

2.2 Дослідження вмісту олеїнової кислоти олій з насіння соняшнику високоолеїнових гібридів

Соняшник - одна з найважливіших олійних культур в світі. Протягом останнього десятиріччя соняшник в Україні є найбільш рентабельною сільськогосподарською культурою, у тому числі у 2022 році, про що свідчать прогнози. У 2021 році посівні площі соняшнику в Україні офіційно сягнули позначки 6,5 млн га, у 2022 році прогнозують їх зменшення. Відносно частки олії в 2020–2021 роках, в Україні та світі, окрім зростання ціни на лінолеву (класичну) олію, відмічається поступове зростання попиту на високоолеїнову соняшникову олію, адже людство потребує здорового харчування [36].

Основний попит на українську високоолеїнову соняшникову олію традиційно відзначається з боку європейських країн, що ж стосується України, то високоолеїнова олія мало відома споживачам. Як правило, на полицях маркетів представлено звичайну соняшникову олію і лише подекуди високоолеїнову соняшникову олію [36].

Соняшникова олія є головним джерелом біологічно активних речовин в раціоні харчування - моно- і поліненасичених жирних кислот, а також жиророзчинних вітамінів, має високу енергетичну цінність. У цьому аспекті найбільш перспективними в даний час є сорти і гібриди насіння соняшнику з високою масовою часткою олеїнової кислоти. За жирнокислотним складом високоолеїнова соняшникова олія близька до оливкової, а за вартістю значно дешевша останньої. Крім цього, така олія має ряд технологічних властивостей, що вигідно відрізняють її від традиційної соняшникової олії.

Олеїнова кислота є однією з основних жирних кислот, що входять до складу олії насіння соняшнику. Масова частка олеїнової кислоти в олії насіння соняшнику різних сортів і гібридів може коливатися в широких межах від 10-30 % (для олії традиційного жирнокислотного складу) до 80-90,7 % (для олії насіння соняшнику високоолеїнових гібридів). Підвищена масова частка олеїнової кислоти в олії значно покращує її споживчі властивості.

Посівні площі під високоолеїновим соняшником за останнє десятиліття у всьому світі збільшилися практично в два рази і становлять, за різними джерелами, від 10 % до 15 % від загальної посівної площі соняшнику. У Франції цей показник вже перевищує 60 %, в Іспанії – 30 %. На сьогоднішній день основними виробниками високоолеїнового соняшнику є США і країни Європи.

Масова частка олеїнової кислоти в олії насіння соняшнику зумовлена, перш за все, генетичними особливостями рослин і умовами вирощування. Так, знижені температури навколишнього середовища в період олієутворення і порушення технології обробітку призводять до значного зниження масової частки олеїнової кислоти в олії насіння.

З огляду на це, гостро постає питання оперативного контролю масової частки олеїнової кислоти в олії насіння соняшнику. Такий контроль необхідний на всіх етапах її виробництва, починаючи від контролю якості насіннєвого матеріалу, заготівлі, зберігання і закінчуючи переробкою на олійних підприємствах. Важливе дане питання і для підприємств, що займаються селекційною та насінницької діяльністю. Отже дана розробка є актуальною і необхідною.

Основною рушійною силою розвитку галузі високоолеїнової соняшnikової олії стала популяризація здорового харчування у розвинених країнах, а також потреба світової олієжирової галузі у нових видах олії, які мають необхідні якості, але при цьому є дешевшими у порівнянні з олією з аналогічними характеристиками.

Порівняно з соняшnikовою олією традиційного типу, високоолеїнова олія відрізняється значно вищою стійкістю до перекисного окиснення, термостабільністю, покращеними гідродинамічними властивостями і потребує меншого ступеня гідрогенізації при виготовленні з неї твердих жирів [2-4]. При переробці традиційної лінолевої соняшnikової олії на маргарин та під час смаження на ній у різних продуктів харчування утворюються активні трансізомери, які підвищують вміст холестерину в крові і можуть спричиняти серцево-судинні й ракові захворювання. Тому високоолеїнову соняшnikову

олію вже понад 10 років використовують у харчовій індустрії Західної Європи для виробництва продуктів здорового харчування. Вона має тривалий цикл використання в процесі смаження при високих температурах і містить не більше 10 % насичених жирів, що дуже важливо для харчової промисловості. Ці переваги високоолеїнової олії свідчать про безумовну доцільність створення вихідного матеріалу соняшнику з високим вмістом гліцеридів олеїнової кислоти, і найбільш результативним методом вирішення цієї проблеми вважається генетичне поліпшення культури [40].

