

## ТЕХНОЛОГІЯ ОБРУШЕННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ ДЛЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ

Петраченко Д. О., Мохер Ю. В., Коропченко С. П.

### ВСТУП

У сучасному світі зростає популярність здорового харчування, у якому продукти з насіння конопель займають значну частку даного сегменту ринку. Вони містять корисні мікроелементи, амінокислоти та вітаміни, необхідні для нормального функціонування організму<sup>1,2</sup>. Вживання конопляних продуктів сприяє підвищенню якості життя та запобігає ряду захворювань<sup>3,4</sup>.

Підвищений попит на продукти з насіння промислових конопель обумовлений їх високими поживними властивостями, оптимальним поєднанням основних компонентів. На відміну від інших джерел рослинного білка, конопляне насіння містить всі незамінні амінокислоти, які не можуть бути синтезовані організмом. Сам же білок легко засвоюється та має високу біологічну цінність. Крім того, насіння промислових конопель багате на ненасичені жирні кислоти, такі як омега-3 та омега-6, які відіграють важливу роль у підтримці здоров'я серця, головного мозку та імунної системи<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Rupasinghe H., Davis A., Kumar S., Murray B., Zheljzakov V., Industrial hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for valueadded functional food ingredients and nutraceuticals. *Molecules*. 2020, № 25. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25184078>

<sup>2</sup> Роль Н. В., Надточій В. М., Цебро А. Д., Вовкогон А. Г., Мерзлова Г. В., Калініна Г. П., Гребельник О. П. Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2021. № 1. С. 152–158. DOI: 10.33245/2310-9289-2021-164-1-152-158

<sup>3</sup> Iftikhar A., Zafar U., Ahmed W., Shabbir M., Sameen A., Sahar A., Bhat Z., Kowalczewski P., Jarzelski M., Aadir R., Applications of *Cannabis sativa* L. in food and its therapeutic potential: from a prohibited drug to a nutritional supplement. *Molecules*. 2021, № 26. <https://doi.org/10.3390/molecules26247699>

<sup>4</sup> Adanur Uzunlar E., Kahveci B., Nutritional properties and health effects of hemp seeds. *Research and Reviews on Healthcare: Open Access Journal*. 2022. <https://doi.org/10.32474/rrhoaj.2022.07.000258>.

<sup>5</sup> Верецагін І. В., Кандиба Н. М. Насіння конопель (*Cannabis sativa* L.) як джерело незамінних харчових компонентів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*. 2020. № 2 (40). С. 3–13. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2020.2.1>

Насіння промислових конопель містить значну кількість клітковини, яка покращує травлення та сприяє нормальному функціонуванню кишечника. Додавання до харчових продуктів конопляного насіння, збагаченого вітамінами групи В, антиоксидантами, такими як вітамін Е, та мінералами, зокрема, залізом, кальцієм, магнієм, фосфором та калієм, поліпшує їх споживчі властивості<sup>6</sup>. Враховуючи ці фактори, харчові продукти з конопляного насіння можуть знову увійти до традиційного збалансованого раціону харчування.

Зростання популярності конопляного насіння, як сировини для харчової промисловості, активізує потужний потенціал промислових конопель для виконання стратегічних завдань сталого розвитку<sup>7</sup>. Їх вирощування порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами вирізняється мінімальним негативним впливом на довкілля, оскільки вони не потребують значних витрат пестицидів, а переробка насіння є фактично безвідходною. Це робить їх екологічно сталою альтернативою для виробництва харчових продуктів.

Насіння промислових конопель маже використовуватись у різноманітних харчових продуктах, таких як молочні та м'ясні замітники, хлібобулочні вироби, напої, олія, борошно та снеки<sup>8,9</sup>. Це урізноманітнює перелік продуктів на ринку та задовольняє різнопланові вподобання споживачів. Враховуючи глобальні тенденції до здорового харчування та сталого розвитку, у перспективі можна очікувати подальшого росту популярності та попиту на харчові продукти з конопляного насіння.

## 1. Сучасний ринок харчових конопляних продуктів

Сучасний ринок харчових конопляних продуктів характеризується розмаїттям і широким асортиментом, які дозволяють споживачам

---

<sup>6</sup> Struk O., Grytsky A., Mikitin M., Obodianskyi M., Stasiv T., Svirska S.. Research of biologically active substances of hemp seeds, hemp seed oil and hemp pomace. *Science Rise: Pharmaceutical Science*. 2022. № 5 (39). P. 46–54. DOI: <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2022.241249>

<sup>7</sup> Мохер Ю. В., Жуплатова Л. М., Дудукова С. В. Промислові коноплі для цілей сталого розвитку. *Луб'яні та технічні культури*. Вип. 8. С. 66–75. DOI: 10.48096/btc.2020.8 (13).66-75

<sup>8</sup> Montero L., Ballesteros-Vivas D., Gonzalez-Barrios A., Sánchez-Camargo A. Hemp seeds: nutritional value, associated bioactivities and the potential food applications in the Colombian context. *Nutrition and Food Science Technology*. 2023. DOI: 10.3389/fnut.2022.1039180

<sup>9</sup> Резвих Н. І., Горач О. О. Насіння ненаркотичних конопель – сировина для харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. №. 3. С. 79–86.

отримувати корисне та збалансоване харчування. Відповідно до зростаючого попиту на здорову їжу, ринок харчових конопляних продуктів продовжує розвиватися і наукові дослідження активно відображають цей процес<sup>10</sup>.

Одним з ключових аспектів розвитку ринку харчових конопляних продуктів є збільшення обсягів наукових досліджень, спрямованих на вивчення харчової цінності, технологій виробництва та можливостей застосування конопляних продуктів у різних сферах харчування. Дослідники по всьому світу активно вивчають функціональні властивості конопляних продуктів та їх вплив на здоров'я людини, зокрема з точки зору профілактики хронічних захворювань, підвищення імунітету та поліпшення якості життя.

На внутрішньому ринку продукції, отриманої з насіння промислових конопель можна виділити три категорії конопляних продуктів (табл. 1).

Таблиця 1

#### Категорії продукції з насіння конопель

№ з/п	Назва категорії	Характеристика
1	Сировинне насіння коноплі	Насіння конопель в натуральному вигляді
2	Первинна переробка насіння	Готові до вживання харчові продукти первинної переробки насіння (олія, обрушене насіння, макуха)
3	Продукти з конопель та їх похідні	Продукція на основі насіння чи готових харчових продуктів з конопель, різноманітні страви, напої, салати, солодощі, випічка тощо.

До першої категорії відноситься натуральне конопляне насіння, яке користується попитом на споживчому ринку завдяки своїй доступності. Цей вид продукції займає найменший відсоток на ринку конопляних виробів. Натуральне конопляне насіння використовують безпосередньо в харчуванні, для приготування різних напоїв, конопляного молока, страв та випічки. Основним недоліком цього продукту є наявність неїстівної оболонки на насінні, яка погіршує смакові якості. Друга категорія включає готові харчові продукти, отримані в результаті переробки насіння (олію, обрушене насіння) та

<sup>10</sup> Cerino P., Buonerba C., CannazzaG., D'Auria J., Ottoni E., Fulgione A., DiStasio A., Pierri B., Gallo A. A review of hemp as food and nutritional supplement. *Cannabis and Cannabinoid Research*. 2021. P. 19–27, DOI:10.1089/can.2020.0001.

побічну продукцію – макуху. Ці продукти є найкращим варіантом для споживачів через зручність та готовність до вживання. Третя категорія охоплює продукцію вторинної переробки конопляного насіння або готові харчові конопляні продукти – різні харчові добавки, хлібо-булочні вироби, десерти та напої<sup>11, 12, 13</sup>.

Насіння конопель як харчовий продукт може вживатися у сирому або обсмаженому вигляді. Обсмаження насіння надає йому ароматний смак та хрусткість. Насіння конопель активно використовують як інгредієнт у виробництві хлібобулочних виробів, мюслі, салатах та снеках, де воно доповнює смакові якості та підвищує харчову цінність кінцевого продукту. У багатьох традиційних стравах соняшникове і гарбузове насіння замінюється конопляним, що розширює кулінарні смаки та вносить різноманітність у дієту.

