

ІЧ-СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОЛІЙ ГОРІШКІВ СОСНИ КЕДРОВОЇ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ (*PINUS CEMBRA* L.) ТА СОСНИ КЕДРОВОЇ СИБІРСЬКОЇ (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR.)

Сіренко О.Г.¹, Кузишин О.В.², Джуренко Н.І.¹, Паламарчук О.П.¹

¹Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка Національної Академії Наук України.

² Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.

Розглянуто доцільність використання рослинних олій у якості мастильних матеріалів для металевих поверхонь. Досліджено ІЧ-спектри кедрової олії з двох гір Карпат у порівнянні з кедровою олією з гір Алтаю. Приведений аналіз досліджень сосни кедрової сибірської (*Pinus sibirica* Du Tour.) та сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) альпійсько-карпатського виду, використання кедрової та інших рослинних олій в техніці, з лікувальною та споживчою метою.

Ключові слова: ІЧ-спектроскопія, кедрова олія, рослинна олія.

Sirenko O.H., Kuzyshyn O.V., Jurenko N.I., Palamarchuk O.P. IR-Spectrums analysis of Carpathian Cedar and Siberian Stone Pine Oil. The vegetable oils as lubricating materials for metal surfaces have been considered. Infrared spectrums of Carpathian Cedar and Siberian Stone Pine Oil are investigated. The investigation results of infrared spectrums of cedar (tree) oil from the Carpathian mountains in comparison with Siberian stone pine are shown.

Key words: infrared-spectroscopy, cedar (tree) oil, vegetable oil.

Вступ

1. Рослинні олії як технічні матеріали. Рослинні олії перспективні як самостійні мастильні матеріали, так і дисперсійні середовища для композиційних рідких і пластичних мастил та рідких палив. Сучасний стан використання рослинних олій як мастильних матеріалів – машинних оливок, пластичних мастил, мастильно-охолоджуючих технологічних засобів (МОТЗ), мастильних паст, брикетів і покриттів – періодично висвітлюється в публікаціях [1-37]. Дослідження фізико-хімії і технології рослинних оливок як антифрикційних матеріалів та створення композиційних мастил на їх основі стимулює прогнозована у майбутньому вичерпаність розвіданих покладів вугілля, нафти та газу. Крім того, мінеральні і синтетичні мастила, які використовує сучасна техніка, є потужними забруднювачами навколишнього середовища. Окрім того, базові мінеральні і синтетичні оливи (за виключенням полігліколів), більшість їх загущувачів і добавок спеціального призначення мають низьку швидкість біологічного розкладу, малий коефіцієнт хімічного і біологічного поглинання кисню та часто-густо токсичні [2,10]. Рослинні, в т.ч. і ріпакова, оливи значно перевищують мінеральні і синтетичні оливи за екологічними властивостями [4,11].

У роботі [3] на чотирикульовій машині тертя (число обертів верхньої кульки 1460 за хв., час випробувань на одному ступені навантаження 10 с, кульки зі сталі ШХ-9; HRC 60-62) досліджено протизадірні та антифрикційні властивості рослинних оливок: оливкової, кукурудзяної, соняшnikової, рицинової олій, а також олій з плодів кісточок сливи, вишні, абрикоса та насіння арахісу, ріпаку, томатів і винограду.

Виконаний графічний аналіз результатів дослідження [3] дозволив виявити деякі закономірності [5,9,31,32], які не були обговорені авторами [3].

Оцінка протизадірних та протизносних властивостей рослинних оливок дана за індексом зношування кульок зі сталі ШХ-15, а антифрикційним властивостям – за індексом антифрикційності [5,9]. Комплексна оцінка цих властивостей оливок дозволяє виділити сім рядів ефективності рослинних оливок [9,31,32].

Оцінки (в балах) за місцем олії в рядах ефективності дали такі результати [9,31,32]:

ріпакова	13
кукурудзяна, арахісова	22
соняшnikова, оливкова	23
вишнева	24
рицинова, сливова	25
виноградна, томатна	26
абрикосова	28.

Таким чином, ріпакова олива за комплексом антифрикційних властивостей значно переважає інші досліджені олії.

Але ріпакова олива, хоча і важлива з позиції техніко-економічної доцільності її промислового використання, має низьку суттєвих недоліків з точки зору як самостійного мастильного матеріалу, так і дисперсійного середовища для пластичних мастил: а) досить високу хімічну активність, отже, термодинамічну нестабільність за рахунок, перш за все, великої кількості ненасичених зв'язків в структурі тригліцеридів кислот;

б) високого вмісту ерукової кислоти; в) недостатню для дисперсійного середовища в'язкість; г) відносно низькі протизадирні і протизношувальні властивості та захист металевих поверхонь від зварювання в контактних точках при терті та зношуванні [12].

Відомі [13-37] методи покращення цих властивостей ріпакової та інших рослинних олій: створенням технологічних композицій на основі поліоксипропіленгліколів та рослинних олій [13]; трибоактивація хімічних процесів на металічному контакті в присутності рослинних олій [14], наприклад, введенням трибополімеризаційної добавки на основі циклічного іміну [15]; регулювання полярності і функціональних властивостей рослинних олій та їх модифікацій при обробці електромагнітним полем [16]; оксіетилювання ненасиченості шляхом димеризації і полімеризації, які приводять до отримання двоосновних кислот [4]; реакція переестерифікації [20] одноатомними спиртами (алкоголіз) та заміна ацильних груп естеру (ацидоліз); можливі обмінні реакції між гліцеридами [20]; підвищення стабільності ненасичених молекул рослинних олій можна досягти шляхами геометричної ізомеризації подвійних зв'язків та оксидацією її нестабільних компонентів з наступною очисткою активованим вугіллям або бентонітами [4]; окремим напрямком є багатостадійна хімічна переробка рослинних олій з утворенням естерів, моно- та дикарбонових кислот тощо; ефективним способом модифікації гліцеридів рослинних олій, переважно ріпакової олій, є введення в їх структуру трибохемоактивних елементів S, P, Cl, які разом з наданням їм високих протизадирних і протизношувальних властивостей, покращують стійкість мастил до оксидації [2,4]; оптимізація багатоконпонентних композицій на основі рослинних олій або їх хімічних модифікацій [21-23,37].

Технологія сульфидування ріпакової оливи розглянута в [12,21,24,25], властивості отриманих продуктів – в [26-30], вплив концентрації сірки на властивості продуктів – в [12,21,24,25,31,32], а склад композицій – в [33-36].

Разом з тим, існує низка рослинних олій, наприклад кедрова, технічні, зокрема хемотрибологічні властивості яких не вивчено.

Лише відомо, що кедрова олія з Сибіру використовується як олива імерсійна в оптичних системах, в яких простір між предметом та першою лінзою заповнений імерсійною рідиною з визначеним показником заломлення $\epsilon = 1,408 - 1,780$ для імерсійного набору з 98 рідин ($\epsilon = 0,515$ для кедрової та мінеральної олій, $\epsilon = 1,434$ для водного розчину гліцерину, $\epsilon = 1,333$ для води; $\epsilon = 1,656$ для монобромнафталіну; $\epsilon = 1,503$ для вазелінової оливи; $\epsilon = 1,741$ для йодистого метилену тощо) [38, 39].

2. Лікувальні та споживчі властивості кедрової олії

Кедр і його лікувальні властивості були відомі ще з сивої давнини. Його вважали священним деревом, що наділено божественною силою, про що згадується ще в поемі про шумерського та аккадського міфопоетичного героя Гільгамеша (кінець XXVII – початок XXVI ст. до н.е.) [40].

Власне Кедр (*Cedrus*) проростає на висоті 1300–3600 м над рівнем моря, утворюючи (разом з ялиною, сосною, дубом, ялицею) кедрові ліси, що розповсюджені в горах: Атласа в Північно-Західній Африці (кедр атласький); Лівану, Сирії, Кілікійського Тавра в Малій Азії (кедр ліванський); острова Кіпр (кедр короткохвойний); Західних Гімалаїв (кедр гімалайський) [41-44]. У Криму, на Кавказі та Південній частині Середньої Азії кедр культивують як декоративне дерево, головним чином *Cedrus atlantica* (кедр атласький) та *Cedrus deodara* (кедр гімалайський) [41]. Кедром називають, що є неправильною назвою, але усталеному в науковому обігу, також деякі види сосни (кедрова сосна), а також рід хвойних дерев лібоцедрус (*Libocedrus*) – річковий кедр з родини кіпарисових, розповсюджені в Новій Зеландії, Новій Каледонії і Південному Чілі [41, 43]. У Криму та Закавказзі вирощують два види кедру – *L. Chilensis* та *L. Decurens*. Кедром називають також віргінський ялівець (*Juniperus virginiana* L.) – червоний кедр та західну тую (*Thuja occidentalis* L.) – білий кедр та ін. [41-43]. Кедрові ліси, в яких переважно проростають різні види кедрової сосни: сибірської - *Pinus sibirica* Du Tour. (= *Pinus cembra* var. *sibirica*) – у горах та на рівнинах Північно-Східної Європейської частини та Східної частини Сибіру Росії; корейської або манжурської (*Pinus koraiensis* L.) – на Далекому Сході Росії, Північно-Східному Китаї, Кореї; кедровий стелюх (сланик) (*Pinus pumila*) – у Східному Сибіру і на Далекому Сході Росії, в Японії та на Півночі Монголії; європейської (*Pinus cembra* L.) – альпійсько-карпатський вид; італійської або пінії (*Pinus pinea* L.) [44-50], в горах проростають на висотах 800-1300 м та 1400-1800 м і вище різного виду [44], дають їстівне насіння – так звані кедрові горішки (відомий їх промисловий збір [44-45]). Народна назва деяких видів сосни, в т.ч. і сосни кедрової європейської, що дають їстівне насіння (кедрові горішки), кедр [51]. Сосна кедрова європейська Карпат (*Pinus cembra* L.) – релікт раннього голоцену – занесена до Червоної та Зеленої книг України [52, 53]. Дослідження сосни кедрової сибірської (*Pinus sibirica*) та кедрових лісів Сибіру Росії мають давню (1778-1917 р.р.) [54-68], нову (1929-1972 р.р.) [46-50, 69-77] та новітню [78-81] історію. Менше досліджена сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.) та кедрових лісів Карпат [82-111]. Це в основному польські, чеські та румунські джерела інформації. Давня історія (1868-1914 р.р.) досліджень міститься у [82-87], нова (1926-1975 р.р.) – у [88-105] та новітня (1982-2000 р.р.) – у [106-111] історії.

Лікувальні властивості олій з горішків кедрової сосни Сибіру, їх дієтична, споживча та медична цінність відомі з [112-126].

Сибірська кедрова сосна – символ потужності, здоров'я, стійкості і довголіття, його історія тісно пов'язана з матеріальною і духовною культурою Уралу і Сибіру: за переказами евенків – сибірський кедр є джерелом сили, краси та шляхетності; за легендами нанайців Поамур'я – у сибірському кедрі мешкають лише добрі духи, бо воно – шедре дерево; уральські козаки називали кедр «сибірським велетнем», а тобольські

селяни – «заповітним деревом», а населення гірської Шорії – «деревом маткою», «деревом-коровою»; для багатьох сучасних мешканців Сибіру кедр залишається «царем тайги», «патріархом північних лісів», «чудо-деревом», цінності деревини та плодів якого немає рівних [126].

Фітонциди кедрів мають виразну антимікробну дію по відношенню до бактерій: у кедровниках в 1 м³ повітря міститься в середньому 200-300 мікробних клітин, що відносить таке повітря до практично стерильного (за медичними нормами навіть у операційних приміщеннях допускають наявність 500-1000 непатогенних мікробів), у посуді, виготовленому з кедрової деревини, довго не кисне молоко [126].

За [126] на сьогодні склад кедрових горішків та кедрової олії Сибіру добре вивчені. У них містяться багато цінних жирів, азотистих речовин, вуглеводнів, вітамінів, макро- та мікроелементів.

