

ПІДГОТОВКА НАСІННЯ НУТУ ДО ПЕРЕРОБКИ В КРУП'ЯНІ ПРОДУКТИ

Соц С.М., канд. техн. наук, доцент, Кустов І.О., канд.техн.наук, доцент, Буценко І.І., аспірант
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Анотація. У статті розглянуто, сучасний стан вирощування нуту, його харчову та технологічну цінність, а також обґрунтовано підходи до його переробки з урахуванням морфологічних і біохімічних особливостей даної бобової культури. Основні обсяги виробництва нуту зосереджені в Індії, де вирощується до 70 % світового врожаю, а також в Австралії та Туреччині. Світове виробництво нуту коливається в межах 14–18 млн тонн на рік, з яких близько половини переробляється на крупи, борошно та плющені продукти. В Україні нут залишається нішовою культурою з річним обсягом виробництва не більше 50 тис. тонн і посівними площами до 40 тис. га, основними регіонами вирощування якої є південні та частково центральні області. Проаналізовано досягнення селекційної роботи, результатом якої стало зростання кількості зареєстрованих сортів нуту до 22, серед яких представлені як фуражні, так і високоякісні зернові, призначені для харчової промисловості. Виробництво харчових продуктів на основі нуту в Україні перебуває на етапі становлення і обмежується невеликими обсягами виготовлення круп, борошна та пластівців, що зумовлено відсутністю усталеного споживчого сегмента, низькою поінформованістю населення про цінність нуту, високою конкуренцією з боку традиційних культур і відсутністю нормативно-технічних регламентів для його переробки. Аналіз нормативної бази показав, документом, що регламентує показники якості нуту, є ДСТУ 6019:2008, який визначає чіткі вимоги до харчового та кормового зерна, зокрема за вологістю, вмістом домішок, рівнем ураженості, а також вмістом токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів. Особливу увагу приділено антипоживним речовинам, серед яких інгібітори протеаз, фітинова кислота, лектини, сапоніни та таніни, що суттєво знижують біодоступність білків і мінералів, а також обґрунтовано технологічні підходи до їх інактивації шляхом замочування, пропарювання, варіння та луцення. Визначено, що пропарювання під тиском 0,15–0,20 МПа та подальше луцення методом інтенсивного стирання є найбільш ефективними способами зниження вмісту антипоживних компонентів і підвищення харчової придатності нуту. Обґрунтовано технологічний процес очищення й підготовки насіння нуту до переробки, який включає очищення, замочування, двоетапне підсушування, пропарювання та луцення на луцильно-шліфувальній машині «Каскад» виробництва ТОВ «ОЛІС». Перевагами каскадного луцення є поетапне зняття оболонкових шарів із мінімізацією втрат внутрішніх шарів, зниження утворення дрібних фракцій на 15–20 %, підвищення виходу цілого ядра, а також поліпшення органолептичних властивостей і скорочення тривалості варіння готової продукції. Застосування запропонованих технологічних рішень забезпечує значне зниження вмісту клітковини, фенольних сполук і дубильних речовин, підвищення біодоступності поживних компонентів та формує передумови для розширення асортименту нутових продуктів в Україні. Отримані результати демонструють доцільність впровадження вдосконалених технологічних схем переробки нуту з метою підвищення ефективності виробництва та якості кінцевих продуктів, що створює перспективи розвитку круп'яної галузі в нашій країні.

Ключові слова: нут, бобові культури, антипоживні речовини, воднотеплова обробка, луцення, каскадне луцення, круп'яні продукти, технологія очищення і підготовки.

Нут вирощують понад 7 тисяч років, його історія сягає неолітичної доби на Близькому Сході, де ця культура була однією з перших бобових, що почали культивувати люди. Відтоді нут поширився в регіонах Середземномор'я, Індії та Північної Африки завдяки торгівлі та міграціям. Він став важливим джерелом білка для стародавніх цивілізацій, таких як шумери, єгиптяни і римляни. З часом нут набув широкого поширення у світі, особливо в країнах з посушливим кліматом, через свою посухостійкість і поживність. Зараз нут залишається однією з ключових бобових культур у світі, широко застосовується у харчуванні та промисловості. Сьогодні насіння нуту вирощується переважно у невеликих порівняно з традиційними злаковими і бобовими культурами кількостях і не зважаючи на достатньо широкий асортимент харчових продуктів, для більшості країн є нішовою культурою. Опосередковано об'єм вирощування насіння нуту в світі в змінюється у широких межах від 14 до 18 млн. тонн щорічно. Найбільша частка з усього вирощуваного насіння нуту в світі припадає на Індію, де вирощують понад 9 мільйонів тонн нуту на рік, що становить близько до 70 % світового виробництва. При цьому практично увесь вирощений нут (до 90 %) використовується для харчових потреб у вигляді вареного нуту для страв типу чат, нутового борошна (бесан), яке використовують у солодошах, закусках, соусах, локшині та безглютенових сумішах. Другою за об'ємами вирощування нуту в світі є Австралія, в якій щорічно вирощують до 1 млн. тонн даної бобової культури, при цьому більшість вирощеного насіння не використовується для внутрішніх потреб, а спрямовується на експорт. Для харчових