Конопляне насіння використовується для виготовлення функціональних харчових продуктів, які сприяють здоровому харчуванню, покращують обмін речовин та підтримують імунітет. Це, насамперед, спортивні добавки, вітамінно-мінеральні комплекси, пробіотики та ін. Завдяки своїм харчовим характеристикам, насіння конопель займає важливе місце в харчуванні людей, оскільки містить значну кількість білків, жирів, вітамінів та мінералів. Ціле насіння також багате на дієтичні волокна, які нормалізують травлення та підтримують серцево-судинну систему.

При використанні насіння конопель у харчуванні важливо врахувати наявність твердої оболонки, яка може створювати дискомфорт під час споживання. Цей недолік усунуто в обрубленому насінні.

Обрублене насіння конопель – це відділене від зовнішньої оболонки ядро – зручніший для споживання та засвоєння організмом людини продукт. Переваги обрубленого насіння конопель – висока харчова цінність та зручність використання. Воно містить значну кількість білків, зокрема, всі дев'ять незамінних амінокислот, що робить його відмінним джерелом повноцінного рослинного білка. Обрублене насіння конопель також багате на ненасичені жирні кислоти (омега-3 та омега-6), які відіграють важливу роль у підтримці серцево-судинної системи та нормалізації холестерину в крові. Крім

---

<sup>11</sup> Магазин товарів фермерського господарства «Екосвіт». URL: <http://fg-ekosvit.zakupka.com/> (дата звернення: 27.04.2023).

<sup>12</sup> Магазин товарів «Десналенд». URL: <https://desna-shop.com/ru/> (дата звернення: 27.04.2023).

<sup>13</sup> Примаков О. А., Петраченко Д. О. Харчі з конопель. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 7.

того, воно містить вітаміни групи В, антиоксиданти, мінерали, такі як магній, фосфор, калій та залізо, а також дієтичні волокна<sup>14</sup>.

Обрушене насіння конопель придатне для вживання в необробленому вигляді. Воно має приємні смакові якості з тонким горіховим присмаком та широко використовується в харчовій промисловості, зокрема, у виробництві мюслі, хлібобулочних виробів, салатів, сніків та солодоців. Додається до йогуртів, смузі, овочевих салатів або інших страв для підвищення їх поживної цінності та смакових якостей. Завдяки своїм харчовим властивостям та зручності вживання, обрушене насіння конопель стає популярним серед різних груп споживачів. Насиченість ринку обрушеним насінням конопель стимулює розширення асортименту харчових продуктів і технологій виробництва та забезпечує споживачів корисним та збалансованим харчуванням.

Конопляна олія виготовляється пресуванням насіння конопель без його попередньої обробки, що дозволяє максимально зберегти корисні речовини та біологічно активні компоненти. Вона відрізняється від інших видів рослинних олій своїм хімічним складом та унікальними харчовими характеристиками. Конопляна олія багата на незамінні жирні кислоти (омега-3 та омега-6), які забезпечують нормальне функціонування серцево-судинної, нервової системи та покращують стан шкіри. В ній наявні вітаміни групи В, вітамін Е та мінерали, які сприяють загальному зміцненню організму та забезпечують антиоксидантний ефект. У конопляній олії низький вміст насичених жирних кислот, що корисно при профілактиці серцево-судинних захворювань<sup>15, 16</sup>.

Завдяки своїм поживним властивостям конопляна олія холодного пресування знаходить використання в багатьох напрямках. У кулінарії для заправки салатів, овочевих страв, соусів та маринадів. Її можна додавати до різноманітних продуктів, граноли та інших холодних страв. Конопляна олія має високу харчову цінність та оптимальне

---

<sup>14</sup> Alonso-Esteban J., Pinela J., Ćirić A., Calhella R., Soković M., Ferreira I., Barros L., Torija-Isasa E., Cortes Sánchez-Mata M. Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry*. 2022. № 374. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131754>.

<sup>15</sup> Porto C., Decorti D., Tubaro F. Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*. 2012. № 36. P. 401–404. DOI.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.015.

<sup>16</sup> Leizer C., Ribnicky D., Poulev A., Dushenkov V., Raskin I. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*. 2000. № 2. P. 35–53. DOI.org/10.1300/J133v02n04\_04.

співвідношення ненасичених жирних кислот, тому її включають у різноманітні дієтичні програми та системи харчування, спрямовані на підтримку здоров'я організму.

Зволожуючі та зміцнюючі властивості конопляної олії використовуються в косметології при виробництві мила, кремів, бальзамів та інших косметичних засобів. Її також застосовують як масажне масло або додають до ванни.

Конопляне молоко – це традиційний рослинний напій, який виготовляється з цільного або обрубленого насіння конопель, води та додавання інших інгредієнтів (ваніль, солодоші). Конопляне молоко слугує альтернативою коров'ячому молоку для вегетаріанців, веганів або осіб з непереносимістю лактози. Завдяки своїм харчовим характеристикам, воно стає все більш популярним серед споживачів, особливо серед тих, хто стежить за своїм здоров'ям та прагне дотримуватись збалансованого харчування<sup>17, 18</sup>.

Конопляна макуха є побічним продуктом від виробництва олії та сировиною багатою на білки, клітковину і мінеральні речовини, що відрізняється від насіння вищими поживними та енергетичними характеристиками<sup>19, 20</sup>. Наприклад, насінневі білки перетворюються у макусі на спеціальну групу корисних амінокислот. Вона служить джерелом протеїну, каротину, фітостеролів, фосфоліпідів, калію, цинку, сірки, магнію та клітковини. За результатами власних досліджень, конопляна макуха, отримана в результаті холодного віджиму олії, містить 21,16 % протеїнів, 11,57 % жирів, 6,68 % клітковини та 25,17 % безазотисті екстрактивні речовини.

Конопляну макуху застосовують у дієтичному харчуванні, у кормовиробництві<sup>21</sup> та для виробництва твердого біопалива. З огляду

---

<sup>17</sup> Are there health benefits to drinking hemp milk. URL: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-hemp-milk> (дата звернення: 01.05.2023).

<sup>18</sup> Bryan Lisa. How to make hemp milk. URL: <https://downshiftology.com/recipes/hemp-milk/> (дата звернення: 01.05.2023).

<sup>19</sup> Nasrollahzadeh F., Roman L., Swaraj V., Ragavan K, Vidal N., Dutcher J., Martinez M., Hemp (*Cannabis sativa* L.) protein concentrates from wet and dry industrial fractionation: Molecular properties, nutritional composition, and anisotropic structuring. *Food Hydrocolloids*. 2022. № 131. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107755>.

<sup>20</sup> Szumny A., Żołnierczyk A. By products of hemp from a nutritional point of view: new perspectives and opportunities. *Current Applications, Approaches, and Potential Perspectives for Hemp* / García-Tejero I., Durán-Zuazo V., Academic Press. 2023. P. 493–518. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89867-6.00013-5>.

<sup>21</sup> Hessle A., Eriksson M., Nadeau E., Turner T., Johansson B. Cold-pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle. *Acta agriculturae scandinavica*,

на корисний потенціал макухи, її економічно доцільніше переробляти на такі продукти як висівки, борошно та протеїн. Конопляна макуха має певні застороги щодо використання: зберігати у сухих місцях через високу гігроскопічність; оптимальна вологість становить 10,0–12,0 %, що запобігає псуванню продукту через гіркість; окиснення олій може призвести до псування продукту під час тривалого зберігання.

