**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
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**
**МАГІСТРА**

# ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 21 м-тз
освітньої програми Технології зерна та зернопродуктів
спеціальності 181 «Харчові технології»
Заболотний Олександр Сергійович

Науковий керівник – кандидат техн. наук, доцент
Єремеєва Олена Анатоліївна

УМАНЬ – 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 3
ВСТУП 4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 7
1.1. Народногосподарське значення та використання сої 7
1.2 Технологічні властивості зерна сої залежно від сорту 12
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ 20
2.1 Умови проведення дослідження 20
2.2 Схема досліду 20
2.3 Методика проведення досліджень 22
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ 23
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 30
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ 32
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ 34
ВИСНОВКИ 35
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 38
ДОДАТКИ 44

# ANNOTATION

Zabolotny O. S. Technological properties of soybean depending on variety

Qualifying work for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 181 Food technologies OP Technologies of grain and grain products. Uman National University of Horticulture. Uman, 45 p.

It was established that the length of soybean grains varied between 5.5–7.1 mm depending on the variety. So, the longest grains are in the varieties Vezha and Atlanta, the shortest - Medea and Ivanka (control). As a result of the conducted research, it was established that the width of soybean grains was 4.1–5.8 mm. All grains, except the Medea variety, were wider than the standard.

The widest grains of the Kyoto, Tower and Atlanta varieties are 5.6–5.8 mm. It was established that the grain volume of soybean varieties varied from 31.5 to 60.3 $mm^3$. The highest indicator of this variety is Faekton, Atlanta and Vezha, 58.5–60.3 $mm^3$. The smallest volume of Medea varieties is 31.5 and Ivanka (control) is 46.8 $mm^3$. It was established that the area of the outer surface of soybeans was 58.2–66.9 $mm^2$. The grains of Faekton, Vezha, Atlanta 66.3 varieties had the largest surface area; 66.9 and 67.5, respectively. In soybeans, a direct, strong correlation between the area of the outer surface and the volume of the kernel has been established.

As a result of the conducted research, it was established that the protein content in soybeans varied from 36.2 to 40.3%, depending on the variety. This indicator is the smallest in the control variant, 36.2%. Research results show that the starch content in soybeans ranged from 23.4 to 25.5%. The grain of Phaekton and Medea varieties had the highest starch content – 25.1–25.5% or 5–7% higher than the content in the standard. Ivanka (23.4%) and Vezha (23.9%) soybeans had the lowest starch content. It was established that the fiber content in soybeans did not change significantly and was 4.0–4.3%. The highest fat content was in Kyoto varieties - 18.4% and Faekton - 21.2%, the lowest in Ivanka - 13.3% and Medea - 16.7%.

# ВСТУП

Забезпечення населення екологічно чистими білковими харчовими продуктами рослинного походження, підвищення їх конкурентоспроможності є актуальною та інноваційною проблемою державного значення. Важлива роль у вирішенні проблеми належить удосконаленню технологій харчових продуктів із сої з використанням біотехнологічних процесів солодорощення. Як сировина для харчових продуктів соя відрізняється від інших бобових культур оптимальним співвідношенням найважливіших нутрієнтів – білків, жирів і вуглеводів.

В Україні вирощують понад 50 сортів сої, біля 90 тис. тон на рік і посівні площі під нею з кожним роком збільшуються, що може забезпечити виробництво високоякісних білкових харчових продуктів. Безпосереднє використання сої для виробництва харчових продуктів обмежується наявністю в ній антипоживних речовин. Їх вміст суттєво зменшується в результаті ферментативних процесів, які протікають під час солодорощення, за рахунок чого солод із сої набуває кращих споживчих властивостей і його можна використовувати у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, напоїв, харчових концентратів, м’ясних комбінованих продуктів та дитячого харчування.

**Обґрунтування теми дослідження**. Підвищення виробництва зерна сої направлене на розв’язання проблеми нестачі рослинного білку та збільшення експортного потенціалу білкових ресурсів.

Отже, правильний вибір сорту є однією із важливих умов одержання якісного продукту. Крім цього, сорт є одним із легкодоступних для виробництва заходом зменшення несприятливого впливу лімітуючих чинників довкілля на урожайність зерна сої і найбільше забезпечує пластичність рослин до певних умов вирощування.

**Мета і задачі дослідження.** Мета досліджень – технологічні властивості зерна сої залежно від сорту

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити задачі:

– провести огляд джерел літератури, патентної інформації за темою кваліфікаційної роботи;

– дослідити вплив сорту на геометричні храктеристики зерна сої;

– дослідити вплив сорту на фізико-механічні показники зерна сої;

–вивчити хімічний склад зерна сої;

–визначити сорти, які мають найкращу поживну цінність;

– оцінити економічну ефективність переробки зерна сої.

**Об’єкт дослідження** – технологічна оцінка зерно сої залежно від сорту.

**Предмет дослідження** – зерно сої різних сортів.

**Методи дослідження.** Під час виконання кваліфікаційної роботи використано аналітичні, фізико-хімічні, інформаційні, статистичні методи, а також економічний метод.

**Наукова новизна одержаних результатів**. Вперше проведено технологічну оцінку зерна сої різних сортів. Встановлено, що:

– довжина зернівок сої коливалась в межах 5,5–7,1 мм залежно від сорту;

–площа зовнішньої поверхні у зернівок сої становила 58,2–66,9 мм$^2$;

–вміст білка в зерні сої змінювався від 36,2 до 40,3 % залежно від сорту;

–вміст крохмалю в зерні сої коливався від 23,4 до 25,5 %. Зерно сортів Фаектон та Медея мало найвищий вміст крохмалю – 25,1–25,5 %;

– вміст клітковини в зерні сої істотно не змінювався та становив 4,0–4,3%;

– найбільший вміст жиру у сортів Кіото – 18,4% та Фаектон 21,2 %, найменший у сортів Іванка – 13,3% та Медея – 16,7%;

– найбільшу масу 100 зерен мали сорти Вежа, Фаектон, Атланта 145,5–151,2%, що перевищувало контроль на 11,7–16,1%.

**Апробація результатів роботи**. Результати досліджень доповідались та

обговорювались на студентських конференціях Уманського НУС, всеукраїнській науково-практичній конференції (м. Умань, 2022–2023 рр.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано одну наукову працю.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційну роботу виконано на 45 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 37 сторінок). Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 71 найменування, з яких 41 латиницею та трьох додатків. Робота містить 15 таблиць та 12 рисунків.

# РОЗДІЛ 1
# ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1. Народногосподарське значення та використання сої

Неоціненним є значення сої в народному господарстві. Цінність її визначається, перш за все, високим вмістом у насінні білка, жиру та вуглеводів. Різноманітність хімічного складу сої дозволяє застосовувати її в різних галузях харчової промисловості, а також використовувати сою як кормову та технічну культуру.

Соя відома як найцінніша продовольча культура. У Китаї її називають "До-доу" що означає великий боб [103].

Інтерес до цієї білково-олійної культури обумовлений високоякісним складом її зерна, що містить залежно від сорти та умов зростання 35-55 % легкозасвоюваного білка, 17-27% жиру, до 30% вуглеводів, вітаміни [121; 151].

