

УДК 664.6/.7:631.53.01:633.522

doi:10.20998/2413-4295.2021.03.15

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ

Н. А. СОВА^{1*}, М. В. ЛУЦЕНКО², М. А. ПОЛЕГЕНЬКА³, К. А. ЧОРНЕЙ¹

¹ кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, УКРАЇНА

² ТОВ «Десналенд», м. Глухів, УКРАЇНА

³ кафедра економіки, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, УКРАЇНА

* e-mail: sova.natalia.89@gmail.com

АНОТАЦІЯ У різних груп населення України через розбалансоване харчування спостерігають «прихований голод», що призводить до уповільнення інтелектуального розвитку і зниження продуктивності життя, падіння виробничого потенціалу в результаті підвищення захворюваності та непрацездатності, а також до катастрофічної втрати людського потенціалу. Стаття присвячена розробці технології комплексної переробки насіння промислових конопель. Показано, що наукове обґрунтування та створення вказаної технології забезпечує виробництво харчових конопляних продуктів високої якості, а кількість відходів при їх виробництві – мінімальна. Розроблено технологічну схему комплексної переробки насіння промислових конопель, яка складається з двох основних технологічних ліній: обрушування насіння конопель, виробництва конопляної олії та сипких конопляних продуктів. Ці технологічні процеси можуть бути як послідовними, так і паралельними в залежності від потреб виробництва. У схемі передбачено як виробництво тільки конопляного ядра, або тільки олії та макухи, чи олії та сипких конопляних продуктів (борошина, «протеїну» та висівок). За розробленою технологічною схемою комплексної переробки насіння промислових конопель одержано такі готові конопляні продукти: ядро, олію, «протеїн», борошно та висівки. На вказані продукти розроблено та затверджено в 2019 році директором товариства з обмеженою відповідальністю «Десналенд» технічні умови. Готові продукти можна використовувати як самостійні харчові продукти, так і у вигляді інгредієнтів в технологіях харчових продуктів оздоровчого призначення. За результатами проведених розрахунків собівартість 1 кг конопляного ядра становить 226,49 грн, 1 кг конопляної олії – 206,65 грн, 1 саше-пакета конопляної олії – 4,13 грн, 1 кг конопляного «протеїну» – 503,78 грн, 1 кг конопляного борошна – 16,23 грн, 1 кг конопляних висівок – 39,64 грн; рівень рентабельності становить 42,1 %, період окупності – 2,1 роки. Запропонована технологія комплексної переробки насіння промислових конопель може бути рекомендована до застосування в агропромисловому секторі.

Ключові слова: технологія; насіння конопель; переробка; олія; конопляне ядро; борошно; висівки; «протеїн»; собівартість

FEASIBILITY STUDY OF TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL HEMP SEEDS COMPLEX PROCESSING

N. SOVA¹, M. LUTSENKO², M. POLEHENKA³, K. CHORNEI¹

¹ Department of storage and processing technology of agricultural products, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, UKRAINE

² Desnaland Ltd, Hlukhiv, UKRAINE

³ Department of Economics, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, UKRAINE

ABSTRACT In various groups of the population of Ukraine due to an unbalanced diet there is a "hidden hunger", which leads to a slowdown in intellectual development and reduced productivity, falling production capacity as a result of increased morbidity and disability, as well as catastrophic loss of human potential. The article is devoted to the development of technology for complex processing of industrial hemp seeds. It is shown that the scientific substantiation and creation of the specified technology provides production of food hemp products of high quality, and the amount of waste in their production is minimal. A technological scheme of industrial hemp seeds complex processing has been developed, which consists of two main technological lines: hemp seed felling, production of hemp oil and bulk hemp products. These processes can be both sequential and parallel depending on the needs of production. The scheme provides for the production of only hemp kernel, or only oil and cake, or oil and bulk hemp products (flour, "protein" and bran). According to the developed technological scheme of industrial hemp seeds complex processing, the following ready hemp products were obtained: kernel, oil, "protein", flour and bran. The technical conditions for these products were developed and approved in 2019 by the director of Desnaland Limited Liability Company. Finished products can be used as stand-alone foods and as ingredients in health food technologies. According to the results of the calculations, the cost of 1 kg of hemp kernel is 226.49 UAH, 1 kg of hemp oil is 206.65 UAH, 1 sachet of hemp oil is 4.13 UAH, 1 kg of hemp "protein" is 503.78 UAH, 1 kg of hemp flour is 16.23 UAH, 1 kg of hemp bran is 39.64 UAH; the level of profitability is 42.1 %, the payback period is 2.1 years. The proposed technology of industrial hemp seeds complex processing can be recommended for use in the agro-industrial sector.

