

УДК 613.268:633.522:005.336.3

СПОСОБИ ДОБУВАННЯ КОНОПЛЯНОЇ ОЛІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВИХІД І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКТУ

Гуцько С. М.¹, к.т.н., с.н.с.², доцент¹
<https://orcid.org/0000-0001-8264-5176>

Хомічак Л. М.², д.т.н., професор, член-кореспондент НААН, директор інституту
<https://orcid.org/0000-0002-5321-6177>

Науменко О. В.³, д.т.н., с.н.с., зав. відділу
<https://orcid.org/0000-0001-9003-0315>

Король Ц. О.³, к.т.н., доц., с.н.с.
<http://orcid.org/0000-0001-9827-463X>

¹Кафедра технології зберігання, переробки та стандартизації
 продукції рослинництва ім. проф. Б. В. Лесика
 Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ, Україна

²Інститут продовольчих ресурсів НААН

³Відділ технологій хліба та біотрансформації зернових продуктів
 Інституту продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2026-26-05>

Надійшла 02.04.2026. Прийнята після рецензування 27.05.2026. Опублікована 30.06.2026

Ліцензія CC BY-NC-ND 4.0

Предмет. Показники якості конопляної олії та її вихід за різних способів добування. **Мета.** Аналіз даних літературних джерел, які присвячені науковим дослідженням щодо використання різних способів добування олії із насіння конопель та їх вплив на вихід і показники якості кінцевого продукту. **Методи.** При написанні статті використовували аналітичні методи досліджень. Аналізували інформацію з баз даних, включаючи PubMed, CrossRef, Scopus та WoS. **Результати.** Рослинні олії є одним із основних продуктів харчування людини, так як містять важливі для організму компоненти: вітаміни, поліненасичені жирні кислоти та мінерали. Вони активно використовуються у свіжому вигляді, для приготування їжі, у косметології, медицині, при виробництві біодизелю, пластмас, засобів захисту від шкідників та багато інших сферах. Однією із найбільш цінних за своїм складом і позитивним впливом на організм людини є олія із насіння технічних конопель. Вона характеризується високою поживною цінністю, так як містить поліненасичені жирні кислоти – лінолеву (ω -6) та α -ліноленову (ω -3) в оптимальному для людського організму співвідношенні: 3:1. Спосіб виробництва та технологічні режими переробки можуть мати значний вплив, як на вихід так і на показники якості конопляної олії, зважаючи на високий вміст поліненасичених жирних кислот, які не стійкі до дії світла, кисню та підвищених температур. Зазначені фактори стимулюють процеси окиснення та знижують показники якості готового продукту, що обумовлює необхідність проведення цілеспрямованої роботи у даному напрямку. **Сфера застосування результатів.** Вибір оптимального способу добування та технологічних параметрів переробки насіння конопель сприятиме отриманню високого виходу олії з максимальним збереженням біологічно-активних речовин. Це дозволить використовувати її не тільки для харчових цілей, як преміальний продукт з високою доданою вартістю, але й для косметології, медичних цілей, що стимулюватиме зростання попиту та збільшення рентабельності виробництва.

Ключові слова: насіння конопель, рослинна олія, поліненасичені жирні кислоти, способи добування, технологічні параметри переробки, окиснення, біологічно-активні речовини, якість

METHODS OF HEMP OIL EXTRACTION AND THEIR IMPACT ON OUTPUT AND PRODUCT QUALITY

Sergiy Gunko¹, PhD, Engineering, Associate Professor¹, Senior Research²,
<https://orcid.org/0000-0001-8264-5176>

Lubomyr Khomichak², D-r of Sc., Engineering, Professor,
 Corresponding Member of the NAAS, Director of the Institute
<https://orcid.org/0000-0001-9003-0315>

Oksana Naumenko³, D-r of Sc., Engineering, Senior Research, Head of Department
<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>

*Tsvitana Korol³, PhD, Engineering, Associate Professor. Senior Researcher
<http://orcid.org/0000-0001-9827-463X>*

¹Department of Storage, Processing and Standardization of Plant Products after prof. B.V. Lesik
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Institute of Food Resources of NAAS
³Department of Bread Technologies and Biotransformation of Grain Products
Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

Subject. The quality of hemp oil and its output depend on the different extraction methods. **Purpose.** To analyze data from the literature on scientific studies regarding the use of various methods for extracting oil from hemp seeds and their impact on the output and quality of the final product. **Methods.** Analytical research methods were used in writing this article. Information from databases, including PubMed, CrossRef, Scopus, and WoS were analyzed. **Results.** Vegetable oils are one of the main food products for humans, as they contain components important for the body: vitamins, polyunsaturated fatty acids and minerals. They are widely used in the raw form, for cooking, in cosmetology, medicine, in the production of biodiesel, plastics, products of pest control and many other fields. One of the most valuable in terms of its composition and positive effects on the human body is oil from the seeds of non-narcotic industrial hemp. It is characterized by high nutritional value, as it contains polyunsaturated fatty acids – linoleic (ω -6) and α -linolenic (ω -3) – in an optimal ratio for the human body: 3:1. The extraction method and conditions of processing can significantly affect both the output and quality of hemp oil, due to its high content of polyunsaturated fatty acids, which are sensitive to light, oxygen and high temperatures. These factors accelerate oxidation processes and degrade the quality of the final product, necessitating focused research in this area. **Scope of results.** Selecting the optimal extraction method and processing parameters for hemp seeds will promote high oil output with maximum preservation of bioactive compounds. This will allow it to be used not only for food purposes as a premium product with high added value, but also in cosmetology and for medical purposes, which will stimulate growth in demand and increase production profitability.

Keywords: hemp seeds, vegetable oil, polyunsaturated fatty acids, extraction methods, processing parameters, oxidation, bioactive substances, quality

Постановка проблеми. Олії – це цінний продукт із високим вмістом жирів, який ми отримуємо із рослинної сировини. Вони мають високу калорійність, покращують смакові профілі продуктів, забезпечують насичення організму необхідною кількістю енергії та виконують різноманітні фізіологічні функції від транспортування жиророзчинних вітамінів до формування структури мембран та багато іншого [1–3].

