

DOI <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2026-26-1-29>

УДК 664.7:664.3:664.034.2

В. С. Калина¹, канд. техн. наук, доц.В. О. Троєкурова¹, асистентМ. В. Луценко², канд. техн. наук, доц.І. І. Волосенков¹, бакалавр

ORCID: 0000-0002-3061-3313

ORCID: 0009-0002-9117-696X

ORCID: 0000-0002-0924-5157

ORCID: 0009-0002-5025-8715

¹ Дніпровський державний аграрно-економічний університет² Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

e-mail: viktoriya-kalina@ukr.net

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОЛІЙНОЇ ТА КРУП'ЯНОЇ СИРОВИНИ СПОСОБОМ ЕКСТРУДУВАННЯ

Анотація. У статті розглянуто перспективи виробництва харчових продуктів із використанням олійної та круп'яної сировини способом екструдкування як інноваційного напрямку підвищення харчової й біологічної цінності продукту. Проаналізовано нутрієнтний склад насіння амаранту, кунжуту, арахісу, розторопші та сої. Узагальнено дані щодо харчової цінності круп'яної продукції. Установлено, що екструзійна технологія забезпечує інтенсифікацію технологічних процесів, модифікацію фізико-механічних і біохімічних властивостей готового продукту, що в комплексі сприяє зростанню його засвоюваності й енергетичної цінності. Запропоновано підходи до створення крохмально-олійних екструдованих продуктів. Перспективним напрямом є міждисциплінарна співпраця технологів, кулінарів і медичних фахівців щодо розробки рецептур круп'яних сумішей із додаванням олійних культур харчового призначення. Це створює передумови для розробки й виробництва нових круп'яних виробів оздоровчого та профілактичного призначення.

Ключові слова: олійно-круп'яна інгредієнтна суміш, екструзійна технологія, крохмально-олійні екструдовані продукти.

Постановка проблеми. Зараз на українському ринку харчових продуктів спостерігається стійке зростання попиту на вироби з високим рівнем кулінарної готовності, зокрема мюслі, сухі сніданки, супи кремоподібної консистенції та продукцію швидкого приготування. Такі продукти характеризуються мінімальною потребою в попередній обробці перед споживанням, простотою використання та значною економією часу й зусиль під час приготування страв, що є актуальним, наприклад, в умовах відключення електроенергії.

Одним із найбільш перспективних напрямів інтенсифікації технологічних процесів у харчовій промисловості є застосування екструзійної обробки крохмалевмісної та олійної сировини. Ключовими перевагами екструзійної обробки є збереження значної частки біологічно активних сполук, притаманних вихідній сировині, а також заміна багатостадійних і періодичних процесів безперервним виробництвом із використанням компактного обладнання. Крім того, сучасні екструзійні системи дають змогу формувати продукти з наперед заданим хімічним складом, керовано модифікувати їх структурно-механічні й технологічні властивості, а також збагачувати їх функціональними інгредієнтами з метою підвищення харчової та біологічної цінності [1; 2].

Основною сировинною базою для виготовлення екструдованої продукції традиційно є зернові культури, зокрема кукурудза, пшениця, рис, ячмінь, просо, а також продукти їх промислової переробки. Перспективним є розширення інгредієнтного складу сировини для виготовлення круп'яних виробів за рахунок використання олійного насіння.



Аналіз останніх досліджень. Залежно від виду зернової культури, з урахуванням фізико-механічних властивостей і якісних характеристик круп'яні підприємства виробляють значну кількість монокруп і сумішей. Одними з найважливіших є крупи з пшениці, ячменю, вівса, гречки, рису, проса тощо. Створена значна кількість конструкцій машин і їх робочих органів, що становлять технологічне обладнання, яке забезпечує виробництво круп'яної продукції високої якості й широкого асортименту. Наприклад, з гречки такі різновиди круп, як ядриця, проділ, ядриця швидкорозварювана та проділ швидкорозварюваний; з вівса – крупа вівсяна недроблена, крупа вівсяна плющена, пластівці вівсяні «Геркулес», пелюсткові пластівці, толокно; з ячменю, залежно від технології приготування, виготовляють крупи перлову та ячну. Більш простішою технологією є отримання перлової крупи, при якій ядро зерна ячменю звільняється від квіткових оболонки і додатково шліфується. У випадку виробництва ячної крупи часточки подрібненого ядра вивільнюються повністю від квіткових плівок і частково від плодкових оболонки [3; 4].