Keywords: technology; hemp seeds; processing; oil; hemp kernel; flour; bran; "protein"; cost

Вступ

Харчування сприяє нормальному розвитку, росту, активному довголіттю та здоров'ю людини. В

Україні спостерігаються стійкі несприятливі зміни в структурі харчування населення. У зв'язку з розбалансованим харчуванням у різних груп

населення спостерігають «прихований голод», що призводить до уповільнення інтелектуального розвитку і зниження продуктивності життя, падіння виробничого потенціалу населення в результаті підвищення захворюваності та непрацездатності, а також до катастрофічної втрати людського потенціалу [1].

Відомо, що їжа – це складний комплекс речовин, кожна з яких має певну міру біологічної активності [2]. А superfood (суперфуд) – це природна сировина рослинного походження, яка відрізняється підвищеним вмістом корисних речовин для організму людини. Такі superfood або продукти їх переробки, відносять до біологічно активних добавок до їжі для здорового харчування людини. Одним із представників superfood є насіння промислових конопель, що має функціональні та оздоровчі властивості за рахунок вмісту: ненасичених жирних кислот (ω -3, 6, 9), всіх незамінних амінокислот та клітковини [3].

Коноплярство України на сучасному етапі розвитку зазнає процесів трансформації його до ринкових умов та переживає період становлення [2]. Представляє інтерес наукове обґрунтування технологічних параметрів переробки насіння промислових конопель для отримання з усіх його анатомічних частин харчових продуктів.

Таким чином, створення науково обґрунтованої технології комплексної переробки насіння промислових конопель (з мінімальною кількістю відходів), яка забезпечить виробництво харчових конопляних продуктів, – є актуальним науково-практичним завданням харчової промисловості.

Об'єктом дослідження є технологія комплексної переробки насіння промислових конопель.

Насіння конопель належить до білково-олійних культур, перспективним є отримання таких продуктів:

- ядра – продукту superfood;
- олії, співвідношення ω -6 до ω -3 поліненасичених жирних кислот якої становить 3:1÷5:1, що відповідає вимогам ВООЗ ООН для забезпечення організму людини ненасиченими жирними кислотами;
- борошна та протеїну, що містить приблизно 40 та 50 % рослинного білка відповідно;
- висівок з високим вмістом клітковини та мінеральних речовин.

Сьогодні існують розрізнені процеси виробництва харчових конопляних продуктів. Виробництво конопляної олії в Україні здійснюють переважно пресуванням з метою збереження її біологічної активності та корисних нативних властивостей. Конопляну олію одержують наступним чином. Зважене насіння конопель засипають в прес, в якому відбувається віджимання олії за допомогою шнеку. Наступною стадією після пресування насіння конопель є фільтрування конопляної олії. На деяких підприємствах цей процес здійснюють методом

седиментаційного фільтрування. Олію у кількості 20 л завантажують у рукава з фільтрувальної тканини габардин та підвішують над накопичувальними ємкостями. Час фільтрування – 24 год. Фільтрат направляють на технічні потреби, макуху в більшості випадків реалізують на корм тваринам, іноді направляють на подальшу переробку. Виробничими втратами при пресуванні і фільтруванні є налипання на робочі органи і на фільтрувальну тканину, на ємкості, в які збирають олію та відходи.

Недоліками такої технології виробництва конопляної олії є:

– нагрівання олії вище 50°C при тривалій роботі шнекових пресів, що негативно впливає на якість готового продукту;

– безпосередній контакт конопляної олії з повітрям при фільтруванні у рукавах, що збільшує ризики окиснення готового продукту;

– недосконалість пакування та малий термін зберігання готового продукту.

У процесі обрушування насіння промислових конопель відбувається очищення ядра від оболонки. Після обрушування отримують рушанку, яку просіюють на ситоповітряному сепараторі для розділення на готове ядро, січку, відходи, недоруш (недорушене та ціле насіння), яке повертають на обрушування. Слід відмітити, що коноплі – це дводольна рослина, як наслідок, при виробництві обрушеного насіння отримують не цілісне ядро, а у дві дольки ядра, крім того під час дії удару ці дольки можуть подрібнитися ще на менші частини. Недоліками даного виробництва є:

- невисокий вихід готового продукту;
- короткий термін зберігання;
- ризики утворення патогенної мікрофлори.

Сипкі конопляні продукти отримують шляхом подрібнення макухи та подальшого її розділення на фракції [3]. Недоліками виробництва конопляного борошна є іноді великий вміст жиру, а конопляного «протеїну» – малий вміст білка.

Мета роботи

На підставі вищевказаних недоліків наявних технологій отримання конопляних харчових продуктів сформульовано мету дослідження – розробка маловідходної технології комплексної переробки насіння промислових конопель. Для досягнення мети дослідження поставлено наступні задачі, а саме: розробити технологічну схему маловідходної технології комплексної переробки насіння промислових конопель, провести техніко-економічні розрахунки запропонованої технології та її дослідно-промислово апробацію.