Технологія виготовлення сипких конопляних продуктів (висівки, протеїн, борошно) базується на тонкому механічному подрібненні конопляної макухи з виділенням часток різного розміру, форми та щільності<sup>22</sup>. Отримана сипка суміш складається з подрібненого та частково знежиреного ядра (джерела протеїну) та подрібненого лушпиння (джерела клітковини). За цими складовими подрібнена макуха розділяється на дві фракції: білкову фракцію ядра та лушпинну фракцію клітковини. Подрібнену макуху просіюють на решетах різних розмірів та виділяють три готові продукти: висівки, борошно, протеїн. Висівки – частки розміром більше 0,3 мм, борошно – частки розміром від 0,02 до 0,3 мм, протеїн – частки розміром менше 0,02 мм.

Конопляне борошно – це темно-зелений з коричневими відтінками продукт, який має приємний горіховий смак та високу біологічну та харчову цінність. Енергетична цінність борошна становить 290 ккал на 100 грам. Воно містить близько 38 % білків зі збалансованим амінокислотним складом, таким як лізин, триптофан, лейцин та фенілаланін. Людський організм може засвоїти від 90,8 % до 97,5 % білка, що міститься в борошні. Конопляне борошно також містить 10,4 % харчових волокон, 7,9–10,2 % жирів, вітаміни групи В (В1, В2, В3, В6), вітамін Е та мінеральні речовини (фосфор, кальцій та магній). Дослідження показують, що конопляне борошно може замінити частину пшеничного борошна у випічці, такий як хліб, печиво, крекери та мафіни. Воно також рекомендоване для виготовлення нових видів макаронних виробів. Заміна 10 % яловичини на конопляне борошно

---

*section A – animal science*. 2008. № 58. Р. 136–145. DOI:10.1080/09064700802452192

<sup>22</sup> 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.

під час виробництва напівфабрикатів сприяє збільшенню біологічної цінності продукту, зберігаючи його споживчі характеристики<sup>23, 24, 25</sup>.

Конопляні висівки – крупнозернистий продукт темно-зеленого відтінку з приємним смаком та ароматом, що містить 65 % клітковини. Його цінність визначається наявністю білків, жирів, мінералів, вітамінів, фосфатидів та біоактивних жирних кислот. Основною перевагою є високий вміст дефіцитних грубих волокон. На відміну від висівок інших культур, конопляні висівки багаті залізом, магнієм, цинком, фосфором та вітаміном В6. Їх споживання сприяє зниженню ваги і рівня цукру в крові та відновленню обміну речовин<sup>26</sup>.

Конопляний протеїн використовується як харчова добавка до щоденного меню<sup>27</sup>. Завдяки своїм характеристикам та текстурі, він служить унікальним джерелом рослинного білка. У зв'язку зі зростаючим попитом на здорову їжу конопляний протеїн має потенціал зайняти свою спеціальну нішу на ринку<sup>28, 29</sup>.

Конопляні снеки – це невеликі порції їжі, які зазвичай споживаються між основними прийомами їжі, щоб задовольнити голод. Снеки виготовляються з різних продуктів та мають різний смак, форму і характеристики. Вони приготуються різними способами, такими як випікання, сушіння, фритюр, смаження, тощо. За формою конопляні снеки виготовляються у вигляді паличок, граноли, цукерок,

---

<sup>23</sup> Russo R., Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *American Journal of Plant Sciences*. 2015. № 6. P 14–22. DOI: 10.4236/ajps.2015.61003

<sup>24</sup> Ertaş N., Aslan M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2020. № 19 (2). P. 177–184. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2020.0795>

<sup>25</sup> Pasichnyi V., Shubina Y., Tischenko V., Bozhko N., Moroz O. Research of hemp seed by-products for use in meat products. *Scientific Works of NUFT*. 2022. № 28 (2). P. 173–183. DOI:10.24263/2225-2924-2022-28-2-16.

<sup>26</sup> Nissen L., Casciano F., Babini E. Beneficial metabolic transformations and prebiotic potential of hemp bran and its alcalase hydrolysate, after colonic fermentation in a gut model. *Scientificreports*. 2023. № 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27726-w>

<sup>27</sup> Hemp protein: health benefits, nutrition, and uses. URL: [www.webmd.com/diet/hemp-protein-health-benefits](http://www.webmd.com/diet/hemp-protein-health-benefits) (дата звернення: 01.05.2023).

<sup>28</sup> Erica Julson. Hemp protein powder: the best plant-based protein? URL: <https://www.healthline.com/nutrition/hemp-protein-powder> (дата звернення: 01.05.2023).

<sup>29</sup> Nissen L., Samaei S., Gianotti A. Exploring the vigorous prebiotic potential of hemp bran, an untapped by-product of hemp seed processing industry. URL: [https://www.researchgate.net/publication/336369216\\_Exploring\\_the\\_vigorous\\_prebiotic\\_potential\\_of\\_hemp\\_bran\\_an\\_untapped\\_by-product\\_of\\_hemp\\_seed\\_processing\\_industry/citations](https://www.researchgate.net/publication/336369216_Exploring_the_vigorous_prebiotic_potential_of_hemp_bran_an_untapped_by-product_of_hemp_seed_processing_industry/citations) (дата звернення: 01.05.2023).



хлібців, енергетичних батончиків, крекерів, чипсів тощо. Вони можуть мати різний смак та додаткові інгредієнти – сухофрукти, спеції, мед та інші. В деяких випадках конопляні снеки доповнюються ковбасними виробами, сирами або іншими продуктами. Конопляні снеки є здоровою альтернативою традиційним снекам.

Харчові продукти з насіння промислових конопель відзначаються високими поживними характеристиками, зокрема вмістом вітамінів, мінералів та корисних мікроелементів. Сьогодні на ринку представлено широкий асортимент продуктів з насіння конопель, які виготовляються на основі обрушеного конопляного насіння, олії, а також відходів їх виробництва. Однак подальше використання промислових конопель у харчовій промисловості обумовлене наявністю простих і ефективних технологій переробки насіння, що доступні для малих сільськогосподарських підприємств. Однією з них є технологія обрушування конопляного насіння.

## **2. Насіння конопель як об'єкт переробки**

Насіння промислових конопель представляє собою важливу частину врожаю завдяки своєму багатому складу, що включає вітаміни, мікроелементи, білки, клітковину, а також незамінні жирні кислоти. Відповідно, в процесі збирання, зберігання та переробки насіння вкрай важливо зберегти всі корисні властивості, передбачені природою.

Переробка конопляного насіння є складним завданням через невеликі розміри насінин, складну геометричну форму та відмінності у розмірах. Технологічний ланцюг переробки конопляного насіння включає ряд процесів: очищення, розділення, сортування, обрушування та сепарацію. Ефективність окремих процесів значною мірою залежить від фізико-механічних характеристик насіння: форма, розмір, питома вага, зовнішня структура оболонки, коефіцієнт тертя, пружність, аеродинамічні характеристики тощо. Дані показники важливо враховувати на всіх етапах технологічного ланцюга – від післязбиральної обробки та зберігання до технологічної переробки<sup>30, 31</sup>.

---

<sup>30</sup> Алієв Е.Б., Лупко К.О. Морфологічні ознаки і фізико-механічні властивості насіння дрібнонасінних культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2020. № 50 С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.27-35>

<sup>31</sup> Гошко З., Крунич О., Крунич Р. Дослідження фізико-механічних властивостей плодів лісових горіхів. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження*. № 21. 2017. С. 30–37.

Під час переробки конопляного насіння важливо обрати оптимальні методи та технологій, що забезпечать максимальне збереження корисних властивостей насіння: використання «ніжного» очищення, контрольованого теплового оброблення, пресування при низьких температурах тощо. Також важливо контролювати умови зберігання насіння конопель, оскільки вони суттєво впливають на збереження якості та корисних властивостей.

Насіння промислових конопель (рис. 1) як об'єкт переробки складається з насіннєвого ядра, оберненого плівкою, та захисної оболонки (лушпиння), між якими розташований повітряний шар.



**Рис. 1. Насіння конопель<sup>32</sup>**

Розміри насінин залежать від умов вирощування та сорту, при цьому вони можуть значно відрізнитися навіть у межах одного сорту. Розміри насінин відіграють ключову роль у визначенні маси як самого насіння, так і насіннєвого ядра. Масова частка ядра становить 50–70 % загальної маси насіння. Зі зменшенням розміру насінин зменшується також масова частка ядра. Відповідно, у більших насінинах ядро буде більшим<sup>33</sup>.

