

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту
_____ 20____ р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н, доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ НАСІННЯ РІЗНИХ СОРТІВ
АРАХІСУ

Виконала – студентка II курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та
зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Бабенко Олена Валеріївна

Науковий керівник –
доктор сільськогосподарських наук, професор
Любич Віталій Володимирович

УМАНЬ – 2024

ЗМІСТ

Анотація	3
Вступ	4
Розділ 1 Огляд літератури	6
Розділ 2 Умови, схема та методика проведення досліджень	12
Розділ 3 Результати досліджень	14
3.1 Біохімічна складова насіння арахісу	14
3.2 Характеристика жирно кислотного складу олії арахісу	20
Розділ 4 Технологічна частина	25
Розділ 5 Охорона праці	26
Розділ 6 Економічна ефективність	28
Висновки	30
Рекомендації виробництву	31
Список використаних джерел	32

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Олійні культури мають важливе значення, оскільки використовуються в багатьох галузях виробництва [1]. Арахіс (*Arachis hypogaea* L.) вирощують майже у всіх тропічних і субтропічних країнах. Найбільшими виробниками насіння арахісу є Індія, Китай, США та Західна Африка [2].

Фітостероли та тритерпени складають найбільшу частку неомильних компонентів рослинних олій. Вони мають протизапальні, антибактеріальні, антиартеросклеротичні, антиоксидантні, противиразкові та протипухлинні властивості, а також мають окиснювальну та термічну стабільність [3]. Насіння арахісу має високу харчову і комерційну цінність завдяки високому вмісту білка, жирних кислот, вуглеводів і клітковини, а також вітамінів, кальцію і фосфору. Арахісова олія використовується в кулінарії, а також у виробництві маргаринів, косметичних виробів, фармацевтичних препаратів і поверхнево-активних речовин [4].

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – вивчити питання щодо формування біохімічної складової насіння арахісу різних сортів. Для цього вирішували наступні завдання:

- вивчити формування вмісту макро- та мікроскладової насіння;
- визначити жирно кислотний склад олії арахісової.

Об’єкт дослідження. Біохімічні процеси у насінні арахісу.

Предмет дослідження. Вміст біохімічних складових у насінні арахісу.

Методи дослідження. У дослідженнях використано хімічні методи, статистичні, аналізування, порівняння, економіки.

Наукова новизна одержаних результатів. Насіння сортів арахісу Валенсія українська, Валенсія 433 і Степняк є джерелом вітамінів – B₆, B₅, B₉, B₁, E, B₃ та мінеральних елементів – Mn, Se, Zn, Fe, Cu, P, Mg, оскільки мають найвищий інтегральний скор. Зерно сортів Вірджинія 936 і Періс

поступаються іншим сортам за одним або кількома складовими.

Основною жирною кислотою в насінні арахісу є олеїнова ($C_{18:1}$), частка якої становить 46,5–52,0 % залежно від сорту. Частка МНЖК в насінні арахісу найвища – 47,7–53,1 %, частка ПНЖК становить 32,6–36,9, а частка НЖК найнижча – 13,9–15,5 % залежно від сорту арахісу. У складі НЖК найбільше міститься пальмітинової ($C_{16:0}$) – 78,0–80,3 % від їх суми, МНЖК – олеїнової ($C_{18:1}$) – 97,4–97,6 від їх суми, ПНЖК – лінолевої ($C_{18:2}$) – 99,7–99,8 % від їх суми.

Практичне значення одержаних результатів. Для виробництва насіння арахісу з високим вмістом жиру та вітамінів – B_6 , B_5 , B_9 , B_1 , E , B_3 рекомендується використовувати сорти Валенсія українська, Валенсія 433 і Степняк.

Публікації. Основні результати проведених досліджень доповідались і обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС (м. Умань, 2023–2024 рр.).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Арахіс вирощується більше, ніж у 20-ти країнах на всіх материках, загальна площа його посівів у світі становить близько 19 млн га (Індія – 7,2 млн га, країни Африки – 6 млн га). Батьківщина арахісу – Південна Америка (Аргентина і Болівія). Іспанські завойовники привезли його в Європу, потім португальці завезли його в Африку. З Африки работорговці завезли арахіс у Північну Америку. У 1530-х роках португальці завезли його в Індію, іспанці – на Філіппіни і далі в Китай. На територію нинішньої України арахіс потрапив з Туреччини у 1792 році, а в 1825 році була проведена його акліматизація в Одеському біологічному саду.

Сьогодні арахіс широко використовується в якості сировини в багатьох галузях промисловості, але в першу чергу – у харчовій і комбікормовій. Арахіс, як і всі бобові культури, у симбіозі з азотфіксуючими бактеріями після збирання залишає у полі невикористану частину органічного азоту, що сприяє підвищенню врожайності наступних культур (пшениця, кукурудза, сорго тощо).

Збалансоване харчування з основними поживними речовинами є однією з найактуальніших проблем людства в третьому тисячолітті. У наш час у всьому світі спостерігається гостра нестача повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших поживних речовин. А арахіс є дуже хорошим джерелом цих елементів. Жир арахісу містить близько 20 % насичених жирних кислот і 80 % ненасичених кислот, причому найбільша частка належить олеїновій і лінолевій кислотам [1].

Білковий склад ядер арахісу представлений глютенінами і глобулінами, а саме арахіном та сонарахином. Біологічна цінність білка арахісу пов'язана з вмістом незамінних амінокислот, які необхідні людині для життєдіяльності,

але не можуть синтезуватися організмом самостійно. Згідно з літературними даними, амінокислотний склад білка арахісу представлений переважно такими амінокислотами, як аргінін, гліцин, лейцин, аланін, метіонін. Інші амінокислоти зустрічаються в невеликих кількостях [2].

Крім того, арахіс є джерелом вітамінів, мінералів, поліфенолів, фітостеролів та інших біологічно активних речовин, які роблять арахіс незамінним продуктом для правильного і здорового харчування.

Разом з тим арахіс містить деякі шкідливі речовини, що мають антихарчову та токсичну дію (щавлева кислота та її солі, алергени, інгібітори ферментів, нітрати, солі важких металів, радіонукліди, мікотоксини).

