

УДК 665.347.8-021.465:664.33:66.061.3

DOI: 10.15673/swonaft.v88i2.3040

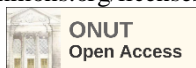
ПЕРСПЕКТИВИ ОДЕРЖАННЯ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ЇЇ СО₂ ЕКСТРАКТАМИ

Живора Г. М., аспірант, Котляр Є.О., к.т.н., доц.,
Одеський національний технологічний університет м. Одеса

Copyright © 2024 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Анотація. Як відомо, у світовій практиці на сьогоднішній день існує два загальновідомі способи вилучення олії з олієвмісної сировини: пресування – механічний віджим олії за допомогою пресу та екстракція – вилучення олії з матеріалу розчинником.

Екстракційний спосіб є більш ефективним, він дозволяє вилучити майже всю олію з олійного матеріалу порівняно з пресовим методом. Однак, технологія екстракції передбачає використання органічних розчинників, що є небезпечним для життя та здоров'я людини, оскільки такі розчинники є вибухо- та пожежонебезпечними, а їх пари є токсичними, при вдиханні можуть викликати отруєння. Крім того, потрапляння їх парів у навколишнє середовище також є негативним явищем з точки зору екології, оскільки вони реагують із забруднюючими речовинами в повітрі та утворюють озонові і фотохімічні сполуки. Олія, яку одержують методом екстракції, повинна обов'язково піддаватись рафінації, що зумовлює втрату нею більшості її біологічно цінних сполук.

Водночас пресовий спосіб є більш екологічно чистим та пожежобезпечнішим, на відміну від екстракції, а також дозволяє зберегти цінні природні компоненти в одержаних оліях (особливо холодним пресуванням).

Однак, при переробці насіння соняшнику, особливо нових сортів, виробники рослинних олій зіштовхуються з недостатньою інформацією, щодо виходу готової продукції, її якісними характеристиками, а саме жирнокислотним складом, функціонально-технологічними властивостями та можливістю їх поєднання (змішування).

Сучасні методи обробки соняшникової олії – це рафінація. Рослинні олії, як пресові так і екстракційні, являють собою складну багатокомпонентну систему, яка містить ацилгліцерини, механічні домішки та супутні речовини. Присутність у олії твердих домішок сприяє процесу окислення, гідролізу і т. ін. Тривалість контакту механічних домішок з олією за умов відносно високої температури сприяє протіканню цукроамінної реакції, утворенню ліпопротеїнових комплексів, переходу одоруєчих речовин до олії. Усе це зумовлює зниження біологічної цінності, органолептичних характеристик та якості рослинних олій, в цілому ускладнює їх подальшу переробку (очищення).

На даний час надзвичайного попиту набуває використання у кулінарії ароматизованих олій шляхом внесення різноманітних сухих спецій, часнику та трав, але вони мають значні недоліки – це швидке псування і як наслідок дуже малий термін зберігання. Виробникам харчових продуктів та споживачам було б теж корисним та цікавим їх використання при приготуванні різних страв.

Ключові слова. Технологія, насіння соняшнику, олійно-жирова продукція, СО₂ екстракти.

Вступ

Олійно-жирова промисловість навіть в умовах війни є однією з найбільш ефективних і динамічних галузей агропромислового комплексу. Даний сектор АПК включає в себе виробників олійних культур та олійно-жирової продукції. Частка аграрної продукції в експорті за підсумками дев'яти місяців минулого року перевищила 40%, при цьому зростання показників в грошовому виразі в порівнянні з аналогічним періодом попереднього року фіксувалося тільки в товарній групі олій і жирів – 121,3%. Слід врахувати, що олійно-жировий підкомплекс визначає умови функціонування і перспективи розвитку не тільки галузей, що входять до нього, а також взаємопов'язаних з ним галузей (кондитерська, молочна, м'ясна, хлібопекарська, консервна, кулінарна, текстильна, лакофарбова промисловість). Крім того, переробка

багатьох олійних культур практично безвідходна. Так, при виробництві соняшникової олії з насіння соняшнику утворюється лузга, яка відноситься до зворотних відходів і використовується при виробництві пелет, макуха і шрот є ліквідними кормовими товарами, що містять значну кількість білка. Крім інших переваг, така безвідходність дозволяє оптимізувати базу оподаткування підприємства.

Україна має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування широкого асортименту олійних культур, але переважаючим є виробництво соняшнику, на частку якого у 2023 році припадає 22% всіх посівних площ. Цей показник відповідає площам, зайнятим під пшеницею, що була традиційно основною сільськогосподарською культурою країни [1].

Соняшник належить до ботанічного сімейства айстрових, квітки якого зібрані у суцвіття типу кошик. Наукова назва соняшнику *Helianthus annuus* - з латинського квітка сонця [2]. У нашій країні культивується близько 50-и сортів соняшнику. При виведенні нових сортів, селекціонери прагнуть збільшити врожайність, стійкість рослини до польових шкідників, підвищити вміст олії, змінити його хімічний склад. Одночасно знижується вміст оболонки (лузжистість насіння до 18-20%). Кращі сорти соняшника відрізняються високою врожайністю (до 35-37 ц/га), високою олійністю (до 52-54%) і придатністю до механізованої переробки. Серед культивованих у нашій країні сортів і гібридів соняшнику виділяють кілька типів. По складу жирних кислот у олії розрізняють соняшник лінолевого типу, в олії якого переважає лінолева кислота (к-та), що містить у молекулах 18 атомів вуглецю і два подвійних зв'язки, і соняшник олеїнового типу, в олії якого переважає олеїнова кислота, що також має 18 атомів вуглецю але один подвійний зв'язок. Олія цього сорту соняшнику повністю замінює імпортовану оливкову олію.

За напрямком використання виділяють кондитерський тип соняшнику, що відрізняється вмістом білку і відносно легко відокремлюваною плодовою оболонкою. Особливий тип соняшника – гібридний, що включає гібриди закордонної селекції. Основною особливістю гібридного соняшника є підвищена стійкість до білої і сірої глин, що ушкоджує насіння інших типів і знижує врожайність насіння, і харчове застосування олії [3].

Основна перевага соняшнику, як олійної культури, – високий вміст високоякісної олії в насінні, можливість механізованої обробки і вирощування на не поливних землях – загалом визнана [4].

Обсяги виробництва соняшникової олії у минулому році досягнули 5,541 млн. тонн, з яких 4,95 млн. т експортовано, що становить 56,4% світового експорту цього продукту. Виробництво соняшникового шроту досягає рівня 5,48 млн. тонн, з яких на експорт відправлено 4,7 млн. тонн, а це – 64,6% світового експорту цього продукту. При цьому істотно розширюється географія експорту української соняшникової олії. Якщо на початку 2000-х років вона імпортувалася тридцятьма країнами світу, то в даний час закуповується в 117 країн [5-7].

Споживання рослинних олій в Україні розподіляється таким чином: соняшникова олія (95-96,5%); кукурудзяна олія (8-10%); соєва і оливкова олія (17%); ріпакова олія (5-6%). Споживання рафінованої соняшникової олії становить 46%, нерафінованої олії – 14%, а 40% споживачів байдужі до його типу [8-11]. Річна рекомендована медична норма споживання рослинних олій складає 13 кг на людину в рік [12].

Харчові жири повинні відповідати таким основним вимогам: бути повноцінними, мати певний жирнокислотний склад, хороші органолептичні властивості і володіти достатньо високою стійкістю при зберіганні і кулінарній обробці та бути поєднаними з іншими харчовими продуктами. Смак, аромат, консистенція і колір харчових олій мають велике значення для їх застосування [13].