Методи дослідження

Для дослідження обрушування насіння промислових конопель використовували розроблений

в Інституті луб'яних культур Національної академії аграрних наук України експериментальний зразок відцентрового обрушувача [4,5]. Конопляну олію отримували методом холодного пресування на шнекових пресах. Сипкі конопляні продукти виробляли шляхом подрібнення на мікрмлині макухи, отриманої після пресування насіння промислових конопель.

Собівартість одержаних конопляних продуктів розраховували способом прямого розрахунку, сумуючи усі витрати, що пов'язані з виробництвом та реалізацією продукції. Рівень рентабельності визначали як відношення чистого прибутку до повної собівартості продукції, виражене у відсотках. Період окупності визначали методом усереднення параметрів з урахуванням дисконтування.

Виклад основного матеріалу

Конопляну олію в світі видобувають переважно двома відомими способами: холодним та гарячим пресуванням. Більш цінною в біологічному відношенні є конопляна олія холодного пресування. Відомий ще один спосіб отримання конопляної олії – екстракційний. Метод холодного пресування поступається екстракційному методу виходом олії, але має перевагу – мінімізує деградацію її якості [6]. Науковці світу активно досліджують параметри та способи отримання конопляної олії [7–15].

У насінні конопель наявні такі важливі для організму людини поліненасичені жирні кислоти як ω -3 та ω -6. Тому першочерговим завданням процесу виділення олії є збереження її біологічної та поживної (харчової) цінності. Оскільки конопляна олія швидко окиснюється за високих температур, то для харчових цілей її потрібно видобувати лише методом холодного пресування, що забезпечує збереження всіх поживних речовин, жирних кислот, мікроелементів тощо. Олія холодного пресування характеризується високими смаковими та поживними якостями. Основним недоліком цього методу є обмежений термін придатності олії. Вона має здатність до швидкого окиснення, помутніння, прогіркання, в результаті чого стає непридатною до споживання.

Відома технологія отримання харчового борошна із насіння олійних культур, що включає очищення, сушіння та калібрування насіння, виділення крупної фракції, обрушування насіння й отримання ядра, віджимання з нього олії та подальше подрібнення знежиреного ядра. Недоліком даного методу є втрати харчових компонентів при обрушуванні і при виділенні жирової фракції, окиснення готового продукту в процесі його отримання та занижений вихід продукту.

Більш близькою за технічною сутністю до вищезгаданого методу є технологія (патент РФ 2199244) отримання харчового борошна насіння олійних культур при віджиманні олії до вмісту її в ядрі 18–20 %, охолодженні ядра, дробленні та

виділенні оболонки на ситовій поверхні при впливі відцентрових сил. Недоліками цього способу є складна технологія, втрати при виділенні олійної фракції, неповне використання харчових компонентів насіння, видалення оболонки насіння та разом з ними цінних грубих волокон.

Особливістю технології виробництва конопляного ядра є безвідходність, що досягається поєднанням технологічних схем його виробництва та виробництва конопляної олії. Існує технологія отримання ядра конопель (патент CN101181092A), яка включає руйнування оболонки, екранування та її відділення. Основними стадіями процесу є видалення домішок, калібрування, контроль вологості насіння конопель, руйнування оболонки за допомогою двохзубих роликів Shell; розділення ядра та оболонки на вібростатах. Недоліком даної технології є необхідність калібрування насіння перед обрушуванням, що в свою чергу збільшує енерговитрати та собівартість готового продукту.

Ринок харчових продуктів нашої країни пропонує конопляну олію холодного пресування за ціною 300–500 грн за 1 л, а 1 кг конопляного ядра коштує 500–800 грн (2021 р.). Тому за правильної організації технологічного процесу й ефективної мережі збуту рентабельність виробництва конопляної харчової продукції не викликає сумнівів.

Обговорення результатів

Комплексна переробка насіння промислових конопель складається з двох основних технологічних ліній: виробництва конопляного ядра, виробництва конопляної олії та сипких конопляних продуктів. Ці технологічні процеси можуть бути як послідовними, так і паралельними в залежності від потреб виробництва. У схемі передбачено виробництво тільки конопляного ядра, або тільки олії й макухи, чи олії та сипких конопляних продуктів.

Розроблено технологічну схему комплексної переробки насіння промислових конопель (рис. 1).

Технологічна лінія комплексної переробки насіння промислових конопель умовно поділяється на три блоки:

– обрушування насіння конопель, основними вузлами якого є пристрій для обрушування та повітряно-ситовий сепаратор;

– пресування насіння конопель, основними вузлами якого є шнековий прес та фільтрпрес;

– переробка макухи, основними вузлами якого є мікрмлини та вібраційне сито.