За даними міністерства сільського господарства США світовий ринок рослинних олій за останні десятиліття зріс на 240%, досягнувши у 2023 році межі понад 219 млн тон. Понад 90% світового виробництва припадає на чотири основні олії: пальмову, соєву, ріпакову та соняшникову [4–5]. Рослинні олії класифікують на основі джерел з яких вони отримані та розділяють на трав'янисті і деревні. Окрім того, їх оцінюють за якістю та поживністю для застосування в різних галузях промисловості.

Рослинні олії за хімічним складом представляють собою суміш триацилгліцеринів вищих жирних кислот та деяких інших речовин [6–8]. Кількість та склад олії, яку ми отримуємо із рослинної сировини залежать від її виду, сортових особливостей, агрокліматичних умов, технології та режимів добування [9–10].

Висока харчова цінність рослинних олій є результатом підвищеного вмісту легкозасвоюваних жирів, а біологічна – визначається наявністю цінних для організму людини речовин: жирних кислот, фосфатидів, жиророзчинних вітамінів, фітостеринів та пігментів [11–12].

Цінність рослинних олій, як продуктів харчування, визначається складом жирних кислот, їх кількістю та співвідношенням [13]. Кількісний та якісний склад цих кислот залежить від виду сировини та може змінюватися під дією умов навколишнього середовища та технології отримання.

За своєю будовою жирні кислоти можуть бути насиченими та ненасиченими. Останні в залежності від особливостей хімічного складу можуть бути мононенасичені (мають

одинарний зв'язок між двома атомами водню) та поліненасиченими (мають два та більше таких зв'язків) [14]. Насичені жирні кислоти є потужним джерелом енергії для організму людини та являються будівельним матеріалом для клітинних мембран, однак при надмірному споживанні можуть призвести до накопичення надмірної ваги та стати причиною цілого ряду захворювань [15]. Мононенасичені жирні кислоти можуть утворюватися в організмі людини із насичених та сприяють зниженню рівня «поганого» холестерину в крові людини. Поліненасичені жирні кислоти не утворюються в людському організмі і тому їх відносять до незамінних. Рослинні олії, в першу чергу розглядають, як джерело незамінних жирних кислот. Незамінні – це такі жирні кислоти, які не можуть бути синтезовані організмом людини і тому повинні надходити з їжею [16]. Найбільш цінними серед них є ω -3 та ω -6.

Згідно із рекомендаціями ВООЗ, високоякісна олія повинна відповідати таким вимогам: співвідношення насичених, моно- і поліненасичених повинно становити – 1:1,5:1, а співвідношення незамінних жирних кислот лінолевої (ω -6) до α -ліноленової (ω -3) – 5–10:1 [17]. Окрім того, вони маю природні антиоксиданти.

Однією із найбільш цінних рослинних олій, яка відповідає зазначеним вимогам є олія отримана із насіння конопель [18]. Вона має високий вміст поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів, вітамінів А та Е, містить біологічно цінну γ -ліноленову кислоту, за кількістю токоферолів значно перевершує інші олії, володіє антиоксидантними властивостями, а за співвідношенням незамінних жирних кислот наближається до ідеального: омега-6 до омега-3 становить приблизно 3,0:1 [19–20]. Однак, найбільш цінні її компоненти – поліненасичені жирні кислоти та інші біологічно-активні речовини, дуже чутливі до дії кисню, температури та світла [21–22] і тому технології отримання та технологічні параметри процесу отримання мають визначальний вплив на їх якісний та кількісний склад [23].

Метою роботи є аналітичний огляд наукової літератури щодо впливу способів та технологічних режимів добування конопляної олії на вихід та збереження її біологічно-активних речовин.

Методи дослідження. При написанні статті використовували аналітичні методи досліджень. Аналізували інформацію з баз даних, включаючи PubMed, CrossRef, Scopus та WoS. В огляді використовували пошукові терміни: насіння конопель, рослинна олія, поліненасичені жирні кислоти, способи добування, технологічні параметри переробки, окиснення, біологічно-активні речовини, якість.

Результати та їх обговорення. Конопляну олію в Україні виготовляють переважно методом холодного пресування з метою максимального збереження її біологічно-активних компонентів [24]. Для віджимання використовують шнекові преси. Отриманий продукт очищають методом седиментаційного фільтрування через спеціальну тканину впродовж 24 год або фільтруванням із використанням фільтрпресів. Недоліками такої технології є нагрівання олії понад 50°C під час віджимання на пресах, що спричиняє руйнування цінних компонентів, а контакт олії з повітрям під час фільтрування збільшує ризики окиснення.

Оцінка холодного та гарячого пресування шнековим пресом на показники якості та вихід конопляної олії [25] свідчить, що технологічні параметри процесу пресування за максимального нагрівання до 60°C не мали суттєвого впливу на профіль жирних кислот та вміст стеролів. Збільшення швидкості обертання валу підвищувало ефективність пресування на 5,4%, а попереднє нагрівання насіння до 60°C – на 13,5%. Найвища ефективність процесу була при пресуванні попередньо нагрітого насіння конопель за низької швидкості пресування (вихід олії в середньому становив 88,0%), а найнижча – при пресуванні без нагрівання насіння за високої швидкості (в середньому – 71,5%).

У роботі [26] автори з метою зниження негативного впливу високих температур пропонують здійснювати охолодження обладнання для отримання конопляної олії пресовим способом, так як надмірне механічне тертя, яке при цьому виникає підвищує температуру, що призводить до окиснення та деградації поживних речовин. Застосування охолодження

дозволило знизити температуру на 11% у камері стиснення та на 15% в самій олії, що підвищило стабільність і збереження біологічно-активних речовин, зокрема фенольних сполук (без зменшення вихід олії).

