заломлення використовується для кількісного визначення вмісту жиру в насінні, макусі та шроті.

Температура плавлення - це температура, за якої жир переходить із твердого стану у краплинно-рідкий рухливий

стан. Вона залежить від співвідношення жирних кислот у молекулі тригліцеридів: чим більше низькомолекулярних і ненасичених жирних кислот, тим нижча температура плавлення жирів. Температура плавлення обумовлює консистенцію жирів, а також їх засвоюваність: чим вища температура плавлення, тим гірше засвоюються жири організмом. Так, температура плавлення свинячого жиру 33...46°C, яловичого 42...52°C. Засвоюваність відповідно 90-96% та 73-83%.

Температура плавлення дещо підвищується у процесі зберігання внаслідок окиснення з утворенням оксикислот і підвищенням молекулярної маси.

Температура застигання - це температура переходу жиру з рідкого стану у твердий. Температура застигання, як правило, значно нижча температури плавлення.

Твердість характеризує структурно-механічні властивості твердих жирів. Цей показник є основним під час складання жирових сумішей для маргаринів, а також використовується при визначенні якості саломасів та маргаринів.

Температура спалаху екстракційної олії - це температура, за якої спалахують леткі речовини, що виділяються при нагріванні жиру. При цьому сам жир не загоряється. Показник свідчить про повноту видалення

розчинника у екстракційній олії. Залишки розчинника знижують температуру спалаху. У таблиці 1 наведено фізичні показники деяких жирів.

Таблиця 1

Жири	Густина при 15°C, кг/м ³	Показник заломлення при 20°C	Температура застигання, °C	Температура плавлення, °C
<i>Рослинні олії</i>				
<i>Рідкі</i>				
Соняшников а	920-923	1,474-1,475	Від -15 до -19	—
Соева	922-934	1,474-1,478	Від -15 до -18	—
Ріпакова	911-918	1,472-1,476	Від 0 до -10	—
Бавовняна	918-932	1,472-1,476	Від -2,5 до -6	—
Маслинова	914-919	1,466-1,471	Від 0 до -6	—
Арахісова	911-929	1,468-1,472	Від -2,5 до 3	—
Гірчична	913-923	1,470-1,474	Від -8 до -16	—
Кукурудзяна	924-926	1,471-1,474	Від -10 до -20	—
Макова	924-937	1,474-1,480	Від -15 до -20	—
<i>Жири тверді</i>				
Какао	921-925	1,453-1,459	22...29.S	28...36
Кокосова	925-926	1,448-1,450	14...25	20...28
Пальмова	921-925	1,453-1,459	21...41	25...30
Пальмядро	925-935	1,449-1,452	19...24	25...30

Тваринні жири				
Свинячий	915-938	1,458-1,461	22...32	36...46
Яловичий	925-953	1,455-1,459	30...38	42...52
Кістковий	931-938	1,467-1,468	15...38	33...45
Баганячий	937-961	1,450-1,452	33...45	44.. 45

Хімічні показники, що характеризують якість жирів

Хімічні показники є особливо важливими для характеристики якості та природи жиру. В стандартах на жири та продукти їх переробки ці показники є найважливішими.

Кислотне число визначається кількістю міліграмів гідрооксиду калію або натрію, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1 г жиру. Це одна з основних характеристик якості жиру, придатності його для харчових цілей. Показник характеризує вільні жирні кислоти у жирі, наявність яких пояснюється, перш за все, протіканням розпаду молекул тригліцеридів. Процес інтенсифікується при порушенні режиму зберігання, особливо при підвищеній температурі. Кислотне число жиру може підвищуватися у результаті біохімічного окиснення ненасичених жирних кислот під дією ліпооксигеназ.

Кислотне число залежить не тільки від умов зберігання, але й від якості сировини - у незрілому насінні

процес синтезу молекул незавершений, тому високою є кількість вільних жирних кислот.

Нагромадження у жирі вільних жирних кислот свідчить про зниження його якості. Державними стандартами обмежується вміст вільних жирних кислот у харчових жирах. Значення кислотного числа характеризує товарний сорт і доброякісність харчових жирів. Вільні жирні кислоти видаляються із жирів при луговій рафінації.

Перекисне число визначається кількістю йоду в грамах, виділеного із розчину йодистого калію перекисами, що міститься в 100 г жиру. Показник характеризує наявність у жирах первинних продуктів окиснення - перекисів, тобто є показником ступеня свіжості. Вміст перекисних речовин (перекисів, гідроперекисів, діал-кілперекисів) у жирах є невеликий. Це обумовлено їх перетворенням у вторинні продукти окиснення.

Ацетильне число визначається кількістю гідроксиду калію, яка необхідна для нейтралізації оцтової кислоти, що утворюється при омиленні 1 г попередньо ацетилованого жиру. Показник характеризує наявність у жирах речовин, що містять гідроксильні групи (оксикислот, моно-, дигліцеридів). Природні жири, за невеликим виключенням, мають невелике ацетильне число (10-20 мг гідрооксиду калію на 1 г). Рицинова олія, яка містить у своєму складі рицинолеву

оксикислоту, має ацетильне число майже 160. При тривалому зберіганні рослинних олій ацетильне число підвищується внаслідок окиснення ненасичених жирних кислот з утворенням гідроокси-кислот, а також за рахунок часткового розщеплення жиру та утворення моно- і дигліцеридів.