Екструдовані крупи отримують шляхом гідротермічної обробки зернової сировини в умовах високої температури (120–200 °С), тиску й механічного зсуву з подальшим різким зниженням тиску на виході з екструдера. Найбільш поширеною сировиною є кукурудза, рис, пшениця, гречка, ячмінь, овес, а також бобові культури [5].

Технологічний процес зазвичай включає такі стадії: очищення та калібрування зерна; подрібнення (до крупки або борошна залежно від рецептури); кондиціонування (зволоження до 14–20 %); екструзійну обробку в одно- або двошнекових екструдерах; формування, різання й охолодження готового продукту.

Під час екструзії відбуваються глибокі фізико-хімічні перетворення: клейстеризація крохмалю, денатурація білків, часткова деструкція клітковини, інактивація антипоживних речовин. Завдяки цьому підвищується перетравність продукту та скорочується тривалість подальшого кулінарного приготування. Екструдовані крупи використовують як швидкорозварювані каші, сухі сніданки, напівфабрикати й інгредієнти функціональних продуктів [5–7].

Екструзія олійної сировини (соняшнику, сої, ріпаку, льону тощо) є ефективним способом підготовки насіння до пресування або екстракції розчинниками. На відміну від традиційного обсмажування або кондиціонування в жаровнях, екструзійна обробка забезпечує інтенсивний механотермічний вплив тривалістю короткого часу (10–60 с).

Технологічний процес зазвичай включає такі стадії: очищення та лушення (за потреби); подрібнення або плющення; кондиціонування до оптимальної вологості (10–12 %); короткочасну екструзійну обробку; подальше пресування або екстракцію.

У процесі екструзії відбувається руйнування клітинних структур, денатурація білків і часткова деструкція клітинних стінок, що сприяє вивільненню олії та підвищенню її виходу. Додатково інактивуються ферменти (зокрема ліпаза, уреаза в сої), знижується вміст антипоживних сполук і мікробіологічне навантаження [8–9].

Застосування екструдерів (одно- або двошнекових) дає змогу регулювати температуру, тиск, швидкість зсуву та тривалість обробки, що забезпечує оптимізацію технологічних параметрів залежно від виду олійної культури й обраного способу подальшого видобування олії. Таким чином, екструзійні технології є ефективним інструментом інтенсифікації виробництва як екструдованих круп, так і підготовки олійної сировини до вилучення жиру, забезпечуючи підвищення виходу цільового продукту, скорочення енергетичних витрат і покращення функціональних характеристик отриманої продукції [10].

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою роботи є проведення аналітичного огляду сучасних тенденцій харчових технологій, а саме: процесів екструзії, виробництва



круп, особливості використання олійної сировини в технологіях круп'яних продуктів. Згідно з поставленою метою статті, проведено аналітичний огляд таких питань:

- загальна характеристика основних видів круп;
- опис технології виробництва екструдованих круп і круп'яних виробів;
- характеристика основних видів олійного насіння, що є потенціальним інгредієнтом у технології круп'яного виробництва;
- запропоновано технології виробництва екструдованих круп із крохмально-олійним складом.