За даними дослідників [126] ядро кедрового горішка у середньому важить 43% від загальної маси горішка.

Ядра горіхів містять 63,9% високоякісної олії та 17,2% легко засвоюваних білків, склад яких за [126] містить 19 амінокислот: триптофан, лейцин і ізолейцин, валін, лізин, метіонін, гістидин, пролін, серин, гліцин, треонін, аланін, глутамінова кислота, аспарагінова кислота, фенілаланін, цистин і цистеїн, аргінін, тирозин тощо. 70%, що міститься у кедрових горішках, амінокислот – незамінні та умовно незамінні, що вказує на високу біологічну цінність білків. Білок кедрових горіхів проти білків інших продуктів відрізняється підвищеним вмістом лізину (до 12,4 г/100 г білка), метіоніну (до 5,6 г/100 г білка) та триптофану (3,4 г /100 г білка) – найбільш дефіцитних амінокислот, які зазвичай лімітують біологічну цінність білків у складі продуктів харчування.

За [126] кедрові горіхи Сибіру у своєму складі містять: вітаміни А, В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (ніацин), Е (токоферол); макро- і мікроелементи Cu, Mg, Mn, Si, V, K, P, Ca, Mo, Ni, I, Sn, B, Zn, Fe, Ba, Ti, Ag, Au, Co, Na. За [126] до складу кедрових горіхів Сибіру входять вуглеводи, зокрема: глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль, декстрини, пентозани, клітковина. Жир кедрових горішків відрізняється від інших жирів високим вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо лінолевої.

За [126] вітаміну Е в олії – в середньому близько 55 мг%, вітаміну F – до 90 мг%. За вмістом вітаміну Е вона у 5 разів переважає оливкову олію і в 3 рази кокосову. Основні вітаміни, що містяться в кедровій олії [126]: вітамін В₁ (тіамін) – 0,39-0,66‰ (добова потреба організму – 1,3-2,6 мг); вітамін В₂ (рибофлавін) – 0,14-0,17‰ (добова потреба організму – 1,5-3,0 мг); В₃ (PP або ніацин) – 1,05-1,40‰ (добова потреба організму – 14-28 мг); вітамін Е (токоферол) – 9-10,12‰ (добова потреба організму – 12-15 мг).

Вміст у кедровій олії незамінних поліненасичених жирних кислот [126]:

олеїнова кислота – в середньому 15%;

лінолева кислота – в середньому 57 % (до 71,8%);

ліноленова кислота – в середньому 21 % (до 27,75%).

За калорійністю олія кедрового горіха переважає свинячий та яловичий жир, а за засвоюваністю переважає куряче яйце, а за вмістом вітаміну Е в 5 разів переважає оливкову олію і в 3 рази кокосову. Будучи антиоксидантом, вітамін Е надає олії антиокисні властивості, що знижує в організмі здатність холестерину до утворення бляшок, крім того, чим більший вміст цього вітаміну, тим стійкіша олія до згіркнення [126]. Але найголовніше – кедрова олія є концентратом вітаміну F – його в олії у 3 рази більше, ніж в препараті на основі риб'ячого жиру, який продається в аптеці. Вітаміном F були названі незамінні жирні кислоти, в тому числі насичені жирні кислоти: пальмітинова (у відсотках до загальної кількості жирних кислот до 4,1%), стеаринова (до 3,2%), а також ненасичені жирні кислоти: олеїнова (до 35,8%), гадолеїнова (до 1,04%), лінолева і ліноленова [126].

Особливо велика кількість міститься в кедровій олії лінолевої та ліноленової кислот. Ці кислоти дуже важливі для організму людини – вино сприяють зниженню холестерину в крові.

Результати досліджень, проведених в ряді інститутів Російської академії медичних наук, клініках, дослідних медичних центрах, свідчать про високу терапевтичну ефективність кедрової олії при лікуванні ларингітів та ГРВІ (простуда, грип і т.д.); псоріазу, нейродермітів та інших захворювань шкіри; трофічних виразок; виразки шлунку та дванадцятипалою кишківника. Сприятлива дія кедрової олії при алергічних розладах [126].

Кедрова олія володіє такими лікувальними та профілактичними властивостями [126]:

загальнозміцнююча дія;

сприяє усуненню синдрому хронічної втоми;

підвищує фізичну та розумову працездатність.

Вживання кедрової олії особливо корисне хворим, які страждають на шкірні захворювання, облісіння, підвищену крихкість волосся та нігтів; які проживають і працюють у несприятливих кліматичних умовах, зайняті на роботах з підвищеним використанням енергії та підвищеними психоемоційними навантаженнями, дуже необхідне вживання кедрової олії (беручи до уваги елементи, які входять до складу олії) дітям, для більш повного формування організму, який росте [126]. Спеціалісти вважають важливим і ту обставину, що кедрова олія сприяє виведенню із організму солей важких металів [126].

Кедрова олія використовувалась народною медициною при сухотах, атеросклерозі, підвищеному артеріальному тиску, захворюваннях кишково-шлункового тракту – гастритах, бульбітах, хронічному панкреатиті, виразках шлунку, дванадцятипалою кишківника; кедрова олія, а також горіхова сметана та молоко давали відмінний ефект при захворюваннях крові, лімфи, крім того, кедрова олія рекомендувалась народними

цілителями при простудних і запальних захворюваннях [126].

Все це спонукає до дослідження кедрових олій.

Мета роботи полягає в тому, щоб дослідити структуру кедрової олії горішків сосни кедрової європейської Українських Карпат як матеріалу для технічного, споживчого і лікувального використання, у порівнянні зі структурою кедрової олії горішків сосни кедрової сибірської з Алтаю методом ІЧ-спектроскопічного аналізу.

Матеріали і методи

1. Вихідні матеріали. У [9,31,32] досліджували хімічну структуру ріпакової, оливкової, соняшникової і кукурудзяної олій.

Рослинні оливи являють собою естери гліцерину та вищих одноосновних карбонових кислот. У рослинних олив тригліцериди завжди з парним числом атомів Карбону у ацилатній групі. Хімічний склад рослинних олив за насиченнями та ненасиченими жирними кислотами наведений в [1,10]. За [1,10] основні хімічні компоненти олив складають олеїнова, лінолева, пальмітинова, стеаринова, арахінова, бегенова і ліноленова кислоти. Крім того, ріпакова олива містить також ерукову, гадолеїнову, лігноцеринову і міристинову кислоти. У жирах олив, крім 95-97% гліцеридів, присутні воски, вільні жирні кислоти, спирти, мила, фосфатиди, вітаміни, барвники, ліпохроми, токофероли [10] тощо. Досліджували хімічну структуру олій горішків: сосни кедрової сибірської (алтайської) (*Pinus sibirica*) (50 г) у вигляді оливи імерсійної кедрової (ТУ 13-4000177-79-85) [38,39] Барнаульського каніфольного (живиці) заводу та сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) з Карпатських гір Грофа (18,3 г) та Кізя (24,4 г).

За даними досліджень [137,138] вага ядра кедрового горіха складає в середньому 43 % від його загальної ваги, у ядрі міститься до 64 % жиру і 19 % азотистих речовин. Власне на вуглеводні припадає в середньому 15 %, у тому числі 12 % нецукрових та 2-2,5 % мінеральних речовин. Найбільш рухомі компоненти ядра – жири складають ~ 4%, азотисті речовини ~ 5%, цукри ~ 3%. Інші складові частини сухої речовини (крохмалі, декстрини, пентозани тощо) не перевищують 1 %. Відносна особливість жирів кедрових горішків – високий вміст поліненасичених жирних кислот, особливо лінолевої. Азотисті речовини ядра в основному представлені білками (90%), які легко засвоюються і мають підвищений вміст амінокислот, серед яких переважає аргінін (20%). Ядро горіха містить: жиророзчинні вітаміни Е (токофероли) і F, комплекс В і D, особливо В₆, та мікроелементи Mn, Cu, Zn, Co, I. За фосфатидним фосфором кедровий горіх перевищує інші горіхи та насіння олійних культур і рівноцінний сої (джерело лецитину).

За [137] вміст ліпідів в кедровій олії становить (від сухої речовини ядра):

насичені кислоти	5,0-6,14 %
олеїнова	10,44-22,30 %
лінолева	50,79-67 %
ліноленова	14,86-27,39 %
токофероли	47,8-68,2 мг ^г
фосфатиди	1,16-1,41%
	від сухого ядра.

За [137,138] вміст вуглеводів у кедровій олії (у % від сухої речовини) становить (від сухої речовини ядра):

фруктоза	0,11-0,42 %
глюкоза	1,69-3,82 %
сахароза	0,23-0,71 %
декстрини	2,07-2,53 %
крохмаль	5,26-6,14 %
пентозани	1,68-2,13 %
клітковина	1,93-2,31 %
Загальний Нітроген	2,79-3,26 %
Білковий Нітроген	2,51-2,93 %.

За [137,138] вміст жиру в кедровій олії становить у середньому 59,2-66,4 % (в алтайській кедровій олії – 59,2-62,2 %), сума цукрів – 2,93-4,13 % (в алтайській – 4,26-4,93 %), речовин, що містять Нітроген – 17,44-20,44 % (в алтайській – 20,06-20,40 %) тощо.

2. ІЧ-спектральний аналіз. ІЧ-спектри ріпакової, оливкової, соняшникової, кукурудзяної та кедрової олій отримані на ІЧ-спектрометрі VECTOR-22 фірми «BRUKER» у діапазоні хвильових чисел 360-4500 см⁻¹ (довжина хвилі $\lambda = 27,8-2,2$ мкм відповідно) з використанням призми (пігульки) КВг. Розгортку спектра за хвильовими числами $\lambda^{-1} = \nu$ здійснювали на діаграмі в межах 210 мм у діапазоні 360-1700 см⁻¹ та 225 мм у діапазоні 360-4500 см⁻¹. Хвильові числа визначалися за допомогою комп'ютерної програми Get Data. Помилка при визначенні ν становила $\Delta\nu = \pm 1$ см⁻¹ у діапазоні $\nu = 360-1700$ см⁻¹ та $\Delta\nu = \pm 1,5$ см⁻¹ у діапазоні $\nu = 1700-4500$ см⁻¹. Вихід частоти смуги або певної ділянки спектра за межі $\nu \pm 2\Delta\nu$ розцінювали як зсув смуги та звуження чи розширення ділянки спектру. Помилка при визначенні інтенсивності поглинання не перевищувала 0,25 %. Спектр олеїнової кислоти взятий з [134] (спектрометр Н-800 фірми Гілгер і Уотс, призма (пігулька) NaCl, рідина та роздавлена крапля ~ 0,01 мм, діапазон хвильових чисел $\nu = 650-3800$ см⁻¹).

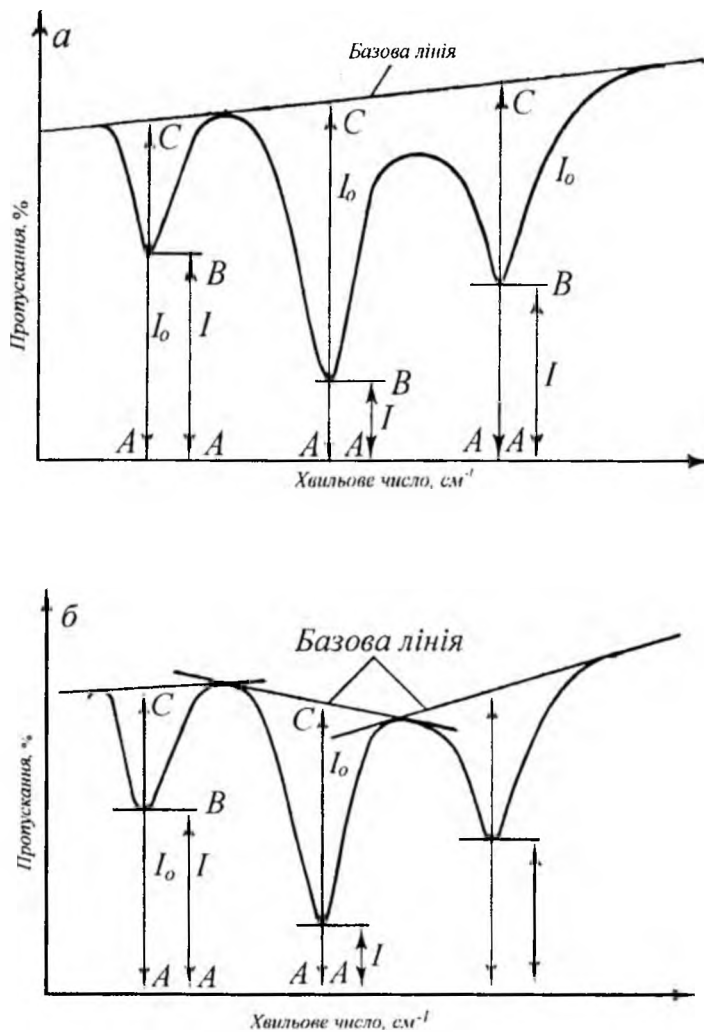


Рисунок 1. Способи побудови базової лінії на ІЧ-спектрах за [131].