потреб в Австралії щорічно використовують до 50 тис тон нуту який споживається у вигляді консервованого нуту, борошна, вегетаріанських сумішей, хумусу, снєків тощо. Третьою за обсягами вирощування нуту у світі є Туреччина в якій за приблизними оцінками вирощується до 600 тис тонн даної культури. [1-3]

Не зважаючи на відносно невеликі об'єми вирощування нуту ця бобова культура переробляється в класичні для нашої країни круп'яні продукти – крупи, борошно, плющені продукти. Частка вироблених нutowих круп за орієнтовними оцінками складає 4-5 мільйонів тонн, нутове борошно яке має значний потенціал як самостійний продукт так і складового компоненту, наприклад для створення композиційних борошняних сумішей і їх подальшого використання у хлібопеченні складає 1,5-2,0 млн тонн на рік. Частка плющеного ядра орієнтовно складає від 500 до 700 тис. тонн на рік. Загалом в світі в класичні для нас крупи, плющені продукти і борошно переробляється орієнтовно до 8 млн. тонн даної культури що приблизно складає половину від усього вирощеного насіння.

В Україні як і у більшості країн нут не є основною бобовою культурою і вирощується більшою мірою як нішова культура, при цьому за останні роки максимальний об'єм вирощеного зерна не перевищував 50 тис тонн при цьому частка посівних площ не перевищує 40 тис. га. Основними регіонами вирощування нуту в нашій країні є Одеська, Миколаївська, Запорізька, Вінницька та Чернівецька області [4-6].

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення на території України [7] станом на серпень 2025 року, налічується 22 сорти нуту звичайного. Першим із них у 2002 році був зареєстрований сорт Пам'ять, а у 2004 році – сорт Слобожанський. Варто зазначити, що ці два сорти були заявлені як зернофуражні й не призначалися для харчових потреб. Лише у 2005 році до реєстру внесено перший цінний зерновий сорт нуту – Триумф, а в 2008 році – сорт Буджак, що також належить до категорії цінних зернових. Подальший розвиток селекційної роботи підтверджує реєстрація у 2024 році двох нових сортів – Вента та Дарія, що свідчить про безперервність досліджень у цьому напрямі. Таким чином, якщо на початковому етапі реєстрації сорти нуту в Україні були орієнтовані переважно на використання як кормового насіння, то з часом культура набула значення й у виробництві продуктів харчування, що відображає еволюцію підходів до її вирощування та застосування.

В Україні виробництво харчових продуктів на основі нуту, зокрема круп, пластівців та борошна, перебуває на етапі становлення та представлено переважно у вузькоспеціалізованому сегменті ринку. Орієнтовні щорічні обсяги виготовлення нutowих круп становлять не більше ніж 400 тонн, продуктів типу пластівців та інших плющених виробів – до 100 тонн, а борошна з нуту – близько 1000 тонн. Такий рівень виробництва зумовлений низькою чинністю, серед яких відсутність сформованого сегменту постійних споживачів нutowих продуктів, обмежений рівень поінформованості населення щодо харчової та біологічної цінності нуту, а також висока конкуренція з боку традиційних і більш звичних для вітчизняного ринку культур, таких як рис, овес, ячмінь, пшениця та горох. Додатково стримувальним фактором є відсутність чітко регламентованих технологічних нормативів переробки нуту, що ускладнює його інтеграцію у вітчизняну круп'яну промисловість [8,9].

В Україні наразі відсутній офіційно затверджений регламент щодо переробки зерна нуту в крупи та круп'яні продукти. Ця культура, цілеспрямована селекція якої на території нашої держави розпочалася у 1990-х роках, тривалий час не розглядалася як перспективна сировина для харчової промисловості, що зумовило повільний розвиток відповідних технологічних підходів і нормативної бази для її використання у виробництві продуктів харчування. Внаслідок цього технологічні процеси переробки насіння нуту реалізуються за аналогією до переробки гороху, що широко вирощується і переробляється в Україні, однак подібний підхід не враховує фізико-хімічні та біохімічні особливості нуту. Це призводить до недостатньої ефективності воднотеплової обробки, лушення та шліфування, що негативно позначається на якісних і безпечності кінцевих продуктів [10,11].

В Україні діє ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» [12] який встановлює чіткі граничні значення показників якості насіння нуту, дотримання яких є обов'язковим для допуску сировини до використання за призначенням. У межах ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» поділ зерна нуту на харчове та кормове ґрунтується на диференційованих вимогах до показників якості, що обумовлюють його кінцеве призначення. Харчове зерно має відповідати суворішим нормам, які забезпечують його придатність до споживання людиною та подальшої переробки у харчовій промисловості. Для цієї категорії нуту встановлено максимальну вологість на рівні 14 %, граничний вміст смітної домішки не більше 2 %, пошкоджених і битих зерен – не більше 3 %, а також повну відсутність ураження насіння шкідниками, пліснявою чи проростанням. Зерно повинно мати типовий для сорту колір і властивий культурі запах без сторонніх домішок, що забезпечує належні органолептичні характеристики. Крім того, харчове зерно повинно відповідати вимогам санітарного законодавства щодо вмісту токсичних елементів (свинцю, кадмію, миш'яку, ртуті), мікотоксинів (зокрема афлатоксину В1) та залишкових кількостей пестицидів, що не перевищують допустимі рівні для продуктів харчування.