Існує чотири основних сорти арахісу, які культивуються у всьому світі в сільськогосподарській промисловості (Іспанський, Валенсія, Вірджинія та Раннер). Вони бувають різних видів і підвидів. Однак у деяких країнах їх назви можуть відрізнятися. Ці сорти відрізняються будовою, хімічним складом, харчовою та біологічною цінністю, сферами використання.

Хімічний склад арахісу залежить від сорту, ступеня зрілості, місця та умов вирощування, пори року, умов обробки та зберігання, а також від хвороб і зараженості. Оскільки арахіс є улюбленим сортом у багатьох країнах світу, ці проблеми добре досліджені вченими [3–5]. На жаль, в Україні арахіс не використовується повною мірою, але селекціонери провели величезну роботу, щоб адаптувати цей корисний сорт для вирощування на українських полях. Необхідно відзначити, що сорти української селекції занесені до Державного реєстру.

Хімічний склад бобів арахісу, що використовуються в Україні, досліджували різні дослідники [2, 6, 7], які встановили кількісне співвідношення основних речовин у таких сортах арахісу, як Краснодарець 13, Краснодарець 14, Калина та Росиця. Кількість амніотичної оболонки бобів арахісу для цих сортів становить 2,0–3,5 %, вміст вологи в ядрі – 6,0–7,5 %, вміст білка – 15,4–30,2 %, вміст ліпідів – 48,0–50,8 %, вміст

дисахаридів. становить 4,7–5,1 %, вміст крохмалю – 4,1–4,7 %, вміст клітковини – 1,3–2,3 %, вміст пектинової кислоти – 2,9–3,5 %, вміст пентозану – 1,7–2,1 %, зольності – 2,0–2,2 %. Ліпіди і білки здебільшого локалізовані в ядрах, хоча ліпідний комплекс шкаралупи характеризується високим вмістом вільних жирних кислот. Амінокислотний склад білків містить 8 незамінних і 10 незамінних амінокислот, що наближає його до білка тварин. Ядра містять деякі мінеральні речовини і вітаміни (В1 і Е).

Близько 40 % світового врожаю арахісу переробляється на пасту (арахісове масло), 20 % використовується для кондитерських виробів, 10 % йде на арахісову олію, 10 % використовується для снєків, а решта переробляється в інші продукти. 8].

Існує два основних види пасти: однорідна кремоподібна маса і паста з додаванням шматочків арахісу (хрустка арахісова паста). Крім того, цей продукт може мати різну калорійність і вміст арахісу. Загалом він містить 90 % арахісу та 10 % підсолоджувачів (цукор, мед, сироп), ароматизаторів, консервантів, емульгаторів та/або стабілізаторів (гідрогенізованих рослинних жирів), які дозволяють запобігти його розшарування. та збільшити термін його зберігання [9]. Нині арахісове масло дуже популярно в англійських країнах та їхніх колишніх колоніях: Канаді, США, Австралії, Великобританії, Південній Африці, Новій Гвінеї, Новій Зеландії, Багамах, Філіппінах та Нідерландах. Зазвичай типовий американський сніданок включає арахісове масло в чистому вигляді, намазане на скибочку білого хліба або на бутерброд з варенням. Також він широко використовується в хлібопекарській промисловості як напівпродукт для виготовлення крекерів і кондитерських виробів зі смаком арахісу.

У кондитерській промисловості арахіс є сировиною для виготовлення шоколадних цукерок, халви, карамельних топінгів, морозива, східних цукерок, вафельних рулетів, тортів [10–13].

Ядро арахісу з оболонкою мають широку популярність у всьому світі. Для покриття можна використовувати різноманітні компоненти: цукрову пудру, мед, сухе молоко, какао-порошок, карамель тощо [14–16].

В якості закусок арахіс доступний смажений з додаванням рослинної олії або обсмажений у фритюрі в хрусткій оболонці. До складу оболонки може входити борошно (пшеничне, кукурудзяне, рисове), модифіковані крохмалі, сіль, цукор, барвники, спеції, ферментована соєва паста, антиоксиданти, підсилювачі смаку [17–19]. Завдяки своїм ефективним властивостям арахісове масло широко використовується в косметичі, медицині та харчовій промисловості.

Також арахіс використовують як багатофункціональну добавку до випічки, безлактозних молочних напоїв, сирних виробів, молочних десертів, солодких згущених молочних продуктів. Проте створення поліфункціональної продукції з арахісу в Україні є досить обмеженим і орієнтирів раціонального використання арахісу в конкретних технологіях харчової промисловості, які б враховували його сортові властивості та специфічний хімічний склад, немає. Вирішення цієї проблеми дасть змогу розширити асортимент арахісу.

Для здорового харчування та підвищення економічної ефективності його переробки на харчові цілі за рахунок раціонального використання сировини проаналізовано дев'ятнадцять сортів арахісу з колекції Інституту олійних культур НААН України (м. Запоріжжя) (Краснодарець 13, Краснодарець 14, Краснодарський 14, Краснодарський 15, AR 1, AR 2, AR 3, AR 4, AR 5, AR 6, UNDOC 14, UNDOC 15, Рожевий великий, Біло-рожевий 1, Біло-рожевий 2, Біло-рожевий 3, Темно-червоний, Малиновий і Клинський) в дослідженнях [32].

Для обробки інформації, отриманої в результаті досліджень, та розподілу сортів арахісу за використанням використано метод кластерного аналізу [26, 27]. Загальний алгоритм поділу досліджуваних сортів арахісу на

функціонально подібні групи за умовами технологічної обробки можна представити таким чином. Інформація про «ідеальні характеристики» груп, на які повинна бути розділена вся база даних, була зібрана та введена в ПК. Необхідна кількість груп визначається пілотним аналізом. Також вводяться дані про реальну продуктивність сортів, отримані в процесі досліджень. Для подальшого вивчення дані необхідно розділити на групи.