В даний час термін придатності олієжирової продукції – це не тільки вирішальний фактор в ланцюзі забезпечення населення добрими продуктами харчування, але також і критерій якості, який визначає вибір різних галузей харчової промисловості, що у своїх виробництвах використовують жири і олії в якості сировини [14].

Майже всі жири мають обмежену стійкість за рахунок біологічно і хімічно обумовленого гідролізу в результаті самоокислення [15].

Використання сучасних CO₂ екстрактів, які володіють синергічною дією дозволяє безпечним способом значно сповільнити окиснювальне псування жирів і збільшити термін придатності рослинних олій, а також збагатити їх неповторними сенсорними характеристиками [16-18].

Дослідження насіння соняшнику нових сортів, виведених сучасною селекцією, є актуальним та перспективним для олійно-жирової галузі. Адже в край важливим є встановлення їх якісних характеристик та функціонально-технологічних характеристик при отриманні з них олійно-жирової продукції. На даний час є суттєві проблеми з переробки нових сучасних сортів, так як вміст ліпідів в сировині, вихід готової продукції та жирнокислотний склад – не точні.

Збагачення рафінованої соняшникової олії ароматичною сировиною, яка б надала їй певних смакових якостей та аромату, якого не має рафінована дезодорована та виморожена олія, а також подовження її зберігання шляхом внесення CO₂ екстрактів, які виробляються вітчизняними виробниками, є актуальним та затребуваним.

Матеріали та методи

Насіння соняшнику різних сортів, технології одержання олійно-жирової продукції, рафінування соняшникової олії із залученням CO₂ екстрактів.

Мета досліджень

Дослідити перспективні напрямки технології одержання олійно-жирової продукції з насіння соняшнику та збагачення її CO₂ екстрактами.

Результати досліджень

В даний час попит на рослинні олії формується як самими виробниками, так і медициною. Майже три чверті всіх поставок жирів і олій рослинного походження на світовий ринок здійснює п'ятірка країн – Малайзія, Аргентина, Індонезія, США, Країни Європейського союзу [7, 8, 11].

Рослинні олії в Україні випускають 350-400 підприємств. При цьому ситуацію в галузі визначають 14-15 підприємств, частка яких у загальному обсязі знаходиться на рівні 60 % [9].

Харчові жири повинні відповідати таким основним вимогам: характеризуватися харчовою повноцінністю, мати хороші органолептичні властивості і володіти достатньо високою стійкістю при зберіганні і кулінарній обробці.

Смак, аромат, консистенція і колір харчових олій мають велике значення для їх засвоєння [19].

У світовій практиці виробництва рослинних олій використовують два методи вилучення олії з олійної сировини: механічний віджим олії – пресування, і розчинення олії в легколетких органічних розчинниках – екстракцію. Ці два основні методи використовуються в технології виробництва рослинних олій або самостійно, або в певному поєднанні одного з іншим, що визначається, як правило, видом та якістю олійної сировини. Вилучення олії проводиться за різними технологічними схемами з використанням різноманітних технологічних режимів.

Серед окремих процесів, що протікають при здійсненні тієї чи іншої технологічної операції, можна умовно виділити процеси основні і побічні, причому останні часто справляють істотний вплив на весь хід і кінцевий ефект операції.

Наприклад, при віджиманні олії основними процесами є механічні та супутні їм гідродинамічні (витікання олії), але вони супроводжуються побічним процесом виділення тепла внаслідок перетворення механічної енергії, що йде на подолання сил тертя, в теплову енергію. Побічне тепло підсилює протікання таких хімічних процесів, як денатурація білкових речовин матеріалу, окиснення олії і випаровування вологи.

У технологічних схемах переробки олійного насіння, що передбачають відокремлення його оболонки від ядра, розрізняють операції підготовчі, основні, допоміжні і додаткові. До підготовчих операцій відносять очищення насіння від домішок, його сушіння і звільнення ядра від оболонки. Основні операції включають подрібнення ядра, волого-теплову обробку подрібненого матеріалу (м'ятки) і власне вилучення олії шляхом віджиму або екстракції розчинником.

Метою подрібнення ядра та волого-теплової обробки подрібненого матеріалу є зміна структури матеріалу, локалізації в ньому олії і зменшення зв'язаності олії з нежировою частиною.

Вилученню олії з ядра насіння безпосередньо передують операції волого-теплової обробки подрібненого ядра (або насіння, якщо операції обрушування і відділення оболонки від ядра відсутні).

Незважаючи на великі успіхи в техніці і технології виробництва рослинних олій із застосуванням досить сучасних і високопродуктивних шнекових пресів безперервної дії, принциповий недолік процесу одержання олії шляхом механічного віджиму – висока залишкова олійність макухи і великі втрати олії з нею – не міг бути усунутий [20].

Прагнення до максимального знежирення олійного насіння призвело до впровадження у 1856 році нового способу виробництва рослинної олії – екстракційного. При цьому способі для отримання олії застосовують дію органічних розчинників, які добре розчиняють олію. При обробці подрібненого насіння розчинником олія розчиняється, утворений розчин олії в розчиннику відокремлюють від знежирюємого насіння, а потім, нагріваючи, звільняють практично нелетку олію від легко випаровуваного леткого розчинника [21]. Екстракційний спосіб є єдиним, що дозволяє вилучати олію до залишкового вмісту її в екстрагуємому матеріалі 0,5-1,5% [20]. Екстракція дозволяє вилучати олію з низькоолійних матеріалів, що неможливо при використанні найдосконаліших пресів.

Для більшості олійного насіння застосовують послідовне вилучення олії – спочатку пресовим способом вилучають приблизно 3/4 всієї олії, а потім екстракційним, за допомогою якого вилучають залишок олії. Олійну сировину, що містить порівняно мало олії, знежирюють одноразово екстракційним способом. Останній спосіб отримав назву «пряма екстракція».

Під час дистиляції місцели спостерігається утворення первинних продуктів окиснення (пероксидів і гідрпероксидів). Однак в подальшому відбувається їх розпад з одночасним накопиченням термостабільних вторинних продуктів окиснення: окисислот, карбонільних сполук, кополімерів і т. п. У

зв'язку з цим в екстракційній олії при невисокому пероксидному числі вміст продуктів окиснення, нерозчинних в петролейному ефірі, вищий, ніж в пресовій [20]. Присутність продуктів перетворення знижує якість олії і ускладнює ведення технологічних процесів при подальшій переробці олії. Тому домішки і супутні групи ліпідів з місцели необхідно видаляти до дистиляції. Видалення структурних ліпідів – каротиноїдів, стеролів, токоферолів, фосфо- і гліколіпідів, вільних жирних кислот вимагає застосування фізико-хімічних і хімічних методів – обробки розчиненої в розчиннику олії лугом – рафінації в місцели [20].

У сучасній практиці виробництва рослинних олій використовуються наступні технологічні схеми:

1. Схеми, що кінцевою стадією в яких є пресування:
 - одноразове пресування на шнекових пресах;
 - дворазове пресування на шнекових пресах з попереднім і остаточним віджимом олії;
 - триразове пресування з двома попередніми і одним остаточним ступенями віджиму олії.
2. Схеми, що завершуються екстракцією:
 - пряма екстракція без попереднього віджиму олії;
 - екстракція з одноразовим попередніми віджимом олії на шнекових пресах «форпресування – екстракція»;
 - екстракція з дворазовим попереднім віджимом олії.