Для кормового зерна нуту ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» встановлює більш лояльні показники якості, ніж для харчового, що пов'язано з його призначенням як складника кормових раціонів. Зокрема, гранична вологість такого зерна може становити до 15 %, що допускає дещо вищу залишкову вологість порівняно з харчовим нуту. Масова частка смітної домішки може сягати 3 %, тоді як кількість битих і по-

шкоджених зерен допускається на рівні до 5 %. Стандарт не нормує однорідність за кольором та розміром, що спрощує вимоги до партій, призначених для кормових цілей. Ураження шкідниками для кормового зерна допустиме в межах, що не призводять до істотної втрати кормової цінності або небезпеки для тварин. Органолептичні показники не підлягають суворому контролю: допускається менш однорідний запах та колір, за умови відсутності ознак псування, гнилі чи цвілі.

При цьому навіть для кормового нуту встановлені обмеження щодо вмісту токсичних елементів, мікотоксинів і залишкових кількостей пестицидів, що регламентуються санітарними нормами для кормових культур. Такі обмеження передбачені з метою запобігання негативному впливу на здоров'я тварин і безпечності продуктів тваринного походження.

Ключовими чинниками, що зумовлюють глобальну зацікавленість переробних підприємств у використанні різних різновидів нуту для виробництва харчових продуктів, є специфіка його хімічного складу, зокрема високий вміст білкових речовин. У розвинених країнах ці властивості активно використовують для розширення асортименту харчових продуктів, створюючи як традиційні вироби, так і продукти спеціального та функціонального призначення. Водночас для країн із нижчим рівнем економічного розвитку характерним залишається виробництво переважно традиційних продуктів на основі нуту [13-15].

Вчені з різних країн, звернули увагу на те, що насіння нуту містить певні компоненти, які суттєво знижують його харчову цінність. Ці речовини, відомі як антипоживні речовини, можуть негативно впливати на засвоюваність білків і інших поживних речовин, а також спричиняти небажані фізіологічні ефекти при споживанні. Враховуючи цей факт, виникає потреба у розробленні ефективних технологічних підходів, які б дозволили мінімізувати або усунути вплив цих шкідливих компонентів. Такий підхід сприятиме підвищенню харчової цінності нуту, розширенню сфери його застосування у харчовій промисловості, а також покращенню якості кінцевих продуктів, виготовлених на його основі [16-18].

До основних антипоживних речовин нуту відносять інгібітори протеаз, фітинові сполуки, лектини, сапоніни та таніни. Інгібітори протеаз, вміст яких у насінні сягає 1–3 %, блокують активність протеолітичних ферментів, передусім трипсину та хімотрипсину, що істотно знижує ефективність гідролізу білкових молекул і, відповідно, біодоступність амінокислот. Фітинова кислота, масова частка якої становить у середньому 0,8–1,5 %, характеризується високою здатністю утворювати нерозчинні комплекси з іонами дво- та тривалентних металів, зокрема кальцію, цинку, заліза й магнію, що призводить до зниження їх абсорбції в шлунково-кишковому тракті на 20–50 %. Крім того, фітати здатні взаємодіяти з білковими молекулами, ускладнюючи доступ протеолітичних ферментів до пептидних зв'язків, а також зменшують біодоступність фосфору, значна частка якого в насінні нуту представлена саме у формі фітинових сполук [19-21].