Результати досліджень [27] свідчать про значний вплив температур (30, 60, 80, 100, 120 та 140°C) при віджиманні шнековим пресом на вихід, склад та показники якості конопляної олії. Оцінку здійснювали за ключовими параметрами, включаючи вихід олії, загальний вміст фенолів, токоферолі, індекс стійкості до окислення, пігменти, вільні жирні кислоти, перекисне число, профілі жирних кислот та параметри кольору. Температура відіграла ключову роль у впливі на вихід, досягнувши максимуму вилучення олії – 66,68% при 100°C, що приблизно на 4% краще, ніж при холодному пресуванні (30°C). Однак, збільшення температури екстракції з 30°C до 140°C сприяло збільшенню вмісту токоферолів з 410,84 до 512,98 мг/кг, зниженню хлорофілу з 54,60 до 36,10 мг/кг, що стало причиною часткової втрати натурального зеленого відтінку конопляної олії. Профілі жирних кислот незалежно від температурного режиму залишалися незмінними.

Екстракція розчинниками сприяє збільшенню виходу олії порівняно із механічним пресуванням, але займає більше часу [28]. Традиційний процес екстракції розчинником базується на його здатності розчиняти олії та екстрагувати їх із насіння. Це найпоширеніший промисловий метод добування олії, який здійснюють періодичним або безперервним способом [29].

У роботі [30] представлено результати щодо добування олії з насіння конопель методом екстракції етанолом і n-гексаном та визначали вплив температури, співвідношення розчинник/насіння і тривалості процесу екстракції на вихід та показники якості олії. Найкращі значення температури, співвідношення та час екстракції для n-гексану та етанолу становили 343,15 K, 7/1 та 6 год і 348,15 K, 7/1 та 6 год, відповідно. Такі режими обробки забезпечували максимальний вихід олії% від маси – 32,1 (n-гексан) та 17,3% (етанол), відповідно. Обидва розчинники забезпечували отримання олії високої якості: ступінь ненасиченості (> 90%) з переважанням поліненасичених жирних кислот та ідеальним співвідношенням ω -6/ ω -3 (3,21 – для n-гексану та 3,18 – для етанолу).

Добування конопляної олії методом пресування та екстракції органічними розчинниками є найбільш поширеними в харчовій промисловості. Однак ці два методи мають деякі обмеження: пресування не забезпечує максимального виходу олії, а використання органічних розчинників створює певні екологічні проблеми. Застосування перед пресуванням ферментативної обробки визнано зеленою альтернативою, хоча її практичність та економічна доцільність потребує проведення додаткових досліджень [31].

Визначення впливу ферментативної обробки перед пресуванням на вихід та показники якості олії із насіння конопель [32] включали визначення впливу рН, концентрації ферментів, тривалості та температури обробки на вихід та показники якості олії. Як контроль використовували спосіб виробництва олії методом екстракції розчинниками. Оптимальні умови гідролізу забезпечувала обробка при рН 6,5, протягом 4 год при 60°C. Використовували мультиферментний препарат, що містив протеазу, геміцелюлазу та пектиназу в концентраціях 55, 202,5 та 234 од./мг, відповідно. Ферментативна обробка забезпечувала вихід до 30,65% від маси насіння та отримання олії більш стійкої до окислення, ніж екстрагованої розчинником (перекисне числом 19,54 та 47,87 мекв O₂/кг, відповідно), із вищим вмістом токоферолів (547,2 мг/кг проти 513,51 мг/кг) та практично однаковим складом жирних кислот.

Для інтенсифікації процесу добування олії пропонується поєднувати обробку конопляної сировини ферментами та ультразвуком [33]. Автори перед пресуванням конопляного шроту проводили його комплексну обробку ультразвуком у поєднанні з ферментами (пектиназа та геміцелюлаза) для добування олії. Вихід олії досяг максимуму – 23,32% від маси насіння, при потужності ультразвуку 200 Вт та тривалості обробки 30 хв. Оптимальні умови ферментації (рН 5, загальна активність ферментів – 37 800 Од./г,

співвідношення рідина-тверда речовина 10,4 мл/г, температура – 32°C, час розщеплення – 189 хв) забезпечували вихід олії до 88,38%. Показники якості олії отримана цим методом була кращою порівняно із екстракцією розчинниками та близькою до неї за складом жирних кислот.

Обробка конопляного шроту лише ультразвуком на частоті 20 кГц протягом 2 хв при 152 мкм сприяла виходу олії 13,4% від маси сировини та збільшенню ефективності екстракції на 73% порівняно з контролем (необроблений шрот) [34]. Ультразвукова обробка позитивно вплинула на текстуру пресового шроту та на антиоксидантну активність олії.

Порівняльний аналіз методів добування олії із застосуванням ультразвуку та екстракції розчинниками показав, що навіть за оптимальних умов обробки (91 Вт, 10 хв) перший забезпечує вихід 33,61% проти 37,93% від маси сировини, однак скорочує тривалість процесу з 8 год до 10 хв [35]. Олія добута із використанням ультразвуку показала кращу стабільність до окислення та сильнішу антиоксидантну активність. Загальні показники окиснення олії становили 2,95 проти 16,49, відповідно. Профілі жирних кислот не показали суттєвої різниці.

В іншому дослідженні [36] вивчали вплив співвідношення розчинників гексану до ізопропанолу (0:100, 50:50 та 100:0), температури екстракції (30, 45 і 60°C) та тривалості процесу (30, 60 і 90 хв) на ефективність вилучення та показники якості олії із насіння конопель. За оптимальних умов (співвідношення гексан : ізопропанол $\approx$ 3:2, температура – 40,26°C, час ультразвукової обробки – 54,40 хв) вихід олії становив 31,22% від маси сировини, загальний вміст фенолів – 3,19 мг галової кислоти на г олії, антиоксидантна активність – 73,86%, перекисне число – 4,62 мекв/кг та індекс кольору – 28,2 ум. од.

Час обробки ультразвуком має визначальний вплив на вихід олії. Так, автори у роботі [37] отримали оптимальний вихід 86,5% для екстракції олії з насіння конопель через 30 хв. При цьому значне збільшення виходу олії спостерігалось зі збільшенням часу обробки з 15 до 30 хв. Подальша обробка навпаки сприяла зменшенню виходу, що ймовірно було причиною надмірного руйнування клітинного матеріалу.

Поряд із ультразвуковою обробкою існують дослідження щодо мікрохвильової попередньої обробки перед пресуванням при добуванні конопляної олії.