Технологічний процес комплексної переробки насіння промислових конопель починається з блоку обрушування. Насіння конопель зі складу завантажують в накопичувальний бункер 1, оснащений дозатором, з якого далі дозують в пристрій для обрушування 2, де під дією відцентрових сил та удару об деку відбувається відділення ядра насіння конопель від оболонки.

Рушанку із вихідного патрубку пристрою для обрушування 2 збирають в лотку на рухомій платформі 3. Далі її завантажують в накопичувальний бункер 4, оснащений дозатором. Рушанку подають в повітряно-ситовий сепаратор 5, в якому відбувається розділення рушанки на фракції: конопляне ядро, недоручене та ціле насіння, січка, відходи. Конопляне ядро подають на пакування у вакуум-

пакувальну машину. Ціле та недоручене насіння разом із січкою – на виробництво олії в накопичувальний бункер 6 над пресом 8 або тільки недоручене та ціле насіння повторно на обрушування в накопичувальний бункер 1, відходи затарюють в мішки та реалізують на потреби тваринництва або виробництво паливних пелетів чи гранул.

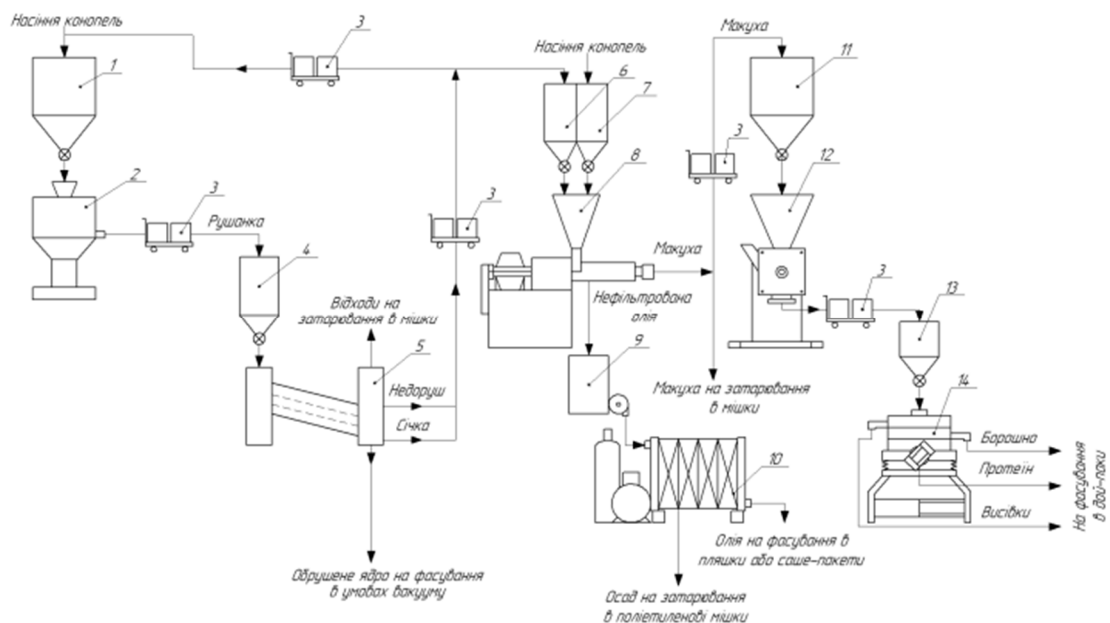


Рис. 1 – Технологічна схема комплексної переробки насіння промислових конопель: 1, 4, 6, 7, 11, 13 – накопичувальні бункери, оснащені дозаторами; 2 – пристрій для обрушування; 3 – рухома платформа з емкостями; 5 – повітряно-ситовий сепаратор; 8 – шнековий прес; 9 – ємкість з насосом; 10 – фільтрпрес; 12 – мікромлин; 14 – вібраційне сито

Другим блоком комплексної переробки насіння промислових конопель є процес його пресування. Насіння зі складу подають в накопичувальний бункер 7, з якого дозують в шнековий прес 8 подвійного віджимання, де відбувається відтискання олії. Нефільтровану олію збирають в ємкість з насосом 9, з якої її подають у фільтрпрес 10. Відфільтровану олію направляють на затарювання в пляшки або саше-пакети. Макуху збирають в ємкість на рухомій платформі 3 і направляють в накопичувальний бункер 11 над мікрмлином 12 або затарюють в мішки та реалізують на корм тваринам. Осад із фільтрпреса 10 збирають в ємкість, далі затарюють в поліетиленові мішки.