Загалом насіння характеризується трьома геометричними параметрами: довжина, ширина, товщина. Для сортування (калібрування) насіння за довжиною використовують довгасті решета, за шириною – круглі решета, за довжиною – трієрні циліндри<sup>34</sup>.

---

<sup>32</sup> Photos by Slavko Vozelj. Design & Concept by ANJA JECL T. H. Seeds TM Copyright 2018.

<sup>33</sup> Петраченко Д. О. Результати обрушування насіння промислових конопель залежно від розміру та вологості насіння. *Луб'яні та технічні культури*. № 8. С. 58–65. DOI: 10.48096/btc.2020.8 (13).58-65

<sup>34</sup> Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін. ; за ред. С. С. Яцуна. Київ, 2003. 448 с.

Насіння промислових конопель має форму, що наближена до еліптичної чи округло-яйцевидної, зі стиснутими з боків сторонами. Розміри насінини можуть значно варіювати навіть у межах одного сорту (див. табл.2).

Таблиця 2

### Геометричні розміри конопляного насіння

Показник	За даними <sup>35</sup>	За даними <sup>36</sup>
Довжина, мм	4,49–5,21	3,78–4,48
Ширина, мм	3,30–4,41	2,80–3,48
Товщина, мм	2,65–3,30	2,28–2,93

Дослідження<sup>37</sup> показують, що розмір насіння конопель взаємопов'язаний з його вологістю – збільшення вологості на 21,73 % призводить до збільшення осьових розмірів насінини: довжина насіння збільшується на 7,13 %, ширина – на 9,42 %, товщина – на 2,18 %.

Вологість насіння – це фізичний параметр, який характеризується відношенням маси води в насінні до його сухої маси у відсотках. Вода в насінні може бути представлена у формі вологи, що хімічно пов'язана з насінням, а також гігроскопічної вологи, яка поглинається з навколишнього середовища<sup>38</sup>.

Для насіння промислових конопель, призначеного для переробки вологість не повинна перевищувати 11 %<sup>39</sup>, а для посівного насіння рекомендована вологість становить 13 %<sup>40</sup>.

Однією із важливих характеристик якості насіння є показник маси 1000 насінин<sup>41</sup>, який свідчить про ступінь виповнення насіння.

---

<sup>35</sup> Коноплі: монографія / за ред. М. Д. Мигалія, В. М. Кабанця. Суми, 2011. 384 с.

<sup>36</sup> Saini P., Panghal A., Mittal V., Gupta R. Hempseed (*Cannabis sativa* L.) bulk mass modeling based on engineering properties. *Journal of Food Process Engineering*. 2022. № 45. DOI:10.1111/jfpe.13929.

<sup>37</sup> Taheri-Garavand A., Nassiri A., Gharibzahedi S. Physical and mechanical properties of hemp seed. *International agrophysics*. 2012. № 26 (2). P. 211–215. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0031-9>

<sup>38</sup> Фізико-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / К. М. Думекно, І. С. Павлюченко. Миколаїв, 2014. 39с.

<sup>39</sup> ДСТУ 7695:2015 Насіння конопель. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2015. 8с.

<sup>40</sup> ДСТУ 2240-93 Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Київ : Держстандарт України. 1991.73 с.

<sup>41</sup> ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Держспоживстандарт України. Київ, 2003. 170 с.

За результатами проведеного аналізу 18 партій конопляного насіння даний показник змінювався від 17,3 до 19,2 г за вологості насіння 8,3–10,1 %. Варто зазначити, що зі збільшенням показника маси 1000 насінин збільшуються і розміри насіння.

Підсумовуючи, можна відмітити, що фізико-механічні характеристики насіння обумовлюють його технологічну придатність для обробки і використовуються при сортуванні, транспортуванні, зберіганні та переробленні.

### 3. Розроблення обладнання для обрушення насіння

Обрушування насіння – це процес, спрямований на руйнування зовнішньої оболонки насінин і виокремлення насіннєвого ядра. Загалом його застосовують для підвищення якості рослинних олій<sup>42</sup>. З погляду харчової промисловості, обрушування насіння важливе для поліпшення смакових характеристик та поживної цінності продукту.

Обираючи метод обрушування насіння, необхідно враховувати фізико-механічні характеристики та морфологічну структуру насіння<sup>43</sup>. При обрушуванні застосовуються різні методи руйнування: ударом, розчалуванням, розколюванням, розрізанням. Для соняшникового насіння доцільно використати однократні та багатократні удари (бельні та відцентрові рушки), для насіння бавовни – розрізання та розколювання (дискові рушки)<sup>44</sup>.

Бильна рушка працює за принципом багатократного удару, коли насіння послідовно хаотично взаємодіє з билем та декою. Дана машина має низьку продуктивність через неефективне використання робочих органів, довгий шлях рушанки в робочій зоні та підвищені питомі витрати електроенергії та металу.

Відцентрова рушка працює за принципом однократного орієнтованого удару. За рахунок відцентрової сили насіння набуває потрібної кінетичної енергії для обрушування та під час одного орієнтованого удару об деку руйнується. Ефективна робота відцентрової рушки залежить від ретельного балансування і центрування робочого колеса

---

<sup>42</sup> Осейко М. І. Технологія рослинних олій : підручник. Київ, 2006. 280 с.

<sup>43</sup> Петраченко Д. О., Коропченко С. П. Результати експериментальної розробки стенду для обрушування насіння промислових конопель. *Збірник наукових праць «Луб'яні та технічні культури»*. № 7 (12). 2019. С. 64–74. DOI: 10.48096/btc.2019.7(12).64-74

<sup>44</sup> Перевалов Л. І., Фадєєв Л. В., Тимченко В. К., Д'яченко М. В. Технологічні аспекти одержання високоякісного ядра соняшнику для кондитерської промисловості. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. 2020, № 5 С. 51–55. DOI: 10.20998/2220-4784.2020.05.08

та встановлення однакових зазорів між колесом та декою по всьому периметру та рівномірності подачі насіння. На якість обрушування суттєво впливає швидкість обертання робочого колеса.

Насіння бавовни обрушується дисковими обрушувачами методами розрізання та розколювання. Їх основні недоліки: ножі багаторазово взаємодіють з насінням, що призводить до забруднення насінневих оболонок олією; громіздкий плоско-ремінний привід при великих розмірах, швидкостях та потужностях створює потенційну небезпеку для оператора машини; відсутня можливість оперативного регулювання швидкості рухомого диску.

Необхідно зазначити, що фізико-механічні властивості насінини та її складових, такі як міцність, пружність та пластичність, суттєво впливають на процес відділення насінневої оболонки від ядра<sup>45</sup>. Ефективність обрушування значною мірою залежить від ступеня зрілості насіння: зі зростанням зрілості потрібно більше сили для руйнування насінневої оболонки.

Вологість насіння відіграє важливу роль у процесі відділення насінневої оболонки від ядра. Зі зростанням вологості насіння, міцність оболонки зменшується, а сила, потрібна для її руйнування, знижується. За технологічної вологості насінини встановлюється оптимальний баланс між пружними та пластичними деформаціями у оболонці та ядрі.

Отже, при виробництві обрушеного конопляного насіння важливо враховувати фізико-механічні характеристики насіння: розмір, вологість, масу 1000 насінин, об'ємну та дійсну щільність. Ці показники суттєво впливають на процес обрушування та якість отриманого продукту.

З метою виявлення ефективного методу обрушування насіння промислових конопель в Інституті луб'яних культур НААН досліджено різні принципи руйнування насінневої оболонки<sup>46, 47</sup>. Для цього

---

<sup>45</sup> Петраченко Д. О. Вплив фізико-механічних характеристик насіння промислових конопель на ефективність обрушування. *Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience: International scientific and practical conference*, (Wloclawek, 27–28 September 2019) Wloclawek, 2019. P. 115–118.