У роботі [38] представлено результати, щодо обробки насіння конопель мікрохвилями різні потужності (180, 360, 540, 720 та 900 Вт) та тривалості (5 та 10 хв). Найкращий результат з точки зору виходу олії та її якості (окислювальна стабільність олії, рівень фітостеролів, фенольних кислот, токоферолів та флавоноїдів), забезпечував режим обробки при 540 Вт впродовж 5 хв. Підвищення потужності обробки призвело до зниження показника кольору та збільшення щільності, в'язкості, *n*-анізидинового числа та продуктів реакції Майяра.

Інші дослідники [39] пропонують дещо інший режим обробки: 2 хв за температури 40°C та потужності 850 Вт. Такий режим сприяв зростання виходу олії з насіння конопель та що дуже важливо збільшував індекс окиснювальної стабільності, який характеризує стійкість олії до окислення (чим вищий – тим довше олія не псується).

Дослідження впливу співвідношення розчинника гексану до ізопропанолу, потужності мікрохвиль та часу екстракції на вихід та показники якості конопляної олії [40] показали, що за оптимальних умов (гексан до ізопропанолу приблизно – 3:2, потужність мікрохвиль – 450 Вт, час екстракції 1 хв) забезпечують вихід олії до 26,34% від маси сировини, загальний вміст фенолів до 3,85 мг галової кислоти на г олії, антиоксидантну активність – 74,29%, перекисне число – 3,94 мекв/кг та індекс кольору – 58,13 ум. од.

Одним із найбільш сучасних методів добування олії, який забезпечує високий вихід та показники якості олії із насіння конопель є екстракція надкритичним діоксидом вуглецю. За даними [41], цей метод забезпечив майже повне вилучення залишкової конопляної олії з макухи після холодного пресування, причому отримана олія мала вищий вміст токоферолів у порівнянні з олією холодного пресування.

Економічний аналіз різних способів добування олії показав, що екстракція надкритичним CO₂ є найбільш економічно-вигідною технологією, за якою йдуть метод екстракції розчинниками, ультразвукова обробка та інші комплексні способи [42].

Встановлено, що екстракція надкритичним CO₂ є ефективнішою, ніж екстракція розчинниками з використанням *n*-пропану під тиском для добування олії з насіння конопель [43], так як має низьку температуру обробки, потребує нижчих витрат енергоносіїв та забезпечує отримання кінцевого продукту вищої якості без залишків розчинників у порівнянні з іншими традиційними методами.

Дослідження параметрів добування конопляної олії методом екстракції надкритичним CO₂ з етанолом дозволило встановити, що оптимальними умовами для отримання максимального виходу (30,13 г/100 г насіння) є доза етанолу – 10%, температура – 50°C, тиск – 20 МПа, тривалість обробки – 244 хв [44]. Такий режим забезпечував отримання олії із підвищеним вмістом загальних фенолів до 294,15 мг галової кислоти на кг олії, загальних токоферолів до 484,38 мг/кг та індексом окислювальної стабільності до 28,01 год, без впливу на параметри якості та профіль жирних кислот.

Використання методів екстракції надкритичною та рідкою вуглекислотою порівняно із традиційним методом екстракції розчинником *n*-гексаном [45] дозволило отримати конопляні олії із більш високим вмістом канабідіолу (від 71,51 до 113,92 мг/кг олії), поліфенолів та токоферолів. Дослідні варіанти олії були менш окисленими, ніж контроль та містили велику кількість гексаналу, що забезпечувало приємний аромат. Тобто, цей метод дозволяє отримувати олію високої якості не лише для харчових, але і для медичних цілей з бажаними хімічними та антиоксидантними властивостями.

Висновки. Підсумовуючи можна зробити висновок, що конопляна олія характеризується високою поживною та біологічною цінністю, так як має високий вміст поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів, вітамінів А та Е, токоферолів, поліфенолів, мінералів, володіє антиоксидантними властивостями, а за співвідношенням незамінних жирних кислот омега-6 до омега-3 наближається до ідеального і становить ~ 3,0:1 – 3,7:1. В той же час ця олії досить нестійка до дії температури, світла та кисню, що потребує оптимізації методів та режимів її добування із насіння конопель. З цієї точки зору перспективними є використання інтенсифікованих з пониженням впливом на довкілля методів добування олії (ультразвук, мікрохвильова обробка) та зелених технологій (ензими, екстракція надкритичним CO₂) з метою отримання високого виходу олії та збереження її біологічно-активних речовин.

Бібліографія

1. Calugar, L., Grozea, I., & Butnariu, M. (2024). Vegetable oils in maintaining health. *Journal Med Clin Nurs Stud*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.61440/JMCNS.2024.v2.53>.
2. Ogori, A. F. (2020). Source, extraction and constituents of fats and oils. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(2), 100060. <https://doi.org/10.24966/FSN-1076/100060>.
3. Botella-Martínez, C., Pérez-Álvarez, J. Á., Sayas-Barberá, E., Navarro Rodríguez de Vera, C., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2023). Healthier oils: a new scope in the development of functional meat and dairy products: a review. *Biomolecules*, 13(5), 778. <https://doi.org/10.3390/biom13050778>.
4. Falcon, W. P., Naylor, R. L., & Shankar, N. D. (2022). Rethinking global food demand for 2050. *Population and Development Review*, 48 (4), 921–957. <https://doi.org/10.1111/padr.12508>.
5. Zhou Y, Zhao W, Lai Y, Zhang B and Zhang D (2020) Edible Plant Oil: Global Status, Health Issues, and Perspectives. *Front. Plant Sci.*, 11, 1315. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01315>.
6. Oseyko, M., Sova, N., Petrachenko, D., & Mykolenko, S. (2020). Technological and chemical aspects of storage and complex processing of industrial hemp seeds. *Ukrainian Food Journal*, 9(3), 545–560. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-5>.
7. Tian, M., Bai, Y., Tian, H., & Zhao, X. (2023). The Chemical Composition and Health-Promoting Benefits of Vegetable Oils – A Review. *Molecules*, 28(17), 6393. <https://doi.org/10.3390/molecules28176393>.