Розшифровка ІЧ-спектрів виконана за [127-134]. В основу кількісного аналізу ІЧ-спектрів покладений закон Ламберта-Бера (рис. 1) [129-131]:

$$A = \lg\left(\frac{I_0}{I}\right) = ach = \lg\left(\frac{AC}{AB}\right), \quad (1)$$

де A – коефіцієнт поглинання (безрозмірна величина), в.о.; I_0 – інтенсивність падаючого інфрачервоного випромінювання (або інтенсивність опромінювання, яке пройшло через кювету порівняння); I – інтенсивність інфрачервоного випромінювання, яке пройшло через зразок; a – коефіцієнт поглинання ($л/(г\cdot см)$); c – концентрація розчину ($г/л$); h – товщина кювети зі зразком (см).

Для введення в результат досліджень поправок на часткове розсіювання інфрачервоного випромінювання та перекриття сусідніх піків поглинання за методикою [131] будували базову лінію і оцінювали I_0 як інтенсивність пропускання відносно базової лінії (рис. 1).

При розшифровці спектрів виходили з такого хімічного складу ріпакової оливи за насиченими і ненасиченими жирними кислотами [4, 5, 20, 135, 136]:

- насичені жирні кислоти: 2-4 % пальмітинова; ~ 1 % стеаринова, бегенова і лігноцерінова; ~ 0,5% міристинова і арахінова;
- ненасичені жирні кислоти: 15-60 % олеїнова; 5-60 % ерукова; 15-20 % лінолева; 7-9 % ліноленова і 2-7 % гадолеїнова.

Вибрана ріпакова олива з низьким вмістом ерукової кислоти. У жирах олії, крім 95-97 % гліцеридів, присутні воски, вільні жирні кислоти, спирти, мила, фосфатиди, вітаміни, барвники, ліпохромі, токоферолі тощо, що, безумовно, вплинуло на ІЧ-спектри вихідної ріпакової оливи та її хімічні модифікації.

Результати та обговорення

Результати розшифровки ІЧ-спектрограм кедрових олій (рис. 2,3,4) наведено в табл. 1. Смуги за інтенсивністю A розділили на 4 групи:

- $A < 0,2$ слабкої інтенсивності (сл.);
 - $0,2 \leq A < 0,4$ середньої інтенсивності (ср.);
- (2)

0,4 ≤ A < 0,8 сильної інтенсивності (с.);

A ≥ 0,8 надсильної інтенсивності (нс.).

Як видно з табл. 1, ділянки інтенсивних смуг спостерігаються в межах: 360-2120 см⁻¹, 2120-3690 см⁻¹, 3750-4500 см⁻¹ (для алтайської олії); 360-1940 см⁻¹, 2456-3693 см⁻¹ (для карпатської олії з гори Грофа); 360-1925 см⁻¹, 2609-3674 см⁻¹, 3842-4500 см⁻¹ (для карпатської олії з гори Кізя).

За класифікацією (2) у кедровій олії з Алтаю спостерігаються такі характеристичні смуги (рис. 2):

1) (сл.) A < 0,2: 401, 432, 456, 544, 556, 600, 660, 720, 748, 1081, 1593, 1612, 4061, 4332;

2) (ср.) 0,2 ≤ A < 0,4: 778-787, 801, 833, 844, 942-949, 967, 995, 1314, 1344, 1418, 1644, 2655, 2730, 3298;

3) (с.) 0,4 ≤ A < 0,8: 873, 888, 911, 1028, 1142-1181, 1238, 1366, 1385, 1515, 3078;

4) (нс.) A ≥ 0,8: 1262, 1450-1465, 1693, 2858-2952.

За класифікацією (2) у кедрових олій з Карпат спостерігаються такі характеристичні смуги (рис. 3 і 4):

1) (сл.) A < 0,2: 459, 616, 635-637, 844, 868-870, 914, 970-972, 1038, 1650-1656, 2035-2036, 2674, 2726-2728, 3059-3060, 3469-3470, 4260, 4334;

2) (ср.) 0,2 ≤ A < 0,4: 724, 1263, 1313, 1363, 1378, 1398-1399, 1417-1418;

3) (с.) 0,4 ≤ A < 0,8: 1099-1100, 1238, 1453-1466, 1712 (лише з г. Кізя), 3009-3010;

4) (нс.) A ≥ 0,8: 1142-1180, 1746, 2854-2855, 2953-2954, 2925-2927.

Як видно з табл. 1, спектр кедрової олії з Алтаю містить більшу кількість смуг (47), з яких 14 (сл.), 14 (ср.), 13 (с.), 6 (нс.) інтенсивності, ніж з Карпат: г. Кізя (35), з яких 15 (сл.), 8 (ср.), 8 (с.), 4 (нс.) інтенсивності; г. Грофа (34), з яких 15 (сл.), 8 (ср.), 8 (с.), 4 (нс.) інтенсивності.

Як видно з табл. 1, у спектрах кедрової олії з Алтаю, Карпат гір Кізя і Грофа містяться 26 смуг з однаковими частотами:

(сл.) або майже (сл.) 456-459, 600-616, 635-660, 4332-4334 см⁻¹;

(сл.) для Алтаю і (ср.) або (с.) для Карпат 720-724, 1081-1100 см⁻¹;

(ср.) 1313-1314, 1417-1418 см⁻¹;

(ср.) для Алтаю і (сл.) для Карпат 967-972, 2726-2730 см⁻¹;

(с.) або (нс.) 1142-1143, 1163-1166, 1179-1181, 1238, 1450-1466, 2854-2858, 2925-2928, 2952-2954 см⁻¹;

(с.) для Алтаю і (сл.) для Карпат 868-873, 911-914, 1028-1038, 3059-3078 см⁻¹;

(с.) або (нс.) для Алтаю і (ср.) для Карпат 1262-1263, 1363-1366, 1378-1385 см⁻¹.

Порівнюючи спектри кедрових олій з Карпатського регіону з гір Кізя та Грофа (табл. 1), можна стверджувати, що майже всі (34) смуги співпадають за частотою (459, 616, 635-637, 724, 844, 868-870, 914, 970-972, 1038, 1099-1100, 1142-1143, 1163-1164, 1179-1180, 1238, 1263, 1313, 1363, 1378, 1398-1399, 1417-1418, 1453-1466, 1650-1656, 1746, 2035-2036, 2674, 2726-2728, 2854-2855, 2925-2927, 2953-2954, 3009-3010, 3059-3060, 3469-3470, 4260-4334 см⁻¹, окрім 1712 см⁻¹ (с.) для г. Кізя) та за інтенсивністю:

(сл.) або майже (сл.) 459, 616, 635-637, 844, 868-870, 914, 970-972, 1038, 1398-1399, 1650-1656, 2035-2036, 2674, 2726-2728, 3059-3060, 3469-3470, 4260, 4334 см⁻¹;

(ср.) 724, 1263, 1313, 1363, 1378, 1417-1418 см⁻¹;

(с.) або (нс.) 1099-1100, 1142-1143, 1163-1164, 1179-1180, 1238, 1453-1466, 1746, 2854-2855, 2925-2927, 2953-2954, 3009-3010 см⁻¹.

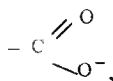
При цьому, інтенсивність смуг зменшується від 1,2 до 2 разів для (сл.), від 1,1 до 1,3 рази для (ср.) та майже не змінюється для (с.) і (нс.) при переході від олії з г. Кізя до г. Грофа.

Смуги 2952-2954 см⁻¹ (нс.) можна віднести до коливань С-Н в СН₃-групах (за [127] 2962 ± 10 см⁻¹ (с.)); 2854-2858 см⁻¹ (нс.) та 2925-2928 см⁻¹ (нс.) – до коливань С-Н в групах СН₂ (за [127] 2853 ± 10 см⁻¹ (с.) і 2926 см⁻¹ (с.)); валентних коливань С-Н в С-Н (третинних) групах не виявлено (за [127] 2890 ± 10 см⁻¹ (сл.)). До деформаційних коливань С-Н віднесені смуги:

1450-1466 см⁻¹ (нс.) для Алтаю і (с.) для Карпат для С-СН₃ антисиметричних коливань (за [127] 1450 ± 20 см⁻¹ (ср.)); -СН₂- 1465-1466 см⁻¹ (нс.) для Алтаю і (с.) для Карпат (за [127] 1465 ± 20 см⁻¹ (ср.)); С-СН₃ симетричних коливань 1363-1366 см⁻¹ та 1378-1385 см⁻¹ (с.) для Алтаю і (ср.) для Карпат (за [127] 1370-1380 см⁻¹ (с.)); С-(СН₃)₂ 1363-1366 см⁻¹ (с.) для Алтаю і (ср.) для Карпат (за [127] 1365-1370 см⁻¹ (с.) і 1380-1385 см⁻¹ (с.)); -С-(СН₃)₃ 1366 см⁻¹ (с.) для Алтаю і (ср.) для Карпат (за [127] 1365 см⁻¹ (с.)) та 1385 (с.) для Алтаю і (ср.) для Карпат (за [28] 1385-1395 см⁻¹ (ср.)). Коливання скелету (СН₃)₃-С-С-С (1200-1250 см⁻¹ (с.) і 1250 ± 5 см⁻¹ (с.)); (СН₃)₂-С (1140-1170 см⁻¹ (с.) та 1700 ± 5 см⁻¹ (с.)); -(СН₂)₄ (720-750 см⁻¹ (с.)) [127] у досліджених спектрах ускладнено іншими групами. Присутність спектральної ділянки 1200-1300 см⁻¹ підтверджує наявність довгого ланцюга метиленових груп.

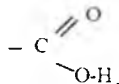
Незважаючи на те, що в ділянці спектру 400-1500 см⁻¹ (ділянка „відбитків пальців”) розшифровка смуг вимагає додаткових досліджень набору модельних сполук, проведемо аналіз віднесення смуг, виходячи із основного складу кедрових олій. Смуги 900-950 см⁻¹ змінної інтенсивності в карбонових кислотах відносять до деформаційних позаплощинних коливань ОН-групи (спектри кедрових олій мають 911-914 см⁻¹ (с.) з Алтаю і (сл.) з Карпат). Для частот 1000-1332 та 1332-1425 см⁻¹ спостерігається широка ділянка смуг пропускання з підмаксимумами (с.) і (ср.). Смуги в ділянці спектру 1210-1320 см⁻¹ (с.) та 1395-1440 см⁻¹ (сл.) відносяться до валентних коливань С-О та деформаційних коливань О-Н. На досліджених спектрах кедрових олій спостерігаються смуги 1238 см⁻¹ (с.) 1262 см⁻¹ (нс.) для Алтаю та (ср.) для Карпат, 1313-1314 см⁻¹ (ср.), 1417-1418 см⁻¹ (ср.), 1398-1399 см⁻¹ (ср.) для г. Кізя і (сл.) для г. Грофа (лише для Карпат). За [127] ділянка 1300-1420 см⁻¹

(с.) відноситься до групи

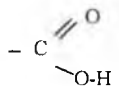


що і спостерігається на досліджених спектрах: 1313-1314 cm^{-1} (ср.); 1363-1366 cm^{-1} (с.) для Алтаю і (ср.) для Карпат; 1378-1385 cm^{-1} (с.) для Алтаю і (ср.) для Карпат; 1398-1399 cm^{-1} (ср.) для г. Кізя і (сл.) для г. Грофа (лише для Карпат); 1417-1418 cm^{-1} (ср.) для обох регіонів.