Гідроксильне число визначається кількістю міліграмів гідроксиду калію еквівалентного кількості оцтової кислоти, яка у певних умовах реагує з вільними гідроксильними групами, які містяться в 1 г жиру. Цей показник також характеризує вміст гідроксильних груп, але в перерахунку на 1 г жиру, а не на 1 г ацетилованого жиру, як ацетильне число.

Хімічні показники, що характеризують ненасиченість жирних кислот жирів

Йодне число визначається кількістю грамів йоду, яка може приєднатися до 100 г жиру. Чим більше в жирах міститься ненасичених жирних кислот, тим вище значення йодного числа. Тверді жири мають низькі значення йодного числа, рідкі - високі. За йодним

числом можна визначити природу жиру і його чистоту. Тому цей показник має важливе значення при ідентифікації харчових жирів, особливо тваринних. Підвищене йодне число тугоплавких твердих жирів - баранячого та яловичого може свідчити, що вони фальсифіковані легкоплавким жиром.

Низьке йодне число свинячого жиру свідчить про додавання тугоплавкого жиру.

Йодні числа жирів у процесі зберігання внаслідок окиснення знижуються. Тому величина йодного числа є також непрямим показником свіжості жиру.

Водневе число визначається кількістю грамів водню, яка може приєднатися до 100 г жиру. Цей показник точніше, ніж йодне число, характеризує ступінь ненасиченості жиру.

Роданове число визначається кількістю грамів родану (SCN)₂, еквівалентної кількості йоду, яка може приєднатися до 100 г жиру. Приєднання родану до подвійних зв'язків радикалів жирних кислот відбувається вибірково. У олеїнової кислоти, яка має один подвійний зв'язок, родан приєднується повністю і її роданове число дорівнює йодному. Линолева кислота, яка має два подвійних зв'язки, приєднує родан лише до одного з них. Її роданове число дорівнює 1/2 йодного. Линолева кислота з трьома подвійними зв'язками, приєднує родан до двох з них. Її роданове число дорівнює 2/3 йодного. Така різниця між родановими та йодними числами дозволяє визначити склад суміші жирних кислот, що містить насичені, олеїнову, лінолеву та ліноленову кислоти.

Хімічні показники, що характеризують кількість летких та нелетких жирних кислот

Число Рейхерта-Мейссля характеризує вміст у 5 г рослинної олії летких жирних кислот, які розчиняються у воді — масляної, валеріанової, капронової. Масляна і капронова кислоти в незначній кількості містяться у молочному жири. Капронова кислота також міститься у кокосовому маслі.

Число Поленське характеризує вміст у 5 г рослинної олії летких жирних кислот, які не розчиняються у воді — капрілової, капрінової. Ці кислоти зустрічаються у невеликих кількостях у кокосовій, пальмовій оліях та молочному жири.

Значення чисел Рейхерта-Мейссля та Поленське підвищуються при окисненні жирів.

Визначаються ці показники в мл гідроксиду калію, необхідного для нейтралізації відповідних кислот.

Інші хімічні показники, що характеризують вміст усіх жирних кислот, а також зв'язаних в тригліцериди

Число омилення визначається кількістю мг гідроксиду калію, яка необхідна для омилення (руйнування складно-ефірних зв'язків) гліцеридів і нейтралізації жирних кислот, що містяться в 1 г жиру. Показник характеризує вміст в 1 г жиру вільних і зв'язаних у вигляді тригліцеридів жирних кислот, тобто є характеристикою молекулярної маси жирних

кислот. Число омилення знижується при підвищенні вмісту неомильованих речовин, моно-, - та дигліцеридів і підвищується при збільшенні вмісту вільних і низькомолекулярних кислот. Таким чином, число омилення є непрямым показником окиснювального псування жирів.

Ефірне число визначається кількістю мг гідрооксиду калію, яка необхідна для омилення гліцеридів і нейтралізації вивільнених при цьому жирних кислот. Ефірне число визначається як різниця між числом омилення та кислотним числом. Для жирів, що не містять вільних жирних кислот, значення числа омилення та ефірного числа співпадають. При зберіганні жирів, у результаті гідролітичних і окиснювальних процесів, ефірне число зменшується.

Інші хімічні показники

Колірне число визначається кількістю мг йоду в 100 мл води. Показник характеризує інтенсивність забарвлення рослинних олій, а також глибину їх очищення. Величина колірного числа обмежується стандартами, оскільки темне забарвлення олій погіршує їх товарні характеристики. Нерафіновані олії мають значно темніше забарвлення і відповідно більш високі колірні числа у порівнянні з рафінованими.

Масова частка вологи і летких речовин характеризує підвищений вміст вологи, яка знижує стійкість жирів при зберіганні: сприяє розвитку гідролітичних процесів. Підвищений вміст води свідчить про порушення технологічного режиму виробництва жирів, руйнування емульгованих продуктів (маргарину, майонезу).

Масова частка нежирових домішок характеризує вміст твердих речовин, нерозчинних у петролейному ефірі. Знаходяться в оліях у вигляді осаду або зависі. В рафінованих оліях нежирові домішки - відсутні.

Масова частка неомилюваних речовин характеризує вміст компонентів, які не реагують з лугами при омиленні жирів, не розчиняються у воді, але розчиняються у ефірі. До неомилюваних речовин відносяться речовини, супутні жирам (вуглеводні, у тому числі каротини, спирти, стероли й токофероли); речовини, які утворюються при переробці жирів (альдегіди та кетони). Природні жири містять 0,5-1,5% неомилюваних речовин. Підвищений їх вміст свідчить про забруднення жирів випадковими домішками.