В Україні комплексні дослідження зі створення вихідного матеріалу та гібридів соняшнику з високим вмістом гліцеридів олеїнової кислоти започатковано в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН на початку 90-х років минулого сторіччя. У 2000 році внесено в Реєстр України гібрид «Слов'янин», розроблений Інститутом олійних культур НААНУ (м. Запоріжжя) разом з Всеросійським науково-дослідним інститутом олійних культур (м. Краснодар). Подальша робота в даному напрямку привела до створення високоолеїнових гібридів соняшника Еней, Ант, Дарій, Зорепад, Квін, Богун – з вмістом олеїнової кислоти 70-75 % (м. Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН). Зазначені гібриди поєднують високу врожайність, високий вміст олеїнової кислоти з комплексною стійкістю до основних патогенів та паразитів [41].

На даний час до Державного реєстру сортів рослин, придатних для впровадження в Україні внесено вісім гібридів соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти. У комерційних гібридів соняшнику вміст олеїнової кислоти знаходиться в межах від 66,0 % до 87,0 % (табл. 1) [41].

Таблиця 1

Вітчизняні гібриди соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти

Гібрид	Вміст олеїнової кислоти, %
Сонагро	77,0
Кадет	87,0
Квін	86,0

Ант	85,0
Гектор	79,0
Зорепад	66,0
Максимус	77,0
Ореол	80,0

Над якістю олії працюють і в Селекційно-генетичному інституті (м. Одеса), де створено ряд високоолеїнових гібридів соняшнику Одор, Антрацит, Олівер, вміст олеїнової кислоти в олії в яких відповідно складає 87 %, 70-75 % , і навіть 90 %. Аналогічні гібриди були не тільки створені, але й впроваджені у виробництво в США, Франції, Австралії тощо, де вони займають більше 50 % посівних площ під цією культурою. Найбільш відомими серед них є гібриди Олстари, Олсавил, Орасол, НК Ферти, Піонер, що містять від 70 % до 94 % олеїнової кислоти в олії [42].

Слід зазначити, що гібриди іноземного походження, незважаючи на високу конкуренцію, належать до іншого екотипу і поступаються українським через нестійкість до окремих фітопатогенів, зарази. Переваги іноземних гібридів можуть виявитися тільки в ідеальних умовах, що важко реалізувати в нашій країні [42].

В лінійці гібридів соняшнику Всеукраїнського наукового інституту селекції представлений високоврожайний високоолеїновий гібрид соняшнику Еверест із вмістом олеїнової кислоти 92 %. Еверест генетично стійкий до гербіцидів групи імідазолінів, що дає змогу використовувати при його вирощуванні традиційну систему захисту від бур'янів, а також за потреби застосовувати гербіциди групи імідазолінів [43].

Технологія вирощування для високоолеїнових гібридів соняшнику традиційна. Особливості технології - дотримання таких умов: високоолеїнові гібриди рекомендується висівати в оптимальні терміни, коли ґрунт на глибині висіву прогріється до +10 °С; просторова ізоляція від класичного соняшнику має становити не менше 200-400 м; якщо немає такої можливості, слід підбирати гібридний склад згідно з групами стиглості, щоб забезпечити цвітіння в різні строки й уникнути переопилення зі звичайним соняшником. Не рекомендується

також вирощувати високоолеїновий соняшник у зонах із різко-континентальним кліматом, бо різкі коливання нічних і денних температур під час цвітіння можуть суттєво знизити рівень олеїнової кислоти в олії [44, 45].

При збиранні врожаю, для контролю якості продукції, рекомендується перевіряти вміст олеїнової кислоти на кожному полі і навіть з кожної машини. Це зведе до мінімуму змішування продукції при збиранні і транспортуванні [45].

Чинники, що впливають на вміст олеїнової кислоти [45]: генетика гібрида; генетична чистота насіння; нічна температура в період цвітіння й дозрівання насіння; перезапилення із сусідніх полів; фізичне змішування насіння: при посіві; при збиранні; при транспортуванні; у складі; під час сушіння; при виробництві олії.

У Європейських країнах більшість дієтичних сортів борошняних кондитерських виробів виготовляється з додаванням оливкової олії. На українському ринку оливкова олія є цілком імпортною сировиною і має надто високу ціну порівняно з соняшниковою олією. Усе це створило передумови для розробки джерел вітчизняних олій з властивостями, подібними до оливкової олії.