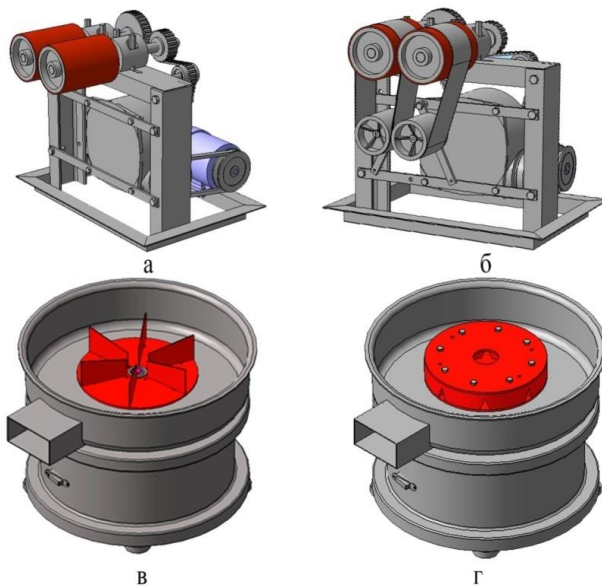
<sup>46</sup> Москаленко Б. І., Коропченко С. П., Лукияненко П. В. Дослідження ефективності вальцевого обрушувача насіння конопель. *Технічні культури в умовах сучасного аграрного виробництва* : матер. наук.-практ. конф. молодих вчених (Глухів, 30–31 жовтня 2013 року), Суми, 2016. С. 63–64.

<sup>47</sup> Петраченко Д. О., Коропченко С. П. Дослідження конструкції механізму для обрушування насіння промислових конопель. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. № 2 Ч. 2. С. 167–171.

розроблено, спроектовано та виготовлено чотири механізми, засновані на різних принципах руйнування оболонки.

Вальцьовий обрушувач (рис. 2-а, метод розколювання) представляє собою два горизонтально розташовані вальці з фіксованим зазором між ними, які обертаються з різними швидкостями. Руйнування насінневої оболонки відбувається під час проходження насіння між вальцями. Насіння рухається по поверхні одного з вальців і вступає в контакт з іншим вальцем. У результаті взаємодії насінини і поверхонь робочих органів під дією сили тертя та через різницю швидкостей обертання вальців оболонка руйнується.

Стрічковий обрушувач (рис. 2-б, метод розчавлювання) складається з двох пружних гумових стрічок, розташованих під кутом та сталим зазором між ними, що рухаються з різними швидкостями. Цей механізм є вдосконаленою версією вальцевого обрушувача. В основу роботи механізму покладено принцип розчавлювання, який досягається завдяки збільшенню зони контакту робочих органів з насінням. Руйнування насінневої оболонки відбувається під час проходження насіння між стрічками, а збільшення зони контакту забезпечує більш тривалий час взаємодії насіння з робочими органами.



**Рис. 2. Загальний вигляд конструкцій досліджених механізмів для обрушування насіння конопель**

Бильний обрушувач (рис. 2-в, метод багаторазового удару) містить диск з билами, який змонтований на валу електродвигуна. Насіннева оболонка руйнується під час хаотичного багаторазового неконтрольованого контакту з билами та відбійною декою.

Обрушувач відцентрового типу (рис. 2-г, метод орієнтованого одноразового удару) складається з колеса закритого секторального типу, закріпленого на валу електродвигуна, яке призначене для надання швидкості та зміни напрямку руху насіння з вертикального на горизонтальний. Руйнування насінневої оболонки відбувається завдяки деформації при контакті з твердою поверхнею відбійної деки під час орієнтованого одноразового удару.

У дослідях з обрушування насіння промислових конопель були враховані фізико-механічні характеристики насіння (вологість, розмір, чистота) та конструктивні характеристики механізмів (відстань, різниця швидкостей, частота обертання). За результатами досліджень встановлено, що кожен з розглянутих механізмів до певної міри виконує руйнування оболонки та вивільняє насіннєве ядро. Особливості процесу обрушування для кожного з механізмів представлені в табл. 3. Варто відмітити, що жоден з механізмів не забезпечує повне обрушування насіння.

Таблиця 3

**Особливості роботи механізмів для обрушування насіння промислових конопель**

Показник	Тип обрушуючого механізму			
	валь- цьовий	стріч- ковий	биль- ний	відцентро- вий
Сталий розмір насіння (калібрування)	+	+	-	-
Стала вологість насіння	+	+	+	-
Відсутність радіального биття робочого органу	+	+	+	+
Багаторазова дія робочого органу на насіння	-	+	+	-
Обмежена робоча зона контакту з насінням	+	-	-	-
Вплив робочого зазору на ефективність руйнування	+	+	-	-
Вплив швидкості робочого органу на ефективність руйнування	+	+	+	+
Надмірне розчавлення та подрібнення насіння	-	+	+	-
Наявність недорученого насіння	+	+	+	+

Серед досліджених обрушувачів найменш ефективним є вальцювий, у якого вихід ядра склав лише 6,34 % через обмежену зону контакту вальців з насінням. Шлях насіння в робочій зоні становить лише 3–5 мм (з діаметром вальців 100 мм). Ефективність обрушування потребує точного калібрування сировини, оскільки сталий зазор між вальцями для руйнування оболонки вимагає постійної геометрії насіння.

Наступним за ефективністю є обрушувач бильного типу, з виходом ядра 7,60 %. Цей механізм в основному виконує функцію подрібнювача. Форма робочого органу створює побічний аеродинамічний ефект, що обумовлює неконтрольований рух сировини в робочій камері та збільшує час обробки. Це спричиняє розмелювання ядра і в результаті отримуємо січку.

Третім за ефективністю є обрушувач стрічкового типу, у якому одержано 11,41 % ядра. Однак він потребує попереднього калібрування насіння з кроком 0,25 мм та дотримання сталого зазору на всій довжині ременів. Зміна зазору на 0,5 мм знижує вихід обрушеного ядра до 1,35 %. Незважаючи на попереднє калібрування, спостерігається значне стискання насіння в ременях.

Найефективнішим та перспективним виявився обрушувач відцентрового типу, який базується на принципі одноразового орієнтованого удару. Вихід обрушеного ядра склав 15,40 %. Використання закритого секторного робочого колеса, оптимальне поєднання кутової швидкості та зазору з декою дозволяє виключити підготовчу операцію – сортування насіння за фракційним складом.

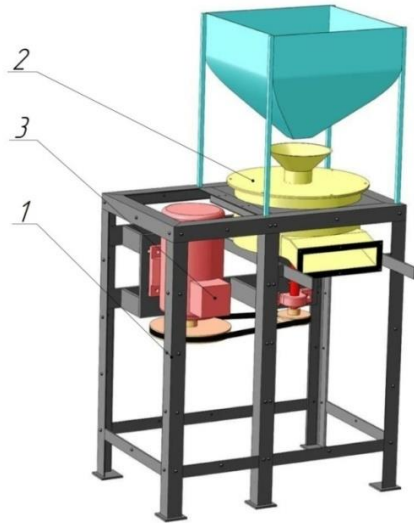
За результатами численних досліджень визначено оптимальні параметри режиму обрушування, що дозволило розробити ефективний зразок механізму<sup>48</sup> (рис. 3). Розроблений механізм переробляє конопляне насіння без попереднього калібрування та підсушування і забезпечує вихід ядра в межах 27,0–40,0 % в залежності від характеристик оброблюваного насіння.

Подальші дослідження відцентрового обрушувача були направлені на встановлення закономірностей процесу обрушування, взаємозв'язок фізико-механічних характеристик насіння (розмір, фракція, вологість) та конструктивних (робочий зазор, діаметр колеса) і технологічних (частота обертання колеса, подача насіння) параметрів обрушувача, встановлення впливу даних факторів на ефективність та якість процесу обрушування насіння.

