

УДК 633.854.78:631.523

## Критерії оцінки якості олії високоолеїнового соняшнику

**М. В. Червоніс**, кандидат сільськогосподарських наук

**О. І. Рибалка**, доктор біологічних наук

**І. Г. Топораш**, кандидат технічних наук

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення  
*rybalkaalexander@gmail.com*

**Мета.** Провести дослідження зразків соняшникової олії з різним вмістом олеїнової кислоти хроматографічним методом, показати можливість застосування відносно простих, експресних та ефективних фізичних методів для контролю вмісту олеїнової кислоти у процесі селекції гібридів соняшнику і в товарному виробництві під час визначення автентичності зразків високоолеїнової олії та розпізнавання її замінників. **Методи.** Загальноприйняті міжнародні методи ІСО, математико-статистичні. **Результати.** Проведено дослідження жирнокислотного складу соняшникової олії на газовому хроматографі за спрощеною процедурою, встановлено залежність ряду фізичних методів – заломлення на рефрактометрі, в'язкості та щільності – від жирнокислотного складу соняшникової олії, зокрема вмісту олеїнової кислоти. **Висновки.** Метод газової хроматографії виявився найінформативнішим та ефективним для контролю вмісту олеїнової кислоти на всіх етапах як селекційного процесу, так і в умовах товарного виробництва. Серед фізичних методів на особливу увагу заслуговують ті, що ґрунтуються на визначенні показників заломлення, кінематичної в'язкості та щільності, оскільки між ними та вмістом олеїнової кислоти в соняшниковій олії встановлено високу кореляційну залежність.

**Ключові слова:** високоолеїновий соняшник, хроматографія, показники якості.

**Вступ.** За останні роки у світі спостерігаються чіткі тенденції до поліпшення харчової цінності соняшникової олії за рахунок підвищення в ній вмісту олеїнової кислоти. Це стало можливим внаслідок створення селекціонерами високоолеїнових гібридів. Високоолеїновий соняшник містить понад 82% олеїнової кислоти в олії (мононасичена омега-9 жирна кислота). Створено такий соняшник традиційними методами селекції, причому його генетичний потенціал за вмістом олеїнової кислоти (92–94%) є найвищим серед промислових олійних культур [1–3].

Основним чинником стимулювання попиту на олії з високоолеїнового соняшнику є популяризація здорового харчування у розвинутих країнах, адже перехід на вживання високоолеїнових олій сприяє зменшенню ризику виникнення серцево-судинних захворювань внаслідок обмеження споживання трансжиру і насичених жирів [4]. Для переробників важливим є те, що цей тип олії має високу стійкість до окиснення, термін зберігання при цьому збільшується порівняно зі звичайною олією в 5 разів. Для виробників одним з основних чинників, що стимулюють

виробництво високоолеїнового соняшнику, є преміальні ціни як на насіння, так і олію з високоолеїнових гібридів соняшнику. Так, у 2014 р. надбавка до ціни за високоолеїновий соняшник порівняно зі звичайним зросла більше, ніж рівень надбавок за всі попередні роки, зокрема за вирощування насіння в Угорщині, Румунії, Словаччині та Франції – 80–110 євро за тонну; цінові надбавки на олію становлять понад 400 доларів США за тонну, а іноді є навіть вдвічі більшими, ніж на олію зі звичайного соняшнику.

За останні роки площі посіву гібридів високоолеїнового соняшнику збільшилися приблизно на 30% у регіоні ЕАМЕ (Європа, Африка, Близький Схід). У США майже 100% соняшнику становлять олеїнові гібриди з високим (понад 82%) і середнім (більше ніж 55%) вмістом олеїнової кислоти в олії. В аграрному секторі Франції більше половини площ соняшнику також займають високоолеїнові гібриди. Ринок високоолеїнових олій швидкими темпами розвивається у східних країнах ЄС, зокрема Румунії і особливо в Угорщині, де їхня частка вже досягає 10%. Наразі частка високоолеїнового соняшнику

в структурі виробництва в Україні є невеликою і становить лише 2%. Слід зазначити, що світовий попит на високоолеїнові олії все ще не задоволено, станом на 2015 рік він становить 0,5–0,7 млн т.

На жаль, в Україні, яка є найбільшим експортером соняшникової олії у світі, статус високоолеїнового соняшнику, як це не парадоксально, виглядає поки що дуже непривабливо. На державному рівні немає жодних економічних важелів, які б стимулювали виробників вирощувати високоолеїновий соняшник. Технологія вирощування гібридів високоолеїнового соняшнику від звичайного нічим не відрізняється. Єдиною вимогою є просторова ізоляція від класичного соняшнику – не менше ніж 200–400 м, або слід добирати гібриди з різними строками цвітіння для уникнення перезапилення зі звичайним соняшником. Також не рекомендується вирощувати високоолеїнові гібриди в зонах з різко континентальним кліматом, де значні коливання нічних і денних температур під час цвітіння можуть істотно знизити рівень олеїнової кислоти. Одним із чинників, що стримує розширення площ під гібридами високоолеїнового типу в Україні, є дефіцит насінневого матеріалу. Так, у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік [5], гібриди високоолеїнового напряму становлять лише 7% серед майже 550 сортів і гібридів соняшнику, більше половини з них містять у середньому понад 55% олеїнової кислоти. Зволікання зі створенням конкурентоспроможних вітчизняних гібридів соняшнику високоолеїнового напряму призведе до того, що цю нішу швидко займуть іноземні гібриди, що фактично й відбувається.