Масова частка фосфоровмісних речовин характеризує ступінь очищення олій під час гідратації. Чим більший вміст цих речовин (в основному фосфатидів), тим більший осад в олії. Це погіршує товарну характеристику олії. В стандартах передбачається відсутність або незначний вміст цих речовин, незважаючи на те, що вони є біологічно активні

Розрахунки на основі кислотного числа та числа нейтралізації.

1. Визначення кількості гідроксиду натрію (сухого) Щ у мг, г, кг, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться у жири.

Розрахунок здійснюється за формулою

$$\text{Щ} = 40 \text{ КЧ} \cdot A / 56,11 = 0,714 \text{ КЧ} \cdot A,$$

де: A - маса жиру або олії, що іде на нейтралізацію, г, кг, т;

40 - молекулярна маса NaOH, г/моль;

56,11 - молекулярна маса KOH, г/моль.

2. Визначення вмісту вільних жирних кислот у відсотках проводять за відомим кислотним числом та числом нейтралізації, яке визначають за попередньою формулою.

$$X = 100 \text{ КЧ} / \text{ЧН}.$$

3. Визначення за відомим кислотним числом олії й середньому числу нейтралізації кислот вмісту ацилглицеринов у жири (в %).

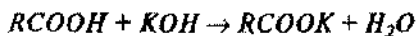
Розрахунок проводять за формулою.

$$X = 100 - (100 \text{ КЧ} / \text{ЧН}). \quad (21)$$

У цьому розрахунку не враховується вміст неомилених ліпідів та інших супутніх речовин.

4. Визначення числа нейтралізації карбонової кислоти.

Розрахунок проводять, виходячи з хімічної реакції та складений на основі пропорції



$$M_k - 56,11$$

$$1000 - \text{ЧН}$$

Із пропорції ЧН дорівнює:

$$\text{ЧН} = 56,11 \cdot 1000 / M_k,$$

де M_k - молекулярна маса кислоти.

5. Визначення за відомим числом нейтралізації середньої молекулярної маси вільних жирних кислот M_k .

Розрахунок проводять, виходячи з наведеної раніше хімічної реакції й пропорції

$$M_k = 1 \cdot 1000 \cdot 56,11 / \text{ЧН} = 56110 / \text{ЧН}.$$

6. Визначення процентного вмісту жирних кислот у суміші за відомим числом нейтралізації суміші $\text{ЧН}_{\text{см}}$.

Нехай X_1 — процентний вміст у суміші кислоти однієї,

X_2 — те ж іншої кислоти, ЧН_1 і ЧН_2 — теоретичні числа нейтралізації відповідно першої й другої кислот, які розраховуються, як зазначено в прикладі 4.

Виходячи з умови, складається система рівнянь

$$X_1 + X_2 = 100$$

$$\text{ЧН}_1 \cdot X_1 + \text{ЧН}_2 \cdot X_2 = 100 \cdot \text{ЧН}_{\text{см}}$$

Вирішивши систему рівнянь, знаходять X_1 і X_2 . Можна вирішувати методом підстановки ($X_1 = 100 - X_2$) у друге рівняння

$$\text{ЧН}_1 \cdot (100 - X_2) + \text{ЧН}_2 \cdot X_2 = 100 \cdot \text{ЧН}_{\text{см}}$$

Розрахунки на основі числа омилення.

1. Визначення необхідної кількості розчину гідроксида натрію X (у мг, г, кг) для омилення жиру проводять за формулою

$$X = (40 \cdot \text{ЧО} \cdot 100 / 56,11 \cdot \text{Щ}_p) \cdot A,$$

де: A - маса омиленого жиру, г, кг, т;

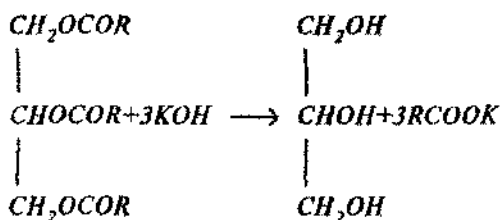
40 - молекулярна маса гідроксиду натрію, г/моль;

56,11 - молекулярна маса гідроксиду калію, г/моль;

Щ_p — задана концентрація розчину NaOH, %.

2. Визначення середньої молекулярної маси три- (M'''), ди- (M'') і моноацилглицеринів (M') при незначному кислотному числі.

Розрахунок проводять, виходячи з реакції



Відповідно для диацилглицерину M'' можна одержати пропорцію для розрахунку молекулярної маси триацилглицерина M'''

$$\begin{array}{l}
 M''' - 3 \cdot 56,11 \\
 1 \cdot 1000 - 40'''
 \end{array}$$

$$M''' = 3 \cdot 56110 / 40'''.$$

$$M'' = 2 \cdot 56110 / 40'',$$

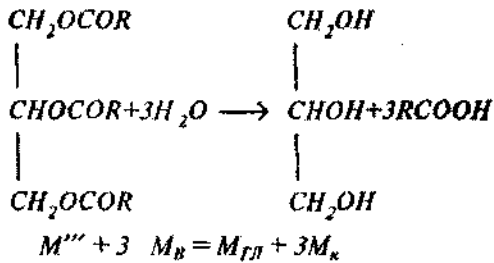
для моноацилглицерину M'

$$M' = 1 \cdot 56110 / 40',$$

де $40'''$, $40''$, $40'$ - числа омилення відповідно три-, ди- і моноацилглицеринів, мг KOH.