Третім блоком комплексної переробки насіння промислових конопель є виробництво сипких конопляних продуктів з макухи. З накопичувального бункера 11 макуха надходить до мікрмлину 12, де під дією удару молотків здійснюють її подрібнення. Продукти розмелу через калібрувальну решітку, зсипаються в тканинний мішок, закріплений на вихідній горловині помельної камери. Продукти розмелу у мішку на рухомій платформі направляють до накопичувального бункера 13, пересипають в

нього та дозують у вібраційне сито 14, в якому відбувається розділення суміші на сипкі конопляні продукти: «протеїн», борошно та висівки. Отримані продукти подають на пакування у дой-паки із зіп-замком.

Всі машини повинні бути оснащені магнітним захистом. Для підприємства малої потужності всі операції розвантаження та завантаження проводять вручну за допомогою рухомих платформ з емкостями. Виробники обладнання, запропонованого в технологічній схемі гарантують уловлювання пилу, достатне для того, щоб не встановлювати на підприємстві систему аспіраційного очищення повітря.

За розробленою технологічною схемою комплексної переробки насіння промислових конопель одержано такі готові конопляні продукти: ядро, олію, «протеїн», борошно та висівки. На вказані продукти розроблено та затверджено в 2019 році директором ТОВ «Десналенд» технічні умови. Готові продукти можна використовувати як самостійні харчові продукти, так і у вигляді інгредієнтів в харчових технологіях.

Для визначення конкурентоздатності розробленої технології проведено розрахунки собівартості готової продукції. Для визначення собівартості 1 кг готового продукту проводили розрахунки за 22 робочих дні календарного місяця. За результатами проведених розрахунків собівартість 1 кг конопляного ядра становить 226,49 грн, 1 кг конопляної олії – 206,65 грн, 1 саше-пакета конопляної олії – 4,13 грн, 1 кг конопляного «протеїну» – 503,78 грн, 1 кг конопляного борошна – 16,23 грн, 1 кг конопляних висівок – 39,64 грн.

Випробування технології комплексної переробки насіння промислових конопель та проведення дослідно-промислових процесів було здійснено у ТОВ «Десналенд», що підтверджує «Акт дослідно-промислових випробувань технології комплексної переробки насіння промислових конопель».

Розрахунок економічної ефективності наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Показники економічної ефективності технології комплексної переробки насіння промислових конопель

Показник	Проектний варіант
<i>Капітальні інвестиції, тис. грн.</i>	7701,27
<i>Кількість вироблених продуктів, кг:</i>	
конопляне ядро	2489,16
конопляна олія	6240,96
конопляний «протеїн»	2225,76
конопляне борошно	910,56
конопляні висівки	7183,20
<i>Кількість реалізованої продукції, кг:</i>	
конопляне ядро	2265,14
конопляна олія	5679,27
конопляний «протеїн»	2025,44
конопляне борошно	828,61
конопляні висівки	6536,71
<i>Вартість валової продукції у поточних цінах, тис. грн.</i>	4955,21
<i>в тому числі:</i> конопляне ядро	1359,08
конопляна олія	1987,74
конопляний «протеїн»	1215,26
конопляне борошно	66,29
конопляні висівки	326,84
<i>Виробничі затрати, тис. грн.</i>	3273,61
<i>в тому числі:</i> конопляне ядро	563,77
конопляна олія	1289,32
конопляний «протеїн»	1121,00
конопляне борошно	14,78
конопляні висівки	284,74
<i>Прибуток від реалізації продукції, тис. грн.</i>	1681,23
<i>Чистий прибуток, тис. грн.</i>	1378,61
<i>Рівень рентабельності виробництва</i>	42,1
<i>Період окупності, роки</i>	2,1

Одержані результати дали підстави вважати технологію комплексної переробки насіння промислових конопель придатною до застосування у харчовій промисловості. Конопляні олія, ядро, борошно, висівки та «протеїн» відповідають вимогам до харчових продуктів та інгредієнтів.

Висновки

Розроблено технологічну схему маловідходної комплексної переробки насіння промислових конопель, основними елементами якої є обладнання для обрушування і пресування насіння, розмелювання макухи та просіювання продуктів розмелу. Розраховано собівартість готової продукції, рівень рентабельності становить 42,1 %, період окупності – 2,1 роки. Проведено дослідно-промислово апробацію запропонованої технології на підприємстві «Десналенд» м. Глухів Сумської обл. Запропонована технологія комплексної переробки насіння промислових конопель може бути рекомендована до застосування в агропромисловому секторі.

