

## АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ НУТУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ІНГРЕДІЄНТІВ

Геврик В. В., Капрельянц Л. В., Труфкаті Л. В., Пожіткова Л. Г.

*В даний час харчова промисловість все більше фокусує свою увагу на питаннях, пов'язаних зі зміною існуючих технологій з метою підвищення ефективності переробки сировини та збільшення випуску високоякісних продуктів харчування та функціональних інгредієнтів з мінімальною кількістю відходів. Саме тому об'єктом дослідження було обрано насіння нуту, як джерело цінного рослинного білка, який за своїм складом схожий на білок тваринного походження та водночас є найбагатшим джерелом функціональних інгредієнтів.*

*При дослідженні використано метод аналізу літературних джерел, які відповідають тематиці дослідження. Було проаналізовано ряд наукових праць, які пов'язанні з пророщенням та замочуванням нуту, біологічною цінністю нуту у вигляді хумусу, перспективами переробки нуту для виробництва м'ясних і хлібобулочних виробів.*

*У роботі показані особливості загального хімічного складу та характеристика окремих нутрієнтів і біологічно активних речовин нуту. Наведені оздоровчі та фізіологічні особливості продуктів з нуту, зокрема показана відмінна особливість нуту – його здатність акумулювати селен, який засвоюється в 5–10 разів краще, ніж з інших хімічних сполук. Це в свою чергу сприяє попередженню виникнення та розвитку раку та інших хвороб. Показано, що приготування їжі та термічна обробка в цілому зазвичай призводять до зниження харчової якості та фітохімічного складу харчових продуктів. Однак вони можуть інактивувати термолабільні антипоживні речовини, такі як бобові антитрипсинові чинники, які негативно впливають на біодоступність білка. Кулінарна обробка їжі призводить до зниження вмісту небажаних факторів у бобових, таких як фітати, та модулює амінокислотний склад і засвоюваність білка. Встановлено закономірності підвищення біологічної активності насіння нуту при пророщуванні. Спираючись на результати досліджень, було зроблено висновки щодо формування білка у насінні нуту в залежності від клімату.*

*На підставі результатів досліджень теоретично обґрунтована та підтверджена доцільність застосування продуктів переробки насіння нуту в технології харчових виробів поліпшеної біологічної цінності.*

**Ключові слова:** дієтичне та лікувально-профілактичне харчування, продовольчий нут, антинутрієнти, функціональні інгредієнти.

### 1. Вступ

Сучасні економічні реалії та тенденція до зміни клімату в бік осушення

вимагають введення в сільськогосподарське виробництво нових нетрадиційних культур, однією з яких є нут [1]. Слід звернути увагу, що через те, що не всім відомі властивості нуту, він не має такого широкого спектру використання в багатьох країнах світу, однією з яких є Україна, в порівнянні з іншими країнами Сходу. Останнім часом більшість організацій охорони здоров'я змінили свою концепцію щодо споживача. Тепер вони заохочують «їсти більше рослинної їжі», особливо з цільного зерна [2].

Нут відноситься до найбільш стародавніх з окультурених людиною рослин, широко поширений в світі, за посівними площами займає третє місце серед зернобобових культур, поступаючись лише сої та квасолі. Традиційні підходи до селекції дозволили отримати більш 350 поліпшених сортів, що сприяло підвищенню продуктивності, зниженню коливань врожайності та поліпшенню адаптації нуту у нових нішах [3–5].

Щорічно світові площі посівів нуту перевищують 12,5 млн. га, а основними виробниками є країни, розташовані в посушливих районах. За експертними оцінками розміри площ під органічним нутом, сочевицею та квасолею в 2020 році можуть становити до 30 % від загальних площ посівів за умови проходження відповідної сертифікації сільгоспвиробниками України [6].

На даний час зернобобові культури дуже розвинуті, але найактуальнішою рослиною є нут. Насіння нуту не має такого попиту як, наприклад, соя чи квасоля. За своїм складом насіння нуту ні чим не поступаються вище згаданим бобовим та навпаки, має багато інших властивостей та складових, які перевершують його конкурентів. Саме тому об'єктом дослідження було обрано насіння нуту, як джерело цінного рослинного білка, який за своїм складом схожий на білок тваринного походження та водночас є найбагатшим джерелом функціональних інгредієнтів. *Метою дослідження є доведення корисності нутового насіння та пошук різноманітних способів для підвищення його біологічної активності. Це надасть можливість отримати функціональний харчовий інгредієнт з підвищеною біологічною цінністю, який в подальшій переробці можна буде застосувати при виробництві харчових продуктів, а бо як самостійний продукт.*

## **2. Методика проведення дослідження**

У зв'язку з тим, що дана робота є оглядовою, було виконано теоретичне дослідження перспективи отримання функціональних харчових інгредієнтів з насіння нуту. При дослідженні було використано метод аналізу літературних джерел, які відповідають тематиці дослідження. Було проаналізовано ряд наукових праць, які пов'язані з пророщенням та замочуванням нуту, в яких повідомляється біологічна та харчова цінність нуту у вигляді хумусу, перспектива переробки насіння нуту для виробництва м'ясних та хлібобулочних виробів. А також доводиться актуальність використання нуту, як зернобобових з високою біологічною цінністю. В ході аналізу наукових теоретичних досліджень було виявлено, що підвищення харчової та біологічної цінності насіння є доцільним для створення функціонального харчового інгредієнту для подальшого використання у виробництві.

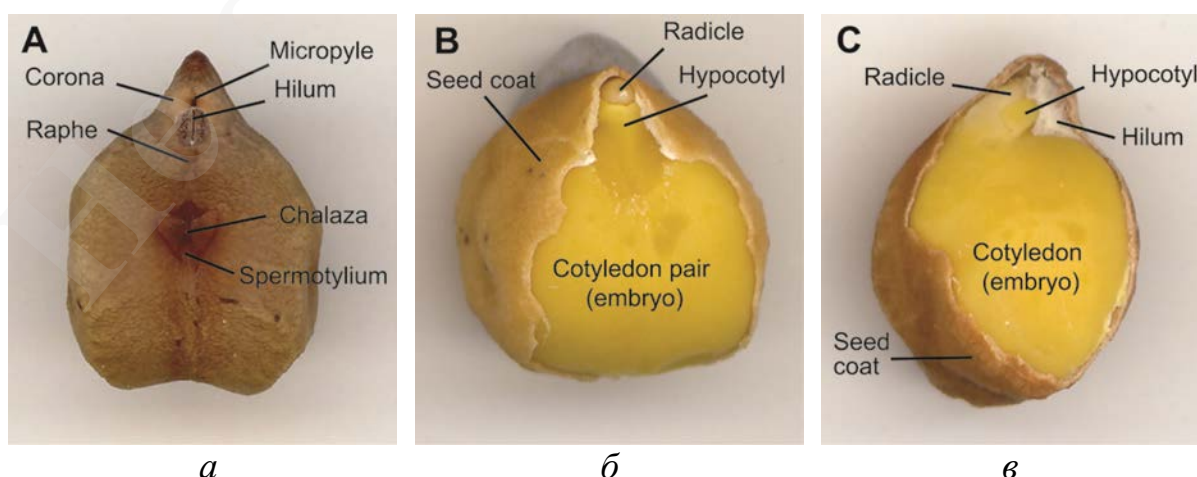
### 3. Результати дослідження та обговорення

#### 3.1. Характеристика нуту як ботанічної культури

Нут – одна з основних сільськогосподарських бобових культур, пристосованих до посушливих і спекотних умов зростання. Нут – однорічна рослина, яка самозапилюється та займає третє місце в світі з виробництва бобових. Геном нуту диплоїдний та середнього розміру. Нут забезпечує багату білком добавку до зернових дієт і є дуже важливою харчовою культурою для харчування в країнах, що розвиваються [7–10]. Він високо цінується в якості харчового продукту, так як є важливим джерелом цинку та фолієвої кислоти. Він також відрізняється високим вмістом дієтичних волокон і невеликою кількістю жиру, більшу частину якого складають поліненасичені жирні кислоти і, в зв'язку з цим, є природним джерелом вуглеводів для хворих на діабет [11, 12].