3. **Визначення середньої молекулярної маси суміші жирних кислот $M_{\text{ж}}$** що входять до складу триацилглицеринів, при незначному кислотному числі.

Розрахунок проводять, виходячи з реакції гідролізу триацилглицеринів та співвідношення



У результаті одержують три молекули жирної кислоти, маса яких менша маси однієї молекули триацилглицерину на залишок -- $\text{CH}-\text{C}-\text{CH}-$, молекулярна маса якого 38,01.

Середня молекулярна маса кислот розраховується за формулою

$$M_{\text{K}} = (M''' - 38,01) / 3.$$

4. Визначення теоретичного виходу з жиру гліцерину $G_{\text{Л}}$ і жирних кислот J_{K} .

Розрахунок проводять, виходячи з реакції (6). Теоретичний вихід гліцерину у відсотках дорівнює:

$$G_{\text{Л}} = M_{\text{ГЛ}} \cdot 100 / M''',$$

де $M_{\text{ГЛ}}$ — молекулярна маса гліцерину, г/моль;

M''' — молекулярна маса триацилглицерину, г/моль.

Вихід жирних кислот у відсотках дорівнює

$$J_{\text{K}} = 3M_{\text{K}} \cdot 100 / M''',$$

де M_k — молекулярна маса жирних кислот, г/моль;

M''' - молекулярна маса триацилглицерину, г/моль.

Недоліком такого розрахунку є те, що тут не враховується кислотне число жиру; збільшення кислотного числа приводить до зменшення виходу глицерину.

Більш точно вихід глицерину можна визначити за ефірним числом.

5. Визначення вмісту у відсотках гліцеринового $X_{гл}$ і жирнокислотни залишків $X_{жк}$ у молекулі триацилглицерину.

Молекулярна маса гліцеринового залишку $CH_2 - CH - CH_2$ становить 41 г/моль, відповідно залишку молекули жирної кислоти — $(M_k - 1)$ г/моль.

Розрахунок проводять у відсотках за формулою

$$\begin{aligned} X_{gl} &= 41 \cdot 100 / M'''; \\ X_{жк} &= 3 (M_k - 1) \cdot 100 / M'''. \end{aligned}$$

6. Визначення кількості мила, одержаного при омиленні жиру гідроксидом натрію,
розраховується за формулою

$$B_m = 3M_m \cdot A / M''',$$

де:

B'' - кількість мила, г, кг, т;

A - кількість жиру, витрачена для одержання мила, г, кг, т;

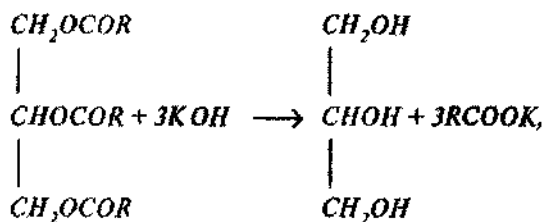
M_m — молекулярна маса мила, г/моль;

M''' - молекулярна маса триацилглицерину, г/моль.

Розрахунки на основі ефірного числа.

1. Визначення виходу гліцерину X у відсотках при омиленні жиру.

Розрахунок проводять, виходячи з реакції та співвідношення



звідки

$$\begin{aligned} 3 \cdot 56,11 &= 92,06, \\ 94/1000 &= X, \end{aligned}$$

тоді вихід гліцерину у відсотках становить

$$X = 92,06 \cdot 94 \cdot 100 / (3 \cdot 56,11 \cdot 1000) = 0,0547 \cdot 94,$$

де:

92,06 - молекулярна маса гліцерину, г/моль;

56,11 - молекулярна маса гідроксиду калію, г/моль.

Розрахунок дає правильні результати, якщо жир складається тільки із триацилглицеринів. Якщо ж у його складі містяться ди-і моноацилглицерини, як це буває в реально, то підрахунок

за формулою дає лише наближені дані, тому що при омыленні диацилглицеринов витрачаються дві молекули гідроксиду калію, а при омиленні моноацилглицеринів - одна, а не три, як це прийнято при виведеній формулі.

2. Визначення вмісту в жирі триацилглицеринов $T_{ж}$ у відсотках.

Розрахунок проводять, виходячи з реакції й наведеного співвідношення за формулою.

$$\begin{aligned}M''' &= 3 \cdot 56,11, \\T_{ж} &= 34/1000,\end{aligned}$$

$$T_{ж} = M''' \cdot 34 \cdot 100 / (3 \cdot 56,11 \cdot 1000),$$

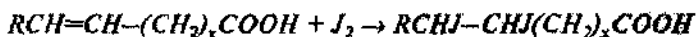
де M''' - молекулярна маса триацилглицерину, розрахована за числом омилення, г/моль.

Розрахунки на основі йодного числа.

1. Визначення теоретичного йодного числа жирних кислот.

В основі лежить реакція (7) приєднання галогену за місцем усіх подвійних зв'язків ненасичених кислот, за яким складається пропорція.

Для моноенової кислоти розрахунок проводять за формулою



$$\begin{aligned} M_k - M_{J_2}, \\ 100 - \text{ЙЧ}_{\text{теор}}, \\ \text{ЙЧ}_{\text{теор}} = 100 M_{J_2} / M_k, \end{aligned} \quad (44)$$

якщо у вуглеводневому радикалі n подвійних зв'язків, то чисельник варто збільшити в n раз.