-
8. Lammari, N., Louaer, O., Meniai, A. H., Fessi, H., & Elaissari, A. (2021). Plant oils: From chemical composition to encapsulated form use. *International Journal of Pharmaceutics*, 601, 120538. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120538>.
9. Rani, H., Sharma, S., & Bala, M. (2021). Technologies for extraction of oil from oilseeds and other plant sources in retrospect and prospects: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 44(11), e13851. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13851>.
10. Wen, C., Shen, M., Liu, G., Liu, X., Liang, L., Li, Y., ... & Xu, X. (2023). Edible vegetable oils from oil crops: Preparation, refining, authenticity identification and application. *Process Biochemistry*, 124, 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.11.017>.
11. Fadda, A., Sanna, D., Sakar, E. H., Gharby, S., Mulas, M., Medda, S., ... & Durazzo, A. (2022). Innovative and sustainable technologies to enhance the oxidative stability of vegetable oils. *Sustainability*, 14(2), 849. <https://doi.org/10.3390/su14020849>.
12. Gharby, S. (2022). Refining vegetable oils: Chemical and physical refining. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 6627013. <https://doi.org/10.1155/2022/6627013>.
13. Ojha, P. K., Poudel, D. K., Rokaya, A., Maharjan, S., Timsina, S., Poudel, A., Satyal, R., Satyal, P., & Setzer, W. N. (2024). Chemical Compositions and Essential Fatty Acid Analysis of Selected Vegetable Oils and Fats. *Compounds*, 4(1), 37–70. <https://doi.org/10.3390/compounds4010003>.
14. Jurić, S., Jurić, M., Siddique, M. A. B., & Fathi, M. (2022). Vegetable Oils Rich in Polyunsaturated Fatty Acids: Nanoencapsulation Methods and Stability Enhancement. *Food reviews international*, 38(1), 32–69. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1717524>.
15. Mititelu, M., Lupuliasa, D., Neacșu, S. M., Olteanu, G., Busnatu, Ș. S., Mihai, A., ... & Scafa-Udriște, A. (2024). Polyunsaturated fatty acids and human health: a key to modern nutritional balance in association with polyphenolic compounds from food sources. *Foods*, 14(1), 46. <https://doi.org/10.3390/foods14010046>.
16. Kapoor, B., Kapoor, D., Gautam, S., Singh, R., & Bhardwaj, S. (2021). Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Uses and potential health benefits. *Current nutrition reports*, 10(3), 232–242. <https://doi.org/10.1007/s13668-021-00363-3>.
17. Mariamenatu, A. H., & Abdu, E. M. (2021). Overconsumption of Omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of Omega-3 PUFAs in modern-day diets: the disturbing factor for their “balanced antagonistic metabolic functions” in the human body. *Journal of lipids*, 2021(1), 8848161. <https://doi.org/10.1155/2021/8848161>.
18. Гунько, С. М., Науменко, О. В., Гетьман, І. А., Королюк, К. Є., Лук’янчук, І. В., & Кузнецова, І. В. (2024). Використання продуктів переробки насіння конопель для виготовлення хліба. *Продовольчі ресурси*, 12(22), 50–60. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-22-06>.
19. Gunko, S., Naumenko, O., Hetman, I., Khomichak, L., Lukianchuk, I., Bilko, M., Bober, A., Zavadzka, O., Yashchuk, N., Liashenko, S. (2025). Determining the influence of enzymes and sourdough of lactic acid bacteria on the quality of wheat-hemp bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (137)), 60–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.337473>.
20. Gunko, S., Naumenko, O., Hetman, I., Bober, A., Podpriatov, H., Nasikovskiy, V., Zavhorodnii, V., Voitsekhivskiy, V. (2025). The effect type of raw material and technology of production on the quality of wheat-hemp bread. *Food Science and Technology*, 19(4), 78–87. <https://doi.org/10.15673/fst.v19i4.3300>.
21. Machado, M., Rodriguez-Alcalá, L. M., Gomes, A. M., & Pintado, M. (2023). Vegetable oils oxidation: mechanisms, consequences and protective strategies. *Food Reviews International*, 39(7), 4180–4197. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2026378>.
22. Islam, F., Imran, A., Nosheen, F., Fatima, M., Arshad, M. U., Afzaal, M., ... & Amer Ali, Y. (2023). Functional roles and novel tools for improving-oxidative stability of polyunsaturated fatty acids: A comprehensive review. *Food science & nutrition*, 11(6), 2471–2482. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3272>.
23. Senphan, T., Mungmueang, N., Sriket, C., Sriket, P., Sinthusamran, S., & Narkthewan, P. (2025). Influence of extraction methods and temperature on hemp seed oil stability: a comprehensive quality assessment. *Applied Food Research*, 5(1), 100702. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100702>.
24. Сова, Н., Луценко, М., Полегенька, М., & Чорней, К. (2021). Техніко-економічне обґрунтування технології комплексної переробки насіння промислових конопель. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (3 (9)), 103–109. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.03.15>.
-