Основна частина. Розглянемо харчову цінність круп'яної продукції (на абсолютно суху речовину), що представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Харчова цінність круп'яної продукції

Назва крупи	Крохмаль, %	Азотисті речовини, %	Жир, %	Клітковина, %	Білок, %	Зола, %	Цукри, %	Енергетична цінність на 100 г, кКал
Вівсяна	72,0	16,0	6,0	2,84	11,9	2,25	0,25	351
Гречана (ядриця)	81,0	12,0	2,0	2,0	12,6	2,10	0,30	325
Рис	88,0	6,0	0,5	0,30	7,0	0,6	0,5	326
Пшоно шліфоване	83,3	11,5	2,5	0,65	12,0	1,30	0,15	330
Перлова	85,0	9,0	1,2	1,25	9,2	1,15	0,5	325
Ячна	82,0	11,0	1,5	2,0	10,4	1,5	0,4	322
Горох лущений	66,0	26,0	2,6	2,2	23,0	2,4	0,3	330
Манна	84,2	12,7	0,9	0,24	11,3	0,54	0,96	333

Окрім вищевказаних круп, круп'яні підприємства також виробляють суміші різних круп і використовують технологічні операції, які впливають на асортимент круп, наприклад, термічна обробка, яка дає змогу отримати крупи швидкого приготування. Крім того, крупи підвищеної біологічної цінності можуть виготовлятися дражуванням і пресуванням. У разі використання дражування борошняні продукти різних видів послідовно накачують шарами, а зв'язувальною речовиною є крохмальний клейстер. Виготовлені крупи мають округлу форму діаметром від 2,5 до 4,0 мм [4].

Для виготовлення круп пресуванням використовують спеціальні пресувальні машини, у яких матриці пресів мають різний профіль отворів. Змішуванням різних компонентів, які входять до складу цих круп, із крохмальним клейстером отримують однорідну щільну масу, а вже із цієї маси, яку продавлюють крізь матриці пресів, виготовляють крупи різної форми, наприклад, у вигляді циліндрів, зерен тощо [9; 11].

Пресуванням досягається ущільнення тих сумішей, які ввійшли до складу рецептури обраної крупи. Крупи не змінюють свій біохімічний склад, а для того, щоб поліпшити якісні характеристики крупів, необхідно вводити в рецептуру суміші такі компоненти, які можуть значно підвищити якість крупи, використовувати різноманітні види круп і їх властивості, а також застосовувати сучасні технології їх обробки, що може призвести до підвищення енергетичної цінності (таблиця 1).

У хлібобулочні вироби вже додають різноманітне насіння, у тому числі й олійне, а також продукцію його переробки. Серед таких біологічно цінних добавок є кунжут, соя, льон, рапс, амарант, розторопша, рис тощо. Розглянемо деякі з них.

Соя – представник зернобобової сировини, яка розповсюджена в сільському господарстві та застосовується для виробництва широкого спектру продуктів у харчовій промисловості.



Такого значного застосування вона набула завдяки великому вмісту білка та високоцінних харчових компонентів. Сьогодні її широко використовують як економічно вигідний заміник м'яса та молочних продуктів [12]. Енергетична цінність насіння сої (на 100 г продукту) становить 446 кКал, або 1866 кДж, білка – 36,5 г, жирів – 20,0 г, вуглеводів – 30,2 г, зокрема цукрів – 7,3 г. До її складу входить низка вітамінів, серед яких – фолацин B_9 (фолієва кислота) – 375 мкг, ретинол (одна з форм вітаміну А) – 1 мкг, піридоксин (B_6) – 0,377 мг, вітамін С (аскорбінова кислота) – 6 мг, і багато мікроелементів. Основним біохімічним компонентом є білок, тому, обираючи рецептуру круп для формування сумішей, варто уважно розглядати якісні характеристики обраних компонентів [13].