У селекції гібридів на високий вміст олеїнової кислоти, на відміну від звичайного типу соняшнику, основну увагу приділяють не вмісту олії, а її якісному жирнокислотному складу. Крім того, під час виробництва високоолеїнової олії та її реалізації в торговельних мережах важливого значення набуває також контроль якості товарних партій олії за вмістом олеїнової кислоти, виявлення контрафактних партій олії з домішкою звичайної. В зв'язку з цим актуальним стає необхідність розробити систему методів як для оцінки селекційного матеріалу соняшнику, так і для контролю промислових партій олії за вмістом олеїнової кислоти.

**Мета досліджень** – провести дослідження зразків соняшникової олії з різним вмістом олеїнової кислоти хроматографічним методом, показати можливість застосування від-

носно простих, експресних та ефективних фізичних методів для контролю вмісту олеїнової кислоти у процесі селекції гібридів соняшнику і в товарному виробництві під час визначення автентичності зразків високоолеїнової олії та розпізнавання її заміників.

**Матеріали та методика досліджень.** Для дослідження були створені суміші олії з різним вмістом олеїнової кислоти шляхом змішування двох зразків – соняшникової олії звичайної (№ 1) та з високим вмістом олеїнової кислоти (№ 2) у співвідношенні 2:1 (зразок № 3), 1:1 (зразок № 4) та 1:2 (зразок № 5) відповідно. Крім того, були також використані товарні зразки олії з різним вмістом олеїнової кислоти. В зразках соняшникової олії було визначено жирнокислотний склад методом газової хроматографії, показники заломлення, щільності та в'язкості за міжнародними методами ISO, зокрема жирнокислотний склад – ISO 12966-1:2014, показник заломлення олії – ISO 6320, щільність олії – ISO 6883.

**Результати досліджень.** Селекційний процес потребує простих у виконанні, дешевих та надійних методів ідентифікації ліній соняшнику з бажаним вмістом тієї чи іншої кислоти. В нашому випадку це мононенасичена олеїнова кислота, яку відносять до групи омега-9.

Одним з методів, що характеризують якісний склад олії, є її щільність, яка залежить від складу жирних кислот, що входять до молекул тригліцеридів, їхньої молекулярної маси й ступеня насиченості. Так, зі збільшенням молекулярної маси щільність насичених жирних кислот зменшується, щільність ненасичених жирних кислот, що мають однакову кількість атомів вуглецю в молекулі й різну – подвійних зв'язків, збільшується зі збільшенням останніх: олеїнова – лінолева – ліноленова. Подібні зміни є характерними не лише для щільності олії, а й для в'язкості та показника заломлення [6, 7].

У зв'язку з цим було заплановано дослідити можливість використання зазначених методів, зокрема показників заломлення, щільності та в'язкості, для ідентифікації олій різного походження, в тому числі й для виділення високоолеїнових олій як в селекційному процесі, так і в товарних партіях.

Особливе місце серед сучасних методів контролю якості олій займають хроматографічні методи, які дають змогу отримувати найповнішу й корисну інформацію про їхній склад. Метод газової хроматографії є основним для визначення жирнокислотного складу олій, потребує менших витрат порівняно

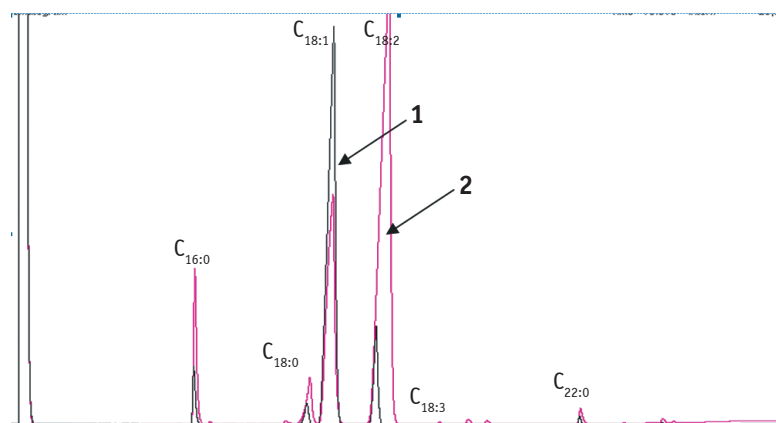


Рис. 1. Хроматограми зразків: звичайної (1) та високоолеїнової (2) соняшникової олії

з іншими, більш вартісними хроматографічними методами. З його допомогою можна ідентифікувати олії різного рослинного походження, в тому числі виділяти високоолеїнові.

Соняшникова олія, незалежно від сорту чи гібриду культури, завжди має лише чотири основні хроматографічні піки кислот, відповідно до порядку виходу метилових ефірів пальмітинової ( $C_{16:0}$ ), стеаринової ( $C_{18:0}$ ), олеїнової ( $C_{18:1}$ ) і лінолевої ( $C_{18:2}$ ) кислот.

Так, на рисунку 1 зображено хроматограми двох зразків олії: звичайної та з високим вмістом олеїнової кислоти.