Основними складовими арахісу є жир (34–59 %) і білок (17,6–26,8 %). Вуглеводи представлені моно- і дисахаридами (2,0–8,0 %), крохмалем (2,9–9,8 %), клітковиною (2,2–4,3 %), пектиновими речовинами (1,9–6,4 %). Вологість незначна і становить близько 3,0–9,6 %.

Особливістю вітамінного складу є високий вміст жиророзчинного вітаміну Е (6,0–9,45 мг/100 г) і водорозчинний В1 (0,58–0,88 мг/100 г), РР (12,41–14,84 мг/100 г). Мінеральні речовини в основному представлені калієм (650–736 мг/100 г), магнієм (152–188 мг/100 г), фосфором (302–398 мг/100 г), марганцем (1,69–2,65 мг/100 г) і залізо (2,09–5,02 мг/100 г). Також є невелика кількість натрію і кальцію.

Досліджувані сорти арахісу є джерелом фітостеролів, серед яких переважає β -ситостерин. Також було виявлено кампестерол, стигмастерол, Δ^5 -авенастерол, Δ^7 -стигмастерол, Δ^7 -авенастерол, а в одному зразку виявлено невелику кількість холестерину. Загальний вміст стероїдів коливається в межах 172,7–604,6 мг/100 г і є найвищим для сорту АР 6. Вміст фітостеролів у досліджуваних сортах арахісу відповідає добовій нормі 58–202 %.

В амінокислотному складі білка арахісу переважає глютамінова кислота (14,4–21,0 г/100 г білка). Найменшу частку в білку арахісу мають метіонін (1,0–3,1 г/100 г білка) і цистин (0,5–2,4 г/100 г білка). Що стосується амінокислотного складу білка досліджуваних сортів, то відмічається суттєва (у 3–4 рази) розбіжність вмісту деяких амінокислот (ізолейцину, лізину, треоніну), яка може бути пояснюється сортовою специфікою їх біохімічного

складу. Розрахований амінокислотний бал, його коефіцієнт розбіжності та біологічна цінність показали, що найвищу біологічну цінність (72–77,2 %) мають сорти Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 3, ВНДЮК 14, ВНДЮК 15, Краснодарець 13. Ці сорти є найбільш збалансованими за амінокислотним складом порівняно з іншими.

Основними компонентами жирнокислотного складу є пальмітинова, олеїнова та лінолева кислоти, що лежить в основі біологічної цінності цих сортів арахісу. Найбільший вміст олеїнової кислоти має сорт арахісу AP 2 (30,57 г/100 г). AP 6 має найбільший вміст лінолевої кислоти (33,38 г/100 г). Найнижчий вміст цих кислот зафіксований у Pale Pink 1 (14,08 г/100 г і 12,79 г/100 г відповідно).

Вміст токсичних речовин (солей важких металів), радіонуклідів цезію та стронцію, афлатоксинів, нітратів у досліджуваних сортах арахісу знаходиться в межах допустимих концентрацій.

Усі досліджувані сорти арахісу характеризуються підвищеною здатністю накопичувати щавлеву кислоту та її солі (139–252 мг/100 г) і високим оксалатним індексом (1,5–3,7), що свідчить про антипоживні властивості арахісу та обмежує коло їх споживачів. Для зниження вмісту токсичних і антипоживних речовин авторами запропоновано спосіб термічної обробки арахісу (гідротермічна обробка протягом 30–40 хв з наступним обсмажуванням при температурі 120 °С, протягом 30–35 хв), що знижує вміст щавлевої кислоти та її солей на 67,2–76,0 % і вміст солей міді на 28,8–38,0 %. Засвоюваність білка підвищує 20 мг тирозину.

Отже, насіння арахісу має низку переваг за вмістом його складових. При цьому вчені відзначають про значний діапазон вмісту основних складових. Тому вивчення питання щодо формування показників біохімічного складу є необхідним. При цьому анти поживні складові насіння арахісу мають нижчий вплив за технологічного перероблення.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальну частину роботи щодо вирощування різних сортів сорго зернового виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків. У досліді після пшениці озимої вирощували сорти арахісу Валенсія українська, Валенсія 433, Степняк, Вірджинія 936, Періс.

Технологічне оцінювання проводили у навчально-науковій лабораторії Уманського НУС «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» упродовж 2024 р.

Вміст жирних кислот, вітамінів і мінеральних елементів визначали методом рідинної хроматографії на аналізаторі Хромос-301, а інтегральний скор – за такою формулою:

$$I = \frac{\Phi}{D} \times 100,$$

де I – інтегральний скор, %; Φ – фактичний вміст складника, мг/100 г; D – добова потреба складника організмом здорової людини, мг.

Вважали, що добова потреба організму людини у жирах становить 100 г. Оптимальне відношення насичених жирних кислот (НЖК), мононенасичених жирних кислот (МНЖК) і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) становить 30 : 60 : 10.

Статистичну обробку даних проводили дисперсійним аналізом. Дисперсійним аналізом підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли $p < 0.05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Біохімічна складова насіння арахісу

Знежирене арахісове борошно є побічним продуктом переробки арахісу, який містить 47–55 % білка з високою харчовою цінністю [5]. Основними білками є глобуліни, арахін і конархін, які становлять близько 95 % від загальної кількості білка насіння [6, 7].

Дослідженнями [8] доведено, що біохімічний складник насіння може значно змінюватись залежно від сорту. Встановлено, що порівняно з іншими олійними культурами, насіння арахісу має низьку кількість фосфоліпідів (0,65–1,35 %), 0,8 % неомилених жирів і 44,2–56,9 % олії зі складом жирних кислот, в основному представлених олеїною (37,9–41,9 %), лінолевою (34,6–37,5 %), пальмітиною (12,2–13,3 %), стеариною (3,2–3,7 %) та арахідоною (1,6–1,9 %) кислотами [9]. Найбільш поширеними жирними кислотами в олії насіння арахісу є олеїнова, лінолева і пальмітинова, які разом становлять близько 88,7 % від загальної кількості жирних кислот. Вміст білка може сягати 22,5–30,7 % білка [10].