Розторопша – це насіння, біохімічний склад якого включає широкий комплекс біоактивних компонентів. Насіння розторопші містить флаволігнани, які забезпечують виражену антиоксидантну й гепатопротекторну дію. Ліпідна фракція представлена поліненасиченими жирними кислотами, зокрема омега-6 (лінолева) й омега-9 (олеїнова), що забезпечують нормалізацію ліпідного обміну та сприяють зниженню рівня «поганого» холестерину. Насіння також містить значну кількість харчових волокон, що позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту та мікробіоту кишечника. Серед вітамінного комплексу переважають вітаміни групи В, А, Е й К, що беруть участь у метаболізмі, антиоксидантному захисті, процесах кровотворення та регуляції коагуляції. Мінеральний склад насіння представлений калієм, кальцієм, магнієм, цинком, залізом, селеном, міддю й хромом, що забезпечує підтримку електролітного балансу, функціонування серцево-судинної та кісткової систем [14].

Амарант є високопоживним і функціонально цінним видом насіння, що характеризується багатим макро- й мікронутрієнтним складом. Насіння містить 16–20 % білка, 6–9 % ліпідів і 60–65 % крохмалю. Особливістю біохімічного складу амаранту є високий уміст незамінної амінокислоти лізину – 6–7 %, що перевищує її концентрацію в зерні пшениці та кукурудзи у 2,5–3,5 рази. Лізин є ключовою амінокислотою для синтезу білків, зокрема колагену, і сприяє нормальному росту й розвитку організму. Поживна цінність насіння амаранту на 100 г продукту становить: жири – 7,02 г, білки – 13,56 г, вуглеводи – 58,55 г, енергетична цінність – 371 кКал. Насіння амаранту містить значну кількість харчових волокон, що покращують травлення та мікробіоту кишечника, а також поліфенольні сполуки, фітостероли й токофероли, які проявляють антиоксидантні властивості. Ліпідний склад характеризується переважною кількістю ненасичених жирних кислот: лінолевої, олеїнової, що забезпечує сприятливий вплив на ліпідний обмін і серцево-судинну систему. Крім того, насіння амаранту є джерелом мінералів (заліза, магнію, фосфору, кальцію, цинку), що підвищує його харчову цінність і функціональні властивості [15].

Земляний горіх (арахіс) – у ньому міститься 37 % білка, близько 21 % крохмалю, до 53 % олії, яка містить арахінову, лігноцерінову, стеаринову, пальмітинову, олеїнову й інші жирні кислоти, також алкалоїди, арахін і конарахін, глюкенини, соланіни, амінокислоти, цукор, вітаміни групи В, Е-пантотенову кислоту, біотин. У фармацевтичній промисловості використовують для приготування різних ліків. Насіння арахісу при регулярному споживанні, якщо немає протипоказань та алергічних реакцій, може сприяти зниженню рівня «поганого» холестерину, покращенню роботи серцево-судинної системи та нервової системи [16].

Кунжут є яскравим представником суперфуду, який містить великий відсоток цинку, натрію, фосфору, марганцю, селену, кальцію, калію, магнію та заліза. Хімічний склад насіння включає 45–55 % ліпідів, 18–25 % білка, 10–15 % вуглеводів і близько 5–12 % харчових волокон. Ліпідна фракція представлена переважно ненасиченими жирними кислотами – олеїновою та лінолевою, що зумовлює високу біологічну активність кунжутної олії та її стійкість до окиснення. Особливу цінність становить комплекс біологічно активних сполук із вираженими антиокси-

дантними властивостями. Насіння містить лігнани (сезамін, сезамолін, сезамол), фітостероли, токофероли (вітамін Е), каротиноїди (попередники ретинолу), а також вітаміни групи В (тіамін, рибофлавін, ніацин) [17].

Характерні дані про досліджувані рослинні культури свідчать про їх сприятливий ефект на загальний стан здоров'я людини, тому розглянуті нами культури у вигляді насіння можна використовувати для виробництва круп'яних сумішей, згідно з ретельно обраним складом і рецептурою, де можливо виробляти різні суміші, у тому числі й лікувально-профілактичного призначення.