Насіння (зерно) сої відрізняється високою перетравністю та засвоюваністю: перетравність білків – 77-92 %, олії – 94-100 %, вуглеводів - 79-100%, загальна засвоюваність - 84-100% [19; 26, 27, 33, 50, 51, 68]. За вмістом амінокислот найбагатшими є білки зернобобових культур, за ними йдуть білк тваринного походження, останнє місце посідають інші рослинні білки [5, 29, 41, 61].

Білок сої за повноцінністю відноситься до кращих рослинних рослин білки. Він біологічно активний, високопоживний, добре розчинний у воді, має різнобічний амінокислотний склад, що наближає його до білків тваринного походження. Серед амінокислот білка сої 8 незамінних – валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан та фенілаланін, необхідних для життя людини та тварин. Завдяки такому складу білка, а також підвищеному вмісту лізину та триптофану соя є самим дешевим джерелом протеїну [9]

Сою використовують виготовлення різних видів промислової продукції.

З неї отримують олію, маргарин, соєвий сир, молоко, борошно, кілька десятків різних соусів, кондитерські вироби, консерви та багато інших продуктів. Соя

служить сировиною для олійної промисловості, олію використовують не тільки в їжу, але і в миловаріння, лакофарбової промисловості і т.д. У світовому виробництві харчової олії соя займає перше місце. На її частку припадає 40 %, а частку соняшника 17 % [15; 37, 47;].

З 1 т сої можна отримати 0,113 т олії, 0,725 т знежиреної борошна [38].

Соєва олія, при її обробці відрізняється хорошими якостями та високою (до 95 %) засвоюваністю. В їжу, воно використовується у рафінованому вигляді [29].

Найбільшими споживачами соєвої олії є Індія, Пакистан, Іран, які закуповують понад 35% імпортованого олії [25].

З соєвого молока готуються різноманітні продукти: рослинний сир, кисле молоко, сир, вершки, кумис, різні соуси та ін. Молоко із соєвого зерна майже нічим не відрізняється від коров'ячого. Воно також містить казеїн, що широко застосовується в промисловості. Соєве молоко, крім того, використовується в кондитерському та хлібопекарському виробництві [39].

Крім цього із сої виробляється інший цінний продукт – соєве борошно. За калорійністю соєве борошно вигідно відрізняється від пшениці, картоплі, м'яса та інших продуктів. Так, наприклад, у 100 г речовини міститься калорій: соєвого борошна – 450, пшеничного борошна – 360, м'яса – 250, яєць – 162, гороху – 320, ячмінної крупи – 350, вівсяної – 385, гречаної – 345 і пшона – 340. прирівняно до 1 кг сиру, 1кг овочів, 1,5 кг яловичого або курячого м'яса, 2,5 кг хліба, 48 курячих яйців, або 32 склянкам молока [49].

Поряд з харчовим застосуванням сої все більше і більше розвивається використання її в технічних цілях. У країнах Східної Азії з давніх-давен соєва олія вживалася для змащення машин, для освітлення, для виготовлення непромокальних тканин, паперу, друкарських фарб, лаків, туші, ширм, ліхтарів та ін [36]. Соя широко використовується в текстильній, пластмасовій та багатьох інших види промисловості [10].

Соя є також цінною кормовою культурою та важливим джерелом перетравного

білка для всіх видів сільськогосподарських тварин.

У зерні, зеленій та силосній масі сої міститься найбільше кількість кормових одиниць порівняно з іншими бобовими культурами [40]. 1 кг зерна сої прирівнюється до 1,37 кормової одиниці і містить 280 г перетравного протеїну [87].

Соя як високобілкова культура вирішила дуже важливу і гостру проблему виробництва дешевого кормового білка для відгодівлі тварин. Все це дало змогу здешевити дорогі продукти харчування, такі як м'ясо, олія, маргарин, молоко та ін. [24].

Зелена маса сої багата на вітаміни, особливо каротином. За даними Інституту кормів, в 1 кг сухої речовини зеленої маси сої в залежності від облистненості рослин, фази розвитку і т.д. міститься 180-420 мг каротину [32].

Велике значення у підвищенні врожаю та покращенні якості кормів мають змішані посіви. Найкращим бобовим компонентом кукурудзи є соя. Вона, як і кукурудза, відноситься до теплолюбних рослин короткого дня. При посіві кукурудзи у суміші з соєю фази росту та розвитку рослин проходять майже одночасно, і господарська стиглість їх збігається. При настанні молочно-воскової стиглості кукурудзи соя знаходиться в стадії утворення бобиків у верхньому ярусі. Урожай зеленої маси від змішаних посівів виходить трохи нижче порівняно з чистими посівами кукурудзи, але за вмістом протеїну, що перетравлюється, він значно перевищує посіви в чистому вигляді [13, 27].

Соєве сіно є чудовим кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин за вмістом білка, виходом кормових одиниць, кількістю фосфору, кальцію та каротину і не поступається сіні люцерни, конюшини, еспарцету. У 100 кг сіна міститься 47-54 кормові одиниці, у тому числі 11,4-15,0 кг перетравного протеїну [8].

Соєва макуха та шрот є побічними продуктами при вилученні з соєвого насіння олії. Ці продукти – цінний концентрований корм. У соєвій макусі близько 47% білка, 1 кг макухи дорівнює 1,26 кормової одиниці з вмістом 368 г білка [20].

Встановлено, що при регулярному згодовуванні тварин сої у вигляді соєвого шроту та соєвого корму (молоко) середньодобовий приріст живої маси збільшується вдвічі; витрата корму виробництва одиниці виробленої продукції тваринництва знижується на 30-35 %; період відгодівлі для отримання 100 кг приросту живої маси зменшується в середньому на 10-15 днів, підвищується якість продукції тваринництва [132; 169]

Харчуючи самі азотною їжею за рахунок азоту повітря і, накопичуючи

запаси його в грунті, будучи, отже, азотзбирачами, бобоши з успіхом можуть рости і давати досить високі врожаї на ґрунтах бідних азотом.

Крім того рослини, що йдуть за бобовими, особливо зернові та технічні, для свого розвитку мають у ґрунті запаси азоту. найчастіше навіть із надлишком [35, 49].

Протягом останніх десяти років виробництво та переробка сої є одним із пріоритетних напрямів державної аграрної політики. У ряді регіонів, що співробляють, прийняті регіональні програми, спрямовані на розвиток виробництва та переробки сої [106].

Соя є однією з найцінніших сільськогосподарських культур світового землеробства. Універсальність культури обумовлюється унікальним хімічним складом, в якому об'єднані 38-42% білка, 18-23% олії, 25-30% вуглеводів, ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Неможливо переоцінити її значення у біологізації землеробства. Вирощування сої сприятливо впливає на процеси гумифікації, фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів, водний та поживний режими, покращує азотний баланс сівозміни та підвищує врожайність інших культур сівозміни [18, 25, 32, 51, 60].

Правильний вибір сорту – одна з вирішальних умов отримання максимального врожаю. Водночас вибір сорту є одним із найдоступніших виробництву. агрозаходів зниження негативного впливу лімітуючих факторів зовнішньої середовища на рівень врожайності сої та найбільшою мірою забезпечує пластичність культури до конкретних умов вирощування

Якість зерна сої значною мірою залежить від погодних умов вегетаційного періоду, особливо під час формування бобів та дозрівання зерна. Однак в одних і тих же ґрунтово-кліматичних умовах можливо різко змінити відсоток вмісту протеїну та олії [55].