Нут володіє і високою морозостійкістю. Сходи витримують заморозки до 6–8 °С, що дозволяє проводити посів в найбільш ранні терміни та максимально продуктивно використовувати весняну ґрунтову вологу для отримання сходів [13, 14].

Рис. 1 ілюструє структуру насіння нуту. Найбільша фракція – це зародок, який складається з двох сім'ядоль, з'єднаних на їх адаксіальних поверхнях, невеликого гіпокотилля (зародкова вісь) і корінця (зародкового кореня), розташованого в дзьобі нуту. Зародок оточений насінневою оболонкою, який діє як захисне покриття. Найбільш помітними зовнішніми структурами на черевній стороні є хілум, рубець фунікулера, що відзначає точку, в якій насіння були прикріплені до стінки стручка під час розвитку, і микропиле, дрібна пора, яка контролює проникнення вологи в насіння. Обидва оточені короною (обідком хілума). Ємність проходить по лінії від нижньої частини корони до сперматотіума (арілате), який містить халазою (підстава яйцеклітини). Ці структури присутні і в насінні Дезі, і в Кабулі, але можуть незначно відрізнятися за зовнішнім виглядом (колір, розмір і опуклість) [15].



*a*

*б*

*в*

**Рис. 1.** Насіння нуту (*Cicer arietinum L.*):

*a* – вид знизу, показує зовнішні особливості; *б* – вид знизу з віддаленим насінневим шаром, показує основні внутрішні особливості; *в* – бічний вид з пошкодженим покриттям, що складає основні внутрішні особливості

В Україні останніми роками досягнуто значних успіхів у впливі селекції нуту на врожайність, причому більшість нових сортів поєднують високу урожайність з крупністю насіння. Завдання створення високопродуктивних сортів полягає в досягненні оптимального поєднання основних елементів структури урожаю, максимального послаблення факторів, які негативно впливають на їх формування, нівелювання різниці між біологічною та господарською продуктивністю. Одним зі шляхів непрямого підвищення урожайності є зменшення втрат урожаю при збиранні [16–19].

В Україні ведеться цілеспрямована селекція зі створення сортів нуту, придатних до механізованого збирання. Ці сорти також відрізняються скоростиглістю, але поступаються за продуктивністю. Українські агрономи вважають актуальним для селекції нуту підвищення продуктивності за рахунок збільшення кількості бобів, та підвищення крупності насіння [17].

Відповідно до ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» нут поділяють на типи залежно від напрямку використання і кольору насіння (табл. 1).

**Таблиця 1**

Розподіл нуту на типи

Номер і назва типу	Колір насіння	Вміст насіння іншого типу, %, не більше ніж	Перелік сортів, що характеризують тип
I – продовольчий	Від білого до жовто-рожевого	5,0	Антей, Орнамент, Пам'ять, Слобожанський, Триумф
II – кормовий	Від червоно-коричневого до чорного	Не обмежується	Олександрит, Колорит, Луганець, Стоїк

Нут, що постачають для продовольчих потреб, повинен бути I типу та відповідати вимогам, значеним у табл. 2.

**Таблиця 2**

Якісні показники продовольчого нуту

Показник	Норма
Вологість, %, не більше ніж	14,0
Масова частка протеїну, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	20,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	2,0
Сміттева домішка, %, не більше ніж	1,0
Зокрема, мінеральна домішка	0,1
У складі мінеральної домішки:	–
галька, шлак, руда	Не дозволено
шкідлива домішка	0,2
У складі шкідливої домішки:	–
геліотроп опушеноплідний та триходесма сива	Не дозволено
Зараженість шкідниками	Не дозволено

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів у насінні нуту, що використовують на продовольчі потреби, а також для експортування, не повинен перевищувати допустимих рівнів, встановлених «Медико-біологічeskими вимогами і санітарними нормами якості продовольственого сировини і харчових продуктів». Максимально допустимий вміст шкідливих речовин у насінні нуту наведено у табл. 3.

**Таблиця 3**

Максимально допустимий вміст шкідливих речовин у насінні нуту

Показник	Норма для насіння нуту, що використовується на продовольчі потреби та експортування
<i>Токсичні елементи, мг/кг:</i>	–
свинець	0,5
кадмій	0,1
арсен	0,2
ртуть	0,02
мідь	10,0
цинк	50,0
<i>Мікотоксини, мг/кг:</i>	–
афлатоксин В1	0,005
зеараленон	1,0
Т-2 токсин	0,1
Дезоксиніваленон (вомітоксин)	0,5—1,0
<i>Радіонукліди, Бк/кг:</i>	–
стронцій-90	30,0
цезій-137	50,0
<i>Пестициди</i>	Перелік пестицидів, за якими контролюють насіння нуту, залежить від використання їх на конкретній території та узгоджується зі службами Міністерства охорони здоров'я і ветеринарної медицини України

Особливості загального хімічного складу та характеристика окремих нутрієнтів і біологічно активних речовин (табл. 4).

**Таблиця 4**

Хімічний склад нуту\*

Нутрієнти	Середнє значення показників, г/100 г
1	2
Білок	19,5–21,6
Жир загальний:	6,7–6,8
– насичені	0,66–7,0
– ненасичені	2,60–3,00
– мононенасичені	1,40–1,50
Вуглеводи	50–60
Харчові волокна:	18–26
– розчинні	4–8
– нерозчинні	10–18

**Продовження таблиці 4**

1	2
Крохмаль	28–29
Цукри:	5,4–10,7
– відновлюючі	1,5–3,1
– невідновлюючі	3,5–6,8
Мінеральні речовини (зола)	2,7–3,6
Загальний склад поліфенолів	1300–1500**
Флавоноїди	400–450**
Антихарчові речовини розчини:	–
Фітінова кислота	230–265**
Таніни	460–480**

**Примітка:** \* – побудовано на основі даних [20]; \*\* – мг/100 г

*Білок.* Білки нуту утворюють складний комплекс з індивідуальних білків, що характеризуються повноцінним амінокислотним складом, збалансованим вмістом азоту, фосфору, сірки та інших [10, 19]. Вони добре розчиняються у воді (до 62 %), а в 0,05 %-му розчині соляної кислоти їх розчинність становить 90 %. Зерно нуту багате на вітаміни та мінеральні солі. Воно є джерелом піридоксину, пантотенової кислоти і холіну [17, 20].