2. Визначення витрати водню в м³, необхідного для гідрування 1 т жиру при відомому вихідному (ЙЧ) і кінцевому (ЙЧ₁) йодних числах.

Масу водню X у відсотках (г/100 г жиру), необхідну для насичення подвійних зв'язків, визначають із пропорції й розраховують за формулою.

$$X = 2,016(\text{ЙЧ} - \text{ЙЧ}_1) / 253,8 = 0,0079(\text{ЙЧ} - \text{ЙЧ}_1) \text{ г/100 г жиру,}$$

де:

253,8 - молекулярна маса йоду, г/моль;

2,016 - молекулярна маса водню, г/моль

Кількість водню в грамах, необхідне для гідрування 1 т жиру, розраховують за формулою.

$$0,0079(\text{ЙЧ} - \text{ЙЧ}_1) 1000 \cdot 1000 / 100 = 79(\text{ЙЧ} - \text{ЙЧ}_1) \text{ г/т.} \quad (46)$$

Щоб перерахувати витрата водню в метри кубічні на 1 тону жиру, виходять із того, що грам-моль водню (молекулярна маса 2,016) при нормальних умовах займає об'єм, який

дорівнює $22,415 \text{ дм}^3$. Тоді витрата водню X у м^3 на 1 т жиру становить:

$$\begin{aligned} 79 \cdot (ЙЧ - ЙЧ_1) \cdot 22,415 / (2,016 \cdot 1000) &= 0,88 \cdot (ЙЧ - ЙЧ_1) = \\ &= (ЙЧ - ЙЧ_1) / 1,136 \text{ м}^3/\text{т}. \end{aligned} \quad (47)$$

3. Визначення вмісту у відсотках жирних кислот (А и Б) у двокомпонентній суміші при відомому її йодному числу ($ЙЧ_{см}$).

Для цього розраховують систему рівнянь

$$\begin{aligned} A + B + H &= 100 \\ ЙЧ_A A + ЙЧ_B B &= 100 ЙЧ_{см}, \end{aligned}$$

де $ЙЧ_A$ і $ЙЧ_B$ — теоретичні йодні числа кислот А и Б, % I_2 ;

H — вміст насичених жирних кислот, % (за методом Бертрама).

Вирішуючи цю систему рівнянь, знаходять процентний вміст у суміші кожної з жирних кислот. У наш час усе більшого поширення набувають хроматографічні методи дослідження сполук жирів. Суміш жирних кислот визначають газорідною хроматографією. Однак розрахункові методи на основі хімічних показників йодних чисел не втратили свого значення.

Розрахунок на основі числа Генера.

Визначення вмісту в жирі летких і розчинних у воді жирних кислот X у відсотках.

Загальна кількість жирних кислот X_1 у відсотках розраховується за формулою

$$X_1 = 40 \cdot 100 / \text{ЧН},$$

де:

40 - число омилення, мг КОН/г;

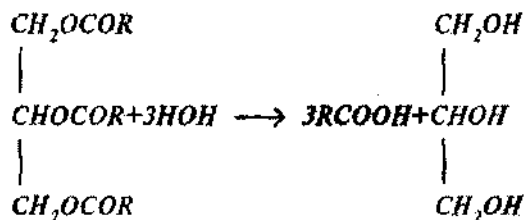
ЧН - число нейтралізації, мг КОН/м.

Вміст летких і розчинних у воді жирних кислот X у відсотках дорівнює:

$$X = X_1 - \text{ЧГ},$$

де ЧГ - число Генера, %.

2. Визначення кількості мила, які можна одержати у відсотках до маси вихідного жиру.



$$M_{TAG} = 3M_K \cdot 100 / \text{ЧГ},$$

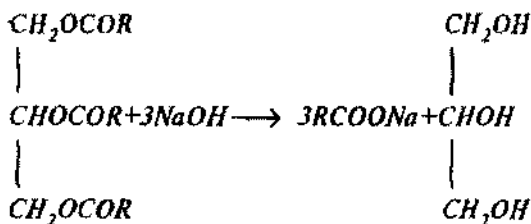
За реакцією гідролізу триацилглицерину (26) та відомим числом Генера розраховують молекулярну масу триацилглицеринів у жирі M_{TAG} за формулою.

де:

M_K --- молекулярна маса жирних кислот, г/моль;

ЧГ --- число Генера, %.

За реакцією одержання натрієвого мила (27) розраховують пропорцію (53) і визначають вихід безводного мила X у відсотках



$$\frac{3M_K \cdot 100}{\text{ЧГ}} - 3M_M = 100 - X,$$

де M_M - молекулярна маса натрієвого мила, дорівнює $(M_K + 23 - 1)$,

$$X = (M_K + 23 - 1) \text{ЧГ} / M_K.$$

3. Витраги жиру X_1 у відсотках для одержання безводного мила з тої ж пропорції становить.

$$X_1 = M_K \cdot 100 \cdot 100 / ((M_K + 23 - 1) \cdot \text{ЧГ}).$$

Питання для перевірки знань

1. Основні представники ненасичених кислот, які зустрічаються в рослинних оліях. Їх найменування та характеристика.
2. Класифікація жирних кислот. Формули насичених і ненасичених жирних кислот; назви, охарактеризуйте їх.
3. Жирні кислоти олеїнового ряду. Їх характеристика. Назви за систематичною та тривіальною номенклатурою.
4. Поширення жирів у природі та їх роль у харчуванні людини. Характеристика лінолевої, ліноленової та арахідонової жирних кислот.
5. Приєднання водню до ненасичених жирних кислот. Характеристика цього процесу. Що таке водневе число? Як його розрахувати?
6. Біологічна цінність жирів. Есенціальні жирні кислоти. Значення їх для організму.
7. Йодне, кислотне та перекисне числа. Їх характеристика.
8. Характеристика арахідонової кислоти. Її назва за систематичною номенклатурою. Біологічна цінність.
9. Формула ліноленової кислоти; її назва за систематичною номенклатурою; роль у життєдіяльності

людини.