25. Golimowski, W., Teleszko, M., Marcinkowski, D., Kmiecik, D., Grygier, A., & Kwaśnica, A. (2022). Quality of Oil Pressed from Hemp Seed Varieties: 'Earlina 8FC', 'Secuieni Jubileu' and 'Finola'. *Molecules*, 27(10), 3171. <https://doi.org/10.3390/molecules27103171>.
26. Sannino, M., Piccolella, S., Maresca, G., Siano, F., Picariello, G., Pacifico, S., & Faugno, S. (2025). Cooling-assisted cold-pressing: A sustainable approach to high-quality hemp seed oil extraction. *Future Foods*, 100714. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100714>.
27. Allay, A., Moumen, A. B., Rbah, Y., Fauconnier, M. L., Nkengurutse, J., Caid, H. S., ... & Mansouri, F. (2025). Effect of screw pressing temperature on yield, bioactive compounds, and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Journal of cannabis research*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s42238-025-00296-6>.
28. Banković Ilić, I. B., Savić, J. Ž., Avramović, J. M., Sikora, V. Š., Zlatković, V. S., Veličković, A. V., & Veljković, V. B. (2025). Industrial Hemp Oil Extraction: Techniques, Optimization, Kinetics, Thermodynamics, and Sustainability. *Separation & Purification Reviews*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/15422119.2025.2545897>.
29. Nde, D. B., & Foncha, A. C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils: A review. *Processes*, 8(2), 209. <https://doi.org/10.3390/pr8020209>.
30. Martins, G. S., Candido, R. G., Guimaraes, D. H., Triboni, E. R., Rodrigues, C. E., & Batista, F. R. (2024). Hemp seed oil: extraction conditions, characterization and density and viscosity temperature profile. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 41(4), 1061–1074. <https://doi.org/10.1007/s43153-023-00402-2>.
31. Lavenburg, V. M., Rosentrater, K. A., & Jung, S. (2021). Extraction methods of oils and phytochemicals from seeds and their environmental and economic impacts. *Processes*, 9(10), 1839. <https://doi.org/10.3390/pr9101839>.
32. Allay, A., Benkirane, C., Rbah, Y., Moumen, A. B., Taaifi, Y., Belhaj, K., ... & Mansouri, F. (2024). Combined effect of protease, hemicellulase and pectinase on the quality of hemp seed oil (*Cannabis sativa* L.) obtained by aqueous enzymatic extraction as an Eco-friendly method. *Journal of Oleo Science*, 73(7), 963–976. <https://doi.org/10.5650/jos.ess24031>.
33. Zhang, W., Yu, J., Wang, D., Han, X., Wang, T., & Yu, D. (2024). Ultrasonic-ethanol pretreatment assisted aqueous enzymatic extraction of hemp seed oil with low Δ^9 -THC. *Ultrasonics Sonochemistry*, 103, 106766. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.106766>.
34. Esposito, M., & Piazza, L. (2022). Ultrasound-assisted extraction of oil from hempseed (*Cannabis sativa* L.): Part 1. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(2), 732–739. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11404>.
35. Rezvankhah, A., Emam-Djomeh, Z., Safari, M., Askari, G., & Salami, M. (2018). Investigation on the extraction yield, quality, and thermal properties of hempseed oil during ultrasound-assisted extraction: A comparative study. *Journal of Food processing and preservation*, 42(10), e13766. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13766>.
36. Esmaeilzadeh Kenari, R., & Dehghan, B. (2020). Optimization of ultrasound-assisted solvent extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil using RSM: Evaluation of oxidative stability and physicochemical properties of oil. *Food science & nutrition*, 8(9), 4976–4986. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1796>.
37. Lin, J.Y.; Zeng, Q.X.; An, Q.I.; Zeng, Q.Z.; Jian, L.X.; Zhu, Z.W. Ultrasonic extraction of hempseed oil. *J. Food Proc. Eng.* 2010, 35, 76–90. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2010.00601.x>.
38. Sundar, S., Singh, B., & Kaur, A. (2024). Microwave roasting effects on phenolic, tocopherol, fatty acid and phytosterol profiles, physicochemical, oxidative and antioxidant properties of hemp seed oil. *Food Chemistry Advances*, 4, 100596. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100596>.
39. Xue, W., Shen, X., & Wu, L. (2024). Microwave pretreatment of hemp seeds changes the flavor and quality of hemp seed oil. *Industrial Crops and Products*, 213, 118396. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118396>.
40. Soroush, D. R., Solaimanimehr, S., Azizkhani, M., Kenari, R. E., Dehghan, B., Mohammadi, G., & Sadeghi, E. (2021). Optimization of microwave-assisted solvent extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil using RSM: evaluation of oil quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(6), 5191–5202. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01087-2>.
41. Aladić, K., S. Jokić, T. Moslavac, S. Tomas, S. Vidović, J. Vladić, and D. Šubarić. 2014. Cold Pressing and Supercritical CO₂ Extraction of Hemp (*Cannabis sativa*) Seed Oil. *Chemical and Biochemical Engineering Q* 28 (4):481–490 <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2013.1895>.

42. Devi, V., & Khanam, S. (2019). Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. *Journal of Cleaner Production*, 207, 645–657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.036>.
43. Aladić, K., Jarni, K., Barbir, T., Vidović, S., Vladić, J., Bilić, M., & Jokić, S. (2015). Supercritical CO₂ extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Industrial crops and products*, 76, 472–478. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.016>.
44. Allay, A., Benkirane, C., Ben Moumen, A., Fauconnier, M. L., Bouakline, H., Nkengurutse, J., ... & Mansouri, F. (2025). Optimizing ethanol-modified supercritical CO₂ extraction for enhanced bioactive compound recovery in hemp seed oil. *Scientific Reports*, 15(1), 8551. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91441-x>.
45. Aiello, A., Pizzolongo, F., Scognamiglio, G., Romano, A., Masi, P., & Romano, R. (2020). Effects of supercritical and liquid carbon dioxide extraction on hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *International journal of food science & technology*, 55(6), 2472–2480. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14498>.