Високі вологопоглинаючі та вологоутримуючі здатності нутового білка зумовлені присутністю в його складі великої кількості гідрофільних центрів: високополярних аміногруп глутамінової та аспарагінової кислот; полярних груп таких амінокислот, як серин, треонін і тирозин; сульфгідрильних груп цистеїну [19, 20].

Насіння бобових містить у 2–3 рази більше білка, ніж зернові культури, до того ж вміст у цих білках лізину (найбільш дефіцитної з незамінних амінокислот) також у 2–3 рази вищий, ніж у зернових [21]. Відомо, що вміст білка та його амінокислотний склад змінюються в залежності від виду, різновидності або сорту, умов та місця вирощування. Так, при вивченні 150 ліній нуту вміст білка варіював від 15,0 до 29,6 % при середній величині 22,2 % [17]. Крім того, вміст білка в нуті значно варіюється в відсотках від загальної маси сухого насіння до лущення (17–22 %) та після (25,3–28,9 %). Якість білка нуту краща, ніж у деяких бобових культур, таких як чорний, зелений та червоний маш. Крім того, немає суттєвої різниці в концентрації білка в сирому насінні нуту в порівнянні з такими бобовими, як: чорний маш, сочевиця, червона квасоля та біла квасоля. Це підтверджує те, що бобові є основним джерелом білка та ряду інших поживних речовин для населення майже в усіх країнах світу [22, 23].

Перетравлюваність білка сирого насіння нуту *in vitro* варіює від 34 до 76 %. Виявлено більш високі значення перетравлюваності білка *in vitro* для генотипів нуту (65,3–79,4 %) в порівнянні з такими культурами, як голуб'ячий горох (60,4–74,4 %), боби мунга (67,2–72,2 %) , чорний маш (55,7–63,3 %) і соя (62,7–71,6 %) [23, 24].

*Класифікація вуглеводів.* Харчові вуглеводи поділяються на дві групи: доступні (моно- і дисахариди), які ферментативно перетравлюються в тонкій

кишці, і недоступні (олігосахариди, стійкий крохмаль, нецелюлозні полісахариди, пектини, геміцелюлоза та целюлоза), які не перетравлюються в тонкій кишці. Загальний вміст вуглеводів в нуті вище, ніж у інших бобових [25].

*Моно-, ді- та олігосахариди.*  $\alpha$ -галактозиди є другими за поширеністю вуглеводами в царстві рослин після сахарози, а в нуті на них припадає близько 62 % загального вмісту цукру. Дві важливі групи  $\alpha$ -галактозидів присутні в нуті, такі як: рафінозне сімейство олігосахаридів, включаючи рафінозу, стахіозу та вербаксозу, та галактозил-ціклітоли, включаючи цицеріт [26, 27].

*Полісахариди.* Вміст крохмалю коливається від 41 до 50 % від загальної кількості вуглеводів. Відомо, що загальний вміст крохмалю в насінні нуту становить близько 525 г/кг сухої речовини, близько 35 % загальної кількості крохмалю вважається стійким крохмалем, а 65 % – як доступний крохмаль [28–30].

Зернові, такі як пшениця, містять більше крохмалю в порівнянні з нутом, але насіння нуту мають більш високий вміст амілози (30–40 % в порівнянні з 25 % у пшениці). Значення засвоюваності крохмалю *in vitro* у нуту варіюються від 37 до 60 % і вище, ніж у інших бобових, таких як чорний маш, сочевиця та квасоля [30].

*Харчові волокна.* Загальний вміст харчових волокон в нуті становить 18–22 г/100 г сирого насіння нуту. Розчинні та нерозчинні фракції харчових волокон складають близько 4–8 та 10–18 г/100 г сирого насіння нуту відповідно. Вміст волокон в шкаралупі нуту в перерахунку на суху масу нижчий (75 %) у порівнянні з сочевицею (87 %) та горохом (89 %) [31, 32].

*Вміст жиру.* Загальний вміст жиру в сирому насінні нуту варіюється від 2,70 до 6,48 %. Вміст жиру в нуті (6,04 г/100 г) вищий ніж в інших бобових, таких як сочевиця та червона квасоля (1,06 г/100 г), квасоля мунг (1,15 г/100 г) та голуб'ячий горох (1,64 г/100 г). Нут складається з близько 66 % поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), близько 19 % мононенасичених жирних кислот (МНЖК) та близько 15 % насичених жирних кислот (НЖК). Ліноленова є домінуючою жирною кислотою в нуті, за якою слідом йде олеїнова і пальмітинова кислоти [33–35].

Нут не можна розглядати як олійну культуру, оскільки його зміст масла відносно низький (3,8–10 %). Проте, масло нуту містить лікарські та поживно важливі токофероли, стерини та токотрієноли. Кількість  $\alpha$ -токоферолу в поєднанні з концентрацією *d*-токоферолу, який володіє сильною антиоксидантною властивістю, робить масло нуту стійким до окислення та сприяє збільшенню терміну придатності при зберіганні [35, 36].

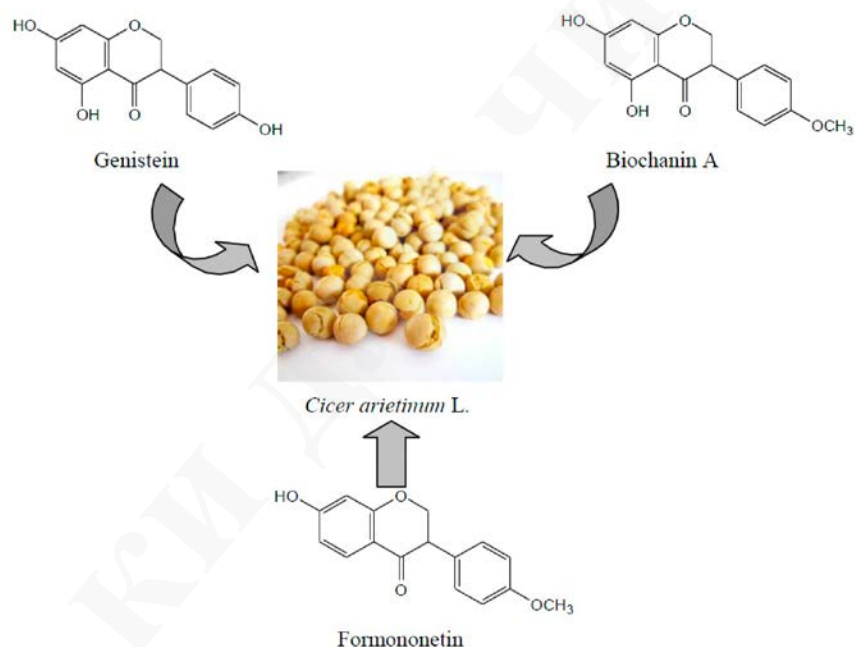
*Мінерали.* Сире насіння нуту в середньому містить близько 5,0 мг/100 г заліза, 4,1 мг/100 г цинку, 138 мг/100 г магнію та 160 мг/100 г кальцію. Відомо, що в нуті є інші мікроелементи, включаючи Al (10,2 мкг/г), Cr (0,12 мг/г), Ni (0,26 мкг/г), Pb (0,48 мкг/г) і Cd (0,01 мкг/г). Зазначені концентрації не представляють ніякої токсикологічної небезпеки [37–39].