Розглянемо, якими технологічними методами можливо обробляти круп'яні суміші, щоб вони мали вигляд, властивості, біохімічний склад, найбільш якісні для споживання.

Ми розглядали метод пресування, але він забезпечує лише ущільнення часток суміші. Можливо використовувати проварювання суміші, мікронізацію. Але найменш енергозатратний процес, де практично будь-який зерновий продукт можна перетворити на досить пластичну масу, – це екструзування. За допомогою екструзійної технології можливо створювати харчові продукти з регульованою харчовою, біологічною та енергетичною цінністю [18].

Переробка рослинної сировини за допомогою термопластичної екструзії пояснюється двома основними причинами. По-перше, великим обсягом і різноманітністю круп'яних сумішей; по-друге, економічним ефектом, який показує виробництво екструзійної продукції.

Особливістю екструзійної техніки є оптимізація, де кілька технологічних операцій відбуваються в одній машині – екструдері. У межах цього процесу одночасно відбуваються транспортування, перемішування, подрібнення, варіння, ущільнення й формування; можливість збіль-

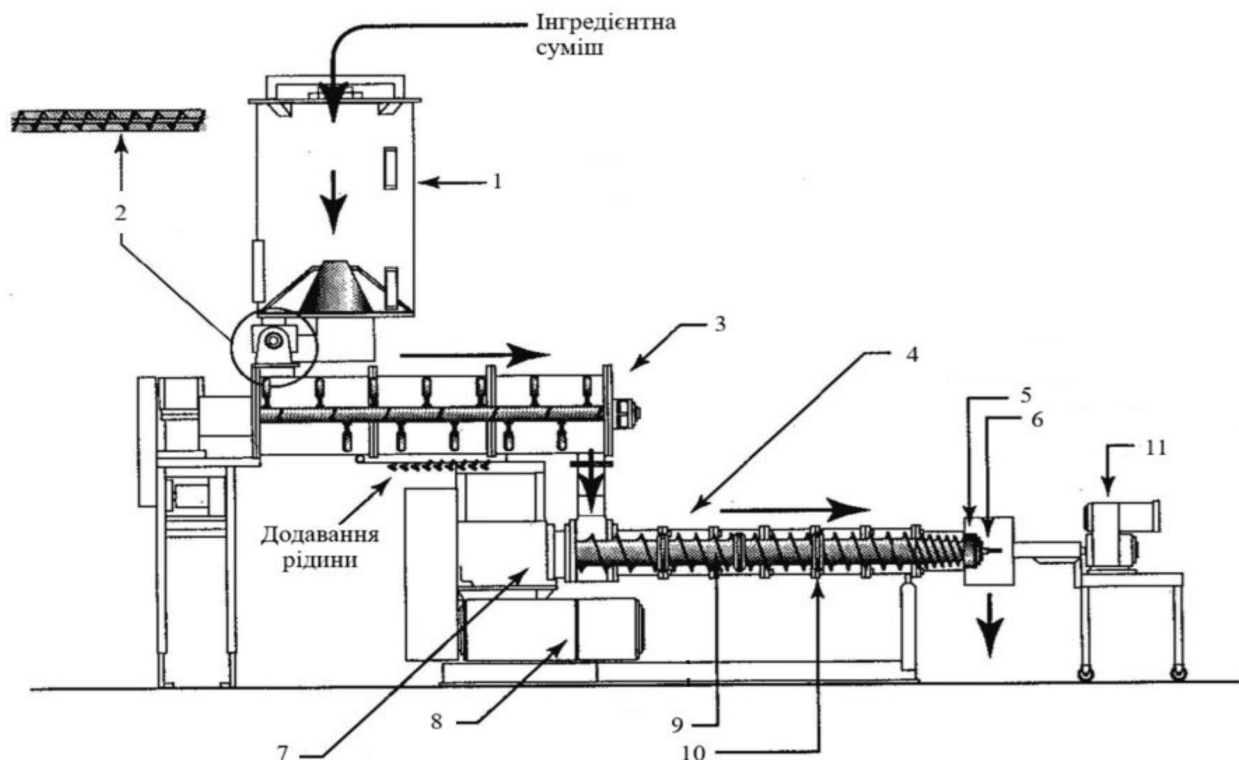


Рис. 1. Загальний вигляд екструдерної системи: 1 – накопичувальний бункер із «живим» (рухомим) дном; 2 – шнековий живильник із регульованою швидкістю; 3 – прекондіціонер (вузол попередньої підготовки); 4 – вузол корпусу (циліндра) екструдера; 5 – дистанційне кільце; 6 – фінішна матриця (фільтра); 7 – корпус головного приводу; 8 – двигун головного приводу; 9 – шнек; 10 – стопорне кільце/елемент для створення зсуву; 11 – ніж із регульованою швидкістю (різальний пристрій)



шення швидкості протікання хімічних реакцій; високий ступінь автоматизації та скорочення кількості обслуговуючого персоналу (рис. 1) [18–21].

Використання екструзійної технології для виробництва круп із різних зернових, бобових, олійних культур у харчові високоцінні продукти, забезпечує глибокі біохімічні перетворення поживних речовин – вуглеводів, клітковини, білків, що призводить до підвищення їх засвоєння й отримання високоякісних екструдатів. Формовані екструдати у вигляді джгутів або різних сформованих продуктів із сумішей круп'яних культур можливо дробити, розсіювати на ситах на круп'яні фракції різних геометричних розмірів, згідно з номерами сит, а борошняну фракцію використовувати в тістових масах при виробництві різного печива та макаронних виробів.

Висновки. По-перше, екструзійну технологію доцільно використовувати в технології виробництва круп'яних продуктів, тому що вона забезпечує швидку зміну та покращення фізико-механічних і біохімічних властивостей кінцевої продукції, збільшення її енергетичної цінності.