---

<sup>48</sup> Пристрій для обрушування насіння конопель : пат. № 122649 Україна, МПК (2018. 01) B02B 3/02 C11B 1/04. № u201705606; заявл. 06.06.2017; опубл. 25.01.2018. 6 с.





**Рис. 3. Загальний вид механізму для оброщування насіння промислових конопель:**  
**1-рама; 2-робоча камера; 3-привідна частина**

#### **4. Технологічні ланцюги переробки конопляного насіння для малого й середнього бізнесу**

На сьогодні основною рушійною силою розвитку коноплярства є малі та середні сільськогосподарські підприємства з середньою площею посіву промислових конопель близько 150 га<sup>49</sup>. Малий та середній бізнес може отримати конкурентні переваги на ринку за рахунок організації переробки насіння конопель. В результаті підприємства зможуть пропонувати кращі продукти за конкурентоспроможними цінами та диверсифікувати свою діяльність. Впровадження переробки конопляного насіння сприяє сталому розвитку агропромислового сектора і галузі коноплярства та допомагає розв'язати економічні проблеми, створює додаткові робочі місця та підвищує добробут сільських громад.

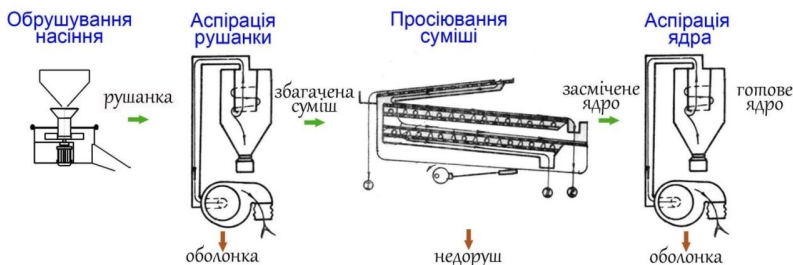
Розробка технологічних ланцюгів переробки конопляного насіння для малого і середнього бізнесу сприяє створенню нових ринкових

---

<sup>49</sup> Примаков О. А. Сучасне коноплярство: особливості, ефективність, перспективи. *Агроеліта*. 2018. № 4. С. 24–26.

можливостей, що можуть стати основою для розвитку інноваційних підприємств та підприємництва на регіональному і місцевому рівнях. Одним із перспективних напрямів переробки є виробництво обрешеного конопляного насіння.

Для одержання конопляного ядра в Інституті луб'яних культур НААН розроблена низькозатратна технологія обрешування насіння (рис. 4), яка включає операції механічного відділення оболонки від ядра (обрешування) та подальше розділення (сепарації) рушанки з використанням повітря та решіт. Розроблена технологія передбачає переробку насіння конопель з чистотою 95,0–99,0 % без додаткового калібрування, вологістю 6,0–13,0 %. При цьому вихід готового ядра складає 27,0–40,0 % при засміченості не більше 1,0 %. Оптимальними вологість насіння для переробки – 8,0–9,0 %, за іншої вологості погіршуються кількісно-якісні показники процесу обрешування.

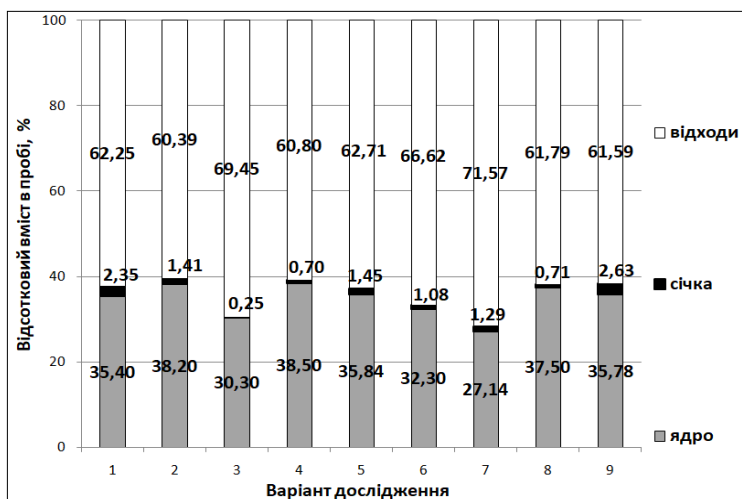


**Рис. 4. Технологічні схеми виробництва обрешеного насіння**

За розробленою технологією (рис. 4) насіння зі складу поступає на першу операцію – обрешування. Одержана рушанка направляється на сепарацію, де за допомогою повітряного потоку (аспірації) основний продукт відділяється від супутніх «легких» фракцій (різного розміру лущиння, насінневої плівки, насінневого пилу). Далі збагачена суміш просіюється на решетах, де відбувається розділення за розмірами та відділення ядра від недорешеного насіння. При цьому виділяються такі складові переробки: недорешене насіння, яке відправляється на повторне обрешування; січка, яка є готовим до використання продуктом; засмічене обрешене ядро, яке відправляється на доочищення аспірацією. Після останньої аспірації виокремлюється готовий продукт у вигляді обрешеного ядра та відходи у вигляді оболонки.

Виробничі випробування розробленої технології обрешування проведено на 9 партіях конопляного насіння з різними якісно-

кількісними та фізико-механічними характеристиками. Отримані дані свідчать (див. рис. 5), що вихід готового ядра коливався у межах 27,14–38,5 % при цьому вихід січки не перевищив 2,7 %.



**Рис. 5. Результати обрушування насіння промислових конопель різних партій**

Одержане за розробленою технологією обрушене конопляне насіння має високі поживні властивості та відповідає встановленим нормам<sup>50</sup>, що підтверджується результатами лабораторних досліджень (табл. 4).

За даною технологією переробки конопляного насіння одержуємо три продукти: ядро, січка, відходи. Кожен із отриманих продуктів є самостійним та придатним для подальшого використання. Коротка характеристика та хімічний склад продуктів перероблення насіння представлений в табл. 5 та на рис. 6.

Ядро – продукт з високим вмістом білків (29,96 %) та жирів (56,35 %). Завдяки своєму складу та низькій засміченості (до 1,0 %), його можна використовувати безпосередньо в їжу, а також у харчовій промисловості для виготовлення різноманітних продуктів, страв, напоїв та випічки. Високий вміст корисних речовин робить ядро цінним продуктом для споживання.

<sup>50</sup> ТУ У 01.1-00497845-002:2021 Насіння конопляне очищене (Обрушене) Технічні умови. Глухів, 2021 13 с.

Таблиця 4

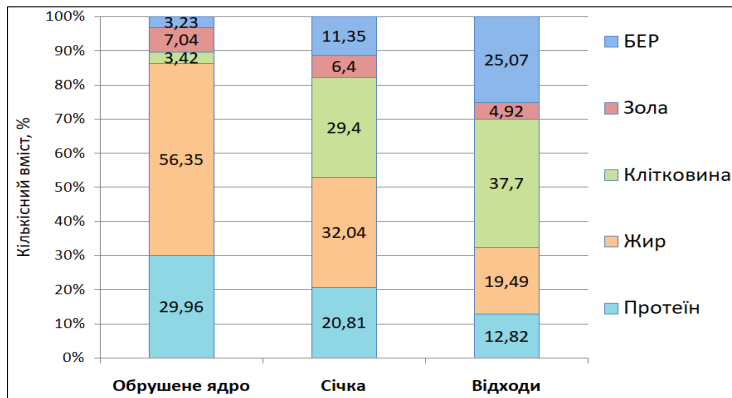
### Характеристика фізико-хімічних показників якості обрушеного насіння конопель

№ з/п	Показник	Значення
1	Масова частка вологи, %	7,01
2	Масова частка сміттєвих домішок, %	0,36
3	Кислотне число, мг КОН/г	3,10
4	Вміст шкідників	відсутні
5	Масова частка олії, %	54,02
6	Масова частка золи, %	6,47
7	Масова частка клітковини, %	5,45
8	Масова частка протеїну, %	32,78

Таблиця 5

### Характеристика продуктів обрушування насіння конопель

Назва продукту	Опис	Можливі сфери використання
Ядро	Готовий продукт засміченістю до 1,0 %, складається з подрібнених та цілих ядер.	В їжу, виготовлення харчових продуктів, страв, холодних напоїв, випічки тощо.
Січка	Складається з частини оболонки, насінневої плівки та дрібних часток ядра	Для виготовлення харчових продуктів, страв, напоїв, для одержання олії.
Відходи	Насіннева оболонка, насіннева плівка, дрібно розмелені частки насіння, насінневий пил, органічні домішки	Кормовиробництво, сировина для опалення нежитлових приміщень.