*Вітаміни.* Нут порівняно недорогий і є багатим джерелом фолієвої кислоти та токоферолів. Він характеризується відносно високим вмістом фолієвої кислоти в поєднанні з більш скромною кількістю інших водорозчинних вітамінів, таких як рибофлавін, пантотенова кислота та піридоксин. Кількість

цих вітамінів аналогічна або вища ніж в інших бобових [40, 41].

**Каротиноїди.** Важливі каротиноїди, присутні в нуті, включаючи  $\beta$ -каротин, лютеїн, зеаксантин,  $\beta$ -криптоксантин, лікопін і  $\alpha$ -каротин. Середня концентрація каротиноїдів (крім лікопену) вища у диких зразків нуту, ніж у окультурених сортів.  $\beta$ -каротин є найбільш важливим і розповсюдженим каротиноїдом в рослинах, який більш ефективно перетворюється на вітамін А, ніж інші каротиноїди. У перерахунку на масу сухого насіння в нуті  $\beta$ -каротину міститься більше, ніж в ендоспермі «золотого рису» або пшениці червоного кольору [42].

**Ізофлавони.** Насіння нуту містять декілька фенольних сполук. З них двома важливими фенольними сполуками, виявленими в нуті, є ізофлавони, біоханін А та формонетин. Структури генистеїна, біоханіна А та формонетина показані на рис. 2. Іншими фенольними сполуками, виявленими в маслі нуту, є даїдзеїн, генистеїн, метарезінол і секоізоларіцірезінол [43–45].



**Рис. 2.** Структури генистеїна, біоханіна А та формонетина [45]

### 3.2. Оздоровчі та фізіологічні особливості продуктів з нуту

Відмінною особливістю нуту є його здатність акумулювати селен (до 600 мкг/кг) у вигляді селен-метіоніну, який засвоюється в 5–10 разів краще, ніж з інших хімічних сполук, який в свою чергу сприяє попередженню виникнення та розвитку раку, а також інших хвороб [4, 46, 47].

Добова потреба в йоді для людини становить від 100 до 200 мкг в залежності від віку та фізіологічних особливостей організму людини. Нестача йоду викликає серйозні порушення обміну речовин, сприяє розвитку базедової хвороби, зниження імунітету, викликає зміни в хромосомах. Особливо чутливі до його нестачі діти, вагітні жінки, підлітки в період статевого дозрівання. Результати експериментальних досліджень показали високу ефективність збагачення йодом рубаних напівфабрикатів запропонованим способом. Використання харчового інгредієнта з пророщеного нуту, збагаченого йодом,



дозволило досягти в готовому продукті необхідного рівня вмісту йоду з урахуванням добової потреби від 60 до 70 % [48].

Нут має низький глікемічний індекс. Проте, дуже мало досліджень оцінювали глікемічний ефект хумусу *in vivo*. Постпрандиальна реакція на глюкозу після прийому їжі була в чотири рази нижчою при дослідженні 10 здорових людей, які споживали хумус, ніж при споживанні білого хліба. Рівні глюкози в крові були значно нижчі через 45 хвилин після того, як суб'єкти отримували хумус з 25 г доступних вуглеводів (в формі білого хліба), в порівнянні з 25 г тільки доступних вуглеводів. Це говорить про те, що хумус може частково послаблювати вплив продуктів з більш високим глікемічним індексом при спільному споживанні. Тривале споживання нуту також значно покращувало глікемічні показники при 20-тижневому перехресному контролі 45 окремих факторів ризику серцево-судинних захворювань [7, 24, 49].

Традиційний хумус містить унікальну комбінацію з нуту, тахіні, оливкового масла, лимонного соку та спецій, які можуть забезпечити додаткові переваги крім задоволення потреб в поживних речовинах [7, 50].

У традиційному хумусі вміст жиру в 4–5 разів вище, ніж в нуті, що може бути пов'язано з поліпшенням рівня глюкози в крові та реакцією інсуліну, оскільки дієтичний жир затримує спорожнення шлунка і, отже, уповільнює всмоктування вуглеводів. Крім того, існують епідеміологічні дані, які показують, що споживання бобових, зокрема нуту, пов'язано зі зниженням ризику розвитку діабету 2 типу [51].

Контрольоване дієтологічне дослідження показало, що в раціоні австралійського стилю ізоенергетичні добавки нуту на основі пшениці, привели до значного зниження загального холестерину в сироватці крові та холестерину ліпопротеїнів низької щільності [7].

Систолічний артеріальний тиск знизився у людей з надмірною вагою та ожирінням після вживання бобових протягом восьми тижнів. Дослідження на тваринах показали, що активність ліпопротеїніліпази в епідідимальній жировій тканині та печінкової тріацилгліцероліпази в печінці була нормалізована у щурів з високим вмістом жиру, які споживали нуту крім традиційного раціону. Щури, що отримували високожирову дієту з додаванням нуту, також показали зменшення вісцеральної жирової тканини, і поліпшення ліпідного профілю через вісім місяців у порівнянні з тими, хто отримував тільки високожирову дієту. Таким чином, подальші дослідження для оцінки *in vivo* та клінічного антигіпертензивного ефекту матимуть вирішальне значення для підтвердження спостережуваних результатів [52–54].

Деякі дослідження також показали збільшення користі від споживання рослинного білка щодо серцево-судинних захворювань. Більш високі кількості харчових волокон і білків в нуті і, можливо, присутність інгібіторів ферментів і «антинутрієнтів», таких як танін, також можуть частково пояснити ці результати [55].

Бутират є основною жирною кислотою з коротким ланцюгом, одержуваною з раціону харчування, який містить нуту. Широко відомо, що бутират пригнічує проліферацію клітин і викликає апоптоз, який може знизити

ризик розвитку колоректального раку. Було показано, що деякі інші харчові біологічно активні сполуки, такі як лікопін, біоханін А та сапоніни, які присутні в нуті і хумусі, також знижують ризик виникнення деяких видів раку [7, 46, 56].

Висока концентрація сапонінів у нутовому борошні може частково пояснювати зареєстроване зменшення вогнищ ураження азоксиметаном на 64 % у щурів з раціоном, доповненим 10% нутового борошна. Крім того, було показано, що включення в раціон клітковини з насіння нуту знижує токсичну дію *N*-нітрозодіетіламіну на перекисне окислення ліпідів та антиоксидантний потенціал [7, 51, 57].

Крім того, існує вісім пріоритетних алергенів (пшениця, соя, молочні продукти, арахіс, лісові горіхи, риба, ракоподібні та яйця), які необхідно зазначити, коли вони присутні в харчових продуктах. Боби, такі як горох, нут і сочевиця, споживалися протягом багатьох тисяч років, і хоча вони містять алергенні білки, вони не включені в список пріоритетних алергенів, які вимагають маркування, і, отже, можуть служити альтернативами пріоритетним алергенам, які вимагають маркування [58, 59].

### **3.3. Антинутритивні властивості нуту та їх елімінація**

Антипоживні сполуки – це молекули, які порушують процес травлення. Вважається, що накопичення антипоживних речовин в зернах бобових рослин розвинулося як захисний механізм в несприятливих умовах навколишнього середовища [60–62].