Термічна обробка є найрезультативнішим способом зниження активності інгібіторів протеаз, серед якого пропарювання демонструє найвищу ефективність завдяки поєднанню підвищеної температури (121°C) та тиску (0,1–0,2 МПа). П'ятнадцятихвилинна обробка дозволяє зменшити активність цих речовин на 85%, а тридцятихвилинна – до 95%. Окрім інактивації антинутрієнтів, пропарювання сприяє покращенню засвоюваності білків завдяки частковому розщепленню білкових комплексів і зростанню їхньої розчинності. Найпростішим способом зменшення вмісту фітатів є замочування, яке активує ендогенні фітази. Термічна обробка має обмежену ефективність, адже фітинова кислота стійка до нагрівання. Для інактивації лектинів термічне оброблення також є найбільш ефективним способом їх інактивації. Варіння при 100°C протягом пів години знижує їхню активність на 85–90%, а за годину – практично повністю (до 99%). Пропарювання за температури 121°C і тиску 0,1 МПа протягом 15–20 хвилин забезпечує повну денатурацію цих білків. Сапоніни, які здатні вимиватися водою, значно зменшуються під час замочування при 30–45°C протягом 12–24 годин, зниження становить 20–50% залежно від сорту нуту та початкового вмісту. Найбільш ефективною залишається термічна обробка, особливо варіння при 100°C, що зменшує рівень сапонінів на 50–80% упродовж 30–60 хвилин. Пропарювання при 121°C і тиску 0,1 МПа впродовж 15–20 хвилин забезпечує майже повну інактивацію сапонінів (до 95%). Таніни, завдяки своїй високій розчинності у воді, також ефективно видаляються під час замочування, особливо якщо вода має температуру 30–45°C. За 12–24 години їхній рівень може зменшитися на 30–50%, особливо за умови періодичного оновлення води. Високі температури сприяють денатурації танінів, тому варіння при 100°C протягом 30–60 хвилин значно знижує їхню концентрацію. Пропарювання за 121°C і тиску 0,1 МПа дозволяє зменшити рівень танінів на 80–95%. Враховуючи рівень антипоживних речовин у насінні нуту та їхній комплексний вплив на біодоступність білків, мінералів і мікронутрієнтів, технології переробки цієї бобової культури повинні включати операції, спрямовані на видалення або інактивацію зазначених речовин [16,22, 23].

В сучасних умовах розвитку харчової промисловості України при переробці нуту найбільш поширеним підходом є застосування адаптацій технологічних схем, які традиційно розроблені для переробки гороху. Такий методологічний вибір зумовлений близькістю ботанічних і технологічних характеристик цих бобових культур, а також відсутністю розроблених і нормативно затверджених технологічних регламентів, спеціально адаптованих для нуту. Проте варто підкреслити, що нут за складом має суттєві відмінності від гороху, зокрема у значно більшому вмісті антипоживних речовин. Вміст антипоживних речовин у нуті, таких як фенольні сполуки, сапоніни, фітинова кислота та інгібітори протеаз, істотно перевищує їхній рівень у горосі. Це обумовлює підвищені вимоги до режимів воднотеплової обробки, лущення, шліфування нуту. Застосу-

вання технологічних режимів, рекомендованих для гороху, не забезпечує належного руйнування або інактивації цих сполук у нуті, що призводить до збереження високого рівня антипоживних речовин у кінцевому продукті. Рекомендовані параметри пропарювання і лущення гороху є недостатніми для нуту, що загрожує неефективним видаленням оболонок, що в кінцевому результаті знижує вихід і якість круп'яних продуктів [24–26].

В ході проведення досліджень нами було розроблено технологічний процес очищення і підготовки насіння нуту до переробки який враховує усі особливості даної бобової культури. Насіння нуту із бункерів для неочищеного зерна надходить на попереднє очищення у скальператор, що забезпечує видалення найбільших за розміром грубих домішок, які значно перевищують за габаритами зерна культури. Вилучення цих домішок здійснюється за допомогою сит із крупними отворами розміром 20×20 мм та 10×10 мм. У випадку попередньої первинної очистки насіння нуту даний етап може бути пропущений. Після зважування на автоматичних вагах зерно спрямовується у ситоповітряний сепаратор, де відбувається вилучення основних зернових і сміттєвих домішок. Відходи III категорії вилучаються сходом сит із $\varnothing$ 10–12 мм, тоді як подрібнене ядро, дрібне та недорозвинене насіння, а також інші зернові та сміттєві домішки вилучаються проходом сита $\varnothing$ 4,2 мм. Основна фракція насіння нуту, яка утворюється сходом із сита $\varnothing$ 4,2 мм, надходить до пневматичного каналу сепаратора для очищення від аеродинамічних домішок. Наступним етапом є магнітний контроль за допомогою магнітного сепаратора. Воднотеплова обробка, що передує лущенню, складається з двох послідовних етапів для досягнення максимального ефекту. Спершу насіння замочують у воді, підігрітій до 40–60 °С, що сприяє частковій інактивації антипоживних речовин, зокрема фітинової кислоти – основної форми зберігання фосфору в зерні, яка здатна зв'язувати мікроелементи (залізо, кальцій, магній, цинк), утворюючи нерозчинні комплекси й знижуючи їх біодоступність. Під час замочування активізуються ендогенні фітази, ферменти, що гідролізують фітинову кислоту до менш фосфорильованих сполук або розщеплюють її повністю. Одночасно частково вимиваються лектини й сапоніни – інші антипоживні речовини, що погіршують харчову цінність нуту. Тривалість замочування становить 6–12 годин, під час яких вологість насіння підвищується до 35–40 %. Після замочування насіння проходить двоетапне підсушування на спеціалізованому обладнанні до вологості 15–16 %, після чого здійснюється охолодження у колонках або бункерах до температури навколишнього середовища. Другий етап воднотеплової обробки – пропарювання під надлишковим тиском 0,15–0,20 МПа протягом 10–15 хвилин. Такий режим забезпечує майже повну інактивацію лектинів і сапонінів, які можуть чинити шкідливу дію на організм при споживанні.