Екстракційне виробництво вимагає строгого дотримання техніки безпеки, пожежо- і вибухобезпеки. Основними причинами виникнення пожеж і вибухів в екстракційних цехах і на шротових складах, а також отруєнь робочими парами розчинника є загазованість виробничих приміщень парами розчинника – бензину, нефрасу, газоподібними продуктами, які утворюються при самозігріванні шроту, а також запиленість приміщень складів шротовим пилом.

Перспективні напрямки вилучення олії з олійного насіння

Насіння соняшнику має особливі технологічні властивості, зумовлені анатомічною та морфологічною будовою. Для вилучення олії із такого насіння було запропоновано низку способів. Так, зокрема, запатентовано спосіб отримання соняшникової олії пресуванням з попередньою волого-тепловою обробкою подрібненого насіння при температурі 80-90°C і подальшим фільтруванням олії [22]. Недоліком цього методу є те, що він не дозволяє отримувати олію з вилученням всіх жирних кислот (кількість видобутих жирних кислот б).

Запропоновано спосіб отримання екстракту з насіння соняшнику, що включає екстракцію насіння соняшнику рослинною олією в співвідношенні 1:2 на водяній бані протягом 1,5 години з подальшим центрифугуванням і відділенням цільового продукту [23]. Недолік цього методу полягає в тому, що він не дозволяє отримувати власне олію насіння соняшнику.

Відомий також спосіб отримання олії з насіння соняшнику, що включає наступні етапи: стерилізація насіння гарячим повітрям при температурі 100-120 °С, протягом 2,5-3,5 хвилин з подальшим зниженням температури рослинної сировини до температури навколишнього середовища і механічний віджим насіння при 60 °С [24].

Запропоновано також спосіб отримання олії з насіння соняшнику, що передбачає сортування і сушіння насіння спочатку при 20-22 °С, а потім при 60-80 °С і наступне пресування [25].

Відомий спосіб отримання олії з насіння соняшнику, що полягає в сортуванні насіння, його сушінні при 50-60°C, протягом 15-20 хвилин і пресуванні при 70 °С з подальшою фільтрацією при 40 °С [26].

У способі отримання олії з насіння соняшнику насіння подрібнювали до борошна грубого помелу, обробляли при температурі не вище 60 °С і пресували [27].

Запропоновано спосіб отримання олії з насіння соняшнику, що передбачає сортування сировини за сортовою особливістю, подрібнення, обробку насіння паром протягом 2-5 хвилин і його холодне пресування [24].

Розроблено спосіб отримання олії з насіння соняшнику, який зводиться до наступних етапів: знезараження насіння, очищення від лушпиння і домішок, пропарювання насіння і його пресування спочатку при 70-75 °С, потім при 20-25 °С і фільтруванням олії [25].

Недоліки цих методів [28] полягають в тому, що термічна обробка насіння на початковому етапі процесу може сприяти деструкції частини цінних речовин, що входять до складу олії соняшнику.

Для вилучення соняшникової олії використано також спосіб суперкритичної екстракції. Встановлено також, що подрібнення висушеного при 30-35 °С, протягом 1,0-1,5 годин насіння соняшнику сорту *Прометей* до розміру часток 1,0-2,0 мм призводить до збільшення виходу олії при проведенні екстракції протягом 50 хвилин, при тиску 300 атмосфер, температурі 40 °С і швидкості потоку диоксида вуглецю 40 г/хв. Одночасно збільшується екстрагування інших компонентів, при більш тривалій екстракції відбувається зменшення виходу цінних компонентів, зокрема лінолевої кислоти та інших компонентів. Подрібнення сировини до розміру часток менше 1,0 мм (0,7 мм) призвело до зниження виходу олії з 22,5

% до 19,7 %, одночасно зменшувалась кількість лінолевої кислоти з 28,1 % до 21,6 % [29]. При більшій тривалості екстракції (більше 50 хв.), або більш високому тиску, понад 300 атмосфер, або більш високій температурі (понад 40 °С) або при більш високій швидкості потоку діоксиду вуглецю (понад 40 г/хв), можуть відбуватися небажані процеси, що призводить до зменшення виходу лінолевої кислоти і низки інших компонентів.

Дослідники [30] виявили, що важливим фактором при виробництві олії є регулювання вмісту інгібіторів окиснення. Присутність їх в достатніх кількостях важлива вже на першій стадії процесу, коли м'ятка піддається дії тепла і кисню повітря, і захищає від окиснення не тільки гліцериди, але і жиророзчинні вітаміни, зокрема каротиноїди, і інші корисні речовини, які раніше гліцеридів вступають у взаємодію з киснем. При переробці олійного насіння великий вплив на вихід олії і вміст у ній біологічно активних речовин має режим його сушіння. Збільшення інтенсивності сушіння призводить до підвищення вмісту біологічно активних речовин олії, а також до руйнування комплексу зв'язаних ліпідів.

Згідно запропонованої технології [30], висушування насіння здійснювали в 2 етапи. На першому етапі вологість насіння знижували до 20-21%. На другому етапі висушування насіння здійснювали в жорсткому режимі. Подальшу волого-теплову обробку подрібненого насіння проводили в дві стадії. Перша стадія – це короткочасний тепловий удар, внаслідок якого відбувається остаточне руйнування ферментів насіння, що запобігає гідролітичному розщепленню гліцеридів. Водяна пара, яка утворюється внаслідок випаровування вологи, створює досить потужний захист від контакту кисню повітря з олієвмісними частинками. Друга стадія – тривале низькотемпературне прогрівання. В результаті даної технології вихід олії склав: при температурі сушіння насіння 60 °С – 53 %; при температурі 80 °С – 56 %, що на 17-19 % більше в порівнянні з відомими технологіями. Вивчення фізико-хімічних властивостей олії, отриманої за розробленої технології, показало значне збільшення вмісту лінолевої кислоти на 16-26%, токоферолів – в 1,6-1,9 рази, каротиноїдів – в 2,4 рази, стеролів – на 34,2% в порівнянні з відомими технологіями [30].

Окиснювальні процеси і роль антиоксидантів

Жири, як рослинні так і тваринні, порівняно легко піддаються процесам окиснення, які ведуть до швидкого погіршення їх органолептичних властивостей і можуть несприятливо впливати на їх харчову цінність.

Процеси окиснення, яким піддаються жирні кислоти, можуть прискорюватися або сповільнюватися в результаті присутності в жирах деяких речовин [31].

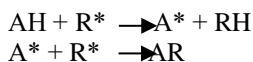
Майже всі жири мають обмежену стійкість за рахунок біологічно і хімічно обумовленого гідролізу в результаті самоокиснення [32].

Окиснення жирів – незворотній процес, повністю запобігти якому не можна. Він може бути тільки уповільнений. Розрізняють декілька типів псування жирів, які відбуваються під дією специфічних умов: гідроліз (молекули жиру розщеплюється на гліцерин і жирні кислоти), полімеризація (молекули жиру витримуються при високій температурі, утворюють тривимірні ланцюги), автоокиснення (основний тип псування, коли ненасичені жирні кислоти окиснюються під дією кисню повітря).

Використання сучасних антиоксидантів (поглиначів кисню і вільних радикалів) і їх синергістів (речовин, що підсилюють дію антиоксидантів) дозволяє безпечним способом значно сповільнити окиснювальне псування жирів і збільшити термін придатності олієжирової продукції.

Внесення антиоксидантів і синергістів слід проводити на найбільш ранній стадії технологічного процесу, коли пероксидне число сировини мінімальне [33].