Антипоживні сполуки, які виявляються в бобових культурах, підрозділяються на дві категорії: білкові антипоживні компоненти та небілкові антипоживні компоненти, та їх дія варіюється від відносно нешкідливих поліфенолів до відносно шкідливих інгібіторів протеази. Антипоживні білкові сполуки: алкалоїди, фітинова кислота, олігосахариди, фенольні сполуки, такі як таніни та сапоніни. Небілкові антипоживні з'єднання, які виділяють з бобових, включають лектини, агглютиніни, інгібітори трипсину, інгібітори хімотрипсину або протигрибковий пептид [63, 64].

Антипоживні речовини, що зазвичай зустрічаються в рослинній їжі, можуть проявляти одночасно як пагубні властивості, так і користь для здоров'я. Одним з поширених прикладів є фітинова кислота, яка утворює нерозчинні комплекси з кальцієм, цинком, залізом і міддю. Іншою особливо поширеною формою антинутрієнтів є флавоноїди, які представляють собою групу поліфенольних сполук, до складу яких входять фенольні сполуки (таніни), сапоніни та інгібітори ферментів (амілази та протеази) [65].

Вміст танінів і фітинової кислоти у сирому насінні становить 466,10 і 233,04 мг/100 г в перерахунку на суху масу відповідно. Відомо, що процес проростання призводить до значного зниження вмісту танінів і фітинової кислоти [66, 67]. Найбільше скорочення було викликано проростанням протягом 6 днів. Зниження вмісту фітатів і фітинової кислоти при проростанні різного насіння бобових може відбуватися в результаті значного збільшення фітазної активності. Це можна пояснити тим, що проростання є головним чином катаболітичним процесом, який поставляє важливі поживні речовини

зростаючій рослині за допомогою гідролізу резервних поживних речовин [68].

Внаслідок сухого обсмажування, замочування, видалення шкірки, проростання та кип'ятіння, зміст таніну було знижено відповідно на 25, 50, 69, 75 і 82 %. Метод обробки кип'ятінням показав найбільше зниження вмісту таніну в нуті. Танін є водорозчинним фенольним з'єднанням і в основному міститься в оболонці насіння. Таким чином, танін вимивається з нуту, крім того, підвищується розчинність таніну. Зміст фітінової кислоти було зменшено на 6, 15, 31, 36 і 57 % відповідно при сухому обсмажуванні, замочуванні, видаленні шкірки, проростанні та кип'ятінні. Максимальні скорочення фітінової кислоти при кип'ятінні нуту та в хумусі, було обумовлено вимиванням її у воду при замочуванні [69, 70].

Обробка ультрафільтраційним методом нуту також дозволяє видаляти поліфенольні сполуки, але в меншій мірі, ніж осадження білка в ізоелектричній точці. Скорочення сапонінів і конденсованих танінів, присутніх в зерні нуту, можливо при використанні в традиційних і мікрохвильових методах приготування їжі, а також при автоклавуванні. Найбільше скорочення (50,1 %) конденсованих танінів було отримано з використанням мікрохвильового нагріву. Приготування їжі знизило концентрацію сапонінів до 51,65 %. Всі ці процеси викликали значне зниження інгібуючої активності трипсину на 80,5–83,9 % [63, 71].

Приготування їжі та термічна обробка в цілому зазвичай призводять до зниження харчової якості та фітохімічного складу харчових продуктів. Однак вони також можуть інактивувати термолабільні антипоживні речовини, такі як бобові антитрипсинові чинники, які негативно впливають на біодоступність білка, призводити до зниження вмісту небажаних факторів у бобових, таких як фітати, або модулювати амінокислотний склад і засвоюваність білка [72].

### **3.4. Перспективи переробки**

Традиційні соєві добавки – це дорога імпортна сировина. Поволзький науково-дослідний інститут виробництва та переробки м'ясомолочної продукції запропонував їм альтернативу – нут з унікальним амінокислотним складом і набором макро- та мікроелементів, в тому числі селену. Білок нуту близький до білка тваринного походження щодо вмісту амінокислот [73].

З огляду на проблеми дефіциту м'ясної сировини, заміна його рослинним високобілковим продуктом є актуальним та своєчасним завданням. При цьому найбільш перспективне застосування не самого насіння, яке може містити антипоживні речовини (інгібітори травних ферментів та ін.), а його проростків, які багаті активними високо- і низькомолекулярними речовинами – ферментами, вітамінами, мікроелементами та мають більш високу харчову цінність в порівнянні з насінням.

Аналіз літературних даних показав, що вже на третю добу в пророщеному насінні кількість олігосахаридів зменшується на 39–43 %, що пов'язано з активізацією амілаз насіння. Активізація дихальних і гідролітичних ферментів при проростанні насіння призводить до посиленого синтезу білка. Згідно з літературними даними в пророщеному зерні нуту вміст білка збільшується в 4,7

рази, вітамінів групи В – в 3,0, кальцію – в 1,7, а калію – в 3,2 рази. Таким чином, проростки багаті білком, вітамінами, мікро- і макроелементами та іншими корисними речовинами. Тому м'ясний продукт з використанням проростків нуту буде мати підвищену фізіологічну цінність [27, 74–77].

З метою виробництва недорогого функціонального напівфабрикату з м'ясо-рослинної сировини (котлет домашніх) рекомендується вводити в м'ясу систему п'ятидобові проростки нуту, попередньо оброблені саліциловою кислотою концентрацією  $0,16 \cdot 10^{-8}$  %-ної концентрації. Насіння, звільнені від паростків, також можна застосовувати при виготовленні комбінованих продуктів, таких як м'ясо-рослинні консерви, паштети [43, 78–80].

З огляду на економічну доцільність виробництва нуту та його значні ресурси, представляє наукове та практичне значення його залучення в виробничий цикл, як цінного джерела рослинного білка. А також вивчення можливості застосування продуктів його переробки в технології хлібобулочних виробів з метою підвищення їх біологічної цінності.

Розроблено ефективну технологію хліба з пшеничного борошна на основі нуту. Встановлено закономірність дозрівання закваски з нутового борошна без внесення чистих культур молочнокислих бактерій, визначена її роль в пшеничному тісті під час бродіння, в забезпеченні якості та засвоюваності готових виробів. Доведено можливість зниження антипоживних речовин в насінні нуту в результаті обробки у водному розчині бікарбонату натрію. Розроблена технологія хлібобулочних виробів поліпшеної біологічної цінності на основі «нутового пюре», отриманого з обробленого насіння нуту [81–83].

Встановлено закономірності підвищення біологічної активності насіння нуту при пророщуванні. Розроблено ефективну технологію пшеничного хліба, збалансованого білками та вуглеводами на основі пророщеного насіння нуту.

На підставі результатів досліджень теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена доцільність застосування продуктів переробки насіння нуту в технології хлібобулочних виробів поліпшеної біологічної цінності.

#### **4. Висновки**

Таким чином, доведена доцільність подальших досліджень можливостей отримання функціональних харчових продуктів та інгредієнтів з нуту, так як показано, що при використанні біотехнологічних підходів при обробці нуту можна поліпшити його склад. Крім того, перспективним є застосування методів біомодифікації нуту для отримання цільових позитивних властивостей та ефектів на організм людини.