Проведені дослідження [46] показали, що в олії з нового гібриду соняшника, суттєво збільшений вміст олеїнової кислоти, що дозволило передбачити кращу стійкість олії до окиснення під час зберігання жировмістної продукції. Дослідження органолептичних показників печива, виготовленого з додаванням олії високоолеїнового типу, підтверджено це припущення.

У роботі [47] наведено переваги використання високоолеїнових сортів соняшникової олії у виробництві продуктів функціонального призначення.

Високоолеїнові олії є основою для фритюрних олій та жирів, вони поєднують необхідні для фритюрного жиру функціональні характеристики та відповідність вимогам здорового харчування [48].

Авторами [49] проведено переетерифікування високоолеїнової соняшникової олії (*Trisun® Extra*) із свинячим жиром при температурі +55 °C протягом 24 годин ліпазою SP435 *Candida antarctica* для отримання пластичних жирів. Із збільшенням кількості високоолеїнової соняшникової олії

збільшувались відсотки вільних жирних кислот, значення ненасичених жирних кислот / насичених жирних кислот, окиснення та кількість 18:1, що знаходяться в положенні *sn*-2 тригліцеридів. Диференційна сканувальна калориметрія показала, що низькоплавкі компоненти продукту містять більше 18:1, ніж високоплавкі компоненти. Співвідношення свинячого жиру до олії 60:40 (мас.) має найширший діапазон (+3...+26 °C). Розширена реакція на отримання цієї суміші призвела до продукту, який мав 60,1 % 18:1 у положенні *sn*-2 порівняно з 44,9 % для фізичної суміші. Переестерифікована суміш (60:40) нагадує маргарин м'якого типу.

У роботі [50] задля уникнення каталітичного гідрування олій проводили змішування різних пропорцій високоолеїнової соняшникової олії з поліненасиченими оліями створюючи там самим простий спосіб приготування більш стійких харчових олій із широким спектром бажаного складу жирних кислот.

В [51] показано перспективи використання у комбікормовій промисловості високоолеїнової соняшникової олії. Встановлено доцільність використання високоолеїнової соняшникової олії з точки зору позитивного впливу на нормофлору сільськогосподарських тварин та птиці, оскільки олеїнова кислота здатна позитивно впливати на ліпідний обмін, сприяє формуванню нормофлори шлунково-кишкового тракту сільськогосподарських тварин та птиці, забезпечує отримання тваринницької продукції підвищеної біологічної цінності.

Потужним стимулом для зростання площ високоолеїнового соняшника в світі є придатність його переробки на біодизель. Паливні характеристики прямо залежать від співвідношення лінолевої та олеїнової кислоти. Лише за високим відсотком олеїнової кислоти характеристика палива відповідатиме чинним вимогам. Вочевидь, олія, отримана з високоолеїнового соняшнику, є найкращою сировиною для біопалива. Її добавки до олій, які одержали з інших культур (ріпаку, сої, арахісу, кукурудзи), істотно поліпшують якість отриманого біопалива. Біодизель є сумішшю ефірів – продуктів взаємодії мононасичених (олеїнової, ерукової) та поліненасичених жирних кислот (ліноленова, лінолева)

із спиртами (метанол), що постійно стимулює зростання ринку високоолеїнової олії, поряд із цим зростає дефіцит на цю продукцію за рахунок збільшення світового попиту [17-19].

В [55] триацилгліцеридів високоолеїнової соняшникової олії українського виробництва (генетичний потенціал за вмістом олеїнової кислоти 98 %) одержано ванільний мономер, що містить у своїй структурі акрилоїламідний фрагмент та ацил олеїнової кислоти. Присутність арилів жирних кислот в макромолекулах латексних полімерів надає їм гнучкості, збільшує гідрофобність латексних плівок і підвищує водостійкість. Наявність вмісту ацильних залишків жирних кислот в макромолекулах забезпечує пластифікаційний ефект і відповідне зниження температури силювання латексних полімерів. Це дозволяє одержувати гнучкі полімерні покриття з регульованими фізико-механічними властивостями.

На даний час існують декілька методів визначення змісту олеїнової кислоти в насінні соняшнику, а саме на основі газорідинної хроматографії; метод на основі ІК-спектроскопії; роданометричний метод; метод ядерно-магнітної релаксації; рефрактометричний метод.