Для олії з Алтаю в спектрах спостерігається (табл. 2): на ділянці 2928 cm^{-1} проявляються валентні коливання $\text{C}_{\text{sp}^3} - \text{H}$ груп. Плече при 3250 – 3500 cm^{-1} можна віднести до валентних коливань груп $-\text{OH}$, зв'язаних водневими зв'язками. Для спектрів кедрової олії з Алтаю вірогідно, що смуги при 3250-3500 cm^{-1} та 2655 cm^{-1} можна віднести до валентних коливань водню в карбоксильній групі

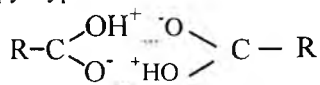


Смугу при 4332-4334 cm^{-1} можна віднести до валентних коливань «вільної», тобто не зв'язаної водневими зв'язками, групи



Смуги при 1644 cm^{-1} та 1693 cm^{-1} у цій олії можна віднести до валентних коливань карбонільної групи. Ці смуги можуть також бути складовими валентних коливань ізольованих $\text{C}=\text{C}$ зв'язків.

Жирним кислотам, що мають внутрішній водневий зв'язок, характерні смуги при 1650-1670 cm^{-1} (с.). Для досліджених олій спостерігається смуга 1650-1656 cm^{-1} (сл.). Насиченим аліфатичним кислотам характерні коливання груп $\text{C}=\text{O}$ при 1700-1725 cm^{-1} (с.). У спектрах досліджених олій спостерігається смуга 1746 cm^{-1} (нс.). За результатами дослідження [28] великої кількості жирних кислот, що поглинають, що пов'язане з коливаннями групи $\text{O}-\text{H}$, проявляється у вигляді широкої смуги з низкою більш мілких піків в інтервалі 2500-3000 cm^{-1} . Для досліджених олій широка смуга спостерігається в інтервалі 2120-3625 cm^{-1} (Алтай), 2440-3150 cm^{-1} (Карпати, г.Кізя), 2456-3120 cm^{-1} (Карпати, г.Грофа). На ділянці 2500-2700 cm^{-1} (сл.) піки відповідають коливанням зв'язаної $\text{O}-\text{H}$ групи карбоксилу. У досліджених оліях спектри містять смугу 2726-2730 cm^{-1} (ср.) для Алтаю та (сл.) для Карпат та смугу 2674 cm^{-1} (сл.) лише для Карпат. Смуга 3010 cm^{-1} (с.) характерна лише для олії з Карпат і, згідно [127], свідчить про димерний характер жирних кислот (на що вказують і смуги при 2500-2700 cm^{-1} [127]). Полінг [127] свідчить, що підвищена міцність водневого зв'язку в димерах жирних кислот обумовлена впливом йонної резонансної структури:



що приводить до зміщення смуг $\text{O}-\text{H}$ в кислотах порівняно з спиртами, у яких водневий зв'язок не стабілізований впливом зарядів. Поглинання в інтервалі 2500-2700 cm^{-1} свідчить про наявність у жирних кислотах груп $\text{O}-\text{H}$ із сильним водневим зв'язком.

Валентні коливання вільної групи $\text{O}-\text{H}$ карбоксилу відбиваються на спектрі у ділянці 3500-3560 cm^{-1} (ср.). На спектрах досліджених олій з Карпат в інтервалі 3250-3693 cm^{-1} (г.Кізя) спостерігається смуга 3469 cm^{-1} (сл.) та в інтервалі 3450-3674 cm^{-1} (г.Грофа) – смуга 3470 cm^{-1} (сл.), а також для обох спектрів крило піка 3298-3646 cm^{-1} . Смуга 1712 cm^{-1} (за Фриманом 1712±6 cm^{-1} [127]) характерна для жирних кислот із розгалуженими ланцюгами, що спостерігається лише для олії з г.Кізя.

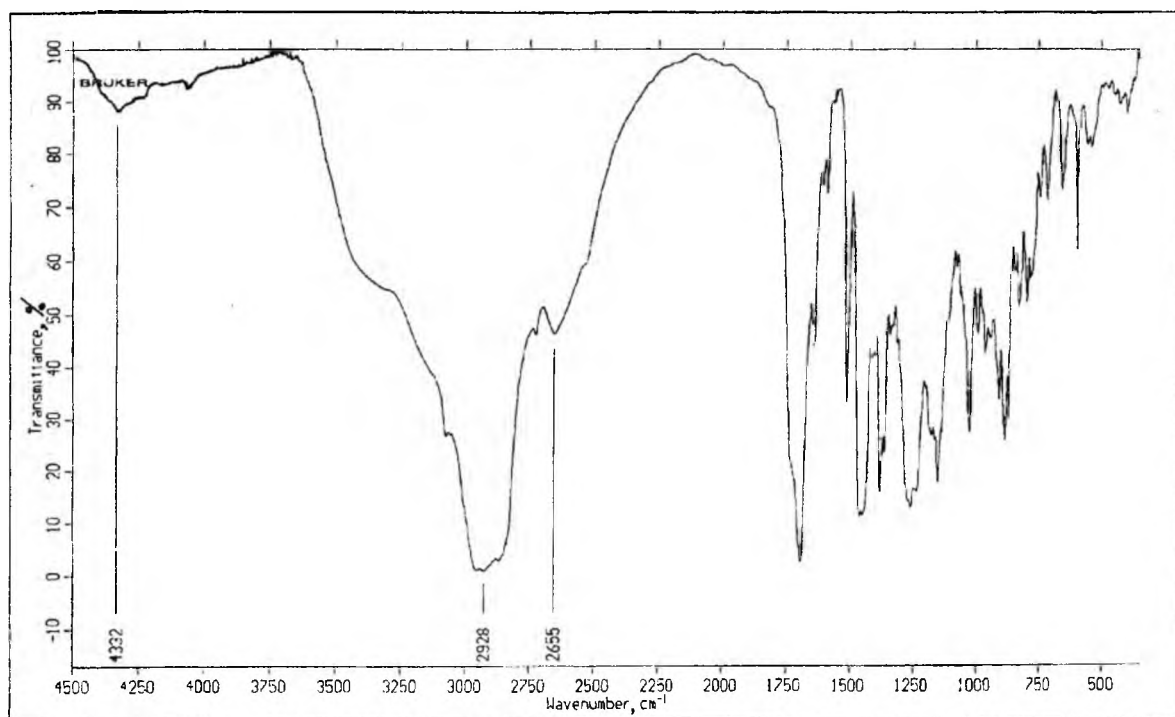
За [127] всі жирні кислоти дають смуги в ділянці приблизно 1300 cm^{-1} , які супроводжуються більш інтенсивною смугою (при більш низьких частотах), яка є інтенсивнішою, ніж перша. У всіх досліджених оліях маємо смугу 1313-1314 cm^{-1} (ср.). Смуга, що відповідає більш високій частоті (1363-1366 cm^{-1}), ймовірно, виникає внаслідок комбінування площинних деформаційних коливань $\text{O}-\text{H}$ та $\text{C}-\text{O}$. Смуги в інтервалі 1150-1170 cm^{-1} (у досліджених оліях 1142 та 1166 cm^{-1}) свідчать про переважне парне число атомів Карбону в жирних кислотах. Смуги в ділянці спектру 9844-953 cm^{-1} (у досліджених оліях 844, 873, 911, 967 cm^{-1} (ср.), (с.), (с.), (ср.) відповідно для Алтаю та (сл.) для Карпат) свідчать теж про переважне парне число карбонових атомів.

Спектри не відбивають валентні коливання $\text{C}=\text{O}$ у альдегідів 1720-1740 cm^{-1} . Смуги валентних коливань $\text{C}-\text{H}$ в альдегідах відрізняються від частот цих коливань в метильних групах і виявляються в інтервалі 2700-2900 cm^{-1} (частіше поблизу 2720 та 2820 cm^{-1}): у досліджених оліях виявлені смуги 2726-2730 cm^{-1} (ср.) для Алтаю і (сл.) для Карпат; 2854-2858 cm^{-1} (нс.) та 2925-2928 cm^{-1} (нс.). Деформаційні коливання альдегідної групи характерні в ділянці спектру 825-975 cm^{-1} (у досліджених оліях виявлена смуга 844 (ср.) для Алтаю і (сл.) для Карпат; 873 cm^{-1} (с.) для Алтаю і (сл.) для Карпат; 911 cm^{-1} (с.) для Алтаю і (сл.) для Карпат; 967 cm^{-1} (ср.) для Алтаю і (сл.) для Карпат), а також 1325-1440 cm^{-1} для аліфатичних альдегідів [127] (у досліджених оліях 1314, 1366, 1385, 1418, 1450-1466 cm^{-1} (ср.), (с.), (нс.) відповідно).

Таблиця 1. Характеристичні смуги та їх інтенсивності за ІЧ-спектральним аналізом кедрових олій з Алтаю і Карпат (гори Кізя та Грофа).

Кедрова олія з Алтаю		Кедрова олія з Карпат (г. Кізя)		Кедрова олія з Карпат (г. Грофа)		Олеїнова кислота	
ν' =см ⁻¹	A, в.о.	ν' =см ⁻¹	ν' =см ⁻¹	A, в.о.	A, в.о.	ν' =см ⁻¹	A, в.о.
401	0,030	-	-	-	-	-	-
432	0,023	-	-	-	-	-	-
456	0,015	459	0,025	459	0,016	-	-
544	0,065	-	-	-	-	-	-
556	0,064	-	-	-	-	-	-
600	0,183	616	0,139	616	0,072	-	-
660	0,109	637	0,088	635	0,052	-	-
720	0,120	724	0,394	724	0,350	723	0,154
748	0,118	-	-	-	-	-	-
778-787	0,219	-	-	-	-	-	-
801	0,253	-	-	-	-	-	-
833	0,260	-	-	-	-	-	-
844	0,208	844	0,079	844	0,060	-	-
873	0,494	870	0,089	868	0,067	-	-
888	0,557	-	-	-	-	-	-
911	0,441	914	0,131	914	0,067	-	-
942-949	0,319	-	-	-	-	940	0,169
967	0,346	970	0,149	972	0,120	-	-
995	0,302	-	-	-	-	-	-
1028	0,534	1038	0,207	1038	0,175	-	-
1081	0,199	1100	0,518	1099	0,453	1097	0,033
1142	0,535	1143	0,924	1142	0,832	1125	0,031
1155	0,716	-	-	-	-	-	-
1166	0,550	1163	0,899	1164	0,869	-	-
1181	0,540	1179	0,815	1180	0,727	-	-
1238	0,767	1238	0,514	1238	0,474	1221	0,192
1262	0,862	1263	0,392	1263	0,359	1250	0,295
1314	0,318	1313	0,288	1313	0,244	1290	0,310
1344	0,301	-	-	-	-	-	-
1366	0,587	1363	0,306	1363	0,261	-	-
1385	0,762	1378	0,383	1378	0,323	1380	0,082
-	-	1399	0,253	1398	0,193	-	-
1418	0,347	1417	0,291	1418	0,221	1419	0,322
1450-1465	0,923	1453-1466	0,583	1456-1466	0,528	1463	0,379
1515	0,447	-	-	-	-	-	-
1593	0,105	-	-	-	-	-	-
1612	0,095	-	-	-	-	-	-
1644	0,319	-	-	-	-	-	-
-	-	1650-1656	0,087	1652-1656	0,068	-	-
1693	1,537	-	-	-	-	-	-
-	-	1712	0,462	-	-	1708	1,581
-	-	1746	1,737	1746	1,712	-	-
-	-	2035	0,010	2036	0,009	-	-
2655	0,330	-	-	-	-	2314	0,038
-	-	2674	0,058	2674	0,032	2667	0,196
2730	0,329	2728	0,056	2726	0,033	-	-
2858	1,583	2855	1,402	2854	1,379	2844	0,993
2928	1,966	2927	1,966	2925	1,962	2917	1,778
2952	1,931	2954	1,082	2953	1,106	-	-
-	-	3010	0,630	3009	0,573	3005	0,520
3063-3078	0,568	3060	0,084	3059	0,044	-	-
3298	0,260	-	-	-	-	-	-
-	-	3469	0,056	3470	0,054	-	-
4061	0,028	-	-	-	-	-	-
-	-	4260	0,033	4260	0,032	-	-
4332	0,050	4334	0,035	4334	0,034	-	-