Результати хроматографічного аналізу представлених на рисунку 1 зразків олії свідчать про істотну різницю за жирнокислотним складом між зразками олії за всіма основними кислотами: пальмітиновою ( $C_{16:0}$ ), стеариновою ( $C_{18:0}$ ), олеїною ( $C_{18:1}$ ) і лінолевою ( $C_{18:2}$ ) відповідно. Для більшої наочності цієї відмінності отримані результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Жирнокислотний склад олії звичайної та з високим вмістом олеїнової кислоти

Вміст основних жирних кислот (понад 2%), %	Олія		Різниця жирнокислотного складу видів олії
	звичайна соняшникова	з високим вмістом олеїнової кислоти	
Пальмітинова $C_{16:0}$	6,7	4,1	+2,6
Стеаринова $C_{18:0}$	3,3	2,8	+0,5
Олеїнова $C_{18:1}$	26,5	80,4	-53,6
Лінолева $C_{18:2}$	61,1	10,9	+50,2
Сума кислот	97,9	98,2	-0,3

Як впливає з даних таблиці 1, максимальна різниця жирнокислотного складу представлених олій спостерігається, як і очікувалося, за олеїною та лінолевою кислотами й перевищує 50%. При цьому селекція високоолеїнових форм соняшнику відбулася в основному

шляхом значного підвищення олеїнової кислоти (в середньому від 20 до майже 90%) за одночасного зменшення лінолевої (від 74 до 2,5%). Поряд з цим, менш значні зміни спостерігаються й щодо пальмітинової та стеаринової кислот: їхній відсоток зменшився в середньому на 2,6 і 0,5% відповідно. Загальний вміст за основними чотирма кислотами між двома оліями практично не відрізняється.

Істотною є відмінність у жирнокислотному складі між високоолеїновими оліями та оліями іншого рослинного походження (рис. 2). Зокрема, порівняно із соняшниковою олією до складу олії з насіння гірчиці (А) та ріпаку (Б) додатково (понад 2%) входять ліноленова ( $C_{18:3}$ ), гадолейнова ( $C_{20:1}$ ) та ерукова кислоти ( $C_{22:1}$ ).

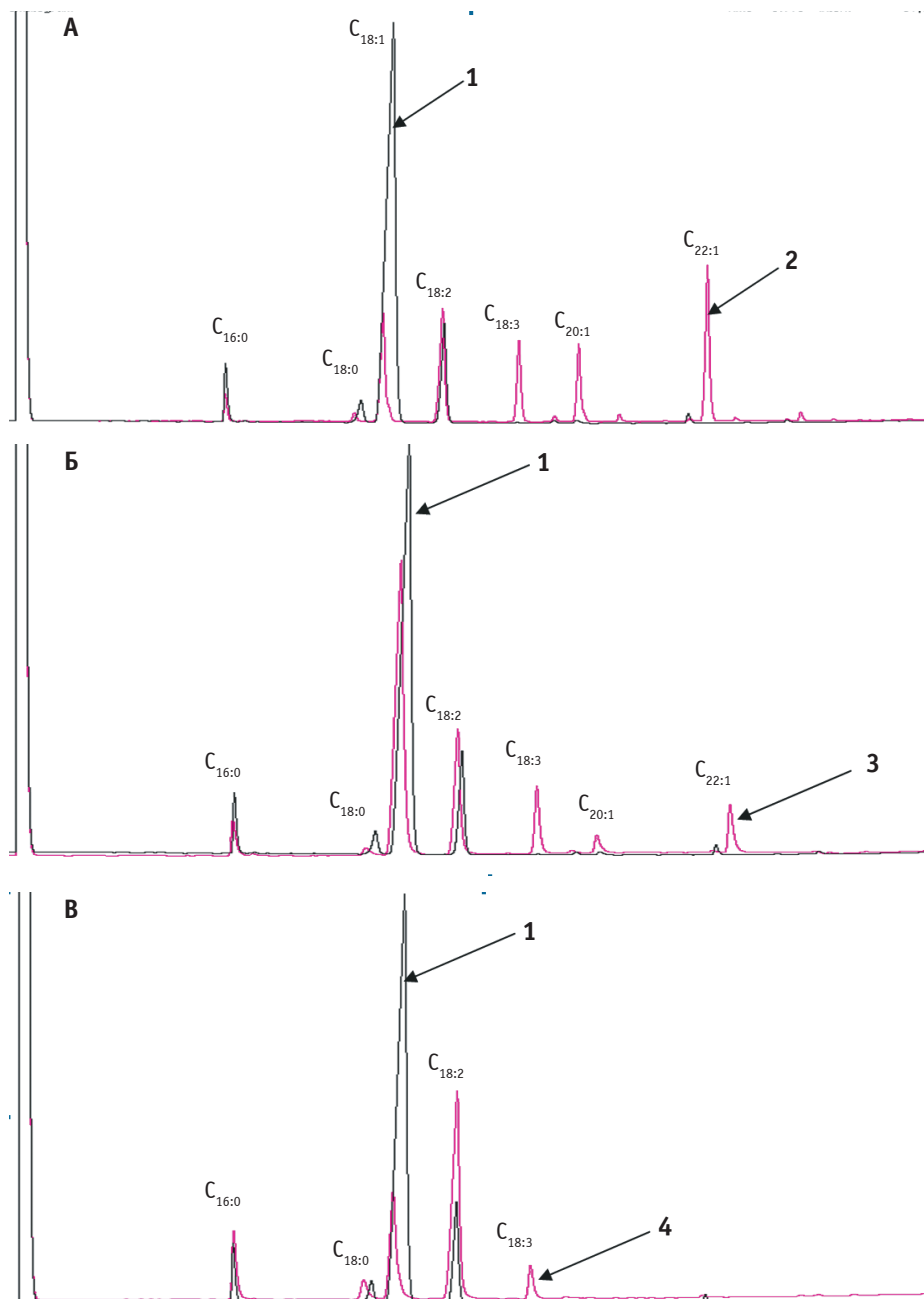
Отже, метод газової хроматографії дає можливість визначати жирнокислотний склад рослинних олій, проводити їх ідентифікацію. За його допомогою можна здійснювати добір високоолеїнових форм соняшнику в процесі селекції цієї культури. Проте, як уже зазначалося, обладнання для проведення хроматографічних досліджень коштує досить дорого й потребує висококваліфікованих фахівців для його налагодження та обслуговування.