**Рис. 6. Хімічний склад продуктів виробництва обрушеного насіння у абсолютно сухій речовині**

Січка – продукт, що містить значну кількість клітковини (29,40 %), а також протеїн (20,81 %) та жири (32,04 %). Її використовують в харчовій промисловості для приготування продуктів та напоїв з високим вмістом клітковини, а також для одержання олії.

Відходи – продукт з високим вмістом клітковини (37,70 %) та протеїну (12,82 %), який придатний для використання в тваринництві та птахівництві як кормова добавка, а також для опалення нежитлових приміщень (містять 19,49 % сирих жирів).

З урахуванням хімічного складу та можливих напрямів використання, продукти обрушування конопляного насіння відкривають широкі можливості для малого та середнього бізнесу, розширюючи асортимент продуктів та ринки збуту. Відповідно до потреб виробничі потужності можуть бути адаптовані для виробництва різних продуктів на основі ядра, січки та відходів.

## **ВИСНОВКИ**

На сьогодні людство повторно відкрило високі збалансовані харчові та енергетичні властивості насіння промислових конопель, що сприяло широкому його використанню для повноцінного харчування та сталих дієт у харчових ланцюгах.

Основним виробником промислових конопель, як нішевої культури, є малі та середні сільськогосподарські підприємства, які не здатні створити необхідну сировинну базу для потужних переробних підприємств, тому доцільно організувати переробку конопляного насіння безпосередньо у господарствах. Це сприятиме раціональному використанню місцевих природних ресурсів, насиченню ринку натуральними продуктами, створенню нових робочих місць, підвищенню рівня життя та поліпшенню соціального середовища та посилить регіональну продовольчу безпеку.

Малі та середні підприємства можуть використовувати прості технологічні ланцюги переробки конопляного насіння з виробництва обрушеного ядра та олії.

Найбільш ефективним та перспективним методом виділення конопляного ядра є обрушувач відцентрового типу, який відповідає вимогам до технологічного обладнання для малих і середніх сільгоспідприємств – простота конструкції, легкість в експлуатації, мінімум підготовчих операцій, можливість включення в інші технологічні ланцюги.

В Інституті луб'яних культур НААН розроблено і випробувано обрушувач відцентрованого типу, який переробляє конопляне насіння безпосередньо зі складу, без попереднього калібрування та

підсушування. Вихід ядра становить 27,0–40,0 % при незначній масовій часті (до 3 %) січки.

На базі розробленого обрушувача запропоновано технологію перероблення конопляного насіння на обрушене, за якою одержують три продукти: ядро, січку, відходи. Кожен із отриманих продуктів є самостійним та придатним для подальшого використання.

## АНОТАЦІЯ

Продукти з насіння промислових конопель відіграють важливу роль на сучасному ринку харчових продуктів через їх поживні властивості, відмінний харчовий склад та позитивний вплив на здоров'я людини. Зростання популярності здорового харчування та натуральних, збалансованих продуктів сприяє підвищенню попиту на ці продукти. Вітаміни, мінерали, клітковина та антиоксиданти, що містяться в насінні промислових конопель, забезпечують широкі можливості для їх використання у різноманітних харчових продуктах, що задовольняють потреби споживачів з різними харчовими вподобаннями. Переважна більшість представлених на ринку конопляних продуктів виготовлена з обрушеного конопляного насіння або на його основі. З огляду на високу популярність обрушеного насіння, розробка технологій та обладнання для обрушування конопляного насіння є актуальним завданням та може сприяти зростанню різноманітності асортименту, а також допомогти задовольнити попит споживачів на здорові та корисні продукти. Для одержання конопляного ядра в Інституті луб'яних культур НААН розроблена низько затратна технологія обрушування насіння та технологічне обладнання для її втілення. Розроблена технологія включає операції механічного відділення оболонки від ядра з використанням розробленого відцентрового обрушувача та подальше розділення рушанки на повітряно-решітній машині. Розроблена технологія передбачає переробку насіння конопель чистотою 95,0–99,0 % без додаткового калібрування, вологістю 6,0–13,0 %, дозволяє отримати 27,0–40,0 % готового ядра засміченість якого не перевищує 1,0 %. Дана технологія орієнтована на малі та середні сільськогосподарські підприємства.

## Література

1. Rupasinghe H., Davis A., Kumar S., Murray B., Zheljazkov V., Industrial hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals. *Molecules*. 2020, № 25. <https://doi.org/10.3390/molecules25184078>

2. Роль Н. В., Надточій В. М., Цебро А. Д., Вовкогон А. Г., Мерзлова Г. В., Калініна Г. П., Гребельник О. П. Конопляна сировина: нові перспективи для харчової промисловості. *Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»*. 2021. № 1. С. 152–158. DOI:10.33245/2310-9289-2021-164-1-152-158
3. Iftikhar A., Zafar U., Ahmed W., Shabbir M., Sameen A., Sahar A., Bhat Z., Kowalczewski P., Jarzebski M., Aadil R., Applications of Cannabis sativa L. in food and its therapeutic potential: from a prohibited drug to a nutritional supplement. *Molecules*. 2021, № 26. <https://doi.org/10.3390/molecules26247699>
4. Adanur Uzunlar E., Kahveci B. Nutritional properties and health effects of hemp seeds. *Research and Reviews on Healthcare: Open Access Journal*. 2022. <https://doi.org/10.32474/rrhoaj.2022.07.000258>.
5. Верещагін І. В., Кандиба Н. М. Насіння конопель (Cannabis sativa L.) як джерело незамінних харчових компонентів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2020. № 2 (40). С. 3–13. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2020.2.1>
6. Struk O., Grytsyk A., Mikitin M., Obodianskyi M., Stasiv T., Svirska S.. Research of biologically active substances of hemp seeds, hemp seed oil and hemp pomace. *Science Rise: Pharmaceutical Science*. 2022. № 5 (39). Р. 46–54. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2022.241249>
7. Мохер Ю. В., Жуплатова Л. М., Дудукова С. В. Промислові коноплі для цілей сталого розвитку. *Луб'яні та технічні культури*. 2020. Вип. 8. С. 66–75. DOI: 10.48096/btc.2020.8(13).66-75
8. Montero L., Ballesteros-Vivas D., Gonzalez-Barrios A., Sánchez-Camargo A. Hemp seeds: nutritional value, associated bioactivities and the potential food applications in the Colombian context. *Nutrition and Food Science Technology*. 2023. DOI: 10.3389/fnut.2022.1039180
9. Резвих Н. І., Горач О. О. Насіння ненаркотичних конопель – сировина для харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. №. 3. С. 79–86.
10. Cerino P., Buonerba C., CannazzaG., D'Auria J., Ottoni E., Fulgione A., DiStasio A., Pierri B., Gallo A. A review of hemp as food and nutritional supplement. *Cannabis and Cannabinoid Research*. 2021. Р. 19–27, DOI:10.1089/can.2020.0001.
11. Магазин товарів фермерського господарства «Екосвіт». URL: <http://fg-ekosvit.zakupka.com/>.
12. Магазин товарів «Десналенд». URL: <https://desna-shop.com/ru/>.
13. Примаков О. А., Петраченко Д. О. Харчі з конопель. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 7.