Результати досліджень доказують, що традиційні методи обробки бобів, можуть бути корисні для поліпшення харчових цінностей нуту. Найкращим методом обробки насіння є пророщення та кип'ятіння. В порівнянні з іншими традиційними методами обробки, більш за все ці методи впливають на пригнічення присутності антинутриєнтів в складі нуту.

Завдяки цьому напрямку можливо отримати багато функціональних харчових інгредієнтів, та використовувати їх в різних галузях харчової промисловості (для хлібопечення, кондитерських та кулінарних виробів, в

м'ясних та молочних продуктах). Цей напрямок досліджень забезпечить можливість взаємозбагачення одержуваних продуктів незамінними інгредієнтами, а також дозволить регулювати їхній склад у відповідності до основних вимог науки про харчування.

### Література

1. Malik, S. R., Bakhsh, A., Asif, M. A., Iqbal, U. M. E. R., Iqbal, S. M. (2010). Assessment of genetic variability and interrelationship among some agronomic traits in chickpea. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12 (1), 81–85.
2. Silva-Cristobal, L., Osorio-Díaz, P., Tovar, J., Bello-Pérez, L. A. (2010). Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties Composición química, digestibilidad de carbohidratos, y capacidad antioxidante de variedades mexicanas cocidas de frijol negro, garbanzo, y lenteja. *CyTA – Journal of Food*, 8 (1), 7–14. doi: <https://doi.org/10.1080/19476330903119218>
3. Gaur, P. M., Jukanti, A. K., Varshney, R. K. (2012). Impact of Genomic Technologies on Chickpea Breeding Strategies. *Agronomy*, 2 (3), 199–221. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy2030199>
4. De Camargo, A. C., Favero, B. T., Morzelle, M. C., Franchin, M., Alvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L. A. et. al. (2019). Is Chickpea a Potential Substitute for Soybean? Phenolic Bioactives and Potential Health Benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (11), 2644. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms20112644>
5. Ali, M. Y., Biswas, P. K., Shahriar, S. A., Nasif, S. O., Raihan, R. R. (2018). Yield and Quality Response of Chickpea to Different Sowing Dates. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 1 (4), 1–8. doi: <https://doi.org/10.9734/ajrcs/2018/41731>
6. Sichkar, V., Krivenko, A., Volkova, N. (2019). Results and prospects of leguminous crops breeding in Ukraine. *Conferința «Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community»*, 49–50.
7. Wallace, T., Murray, R., Zelman, K. (2016). The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients*, 8 (12), 766. doi: <https://doi.org/10.3390/nu8120766>
8. Garg, R., Patel, R. K., Jhanwar, S., Priya, P., Bhattacharjee, A., Yadav, G. et. al. (2011). Gene Discovery and Tissue-Specific Transcriptome Analysis in Chickpea with Massively Parallel Pyrosequencing and Web Resource Development. *Plant Physiology*, 156 (4), 1661–1678. doi: <https://doi.org/10.1104/pp.111.178616>
9. Hajyzadeh, M., Turktas, M., Khawar, K. M., Unver, T. (2015). miR408 overexpression causes increased drought tolerance in chickpea. *Gene*, 555 (2), 186–193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2014.11.002>
10. Varshney, R. K., Song, C., Saxena, R. K., Azam, S., Yu, S., Sharpe, A. G. et. al. (2013). Draft genome sequence of chickpea (*Cicer arietinum*) provides a resource for trait improvement. *Nature Biotechnology*, 31 (3), 240–246. doi: <https://doi.org/10.1038/nbt.2491>
11. Clark, J., Taylor, C., Zahradka, P. (2018). Rebellious against the (Insulin) Resistance: A Review of the Proposed Insulin-Sensitizing Actions of Soybeans, Chickpeas, and Their Bioactive Compounds. *Nutrients*, 10 (4), 434. doi:

<https://doi.org/10.3390/nu10040434>

12. Kaya, M., Küçükyumuk, Z., Erdal, I. (2009). Phytase activity, phytic acid, zinc, phosphorus and protein contents in different chickpea genotypes in relation to nitrogen and zinc fertilization. *African Journal of Biotechnology*, 8 (18), 4508–4513.

13. Jha, U. C., Bohra, A., Nayyar, H., Rani, A., Devi, P., Saabale, P. R., Parida, S. K. (2019). Breeding and Genomics Approaches for Improving Productivity Gains in Chickpea Under Changing Climate. *Genomic Designing of Climate-Smart Pulse Crops*, 135–164. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96932-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96932-9_3)

14. Kholod, S. M., Kholod, S. G., Illichov, Yu. G. (2013). Chickpea as a prospective legume crop for Ukrainian forest steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 49–54. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.02.12>

15. Wood, J. A., Knights, E. J., Choct, M. (2011). Morphology of Chickpea Seeds (*Cicer arietinum* L.): Comparison of desi and kabuli Types. *International Journal of Plant Sciences*, 172 (5), 632–643. doi: <https://doi.org/10.1086/659456>

16. Chandora, R., Gayacharan, Shekhawat, N., Malhotra, N. (2020). Chickpea genetic resources: collection, conservation, characterization, and maintenance. *Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains*, 37–61. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818299-4.00003-8>

17. Bushulyan, O. V., Sichkar, V. I., Bushulyan, M. A., Pasichnyk, S. M. (2015). Results and prospects of the chickpea breeding in Ukraine. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 4 (16), 49–54.

18. Vus, N. A., Kobyzeva, L. N., Bezuglaya, O. N. (2020). Determination of the breeding value of collection chickpea (*Cicer arietinum* L.) accessions by cluster analysis. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 24 (3), 244–251. doi: <https://doi.org/10.18699/vj20.617>

19. Xu, Y., Obielodan, M., Sismour, E., Arnett, A., Alzahrani, S., Zhang, B. (2017). Physicochemical, functional, thermal and structural properties of isolated Kabuli chickpea proteins as affected by processing approaches. *International Journal of Food Science & Technology*, 52 (5), 1147–1154. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13400>

20. Summo, C., De Angelis, D., Ricciardi, L., Caponio, F., Lotti, C., Pavan, S., Pasqualone, A. (2019). Data on the chemical composition, bioactive compounds, fatty acid composition, physico-chemical and functional properties of a global chickpea collection. *Data in Brief*, 27, 104612. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104612>

21. Karaca, A. C., Low, N., Nickerson, M. (2011). Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International*, 44 (9), 2742–2750. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.012>

22. Roman, G. V., Epure, L. I., Toader, M., Lombardi, A. R. (2016). Grain legumes – main source of vegetal proteins for European consumption. *AgroLife Scientific Journal*, 5 (1), 178–183.