У той же час виробники високоолеїнової соняшникової олії, особливо селекціонери, по-

Таблиця 2

Жирнокислотний склад зразків соняшникової олії

Кислота	Номер зразка олії				
	1	2	3	4	5
Мерістинова $C_{14:0}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Пальмітинова $C_{16:0}$	6,7	4,0	6,0	5,4	4,8
Пальмітолеїнова $C_{16:1}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Стеаринова $C_{18:0}$	3,4	2,9	3,3	3,1	2,9
Олеїнова $C_{18:1}$	26,5	80,7	39,8	53,1	66,1
Лінолева $C_{18:2}$	62,0	10,4	49,3	36,7	24,4
Ліноленова $C_{18:3}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Арахінова $C_{20:0}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Гадолейнова $C_{20:1}$	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
Бегенова $C_{22:0}$	0,6	0,9	0,7	0,8	0,8
Лігноцерова $C_{24:1}$	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3



**Рис. 2. Порівняння хроматограм високоолеїнової соняшникової олії та олії з насіння гірчиці (А), ріпаку (Б) й сої (В), де цифрами позначено:**

1 – хроматограма олії з високим вмістом олеїнової кислоти, 2 – хроматограма гірчичної олії, 3 – хроматограма ріпакової олії з високим вмістом ерукової кислоти, 4 – хроматограма соєвої олії

требують простіших, доступних, а головне – експресних методів оцінки вмісту олеїнової кислоти в соняшниковій олії.

Великий інтерес становлять фізичні методи ідентифікації соняшникової олії – щільність, в'язкість та показник заломлення. Проте вони потребують подальшого всебічного вивчення.

У таблиці 2 наведено жирнокислотний склад вихідних та змодельованих зразків олії згідно зі схемою дослідження.

Наступним етапом було визначення показників заломлення отриманих зразків олії за

двох температурних режимів – 20 і 40 °С. У лабораторних умовах для визначення цього показника необхідні такі прилади: рефрактометр Аббе, скляні пластини з відомим показником заломлення, циркуляційний термостат для підтримання заданої температури, термометр.

Метод є досить оперативним – визначення показника заломлення одного зразка після встановлення необхідної температури триває 5–6 хв., для дослідження достатньо двох–трьох краплин олії. Визначення базується на зміні показника заломлення олії за гранич-

ним кутом заломлення або повним внутрішнім відображенням. Метод досить широко використовують в основному для ідентифікації деяких видів олії та жирів, а також для встановлення масової частки олії в насінні олійних культур, шроті та макусі, розчинника в шроті та для інших цілей. На показник заломлення впливають деякі зовнішні чин-

ники, переважно тиск і температура. Оскільки коливання атмосферного тиску є незначним, то основним чинником впливу є температура. Саме тому під час досліджень цей показник визначали за температури 20 і 40 °С. Результати визначення показника заломлення у зразків олії наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Показники заломлення зразків соняшникової олії					
Температура, °С	Номер зразка олії та вміст олеїнової кислоти, % (C <sub>18:1</sub> )				
	1	2	3	4	5
	26,5	80,7	39,8	53,1	66,1
	Показник заломлення				
20	1,4745	1,4695	1,4731	1,4721	1,4708
40	1,4674	1,4626	1,4661	1,4652	1,4638
	Зміна показника заломлення олії за зміни температури на 1 °С				
По п'яти варіантах	0,000355	0,000345	0,000350	0,000345	0,000350
У середньому	0,000350				

На основі отриманих результатів можна зробити кілька висновків. По-перше, з підвищенням температури показник заломлення знижується. По-друге, його визначення в умовах двох температурних режимів дало змогу обчислити коефіцієнт зміни показника заломлення в разі зміни температури на 1 °С, який по варіантах досліджу коливався в незначних межах і в середньому становив 0,000350. Це свідчить про те, що можна проводити розрахунок цього показника за потрібної нам температури. Графічна побудова отриманих результатів дала можливість виявити високу лінійну залежність між показниками заломлення і вмістом олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшникової олії (рис. 3).

У таблиці 4 наведено результати визначення показників заломлення з фактичним і розрахованим вмістом олеїнової кислоти в зразках соняшникової олії врожаю 2015 р.

У досліджуваних зразках соняшникової олії вміст олеїнової кислоти коливався в досить значних межах – від 25,5 до 85,6% відповідно. В той же час і значення показника заломлення змінювалось з такою ж динамікою. Залежність між цими двома величинами було покладено в основу теоретичного значення вмісту олеїнової кислоти в зразках олії. Різниця між фактичними і розрахованими значеннями вмісту олеїнової кислоти коливалась від -1,4 до 1,4% відповідно, що свідчить про високий коефіцієнт кореляції між цими показниками – на