Список літератури

- Голікова К. П. Огляд та аналіз структури споживання продуктів харчування в Україні. *Інвестиції: Практика та досвід*. 2014. № 24. С. 140–144.
- Сова Н. А., Луценко М. В., Єніна Н. Ю., Васараб-Кожушна Л. Д. Насіння ненаркотичних конопель – перспективна біологічно активна сировина для харчової промисловості. *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 9 (217). С. 16–19.
- Сова Н. А., Луценко М. В., Єфімов В. Г., Кургалін С. М. Характеристика сипких конопляних продуктів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. 2018. № 45 (1321). С. 207–213. doi:10.20998/2413-4295.2018.45.29.
- Коропченко С. П., Петраченко Д. О. Пат. 122649, Україна. *Пристрій для обрушування насіння конопель*. 2018.
- Петраченко Д. О., Коропченко С. П. Дослідження конструкції механізму для обрушування насіння промислових конопель. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: *технічні науки*. 2019. № 30 (69). С. 167–171.
- Morar M. V., Dragan K., Bele C., Matea C., Tarta I., Suharovschi R., Semeniuc C. Researches regarding the processing of the hemp seed by cold pressing. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*. 2010. Vol. 67 (2). P. 284–290.
- Aladić K., Jokić S., Moslavac T. Cold Pressing and Supercritical CO₂ Extraction of Hemp (*Cannabis sativa*) Seed Oil. *Chemistry Biochem. Eng. Q*. 2014. Vol. 28 (4). P. 481–490. doi: 10.15255 / CABEQ.2013.1895.
- Da Porto C., Decorti D., Tubaro F. Fatty acids composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis Sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*. 2011. Vol. 36. P. 401–404. doi: 10.1016 / j.indcrop.2011.09.015.
- Mona M. J., Hartsel J. A., Waterbury G. Pat. 9340475B2, USA. *Process for generating hemp oil with a high cannabidiol (cbd) content*. 2016.

10. Ross F. M., Rosenthal E. Pat. 2016/135621AL, France. *Method for conducting concentrated cannabis oil to be stable, emulsifiable and flavoured for use in hot beverages and resulting powdered cannabis oil*. 2016.
11. Therapeutics C. Pat. 2016/123475AL, France. Method for preparation of cannabis oil extracts and compositions. 2015.
12. Crimaldi M., Faugno, S., Sannino, M., Ardito, L. Optimization of Hemp Seeds (Cannabis Sativa L.) Oil Mechanical Extraction. *Chemical Engineering Transactions*. 2017. Vol. 58. pp. 373–378. doi: 10.3303/CET1758063.
13. Sova N., Lutsenko M., Korchmaryova A., Andrusyevych K. Research of Physical and Chemical Parameters of Oil Obtained from Organic and Conversion Hemp Seeds Varieties «Hliana». *Ukrainian Food Journal*. 2018. Vol. 7 (2). P. 244–252. doi:10.24263/2304-974X-2018-7-2-7.
14. Subratti A., Loreale J., Lalgee, Nigel K., Jalsa. Liquified dimethyl ether (DME): A green solvent for the extraction of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2019. Vol. 12. pp. 1–6. doi: 10.1016/j.scp.2019.100144.
15. Esmaeilzadeh Kenari R., Dehghan B. 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*. 2020. Vol. 8 (9). pp. 4976–4986. doi: 10.1002/fsn3.1796.
5. Petrachenko D. O., Koropchenko S. P. Doslidzhennya konstrukciyi mexanizmu dlya obrushuvannya nasinnya promy'slovy'x konopel' [Research of a design of the mechanism for falling of seeds of industrial hemp]. *Scientific notes of TNU named after VI Vernadsky. Series: technical sciences*, 2019, 30 (69), pp. 167–171.
6. Morar M. V., Dragan K., Bele C., Matea C., Tarta I., Suharovschi R., Semeniac C. Researches regarding the processing of the hemp seed by cold pressing. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, 2010, Vol. 67 (2), pp. 284–290.
7. Aladić K., Jokić S., Moslavac T. Cold Pressing and Supercritical CO₂ Extraction of Hemp (Cannabis sativa) Seed Oil. *Chemistry Biochem. Eng. Q*, 2014, Vol. 28 (4), pp. 481–490, doi: 10.15255 / CABEQ.2013.1895.
8. Da Porto C., Decorti D., Tubaro F. Fatty acids composition and oxidation stability of hemp (Cannabis Sativa L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*, 2011, Vol. 36, pp. 401–404, doi: 10.1016/j.indcrop.2011.09.015.
9. Mona M. J., Hartsel J. A., Waterbury G. Pat. 9340475B2, USA. *Process for generating hemp oil with a high cannabidiol (cbd) content*, 2016.
10. Ross F. M., Rosenthal E. Pat. 2016/135621AL, France. *Method for conducting concentrated cannabis oil to be stable, emulsifiable and flavoured for use in hot beverages and resulting powdered cannabis oil*, 2016.
11. Therapeutics C. Pat. 2016/123475AL, France. *Method for preparation of cannabis oil extracts and compositions*, 2015.
12. Crimaldi M., Faugno, S., Sannino, M., Ardito, L. Optimization of Hemp Seeds (Cannabis Sativa L.) Oil Mechanical Extraction. *Chemical Engineering Transactions*, 2017, Vol. 58, pp. 373–378, doi: 10.3303/CET1758063.
13. Sova N., Lutsenko M., Korchmaryova A., Andrusyevych K. Research of Physical and Chemical Parameters of Oil Obtained from Organic and Conversion Hemp Seeds Varieties «Hliana». *Ukrainian Food Journal*, 2018, Vol. 7 (2), pp. 244–252, doi: 10.24263/2304-974X-2018-7-2-7.
14. Subratti A., Loreale J., Lalgee, Nigel K., Jalsa. Liquified dimethyl ether (DME): A green solvent for the extraction of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2019, Vol. 12, pp. 1–6. DOI: 10.1016/j.scp.2019.100144.
15. Esmaeilzadeh Kenari R., Dehghan B. 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*, 2020, Vol. 8 (9), pp. 4976–4986, doi: 10.1002/fsn3.1796.