Харчові антиоксиданти здатні утворювати малоактивні радикали, перериваючи реакції автоокиснення за схемою:



Таким чином, антиоксиданти захищають організм людини від вільних радикалів, проявляючи антиканцерогенну дію, а також блокуючи активні пероксидні радикали, сповільнюють процес старіння.

До харчових антиоксидантів висуваються наступні вимоги: відсутність токсичності; не повинні викликати алергічних реакцій; висока ефективність при використанні в невеликій кількості; не повинні впливати на запах, колір, смак продукту; мати хороші жиророзчинність, теплостійкість.

Антиоксиданти поділяються на синтетичні і природні. Синтетичні антиоксиданти мають більшу активність і можливість широкого використання. До синтетичних антиоксидантів відносяться бутилгідрооксисанізол (БОА; E320), бутилгідрокситолуол («іонол»; E321). У олієжировій промисловості використовуються наступні антиокислювачі: гідрохінон, госсипол, семазол.

До природних відносяться токоферолі, каротиноїди, аскорбінова кислота та ін [30].

Внесення антиоксидантів і екстрактів слід проводити на початковій стадії технологічного процесу, тоді коли перекисне число є мінімальним.

Таким чином, антиоксиданти та екстракти захищають організм людини від вільних радикалів, проявляючи антиканцерогенну дію, а також блокуючи активні перекисні радикали, тим самим сповільнюють процес старіння.

До природних антиоксидантів відносяться токофероли, феноли, каротиноїди, аскорбінова кислота тощо [34]. В даний час термін придатності олієжирової продукції – це не тільки вирішальний фактор у забезпеченні населення доброякісними продуктами харчування, але також і критерій якості, який визначає вибір виробників, з інших галузей харчової промисловості, що використовують жири і олії в якості сировини у своїх виробництвах [35].

Термін придатності харчового продукту може бути визначений як час збереження якісних характеристик, коли продукт залишається безпечним для здоров'я споживача. Прогнозування термінів придатності і динаміки зниження якості можна описувати з погляду різних теорій, що враховують різні параметри. Продукція м'ясної промисловості дуже нестабільна щодо зміни якості при зберіганні [36].

У споживачів може скластися думка, що продукти тривалого зберігання (понад 30 діб) можуть залишатися безпечними в період гарантійного терміну зберігання і після його закінчення. Насправді це не так. Залежно від інтенсивності протікання окиснювальних процесів змінюється і термін можливого зберігання, який можна і потрібно прогнозувати. Для цього використовують прискорений метод визначення стійкості жиру до окислення.

Важлива роль в структурі харчування відведена рослинним оліям. Отримані в промислових умовах нерафіновані олії являють собою суміші триацилгліцеридів жирних кислот, містять супутні речовини і нежирові домішки [13].

Присутність нежирових домішок у вигляді залишків рослинних тканин, вологи, отрутохімікатів та інших невластивих олій речовин, а також продуктів перетворень погіршує якість олій і знижує їх харчову та біологічну цінність.

Супутні речовини присутні в олії в невеликих кількостях, однак, одні з них (фосфоліпіди, токофероли, каротиноїди) істотно підвищують фізіологічну цінність олій, а інші (вільні жирні кислоти, продукти їх окислення, в тому числі перекисного) знижують її якість.

До рафінованих олій, залежно від цільового призначення, висувають ряд основних вимог. Олії, призначені для харчових, в тому числі для дієтичних цілей, рафінують по повному циклу, який охоплює наступні процеси: виведення фосфоліпідів із збереженням їх властивостей і виробленням самостійного продукту, видалення вільних жирних кислот, забарвлюючих, дезодоруючих речовин і отрутохімікатів [37]. При цьому процес ведуть в таких умовах, щоб триацилгліцерини олій максимально оберігалися від несприятливого впливу вологи, кисню повітря, хімічних агентів і високих температур.

Як показали попередні дослідження [33], що ефективним технологічним прийомом є додавання до рослинних олій добавок, збагачених біологічно цінними жиророзчинними вітамінами і фосфоліпідами.

Перспективною основою для створення дієтичних олій можуть стати рафіновані та нерафіновані олії – соняшникова (як основний та традиційний вид олій, що виробляється в Україні), соєва, лляна, ріпакова, кукурудзяна, рижієва, олія зародків пшениці. До основних недоліків рафінованих дезодорованих олій відносяться: знижений вміст в них біологічно активних речовин і антиоксидантів, відповідальних за стійкість до окисного псування при зберіганні.

Введення при рафінації олій прянощів та екстрактів підвищує їх ефективність при включенні в дієтичне харчування хворих з серцево-судинною патологією та інших захворюваннях, пов'язаних з надмірним посиленням вільно-радикального окислення ліпідів в організмі.

Таким чином, збагачення продуктів харчування ПНЖК і прянощами можна розглядати як важливу тенденцію в питаннях дієтології та створення збалансованих рецептур харчових продуктів підвищеної харчової цінності.

Збагачений продукт масового споживання може бути поставлений в один ряд з головними джерелами мікронутрієнтів, залишаючись також прекрасним джерелом енергії. Важливо, що, наприклад, стабільність вітаміну А в оліях вище, ніж у будь-яких інших продуктах харчування, і до того ж вони сприяють засвоєнню вітаміну А в організмі. Фахівці Інституту харчування РАМН рекомендують збагачувати продукти харчування таким чином, щоб одна порція містила не менше 30% РНС (рекомендованої норми споживання) [38].

Збагачення соняшникової олії гліцеридами ліноленової кислоти до її раціонального вмісту в суміші (1-1,5 %) сприяє синтезу в організмі незамінною арахідонової кислоти. Додавання до суміші прянощів (спецій) ще більше підсилює синтез арахідонової кислоти, а введення ще і спецій покриває його підвищену потребу при вмісті в суміші зазначених кількостей ліноленової кислоти [13].

Перспективи використання прянощів (СО₂ екстрактів) у рослинних оліях

В якості прянощів зазвичай виступають насіння, кора, зелень, плоди, коріння найрізноманітніших рослин. Прянощі бувають як у молотому, так і в цілому вигляді (насіння). Звичайно у цілому вигляді

прянощі зберігають аромат краще, однак для зручності використання дуже багато прянощів продаються вже у вигляді порошків [39].

Прянощі мають здатність пригнічувати бактерії (бактерицидність), головним чином бактерії гниття, і тим самим сприяти більш тривалому збереженню їжі (консервації). Разом з тим переважна більшість прянощів та CO₂ екстрактів на їх основі має здатність активізувати видалення різного роду шлаків з організму, очищати його від механічних і біологічних засмічень, а також служити в ньому каталізаторами у ряді ферментативних процесів. Тому більшість прянощів застосовується і особливо в минулому застосовувалися у медицині як лікарські речовини [40]. Наведений нижче опис надано компанією-виробником CO₂ екстрактів ТОВ «Сімекс-прома».

CO₂-екстракти рослин – це складні жиророзчинні комплекси біоактивних речовин, що витягають із рослинної сировини за допомогою стиснутого до рідкого стану вуглекислого газу.