По-друге, така сучасна технологія ставить питання до технологів харчових виробництв, кулінарів, медиків про можливість сумісної розробки та створення нових рецептур круп'яних сумішей із додаванням різних олійних культур харчового призначення, у результаті чого промисловість зможе виробляти нові круп'яні вироби оздоровчого призначення, у тому числі й для профілактичного лікування.

Список використаних джерел

1. Дзюба Н.А., Буняк О.В. Дослідження безпечності екструдатів на основі круп'яної сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія «Технічні науки»*. 2022. № 6. С. 59–67.
2. Mościcki L., Van Z., Dick J. Extrusion-cooking and related technique. *Extrusion-cooking techniques: Applications, theory and sustainability*. 2011. P. 1–24.
3. Осокіна Н. М., Герасимчук О. П., Матвієнко Н. П. Технологія зберігання та переробки зерна. Київ : ТОВ «Книга-плюс», 2012. 320 с.
4. Шутенко Є. І., Соц С. М. Технологія круп'яного виробництва. Одеса : ОНАХТ. 2010. 272 с.
5. Orozco-Angelino X., Espinosa-Ramírez J., Serna-Saldívar S. O. Extrusion as a tool to enhance the nutritional and bioactive potential of cereal and legume by-products. *Food Research International*. 2023. Vol. 169. 112889.
6. Чебаненко Є., Мельник О. Метод екструзійної обробки бобових: вплив на поживні властивості та перспективи використання. *Вісник Хмельницького нац. університету. Серія «Технічні науки»*. 2025. № 351(3.1). С. 542–548.
7. Кобилінська О. В. Розроблення раціональних технологій харчоконцентратів швидкого приготування на основі екструдованої сировини : автореф. дис.... канд. техн. наук : 05.18.01. Київ : УДУХТ, 2000.
8. Kadam A., Scanlon M. G., Koksel F. Extrusion of Oilseed-Based Ingredients: Unlocking New Potential for Sustainable Protein Solutions. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2025. P. 1–24. DOI: 10.1111/1541-4337.70185
9. Riaz M. N. Extrusion processing of oilseed meals for food and feed production. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 2005.
10. Перевалов Л. І. Науково-практичне обґрунтування інноваційних технологій переробки насіння олійних культур : автореф. дис.... докт. техн. наук : 05.18.06. Харків : Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т», 2021. 42 с.
11. Guy J. Extrusion Cooking: Technologies and Applications. Cambridge : Woodhead Publishing, 2001. 23 p.
12. Boye J. I., Barbana C. Protein processing in food and bioproduct manufacturing and techniques for analysis. *Food and industrial bioproducts and bioprocessing*. 2012. P. 85–113.
13. Johnson L. A., White P. J., Galloway R. Soybeans: chemistry, production, processing, and utilization. *Elsevier*. 2015. 422 p.
14. Duke J. A. Handbook of Medicinal Herbs. CRC Press, 2002. 845 p.
15. Калина В. С., Троєкурова В. О., Закопай Д. П. Дослідження технології виробництва амарантово-житнього хліба як функціонального продукту з підвищеною харчовою цінністю. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2025. Том 15, № 2. С. 302–307.
16. Лимар В. А. Арахіс. Київ : Аграрна наука, 2007. 158 с.