23. Gundogan, R., Can Karaca, A. (2020). Physicochemical and functional properties of proteins isolated from local beans of Turkey. *LWT*, 130, 109609. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109609>

24. Ribeiro, I. C., Leclercq, C. C., Simões, N., Toureiro, A., Duarte, I., Freire, J. B. et. al. (2017). Identification of chickpea seed proteins resistant to simulated in vitro human digestion. *Journal of Proteomics*, 169, 143–152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.06.009>

25. Siva, N., Thavarajah, P., Kumar, S., Thavarajah, D. (2019). Variability in Prebiotic Carbohydrates in Different Market Classes of Chickpea, Common Bean, and Lentil Collected From the American Local Market. *Frontiers in Nutrition*, 6. doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00038>

26. Xing, Q., Dekker, S., Kyriakopoulou, K., Boom, R. M., Smid, E. J., Schutyser, M. A. I. (2020). Enhanced nutritional value of chickpea protein concentrate by dry separation and solid state fermentation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102269. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102269>

27. Gangola, M. P., Jaiswal, S., Kannan, U., Gaur, P. M., Båga, M., Chibbar, R. N. (2016). Galactinol synthase enzyme activity influences raffinose family oligosaccharides (RFO) accumulation in developing chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Phytochemistry*, 125, 88–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.02.009>

28. Singh, N., Singh Sandhu, K., Kaur, M. (2004). Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 63 (4), 441–449. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.003>

29. Zhang, H., Yin, L., Zheng, Y., Shen, J. (2016). Rheological, textural, and enzymatic hydrolysis properties of chickpea starch from a Chinese cultivar. *Food Hydrocolloids*, 54, 23–29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.018>

30. Xu, J., Ma, Z., Ren, N., Li, X., Liu, L., Hu, X. (2019). Understanding the multi-scale structural changes in starch and its physicochemical properties during the processing of chickpea, navy bean, and yellow field pea seeds. *Food Chemistry*, 289, 582–590. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.093>

31. Niño-Medina, G., Muy-Rangel, D., de la Garza, A., Rubio-Carrasco, W., Pérez-Meza, B., Araujo-Chapa, A. et. al. (2019). Dietary Fiber from Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Husk Byproducts as Baking Additives: Functional and Nutritional Properties. *Molecules*, 24 (5), 991. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules24050991>

32. Niño-Medina, G., Muy-Rangel, D., Urías-Orona, V. (2016). Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Hulls: Byproducts with Potential Use as a Source of High Value-Added Food Products. *Waste and Biomass Valorization*, 8 (4), 1199–1203. doi: <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9700-4>

33. Kishor, K., David, J., Tiwari, S., Singh, A., Rai, B. S. (2017). Nutritional Composition of Chickpea (*Cicer arietinum*) Milk. *International Journal of Chemical Studies*, 5 (4), 1941–1944.

34. Kaya, M., Kan, A., Yilmaz, A., Karaman, R., Sener, A. (2018). The fatty acid and mineral compositions of different chickpea cultivars cultivated. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (2), 1240–1247.

35. Ferreira, C. D., Bubolz, V. K., da Silva, J., Dittgen, C. L., Ziegler, V., de Oliveira Raphaelli, C., de Oliveira, M. (2019). Changes in the chemical composition and bioactive compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.) fortified by germination. *LWT*, 111, 363–369. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.049>

36. Serrano, C., Carbas, B., Castanho, A., Soares, A., Patto, M. C. V., Brites, C. (2017). Characterisation of nutritional quality traits of a chickpea (*Cicer arietinum*) germplasm collection exploited in chickpea breeding in Europe. *Crop and Pasture Science*, 68 (11), 1031. doi: <https://doi.org/10.1071/cp17129>

37. El-Adawy, T. A. (2002). Nutritional composition and antinutritional factors of

chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57 (1), 83–97. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1013189620528>

38. Sharma, A., Jood, S., Sehgal, S. (1996). Antinutrients (phytic acid, polyphenols) and minerals (Ca, Fe) availability (in vitro) of chickpea and lentil cultivars. *Food/Nahrung*, 40 (4), 182–184. doi: <https://doi.org/10.1002/food.19960400404>

39. Mehra, P., Singh, A. P., Bhadouria, J., Verma, L., Panchal, P., Giri, J. (2018). Phosphate Homeostasis: Links with Seed Quality and Stress Tolerance in Chickpea. *Pulse Improvement*, 191–217. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01743-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01743-9_9)

40. Karaca, N., Ates, D., Nemli, S., Ozkuru, E., Yilmaz, H., Yagmur, B. et. al. (2019). Genome-Wide Association Studies of Protein, Lutein, Vitamin C, and Fructose Concentration in Wild and Cultivated Chickpea Seeds. *Crop Science*, 59 (6), 2652–2666. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.12.0738>

41. Meher, H. C., Singh, G., Chawla, G. (2018). Metabolic alternations of some amino acids, coenzymes, phytohormones and vitamins in chickpea crop grown from seeds soaked with defense stimulator. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40 (3). doi: <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2607-x>

42. Abbo, S., Molina, C., Jungmann, R., Grusak, M. A., Berkovitch, Z., Reifen, R. et. al. (2005). Quantitative trait loci governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 111 (2), 185–195. doi: <https://doi.org/10.1007/s00122-005-1930-y>

43. Flowers, T. J., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Krishnamurthy, L., Samineni, S., Siddique, K. H. M. et. al. (2010). Salt sensitivity in chickpea. *Plant, Cell & Environment*, 33 (4), 490–509. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02051.x>

44. Lou, Z., Wang, H., Zhang, M., Wang, Z. (2010). Improved extraction of oil from chickpea under ultrasound in a dynamic system. *Journal of Food Engineering*, 98 (1), 13–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.11.015>

45. Li, P., Shi, X., Wei, Y., Qin, L., Sun, W., Xu, G. et. al. (2015). Synthesis and Biological Activity of Isoflavone Derivatives from Chickpea as Potent Anti-Diabetic Agents. *Molecules*, 20 (9), 17016–17040. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules200917016>

46. Aisa, H. A., Gao, Y., Yili, A., Ma, Q., Cheng, Z. (2019). Beneficial Role of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Functional Factors in the Intervention of Metabolic Syndrome and Diabetes Mellitus. *Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes*, 615–627. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813822-9.00039-4>

47. Magee, P. J., Owusu-Apenten, R., McCann, M. J., Gill, C. I., Rowland, I. R. (2012). Chickpea (*Cicer arietinum*) and Other Plant-Derived Protease Inhibitor Concentrates Inhibit Breast and Prostate Cancer Cell Proliferation In Vitro. *Nutrition and Cancer*, 64 (5), 741–748. doi: <https://doi.org/10.1080/01635581.2012.688914>

48. Gorlov, I. F., Nelepov, Yu. N., Slozhenkina, M. I., Korovina, E. Yu., Simon, M. V. (2014). Razrabotka novykh funktsional'nykh produktov na osnove ispol'zovaniya proroshchennogo nuta. *Vse o myase*, 1, 28–30.