10. Рицинолева кислота; характеристика, олій, в яких вона міститься; назва за систематичною номенклатурою.

11. Формула ерукової кислоти; її характеристика, назва за систематичною номенклатурою. З яких жирів її отримують.

12. Характеристика кислот олеїнового ряду. З яких жирів їх отримують?

13. Аліциклічні кислоти ліпідів. їх найменування та характеристика.

14. Класифікація жирних кислот. Основні представники; їх характеристика.

15. Есенціальні жирні кислоти. їх характеристика та роль у харчуванні людини.

16. Характеристика жирнокислотного складу рідких рослинних олій та тваринних жирів.

17. Жирнокислотний склад соняшникової, соєвої, ріпакової та бавовняної олій.

18. Основні джерела отримання харчових олій та жирів. Класифікації жирів та олій.

19. Жирнокислотний склад коров'ячого масла та жирів риб. Характеристика жирних кислот, характерних для цих жирів.

20. Класифікація жирів. Що таке жирнокислотний склад? Різниця між жирнокислотним складом рідких олій та тваринних жирів.
21. Охарактеризуйте фізичні властивості жирних кислот. Плавлення та затвердіння жирних кислот.
22. Характеристика поліморфізму жирних кислот. Структура жирних кислот у твердому стані.
23. Хімічні властивості жирних кислот. Реакції, що відбуваються за участю карбоксильної групи. Солі та ефіри жирних кислот.
24. Дія галогенів на жирні кислоти. Йодне число. Методи визначення йодного числа та їх принципи.
25. Дія галогенводнів на жирні кислоти. Правило В.В. Марковникова.
26. Окислення жирних кислот. Дія перманганату калію. Хімізм процесу.
27. Процес ізомерізації жирних кислот. Навести приклади.
28. Хімічні властивості аліциклічних кислот.
29. Фізичні властивості гліцерину. Використання гліцерину в промисловості.
30. Способи отримання гліцерину з жирів. Написати реакції.
31. Основні хімічні властивості гліцерину.

32. Способи отримання гліцерину. Рівняння реакцій.
33. Гліцерин, його характеристика та використання в промисловості.
34. Характеристика, класифікація та найменування ацилгліцеринів.
35. Фізичні властивості ацилгліцеринів. Консистенція, плавлення та кристалізація, розчинність.
36. Гідроліз ацилгліцеринів. Сумарна реакція та за стадіями.
37. Алкоголіз та гідроліз. У чому різниця рівняння цих реакцій?
38. Омилення ацилгліцеринів лугами. Практичне значення цих реакцій. Число омилення.
39. Амоноліз та ацидоліз ацилгліцеринів. Характеристика та хімізм процесів.
40. Переетерифікація ацилгліцеринів. Рівняння цих реакцій. Між та внутрішньомолекулярна переетерифікація. їх практичне значення.
41. Гідрогенізація ацилгліцеринів. Умови, за яких відбувається цей процес.
42. Характеристика процесу окислення ацилгліцеринів киснем.
43. Харчове псування жирів. Фактори, що

впливають на псування. Характеристика показників якості під час псування жирів.

44. Накопичення пероксидів у жирах під час їх псування. Кислотне та перекисне числа.

45. Гіркнення жирів під дією молекулярного кисню. Характеристика показників якості жирів.

46. Види харчового псування жирів. Характеристика цих процесів.

47. Процес висихання олій. Характеристика цього процесу.

48. Гіркнення та окислення жирів. Характеристика цих процесів. Показники якості жирів.

49. Характеристика антиокисників для харчових жирів і механізм їх дії.

50. Причини і механізм підвищення кислотності жирів під час харчового псування.

51. Інгібітори окислення ацилгліцеринів. Їх класифікація та характеристика.

52. Характеристика процесу гідрогенізації ацилгліцеринів. Каталізатори процесу. Методи визначення залишкових кількостей каталізаторів.

53. Взаємодія ацилгліцеринів з гідроксидами лужних металів. Число омилення. Ефірне число. Кислотне число. Залежність цих чисел.