В інших дослідженнях [11] встановлено, що вміст жиру змінювався від 45,3 до 48,5 % залежно від сорту. Крім цього, в роботі досліджували фракційний склад білка та вміст поліфенолів, проте вміст вітамінів і мінеральних елементів не вивчався.

У дослідженнях [12] доведено, що вміст жиру та жирних кислот також значно змінюється залежно від сорту арахісу. При цьому розраховано, що інтегральний скор для насичених жирних кислот може становити від 45,3 до 48,5 %, мононенасичених – від 79,5 до 88,8, а поліненасичених – від 326,0 до 369,0 % залежно від сорту арахісу. Результати проведення інших досліджень [13, 14] також підтверджують про значне коливання біохімічного складника

різних сортів.

Отже, біохімічна складова насіння арахісу значно змінюється залежно від особливостей сорту. Тому впровадження у виробництво нових сортів арахісу зумовлює проведення додаткових досліджень щодо технологічного оцінювання насіння.

Встановлено, що в насінні арахісу вміст жиру змінювався від 45,4 до 51,7 % залежно від сорту за вологості 6,5–7,8 % (табл. 3.1). Вміст білка мало змінювався і становив 25,0–26,5 %. Вміст клітковини також мало змінювався від сорту арахісу – 7,8–8,3 %. Проте вміст вуглеводів становив від 8,0 до 12,2 % залежно від сорту арахісу.

Таблиця 3.1

Біохімічний складник та інтегральний скор насіння арахісу залежно від сорту, %

Показник	Сорт арахісу									
	Валенсія українська		Валенсія 433		Степняк		Вірджинія 936		Періс	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Вода	7,8	–	6,5	–	7,4	–	6,9	–	6,9	–
Клітковина	8,3	41,5	7,3	36,5	7,8	39,0	8,0	40,0	8,0	40,0
Вуглеводи	9,9	2,6	12,2	3,3	10,2	2,7	8,0	2,1	8,0	2,1
Білки	26,5	28,5	25,1	27,0	26,0	28,0	25,2	27,1	25,0	26,9
Жири	45,4	49,3	47,6	51,7	46,3	50,3	48,7	52,9	48,6	52,8

Примітка. 1 – біохімічний складник, 2 – інтегральний скор.

Необхідно відзначити, що 100 г насіння арахісу найбільше забезпечує добову потребу організму людини жиром – на 49,3–52,9 %. Найменше цю потребу забезпечує вуглеводами – на 2,1–3,3 %. Інтегральний скор для білка становив 26,9–28,5 %, а для клітковини – 36,5–41,5 % залежно від сорту. Всі досліджені сорти арахісу мали високу біологічну цінність за вмістом жиру та білка.

Вміст вітамінів у насінні арахісу значно змінювався залежно від сорту (табл. 3.2). Так, із досліджених вітамінів вміст В₂ був найнижчим, який становив 0,12–0,18 мг/100 г насіння. Вміст вітаміну В₃ був найвищим – 12,5–

18,7 мг/100 г насіння. Вміст вітаміну Е змінювався від 6,51 до 10,3 мг/100 г, а вміст решти вітамінів був у межах 0,23–5,2 мг/100 г насіння арахісу.

Таблиця 3.2

Вміст вітамінів та інтегральний скор насіння арахісу залежно від сорту

Показ- ник	Сорт арахісу									
	Валенсія українська		Валенсія 433		Степняк		Вірджинія 936		Періс	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
B ₂	0,12	10,9	0,18	16,4	0,14	12,7	0,13	11,8	0,13	11,8
B ₉	0,24	60,0	0,24	60,0	0,24	60,0	0,24	60,0	0,23	57,5
B ₆	0,35	26,9	0,33	25,4	0,35	26,9	0,34	26,2	0,32	24,6
B ₁	0,75	68,2	0,64	58,2	0,65	59,1	0,66	60,0	0,65	59,1
B ₅	1,75	35,0	1,80	36,0	1,78	35,6	1,73	34,6	1,70	34,0
C	5,2	5,2	4,4	4,4	4,7	4,7	3,3	3,3	3,2	3,2
E	10,3	68,7	9,7	64,7	8,9	59,3	6,55	43,7	6,51	43,4
B ₃	18,7	133,6	17,1	122,1	17,3	123,6	12,3	87,9	12,5	89,3

Примітка. 1 – вміст вітамінів, мг/100 г, 2 – інтегральний скор, %.

Результати досліджень свідчать, що з п'яти зразків арахісу сорти Валенсія українська та Валенсія 433 мали високий інтегральний скор для всіх вітамінів. У сорту Степняк цей показник був високим, крім вітаміну B₁. Так, встановлено, що найвищий інтегральний скор був для вітаміну B₃ – 87,9–133,6 % залежно від сорту. Найменше добову потребу організму людини 100 г насіння забезпечувало вітаміном C – на 3,2–5,2 %. Інтегральний скор для вітамінів B₉, B₁ і E був на рівні 43,4–68,7 % залежно від сорту арахісу. Інтегральний скор для вітамінів B₆ і B₅ становив 24,6–35,0 % залежно від сорту арахісу.

Вміст мінеральних елементів також значно коливався залежно від сорту арахісу (табл. 3.3). Встановлено, що в насінні всіх сортів арахісу вміст калію був найвищим – 500–555 мг/100 г насіння. Вміст селену був найнижчим – 0,006–0,007 мг/100 г насіння арахісу. Результати розрахунків свідчать, що насіння сортів Валенсія українська, Валенсія 433 і Степняк мали високу

біологічну цінність за всіма дослідженими мінеральними елементами (Se, Cu, Mn, Zn, Fe, Na, Ca, Mg, S, P, K). Насіння сортів Вірджинія 936 і Періс – за всіма елементами, крім заліза.