49. Chung, H.-J., Liu, Q., Hoover, R., Warkentin, T. D., Vandenberg, B. (2008). In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars. *Food Chemistry*, 111 (2), 316–321. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.062>

50. Olaimat, A. N., Al-Holy, M. A., Abu Ghoush, M. H., Al-Nabulsi, A. A.,



Osaili, T. M., Holley, R. A. (2019). Inhibitory effects of cinnamon and thyme essential oils against *Salmonella* spp. in hummus (chickpea dip). *Journal of Food Processing and Preservation*, 43 (5), e13925. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13925>

51. Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum*L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1), S11–S26. doi: <https://doi.org/10.1017/s0007114512000797>

52. Barbana, C., Boye, J. I. (2010). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of chickpea and pea protein hydrolysates. *Food Research International*, 43 (6), 1642–1649. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.003>

53. Ma, Z., Boye, J. I., Simpson, B. K., Prasher, S. O., Monpetit, D., Malcolmson, L. (2011). Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. *Food Research International*, 44 (8), 2534–2544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.017>

54. Lobov, A. V., Baranova, A. S., Savel'eva, Yu. S. (2016). Razrabotka polufabrikatov v teste s primeneniem zernobobovoy kul'tury nut. *Elektronniy nauchno-metodicheskiy zhurnal Omskogo GAU*, 2. Available at: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/422-00171>

55. Torres-Fuentes, C., Alaiz, M., Vioque, J. (2012). Iron-chelating activity of chickpea protein hydrolysate peptides. *Food Chemistry*, 134 (3), 1585–1588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.112>

56. Shang, X., Dou, Y., Zhang, Y., Tan, J.-N., Liu, X., Zhang, Z. (2019). Tailor-made natural deep eutectic solvents for green extraction of isoflavones from chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Industrial Crops and Products*, 140, 111724. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111724>

57. Ercan, P., El, S. N. (2016). Inhibitory effects of chickpea and *Tribulus terrestris* on lipase,  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Food Chemistry*, 205, 163–169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.012>

58. Bar-El Dadon, S., Pascual, C. Y., Eshel, D., Teper-Bamnolker, P., Paloma Ibáñez, M. D., Reifen, R. (2013). Vicilin and the basic subunit of legumin are putative chickpea allergens. *Food Chemistry*, 138 (1), 13–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.031>

59. Boye, J. I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E., Rajamohamed, S. H. (2010). Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International*, 43 (2), 537–546. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.021>

60. Sharma, S., Yadav, N., Singh, A., Kumar, R. (2013). Nutritional and antinutritional profile of newly developed chickpea (*Cicer arietinum* L) varieties. *International Food Research Journal*, 20 (2), 805–810.

61. Mittal, R., Nagi, H. P. S., Sharma, P., Sharma, S. (2012). Effect of Processing on Chemical Composition and Antinutritional Factors in Chickpea Flour. *Journal of Food Science and Engineering*, 2 (3), 180–186. doi: <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.03.008>

62. Mondor, M., Aksay, S., Drolet, H., Roufik, S., Farnworth, E., Boye, J. I. (2009). Influence of processing on composition and antinutritional factors of

chickpea protein concentrates produced by isoelectric precipitation and ultrafiltration. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (3), 342–347. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.01.007>

63. Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., Budryn, G. (2015). Chickpeas – Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55 (8), 1137–1145. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.687418>

64. Dragičević, V., Kratovalieva, S., Dumanović, Z., Dimov, Z., Kravić, N. (2015). Variations in level of oil, protein, and some antioxidants in chickpea and peanut seeds. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2 (1), 2. doi: <https://doi.org/10.1186/s40538-015-0031-7>

65. Sreerama, Y. N., Sashikala, V. B., Pratape, V. M., Singh, V. (2012). Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*, 131 (2), 462–468. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.008>

66. Haileslassie, H. A., Henry, C. J., Tyler, R. T. (2016). Impact of household food processing strategies on antinutrient (phytate, tannin and polyphenol) contents of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.): a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 51 (9), 1947–1957. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13166>

67. Choudhary, S., Kaur, J., Kaur, S., Kaur, S., Singh, I., Singh, S. (2015). Evaluation of antinutritional factors in kabuli chickpea cultivars differing in seed size. *Indian Journal of Agricultural Biochemistry*, 28 (1), 94–97.

68. Fouad, A. A., Rehab, F. M. A. (2015). Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris* Medik.) sprouts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14 (3), 233–246. doi: <https://doi.org/10.17306/j.afs.2015.3.25>

69. Olika, E., Abera, S., Fikre, A. (2019). Physicochemical Properties and Effect of Processing Methods on Mineral Composition and Antinutritional Factors of Improved Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties Grown in Ethiopia. *International Journal of Food Science*, 2019, 1–7. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/9614570>

70. Portari, G. V., Tavano, O. L., Silva, M. A. da, Neves, V. A. (2005). Effect of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germination on the major globulin content and in vitro digestibility. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25 (4), 807–812. doi: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612005000400029>

71. 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. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (8), 806–812. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.03.015>

72. Margier, M., Georgé, S., Hafnaoui, N., Remond, D., Nowicki, M., Du Chaffaut, L. et al. (2018). Nutritional Composition and Bioactive Content of Legumes: Characterization of Pulses Frequently Consumed in France and Effect of the Cooking Method. *Nutrients*, 10 (11), 1668. doi: <https://doi.org/10.3390/nu10111668>

73. Kılınççeker, O., Kurt, Ş. (2010). Effects of chickpea (*Cicer arietinum*) flour on quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food, Agriculture &*

*Environment*, 8 (2), 47–50.

74. Brennan, C. S., Brennan, M. A., Mason, S. L., Patil, S. S. (2016). The Potential of Combining Cereals and Legumes in the Manufacture of Extruded Products for a Healthy Lifestyle. *EC Nutrition*, 5 (2), 1120–1127.

75. Serrano-Sandoval, S. N., Guardado-Félix, D., Gutiérrez-Urbe, J. A. (2019). Changes in digestibility of proteins from chickpeas (*Cicer arietinum* L.) germinated in presence of selenium and antioxidant capacity of hydrolysates. *Food Chemistry*, 285, 290–295. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.137>

76. Domínguez-Arispuro, D. M., Cuevas-Rodríguez, E. O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R., Reyes-Moreno, C. (2017). Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (2), 638–647. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2973-1>

77. Marengo, M., Carpen, A., Bonomi, F., Casiraghi, M. C., Meroni, E., Quaglia, L. et. al. (2017). Macromolecular and Micronutrient Profiles of Sprouted Chickpeas to Be Used for Integrating Cereal-Based Food. *Cereal Chemistry Journal*, 94 (1), 82–88. doi: <https://doi.org/10.1094/cchem-04-16-0108-fi>

78. Asmare, H., Admassu, S. (2013). Development and evaluation of dry fermented sausages processed from blends of chickpea flour and beef. *East African Journal of Sciences*, 7 (1), 17–30.

79. Siddiqui, M., Khan, M. A. (2011). Comparative study on quality evaluation of buffalo meat slices incorporated with finger millet, oats and chickpea. In *11th International Congress on Engineering and Food*.

80. Gorlov, I. F., Mikhailov, T., Sitnikova, O. I., Slozhenkin, M. I., Zlobina, E. Y., Karpenko, E. V. (2016). New Functional Products with Chickpeas: Reception, Functional Properties. *American Journal of Food Technology*, 11 (6), 273–281. doi: <https://doi.org/10.3923/ajft.2016.273.281>

81. Ozulku, G., Arıcı, M. (2017). Characterization of the rheological and technological properties of the frozen sourdough bread with chickpea flour addition. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11 (3), 1493–1500. doi: <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9528-z>

82. Shrivastava, C., Chakraborty, S. (2018). Bread from wheat flour partially replaced by fermented chickpea flour: Optimizing the formulation and fuzzy analysis of sensory data. *LWT*, 90, 215–223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.019>

83. Inyang, U., Ibang, U., Enidiok, S. (2018). Changes in Amino Acids, Anti-Nutrients and Functional Properties of African Yam Bean Flour Caused by Variation in Steeping Time Prior to Autoclaving. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 3 (1), 1–10. doi: <https://doi.org/10.9734/ajb2t/2018/39747>