References (transliterated)

1. Golikova K. P. Oglyad ta analiz struktury` spozhy`vannya produktiv xarchuvannya v Ukraini [Review and analysis of the structure of food consumption in Ukraine]. *Investments: Practice and experience*, 2014, no. 24, pp. 140–144.
2. Sova N. A., Lucenko M. V., Yenina N. Yu., Vasarab-Kozhushna L. D. Nasinnya nenarkoty`chny`x konopel' – perspekty`vna biologichno akty`vna sy`rovyn`a dlya xarchovoyi promy'slovosti [Non-narcotic cannabis seeds are promising biologically active raw materials for the food industry]. *Grain storage and processing*, 2017, no. 39 (217), pp. 16–19.
3. Sova N. A., Lucenko M. V., Yefimov V. G., Kurgalin S. M. Karaktery`sty`ka sy`pky`x konoplyany`x produktiv [Characteristics of loose hemp products]. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*, 2018, no. 45 (1321), pp. 207–213, doi:10.20998/2413-4295.2018.45.29.
4. Koropchenko S. P., Petrachenko D. O. Pat. 122649, Ukraine. *Pry`strij dlya obrushuvannya nasinnya konopel'* [Device for collapsing hemp seeds], 2018.
5. Petrachenko D. O., Koropchenko S. P. Doslidzhennya konstrukciyi mexanizmu dlya obrushuvannya nasinnya promy'slovy'x konopel' [Research of a design of the mechanism for falling of seeds of industrial hemp]. *Scientific notes of TNU named after VI Vernadsky. Series: technical sciences*, 2019, 30 (69), pp. 167–171.
6. Morar M. V., Dragan K., Bele C., Matea C., Tarta I., Suharovschi R., Semeniac C. Researches regarding the processing of the hemp seed by cold pressing. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*, 2010, Vol. 67 (2), pp. 284–290.
7. Aladić K., Jokić S., Moslavac T. Cold Pressing and Supercritical CO₂ Extraction of Hemp (Cannabis sativa) Seed Oil. *Chemistry Biochem. Eng. Q*, 2014, Vol. 28 (4), pp. 481–490, doi: 10.15255 / CABEQ.2013.1895.
8. Da Porto C., Decorti D., Tubaro F. Fatty acids composition and oxidation stability of hemp (Cannabis Sativa L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*, 2011, Vol. 36, pp. 401–404, doi: 10.1016/j.indcrop.2011.09.015.
9. Mona M. J., Hartsel J. A., Waterbury G. Pat. 9340475B2, USA. *Process for generating hemp oil with a high cannabidiol (cbd) content*, 2016.
10. Ross F. M., Rosenthal E. Pat. 2016/135621AL, France. *Method for conducting concentrated cannabis oil to be stable, emulsifiable and flavoured for use in hot beverages and resulting powdered cannabis oil*, 2016.
11. Therapeutics C. Pat. 2016/123475AL, France. *Method for preparation of cannabis oil extracts and compositions*, 2015.
12. Crimaldi M., Faugno, S., Sannino, M., Ardito, L. Optimization of Hemp Seeds (Cannabis Sativa L.) Oil Mechanical Extraction. *Chemical Engineering Transactions*, 2017, Vol. 58, pp. 373–378, doi: 10.3303/CET1758063.
13. Sova N., Lutsenko M., Korchmaryova A., Andrusyevych K. Research of Physical and Chemical Parameters of Oil Obtained from Organic and Conversion Hemp Seeds Varieties «Hliana». *Ukrainian Food Journal*, 2018, Vol. 7 (2), pp. 244–252, doi: 10.24263/2304-974X-2018-7-2-7.
14. Subratti A., Loreale J., Lalgee, Nigel K., Jalsa. Liquified dimethyl ether (DME): A green solvent for the extraction of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2019, Vol. 12, pp. 1–6. DOI: 10.1016/j.scp.2019.100144.
15. Esmaeilzadeh Kenari R., Dehghan B. 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*, 2020, Vol. 8 (9), pp. 4976–4986, doi: 10.1002/fsn3.1796.