Переваги CO₂-екстрактів

CO₂-екстракти вигідно вирізняються з-поміж інших видів екстрактів:

1. Отримання методом сверхкритичної флюїдної екстракції в умовах підвищеного тиску (понад 120 атмосфер) і шадного температурного режиму дозволяє отримувати максимум біологічно активних компонентів рослини з сировини.
2. В якості екстрагента (розчинника) використовується зріджений вуглекислий газ (CO₂), який не залишається в готових екстрактах.
3. Висока концентрація БАР в CO₂-екстрактах дозволяє отримувати на їх основі ефективні засоби навіть при низькому процентному введенні, що робить їх економічно вигідними, незважаючи на високу ціну.
4. CO₂-екстракт – це рослина в «чистому» вигляді. При такому вигляді екстрагування зберігається до 98% біологічно активних компонентів вихідного рослинної сировини (включаючи вітаміни і мікроелементи).
5. CO₂-екстракти можуть застосовуватися у фармацевтичній, харчовій і парфюмерно-косметичній промисловості.
6. Зберігаються деякі органолептичні властивості вихідного рослини – запах, смак, колір, що дозволяє не вводити в рецептуру додаткових ароматизаторів і барвників.
7. CO₂-екстракти являють собою складну суміш органічних сполук, серед яких зустрічаються речовини з антибактеріальними і фунгіцидними властивостями. За рахунок цього, CO₂-екстракти не псуються протягом довгого часу і самі можуть бути як рослинних консервантів.

Базилік – пряна трава, що належить до сімейства м'ятних трав. Батьківщиною базиліку вважається Індія. Дана пряність широко поширена у багатьох країнах світу, найчастіше її використовують у європейській та азійській кухнях.

Базилік має солодкувато-пряний аромат і терпкий, трохи гіркуватий смак. Існує кілька різновидів базиліку: зелений, «опаловий» базилік із незвичайними фіолетовими листками та більш грубим смаком, а також лимонний і коричневий базилік з відповідними ароматами.

У кулінарії використовують як свіжі листя базиліку, так і сушену пряність. Базилік добре підходить для ароматизації оцту та маринаду, а також для консервування. Його використовують для приготування великої кількості страв: овочевих салатів, рибних і м'ясних страв, супів і соусів, страв з бобових і кондитерських виробів.

Для того, щоб пряність не втратила свого аромату, її рекомендується додавати до готових страв або за декілька хвилин до їх готовності.

Базилік вважається універсальною пряністю, адже він добре доповнює практично будь-які страви і поєднується з багатьма прянощами, такими як розмарин, коріандр, майоран, чебрець та шавлія.

Кмин – це одна з найдавніших прянощів, батьківщиною якої вважається Європа. Кмин росте на всіх континентах і є популярною спецією.

«Кмин» CO₂ екстракт Термін і умови зберігання: Зберігати в герметичній тарі, в прохолодному місці без прямого попадання сонячних променів. Термін зберігання 12 місяців. Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше: свинець – 5,0; кадмій – 0,2; миш'як – 5,0. Мікробіологія згідно з нормами: Дріжджі, КУО в 1 г, не більше 1*10³, Пліснява, КУО в 1 г, не більше 1*10². Рекомендації з використання: в якості смако-ароматичної добавки при виробництві харчових продуктів та при виробництві косметики. Норми заміни: в межах 1:10-1:50 в порівнянні із сухою спецією.

Пряність має приємний аромат та гіркуватий, пряно-пекучий смак. У світі існує близько 25 видів цієї спеції. Пряність можна застосовувати у вигляді цілих зернят та у меленому вигляді.

Кмин добре доповнює жирні страви з м'яса, особливо свинини та баранини, рибні страви, салати та кондитерські вироби. Пряність широко застосовують при консервуванні овочів, виготовленні сирів, напоїв та копчених ковбас.

Кмин також входить до складу різних сумішей спецій та застосовується у медичних цілях.

Коріандр – однорічна трав'яниста рослина, одна з найпопулярніших прянощів у світі, батьківщиною якої є країни Середземномор'я. Молоду зелень даної пряності ще називають кінзою.

Свіжий коріандр має різкий терпкий смак та своєрідний пряний аромат, які відрізняються від аромату та смаку насіння коріандру. Свіжий коріандр (кінзу) використовують для приготування більшості м'ясних та овочевих страв, салатів та супів, не піддаючи пряність тепловій обробці.

«Насіння коріандру» CO₂ екстракт Термін і умови зберігання: Зберігати в герметичній тарі, в прохолодному місці без прямого попадання сонячних променів. Термін зберігання 12 місяців. Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше: свинець – 5,0; кадмій – 0,2; миш'як – 5,0. Мікробіологія згідно з нормами: Дріжджі, КУО в 1 г, не більше 1*10³, Пліснява, КУО в 1 г, не більше 1*10². Рекомендації з використання: у харчовому виробництві згідно рецептур. Дозування: згідно технологічної документації.

У кулінарії також широко використовують насіння коріандру: в кондитерських виробках, м'ясних та рибних стравах, салатах та супах, при виробництві ковбас, сирів та лікерів. З коріандром випікають знаменитий бородинський хліб.

Завдяки корисним властивостям коріандр використовують у фармакології та парфумерії. Ефірне масло коріандру має антибактеріальні властивості і застосовується при виготовленні лікарських препаратів.

Кріп – однорічна трав'яниста рослина та одна з найпопулярніших прянощів у Європі. Батьківщиною кропу вважаються країни Середземномор'я, азійські країни та Єгипет.

Кропу притаманний сильний пряний та освіжаючий смак та аромат. Дана пряність є дуже корисною, містить велику кількість вітамінів (А, В1, В2, С, Е, Р) та мікроелементів, покращує самопочуття.

Використовують у кулінарії стебла, листя та насіння кропу, як у свіжому, так і в сушеному вигляді. Пряність надає пікантного смаку рибним та м'ясним стравам, сиру, молодій картоплі, соусам, овочевим та першим стравам, салатам. Кріп потрібно додавати до готових страв та не піддавати тривалій тепловій обробці, щоб збереглися усі корисні речовини.

Для консервування використовують суцвіття кропу, а для ароматизації оцту можна використовувати гілочку кропу у період цвітіння.

Мускатний горіх – пряність, яка є плодом мускатника – вічнозеленого дерева. Плід мускатника нагадує персик або абрикос, який при дозріванні сам розкривається. Батьківщиною мускатного горіха є Молуккські острови.

«Мускатний горіх» CO₂ екстракт Термін і умови зберігання: Зберігати в герметичній тарі, в прохолодному місці без прямого попадання сонячних променів. Термін зберігання 12 місяців. Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше: свинець – 5,0; кадмій – 0,2; миш'як – 5,0. Мікробіологія згідно з нормами: Дріжджі, КУО в 1 г, не більше 1*10³, Пліснява, КУО в 1 г, не більше 1*10². Рекомендації з використання: у харчовому виробництві згідно рецептур.

Із дозрілих плодів мускатника виробляють мускатний горіх та мускатний колір. Мускатний колір – це висушена м'яка оболонка, яка покриває тверду шкаралупу мускатного горіху. Мускатний колір є пряністю з більш ніжним та тонким ароматом, ніж сам горіх.

Мускатний горіх більш складно отримати: його потрібно висушувати на відкритому безперервному вогні, протягом 45-90 днів, після чого із твердої шкаралупи акуратно дістають горіх. Готовий мускатний горіх має коричневий колір з більш темними прожилками.

Мускатний горіх має слабкий пряно-солодкуватий аромат та пряний пекучий смак. Пряність переважно додають до солодких страв, десертів, випічки, компотів та варення, але також можна використовувати для м'ясних, рибних, овочевих страв та соусів. Мускатний горіх часто використовують для ароматизації напоїв.

Купувати краще цілий мускатний горіх, адже мелений дуже швидко втрачає аромат. Вживати пряність необхідно помірно та у невеликих кількостях.

Орегано – трав'яниста рослина, батьківщиною якої вважаються країни Середземномор'я та Близького Сходу. За своїми властивостями орегано нагадує майоран, але має більш ніжний смак. У кулінарії орегано та майоран є взаємозамінними прянощами.