Таблиця 3.3

**Вміст мінеральних елементів та інтегральний скор насіння арахісу
залежно від сорту**

Показ- ник	Сорт арахісу									
	Валенсія українська		Валенсія 433		Степняк		Вірджинія 936		Періс	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Se	0,007	20,6	0,007	20,6	0,007	20,6	0,006	17,6	0,006	17,6
Cu	1,1	55,0	1,1	55,0	1,1	55,0	1,1	55,0	1,1	55,0
Mn	1,9	19,0	1,9	19,0	1,8	18,0	1,8	18,0	1,8	18,0
Zn	3,2	22,9	3,3	23,6	3,5	25,0	4,2	30,0	4,0	28,6
Fe	5,0	35,7	4,3	30,7	4,8	34,3	2,9	20,7	2,9	20,7
Na	21	0,5	15	0,4	17	0,4	10	0,3	12	0,3
Ca	75	7,5	68	6,8	71	7,1	81	8,1	78	7,8
Mg	184	80,0	181	78,7	178	77,4	173	75,2	171	74,3
S	245	4,9	241	4,8	245	4,9	249	5,0	245	4,9
P	350	63,6	341	62,0	348	63,3	345	62,7	340	61,8
K	555	12,3	500	11,1	512	11,4	558	12,4	550	12,2

Примітка. 1 – вміст мінеральних елементів, мг/100 г, 2 – інтегральний скор, %.

Встановлено, що найвищий інтегральний скор мало 100 г насіння для магнію – 74,3–80,0 % залежно від сорту арахісу. Добову потребу в фосфорі 100 г насіння арахісу забезпечувало на 61,8–63,6 % залежно від сорту. Найнижчий інтегральний скор був для натрію – 0,3–0,5 %, що зумовлено високою потребою організму людини (4000 мг/добу). Добову потребу для міді 100 г насіння арахісу забезпечувало на 55,0 %. Інтегральний скор для Fe, Zn, Se і Mn була на рівні 18,0–35,7 %, а для Ca і S – 4,9–7,5 % залежно від сорту арахісу.

Встановлено, що макроскладник мало змінюється залежно від сорту арахісу, проте мікроскладова насіння змінюється у великому діапазоні.

Встановлено, що вміст жиру в насінні арахісу може становити 45,4–48,6 %, білка – 25,0–26,5, вуглеводів – 2,1–3,3, клітковини – 7,8–8,3 % за вологості 6,9–7,8 %. Насіння сортів арахісу Валенсія українська, Валенсія 433 і Степняк є джерелом вітамінів – B₆, B₅, B₉, B₁, E, B₃ та мінеральних елементів – Mn, Se, Zn, Fe, Cu, P, Mg, оскільки мають найвищий інтегральний скор. Зерно сортів Вірджинія 936 і Періс поступаються іншим сортам за одним або кількома складовими.

3.2 Характеристика жирнокислотного складу олії арахісу

Арахіс (*Arachis hypogaea* L.) є важливою олійною культурою в світі. Олія насіння арахісу містить ліноленову та олеїнову карбонові кислоти, також є джерелом омега-6 і омега-3 жирних кислот. Насіння арахісу містить велику кількість вітаміну E, який також діє як антиоксидант [1]. Насіння арахісу застосовують у кондитерському виробництві, а його олія перспективна сировина для заміни маргарину в технології продуктів харчування [2]. В аграрному виробництві вихід і якість продукції займають основне значення [3]. При цьому важливо впроваджувати сорти сільськогосподарських культур з високими адаптивними властивостями, які при цьому мають високу харчову цінність зерна [4]. Доведено, що зміни клімату може впливати на формування біохімічної складової зерна, особливо нових сортів сільськогосподарських культур [5, 6]. Тому дослідження питання формування вмісту карбонових кислот у насінні різних сортів арахісу є актуальним.

Виробництво арахісу швидко зросло за попередні роки, і він став важливою товарною культурою для крафтового виробництва. У 2014 році з майже 26,5 млн га було зібрано понад 43,9 млн тонн арахісу в бобах [10]. Насіння арахісу містить близько 45–56 % олії і 24–25 % білка. Арахісова олія містить високий вміст ненасичених жирних кислот (більш як 80 %), з яких

близько 50 % становить олеїнова кислота [11]. Доведено, що дієти з високим рівнем олеїнової кислоти мають позитивний вплив на здоров'я людини, що включає зниження рівня холестерину, зниження ризику ішемічної хвороби серця та запобігання гіпертонії [12]. Через його дієтичні переваги і переваги для здоров'я ринковий попит на арахісову олію постійно зростає. Крім цього, селекційна практика направлена на створення нових сортів арахісу з поліпшеними адаптивними і харчовими властивостями [13]. Створення і впровадження нових сортів сільськогосподарських культур буде впливати на напрямки їх перероблення [14]. Отже, арахіс – перспективна культура для виробництва, проте жировмісна складова потребує детальнішого вивчення.

У насінні різних сортів арахісу загальний вміст жирних кислот змінювався від 44,735 до 45,268 % (табл. 3.4). Найбільше містилось жирних кислот з групи мононенасичених (МНЖК) – 21,408–24,049 %. Найменший був вміст насичених жирних кислот – 6,286–6,984 %.

Таблиця 3.4

Вміст жирних кислот у насінні різних сортів арахісу, %

Жирна кислота	Сорт					HIP ₀₅
	Валенсія українська	Валенсія 433	Степняк	Вірджинія 936	Періс	
16:0	5,607	5,447	5,556	4,961	4,900	0,278
18:0	1,241	1,238	1,245	1,264	1,260	0,062
14:0	0,025	0,028	0,030	0,012	0,015	0,002
8:0	0,037	0,035	0,035	0,037	0,037	0,002
10:0	0,037	0,035	0,035	0,037	0,037	0,002
12:0	0,037	0,035	0,035	0,037	0,037	0,002
$\Sigma_{Cn:0}$	6,984	6,818	6,936	6,348	6,286	0,347
16:1	0,048	0,045	0,045	0,050	0,052	0,002
18:1	20,903	20,863	20,912	23,456	23,477	1,046
20:1	0,512	0,500	0,508	0,524	0,520	0,025
$\Sigma_{Cn:1}$	21,463	21,408	21,465	24,030	24,049	1,073
18:2	16,500	16,478	16,521	14,645	14,888	0,826
18:3	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,001
20:4	0,025	0,021	0,030	0,035	0,035	0,002
$\Sigma_{Cn:n}$	16,535	16,509	16,561	14,69	14,933	0,828
Σ_{Cn}	44,982	44,735	44,962	45,068	45,268	2,248

Основною жирною кислотою в арахісу є олеїнова ($C_{18:1}$), частка якої становила 46,5–52,0 % залежно від сорту (табл. 3.5). Частка лінолевої кислоти змінювалась від 32,5 до 36,8 %, а пальмітинової – від 11,0 до 12,5 %. Частка стеаринової ($C_{18:0}$) кислоти становила 2,8 %, а частка решти жирних кислот була найнижчою – 0,02–0,6 %.