a



б

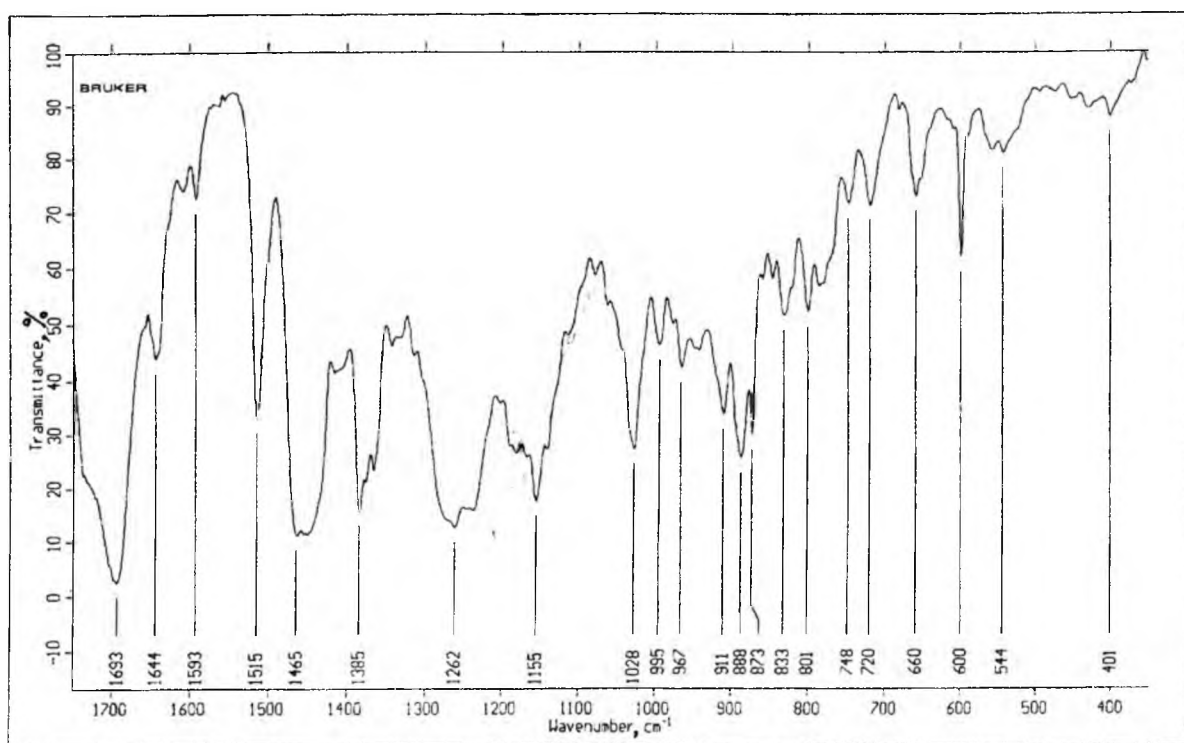
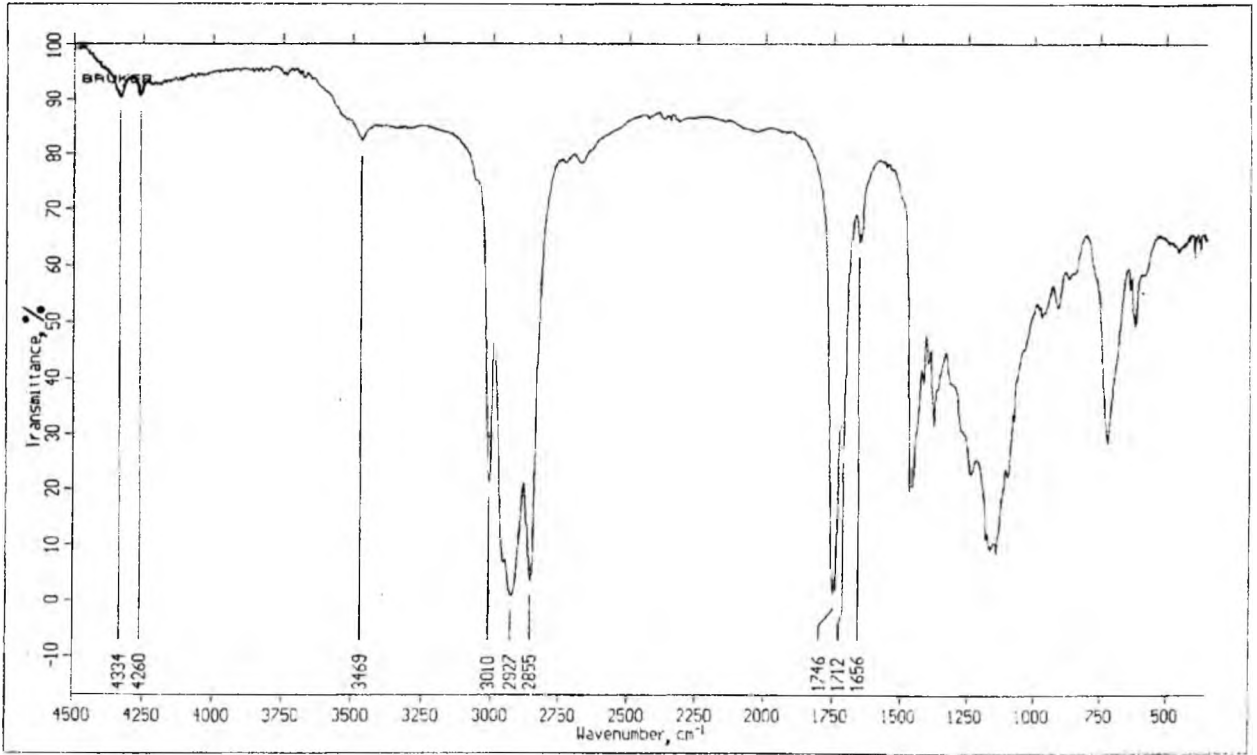


Рисунок 2. ІЧ-спектри пропускання олії горішків кедра сибірського з гір Алтаю у вигляді оливи імерсійної кедрової:

а – в ділянці $4500-360\text{ cm}^{-1}$; б – в ділянці $1750-360\text{ cm}^{-1}$

a



б

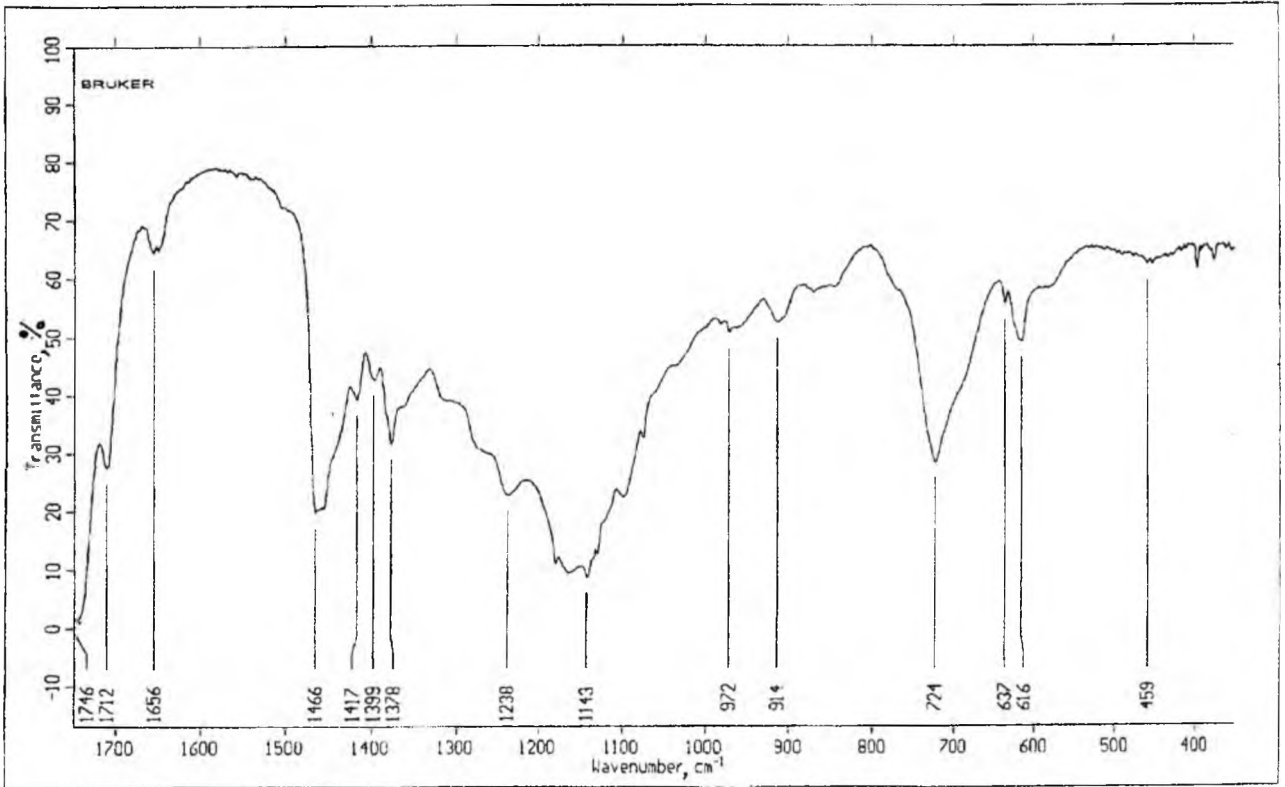
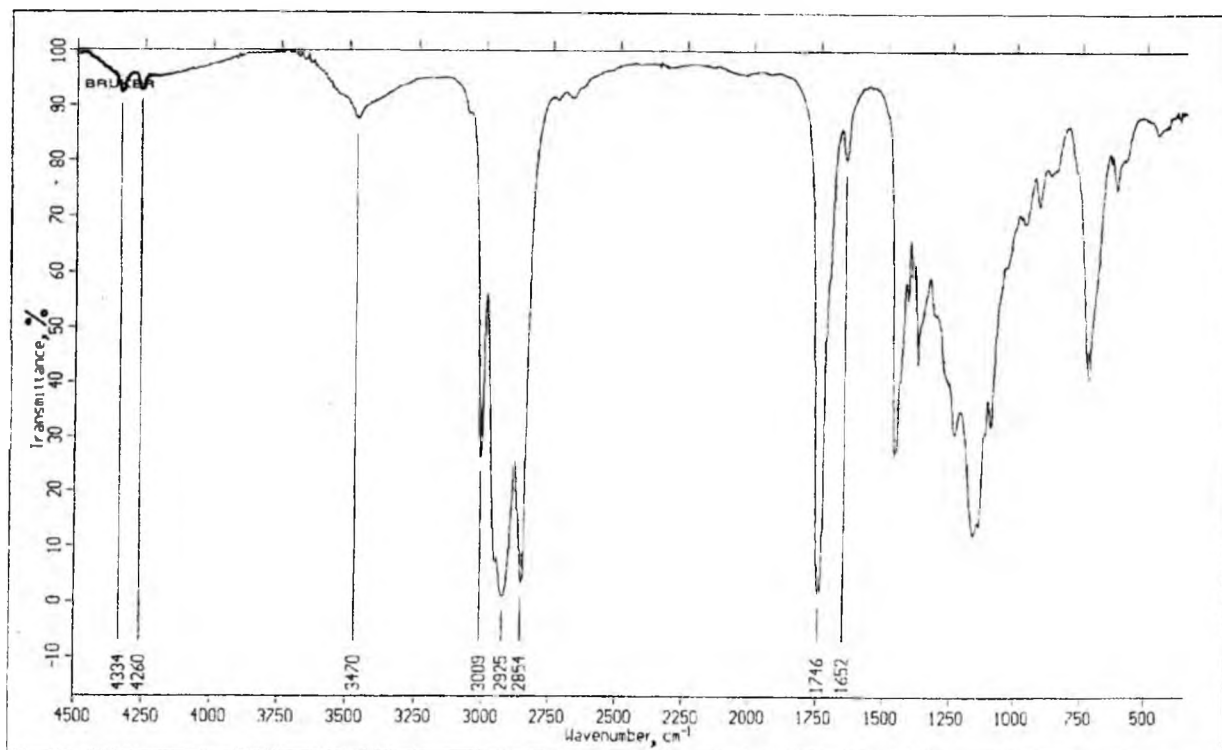