Після пропарювання насіння знову піддається сушінню у вертикальних парових сушарках до вологості, що не перевищує 14 %, та направляється на попереднє лущення.

Лущення нуту є однією з ключових операцій технологічного процесу його переробки, оскільки саме на цьому етапі формуються основні фізико-хімічні, органолептичні та технологічні характеристики готового продукту. Морфологічно насіння нуту характеризується наявністю щільних зовнішніх оболонок, що частка яких може становити 14–16 % маси насіння. Ці структурні елементи містять підвищені концентрації клітковини, фенольних сполук, дубильних речовин та залишків антипоживних речовин, серед яких інгібітори протеаз і фітинова кислота займають провідне місце. Зазначені речовини, локалізовані переважно в оболонкових шарах, істотно знижують біодоступність білкових і мінеральних компонентів сім'ядолей, негативно впливають на засвоюваність нуту в раціоні людини та формують небажані присмаки й відтінки, що погіршують органолептичні властивості кінцевого продукту.

Видалення оболонок у процесі лущення є важливим технологічним прийомом, що забезпечує зниження вмісту клітковини та антипоживних речовин, внаслідок чого підвищується харчова цінність та харчова придатність нуту. Лущення сприяє скороченню тривалості варіння готової продукції, оскільки видалення щільних оболонкових шарів ліквідує структурні бар'єри, що перешкоджають ефективному проникненню вологи під час варіння. Це безпосередньо зумовлює скорочення тривалості варіння на 25–40 % порівняно з нелущеним насінням, що є важливим фактором підвищення технологічної ефективності його кулінарної обробки та покращення споживчих властивостей готових продуктів.

Лущення нуту методом інтенсивного стирання оболонок має низку істотних переваг, що зумовлюють його широке використання у сучасних технологічних схемах переробки зернобобових культур. Даний метод ґрунтується на застосуванні робочих органів із підвищеною абразивною здатністю, які забезпечують багато-направлений механічний вплив на поверхню насіння, поєднуючи інтенсивне тертя з контрольованим ударним навантаженням. Такий характер обробки сприяє максимально ефективному видаленню оболонкових шарів навіть у разі переробки нуту з підвищеною щільністю оболонок та вираженою нерівномірністю мікрорельєфу поверхні, що є характерними морфологічними особливостями цієї культури.

Лущення методом інтенсивного стирання, в процесі якого видаляється 1,5–2,0 % поверхневих шарів дозволяє знизити рівень сапонінів і танінів у насінні на 60–70 %.

Застосування лущильно-шліфувальної машини «Каскад» виробництва ТОВ «ОЛІС», м. Одеса для лущення нуту має низку суттєвих технологічних переваг, що зумовлені особливостями її конструкції та принципом каскадної обробки зерна. Ця машина реалізує поетапне інтенсивне стирання оболонкових шарів шляхом проходження насіння крізь кілька послідовних зон абразивного впливу з поступовим регулюванням сили тиску та швидкості робочих органів. Такий каскадний принцип дозволяє досягати високого ступеня

видалення оболонок навіть у випадку морфологічно щільного і неоднорідного нуту, при цьому мінімізуючи механічні пошкодження сім'ядолей. Важливо, що саме поетапне зняття оболонкових шарів зменшує локальні напруження у структурі зернини, що характерні для ударно-відбійних методів, і таким чином запобігає утворенню тріщин та розщепленню ядра.

Однією з ключових переваг застосування «Каскаду» є значне підвищення виходу цілого ядра при лушченні. Оптимізована геометрія робочих органів та можливість тонкого регулювання технологічних параметрів (швидкості обертання, зазору, часу перебування у робочій зоні) забезпечують баланс між інтенсивністю лушення і збереженням маси сім'ядолей, що є критично важливим для ефективності технологічного процесу. Каскадний режим обробки може зменшити утворення дрібних фракцій на 15–20 % порівняно з одноетапними машинами ударного типу, що безпосередньо впливає на підвищення рентабельності процесу.

Застосування лушильно-шліфувальної машини «Каскад» виробництва ТОВ «ОЛІС», м. Одеса «Каскад» забезпечує глибоке очищення ядра від оболонкових шарів, що значно знижує вміст нерозчинної клітковини, фенольних сполук і дубильних речовин, локалізованих в оболонках. Це призводить до підвищення біодоступності білків і мінеральних речовин сім'ядолей та покращення смакових характеристик продукту. Додатковим ефектом є формування більш рівної та гладкої поверхні ядра, що зменшує тривалість термічної обробки за рахунок полегшеного проникнення вологи й рівномірного набухання під час варіння готової продукції.

Каскадне лушення має важливу перевагу: воно знижує поверхневу контамінацію зерна мікроорганізмами та пиловими частинками. Система аспірації, інтегрована в конструкцію машини, ефективно видаляє легкі частинки оболонок та пил, що зменшує ризик вторинного забруднення і створює сприятливі умови для подальшої переробки.