Відомості про авторів (About the authors)

Сова Наталія Анатоліївна – кандидат технічних наук, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0003-4750-2473; e-mail: sova.n.a@dsau.dp.ua.

Sova Nataliia – Candidate of Technical Science (Ph. D.), Dnipro State Agrarian and Economic University, Associate Professor of Department of storage and processing technology of agricultural products; Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0003-4750-2473; e-mail: sova.n.a@dsau.dp.ua.

Луценко Марина Василівна – кандидат технічних наук, доцент, ТОВ «Десналенд», інженер-технолог; м. Глухів, Україна; ORCID: 0000-0002-0924-5157; e-mail: maryna.lutsenko11@gmail.com.

Lutsenko Maryna – Candidate of Technical Science (Ph. D.), Associate Professor, Desnaland Ltd, engineer-technologist; Hlukhiv, Ukraine; ORCID: 0000-0002-0924-5157; e-mail: maryna.lutsenko11@gmail.com.

Полегенька Марина Анатоліївна – кандидат економічних наук, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, старший викладач кафедри економіки, м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0001-5866-668X; e-mail: polehenka.m.a@dsau.dp.ua.

Polehenka Maryna – Candidate of Economics Sciences, Dnipro State Agrarian and Economic University, senior lecturer of Department of Economics; Dnipro, Ukraine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5866-668X>; e-mail: polehenka.m.a@dsau.dp.ua.

Чорней Крістіна Анатоліївна – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, асистент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0800-6071>; e-mail: summer90821@gmail.com.

Chornei Kristina – Dnipro State Agrarian and Economic University, Assistant of Department of storage and processing technology of agricultural products; Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0003-0800-6071; e-mail: summer90821@gmail.com.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Сова Н. А., Луценко М. В., Полегенька М. А., Чорней К. А. Техніко-економічне обґрунтування технології комплексної переробки насіння промислових конопель. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2021. № 3 (9). С. 103-109. doi:10.20998/2413-4295.2021.03.15.

Please cite this article as:

Sova N., Lutsenko M., Polehenka M., Chornei K. Feasibility study of technology of industrial hemp seeds complex processing. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2021, no. 3 (9), pp. 103-109, doi:10.20998/2413-4295.2021.03.15.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Сова Н. А., Луценко М. В., Полегенька М. А., Чорней К. А. Технико-экономическое обоснование технологии комплексной переработки семян промышленной конопли. *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*. Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2021. № 3 (9). С. 103-109. doi:10.20998/2413-4295.2021.03.15.

АННОТАЦІЯ У різних груп населення України из-за разбалансированного питания наблюдают «скрытый голод», что приводит к замедлению интеллектуального развития и снижению производительности жизни, падению производственного потенциала населения в результате повышения заболеваемости и нетрудоспособности, а также к катастрофической потере человеческого потенциала. Статья посвящена разработке технологии комплексной переработки семян промышленной конопли. Показано, что научное обоснование и создание указанной технологии обеспечивает производство пищевых конопляных продуктов высокого качества, а количество отходов при их производстве – минимальное. Разработана технологическая схема комплексной переработки семян промышленной конопли, которая состоит из двух основных технологических линий: обрушивания семян конопли, производства конопляного масла и сыпучих конопляных продуктов. Эти технологические процессы могут быть как последовательными, так и параллельными в зависимости от потребностей производства. В схеме предусмотрено как производство только конопляного ядра, или только масла и жмыха, или масла и сыпучих конопляных продуктов (муки, «протеина» и отрубей). По разработанной технологической схеме комплексной переработки семян промышленной конопли получены следующие готовые конопляные продукты: ядро, масло, «протеин», мука, отруби. На указанные продукты разработаны и утверждены в 2019 году директором общества с ограниченной ответственностью «Десналенд» технические условия. Готовые продукты можно использовать как самостоятельные продукты питания, так и в виде ингредиентов в технологиях пищевых продуктов оздоровительного назначения. По результатам проведенных расчетов себестоимость 1 кг конопляного ядра составляет 226,49 грн, 1 кг конопляного масла – 206,65 грн, 1 саше-пакета конопляного масла – 4,13 грн, 1 кг конопляного «протеина» – 503,78 грн, 1 кг конопляной муки – 16,23 грн, 1 кг конопляных отрубей – 39,64 грн; уровень рентабельности составляет 42,1 %, период окупаемости – 2,1 года. Представленная технология комплексной переработки семян промышленной конопли может быть рекомендована к применению в агропромышленном секторе.

Ключевые слова: технология; семена конопли; переработка; масло; конопляное ядро; мука; отруби; «протеин»; себестоимость

Надійшла (received) 09.06.2021