References

1. Calugar, L., Grozea, I., & Butnariu, M. (2024). Vegetable oils in maintaining health. *Journal Med Clin Nurs Stud*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.61440/JMCNS.2024.v2.53>.
2. Ogori, A. F. (2020). Source, extraction and constituents of fats and oils. *Journal of Food Science and Nutrition*, 6(2), 100060. <https://doi.org/10.24966/FSN-1076/100060>.
3. Botella-Martínez, C., Pérez-Álvarez, J. Á., Sayas-Barberá, E., Navarro Rodríguez de Vera, C., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2023). Healthier oils: a new scope in the development of functional meat and dairy products: a review. *Biomolecules*, 13(5), 778. <https://doi.org/10.3390/biom13050778>.
4. Falcon, W. P., Naylor, R. L., & Shankar, N. D. (2022). Rethinking global food demand for 2050. *Population and Development Review*, 48(4), 921–957. <https://doi.org/10.1111/padr.12508>.
5. Zhou Y, Zhao W, Lai Y, Zhang B and Zhang D (2020) Edible Plant Oil: Global Status, Health Issues, and Perspectives. *Front. Plant Sci.*, 11, 1315. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01315>.
6. Oseyko, M., Sova, N., Petrachenko, D., & Mykolenko, S. (2020). Technological and chemical aspects of storage and complex processing of industrial hemp seeds. *Ukrainian Food Journal*, 9(3), 545–560. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-5>.
7. Tian, M., Bai, Y., Tian, H., & Zhao, X. (2023). The Chemical Composition and Health-Promoting Benefits of Vegetable Oils – A Review. *Molecules*, 28(17), 6393. <https://doi.org/10.3390/molecules28176393>.
8. Lammari, N., Louaer, O., Meniai, A. H., Fessi, H., & Elaissari, A. (2021). Plant oils: From chemical composition to encapsulated form use. *International Journal of Pharmaceutics*, 601, 120538. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120538>.
9. Rani, H., Sharma, S., & Bala, M. (2021). Technologies for extraction of oil from oilseeds and other plant sources in retrospect and prospects: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 44(11), e13851. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13851>.
10. Wen, C., Shen, M., Liu, G., Liu, X., Liang, L., Li, Y., ... & Xu, X. (2023). Edible vegetable oils from oil crops: Preparation, refining, authenticity identification and application. *Process Biochemistry*, 124, 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2022.11.017>.
11. Fadda, A., Sanna, D., Sakar, E. H., Gharby, S., Mulas, M., Medda, S., ... & Durazzo, A. (2022). Innovative and sustainable technologies to enhance the oxidative stability of vegetable oils. *Sustainability*, 14(2), 849. <https://doi.org/10.3390/su14020849>.
12. Gharby, S. (2022). Refining vegetable oils: Chemical and physical refining. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 6627013. <https://doi.org/10.1155/2022/6627013>.
13. Ojha, P. K., Poudel, D. K., Rokaya, A., Maharjan, S., Timsina, S., Poudel, A., Satyal, R., Satyal, P., & Setzer, W. N. (2024). Chemical Compositions and Essential Fatty Acid Analysis of Selected Vegetable Oils and Fats. *Compounds*, 4(1), 37–70. <https://doi.org/10.3390/compounds4010003>.
14. Jurić, S., Jurić, M., Siddique, M. A. B., & Fathi, M. (2022). Vegetable Oils Rich in Polyunsaturated Fatty Acids: Nanoencapsulation Methods and Stability Enhancement. *Food reviews international*, 38(1), 32–69. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1717524>.
15. Mititelu, M., Lupuliasa, D., Neacșu, S. M., Olteanu, G., Busnatu, Ș. S., Mihai, A., ... & Scafa-Udriște, A. (2024). Polyunsaturated fatty acids and human health: a key to modern nutritional balance in association with polyphenolic compounds from food sources. *Foods*, 14(1), 46. <https://doi.org/10.3390/foods14010046>.

16. Kapoor, B., Kapoor, D., Gautam, S., Singh, R., & Bhardwaj, S. (2021). Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Uses and potential health benefits. *Current nutrition reports*, 10(3), 232–242. <https://doi.org/10.1007/s13668-021-00363-3>.
17. Mariamenatu, A. H., & Abdu, E. M. (2021). Overconsumption of Omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of Omega-3 PUFAs in modern-day diets: the disturbing factor for their “balanced antagonistic metabolic functions” in the human body. *Journal of lipids*, 2021(1), 8848161. <https://doi.org/10.1155/2021/8848161>.
18. Gunko, S. M., Naumenko, O. V., Getman, I. A., Korolyuk, K. Ye., Luk'yanchuk, I. V., & Kuznetsova, I. V. (2024). Vykorystannya produktiv pererobky nasinnya konopel' dlya vyhotovlennya khliba. [Use of hemp seed processing products for bread making]. *Prodovol'chi resursy [Food Resources]*. 12(22), 50–60. <https://doi.org/10.31073/foodresources2024-22-06>. [in Ukrainian].
19. Gunko, S., Naumenko, O., Hetman, I., Khomichak, L., Lukianchuk, I., Bilko, M., Bober, A., Zavadzka, O., Yashchuk, N., Liashenko, S. (2025). Determining the influence of enzymes and sourdough of lactic acid bacteria on the quality of wheat-hemp bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (137)), 60–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.337473>.
20. Gunko, S., Naumenko, O., Hetman, I., Bober, A., Podpriatov, H., Nasikovskiy, V., Zavhorodnii, V., Voitsekhivskiy, V. (2025). The effect type of raw material and technology of production on the quality of wheat-hemp bread. *Food Science and Technology*, 19(4), 78–87. <https://doi.org/10.15673/fst.v19i4.3300>.
21. Machado, M., Rodriguez-Alcalá, L. M., Gomes, A. M., & Pintado, M. (2023). Vegetable oils oxidation: mechanisms, consequences and protective strategies. *Food Reviews International*, 39(7), 4180–4197. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2026378>.
22. Islam, F., Imran, A., Nosheen, F., Fatima, M., Arshad, M. U., Afzaal, M., ... & Amer Ali, Y. (2023). Functional roles and novel tools for improving-oxidative stability of polyunsaturated fatty acids: A comprehensive review. *Food science & nutrition*, 11(6), 2471–2482. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3272>.
23. Senphan, T., Mungmueang, N., Sriket, C., Sriket, P., Sinthusamran, S., & Narkthewan, P. (2025). Influence of extraction methods and temperature on hemp seed oil stability: a comprehensive quality assessment. *Applied Food Research*, 5(1), 100702. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100702>.
24. Sova, N., Lutsenko, M., Polehen'ka, M., & Chorney, K. (2021). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannya tekhnolohiyi kompleksnoyi pererobky nasinnya promyslovykh konopel'. [Feasibility study of the technology of complex processing of industrial hemp seeds]. *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. Seriya: Novi rishennya u suchasnykh tekhnolohiyakh. [Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technologies]. (3 (9)), 103–109. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.03.15>.
25. Golimowski, W., Teleszko, M., Marcinkowski, D., Kmiecik, D., Grygier, A., & Kwaśnica, A. (2022). Quality of Oil Pressed from Hemp Seed Varieties: ‘Earlina 8FC’, ‘Secuieni Jubileu’ and ‘Finola’. *Molecules*, 27(10), 3171. <https://doi.org/10.3390/molecules27103171>.
26. Sannino, M., Piccolella, S., Maresca, G., Siano, F., Picariello, G., Pacifico, S., & Faugno, S. (2025). Cooling-assisted cold-pressing: A sustainable approach to high-quality hemp seed oil extraction. *Future Foods*, 100714. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100714>.
27. Allay, A., Moumen, A. B., Rbah, Y., Fauconnier, M. L., Nkengurutse, J., Caid, H. S., ... & Mansouri, F. (2025). Effect of screw pressing temperature on yield, bioactive compounds, and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Journal of cannabis research*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s42238-025-00296-6>.
28. Banković Ilić, I. B., Savić, J. Ž., Avramović, J. M., Sikora, V. Š., Zlatković, V. S., Veličković, A. V., & Veljković, V. B. (2025). Industrial Hemp Oil Extraction: Techniques, Optimization, Kinetics, Thermodynamics, and Sustainability. *Separation & Purification Reviews*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/15422119.2025.2545897>.
29. Nde, D. B., & Foncha, A. C. (2020). Optimization methods for the extraction of vegetable oils: A review. *Processes*, 8(2), 209. <https://doi.org/10.3390/pr8020209>.
30. Martins, G. S., Candido, R. G., Guimaraes, D. H., Triboni, E. R., Rodrigues, C. E., & Batista, F. R. (2024). Hemp seed oil: extraction conditions, characterization and density and viscosity temperature profile. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 41(4), 1061–1074. <https://doi.org/10.1007/s43153-023-00402-2>.
31. Lavenburg, V. M., Rosentrater, K. A., & Jung, S. (2021). Extraction methods of oils and phytochemicals from seeds and their environmental and economic impacts. *Processes*, 9(10), 1839. <https://doi.org/10.3390/pr9101839>.