Орегано має свіжий та ніжний аромат та дещо гіркуватий пряний смак. Пряність широко поширена та застосовується у більшості кухонь світу. Найчастіше орегано використовують у сушеному вигляді, але можна застосовувати і свіжу зелень.

Орегано додають до різних м'ясних страв, риби, піци, салатів та соусів, картоплі та м'ясних супів. Використовують пряність для ароматизації олії та оцту, у приготуванні маринадів. Орегано відмінно поєднується з чебрецем, майораном, базиліком та перцем, і входить до складу прямих сумішей.

Паприка – пряність, яка представляє собою мелений сушений стручковий перець. Слово «паприка» прийшло до нас із Угорщини, де пряність вважається традиційною, але все ж батьківщиною паприки є Південна Америка.

Розрізняють декілька видів паприки, які відрізняються кольором та різним ступенем пекучості, яка підсилюється, якщо із паприки не видалити насіння. Найбільшою пікантністю вирізняється рожева паприка, яку потрібно вкрай обережно застосовувати.

Паприці притаманний слабкий аромат, а смак у неї завжди солодкий, більшою чи меншою мірою пекучий. Паприка не тільки надає смаку та пікантності страві, але і є натуральним барвником: страви виходять красивого червоного кольору. Чим паприка червоніше, тим вона солодша, і тим частіше її використовують у якості барвника. Дану пряність додають у знаменитий гуляш, м'ясні та овочеві страви, печеню, рагу, страви із сиру та яєць, використовують у приготуванні ковбас.

Паприка має цілу низку корисних властивостей: містить вітамін С, каротин та антиоксиданти, підвищує імунітет та прискорює обмін речовин.

Перець духмяний – одна з найбільш популярних пряностей у світі. Батьківщина духмяного перцю – Південна Америка. Пряність широко поширена та вживається у всьому світі.

Перець духмяний має яскраво виражений пряний аромат та пекучий пряний смак. Дану пряність можна використовувати, як у меленому вигляді, так і цілим горошком. Перець духмяний застосовується при консервуванні, для приготування маринадів, м'яса, птиці, дичини, риби, овочів, у приготуванні супів та соусів, надаючи їм пікантного пряного смаку та аромату. У меленому вигляді перець духмяний додають до кондитерського тіста, десертів та лікерів, гірчиці та кетчупів.

Перець духмяний є складовою різних сумішей перців, а також входить до складу сухих сумішей пряностей, таких як «каррі».

Перець чилі – трав'яниста рослина, плоди якої є популярною у всьому світі пряністю. Батьківщиною перцю чилі вважається Індія та Центральна Америка.

Перець чилі вирізняється особливою пекучістю, що і є особливістю даної спеції. Існує кілька видів перцю чилі, яким властива різна ступінь пекучості, а також різні аромати: фруктовий, свіжий, солодкий, земляний та квітковий.

Свіжий перець чилі найчастіше додають до салатів. Для приготування більшості інших страв використовують висушений перець, як цілий, так і мелений. Сухий чилі застосовують для приготування гуляшів, рагу, страв з риби та рису, овочевих та м'ясних страв, соусів та маринадів. Стручки перцю чилі використовують також при консервуванні. Перець чилі у меленому вигляді додають до різних прямих сумішей з кмином, коріандром, орегано та часником.

«Перець червоний стручковий» CO₂ – екстракт Термін і умови зберігання: Зберігати в герметичній тарі, в прохолодному місці без прямого попадання сонячних променів. Термін зберігання 12 місяців. При температурі нижче 15°C кристалізується, при нагріванні переходить в рідкий стан. Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше: свинець – 5,0; кадмій – 0,2; миш'як – 5,0. Мікробіологія згідно з нормами: Дріжджі, КУО в 1 г, не більше 1*10³, Пліснява, КУО в 1 г, не більше 1*10². Рекомендації з використання: в якості смако-ароматичної добавки при виробництві харчових продуктів.

Чорний перець – популярна пряність, батьківщиною якої вважається Малабарське узбережжя Індії. Найбільшим виробником чорного перцю у світі є Індія.

Чорний перець – це недозрілі плоди деревовидної ліани, які мають зелений колір, а після висушування на сонці шкірочка їх зморщується і стає темною. Вважається, що чим перець темніший, твердіший і важчий, тим він якісніший.

Перець чорний має особливий земляний аромат та дуже гострий гірко-пекучий смак. Дану пряність в кулінарії використовують як у вигляді горошин, так і в меленому вигляді. Перець чорний широко застосовують: додають до салатів, м'ясних та рибних страв, консервувань, супів, бульйонів, соусів та навіть до десертів. Перець чорний рекомендується використовувати у кінці приготування страви, щоб він зберіг усі корисні властивості та аромат.

«Перець чорний гіркий» CO₂ – екстракт Термін і умови зберігання: Зберігати в герметичній тарі, в прохолодному місці без прямого попадання сонячних променів. Термін зберігання 12 місяців. Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше: свинець – 5,0; кадмій – 0,2; миш'як – 5,0. Мікробіологія згідно з нормами: Дріжджі, КУО в 1 г, не більше 1*10³, Пліснява, КУО в 1 г, не більше 1*10². Рекомендації з використання: в якості смако-ароматичної добавки при виробництві харчових продуктів.

Петрушка – трав'яниста пряно-ароматична рослина, батьківщиною якої вважаються країни Середземномор'я, де петрушка росте у дикому вигляді. Вирощують два види петрушки: кореневу та листову. У кулінарії використовують всі частини цієї пряності: листя, коріння, стебла та насіння.

Петрушка має пряний аромат та солодкувато-пряний, трохи терпкий смак. Використовують пряність для приготування більшості страв, за винятком молочних. Особливо добре петрушка доповнює бульйони, підливки та соуси, а також різноманітні овочеві та м'ясні страви, салати та закуски.

Петрушка багата вітамінами А, В, С, мінералами та містить ефірне масло. За вмістом вітаміну С петрушка перевершує більшість овочів та фруктів, а каротину в петрушці, приблизно, як у моркві. Завдяки її корисним властивостям, пряніть широко використовують не тільки в кулінарії, але і в медицині.

Розмарин – вічнозелений напівчагарник, листя якого вважаються пряністю. Розмарин вирощують у країнах Середземномор'я, США та Мексиці, росте він також в Англії, Франції, Італії та низці інших країн.

У кулінарії найчастіше використовують сушені мелені листя розмарину, які мають сильний пряний аромат, що нагадує запах сосни, а також інтенсивний пряний та гострий смак. Пряніть використовують для приготування рагу, гарнірів, закусок, м'ясних страв та супів. Свіже листя розмарину додають переважно до салатів для надання їм пікантних ноток.

Розмарин в основному використовують у поєднанні з іншими прянощами, а також включають його до складу складних сумішей прянощів для м'яса. Не рекомендується використовувати розмарин у поєднанні з лавровим листом, а також застосовувати для рибних страв.

Часник – трав'яниста рослина сімейства цибулевих. Це одна з найдавніших пряностей, батьківщиною якої вважається Середня Азія. В кулінарії використовують як цибулину, так і надземну частину часнику.

Пряність володіє різким ароматом та гострим пекучим смаком, які не схожі ні на одну іншу спецію. Часник має широке застосування: добре доповнює страви з баранини, дичини, свинини, птиці, овочів, грибів, а також соуси, салати та різноманітні закуски. Не обійтися без часнику і при маринуванні.

Часник входить до багатьох сумішей прянощів та гармонічно доповнює страви. Пряніть широко використовується у стравах угорської, іспанської, грецької, італійської кухонь.