17. Кобзева Д. О., Лях В. О. Схожість та якість насіння кунжуту різних років вирощування. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С. 112–117.
18. Lazou A. E. Food extrusion: An advanced process for innovation and novel product development. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2022. P. 1–29.
19. Yadav N., Suvedi D. Extrusion technology in food processing: Principles, innovations and applications in sustainable product development. *Food and Humanity*. 2025. Vol. 5.
20. Ganjyal G. M. Extrusion cooking: cereal grains processing. *Elsevier*. 2020. 533 p.
21. Petik I., Litvinenko O., Kalyna V., Ilinska O., Raiko V., Filenko O., Lutsenko M., Romanova T., Svishchova Ya., Ivakin O. Development of extruded animal feed based on fat and oil industry waste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. № 2/11 (122). P. 112–120.

Дата першого надходження статті до видання: 02.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.04.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)



V. Kalyna¹, V. Troiekurova¹, M. Lutsenko², I. Volosenkov¹

¹ Dnipro State Agrarian and Economic University

² Luhansk Taras Shevchenko National University

PROSPECTS FOR THE PRODUCTION OF FOOD PRODUCTS USING OILSEED AND CEREAL RAW MATERIALS BY EXTRUSION TECHNOLOGY

Summary

The article examines the prospects for the production of food products using oilseed and cereal raw materials by means of extrusion as an innovative approach to enhancing the nutritional and biological value of products. The nutrient composition of amaranth, sesame, peanut, milk thistle, and soybean seeds is analyzed; these raw materials are characterized by a high content of complete proteins, polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, B vitamins, tocopherols, minerals, and biologically active compounds with antioxidant properties. The nutritional value of cereal products (oat flakes, buckwheat, rice, millet, pearl barley, barley groats, peas, and semolina) is also summarized, as they serve as important sources of complex carbohydrates, plant protein, fiber, and micronutrients. The feasibility of combining oilseed and cereal raw materials in extruded blends to develop products with targeted functional properties is substantiated. It is demonstrated that extrusion technology ensures process intensification and rapid modification of the physical-mechanical and biochemical characteristics of raw materials, increases the degree of starch gelatinization, promotes protein denaturation, and inactivates anti-nutritional factors, thereby improving digestibility and enhancing the energy value of the final product. It is concluded that the application of extrusion in cereal product manufacturing is both technologically and economically justified. A promising direction is interdisciplinary collaboration among food technologists, culinary specialists, and medical professionals to develop cereal blends enriched with edible oilseed crops. This approach creates the preconditions for the production of health-oriented cereal products, including those intended for preventive nutrition.

Keywords: oil-and-cereal ingredient mixture, extrusion technology, starch-oil extruded products.