Рисунок 3. ІЧ-спектри пропускання олії горішків сосни кедрової європейської (*Pinus sembra* L.) з карпатської гори Кізя:

а – в ділянці $4500\text{--}360\text{ cm}^{-1}$; б – в ділянці $1750\text{--}360\text{ cm}^{-1}$

а



б

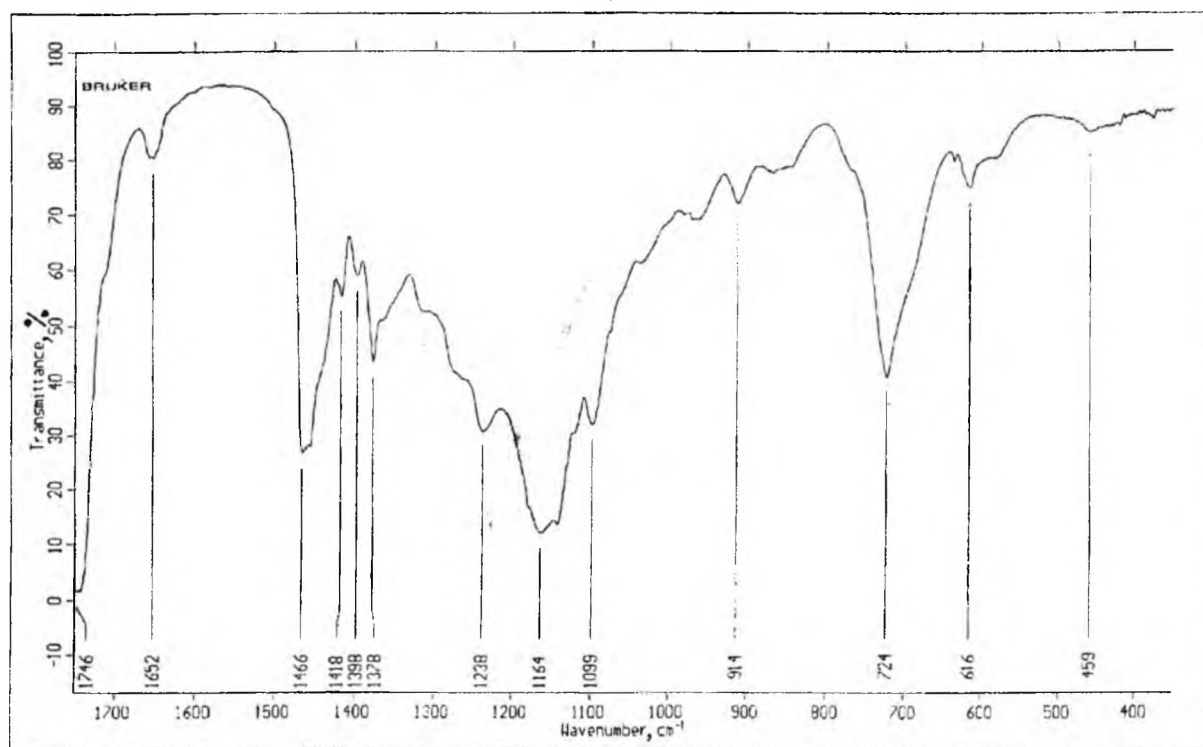
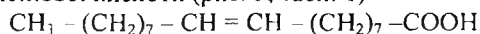


Рисунок 4. ІЧ-спектри пропускання олії горішків сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) з карпатської гори Трофа:
а – в ділянці 4500-360 см⁻¹; б – в ділянці 1750-360 см⁻¹

Білкова форма в оліях виявлена слабо: не знайдено смуг для первинних амідів валентних коливань вільних груп NH (3400 (ср.) та 3500 (ср.) см^{-1}) та зв'язаних груп NH (3180 (ср.) та 3350 (ср.) см^{-1}); не знайдено смуг валентних коливань груп NH вторинних амідів (3140-3460 (ср.) см^{-1}); не знайдено смуг CO первинних, вторинних та третинних амідів (1630-1700 (с.) см^{-1}); не знайдено смуг деформаційних коливань NH_2 (1510-1650 (с.) см^{-1}) і лише виявлені деформаційні коливання групи NH у первинних і вторинних амидах (600, 620, 720, (ср.) см^{-1}). Звичайна смуга для амінокислот білків 3300 см^{-1} не виявлена. З рентгенографічних досліджень [127] відомо, що прості пептиди існують у вигляді біполярного йона з відкритим ланцюгом, про що свідчать смуги у ділянці $\sim 3080 \text{ см}^{-1}$ (для досліджених олій спостерігається смуга 3059-3078 см^{-1}), що можна пов'язати з валентними коливаннями групи NH; а також $\sim 1630\text{-}1650 \text{ см}^{-1}$ (1650-1656 см^{-1}), що пов'язана з коливаннями груп NH_3^+ , та смугою в ділянці 1240 см^{-1} (1238 см^{-1}).

Порівняння ІЧ-спектрів чистої олеїнової кислоти (рис. 5, табл. 1)



та ріпакової, оливкової, соняшникової та кукурудзяної олів [31,32] показало, що в спектрах існує 11 однакових смуг в ділянках: 723 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 1,5-2,7 рази у ряду ріпакова – оливкова – соняшникова – кукурудзяна олії порівняно з чистою олеїновою кислотою; 1097-1100 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 9,4-17,9 рази у відповідному ряду; 1120-1125 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 10,8-19,6 рази у відповідному ряду; 1239-1250 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 1,2-2,0 рази у відповідному ряду; 1378-1380 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 3,0-5,3 рази у відповідному ряду; 1417-1419 см^{-1} , інтенсивність яких зменшується у 1,5-1,1 рази у відповідному ряду; 1463-1467 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 1,3-2,0 рази у відповідному ряду; 2667-2685 см^{-1} , інтенсивність яких зменшується у 5,6-4,3 рази у відповідному ряду; 2844-2855 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 1,3-1,6 рази у відповідному ряду; 2917-2926 см^{-1} , інтенсивність яких зростає у 1,1-1,2 рази у відповідному ряду; 3005-3009 см^{-1} , інтенсивність яких змінюється від 0,7 до 1,2 рази у відповідному ряду.

Порівняння ІЧ-спектрів чистої олеїнової кислоти (рис.5) та кедрових олій (табл.1) показало, що в спектрах існує лише 7 однакових смуг в ділянках: 720-724 см^{-1} для кедрових олій і 723 см^{-1} для олеїнової кислоти з інтенсивністю 0,120 в.о. для олій з Алтаю, та 0,350-0,394 в.о. з Карпат; 942-949 см^{-1} (0,319 в.о.) для кедрової олії з Алтаю (смуга 942-949 см^{-1} відсутня у кедрових олій з Карпат) і 940 см^{-1} (0,169 в.о.) олеїнової кислоти; 1378-1385 см^{-1} для кедрових олій (0,762 в.о. з Алтаю, 0,323-0,383 в.о. з Карпат) і 1380 см^{-1} (0,082 в.о.) олеїнової кислоти; 1417-1418 см^{-1} (0,221-0,347 в.о.) для кедрових олій та 1419 см^{-1} (0,322 в.о.) олеїнової кислоти; 1450-1466 см^{-1} (0,528-0,923 в.о.) для кедрових олій та 1463 см^{-1} (0,379 в.о.) для олеїнової кислоти; 1712 см^{-1} (0,462 в.о.) лише для кедрової олії з г.Кізя (Карпати) і 1708 см^{-1} (1,581 в.о.) для олеїнової кислоти; 3009-3010 см^{-1} (0,573-0,630 в.о.) лише для карпатських олій та 3005 см^{-1} (0,520 в.о.) для олеїнової кислоти.

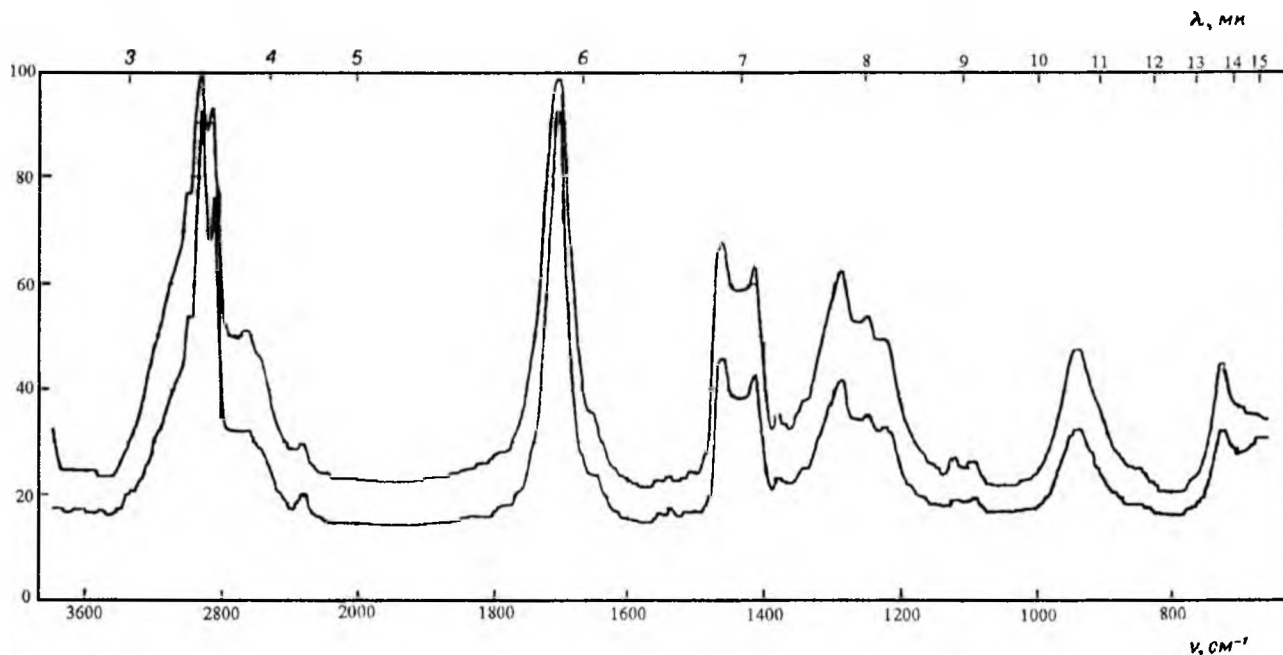


Рисунок 5. ІЧ-спектри поглинання олеїнової кислоти:

1 – рідина; 2 – роздавлена крапля ($h=0,01 \text{ мм}$) [134]. На шкалі по вісі ординат відкладено поглинання у відсотках.