Також часник дуже корисний, адже містить вітаміни А, В1, В2, С, мікроелементи та володіє бактерицидними властивостями.

Важливо пам'ятати, що корисними є тільки добре збережені зубчики часнику, і не потрібно пряністю зловживати, досить 2-3 зубчиків у день.

„Часник” СО₂-екстракт Термін і умови зберігання: Зберігати в герметичній тарі, в прохолодному місці без прямого попадання сонячних променів. Термін зберігання 12 місяців. Вміст токсичних елементів, мг/кг, не більше: свинець – 5,0; кадмій – 0,2; миш'як – 5,0. Мікробіологія згідно з нормами: Дріжджі, КУО в 1 г, не більше $1 \cdot 10^3$, Пліснява, КУО в 1 г, не більше $1 \cdot 10^2$. Рекомендації з використання: у харчовому виробництві згідно рецептур. Дозування: згідно технологічної документації.

Чебрець – багаторічний напівчагарник, зелень якого застосовується у якості прянощів. Батьківщина чебрецю – Південна Європа. У кулінарії використовують кілька сортів чебрецю, які володіють своїми унікальними властивостями. Чебрецю притаманний приємний сильний аромат та гострий пряний гіркуватий смак.

Пряніть ідеально доповнює страви із м'яса, надаючи їм пікантності. Також чебрець застосовується до страв із курки, риби, дичини, гороху і квасолі, та при виготовленні ковбас. Пряніть використовують для приготування соусів, маринадів і для ароматизації сирів. Чебрець також входить до складу великої кількості пряних сумішей.

Аналіз наявної науково-технічної та патентної інформації показав, що розробка фізико-хімічних і технологічних основ отримання рафінованих соняшникових олій та з внесенням прянощів (спецій) СО₂ екстрактів є актуальною.

Висновки

У представленій оглядовій статті показані технології одержання олії з насіння соняшнику, але нічого не говориться про те, як враховувати сортову особливість при їх переробці або оптимальне змішування різних сортів насіння соняшнику з метою забезпечення якості готової продукції та виходу її. Існує кілька способів вирішення цього завдання:

Перший – застосування кондиціонування насіння при сушінні його;

Другий – переробка без врахування сортової особливості насіння соняшнику;

Ми зупинили свій вибір на третьому способі – кондиціонувані насіння соняшнику до потрапляння у виробництво та змішування нових різних сортів між собою. Такі способи дозволять отримати рослинні олії з найбільш ефективним і економічно виправданим прийомом конструювання жирових продуктів з заданим складом і співвідношенням ПНЖК, що відповідає вимогам науки про харчування. Прийом дозволить отримувати двох- і багатокомпонентні системи з різних нових сортів насіння соняшнику та одержати рослинні олії високої якості і з певним виходом.

При рафінуванні соняшnikової олії розглянуто можливість збагачувати їх прянощами (спеціями) та СО₂ екстрактами. Використання спецій потребуватиме попередньої підготовки, що може в свою чергу викликати певні ускладнення, а саме, – додаткове обладнання та працівників і, як наслідок, – мікробіологічне псування готового продукту. Приведена характеристика дозволяє застосування СО₂

екстрактів які є безпечними при їх рафінації, але не вказано як та які концентрації внесення, що потребує дослідженню і є перспективним та востребуваним.

Таким чином, на підставі вище викладеного можна зробити висновок про те, що одержання олії з нових сортів насіння соняшнику та збагачення її CO₂ екстрактами є актуальним.

Література

1. Асоціація «Укроліяпром» <https://ukroilprom.org.ua/>
2. Всеукраїнський науковий інститут селекції <https://vnis.com.ua/useful-information/publications/Cikavifakty-pro-sonyashnyk/>
3. APK inform. 2022. Retrieved from <https://www.apk-inform.com/en/prices>
4. Chekhov S. & Chekhova I. Otsinka efektyvnosti vyrobnytstva soniashnyku v Ukraini [Evaluation of the efficiency of sunflower production in Ukraine]. *Economic scope*. 2018. Vol. 136. P. 119–130.
5. Halanet V. Neobkhdnist zabezpechennia derzhavnoi pidtrymky ahrarynoho sektoru ekonomiky u voiennykh umovakh [The need to provide state support for the agricultural sector of the economy in wartime conditions]. *Tavriyskiy Scientific Bulletin, serias: Public management and administration*. 2022. Vol. 2. P. 42–48. Retrieved from <https://doi.org/10.32851/tnv-pub.2022.2.6>
6. Makarchuk O. & Kuts T. Features of regional production of sunflower seeds in the period 1990–2021 in Ukraine. *Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2022. Vol. 22(4), 387–394.
7. Maslak O. Suchasni tendentsii rozvytku rynku soniashnykovoi olii v Ukraini [Modern trends in the development of the sunflower oil market in Ukraine]. *Machinery and technology of agriculture*. 2013. Vol. 5(8). P. 35–38.
8. State Statistics Service of Ukraine (Ukrstat). 2022. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>
9. USDA-FAS (2022). Ukraine agricultural production and trade. Retrieved from <https://www.fas.usda.gov/sites/default/files/2022-06/Ukraine-Factsheet-June2022.pdf>
10. World Bank. *Global Economic Prospects*, June 2022. Washington, DC: World Bank. Retrieved from. 2022. 176 p. DOI: 10.1596/978-1-4648-1843-1
11. Черевата Т.М. Маркетингові дослідження ринку соняшникової олії. Зб. тез доп. 79-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 16–19 квіт. 2019 р. Одес. нац. акад. харч. технологій ; під заг. ред. Б. В. Єгорова. Одеса. 2019. С. 343–344. <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/10380>
12. Гладкий Ф.Ф. Удосконалення технології переробки насіння соняшнику на олієдобуваючому підприємстві. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ "ХПІ". 2012. № 17. С. 103–106. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/7581>
13. Жири у виробництві харчової продукції: монографія / за заг. ред. Л. З. Шильмана. Суми : Унів. кн. 2016. 278 с. : табл., рис. Бібліогр.: с. 260–277. ISBN 978-966-680-781-9 <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT-cnv.BibRecord.157189>
14. Зеленський, О.О. Система продовольчої безпеки: сутність та ієрархічні рівні. Вісник ЖДТУ. 2012. № 1 (59) С. 108–112.
15. Смоляр В.І. Концепція ідеального жирового харчування. Проблеми харчування. 2006. №4. С. 142–144.
16. Mariod A., Eichnes K. Improving the oxidative stability of sunflower oils by blending with scelerocarya birrea and aspongopus viduatus oils. *J. Food Lipids*. 2005. Vol. 12. P. 150–158.
17. Orozco Mara I., Priego-Capote D. Influence of deep frying on the unsaponifiable fraction of vegetable edible oils enriched with natural antioxidants. *J. Agricul. Food Chem*. 2011. Vol. 59. P. 7194–7202.
19. Левчук І.В., Некрасов П.О., Кіщенко В.А., Голубець О.В., Тимченко В.К., Аругюнян Т.В. Жирнокислотний, стеринів та ацилгліцериновий склад олій і жирів: довідник. К: Видавництво «Сталь». 2020. 207 с.
20. Kotliar Ye. Improving the technology of obtaining fat and oil products from various varieties of grape seeds. *Food science and technology*. 2022. Vol. 16 (1) P. 92–100.
21. Wan P.J., Hron R.J., Dowd M.K., Kuk M.S., Conkerton E.J. Alternative hydrocarbon solvents for cottonseed extraction: plant trials. *J Am Oil Chem Soc*. 1995. Vol. 72(6). P. 661–664. <https://doi.org/10.1007/BF02635651>
22. Tanzi C.D., Vian M.A., Ginies C., Elmaataoui M., Chemat F. Terpenes as green solvents for extraction of oil from microalgae. *Molecules*. 2012. Vol. 17. P. 8196–8205. <https://doi.org/10.3390/molecules17078196>
23. Matthieu V., Tomao V., Ginies C., Visinoni F., Chemat F. Green procedure with a green solvent for fats and oils' determination microwave-integrated Soxhlet using limonene followed by microwave Clevenger distillation. *J Chromatogr A*. 2008. Vol. 1196–1197. P. 147–152. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.04.035>
24. Sean X.L., Mamidipally P.K. Quality comparison of rice bran oil extracted with D-limonene and hexane. *Cereal Chem*. 2005. Vol. 82(2). P. 209–215.