Найбільш поширеним способом ідентифікації олій є газорідинна хроматографія, основним перевагою якої є достатня точність одержуваних результатів. Фальсифікацію олії можна виявити і за допомогою методу інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії, заснованого на зіставленні спектрів досліджуваного зразка в ближній ІЧ області (1400-2400 нм) зі спектром олії вищої якості і проведенні відповідної математичної обробки результатів методом перехресної оцінки. Для приблизного встановлення жирнокислотного складу також не втратив свого значення, внаслідок простоти визначення, роданометричний метод. Визначення жирнокислотного складу цим методом ґрунтується на закономірності, яка полягає у тому, що родановое число олеїнової кислоти чисельно дорівнює її йодному числу. Однак, цей метод можна застосовувати лише до свіже вироблених, що не піддавалися окисненню олій. Рефрактометричний метод використовують для визначення неграничної жирної

кислоти в будь-якій олії, в якій масова частка шуканої кислоти переважає над іншими кислотами. Даний метод досить простий, високопродуктивний, економічно вигідний, так як при аналізі не потрібно ніяких реактивів і приладів, за винятком рефрактометра.

У рамках проведеної роботи здійснено дослідження із встановлення на базі експериментальних досліджень залежності між одержаним за хроматографічним методом жирнокислотним складом, зокрема умістом олеїнової кислоти, олії, виділеної пресуванням з насіння соняшнику, з умістом олеїнової кислоти до 71,5 %, і відповідним значенням показника заломлення цих олій задля подальшої розробки та обґрунтування довідкових таблиць визначення вмісту олеїнової кислоти для соняшникових олій олеїнового типу за рефрактометричним методом [56].

У досліджуваних зразках соняшnikової олії вміст олеїнової кислоти коливається у межах – від 45,8 % до 71,5 %, значення показника заломлення змінюється з такою ж динамікою - від 1,4729 до 1,4702, відповідно, при значенні показника кислотного числа олії насіння соняшнику не більше ніж 5,0 мг КОН/г. Графічна побудова отриманих результатів дала змогу виявити лінійну залежність, з коефіцієнтом $R^2=0,99$, між показником заломлення і вмістом олеїнової кислоти в досліджуваних зразках соняшникової олії (рис. 1). Залежність між цими двома показниками лягла в основу теоретичного визначення вмісту олеїнової кислоти в зразках олії. Різниця між фактичними і розрахунковими значеннями олеїнової кислоти коливається від -1,5 % до 0,7 %, що свідчить про високий коефіцієнт кореляції між цими показниками [56].

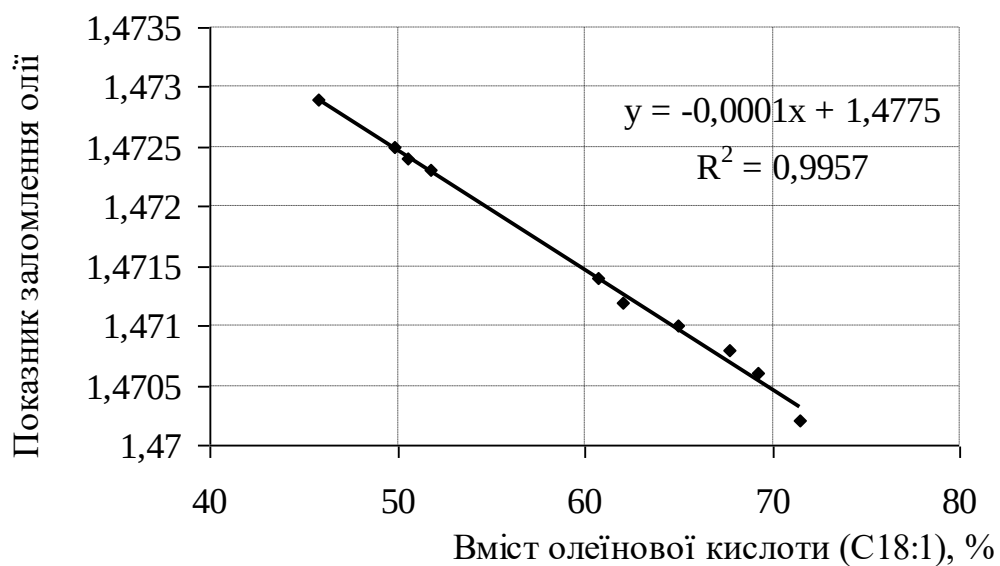


Рисунок 1. Залежність показника заломлення від вмісту олеїнової кислоти
в зразках соняшникової олії насіння соняшнику
з показником кислотного числа олії не більше ніж 5,0 мг КОН/г

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