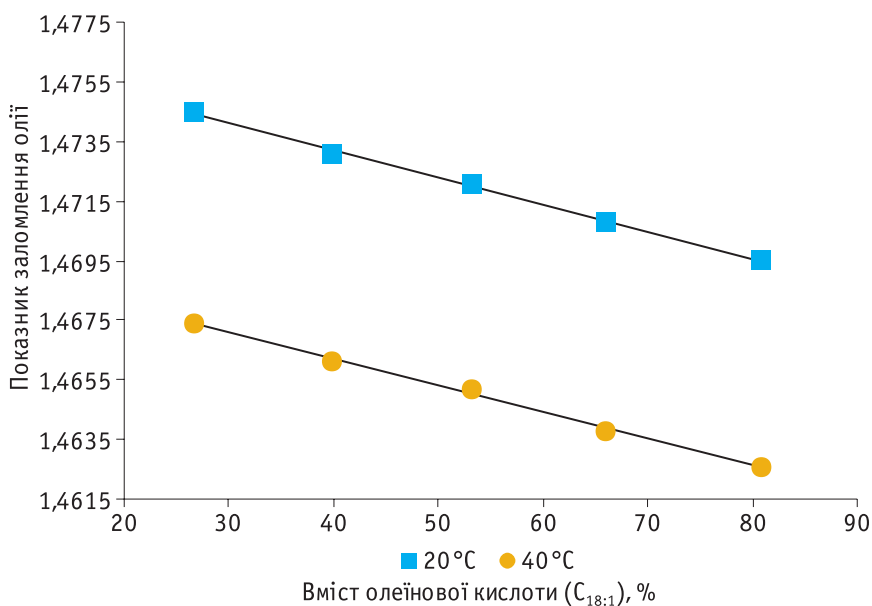


Рис. 3. Залежність показника заломлення і вмісту олеїнової кислоти в зразках соняшникової олії

Таблиця 4

## Показники заломлення і вміст олеїнової кислоти в соняшниковій олії

№ зразка олії	Показник заломлення за температури		Вміст олеїнової кислоти ( $C_{18:1}$ ), %		
	20 °C	40 °C	фактичний	розрахований	різниця
1	1,4693	1,4623	84,0	83,7	0,3
2	1,4693	1,4623	83,5	83,7	-0,2
3	1,4695	1,4625	82,1	81,4	0,6
4	1,4698	1,4628	79,4	78,1	1,3
5	1,4697	1,4627	79,1	79,2	-0,1
6	1,4698	1,4628	79,5	78,1	1,4
7	1,4743	1,4673	26,1	27,0	-0,9
8	1,4698	1,4628	79,2	78,1	1,1
9	1,4697	1,4627	80,3	79,2	1,1
10	1,4695	1,4625	81,0	81,5	-0,5
11	1,4743	1,4673	27,0	27,0	0,0
12	1,4695	1,4625	80,9	81,5	-0,6
13	1,4692	1,4622	85,6	84,9	0,7
14	1,4698	1,4628	79,5	78,1	1,0
15	1,4741	1,4671	30,2	29,3	0,9
16	1,4698	1,4628	78,9	78,1	0,8
17	1,4695	1,4625	81,0	81,5	-0,5
18	1,4695	1,4625	80,1	81,5	-1,4
19	1,4695	1,4625	81,0	81,5	-0,5
20	1,4719	1,4649	55,0	54,2	0,8
21	1,4745	1,4675	25,5	24,7	0,8
22	1,4695	1,4625	80,7	81,5	-0,8
23	1,4731	1,4661	39,8	40,6	-0,8
24	1,4721	1,4651	53,1	52,0	1,1
25	1,4708	1,4638	66,1	66,7	-0,6
Мін.	1,4692	1,4622	25,5	24,7	-1,4
Макс.	1,4745	1,4675	85,6	84,8	1,4
Середнє	1,4707	1,4637	67,9	67,7	0,2

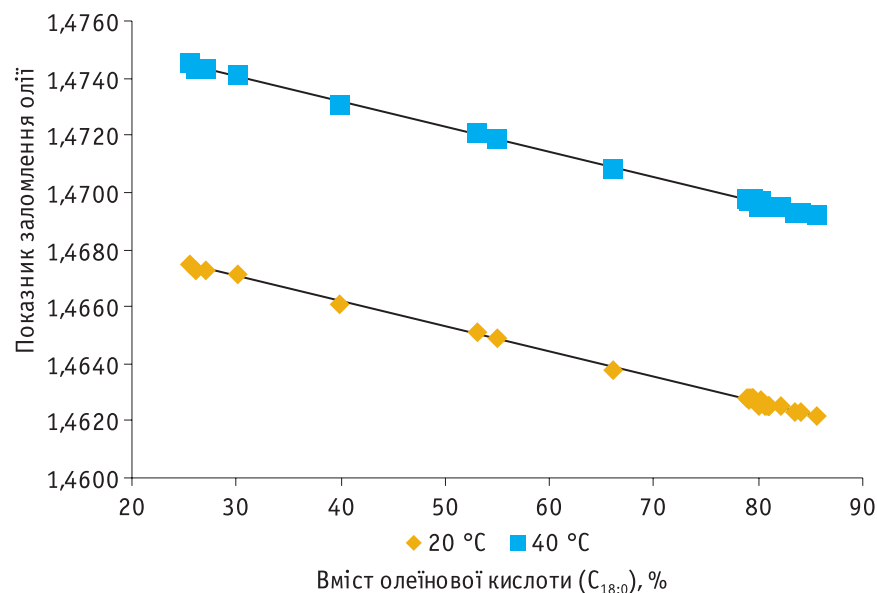


Рис. 4. Залежність показників заломлення і вмісту олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшникової олії (N = 25)

рівні 99%. Досить переконливо про це свідчать дані рисунка 4, де показано лінійну залежність вмісту олеїнової кислоти та показників заломлення в досліджуваних зразках олії.