14. Alonso-Esteban J., Pinela J., Ćirić A., Calhelha R., Soković M., Ferreira I., Barros L., Torija-Isasa E., Cortes Sánchez-Mata M. Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry*. 2022. № 374. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131754>.
15. Porto C., Decorti D., Tubaro F. Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products*. 2012. № 36. P. 401–404. DOI.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.015.
16. Leizer C., Ribnicky D., Poulev A., Dushenkov V., Raskin I. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*. 2000. № 2. P. 35–53. DOI.org/10.1300/J133v02n04\_04.
17. Are there health benefits to drinking hemp milk. URL: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-hemp-milk>
18. Bryan Lisa. How to make hemp milk. URL: <https://downshiftology.com/recipes/hemp-milk/> (дата звернення: 01.05.2023).
19. Nasrollahzadeh F., Roman L., Swaraj V., Ragavan K, Vidal N., Dutcher J., Martinez M., Hemp (*Cannabis sativa* L.) protein concentrates from wet and dry industrial fractionation: Molecular properties, nutritional composition, and anisotropic structuring. *Food Hydrocolloids*. 2022. № 131. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107755>.
20. Szumny A., Żońnierczyk A. By products of hemp from a nutritional point of view: new perspectives and opportunities. *Current Applications, Approaches, and Potential Perspectives for Hemp* / García-Tejero I., Durán-Zuazo V., Academic Press. 2023. P. 493–518. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89867-6.00013-5>.
21. Hessle A., Eriksson M., Nadeau E., Turner T., Johansson B. Cold-pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle. *Acta agriculturae scandinavica, section A – animal science*. 2008. № 58. P. 136–145. DOI:10.1080/09064700802452192
22. 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.
23. Russo R., Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *American Journal of Plant Sciences*. 2015. № 6. P 14–22. DOI:10.4236/ajps.2015.61003.
24. Ertaş N., Aslan M. Antioxidant and physicochemical properties of cookies containing raw and roasted hemp flour. *Acta Scientiarum*



*Polonorum Technologia Alimentaria*. 2020. № 19(2). P.177–184.  
<http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2020.0795>

25. Pasichnyi V., Shubina Y., Tischenko V., Bozhko N., Moroz O. Research of hemp seed by-products for use in meat products. *Scientific Works of NUFT* 2022. № 28 (2). P. 173–183. DOI:10.24263/2225-2924-2022-28-2-16.

26. Nissen L., Casciano F., Babini E. Beneficial metabolic transformations and prebiotic potential of hemp bran and its alcalase hydrolysate, after colonic fermentation in a gut model. *Scientific reports*. 2023. № 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27726-w>

27. Hemp protein: health benefits, nutrition, and uses. URL: <https://www.webmd.com/diet/hemp-protein-health-benefits>

28. Erica Julson. Hemp protein powder: the best plant-based protein? URL: <https://www.healthline.com/nutrition/hemp-protein-powder>

29. Nissen L., Samaei S., Gianotti A. Exploring the vigorous prebiotic potential of hemp bran, an untapped by-product of hemp seed processing industry. URL: [https://www.researchgate.net/publication/336369216\\_Exploring\\_the\\_vigorous\\_prebiotic\\_potential\\_of\\_hemp\\_bran\\_an\\_untapped\\_by-product\\_of\\_hemp\\_seed\\_processing\\_industry/citations](https://www.researchgate.net/publication/336369216_Exploring_the_vigorous_prebiotic_potential_of_hemp_bran_an_untapped_by-product_of_hemp_seed_processing_industry/citations)

30. Алієв Е.Б., Лупко К.О. Морфологічні ознаки і фізико-механічні властивості насіння дрібнонасінних культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2020. № 50 С. 27–35 DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.27-35>

31. Гошко З., Крулич О., Крулич Р. Дослідження фізико-механічних властивостей плодів лісових горіхів. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження*. № 21. 2017. С.30–37

32. Photos by Slavko Vozelj. Design & Concept by ANJA JECL T. H. Seeds TM Copyright 2018.

33. Петраченко Д. О. Результати оброщування насіння промислових конопель залежно від розміру та вологості насіння. *Луб'яні та технічні культури*. № 8. С. 58–65. DOI: 10.48096/btc.2020.8(13).58-65

34. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін. ; за ред. С. С. Яцуна. Київ. 2003. 448 с.

35. Коноплі: монографія / за ред. М. Д. Мигалья, В. М. Кабанця. Суми. 2011. 384 с.

36. Saini P., Panghal A., Mittal V., Gupta R. Hempseed (*Cannabis sativa* L.) bulk mass modeling based on engineering properties. *Journal of Food Process Engineering*. 2022. № 45. DOI:10.1111/jfpe.13929.

37. Taheri-Garavand A., Nassiri A., Gharibzahedi S. Physical and mechanical properties of hemp seed. *International agrophysics.*, 2012. № 26(2). P. 211–215. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0031-9>
38. Фізико-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / К. М. Думекно, І. С. Павлюченко. Миколаїв, 2014. 39с.
39. ДСТУ 7695:2015 Насіння конопель. Технічні умови. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2015. 8 с.
40. ДСТУ 2240-93 Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Київ : Держстандарт України, 1991. 73 с.
41. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Держспоживстандарт України. Київ, 2003. 170с.
42. Осейко М. І. Технологія рослинних олій : підручник. Київ, 2006. 280 с.
43. Петраченко Д. О., Коропченко С. П. Результати експериментальної розробки стану для обрушування насіння промислових конопель. *Збірник наукових праць «Луб'яні та технічні культури»*. № 7 (12). 2019. С. 64–74. DOI: 10.48096/btc.2019.7(12).64-74
44. Перевалов Л. І., Фадєєв Л. В., Тимченко В. К., Д'яченко М. В. Технологічні аспекти одержання високоякісного ядра соняшнику для кондитерської промисловості. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. 2020, № 5. С. 51–55. DOI: 10.20998/2220-4784.2020.05.08
45. Петраченко Д. О. Вплив фізико-механічних характеристик насіння промислових конопель на ефективність обрушування. *Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience: Internat. scientific and practical conference, (Wloclawek, 27–28 September 2019)* Wloclawek, 2019. P.115–118.
46. Москаленко Б. І., Коропченко С. П., Лукяненко П. В. Дослідження ефективності вальцевого обрушувача насіння конопель. *Технічні культури в умовах сучасного аграрного виробництва* : матер. наук.-практ. конф. молодих вчених (Глухів, 30–31 жовтня 2013 року), Суми, 2016. С.63–64.
47. Петраченко Д. О., Коропченко С. П. Дослідження конструкції механізму для обрушування насіння промислових конопель. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. № 2. Ч. 2. С. 167–171
48. Пристрій для обрушування насіння конопель : пат. № 122649 Україна, МПК (2018. 01) B02B 3/02 C11B 1/04. № u201705606 ; заявл. 06.06.2017 ; опубл. 25.01.2018. 6 с.

49. Примаков О. А. Сучасне коноплярство: особливості, ефективність, перспективи. *Агроліта*. 2018. № 4. С.24–26.

50. ТУ У 01.1-00497845-002:2021 Насіння конопляне очищене (Обрушене) Технічні умови. Глухів, 2021. 13 с.

**Information about the authors:**

**Petrachenko Dmytro Oleksandrovysh,**

Candidate of Technical Sciences

Senior Researcher at the Department

of Engineering and Technical Research

Institute of Bast Crops of National Academy

of Agrarian Sciences of Ukraine

45, Tereshchenkiv str., Hlukhiv, Sumy region, 41400, Ukraine

**Mokher Yurii Volodymyrovych,**

Candidate of Technical Sciences,

Deputy Director for Scientific Work

Institute of Bast Crops of National Academy

of Agrarian Sciences of Ukraine

45, Tereshchenkiv str., Hlukhiv, Sumy region, 41400, Ukraine

**Koropchenko Serhii Petrovych,**

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,

Head of the Department of Engineering and Technical Research

Institute of Bast Crops of National Academy

of Agrarian Sciences of Ukraine

45, Tereshchenkiv str., Hlukhiv, Sumy region, 41400, Ukraine