32. Allay, A., Benkirane, C., Rbah, Y., Moumen, A. B., Taaifi, Y., Belhaj, K., ... & Mansouri, F. (2024). Combined effect of protease, hemicellulase and pectinase on the quality of hemp seed oil (*Cannabis sativa* L.) obtained by aqueous enzymatic extraction as an Eco-friendly method. *Journal of Oleo Science*, 73(7), 963–976. <https://doi.org/10.5650/jos.ess24031>.
33. Zhang, W., Yu, J., Wang, D., Han, X., Wang, T., & Yu, D. (2024). Ultrasonic-ethanol pretreatment assisted aqueous enzymatic extraction of hemp seed oil with low Δ^9 -THC. *Ultrasonics Sonochemistry*, 103, 106766. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.106766>.
34. Esposito, M., & Piazza, L. (2022). Ultrasound-assisted extraction of oil from hempseed (*Cannabis sativa* L.): Part 1. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(2), 732–739. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11404>.
35. Rezvankhah, A., Emam-Djomeh, Z., Safari, M., Askari, G., & Salami, M. (2018). Investigation on the extraction yield, quality, and thermal properties of hempseed oil during ultrasound-assisted extraction: A comparative study. *Journal of Food processing and preservation*, 42(10), e13766. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13766>.
36. Esmaeilzadeh Kenari, R., & Dehghan, B. (2020). Optimization of ultrasound-assisted solvent extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil using RSM: Evaluation of oxidative stability and physicochemical properties of oil. *Food science & nutrition*, 8(9), 4976–4986. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1796>.
37. Lin, J.Y.; Zeng, Q.X.; An, Q.I.; Zeng, Q.Z.; Jian, L.X.; Zhu, Z.W. Ultrasonic extraction of hempseed oil. *J. Food Proc. Eng.* 2010, 35, 76–90. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2010.00601.x>.
38. Sundar, S., Singh, B., & Kaur, A. (2024). Microwave roasting effects on phenolic, tocopherol, fatty acid and phytosterol profiles, physiochemical, oxidative and antioxidant properties of hemp seed oil. *Food Chemistry Advances*, 4, 100596. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100596>.
39. Xue, W., Shen, X., & Wu, L. (2024). Microwave pretreatment of hemp seeds changes the flavor and quality of hemp seed oil. *Industrial Crops and Products*, 213, 118396. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118396>.
40. Soroush, D. R., Solaimanimehr, S., Azizkhani, M., Kenari, R. E., Dehghan, B., Mohammadi, G., & Sadeghi, E. (2021). Optimization of microwave-assisted solvent extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil using RSM: evaluation of oil quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(6), 5191–5202. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01087-2>.
41. Aladić, K., S. Jokić, T. Moslavac, S. Tomas, S. Vidović, J. Vladić, and D. Šubarić. 2014. Cold Pressing and Supercritical CO₂ Extraction of Hemp (*Cannabis sativa*) Seed Oil. *Chemical and Biochemical Engineering Q* 28 (4):481–490 <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2013.1895>.
42. Devi, V., & Khanam, S. (2019). Comparative study of different extraction processes for hemp (*Cannabis sativa*) seed oil considering physical, chemical and industrial-scale economic aspects. *Journal of Cleaner Production*, 207, 645–657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.036>.
43. Aladić, K., Jarni, K., Barbir, T., Vidović, S., Vladić, J., Bilić, M., & Jokić, S. (2015). Supercritical CO₂ extraction of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Industrial crops and products*, 76, 472–478. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.016>.
44. Allay, A., Benkirane, C., Ben Moumen, A., Fauconnier, M. L., Bouakline, H., Nkengurutse, J., ... & Mansouri, F. (2025). Optimizing ethanol-modified supercritical CO₂ extraction for enhanced bioactive compound recovery in hemp seed oil. *Scientific Reports*, 15(1), 8551. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91441-x>.
45. Aiello, A., Pizzolongo, F., Scognamiglio, G., Romano, A., Masi, P., & Romano, R. (2020). Effects of supercritical and liquid carbon dioxide extraction on hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *International journal of food science & technology*, 55(6), 2472–2480. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14498>.