Отже, показник заломлення олії досить чітко реагує на якісний жирнокислотний склад соняшникової олії, а високий коефіцієнт кореляції з вмістом олеїнової кислоти свідчить про тісний зв'язок між ними. Висо-

ка оперативність, простота визначення дають підстави говорити про доцільність використання показника заломлення для ідентифікації високоолеїнових форм соняшнику на етапах селекційного процесу. Використання портативного рефрактометра та міні-преса дасть можливість здійснювати дослідження навіть у польових умовах на рівні окремого кошика (рослини).

Іншим фізичним показником, що відображає склад жирних кислот олії, є в'язкість, або тертя, – опір рідини пересуванню одного її шару відносно іншого, що залежить від сили міжмолекулярної взаємодії молекул. В'язкість жирних кислот олії залежить від температури і має ідентичний характер для різних її типів. З підвищенням температури від 0 до 50 °С в'язкість стрімко падає, в разі подальшого підвищення швидкість зниження уповільнюється і за температури вище

80 °С значення в'язкості більшості рослинних олій практично не відрізняються.

Для визначення показника в'язкості необхідно мати спеціальне обладнання, зокрема вискозиметричну баню з контрольованим температурним режимом та вискозиметр з відповідним калібруванням. Залежно від типу вискозиметра об'єм досліджуваної проби олії може коливатись, проте в середньому для визначення потрібно не менше ніж 50 мл, до того ж у зразку не повинно бути бульбашок повітря та седиментів (осаду), для цього пробу олії відстоюють кілька годин або ж центрифугують. Термін аналізування залежить від заданої температури виконання, типу вискозиметра та типу олії й становить мінімум 25 хвилин.

Результати визначення кінематичної в'язкості у штучно створених зразках олії з різним вмістом олеїнової кислоти наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Кінематична в'язкість олії у зразків з різним вмістом олеїнової кислоти

Температура, °С	Номер зразка олії та вміст олеїнової кислоти, % (C <sub>18:1</sub> )					Різниця між першим і другим зразками
	1	2	3	4	5	
	26,5	80,7	39,8	53,1	66,1	
Кінематична в'язкість олії, мм <sup>2</sup> /с						
20	66,73	86,10	71,42	76,17	80,80	19,37
30	44,63	56,58	47,49	50,41	53,36	11,95
40	31,40	39,35	33,57	35,44	37,27	7,95

З отриманих результатів випливає, що, як і очікувалось, в'язкість олії залежить від двох чинників: жирнокислотного складу й заданої температури. Так, кінематична в'язкість зразка олії за номером 1 з мінімальним вмістом олеїнової кислоти (26,5%) за температури 20 °С становила 66,73 мм<sup>2</sup>/с,

з підвищенням температури на 10 і 20 °С в'язкість зменшується до 44,63 і 31,40 відповідно. В той же час у зразка олії за номером 2 з максимальним вмістом олеїнової кислоти (80,7%) в'язкість була найвищою і становила 86,10 мм<sup>2</sup>/с, а в подальшому з підвищенням температури динаміка в'язкості

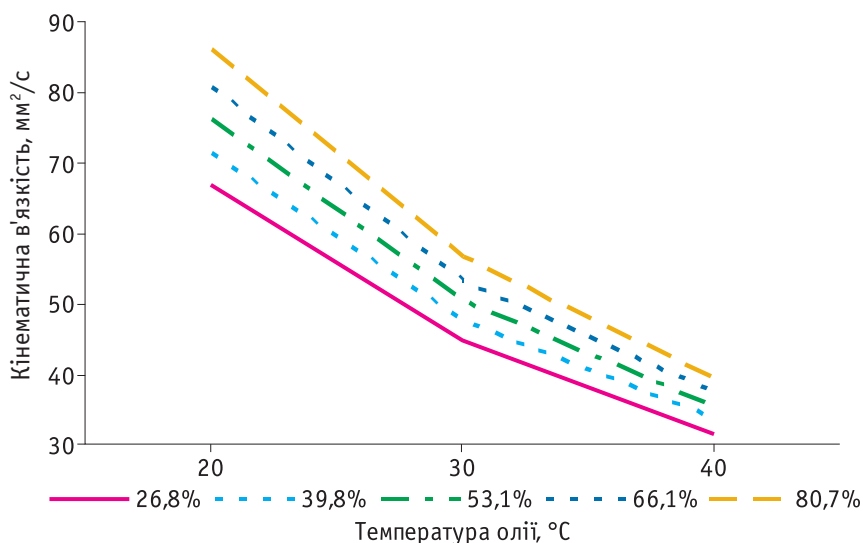


Рис. 5. Залежність кінематичної в'язкості від температури у досліджуваних зразках соняшникової олії з різним вмістом олеїнової кислоти

була аналогічною попередньому зразку за номером 1. При цьому максимальна диференціація за в'язкістю між цими зразками була спостережена за температури 20 °C і становила 19,37 мм<sup>2</sup>/с, з подальшим підвищенням температури до 30 і 40 °C різниця за в'язкістю між цими зразками зменшувалась і становила 11,95 і 7,95 мм<sup>2</sup>/с відповідно. Отже, показник кінематичної в'язкості залежить від вмісту олеїнової кислоти, при цьому диференціація між зразками з різним вмістом олеїнової кислоти незначною мірою зменшується з підвищенням температури (рис. 5).

Отже, показник кінематичної в'язкості досить чітко диференціює зразки соняшникової олії залежно від жирнокислотного складу, проте ця залежність не носить лінійний характер, з підвищенням температури в'язкість у зразків олії з високим і низьким вмістом олеїнової кислоти значно зменшується, що знижує ефективність добору високоолеїнових форм соняшнику. Результати визначення щільності зразків олії з різним вмістом олеїнової кислоти наведено в таблиці 6. Дослідження виконували за допомогою пікнометрів об'ємом 50 мл, зразки олії попередньо були відстояні для видалення бульбашок повітря та осаду.