Посів є одним із найважливіших агротехнічних заходів при вирощуванні сої. Проведена правильно та у відповідні терміни, вона забезпечує дружню та швидку появу сходів, має особливо велике значення у боротьбі з бур'янами та велике вплив на формування величини та якості врожаю.

На жаль, на сьогодні єдиного підходу до встановлення оптимального терміну сівби немає. Так, за даними автора [30] при встановленні оптимального терміну сівби необхідно керуватися календарним терміном сівби та сіяти сою за прогрівання ґрунту до 12-14 оС на глибині закладення насіння.

Для визначення можливості використання нових сортів соі в приготуванні комбінованих напитков були вивчені основні показники якості соевого зерна і проміжного продукту – соевого «молока», від яких можуть залежати споживчі властивості кінцево готового продукту [12].

Аналіз результатів біохімічного складу та технологічних властивостей зерна свідоцтвовал про те, що досліджувані сорти відрізняються від другого білково-жирового і вуглеводним складом, зовнішнім видом, величиною набухання зерна і виходом проміжного продукту.

Відповідно до інформації, представленої в літературних джерелах, для виробництва деяких продуктів харчування оптимальної якості використання сорту з рівномірно світлою окрасою насіння без пігментації і світлим рубчиком, які не вимагають додаткових витрат для видалення семенной оболонки. Це пов'язано з тем, що використання соевого зерна з темним окрашиванием семенной оболонки або рубчика може істотно знизити споживацькі властивості готового продукта [41, 44].

Соєвий білок є одним із найважливіших компонентів у тваринництві.

Він містить усі необхідні амінокислоти, які потрібні для росту та розвитку тварин, а також для підтримки їх здоров'я та активності. Він також є економічним доступним джерелом білка для КРС і птахів, може улучшить качество мяса и яиц, повысить їх питательную ценность и привлечь большее внимание со стороны потребителей продукції. У свою чергу більш висока якість продуктів збільшує доходи виробництва і сприяє розвитку животноводческой отрасли.

Також слід відзначити, що соєвий білок є більш екологічно чистим джерелом білка в порівнянні з м'ясом або рибою і на відміну від цих продуктів може бути отримано в різних кліматичних умовах. Виробництво такого білка вимагає менше води та енергії, а також наносить менше шкоди навколишньому середовищу.

В цілому можна сказати, що використання соевого білка в раціоні тварин має безліч переваг. В останні десятиліття аграрії, зокрема виробники м'ясної продукції стали понимать важность использования соевого білка і повністю додають його в кормову базу. Однак при його выборе животноводы должны обращаться увага на якість. Деякі джерела білка можуть містити шкідливі речовини, такі як гормони або мікроорганізми, які можуть причинять вред здоровью тварин. Тому вкрай важливо вибирати тільки якісні його джерела.

### 1.2 Технологічні властивості зерна сої залежно від сорту

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні зареєстровано більше 285 сортів сої [24], більша частина яких не використовується агровиробниками не через зменшення потенціалу їх урожайності, а внаслідок обмеженої екологічної пристосованості та можливості їх вирощування тільки в ґрунтово-кліматичних умовах конкретної географічної широти [11, 31]. Виведені сорти, з високим генетичним потенціалом і значним рівнем захисту від біотичних і абіотичних чинників довкілля, повинні охопити такий регіон вирощування, в якому була б найкраща реалізація його генетичного потенціалу урожайності [10].

Одними з основних технологічних показників якості зерна сої, призначеного для харчового використання, є його крупність, вирівняність (однорідність по крупності), забарвлення, наявність пігментації, колір рубчика, маса 1000 зерен. При виборі соєвого сировини, зокрема для виробництва соєвої молока, консервів та деяких страв громадського харчування, перевагу віддають сортам сої з рівномірним, без пігментації, світлим забарвленням. зерна та світлим рубчиком. Одним із важливих елементів якості сої, що характеризує щільність зерна і свідчить про більший запас у ньому поживних речовин, є маса 1000 зерен. Зерно з більшою масою 1000 зерен має найкращі технологічні властивості – більший вихід готової продукції (муки), при його переробці на видалення оболонкових частинок припадає менша відносна частка і відповідно більша – на

Найбільш цінну частину зерна (ядро). Крім того, даний показник є найважливішим при відборі сої на овочеву спрямованість та для отримання проростків, що використовуються у їжу.

Розмір і форма зерна, також важливі показники, у процесі виробництва продуктів харчування зумовлюють стабільність технологічних режимів. Тому для цільового використання зерна у переробних галузях промисловості ще на етапі підготовки сировини – при доведенні її до кондиції, що відповідає вимогам використання харчові цілі, що здійснюють сортування зерна по розміру. Вирівняність (однорідність) зерна крупно пов'язана з його технологічними властивостями. Вирівняне зерно (велике або середнє по крупності) легше переробляти (особливо на борошно), отримуючи вищий вихід та краща якість продукції. Величина та вирівняність зерна також мають значення при виготовленні харчових продуктів із цільнозернової сої (консерви, салати), велике соєве зерно з гарною вирівняністю рівномірно розварюється, тим самим підвищуються смакові якості, засвоюваність нутрієнтів, а при отриманні соєвих проростів віддають перевага дрібного зерна [9–16].

У сучасних умовах білок та жир – найцінніші сировинні продукти світового ринку, оскільки постійне зростання населення нашої планети вимагає інтенсифікації виробництва високоенергетичних продуктів харчування. Суттєве значення в розв'язанні цієї проблеми займає соя; завдяки багатому й різноманітному хімічному складу вона не знає собі рівних, здавна широко використовується як універсальна харчова, кормова й технічна культура. Вміст білка та жиру в насінні сої коливається у значних межах (38–43 % сирого протеїну, 19–25 % жиру, 25–30 % вуглеводів), що залежить від багатьох факторів: особливостей сорту, кліматичних і ґрунтових умов, забезпечення вологою, рівня і типу мінеральногоживлення [3, 11–15]. Вміст білка значною мірою залежить від гідротермічних умов року та досягає максимуму в разі недостатньої кількості опадів і підвищеної температурі повітря, а жиру – великої кількості опадів та високої температури [4].

Синтез білкових сполук як форми запасних поживних речовин є складним процесом низки послідовних перетворень глюкози – продукту фотосинтезу у складі білкових сполук. Цей процес вимагає покращення мінерального живлення [5; 6, 15–17]. Дослідженнями вітчизняних науковців установлено, що застосування біологічних препаратів не тільки підвищує врожайність рослин, але й збільшує в них вміст повноцінного білка на 0,5–3,0 % і більше. Застосування мікроелементів (молібден, сірка, цинк) збільшує вміст білка в насінні сої до 30,8–36,2 % [7; 8].

Соя поєднує унікальні властивості як бобових, так і олійних культур. У її насінні міститься близько 40 % білка, до 26 % жиру, значна кількість вуглеводів, цукрів, пектинових і мінеральних речовин, низка вітамінів [9; 10]. Соєвий білок добре збалансований за амінокислотним складом, містить велику частку незамінних поліненасичених жирних кислот в унікальному співвідношенні, що максимально відповідає потребам організму людини [11]. Накопичення запасних поживних речовин рослинами сої значною мірою залежить від технологічних заходів, які оптимізують процеси живлення рослин упродовж вегетації [12–14].