54. Взаємодія ацилгліцеринів зі спиртами. Каталізатори реакцій.
55. Характеристика фізичних властивостей ацилгліцеринів. Температура кипіння та розчинність ацилгліцеринів.
56. Характеристика аміноспиртів. Холін. Коламін. Сфінгозин.
57. Класифікація речовин, супутніх ацилгліцеридам у жирах.
58. Класифікація восків, їх склад; розміщення в природі; основні фізичні і хімічні властивості.
59. Характеристика фосфоліпідів, їх значення та властивості.
60. Речовини, що забарвлюють жири. Основні представники, характеристика та структурні формули.
61. Госипол та його аналоги. Фізичні та хімічні властивості.
62. Речовини, що зумовлюють смак та запах жирів.
63. Ліновітаміни, їх будова та фізіологічне значення.
64. Стероли. їх класифікація. Холестерин. Фізичні та хімічні властивості
65. Каротиноїди. Структурні формули. Фізичні та хімічні властивості

66. Воски, їх характеристика. Значення в промисловості.
67. Характеристика речовин, що забарвлюють жири. їх властивості. Формули.
68. Характеристика хромогенних речовин. Сезамолін.
69. Хлорофіли. їх вміст у жирах. Хлорофіл α та β .
70. Характеристика гліцерофосфатидів.
71. Характеристика тваринних восків.
72. Характеристика рослинних та копалових восків.
73. Чим відрізняються рослинні рідкі та тваринні жири.
74. Теплові коефіцієнти жирів та жирних кислот. їх використання на практиці.
75. Жирнокислотний склад твердих рослинних олій. Основні представники цих олій.
76. Для чого в раціоні людини повинні бути рослинні жири? Різниця між оліями та тваринними жирами.
77. Промислове значення та характеристика кокосової та какаової олій.
78. Характеристика олій, подібних маковій олій.
79. Характеристика ріпакової та гірчичної олій.
80. Жирнокислотний склад соєвої, тунгової олій.

81. Жирнокислотний склад та характеристика тваринних жирів
82. Характеристика китового жиру та жиру кашалота.
83. Хімічні показники складу та якості жирів та жирних кислот
84. Фізичні показники складу та якості жиру та жирних кислот

Задачі для перевірки знань.

1. Визначити кількість лугу, потрібного для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 20 кг жиру (КЧ дорівнює 4,0 мг КОН/г)

2. Визначити показник заломлення (n_D^{80}) лауринової кислоти, при 60 °С, якщо при 80 °С він дорівнює 1,4191.

3. Визначити вміст гліцеридів за умови, що КЧ олії дорівнює 6,0 мг КОН/г, а ЧН - 102.

4. Визначити середню молекулярну масу вільних жирних кислот, якщо число нейтралізації дорівнює 150, молекулярна маса КОН - 56,11

5. Визначити вміст вільних жирних кислот в олії і вміст гліцеридів, якщо відомо, що ЧН дорівнює 133, а КЧ — 4,5 мг КОН/г.

6. Розрахувати кількість мила (72 %-го), що утворюється при омиленні 4 т жиру. Число омилення жиру - 198 мг/г.

7. Розрахувати кількість 10 %-го розчину гідроксиду натрію, потрібного для нейтралізації 1000 кг жирної кислоти, ЧН якої дорівнює 200.

8. Розрахувати кількість 40 %-го розчину гідроксиду натрію для омилення 1 т саломасу соняшникової олії, ЧО якого дорівнює 194, а КЧ - 6,0 мг КОН/г.

9 Визначити молекулярну масу кислот, що входять до складу триацилгліцерину, якщо ЧО його дорівнює 260, а КЧ - 0.

10. Розрахувати молекулярну масу і написати формулу алканової кислоти, якщо ЧН дорівнює 256,42.

11. Розрахувати кількість 35 %-го розчину гідроксиду калію для омилення 0,5 т саломасу соняшникової олії, ЧО якого дорівнює 165, а КЧ - 5 мг КОН/г.

12. Розрахувати кількість 8 %-го розчину гідроксиду натрію, потрібного для нейтралізації 500 кг жирної кислоти, ЧН якої дорівнює 150.

13 Визначити молекулярну масу кислот, що входять до складу триацилгліцерину, якщо ЧО його дорівнює 180, а КЧ - 0,5 мг КОН/г.

14 Визначити кількість лугу, потрібного для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 1000 кг жиру (КЧ дорівнює 5,0 мг КОН/г).

15 Визначити вміст гліцеридів за умови, що КЧ олії дорівнює 5,0 мг КОН/г, ЧН - 130.

16 Визначити вміст вільних жирних кислот в олії і вміст гліцеридів, якщо відомо, що ЧН дорівнює 129, а КЧ - 6,0 мг КОН/г.

17 Визначити середню молекулярну масу вільних жирних кислот, якщо ЧН дорівнює 110, молекулярна маса КОН - 56,11.

18 Визначити вміст вільних жирних кислот у жир і за умови, що ЧН дорівнює 130, КЧ - 3,8 мг КОН/г.

19 Суміш лінолевої та ліноленової кислот має йодне число 220. Визначити процентний склад суміші.

20 Розрахувати кількість 20 %-го розчину гідроксиду натрію для омилення 800 кг саломасу соняшникової олії, ЧО якого дорівнює 180, а КЧ - 3,0 мг КОН/г.

21 Визначити число подвійних зв'язків у жирній кислоті, йодне число якої дорівнює 75 г I_2 /100 г, а молекулярна маса - 338,5.

22 Розрахувати кількість 60 %-го мила, що утворюється в результаті омилення 1,5 т жиру. ЧО жиру - 202 мг/г.

23 Визначити середню молекулярну масу вільних жирних кислот, якщо ЧН дорівнює 150, молекулярна маса КОН - 56,11.

24 Визначити вміст гліцеридів за умови, що КЧ олії дорівнює 7,8 мг КОН/г, ЧН - 128.

25 Визначити кількість лугу, потрібного для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться в 800 кг жиру (КЧ дорівнює 6,5 мг КОН/г).

26 Визначити вміст вільних жирних кислот в олії за умови, що ЧН дорівнює 190, а КЧ - 6,5 мг КОН/г.