Висновки

1. Рослинні олії (ріпакова, оливкова, соняшникова кукурудзяна), а також олії із сосни кедрової європейської у вихідному стані за хімічним складом придатні для використання в якості дисперсійного середовища для

мастильних матеріалів та хімічної модифікації для присадок рідких і пластичних мастил, що відповідає вимогам [135,136].

2. Кедрові олії з Алтаю і Карпат відрізняються за хімічним складом. В ІЧ-спектрах цих олій виявлені як однакові, так і різні смуги пропускання за частотами та інтенсивностями.

Література

1. *Виноградова И. Е.* Прогнозно-исследовательские присадки к маслам. – М.: Химия, 1972. – 272 с.
2. *Фукс И. Г.* Добавки к пластичным смазкам. – М.: Химия, 1982. – 248 с.
3. *Крачун А.Т., Морарь В.Е., Крачун С.В.* Исследование смазочных свойств некоторых растительных и животных жиров // Трение и износ. – 1990. – Т. 11, № 5. – С. 929-932.
4. *Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Багдасаров Л.Н.* Смазочные материалы на основе растительных и животных жиров. М.: ЦНИИТЭИМС, 1992. – 47с.
5. *Сіренко Г., Сав'як О.* Рослинні оливи як альтернативні мастильні матеріали і присадки // Вісник Прикарпат. ун-ту ім. Василя Стефаника. Сер. "Хімія". – 2002. – Вип. III. – С.117-141.
6. *Сав'як О.Л.* Рослинні оливи як альтернативні мастильні матеріали // Тези доповідей, IV Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів «Сучасні проблеми хімії». - 2003. – С. 106.
7. *Сав'як О.Л.* Дослідження антифрикційних властивостей рослинних олив // Тези доповідей, V регіональної конференції молодих вчених та студентів з актуальних питань хімії. – 2003. – С. 41.
8. *Сав'як О.* Мастильні матеріали на основі ріпакової оливи // Вісник Прикарпатського університету. Серія «Хімія». – Вип. IV. – 2004. – С. 63-66.
9. *Сіренко Г.О., Сав'як О.Л.* Дослідження рослинних олив у якості мастильних матеріалів // Полімерний журнал. – 2006. – Т. 28, №1. – С.69-78.
10. *Синицын В.В.* Подбор и применение пластичных смазок. – М.: Химия, 1969. – 376 с.
11. *Фукс И.Г., Евдокимов А.Ю., Джамалов А.* Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения // Химия и технология топлив и масел. – 1992. – № 6. - С. 36-38.
12. *Кириченко Л.М., Сіренко Г.О., Кириченко В.І.* Триботехнічні характеристики нових мастильних композицій на основі хімічно-модифікованої ріпакової оливи // Науковий збірник: «Всеукр. наук. та проф. тов-ва ім. М.Міхновського». – 1998. – № 8. – С. 25-39.
13. *Дмитрієва Т.В., Сироватка Л.О., Бортиницький В.І.* Властивості технологічних композицій на основі поліоксипропіленгліколів і ріпакового масла // Композиційні полімерні матеріали. – 2003. – Т. 25, №1. – С. 66-71.
14. *Кириченко В.І., Сіренко Г.О., Кириченко Л.М.* Трибоактивізація хімічних процесів у нових високоефективних композиціях // Тези допов. наук.-практ. конф. "Наукомісткі технології подвійного призначення". – 1994. – С. 76.
15. *Дмитрієва Т. В., Сироватка Л. А., Гайдук Р. Л.* Физико-химические свойства бинарных систем на основе полимеризующейся присадки и рапсового масла // Полімерний журнал. – 2004. – Т. 26, №2. –С. 139-143.
16. *Кириченко Л. М., Кириченко В.І., Свідерський В. П., Сіренко Г. О., Ковтун В.* Регулювання полярності і функціональних властивостей мастильних матеріалів на основі ріпакової оливи в результаті обробки їх електромагнітним полем // 36. «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2002. – Т. 1, №9. – С. 100-103.
17. *Сіренко Г. О., Сав'як О. Л.* Вплив ступеня оксидилювання на антифрикційні властивості ріпакової оливи // Тези допов. V Міжнародної науково-технічної конференції «Зносостійкість і надійність вузлів тертя машин (ЗНМ-2003)». - 2003. – С. 64-65.
18. *Сіренко Г.О., Сав'як О.Л.* Створення мастильних матеріалів на основі сульфидованої оксидилюваної ріпакової оливи // Тези допов. Десятої української конференції з високомолекулярних сполук. – 2004. – С. 162.
19. *Сав'як О.Л.* Залежність антифрикційних властивостей ріпакової оливи від ступеня оксидилювання // Тези допов. V Української конференції молодих вчених з високомолекулярних сполук. – 2003. – С. 39-40.
20. *Тютюнников Б.Н.* Химия жиров. – М.: Пищепром, 1974. – 448с.
21. *Кириченко Л.М., Сіренко Г.О.* Оптимізація технології мастильних матеріалів на основі хімічно-модифікованої ріпакової оливи // Наук. збірник: «Всеукр.наук. та проф. тов-ва ім. М.Міхновського». – 1998. – № 8. – С. 40-47.
22. *Кириченко Л.М., Сіренко Г.О., Кириченко В.І., Свідерський В.П.* Рациональный метод оптимізації нових мастильних композицій// Матеріали 39-го Міжнарод. семінару по моделюванню та оптимізації композитів "Рациональный эксперимент у матеріалознавстві". – 2000. – С. 54-55.
23. *Кириченко В.І., Кириченко Л.М., Сіренко Г.О., Свідерський В.П.* Вітчизняні мастильні матеріали: нові базові компоненти для якісних мастильних композицій // Тези допов. Міжнарод. наук.-техн. конференц. "Зносостійкість і надійність вузлів тертя машин". – 2001. – С. 49-51.
24. *Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П., Сіренко Г.О., Ковтун В.* Дослідження трибомеханічної ефективності нових мастильних композицій на основі модифікованої ріпакової оливи в контексті протизношувально-протизадирних її властивостей // Праці Міжнародного симпозиуму "Трибофатика". – 2002. – Т. 2. – С. 733-738.

25. Сіренко Г.О., Кириченко Л.М. Хімічна модифікація ріпакової оливи // *Тези доповід. Укр. конф. "Актуальні питання органічної та елементарної органічної хімії та аспекти викладання органічної хімії у вищій школі"*. - 2002. - С. 15.
26. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Сіренко Г.О., Свідерський В.П. Триботехнічні характеристики нових мастильних композицій на основі хімічно-модифікованої ріпакової оливи // *Темат. зб. наук. праць техн.унту Поділля «Проблеми сучасного машинобудування»*. - 1996. - С. 143-145.
27. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П. Нові мастильно-охолоджуючі засоби для механічної обробки металів: проблеми одержання і застосування // *Вісник ТУП*. - 2001. - Т. 3, № 1. - С. 95.
28. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П., Ковтун В.В. Теплотехнічні, триботехнічні і технологічні характеристики мастильних матеріалів на основі нових базових олій // *Проблеми трибології*. - 2002. - № 1. - С. 34-38.
29. Сав'як О.Л. Дослідження інгібіторного ефекту модифікованої ріпакової оливи // *Тези допов. Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів «Сучасні проблеми хімії»*. - 2005. - С. 198.
30. Литвин Б.Л., Сіренко Г.О., Сав'як О.Л., Вишневецький Р.М. Інгібіторний ефект модифікованої ріпакової оливи та фенольних і хіноїдних похідних бензотриазолу // *Вопросы химии и химической технологии*. - 2005. - № 4. - С. 144-147.
31. Сіренко Г.О., Сав'як О.Л., Шийчук О.В. Вплив концентрації сірки на властивості ріпакової оливи // *Проблеми трибології*. - 2005. - № 2. - С. 139-146.
32. Сіренко Г.А., Сав'як О.Л., Шийчук А.В. Влияние концентрации серы на реологические и триботехнические свойства рапсового масла // *Трение и износ*. - 2006. - Т. 27, № 6. - С. 659-664.
33. Сіренко Г.О., Кириченко В.І., Кириченко Л.М., Свідерський В.П. Мастильна композиція: Пат. 18077А (Україна), МКІ С10М1/28; С10М1/18. - №95031240. - Заявл. 20.03.95. - Опубл. 17.06.97. - Бюл. - №5. - 1997.
34. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П. Пластична паста подвійного призначення для процесів механічної обробки металів: Пат. №71073 (Україна), МКІ С10М 129/56, С 10М133/08. С10М 135/00. - №2003076712. - Опубл. 15.11.2004. - Бюл.№11.
35. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П. Спосіб одержання базової оливи для мастильних композицій: Пат. №65753 (Україна), МКІ С10М 177/00, С 10М111/06, С07С67/00, С07С319/24. - №2003043787.- Опубл. 15.08.2005. - Бюл.№8.
36. Концентрат-паста подвійного призначення для процесів механічної обробки металів: Пат. №37362А.- П.р. від 5.03.1999р.
37. Сіренко Г.О., Кузишин О.В., Мідак Л.Я., Кириченко Л.М., Кириченко В.І. Зношування металічних поверхонь при мащенні полікомпонентними композиціями на основі хімічно-модифікованої ріпакової оливи // *Фізика і хімія твердого тіла*. - 2007. - Т. 8, № 3. - С. 641-650.
38. Федін Л.А. Иммерсионная система // *БСЭ*. - М.: Советская энциклопедия, 1972. - Т.10. - С. 144-145.
39. Татарський В.Б. Иммерсионный метод // *БСЭ*. - М.: Советская энциклопедия, 1972. - Т.10. - С. 145.
40. *Сучасний словник іншомовних слів: Близько 20 тис. слів і словосполучень / Укладачі О.І. Скопненко, Т.В. Цимбалюк*. - К.: Довіра, 2006. - 790 с.
41. Леонова Т.Г. Кедр (Cedrus) // *БСЭ*. - М.: Сов. Энциклопедия, 1973. - Т.12. - С.14.
42. *Дерева і кустарники ССРСР*. - Т.1. - М.-Л., 1949.
43. Walter H. Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. - Jena, 1968. - Bd.2.
44. Правдин Л.Ф. Кедровые леса // *БСЭ*. - М.: Сов. Энциклопедия, 1973. - Т.12. - С.16.
45. Леонова Т.Г. Кедрова сосна // *БСЭ*. - М.: Сов. Энциклопедия, 1973. - Т.12. - С.16.
46. *Поварицын В.А. Кедровые леса СССР*. - Красноярск, 1944.
47. *Соловьев К.П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них*. - Хабаровск, 1958.
48. *Добровольский В.К. Кедровые леса СССР и их использование*. - М., 1964.
49. *Леса СССР*. - М., 1969. - Т.4
50. *Вальтер Г. Растительность земного шара / Пер. с нем.* - М., 1968.
51. *Словник української мови*. Т. IV. - К.: Наук. думка, 1973. - С.138-139.
52. *Зеленая Книга Украинской ССР: Редкие, исчезающие и типичные, нуждающиеся в охране растительные сообщества / Под ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко*. - К.: Наук. Думка, 1987. - 216 с.
53. *Шеляг-Сосонко Ю.Р., Устименко П.М., Попович С.Ю. та ін. Зелена книга України*. - К.: Наук. думка. - 2002. - 253 с.
54. *Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи*. - СПб., 1778 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. - СПб.: Диля, 2008. - С. 121-124.
55. *Паллас П.С. Описание растений Российского государства*. - СПб., 1786 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. - СПб.: Диля, 2008. - С. 121-124.
56. *Дмитриев В. Сибирский кедр // Сибирский вестник*. - 1818 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. - СПб.: Диля, 2008. - С. 121-124.
57. *Мальгин Г. Некоторые заметки о произрастании сибирского кедра // Лесной журнал*. - 1842. - Кн.3. - Ч.2 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. - СПб.: Диля, 2008. - С. 121-124.
58. *Абрамов Н.А. Описание Березовского края // Записки Императорского русского географического общества*. - Книга XII. - СПб., 1857 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. - СПб.: Диля, 2008. - С. 121-124.