Підвищити одночасно врожайність та якість насіння сільськогосподарських культур, родючість та енергетичний стан ґрунтів можливо за рахунок активізації біологічного потенціалу агроекосистем та їхніх складових елементів на всіх рівнях, заміни значної частини антропогенної енергії внутрішньою енергією біологічних процесів [15, 25–31]. Підбір орієнтованих до конкретних агроекологічних умов сортів із великим адаптивним потенціалом відповідно до агроекологічних умов зони вирощування дозволяє підвищити продуктивність посівів за рахунок максимального використання генетичного потенціалу сільськогосподарських культур, оптимального застосування агротехнічних прийомів. Це створює сприятливі умови для розвитку рослини та знижує екологічну напругу в агроценозі [16, 27]. З огляду на підвищення частоти погодних аномалій оптимізація сортового складу сільськогосподарських культур є перспективним шляхом підвищення урожайності зерна сої високої якості [18].

Аналіз основних досліджень і публікацій свідчить про необхідність оптимального поєднання всіх чинників, які позитивно впливають на ріст і розвиток рослин. Правильне застосування елементів технології дає змогу отримувати високу врожайність сої [29].

Значне розширення посівів сої в Україні – один із шляхів збільшення виробництва білка, необхідного для харчування населення та годівлі худоби.

Одночасно слід враховувати, що у виробництві з’явилися сучасні сорти цієї культури з високим потенціалом врожайності, які потребують розробки ефективних сортових технологій. Упровадження останніх забезпечуватиме стабілізацію виробництва високоякісного насіння сої [33, 48, 50].

За хімічним складом соя в арсеналі світових рослинних ресурсів належить до найбільш цінних, рідкісних за комплексом ознак рослин. Соєвий феномен криється у рідкісному хімічному складі, у потребі народів, широкому ареалі вирощування і використання для вирішення проблеми білка, олії та інших продуктів [12, 44, 56].

За важливістю у нарощуванні продовольчих росурсів, місцем у світовій

торгівлі, роллю в харчуванні населення і годівлі тварин соя знаходиться у першому ряду культур світового землеробства. Зерно її надзвичайно багате за своїм хімічним складом, що високо ціниться населенням планети. У сої унікальне поєднання найбільш важливих органічних сполук – білка і жиру (60% маси насіння) – головної складової частини її зерна [5, 9, 16, 60].

Отже, білок і жир сої, їх високий вміст, добра перетравність і доступність для населення стали причиною бурхливого росту її світового виробництва. Якісний склад білків, жирів, вуглеводів і вітамінів у зерні сої значно коливається залежно від сортових особливостей і умов вирощування [15].

В усьому світі, де відчувається нестача продуктів харчування, соєві боби набувають великого значення завдяки її великій ефективності у виробництві білка і рослинної олії. У насінні сої міститься 40 % білка. Це складний комплекс високомолекулярних сполук, які відрізняються за молекулярною вагою, амінокислотним складом, вмістом азоту, сірки і фосфору, згрупованих у декілька різноманітних за розчинністю фракцій [20, 26].

Білок сої на 88–95 % представлений водорозчинною фракцією, включає легкорозчині глобуліни (60–81 %), альбуміни – (8–25), важкорозчинні-глобуліни (3–7%). Біологічна цінність його полягає в тому, що він у середньому становить 96 умовних одиниць, яєць – 97 [31, 45].

Багато років соєвий білок у виді шроту, як побічного продукту при переробці, застосовували на корм. В останні роки, наприклад, у США соєві білкові добавки використовують при виготовленні ковбас, сосисок, фаршу, а також при переробці курячого м’яса, телятини, шинки та інших продуктів із смаком і структурою натурального м’яса.  Попитом населення – в цій країні користуєтьсяї фарш, який складається із-соєвих концентратів (24%) і натурального м’яса (76%) [41, 49, 58].

Широке застосування соєвого білка зумовлене тим, що його вартість значно нижча вартості сухого знежиреного молока, в 3 рази менша вартості білка пшениці. Додавання соєвого білка до м’ясних продуктів без зниження їх поживних і смакових

якостей зумовлюють значне зниження цін на м’ясні аналоги. В Японії давно і широко використовують «тофу» (сир), що являє собою коагульований білок, а також соєву пасту, соус і соєве молоко. З давніх давен соєві білкові продукти широко застосовують у харчуванні людей у найбільших за населенням країнах світу Китаї та Індії, а також у Кореї, Бразилії, Аргентині, Канаді, Німеччині. Головною перевагою соєвого білка є висока його збалансованість за амінокислотним складом. Він характеризується високою перетравністю, хорошою розчинністю, функціональними властивостями [48, 57].

Зерно сої – цінна сировина для одержання харчового рослинного білка, який використовують для приготування замінників натурального м’яса, риби та інших, добавок у кондитерські та хлібобулочні вироби [20, 31, 61].

Уже розроблені технології для одержання трьох видів сировинних білкових харчових продуктів із сої: шроти, соєве борошно і крупа – 44-55 % білка, соєві білкові концентрати – 70 і соєві білкові ізоляти – 90 % [47].

В насінні сої міститься 18-23 % жиру, а в деяких сортах до 28,6 %. При переробці зерна сої одержують соєву олію. Цінність її зумовлена високим складом гліцеридів, високоенергетичних жирних кислот: у ньому близько 95 % гліцеридів жирних кислот, з яких 85 % ненасичених і 15 насичених. Його калорійність становить 8,37 кал в 1 кг олії. За поживністю і перетравністю соєва 21 олія близька, або мало поступається коров’ячому маслу. Соєва олія краще інших, не тільки завдяки її функціональним і харчовим властивостям, але й тому, що вона забезпечує світовий ринок великою кількістю високоякісної харчової рослинної олії. Вуглеводи. У насінйі сої міститься вуглеводів 22-35 %, у тому числі моноцукрів – 0,7-2,2, сахарози – 3,31-13,5, рафінози – 1,13, стахіози – 3,52, крохмалю і декстрину – 8,1-8,97, (пентозанів – 3,8-5,45, галоктону 4,6, арабану – 3,8, целюлози (клітковини) – 3,3-3,7, геміцелюлози – 1,3-6,5 % та ін. Однак лише частина цих речовин засвоюється організмом людини і тварин. Вони представлені основними

компонентами: розчинні цукри – 9-12 % маси насіння, крохмаль – 3-9, клітковина – 3-7 % [28, 35, 40].

Розчинні цукри складаються в основному із сахарози, рафінози і стахіози, які в сумі становлять 99 % всіх розчинних цукрів. Моносахариди становлять менше 1 % розчинних цукрів. Вуглеводи сої цінні тим, що більша частина їх добре розчинна у воді й легко засвоюється організмом тварин. Галоктони, пентозани, геміцелюлози погано засвоюються або зовсім не використовуються. Нерозчинні вуглеводи (клітковина, декстрини, пектини) також відіграють позитивну роль у харчовому процесі, активізуючи засвоєння інших поживних речовин [19, 25].

Насіння сої – багате джерелом фосфатидів. Це фосфоровмісні жироподібні речовини, які в соєвому насінні представлені лецитином (близько 30 % всіх фосфатидів), кефаліном, фітином, нуклеїновими кислотами, інозітолфосфатидами. В сої фосфатиди, стерини і їх ефіри, токофероли, пігменти є структурними елементами клітин рослин, відіграють активну роль у фізіологічних процесах, а, потрапляючи в олію при екстракції, впливають на її якість [44].