Частка МНЖК в насінні арахісу була найвищою – 47,7–53,1 %, частка ПНЖК становила 32,6–36,9, а частка НЖК була найнижчою – 13,9–15,5 % залежно від сорту арахісу.

У складі НЖК найбільше містилось пальмітинової ($C_{16:0}$) – 78,0–80,3 %, МНЖК – олеїнової ($C_{18:1}$) – 97,4–97,6, ПНЖК – лінолевої ($C_{18:2}$) – 99,7–99,8 % від їх суми.

Таблиця 3.5

Частка жирних кислот у насінні різних сортів арахісу, % від їх суми

Жирна кислота	Сорт									
	Валенсія українська		Валенсія 433		Степняк		Вірджинія 936		Періс	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
C14:0	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
C8:0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
C10:0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
C12:0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
C _{18:0}	17,8	2,8	18,2	2,8	17,9	2,8	19,9	2,8	20,0	2,8
C _{16:0}	80,3	12,5	79,9	12,2	80,1	12,4	78,2	11,0	78,0	10,8
Σ _{Cn:0}	—	15,5	—	15,2	—	15,4	—	14,1	—	13,9
C16:1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
C20:1	2,4	1,1	2,3	1,1	2,4	1,1	2,2	1,2	2,2	1,1
C _{18:1}	97,4	46,5	97,5	46,6	97,4	46,5	97,6	52,0	97,6	51,9
Σ _{Cn:1}	—	47,7	—	47,9	—	47,7	—	53,3	—	53,1
C18:3	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02
C20:4	0,2	0,08	0,1	0,05	0,2	0,07	0,2	0,08	0,2	0,08
C _{18:2}	99,8	36,7	99,8	36,8	99,8	36,7	99,7	32,5	99,7	32,9
Σ _{Cn:n}	—	36,8	—	36,9	—	36,8	—	32,6	—	33,0

Примітка. 1 – частка НЖК, МНЖК і ПНЖК від їх суми, 2 – частка жирних кислот від загальної їх суми.

За умови споживання 100 г насіння арахісу можна на 44,7–45,3 % забезпечити добову потребу організму людини жирами (табл. 3.6). Слід відзначити, що за потреби організму людини 100 г жиру, 30 % має бути рослинного, а 70 % – тваринного походження. Тому 100 г насіння арахісу цілком задовольняє потребу організму людини жирами рослинного походження.

Таблиця 3.6

**Харчова цінність 100 г насіння різних сортів арахісу за
інтегральним скором, %**

Показник	Сорт				
	Валенсія українська	Валенсія 433	Степняк	Вірджинія 936	Періс
Жир	45,0	44,7	45,0	45,1	45,3
НЖК	51,7	50,7	51,3	47,0	46,3
МНЖК	79,5	79,8	79,5	88,8	88,5
ПНЖК	368,0	369,0	368,0	326,0	330,0

Слід відзначити, що частка НЖК на 46,3–51,7 %, а МНЖК – на 79,5–88,8 % відповідає оптимальній кількості цих груп жирних кислот. Проте частка ПНЖК на 326,0–369,0 % перевищує оптимальний їх вміст у жиру арахісу.

Основні складові зерна істотно змінюються залежно від рівня агротехнології і погодних умов [7, 8]. Основними складовими жировмісної складової, що містяться в арахісовій олії, є ненасичені жирні кислоти, що включають олеїнову ($C_{18:1}$) і лінолеву кислоти ($C_{18:2}$). Крім цього, високий вміст ненасичених жирних кислот в арахісовій олії є корисним для здоров'я людини завдяки їх антиоксидантній активності. Проте динамічні зміни у протеоміці, пов'язані з накопиченням олеїнової кислоти під час формування насіння, все ще залишаються не дослідженими [9].

Основною жирною кислотою в насінні арахісу є олеїнова ($C_{18:1}$), частка якої становить 46,5–52,0 % залежно від сорту. Частка МНЖК в насінні арахісу найвища – 47,7–53,1 %, частка ПНЖК становить 32,6–36,9, а частка НЖК найнижча – 13,9–15,5 % залежно від сорту арахісу. У складі НЖК найбільше міститься пальмітинової ($C_{16:0}$) – 78,0–80,3 % від їх суми, МНЖК – олеїнової ($C_{18:1}$) – 97,4–97,6 від їх суми, ПНЖК – лінолевої ($C_{18:2}$) – 99,7–99,8 % від їх суми. За умови споживання 100 г насіння арахісу можна на 44,7–45,3 % забезпечити добову потребу організму людини жирами. Частка НЖК на 46,3–51,7 %, а МНЖК – на 79,5–88,8 % відповідає оптимальній кількості цих груп жирних кислот. Проте частка ПНЖК на 326,0–369,0 % перевищує оптимальний їх вміст у жиру арахісу. Рекомендується вирощувати сорти арахісу Валенсія українська, Валенсія 433, Степняк, Вірджинія 936, Періс, оскільки насіння має високий вміст жиру та найвищий інтегральний скор.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Добування олії з насіння арахісу включає проведення низки технологічних операцій (рис. 4.1).