27 Розрахувати кількість 5 %-го розчину гідроксиду натрію, потрібного для нейтралізації 800 кг жирної кислоти, ЧН якої дорівнює 170.

28. Визначити вміст вільних жирних кислот в олії і вміст гліцеридів, якщо відомо, що ЧН дорівнює 140, а КЧ - 7,0 мг КОН/г.

29 - 42. Густина олеїнової кислоти при 30 °С дорівнює 883,5 кг/м³. Розрахуйте густину при:

Варіант	°С	Варіант	°С
29	10	36	15
30	20	37	25
31	40	38	35
32	50	39	45
33	60	40	55
34	70	41	65
35	80	42	75

43 - 56. Розрахувати вихід гліцерину з жиру, ефірне число якого дорівнює:

Варіант	Е. Ч.	Варіант	Е. Ч.
43	150	50	158
44	170	51	134
45	180	52	182
46	160	53	169
47	190	54	192
48	140	55	147
49	130	56	172

57 - 70. Розрахувати масу жирних кислот, що утворюються при гідролізі жиру - с (г). Число омилення жиру - а, КЧ - б (мг КОН/г):

варіант	а	б	с	варіант	а	б	с
57	190	5,9	3,0	64	171	2,0	4,5
58	200	3,0	8,0	65	210	4,0	5,5
59	175	4,1	4,0	66	215	3,2	6,0
60	210	6,0	5,0	67	195	4,7	3,5
61	180	5,0	6,5	68	185	6,3	7,4
62	186	3,8	10,0	69	183	3,8	4,6
63	198	4,9	7,0	70	199	7,0	1,5

71 - 84. Розрахувати сфiрне число жиру, якщо вiдомо, число омилення дорiвнює - а, КЧ дорiвнює б (мг КОН/г):

Варіант	а	б	Варіант	а	б
71	140	6,0	78	145	5,1
72	150	5,0	79	155	4,7
73	160	4,5	80	165	7,2
74	170	3,8	81	148	3,4
75	180	5,5	82	175	4,1
76	190	6,8	83	185	5,8
77	200	7,3	84	195	6,4

ЛІТЕРАТУРА

1. ДНАОН 1.8.10 – 1.06 – 97. Правила безпеки для оліежирового виробництва. – К.: Лібра. – 1997. – 276 с.
2. Тимченко В.К. Технологія м'яких маргаринів. Х.: НТУ "ХШ", 2002. – 128 с.
3. Азнаурьян М.П., Калашева НА. Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза. – М.: Пищепромиздат. – 1999. – 434 с.
4. Булдаков А.С. Пищевые добавки: Справ. – СПб: «Ш», 1996. – 240 с.
5. Васильева Г.Ф. Дезодорация масел и жиров. – СПб.: ГИОРД. – 2000. – 192 с.
6. Ихно Н.П. Теория и практика получения низколузгового ядра подсолнечника. – Хранение и переработка сельхозсырья. – М.: 2000. – №3. – С. 42 – 45.
7. Лабораторный практикум по технологии производства растительных масел / Под ред. В.М. Копейковского и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 191 с.
8. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров / Н.С. Арутюнян, Л.И. Янова и др. – М.: Агропромиздат, 1991 – 160 с.
9. Лещенко В.Ф. Технология производства глицерина из жиров и масел и его применение. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 192 с.

10. Мешкова Н.В. Очистка растительных масел и пути стабилизации масложировой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1995,5. – 304 с.
11. Печасв А.П., Кочеткова АА., Нестерова И.Н. Майонезы. – СПб.: ГИОРД, – 2000. – 80 с.
12. Печасв А.П. Пищевые добавки: Учеб. пособие. – М.: Колос, 2001. – 256 с.
13. Основы научных исследований / В.И. Крутов, И.М. Грушко и др. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.
14. Пищевая химия / Под ред. А.П.Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
15. Технология производства растительных масел / Под ред. В.М. Конейковского, С.И. Данильчук и др. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982 –416 с.
16. Технология переработки жиров / Под ред. Н.С.Арутюняна. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 452с.
17. Современные технологии и оборудование по переработке подсолнечного масла / Под. ред. Б.А. Дехтермана – Выпуща: МП "Инвест", 1996. – 137 с.
18. Химия жиров / Б.Н. Тютюшиков, Ф.Ф. Гладкий и др. – М.: Колос, 1992. – 448 с.
19. Шванская Н. А. Современные технологии и оборудование для переработки масличных культур. – М.: ФНЦУ Росинформротех, 2001.–88 с.

Львівський національний університет ветеринарної медицини
імені С.З. Гжицького

Кравців Р.Й., Паска М.З., Ощипок І.М, Методичні вказівки для
самостійної роботи із дисципліни „Хімія ліпідів та їх
похідних” для студентів факультету харчових технологій за
спеціальністю 7.091705 „Технологія жирів і жирозамінників”.
– Львів, 2007.– 54с.

Колектив упорядників:
Кравців Роман Йосипович
Паска Марія Зіновіївна
Ощипок Ігор Миколайович

Навчально-методичне видання

Друкується без оголошень

Підписано до друку 10.10.2007р. Формат 60x84/16. Друк офсетний.

Папір №2. Тираж 50 примірників. Віддруковано на різнографі в
лабораторії комп’ютерних технологій ЛНУВМта ВТ

імені С.З. Гжицького

м.Львів, вул.Пекарська,50; тел. 78-36-34