Суміш продуктів лушення сортують за допомогою двох послідовних систем повітряних сепараторів. Підготовлене таким чином насіння спрямовується на подальші етапи переробки для виробництва традиційного для України асортименту круп'яних продуктів.

Висновки. В результаті проведеної роботи було розроблено та науково обґрунтовано технологічний процес очищення і підготовки насіння нуту до переробки, який враховує морфологічні та біохімічні особливості цієї бобової культури. Запропонована технологія включає удосконалені етапи попереднього очищення, багатоступеневу воднотеплову обробку, що забезпечує інактивацію основних антипоживних компонентів (фітинової кислоти, лектинів, сапонінів), а також лушення методом інтенсивного стирання оболонок із поетапним регулюванням навантаження. Використання каскадного принципу обробки на лушильно-шліфувальній машині «Каскад» виробництва ТОВ «ОЛІС» забезпечує ефективне видалення оболонкових шарів за мінімальних втрат внутрішніх шарів, що сприяє підвищенню виходу цілої ядра та зниженню утворення дрібних фракцій. Застосування розробленої технології дозволяє суттєво зменшити вміст клітковини, фенольних сполук і дубильних речовин, підвищити біодоступність білків і мінеральних компонентів, покращити органолептичні характеристики та скоротити тривалість кулінарної обробки. Отримані результати підтверджують доцільність використання вдосконалених технологічних рішень для підготовки нуту різних видів *kabuli* та *desi* до переробки, що створює передумови для розширення його застосування у виробництві високоякісних круп'яних продуктів в Україні.

References

- Samriti, S., Sharma, R., Sharma, A., & Pathania, A. (2020). Trends in area, production, productivity and trade of chick pea in India. *Economic Affairs*, 65(2), 261–265. DOI: 10.46852/0424-2513.2.2020.19.
- Jha, D. K., et al. (2024). Unlocking the nutritional potential of chickpea: strategies. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2024.1391496
- Abbo, S., Kerem, Z., et al. (2007). Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. *Journal of Archaeological Science*, 34(8), 1289–1293. DOI: 10.1016/j.jas.2006.10.015
- Kovalenko, I. P., & Hryn, O. V. (2021). Osoblyvosti tekhnolohii vyrobnytstva krup'ianykh produktiv iz nutu. *Tekhnolohii kharchovykh produktiv*, (6(72)), 55–62. DOI: 10.24263/2310-6172-2021-6-07
- Melnyk, O. P., & Rudenko, S. V. (2019). Analiz vyrobnytstva i pererobky nutu v Ukraini. *Visnyk ahrarynoi nauky*, (12(102)), 87–93. DOI:10.31073/agrovisnyk201912-10
- Savchuk, T. V., & Petrenko, M. I. (2020). Perspektyvy rozshyrennia posivnykh ploshch nutu v Ukraini ta problemy yoho vyrobnytstva *Ahroekolohiia*, (5(34)), 44–50. DOI:10.30930/2412-0391.2020.05.06
- Derzhavnyi reiestr sortiv roslin, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2025 r. [Electronic resource]. Retrieved from [https://minagro.gov.ua/file-storage/reystyr-sortiv-roslin]
- Bondarenko, S. V., & Ivanenko, T. O. (2021). Osoblyvosti spozhyvchoho rynku nutovykh produktiv v Ukraini. *Ekonomika i upravlinnia v ahropromyslovomu kompleksi*, (45), 89–95. DOI:10.31073/agroec2021.45.11
- Pavlenko, L. P., & Shevchenko, N. V. (2020). Tekhnolohichni aspekty pererobky nutu dlia kharchovoi promyslovosti Ukrainy. *Tekhnolohii kharchovykh produktiv*, (4(64)), 50–58. DOI:10.24263/2310-6172-2020-4-06