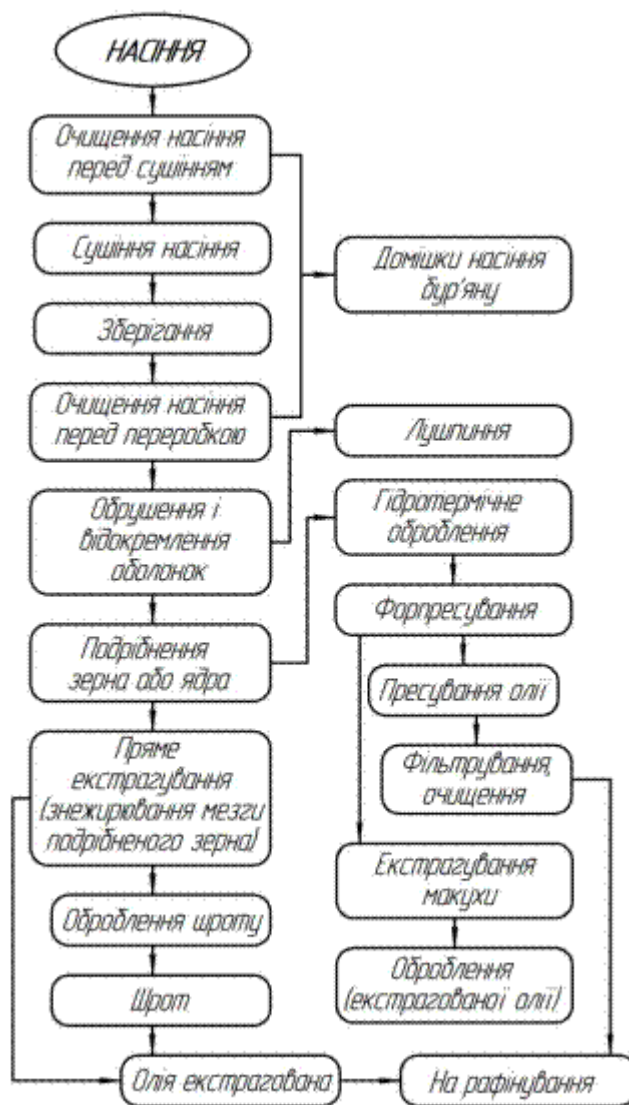


Рис. 4.1 Принципова схема переробки насіння арахісу в олію

Технологічна схема включає проведення відокремлення насіння від бобу, потім очищення насіння від домішок. За умови перевищення вологості насіння його необхідно сушити до базисних кондицій. Після цього насіння подрібнюють, проводять водотеплове оброблення. Добування олії можливе

за двома схемами: лише пресування, лише екстрагування та пресування з екстрагуванням макухи. У результаті пресування отримують олію та макуху, а після комплексного перероблення – олію та шрот.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз умов з охорони праці проводили у ННЛ «Оцінки якості зерна» Уманського НУС. Умови праці в лабораторії (повітря, рівень шуму, мікроклімат робочої зони) повністю відповідають чинним вимогам стандартів і положень.

У лабораторії забезпечуються організаційні заходи щодо пожежної безпеки відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19 жовтня 2004 року № 126, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 4 листопада 2004 року за № 1410/10009.

Необхідно відзначити, що на підприємстві розвинена мережа обладнання, що передбачає використання електроенергії. Тому перед початком роботи постійно перевіряють заземлення, справність обладнання та інвентарю. У разі виявлення несправностей устаткування та можливих небезпек на робочому місці доповідають про них майстру виробничого навчання або наставнику. Крім того, на обладнанні працюють лише особи, які пройшли навчання та мають допуск до такої роботи.

Відповідальність за організацію безпечної експлуатації електроустановок покладається на завідувача кафедри, який призначає відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електроустановок. Усі електричні машини, апарати і прилади, розподільні пристрої, світильники мають відповідний рівень і вид вибухозахисту відповідно до ДНАОП0. 00–1. 32–01. Електроустаткування, що використовується, має чітке маркування щодо його вибухозахисних властивостей і ступеню захисту оболонки відповідно до чинних вимог.

Для попередження про небезпеку в якості сигнальних елементів застосовують сигналізатори відповідно до ДСТУ ISO 6309: 2007 “Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір” (ISO 6309: 1987, IDT).

Причинами виробничого травматизму робітників хлібопекарського цеху можуть бути: неправильна організація праці, порушення правил експлуатації обладнання та вимог техніки безпеки, втома чи хвороба працівника. Означені чинники як правило призводять до таких наслідків: отруєння газом, ураження внаслідок вибуху газової суміші, ураження електричним струмом, поранення при експлуатації машин, поранення лабораторним інвентарем.

Під час роботи у лабораторії працівник може забути надіти захисний одяг (НУ1), взяти гарячу колбу руками (НД1) і отримати опік (Т) або взяти руками замість колби розігріту електричну плитку (НД2), в результаті також може бути сильний опік (НС2) і отримати травму (рис.).

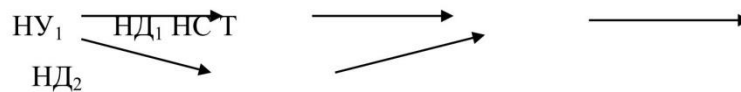


Рис. 5.1 Моделювання небезпечної ситуації під час роботи у навчально-науковій лабораторії

Незважаючи на відсутність недоліків у системі охорони праці, необхідно постійно проводити заходи щодо попередження виникнення небезпечних ситуацій. До них відносять проведення навчання з охорони праці, перевірку роботи обладнання та електробезпеку.

Під час безпосереднього здійснення власних професійних обов'язків з метою уникнення травмувань на робочому місці та запобігання нещасних випадків технологи мають чітко дотримуватися всіх інструкцій з охорони праці при роботі в лабораторії.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Враховуючи невеликі площі та волове виробництво арахісу в Україні, економічну ефективність розраховано на перероблення 10 т насіння. Основні показники економічної ефективності наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Показник	Значення
Насіння арахісу, т	10,0
Вихід олії, т	3,0
Вихід макухи, т	6,8
Вартість олії, тис. грн	450,0
Вартість макухи, тис. грн	680,0
Вартість всього, тис. грн	1130,0
Витрати на сировину та переробку, тис. грн	880,0
Прибуток, тис грн	250,0
Рівень рентабельності, %	28,4

Виходили з того, що насіння арахісу переробляли на діючому підприємстві або цеху. Вихід олії при цьому був 30 %, макухи – 68 % з урахуванням домішок і усушки. Вартість 1 кг олії була 150,0 грн., 1 кг макухи – 100,0 грн, 1 кг насіння – 85 грн.