Вміст фосфатидів у насінні сої коливається від 1,3 до 2,5 % (середній вміст 1,8 %). Фосфатиди беруть участь у процесах перетворення жирів в організмах людини і тварин, сприяють утворенню білків і запобігають їх розпаду, підвищують засвоєння жирів і білків. Насіння сої, як багате джерело фосфатидів, використовують для промислового їх виробництва. 22 Стерини, які містяться в насінні сої, витягуються разом з олією і становлять 0,32 – 0,64 % його маси [50].

Неорганічні речовини багато представлені в насінні сої (4,5-6,8 %). В них міститься: калію – 1,61-2,5 %, фосфору – 0 ,51-1,09, сірки – 0,48, кальцію – 0,35-0,98, магнію – 0,11-0,55, натрію – 0,15-0,62, заліза – 0,01 %. У насінні сої містяться мікроелементи, які входять до складу ферментів, або є їх активаторами і впливають на синтез білків, жирів, вуглеводів [39].

Вміст мікроелементів у насінні сої у середньому становить, мг/кг сухої речовини: міді – 12, марганцю – 30, бору – 13, цинку – 28, алюмінію – 20, барію – 9, хрому – 1,5, кобальту – 0,1, стройцію – 0,2 [41].

У сої ферментний склад досить різноманітний. Серед основних слід назвати уреазу, ліпок – сидазу, ліпазу, протеазу, катепсін, пероксидазу, каталазу, інвертаду, редуктазу, аскорбіназу та ін [15].

У соєвій рослині у більшій або в меншій кількості знайдено всі вітаміни. В стиглому насінні містяться такі вітаміни: В – каротин (провітамін А), тіамін (В1), рибофлавін (В2), аскорбінова кислота (С), альфа-токоферол (джерело вітаміну Е), філлохінон (вітамін К), біотин, піридоксин, фолієва кислота, пантатенова кислота, нікотинова кислота (РР), інокозитол, холін, ніацин, В – каротин, із якрго утворюється вітамін росту (А), що застерігає тварин від захворювання ксерофтальмією, міститься в зеленому насінні сої у кількості 2- 23 7 мг/кг у стиглому насінні – 1,3 мг/кг, в листках – 70, в стеблах – 3,0, у квітках – 5,2, в бобах – 2,3 мг/кг []. Вміст його в соєвому молоці (7,5 мг/кг) в 2 раза більший, ніж у коров'ячому. У насінні сої, як і в інших бобових культурах, особливо багато вітамінів В1 і В2. Тіамін (В1) відіграє дуже велику роль в обміні вуглеводів, запобігає захворюванню поліневритом. При недостачі вітаміну В2 (рибофлавіну) уповільнюється синтез ряду ферментів, що призводить до багатьох хвороб [20].

При термічній обробці сої руйнуються інгібітори трипсину, та інших антипоживних речовин. У зв'язку з цим для харчування людей і годівлі тварин рекомендується застосовувати соєві продукти, які пройшли термічну обробку – автоклавування, пасирування, обсмажування, варіння, екструзію та ін. При переробці сої для одержання шроту і олііі – її зерно піддається термічній обробці в технологічному процесі, тому шроти і макуха включаються в комбікорми без додаткової обробки. Сире зерно сої згодовувати не рекомендується, його обов'язково потрібно піддавати термічній обробці, яка підвищує перетравність білка та інших поживних елементів.

# РОЗДІЛ 2
# УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Кваліфікаційна робота виконана впродовж 2022–2023 років в умовах науково-дослідної лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри харчових технологій Уманського НУС.

## 2.1 Умови проведення дослідження

Для проведення досліджень взято зерно сої Медея, Кіото, Атланта, Вежа, Фаектон. Контроль – сорт Іванка (рис. 2.1).

Для дослідження брали проби зерна масою 2 кг у триразовому повторюванні. Вологість зразків зерна 12,0–12,5 %.




**Рис. 3.1 Зовнішній вигляд сортів сої**

а - Іванка; б –Медея; в –Кіото; г -Атланта;

2.2 Схема досліду

Схема проведення досліджень представлена на рисунку 2.2. Вона включала огляд джерел літервтури, вибір обєктів та методів досліджень, вивчення технологічних властивостей зерна сої залежно від сорту, розрахунок економічної ефективності та формування висновків, рекомендацій виробництву.