10. Honcharenko, L. I., & Ivanova, N. S. (2019). Porivnialnyi analiz tekhnolohii obrobky nutu ta horokhu v Ukraini: problemy ta perspektyvy rozvytku. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu kharhovo tekhnolohiy, (41), 112–118.
11. Savchuk, O. P., & Romanenko, Yu. V. (2020). Osoblyvosti tekhnolohii pererobky nutu v umovakh vidсутnosti normatyvnoi bazy. Visnyk kharchovoi promyslovosti Ukrainy, (3), 29–36.
12. DSTU 6019:2008 "Nut. Tekhnichni umovy"
13. Venkatramanan, V., & Kumar, S. (2021). Nutritional and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein isolates: A review. Food Chemistry, 344, 128664.
14. Singh, A., Singh, B., & Singh, R. (2020). Chickpea as a functional food: Nutritional properties and health benefits. Trends in Food Science & Technology, 96, 153–166.
15. Duranti, M. (2006). Grain legume proteins and nutraceutical properties. Fitoterapia, 77(2), 67–82.
16. Khattab, R. Y., & Arntfield, S. D. (2009). Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments. LWT - Food Science and Technology, 42(6), 1113–1118. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.09.005
17. Mudryj, A. N., Yu, N., & Aukema, H. M. (2014). Nutritional and health benefits of pulses. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 39(11), 1197–1204.
18. Alonso, R., Orta, E., Marzo, F., & Marzo, G. A. (2000). Effect of germination and fermentation on nutritional quality of lupin seed. Food Chemistry, 70(1), 27–33.
19. Reddy, N. R., Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. (1982). Phytates in legumes and cereals. Advances in Food Research, 28, 1–92. DOI: 10.1016/S0065-2628%2808%2960158-0
20. Khan, N., & Rizvi, S. M. (2010). Impact of antinutritional factors on protein digestibility and mineral availability in food legumes: A review. Journal of Food Science and Technology, 47(2), 125–135. DOI: 10.1007/s13197-010-0052-0
21. Lestienne, I., Icard-Vernière, C., Mouquet, C., Picq, C., & Trèche, S. (2005). Effects of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents. Food Chemistry, 89(3), 421–425. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.03.020
22. Alajaji, S. A., & El-Adawy, T. A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. Food Chemistry, 96(4), 614–620. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.03.033
23. Puranik, S., & Rani, A. (2018). Effect of soaking and thermal processing on antinutritional factors and in vitro protein digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. International Journal of Food Science & Technology, 53(5), 1152–1161. DOI: 10.1111/ijfs.13774
24. Dmytrenko, S. I. (2019). Problemy standartyzatsii tekhnolohichnykh rezhymiv pererobky nutu v Ukraini. Naukovyi visnyk aharnoi nauky, 6(54), 112–119.
25. Lytvynenko, T. V. (2022). Osoblyvosti lushchennia ta ochyshchennia nutu dlia pidvyshchennia yakosti krup'ianykh produktiv. Kharchova promyslovist Ukrainy, 18(3), 31–37. DOI: 10.15407/hpu2022.18.3.031
26. Dmytrenko, O. P., & Bondar, M. I. (2024). Vplyv rezhymiv vodnoteplovoi obrobky na yakist nutovykh krup. Naukovi pratsi NUKHT, 37(2), 78–85. DOI: 10.15407/nuphtech.2024.37.2.078

PREPARATION OF CHICKPEA SEEDS FOR PROCESSING INTO GROATS PRODUCTS

**S. Sots, PhD of Technical Science, Associate Professor, I. Kustov, PhD of Technical Science, Associate Professor, I. Butsenko, post graduate student
Odesa National University of Technology**

Abstract. *The article examines the current state of chickpea cultivation, its nutritional and technological value, and substantiates approaches to its processing, taking into account the morphological and biochemical characteristics of this leguminous crop. The main production volumes of chickpea are concentrated in India, where up to 70% of the world's harvest is grown, as well as in Australia and Turkey. Global seed production ranges between 14 and 18 million tons per year, of which about half is processed into groats, flour, and flakes. In Ukraine, chickpea remains a niche crop with an annual production volume of no more than 50 thousand tons and sowing areas up to 40 thousand hectares, mainly in the southern and partly central regions. Emphasis is placed on breeding achievements, which have resulted in the registration of 22 chickpea varieties, including both forage and high-quality grain types intended for the food industry. The production of food products based on chickpea in Ukraine is at an early stage of development and is limited to small volumes of groats, flour, and flakes, due to the absence of a well-established consumer segment, low public awareness of chickpea's value, strong competition from traditional crops, and lack of regulatory and technical standards for its processing. An analysis of the regulatory framework shows that the only document governing chickpea quality indicators is DSTU 6019:2008, which sets clear requirements for food and feed grain, including moisture content, impurity levels, damage rates, as well as the content of toxic elements, mycotoxins, and pesticides. Special attention is given to antinutritional factors such as*

protease inhibitors, phytic acid, lectins, saponins, and tannins, which significantly reduce the bioavailability of proteins and minerals. Technological approaches to their inactivation through soaking, steaming, boiling, and dehulling are substantiated. It has been established that steaming under a pressure of 0.15–0.20 MPa followed by intensive abrasion dehulling is the most effective method to reduce antinutritional components and enhance the nutritional suitability of chickpeas. The technological process of cleaning and preparing chickpea seeds for processing is justified, including cleaning, soaking, two-stage drying, steaming, and dehulling using the "Cascade" dehulling-polishing machine manufactured by OLIS LLC. The advantages of cascade dehulling include staged removal of hull layers with minimal endosperm loss, a 15–20% reduction in fine fractions, increased whole kernel yield, improved organoleptic properties, and shorter cooking times of the finished products. The application of the proposed technological solutions ensures a significant reduction in fiber, phenolic compounds, and tannins, increases the bioavailability of nutrients, and creates prerequisites for expanding the range of chickpea products in Ukraine. The obtained results demonstrate the feasibility of implementing improved chickpea processing schemes to enhance production efficiency and the quality of final products, thereby creating prospects for the development of the groat industry in our country.

Keywords: chickpea, leguminous crops, antinutritional factors, water-heat treatment, dehulling, cascade dehulling, groat products, cleaning and preparation technology.