Таблиця 6

Щільність соняшникової олії з різним вмістом олеїнової кислоти

Температура, °C	Номер зразка олії та вміст олеїнової кислоти, %				
	1	2	3	4	5
	26,5	80,7	39,8	53,1	66,1
Показник щільності, г/мл					
20	0,9193	0,9124	0,9174	0,9159	0,9143
30	0,9126	0,9056	0,9106	0,9092	0,9075
40	0,9058	0,8988	0,9038	0,9023	0,9007
Зміна щільності олії в разі зміни температури на 1 °C					
По п'яти варіантах	0,000675	0,000680	0,000680	0,000680	0,000680
У середньому	0,000680				

Як і очікувалось, щільність зразка олії з мінімальним вмістом олеїнової кислоти була максимальною і становила 0,9193 г/мл за температури 20 °C, з підвищенням температури показник щільності зменшувався і за температури 30 та 40 °C становив 0,9126 і 0,9058 г/мл відповідно. Зразок соняшникової олії за номером 2 з максимальним вмістом олеїнової кислоти характеризувався мінімаль-

ною щільністю серед усіх проаналізованих зразків олії: 0,9124 – 0,9056 – 0,8988 г/мл за температур 20 – 30 – 40 °C відповідно.

З підвищенням температури на 1 °C показник щільності зменшувався в середньому на 0,00068 г/мл незалежно від вмісту олеїнової кислоти в олії. Така ж тенденція спостерігалася для всіх варіантів дослідження. Слід зазначити, що залежність між щільністю

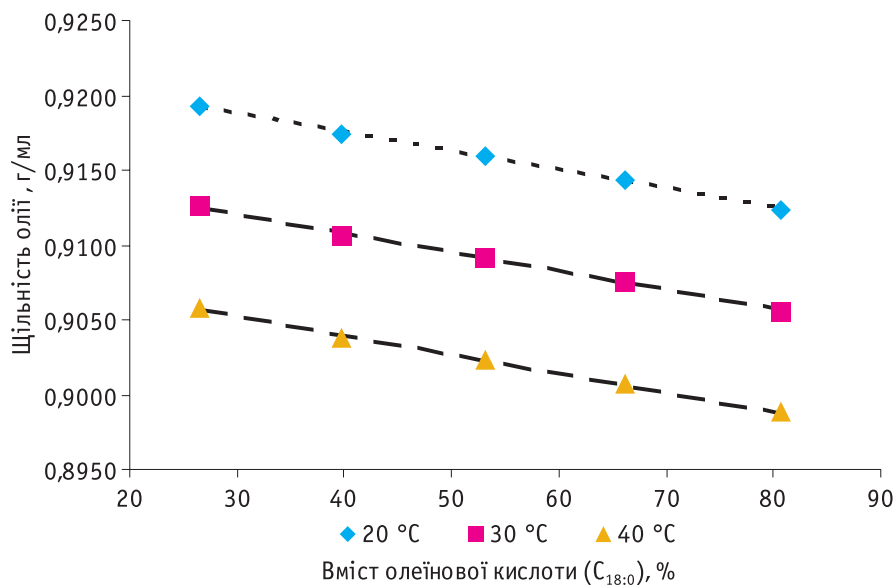


Рис. 6. Щільності зразків соняшникової олії з різним вмістом олеїнової кислоти при різних температурах



олії та вмістом олеїнової кислоти носить лінійний характер, про що переконливо свідчать дані рисунка 6.

**Висновки.** Для контролю вмісту олеїнової кислоти на всіх етапах як селекційного процесу, так і в умовах товарного виробництва найінформативнішими та ефективними є хроматографічні методи. Метод газової хроматографії не потребує великих витрат зразка олії для дослідження, проте висока вар-

тість і складність в обслуговуванні хроматографа роблять його використання досить затратним. Спрощена нами процедура визначення жирнокислотного складу на газовому хроматографі дає можливість майже вдвічі скоротити час аналізування однієї проби олії, проте застосування хроматографа на ранніх етапах селекційного процесу все ще є проблемним через його відносно низьку продуктивність (табл. 7).

Таблиця 7

**Продуктивність методів оцінки якості олії високоолеїнового соняшнику  
(з розрахунку на аналіз одного зразка)**

Показники	Об'єкт дослідження	Витрати матеріалу (мінімум)	Витрати часу, хв.		
			пробопідготовка	визначення	разом
Жирнокислотний склад на хроматографі	насіння	10 г	25	15	40
	олія	0,05 г	5	15	20
Показник заломлення	насіння	10 г	10	3–5	13–15
	олія	0,05 г	–	3–5	13–15
Кінематична в'язкість	олія	15 мл	10	25–35	35–45
Щільність	олія	50 мл	–	30	30

Серед багатьох показників, що залежать від складу жирних кислот, заслуговують на увагу заломлення, в'язкість та щільність. З даних таблиці 7 видно, що лише жирнокислотний склад на хроматографі та показник заломлення можна застосовувати як для олії, так і для насіння соняшнику. Проте, лише показник заломлення завдяки простоті визначення, інформативності та оперативності можна використовувати в процесі селекції на рівні рослини (кошика) для ідентифікації високоолеїнових форм соняшнику, під час приймання та заготівлі партій насіння чи олії для контролю вмісту олеїнової кислоти.