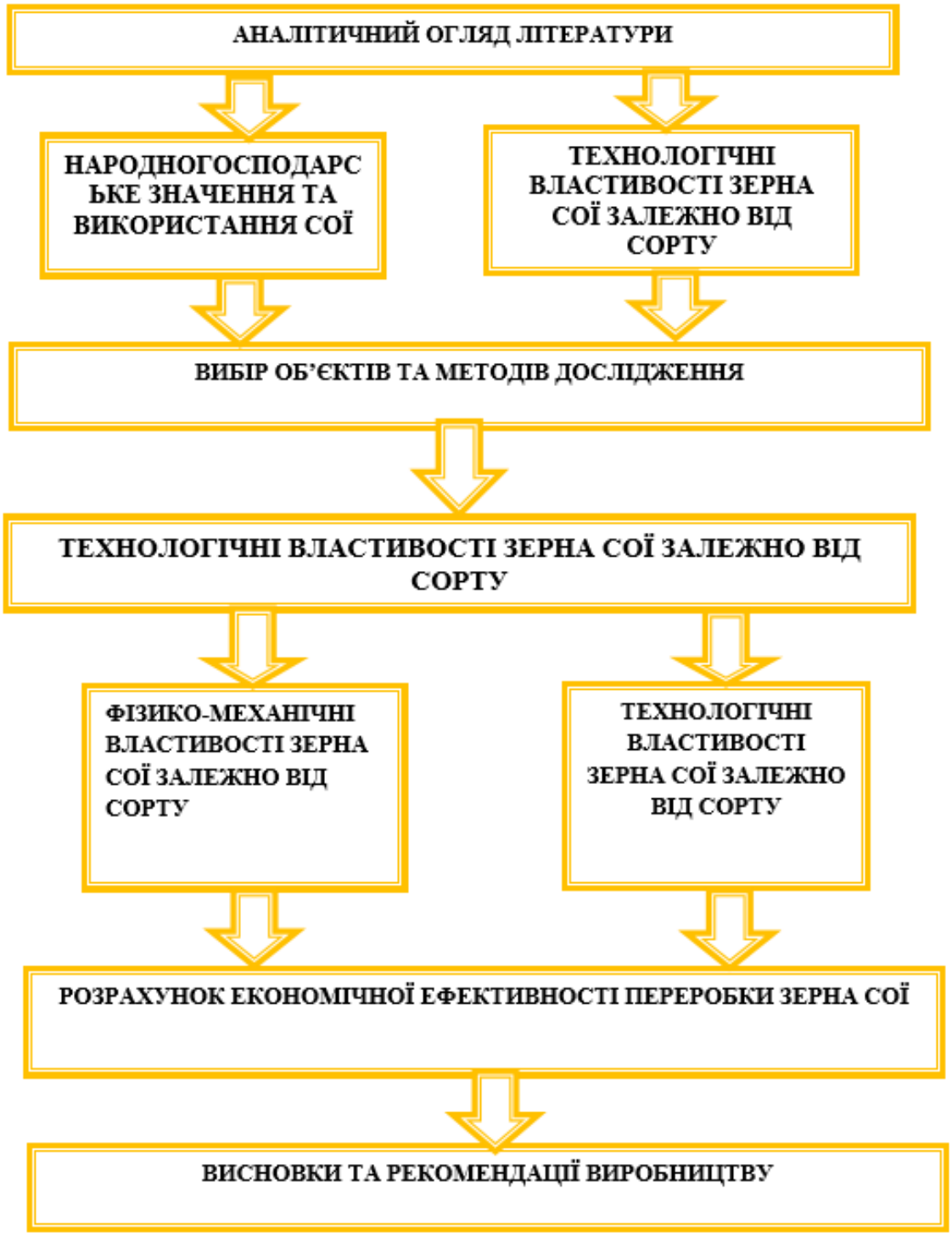



Рис. 2.2 Схема проведення досліджень

## 2.3 Методика проведення досліджень

Визначення показників якості врожаю сортів сої здійснювали згідно ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його переробки». У зерні досліджуваних сортів сої визначали уміст протеїну, жиру, клітковини, золи, а також вираховували вміст БЕР та масу 1000 зерен. Економічну ефективність вирощування сої розраховували за методикою Мацибори В. І. Енергетичну ефективність застосованої технології вирощування сортів сої оцінювали шляхом визначення коефіцієнту енергетичної ефективності, що є відображенням енергетичної цінності соєвого зерна, при врахуванні усіх сукупних витрат енергії на його отримання. Математичний аналіз отриманих результатів польових й лабораторних досліджень виконували шляхом дисперсійного, статистичного, кореляційного і регресійного методів

# РОЗДІЛ 3
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для оцінювання геометричних показникі зерна застосовують: лінійні розміри зернівки, об’єм зерна, площу зовнішньої поверхні та сферичність. Лінійні розміри оцінюють за довжиною, шириною, товщиною [33]. Всі вище перелічені показники взаємопов’язані між собою та істотно впливають на якість зерна сої.

Встановлено, що довжина зернівок сої коливалась в межах 5,5–7,1 мм залежно від сорту (табл. 3.1). Так, найдовші зернівки у сортів Вежа та Атланта, найкоротші – Медея та Іванка (контроль). Довжина зернівок решти сортів складала 6,2–6,85 мм.

В результаті проведених досліджень, встановлено, що ширина зернівок сої становилпа 4,1–5,8 мм. Усі зернівки, окрім сорту Медея, були ширші стандарту.

Найширші зернівки у сортів Кіото, Вежа та Атланта 5,6–5,8 мм.

*Таблиця 3.1*

Лінійні розміри сої залежно від сорту, мм

| Сорт | довжина | ширина | товщина |
|---|---|---|---|
| Іванка (контроль) | 5,8 | 4,5 | 3,2 |
| Медея | 5,5 | 4,1 | 2,8 |
| Кіото | 6,2 | 5,6 | 4,1 |
| Атланта | 7,1 | 5,8 | 4,3 |
| Вежа | 6,8 | 5,7 | 4,2 |
| Фаектон | 6,2 | 5,5 | 4,3 |
| *$НІР_{05}$* | *0,4* | *0,1* | *0,1* |

Найбільша товщина зернівок у сорту Вежа, Фаектон та Атланта – 4,2–

4,3 мм. Найменший цей показник у сортів Медея та Іванка (контроль) – 2,8–3,1 мм.

Встановлено, об'єм зернівки сортів сої змінювався від 31,5 до 60,3 мм$^3$(табл. 3.1).

Найбільший цей показник усортів – Фаектон, Атланта та Вежа 58,5–60,3 мм$^3$. Найменший обєм у сортів Медея – 31,5 та Іванка (контроль) – 46,8 мм$^3$.

*Таблиця 3.2*

Фізико-механічні властивості зерна сої

| Сорт | Об'єм, мм$^3$ | Сферичність | Площа зовнішньої поверхні, мм$^2$ |
|---|---|---|---|
| Іванка (контроль) | 46,8 | 0,95 | 62,4 |
| Медея | 31,5 | 0,87 | 58,2 |
| Кіото | 52,4 | 0,95 | 65,8 |
| Атланта | 59,9 | 0,90 | 67,5 |
| Вежа | 60,3 | 0,97 | 66,9 |
| Фаектон | 58,5 | 0,93 | 66,3 |
| *$НІР_{05}$* | *0,4* | *0,1* | *0,1* |

Встановлено, площа зовнішньої поверхні у зернівок сої становила 58,2–66,9 мм$^2$.

Зерно усіх сортів, окріс сорту Медея, перевищувало стандарт за площею зовнішньої поверхні. Найбільшу площу зовнішньої поверхні мали зернівки сортів Фаектон, Вежа, Атланта 66,3; 66,9 та 67,5 відповідно.

У зерні соїміж площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок (r = 0,70±0,02), що описується рівнянням регресії: y = 6,11 + 0,29x, де y – об'єм зернівки, %; x – площа зовнішньої поверхні, % (рис. 3.1).

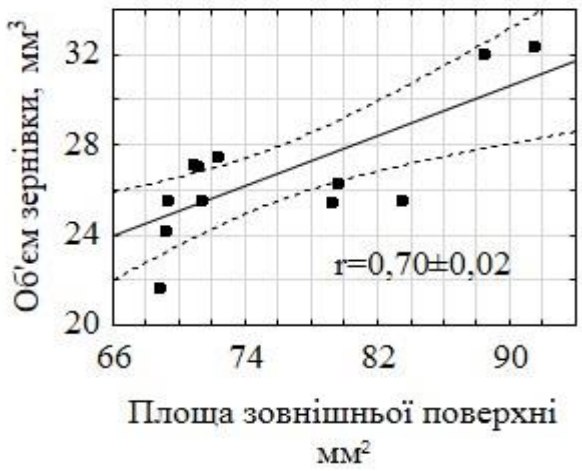



Рис. 3.1 Кореляційна залежність між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівок сої

У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст білка в зерні сої змінювався від 36,2 до 40,3 % залежно від сорту (табл. 3.3). Найменший цей показник у варіанті контроль 36,2%.

*Таблиця 3.3*

**Хімічний склад зерна пшениці спельти**

| Сорт | Вміст, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | білка | вуглеводів | клітковини | жиру |
| Іванка (контроль) | 36,2 | 23,4 | 4,0 | 16,3 |
| Медея | 38,5 | 25,5 | 4,3 | 16,7 |
| Кіото | 39,4 | 24,6 | 4,4 | 18,4 |
| Атланта | 40,3 | 24,7 | 4,1 | 16,9 |
| Вежа | 37,5 | 23,9 | 4,1 | 17,5 |
| Фаектон | 39,2 | 25,1 | 4,2 | 21,2 |
| *$НІР_{05}$* | *0,6* | *3,0* | *0,1* | *0,1* |

Результати досліджень свідчать, що вміст крохмалю в зерні сої коливався від 23,4 до 25,5 %. Зерно сортів Фаектон та Медея мало найвищий вміст

крохмалю – 25,1–25,5 % або на 5–7 % вище вмісту у стандарту. Найменший вміст крохмалю мало зерно сортів сої Іванка (23,4%), Вежа (23,9%).