Економічні розрахунки свідчать, що переробка насіння арахісу масою 10 т є ефективною, оскільки прибуток становить 250,0 тис грн. за рівня рентабельності 28,4 %.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що макроскладник мало змінюється залежно від сорту арахісу, проте мікроскладова насіння змінюється у великому діапазоні. Встановлено, що вміст жиру в насінні арахісу може становити 45,4–48,6 %, білка – 25,0–26,5, вуглеводів – 2,1–3,3, клітковини – 7,8–8,3 % за вологості 6,9–7,8 %.

Насіння сортів арахісу Валенсія українська, Валенсія 433 і Степняк є джерелом вітамінів – B₆, B₅, B₉, B₁, E, B₃ та мінеральних елементів – Mn, Se, Zn, Fe, Cu, P, Mg, оскільки мають найвищий інтегральний скор. Зерно сортів Вірджинія 936 і Періс поступаються іншим сортам за одним або кількома складовими.

Основною жирною кислотою в насінні арахісу є олеїнова (C_{18:1}), частка якої становить 46,5–52,0 % залежно від сорту. Частка МНЖК в насінні арахісу найвища – 47,7–53,1 %, частка ПНЖК становить 32,6–36,9, а частка НЖК найнижча – 13,9–15,5 % залежно від сорту арахісу. У складі НЖК найбільше міститься пальмітинової (C_{16:0}) – 78,0–80,3 % від їх суми, МНЖК – олеїнової (C_{18:1}) – 97,4–97,6 від їх суми, ПНЖК – лінолевої (C_{18:2}) – 99,7–99,8 % від їх суми.

За умови споживання 100 г насіння арахісу можна на 44,7–45,3 % забезпечити добову потребу організму людини жирами. Частка НЖК на 46,3–51,7 %, а МНЖК – на 79,5–88,8 % відповідає оптимальній кількості цих груп жирних кислот. Проте частка ПНЖК на 326,0–369,0 % перевищує оптимальний їх вміст у жиру арахісу. Рекомендується вирощувати сорти арахісу Валенсія українська, Валенсія 433, Степняк, Вірджинія 936, Періс, оскільки насіння має високий вміст жиру та найвищий інтегральний скор.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для виробництва насіння арахісу з високим вмістом жиру та вітамінів – В₆, В₅, В₉, В₁, Е, В₃ рекомендується використовувати сорти Валенсія українська, Валенсія 433 і Степняк.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Любич В. В. Значення виду жирозамінника в технології кексів. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 88–94.
2. Bhatti I. A., Shahid S. A. M., Asi M. R., Mehboob S. Quality index of oils extracted from γ -irradiated peanuts (*Arachis hypogaea* L.) of the golden and bari varieties. *Applied Radiation and Isotopes*. 2010. Vol. 68, Issue 12. P. 2197–2201.
3. Nakai V. K., Rocha L. O., Gonçalez E., Fonseca H., Ortega, E. M. M., Corrêa B. Distribution of fungi and aflatoxins in a stored peanut variety. *Food Chemistry*. 2008. Vol. 106. P. 285–290.
4. Liu H., Li H., Gu J., Deng L., Ren L., Hong Y., Lu Q., Chen X., Liang X. Identification of the Candidate Proteins Related to Oleic Acid Accumulation during Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Seed Development through Comparative Proteome Analysis. *Int J Mol Sci*. 2018. Vol. 19(4). Article number 1235.
5. Yoshida H., Hirakawa Y., Tomiyama Y., Nagamizu T., Mizushima Y. Fatty acid distributions of triacylglycerols and phospholipids in peanut seeds (*Arachis hypogaea* L.) following microwave treatment. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2005. Vol. 18. P. 3–14.
6. Yoshida H., Shigezaki J., Takagi S., Kajimoto G. Variations in the composition of various acyl lipids, tocopherols and lignans in sesame seed oils roasted in a microwave oven. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1995. Vol. 68. P. 407–415.
7. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
8. Любич В. В., Войтовська В. І., Сторожик Л. І., Приходько В. О. Характеристика жирно-кислотного складу олії сорго залежно від сортових особливостей. *Новітні агротехнології*. 2022. № 3. С. 5–13.
9. Kaya C., Hamamci C., Baysal A., Akba O., Erdogan S., Saydut A. Methyl

ester of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Renewable Energy*. 2009. Vol. 34. P. 1257–1260.

10. Ingale S., Shrivastava S. K. Nutritional study of new variety of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) JL-24 seeds. *African Journal of Food Science*. 2011. Vol. 5 (8). P. 490–498.

11. Sebeia K., Gnoumaa A., Herchia W., Sakouhia F., Boukhchina S. Lipids, proteins, phenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of seeds of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) cultivated in Tunisia. *Biol. Res*. 2013. Vol.46(3). P. 257–263.

12. Любич В. В., Войтовська В. І. Жирнокислотний склад насіння різних сортів арахісу та його харчова цінність. *Збірник Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 34–40.

13. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

14. Любич В. В., Войтовська В. І., Третьякова С. О., Климович Н. М. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 32–37.

15. Bilal M., Shabbir M. A., Xiaobo Z., Arslan M., Usman M., Azam M., Aadil R. M., Ahmad N. Characterization of peanut seed oil of selected varieties and its application in the cereal-based product. *J Food Sci Technol*. 2020. Vol. 57(11). P. 4044–4053.

16. Liu H., Li H., Gu J., Deng L., Ren L., Hong Y., Lu Q., Chen X., Liang X. Identification of the Candidate Proteins Related to Oleic Acid Accumulation during Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Seed Development through Comparative Proteome Analysis. *Int J Mol Sci*. 2018. Vol. 19(4). Article number 1235.

17. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна сортів і ліній пшениць. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. № 4. С. 11–18.