Список використаної літератури

1. Samriti, S., Sharma, R., Sharma, A., & Pathania, A. (2020). Trends in area, production, productivity and trade of chick pea in India. *Economic Affairs*, 65(2), 261–265. DOI: 10.46852/0424-2513.2.2020.19.
2. Jha, D. K. etc. (2024). Unlocking the nutritional potential of chickpea: strategies. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2024.1391496.
3. Abbo, S., Kerem, Z., et al. (2007). Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. *Journal of Archaeological Science*, 34(8), 1289–1293. DOI: 10.1016/j.jas.2006.10.015.
4. Коваленко І. П., Гринь О. В. Особливості технології виробництва круп'яних продуктів із нуту // Технології харчових продуктів. — 2021. — № 6(72). — С. 55–62. DOI: 10.24263/2310-6172-2021-6-07
5. Мельник О. П., Руденко С. В. Аналіз виробництва і переробки нуту в Україні // Вісник аграрної науки. — 2019. — № 12(102). — С. 87–93. — Режим доступу: DOI:10.31073/agrovisnyk201912-10
6. Савчук Т. В., Петренко М. І. Перспективи розширення посівних площ нуту в Україні та проблеми його виробництва // Агроєкологія. — 2020. — № 5(34). — С. 44–50. DOI:10.30930/2412-0391.2020.05.06
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 р.. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystir-sortiv-roslin>
8. Бондаренко С. В., Іваненко Т. О. Особливості споживчого ринку нутових продуктів в Україні // Економіка і управління в агропромисловому комплексі. — 2021. — Вип. 45. — С. 89–95. DOI:10.31073/agroec2021.45.11
9. Павленко Л. П., Шевченко Н. В. Технологічні аспекти переробки нуту для харчової промисловості України // Технології харчових продуктів. — 2020. — № 4(64). — С. 50–58. DOI:10.24263/2310-6172-2020-4-06
10. Гончаренко Л. І., Іванова Н. С. Порівняльний аналіз технологій обробки нуту та гороху в Україні: проблеми та перспективи розвитку // Науковий вісник Національного університету харчових технологій. — 2019. — Вип. 41. — С. 112–118.
11. Савчук О. П., Романенко Ю. В. Особливості технології переробки нуту в умовах відсутності нормативної бази // Вісник харчової промисловості України. — 2020. — № 3. — С. 29–36.
12. ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови»
13. Venkatramanan, V., & Kumar, S. (2021). Nutritional and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein isolates: A review. *Food Chemistry*, 344, 128664.
14. Singh, A., Singh, B., & Singh, R. (2020). Chickpea as a functional food: Nutritional properties and health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 153–166.
15. Duranti, M. (2006). Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77(2), 67–82.
16. Khattab, R. Y., & Arntfield, S. D. (2009). Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments. *LWT - Food Science and Technology*, 42(6), 1113–1118. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.09.005
17. Mudryj, A. N., Yu, N., & Aukema, H. M. (2014). Nutritional and health benefits of pulses. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(11), 1197–1204.
18. Alonso, R., Orta, E., Marzo, F., & Marzo, G. A. (2000). Effect of germination and fermentation on nutritional quality of lupin seed. *Food Chemistry*, 70(1), 27–33.
19. Reddy, N. R., Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. (1982). Phytates in legumes and cereals. *Advances in Food Research*, 28, 1–92. DOI: 10.1016/S0065-2628%2808%2960158-0
20. Khan, N., & Rizvi, S. M. (2010). Impact of antinutritional factors on protein digestibility and mineral availability in food legumes: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(2), 125–135. DOI: 10.1007/s13197-010-0052-0

21. Lestienne, I., Icard-Vernière, C., Mouquet, C., Picq, C., & Trèche, S. (2005). Effects of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents. *Food Chemistry*, 89(3), 421-425. DOI: 0.1016/j.foodchem.2004.03.020
22. Alajaji, S. A., & El-Adawy, T. A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Food Chemistry*, 96(4), 614-620. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.03.033
23. Puranik, S., & Rani, A. (2018). Effect of soaking and thermal processing on antinutritional factors and in vitro protein digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(5), 1152-1161. DOI: 10.1111/ijfs.13774
24. Дмитренко, С. І. (2019). Проблеми стандартизації технологічних режимів переробки нуту в Україні. *Науковий вісник аграрної науки*, 6(54), 112-119.
25. Литвиненко, Т. В. (2022). Особливості лущення та очищення нуту для підвищення якості круп'яних продуктів. *Харчова промисловість України*, 18(3), 31-37. DOI: 10.15407/hpu2022.18.3.031
26. Дмитренко, О. П., & Бондар, М. І. (2024). Вплив режимів воднотеплової обробки на якість нутових круп. *Наукові праці НУХТ*, 37(2), 78-85. DOI: 10.15407/nuphtech.2024.37.2.078

Отримано в редакцію 20.06.2025

Received 20.06.2025

Прийнято до друку 02.09.2025

Approved 02.09.2025