Встановлено, що вміст клітковини в зерні сої істотно не змінювався та становив 4,0–4,3%.

Найбільший вміст жиру мали сорти Кіото – 18,4% та Фаектон 21,2 %, найменший у сортів Іванка – 13,3% та Медея – 16,7%.

Зерно сої характеризувалось високою масою 1000 зерен (табл. 3.4). Серед сортів найбільшу масу 100 зерен мали Вежа, Фаектон, Атланта 145,5–151,2%, що перевищувало контроль на 11,7–16,1%.

*Таблиця 3.4*

**Маса 1000 зерен, г**

| Сорт | Показник |
|---|---|
| Іванка (контроль) | 130,2 |
| Медея | 142,1 |
| Кіото | 138,3 |
| Атланта | 151,2 |
| Вежа | 145,5 |
| Фаектон | 148,0 |
| $НІР_{05}$ | *2,2* |

Результати досліджень фракційного складу зерна сої показали (рис. 1), що розміри зерна в основному залежать від сорту сої і перебувають в інтервалі від 4,5 до 8,2 мм, а 97...98 % від загальної маси зразків перебуває в межах від 5 до 7,5 мм. Отримані дані покладені в основу процесу підготовки сої до переробки, вибору розмірів отворів сит сортувальних машин.

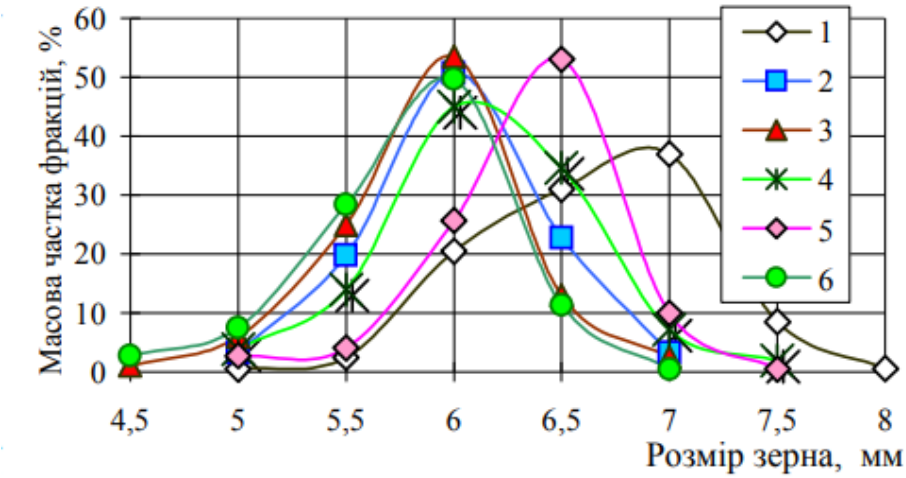



Рис. 1. Фракційний склад зерна сої різних сортів:
1 – Іванка (контроль); 2 –Медея; 3 – Кіото; 4 – Атланта;
5 – Вежа; 6 – Фаектон

За результатами дослідів було встановлено, що на поверхні зерна може міститись від 1,5·10–2 % до 5,0·10–4 % бруду різного походження. Повне очищення поверхні зерна від бруду та мікроорганізмів (до 2,0·102 КУО на г зерна) можна здійснити миттям його з інтенсивним механічним перемішуванням протягом 30...45 хв, що істотно підвищує якість солоду. Процеси миття і замочування зерна зумовлюють руйнування зернівки з мікро- і макротріщинами оболонки на дві сім'ядолі, що викликало необхідність дослідити ступінь травмування насіннєвої оболонки різних сортів сої та залежність цього показника від інших показників якості зерна.

Дані дослідів (рис. 2) свідчать про те, що дрібні фракції мають меншу ступінь травмування насіннєвої оболонки порівняно з крупними фракціями зерна. Найчутливішими до пошкодження оболонки виявилися сорти Вежа, Фаектон, Атланта з масою 1000 зерен 145,5–151,2 г, в яких ступінь травмування насіннєвої оболонки найкрупніших фракцій становила відповідно 35,8 і 32,5 %.

Решта сортів мають відносно низьку травмованість оболонки зерна. Дані статистичної обробки результатів фракційного складу 6 сортів сої показали, що

ступінь травмування насіннєвої оболонки коливається в межах від 10,6 до 28,2 %.

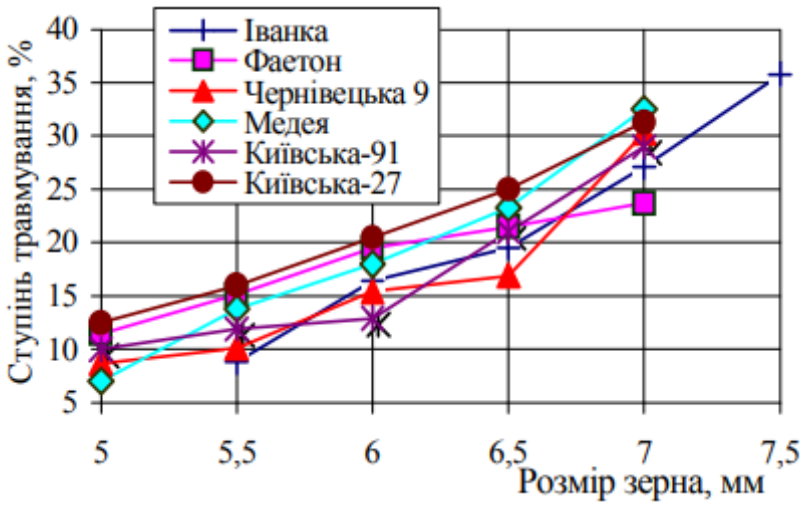



Рис. 2. Ступінь травмування різних фракцій зерен сої в залежності від сорту

Загальну енергетичну поживність насіння сої визначали у вівсяних кормових одиницях. Для цього, знаючи його хімічний склад, користуючись довідниковими даними, в яких вказано константи продуктивної дії поживних речовин і коефіцієнти їх перетравності, визначили поживність соєвого зерна (табл. 3.4, додаток Б).

Таблиця 3.7

Поживність насіння сої сорту Іванка (контрроль)

| Показник | Протеїн | Жир | Кліт-ковина | БЕР |
|---|---|---|---|---|
| Вміст поживних речовин, % | 34,3 | 21,0 | 6,7 | 22,5 |
| Вміст поживних речовин в 1 кг зерна сої , г | 343 | 210 | 67 | 225 |
| Коефіцієнт перетравності зерна сої, % | 83 | 73 | 70 | 88 |
| Вміст перетравних поживних речовин в 1 кг зерна сої, г | 284,7 | 153,3 | 46,9 | 198,0 |
| Константи жировідкладення | 0,235 | 0,536 | 0,248 | 0,248 |
| Очікуване жировідкладення, г | 66,9 | 82,2 | 11,6 | 49,1 |
| Очікуване жировідкладення з 1 кг зерна сої, г | 209,8 | | | |
| Коефіцієнт відносної повноцінності зерна сої | 98 | | | |
| Фактичне жировідкладення з 1 кг зерна сої, г | 205,6 | | | |
| Вміст в 1 кг зерна сої кормових одиниць, кг | 1,37 | | | |

# РОЗДІЛ 4
# ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Зерно на  підприємство, доставляється автомобільним або залізничним транспортом, його попередньо зважують, відбирають середню пробу, проводять експрес-аналіз і направляють на первинне очищення і зберігання.