### Використана література

1. Soldatov K. I. Chemical mutagenesis in sunflower breeding / K. I. Soldatov // Proceedings of the 7th International Sunflower Conference (Krasnodar, 27 June – 3 July, 1976). – Krasnodar, USSR, 1976 – P. 352–357.
2. Urie A. L. Inheritance of high oleic acid in sunflower / A. L. Urie // Crop Science. – 1985. – Vol. 25, Iss. 6. – P. 986–989.
3. Miller J. F. Inheritance of high oleic fatty acid content in sunflower / J. F. Miller, D. C. Zimmerman // Proc. Sunflower Research Workshop (January 26, 1983, Fargo). – Fargo (N.D., USA), 1983. – p. 10.
4. Monotti M. Growing non-food sunflower in dry land conditions / M. Monotti // Ital. J. Agron. – 2004. – Vol. 8 (1). – P. 3–8.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік (станом на 14.01.2015) [Електронний

ресурс]. – Режим доступу : <http://vet.gov.ua/sites/default/files/ReestrEU-2015-01-14a.pdf>

6. Лабораторный практикум по химии жиров : учеб. пособие для вузов / Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнева, Е. В. Мартовшук [и др.] ; под ред. Н. С. Арутюняна, Е. П. Корневой. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 264 с.
7. Джи М. Современные средства анализа жиров и масел / М. Джи // Масложировая промышленность. – 2001. – № 1. – С. 19–20.

### References

1. Soldatov, K. I. (1976). Chemical mutagenesis in sunflower breeding. In *Proc. 7th Int. Sunflower Conf.*, Krasnodar, June 27 – July 3, 1976. (pp. 352–357). Krasnodar, USSR.
2. Urie, A. L. (1985). Inheritance of high oleic acid in sunflower. *Crop Science*, 25(6), 986–989.
3. Miller, J. F., & Zimmerman, D. C. (1983). Inheritance of high oleic fatty acid content in sunflower. *Proc. Sunflower Research Workshop*. (p. 10). Fargo, ND.
4. Monotti, M. (2004). Growing non-food sunflower in dry land conditions. *Ital. J. Agron.*, 8(1), 3–8.
5. *Derzhavnyi reestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2015 rik* [State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2015]. Retrieved from: <http://vet.gov.ua/sites/default/files/ReestrEU-2015-01-14a.pdf>. [in Ukrainian]
6. Arutyunyan, N. S., Korneva, E. P., Martovshchuk, E. V., Mosyan, A. K., & Arisheva, E. A. (2004). *Laboratornyy praktikum po khimii zhиров* [Laboratory practicum on the chemistry of fats]. N. S. Arutyunyan, & E. P. Korneva (Eds.). (2nd ed., rev.). St. Petersburg: GIORД. [in Russian]
7. Dzhi M. (2001). *Sovremennye sredstva analiza zhirov i masel* [Advanced tools for analysis of fats and oils]. *Maslozhirnyaya promyshlennost* [Fat and Oils Processing Industry], 1, 19–20. [in Russian]

УДК 633.854.78:631.523

**М. В. Червонис, А. И. Рыбалка, И. Г. Топораш.** Критерии оценки качества масла высокоолеинового подсолнечника

**Цель.** Провести исследование образцов подсолнечного масла с различным содержанием олеиновой кислоты хроматографическим методом, показать возможность применения относительно простых, экспрессных и эффективных физических методов для контроля содержания олеиновой кислоты в процессе селекции гибридов подсолнечника и в товарном производстве при определении подлинности образцов высокоолеинового масла и распознавании его заменителей. **Методы.** Общепринятые международные методы ИСО, математико-статистические. **Результаты.** Проведены исследования жирнокислотного состава подсолнечного масла на газовом хроматографе по упрощенной процедуре, установлена зависимость ряда

физических методов – преломления на рефрактометре, вязкости и плотности – от жирнокислотного состава подсолнечного масла, в частности содержания олеиновой кислоты. **Выводы.** Метод газовой хроматографии оказался наиболее информативным и эффективным для контроля содержания олеиновой кислоты. Среди физических методов особого внимания заслуживают те, которые основаны на определении показателей преломления, кинематической вязкости и плотности, поскольку между ними и содержанием олеиновой кислоты в подсолнечном масле установлена высокая корреляционная зависимость.

**Ключевые слова:** высокоолеиновый подсолнечник, хроматография, показатели качества.

UDC 633.854.78:631.523

**M. V. Chervonis, O. I. Rybalka, I. H. Toporash.** Criteria of high-oleic sunflower oil evaluation

**Purpose.** To perform the gas chromatography test of sunflower oil samples varied in the oleic acid content. To demonstrate the possibility of the oil samples discrimination by the use of relatively simple express-procedures for oleic acid content determination to be applied in sunflower breeding area as well as in routine original or counterfeit oil quality evaluation. **Methods.** International ISO standards and statistical evaluation. **Results.** The simplified gas chromatography procedure has been applied for sunflower oil fatty acid composition evaluation. Dependence of a number of physical methods such as oil light refraction, cinematic oil viscosity and oil den-

sity tests on oil fatty acid composition especially oleic acid content was determined. **Conclusions.** The GC test was the most informative and effective in terms of correct oleic acid content determination at all stages of breeding process and in commercial production as well. Physical procedures based on oil light refraction, cinematic oil viscosity and oil density tests are worthy of attention as the tight correlation between these indicators and oleic acid content in sunflower oil was defined.

**Keywords:** high oleic sunflower oil, gas chromatography, oil quality indicators.

*Надійшла 2.02.16*