25. Li Y., Fine F., Fabiano-Tixier A., Abert-Vian M., Carre P., Pages X., Chemat F. Evaluation of alternative solvents for improvement of oil extraction from rapeseeds. *C R Chim.* 2014. Vol. 17(3). P. 242–251. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2013.09.002>
26. Boutin O., Badens E. Extraction from oleaginous seeds using supercritical CO₂: experimental design and products quality. *J Food Eng.* 2009. Vol. 92(4) P. 396–402. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.007>
27. Latif S., Anwar F., Hussain A.I., Shahid M. Aqueous enzymatic process for oil and protein extraction from *Moringa oleifera* seed. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2011. Vol. 113. P. 1012–1018. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000525>
28. Chabrand R.M., Glatz C.E. Destabilization of the emulsion formed during the enzyme-assisted aqueous extraction of oil from soybean flour. *Enzyme Microb Technol.* 2009. Vol. 45(1). P. 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2009.03.008>
29. Yang L., Jiang L., Sui X., Wang S. Optimization of the aqueous enzymatic extraction of pie kernel oil by response surface methodology. *Procedia Eng.* 2011. Vol.15. P. 4641–4652. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.872>
30. Wu J., Johnson L.A., Jung S. Demulsification of oil-rich emulsion from enzyme-assisted aqueous extraction of extruded soybean flakes. *Bioresour Technol.* 2009. Vol. 100(2). P. 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.05.057>
31. Rosenthal A., Pyle D.L., Niranjan K., Gilmour S., Trinca L. Combined effect of operational variables and enzyme activity on aqueous enzymatic extraction of oil & protein from soybean. *Enzyme Microb Technol.* 2001. Vol. 28(6). P. 499–509. [https://doi.org/10.1016/s0141-0229\(00\)00351-3](https://doi.org/10.1016/s0141-0229(00)00351-3)
32. Jung S., Maurer D., Johnson L.A. Factors affecting emulsion stability and quality of oil recovered from enzyme assisted aqueous extraction of soybeans. *Bioresour Technol.* 2009. Vol. 100(21). P. 53405–347. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.03.087>
33. Lamsal B.P., Murphy P.A., Johnson L.A. Flaking and extrusion as mechanical treatments for enzyme-assisted aqueous extraction of oil from soybeans. *J Am Oil Chem Soc.* 2006. Vol. 83(11). P. 97–3979. <https://doi.org/10.1007/s11746-006-5055-5>
34. Cao J., Deng L., Xue-Mei Zhu, Yawei F. Novel approach to evaluate the oxidation state of vegetable oils using characteristic oxidation indicators. *J. Agricul. Food Chem.* 2014. Vol. 62. P. 12545–12555.
35. Esquivel M., Mercedes H., Albertina Ribeiro M., Gabriela Bernardo-Gil M. Relations between oxidative stability and antioxidant content in vegetable oils using an accelerated oxidation test – rancimat. *Chem. Product .Process Model.* 2009. Vol. 4. P. 15654–15666.
36. Kamal-Eldin A. Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. *Europ. J. Lipid Sci. Technol.* 2006. Vol. 108. P. 1051–1061.
37. Tabee E., Azadmard-Damirchi S., Jagerstad M., Dutta P. C. Effects of α -tocopherol on oxidative stability and phytosterol oxidation during heating in some regular and high-oleic vegetable oils. *J. Am Oil Chem. Soc.* 2008. Vol. 85. P. 857–867.
38. Bhatnagar A.S., Gopala Krishna A.G. Natural antioxidants of the Jaffna variety of *Moringa Oleifera* seed oil of Indian origin as compared to other vegetable oils. *Grasas y Aceites.* 2013. Vol. 64. P. 537–545.
39. Белінська А.П., Кричковська Л.В. Застосування β -каротину біотехнологічного походження у функціональних жирових продуктах. *Наукові праці ОНАХТ.* 2011. Вип. 36. Т. 2. С. 183–186.
40. Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах: постанова Кабінету Міністрів України № 12 від 04 січня 1999 року. *Офіційний вісник України.* 1999. № 1. 75 с.

PROSPECTS FOR OBTAINING OIL AND FAT PRODUCTS FROM SUNFLOWER SEEDS AND THEIR ENRICHMENT WITH CO₂ EXTRACTS

Zhivora G. M., postgraduate student, Kotlyar E. O., Ph.D., associate professor,
Odesa National Technological University, Odesa

Abstract. *In contemporary food production, two primary methods are used for oil extraction from oilseed raw materials: mechanical pressing, which involves oil expelling using a screw press, and solvent extraction, which utilizes organic solvents to dissolve and recover lipids from the oilseed matrix.*

Solvent extraction is considered more efficient, as it enables a nearly complete recovery of oil compared to mechanical pressing. However, this process involves the use of volatile organic compounds (VOCs), which pose significant health and safety risks due to their flammability, explosiveness, and toxicity. Inhalation of solvent vapors can lead to toxic exposure, while emissions into the environment contribute to air pollution through the formation of ozone and photochemical oxidants. Additionally, oil obtained via solvent extraction must undergo extensive refining, which significantly reduces its content of bioactive compounds, including tocopherols, phytosterols, and polyphenols.

In contrast, mechanical pressing is a more sustainable and fire-safe alternative that retains valuable bioactive components, especially when cold pressing is applied. However, oilseed processors, particularly those handling new sunflower hybrids, face challenges related to limited data on oil yield, compositional characteristics (e.g., fatty acid profile), functional and physicochemical properties, and blending potential.

Current industrial practices primarily rely on refining techniques to enhance oil quality. Both pressed and solvent-extracted vegetable oils are complex multicomponent systems containing triacylglycerols, minor lipid constituents, and mechanical impurities. The presence of suspended solids accelerates oxidative and hydrolytic deterioration, while prolonged exposure to elevated temperatures promotes non-enzymatic browning reactions (e.g., Maillard reaction), formation of lipoprotein complexes, and migration of volatile odor compounds. These factors contribute to a decline in the nutritional quality, sensory attributes, and overall stability of edible oils, complicating subsequent purification processes.

Recently, there has been growing interest in the culinary application of infused and flavored oils incorporating dried herbs, garlic, and spices. However, these products face significant limitations due to their susceptibility to oxidative and microbial spoilage, resulting in a shortened shelf life. Optimizing their formulation and processing conditions could enhance their stability and expand their use in food manufacturing.

Key words: Food technology, sunflower oil processing, edible oil production, lipid oxidation, CO₂ extracts, bioactive compounds.

Отримано в редакцію 16.09.2024
Прийнято до друку 01.10.2024

Received 16.09.2024
Approved 01.10.2024