59. *Флоринский В.М.* Русские простонародные травники и лечебники. – Казань, 1880 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
60. *Крылов П.Н.* Материалы к флоре Пермской губернии // Труды общества естествоиспытателей при Казанском Университете. – Казань, 1881. – Вып.6. – Т.9 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
61. *Кеттен Ф.* Географическое распространение хвойных пород в Европейской России и на Кавказе. – СПб., 1885 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
62. *Славцов И.Я.* В стране кедра и соболя: Очерк Тавдино-Пельмского края // Календарь Тобольской губернии на 1891 год. – Тобольск // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
63. *Бытовые черты XVII века: 1638 год. – Часть I. Зверобой и кедровая смола; 1665 года. – Часть VIII. Доставка кедров в Москву // Русская старина. – 1892. – Т. 73 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.*
64. *Беликов Д.Н.* Первые русские крестьяне-населенники Томского края // Научные записки Томского края. Сборник публичных лекций членов Западно-Сибирского общества сельского хозяйства. – Томск, 1898 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
65. *Скаржицкий А.* Сибирский кедр, его применение и культура // Прогрессивное садоводство и огородничество. – 1908. – № 8 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
66. *Кочергин С.М.* Кедровые орехи // Материалы по исследованию сельского и лесного хозяйства Томской губернии. – Томск, 1909. – № 5 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
67. *Гомилевский В.* Сибирский кедр как садово-декоративное дерево // Прогрессивное садоводство и огородничество. – 1909. – № 44 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
68. *Барышевцев В.* Кедровники – плодовые сады // Лесной журнал. – 1917. – Вып. 1-3 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
69. *Овсянников В.Ф.* Наши ореховые сосны (кедровые сосны) // Записки Владивостокского отделения русского географического общества. – Владивосток, 1929. – Т.3. – Вып. 2 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
70. *Иванова Р.Н.* Кедр сибирский. – Иркутск, 1958 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
71. *Петров М.Ф.* Кедровые леса и их использование. – М., 1961 // И.П. Неумывакин. Кедровое масло. - М. – СПб.: Диля, 2008. – С. 121-124.
72. *Тюменцев Н.Ф.* Красавец сибирской тайги // Труды Томского областного краеведческого музея. – Томск, 1962. – Т.6.
73. *Ширская М.Н.* Культуры кедров сибирского в горных лесах Сибири. – М.: Лесная промышленность. – 1964. – 100с.
74. *Петров М.Ф.* Зеленый исполин. – Свердловск, 1966.
75. *Воробьев В.Н.* Экологические особенности семеношения кедров сибирского в горных условиях. Автореф. канд. дис. – Красноярск. – 1967. - 24 с.
76. *Крылов Г.В.* Травы жизни и их искатели. – Новосибирск, 1969.
77. *Некрасова Т.П.* Биологические основы семеношения кедров сибирского, Новосибирск: из-во Наука. – 1972. - 272 с.
78. *Непомилуева Н.И.* Кедр сибирский на северо-востоке европейской части СССР. – Л.:, 1974.
79. *Ларин В.Б., Филиппов С.Н.* Кедр сибирский. – Сыктывкар, 1980.
80. *Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Казакова Н.Ф.* Кедр. – М., 1983.
81. *Брынцев В.А.* Морфогенез сосны кедровой сибирской в условиях интродукции. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. - М., 2002. – 44 с.
82. *Huckel E.* Uycieczka botaniczna w Karpatystryjskie do zdroj Swycy // Sprawozd. Kom. Fizjogr., t. 2. – 1868.
83. *Knapp F.* Die bisner bekannten pflanzen Galiziens und Bukowina. – 1872.
84. *Pax F.* Gründzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen (Die Vegetation der Erde). – Leipzig. – 1898. – Bd. 1-2.
85. *Rikle M.* Die Arve in der Schweir // N. Penkschr. Schweir. Nat. forsch. Ges; XLIV. – 1909. – 455 p.
86. *Fekete L., Blatny T.* Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Stäucher im Ungarischen Staate selmechanya: Commisionsverlag von August joerges witwe and Sohn. – 1913ß1914. – Bd. I. – 793 s., Bd. II – 150 s.
87. *Nevole J.* Die Verbreitung der Zibre in der Osterreich Ungar Vonarchie. – Wein und Leipzig. – 1914.
88. *Koczwarra M.* Limba u zrodel Bystrzycy Nadwornianskiej // Ziemia, 11. –1926.
89. *Domín K.* Príspevek k poznani kapradorostu Podkarpatske Rusi // Veda prirodni. – 1929. – 10. – s.277-281.
90. *Hilitzer A.* Limba na Podkarpatske Rusi (Pinus cembra en Rusie Subcarpatique) // Vestnic Ns. Akad. Zemed. – 1932, №8. – S.367ß369.
91. *Hilitzer A.* Limba na Popadiji // Lesnicka prace, №13. – 1934.
92. *Kontny P.* Materialy do historii lasow w Karpatach Wchodnich // Sylwan. Ser. A. – 1938. – Roczn. 56. –S. 173-210.
93. *Myczkowski S., Lesinski J.* Rozsiedlenie rodzimych gatunkow drzew tatranskich // Rodzime drzewa Tatr. –Cz. 1. – Stud. Osr. Dok. Fiziogr. 3. – W. – P. 13-70.

94. Дунаряню І.І. До питання про поширення сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) у горах Фагарашу // УБЖ. - Т. XVII, №5. – 1950. – С. 50-53.
95. *La Flora* // Touring club Italiana. – Milano. – 1958.
96. *Rubner K.* Die pflanzengeograohischen Grundlagen des Waldbaues. Radebeul in Berlin. – 1960.
97. *Merxmüller H.* Alpenflora. – München. – 1963. – 148 p.
98. *Meusel H., Jager E., Weinert E.* Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. – Jena. – 1965. – 583 p.
99. *Oarcea Z.* Contribuni la cunoasterea raspindrii si vegetatiei pinului cembra in Retezat // *Rev. Pădurilor.* – 1966. №9. – P. 51-68.
100. *Mirov N.* The Genus *Pinus*. – New-York: The Roland Press Company. – 1967. –62 p.
101. *Mayer H.* Zur Behandlung überalter Gebirgswälder // *Schweiz. Z. Forstwesen.* – 1967. – №6. – P.4-32.
102. *Смаглюк К.К.* Сосна кедровая европейская (*Pinus cembra* L.) в Украинских Карпатах// *Лесоведение.* – 1969. - №1. – С.3-15.
103. *Смаглюк К.К.* Особенности роста сосны (*Pinus cembra* L.) в Карпатах// *Лесоведение*, 1971, №3. - С. 21-27.
104. *Смаглюк К.К.* До оцінки поширення і ресурсів сосни кедрової європейської в Українських Карпатах // Рослинні ресурси України, їх вивчення та раціональне використання. – К.: Наук. думка, 1973. – С. 43–49.
105. *Slendzincki A.* Przyczynek do flory obwodu Kolomyjskiego. Spraword. Kom. Fizijogr., t. 9. – 1975.
106. *Contini L., Lavarello Y.* Le Pin cembro. – Paris. – 1982. – 197 p.
107. *Смаглюк К.К., Ступар В.І.* Охорона сосни кедрової європейської в Українських Карпатах //Рідкісні рослини природної флори України, шляхи і методи їх охорони, матеріали республіканської конференції. К.: Наукова думка, 1983. - С.83-88.
108. *Atlas rozmieszczenia roslin naczyniowich chronionych w Polsce.* – Cracow. – 1997. 458 p.
109. *Mosyakin S. L., Fedoronchuk M.M.* Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist. – К. – 1999. – 345 p.
110. *Стойко С.М., Третяк П.Р., Бойчук І.І., Онишко З.Д.* Сосна кедрова (*Pinus cembra* L.) на верхній межі лісу у Горганах: хорология, екологія, ценологія// *Науковий вісник. Дослідження, охорона та збагачення біорізноманіття*, випуск 9.9, Львів, 1999.
111. *Keller G.* The Anthracological analyses of Verona the epigravettian levels of tagliente shelter. – 2000.
112. *Нестеров И.А.* Медицинское и фармакологическое применение масла кедровых орехов // *Труды III Всесоюзного съезда физиологов.* – М., 1928. – Вып.25. // *Неумывакин И.П.* Кедровое масло. – М. – СПб.: Диля, 2008. – 127 с.
113. *Юкелис И.И.* Кедровый и сосновый терпентины при лечении хронических язв голени и гнойничковых поражений кожи // *Советская медицина.* – 1944. – № 7-8. // *Неумывакин И.П.* Кедровое масло. – М. – СПб.: Диля, 2008. – 127 с.
114. *Токин Б.П.* Фитонциды и «азрорвитамины» // *Природа.* – 1960. – №6.
115. *Указов И.В.* Антимикробные свойства некоторых фитонцидов у хвойных растений // *Фитонциды в народном хозяйстве.* – К., 1964.
116. *Сверчков А.Н.* О влиянии фитоорганических веществ на ионизацию воздуха // *Фитонциды в народном хозяйстве.* – К., 1964.
117. *Каретников П.В.* О химическом составе и пищевой ценности кедровых орехов // *Материалы научно-практической конференции молодых гигиенистов и санитарных врачей.* – М., 1965.
118. *Каретников П.В., Дмитриченко М.М.* О содержании некоторых микроэлементов в кедровых орехах // *Вопросы питания.* – 1966. –№5.
119. *Каретников П.В.* О количестве содержания витаминов Е и В, в кедровых орехах // *Лекарственные и сырьевые ресурсы Иркутской области.* – Иркутск, 1968. – Вып. 5.
120. *Руш В.А., Лизунова В.В.* Макро- и микроэлементы кедровых орехов // *Вопросы питания.* – 1969. –№2.
121. *Скляровский Л.Я.* Целебные свойства пищевых растений. – М., 1975.
122. *Руш В.А.* Новое в исследовании химического состава кедрового ореха // *Исследование и воспроизводство кедровых лесов.* – Новосибирск, 1971.
123. *Петров М.Ф.* Кедр – дерево хлебное. – Свердловск, 1982.
124. *Игнатенко М.М.* Кедр у дома. – Л., 1986.
125. *Иванова А.* Лечение кедром и другими хвойными породами. – Минск, 1999.
126. *Неумывакин И.П.* Кедровое масло. – М. – СПб.: Диля, 2008. – 127 с.
127. *Беллами Л.* Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Инлитиздат, 1963. – 591 с.
128. *Пентин Ю.А., Волков Л.В.* Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2003. – 683 с.
129. *Беллами Л.* Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. – М.:Мир, 1971. – 318 с.
130. *Литвин Б.Л., Романюк А.Л.* Фізичні методи дослідження органічних речовин. - Івано-Франківськ: Прикарп. ун-т ім. В.Стефаника, 2003. – 117 с.
131. *Рабек Я.* Экспериментальные методы в химии полимеров. – Ч.1. – М.: Мир, 1983. – 384 с.
132. *Смит А.* Прикладная ИК-спектроскопия. – М.: Мир, 1982. – 432 с.
133. *Финч А., Гейтс П., Редклиф К. и др.* Применение длинноволновой ИК-спектроскопии в химии. – М.: Мир, 1973. – 468 с.
134. *Попова Г.С., Тарутина Л.И., Пирожная Л.Н. и др.* Инфракрасные спектры поглощения полимеров и вспомогательных веществ. – Л.: Химия, 1969. – 356 с.
135. *Ищук Ю.Л.* Технология пластических смазок. – К.: Наук. думка, 1986.

136. *Клеманн Д.* Смазки и родственные продукты. – М.: Химия, 1988.
137. *Руш В.А., Лизунова В.В.* Некоторые закономерности химического состава семян сибирского кедра // Растительные ресурсы. – Т. 5, № 4. – Л.: Наука, 1969. – С. 519-527.
138. *Бех И.А., Таран И.В.* Сибирское чудо-дерево. – Новосибирск: Наука, 1979. – С.105-106.

Стаття поступила до редакції 22.03.2008 р.; прийнята до друку 29.03.2008 р.