Принципова технологічна схема приймання зерна на зберігання наведена на рис. 4.1.

Після очищення зерно направляється на зберігання у елеватори силосного типу. Силоси бувають квадратної або круглої форми, виготовлені із залізобетону.

Зберігання великих мас зерна – складне завдання і пояснюється це передусім особливостями зерна, так як зернова маса є живою біологічною системою. У процесі зберігання на зерно негативно вливають мікроорганізми, що знаходяться на його поверхні, а також різноманітні шкідники. Активний їх розвиток супроводжується зменшенням кількості й погіршенням якості зерна. Таким чином, втрати зерна під час зберігання можна розділити на біологічні і механічні.

Сучасним способом зберігання зерна є елеватори силосного типу, які складаються із приймального пристрою, робочої башти і силосів. У робочій башті розміщуються ваги, норії, транспортери, бункери, очисні машини, та аспіраційні установки.

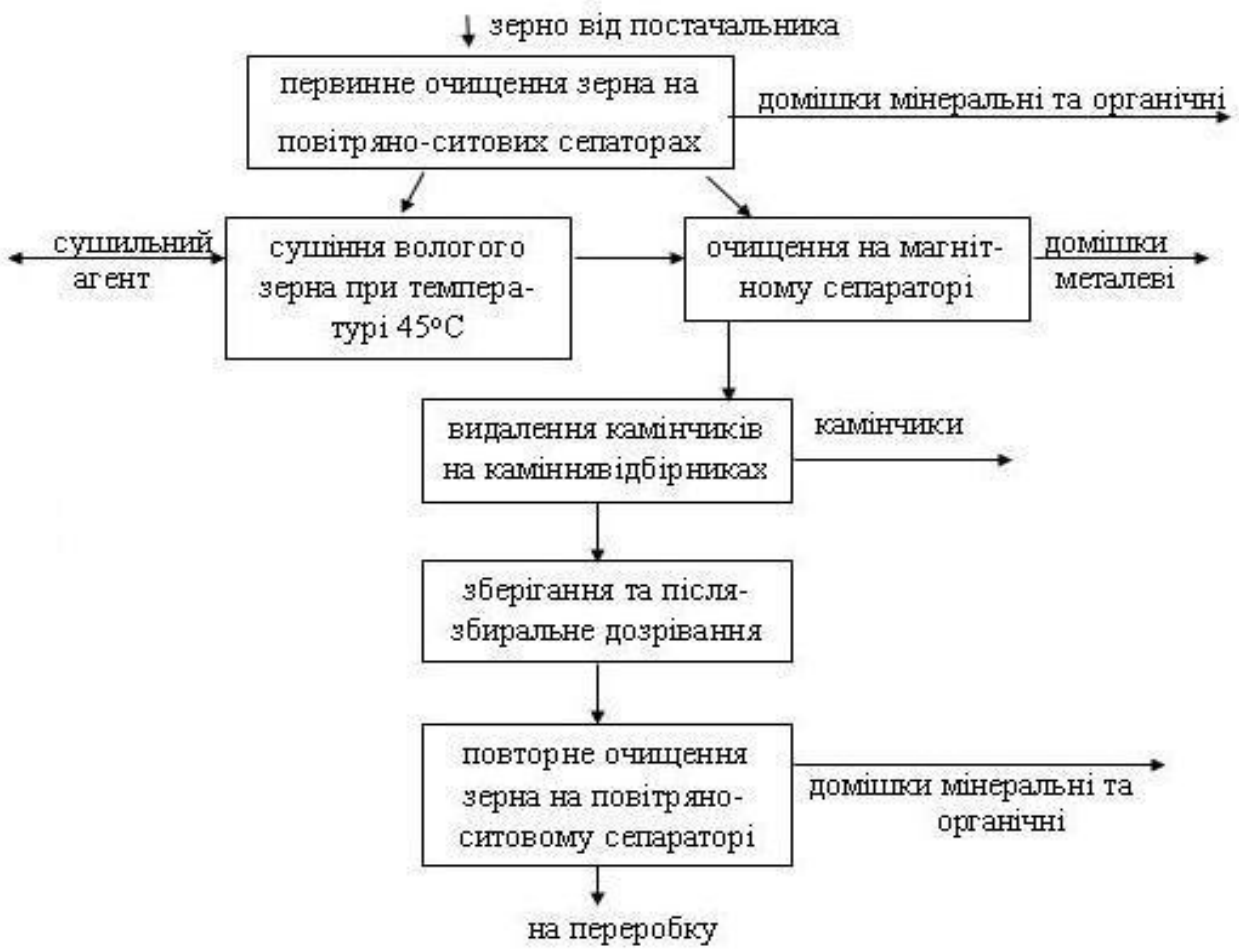



Рис. 4.1 Принципова технологічна схема приймання зерна сої на зберігання

Для зберігання зерна в нашій країні використовують три основних режими:

у сухому стані при вологості 12-14% і відсутності шкідників, коли зерно знаходиться у стані анабіозу;

в охолодженому стані при температурі 0-10° С, яка гальмує швидкість біохімічних реакцій і розвиток мікроорганізмів;

без доступу повітря, тобто в герметичних умовах.

# РОЗДІЛ 5
# ОХОРОНА ПРАЦІ

**Організація умов охорони праці на робочому місці**

Оптимальні величини показників мікроклімату дотримано на робочих місцях лабораторії та не виходять за межі для даної категорії робіт. Оптимальні показники мікроклімату поширюються на усю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць [21].

Ступінь концентрації пилу, отруйних газів, парів у повітрі даної лабораторії відповідають встановленим вимогам [16].

В лабораторії наявна припливно-витяжна вентиляція примусового типу. Це коли вентилятори встановлені на припливній частині, а витяжка проводиться природним шляхом за рахунок тиску, створеного вентилятором всередині приміщень. Забір повітря з приміщень проводится на нижньому рівні приміщень та на верхньому. Кратність повітрообміну дорівнює 4–8. У приміщеннях, де працюють з отруйними речовинами, цей показник повинен дорівнювати 15. Система вмикається за півгодини до початку робочого дня. Розрідженість повітря – 5-10 Па [1].

Норми освітленості лабораторії відповідають вимогам БНіП 23-05-95. Роботи, що виконуються співробітниками лабораторій, відносяться до високоточних зорових операцій з найменшим об'єктом розрізнення 05-1,0 мм. Мінімальний рівень освітленості тут становить 500 лк.

Показники рівня вібрації та шуму не перевищують норми відповідно до чинних [15].

**Розробка заходів з охорони праці**

Основні завдання, які вирішуються заходами з охорони праці:

- усунення професійних ризиків, покращення охорони та умов праці;
- доведення забезпеченості працівників санітарно-побутовими

приміщеннями до встановлених норм, оснащення їх необхідними пристроями та засобами;

- забезпечення в установленому порядку навчання, інструктажу та перевірки знань працівників з питань охорони праці;
- запровадження передового досвіду та наукових розробок з охорони праці.

Заходи та засоби по забезпеченню пожежної безпеки в лабораторії представлено додатку В, рис. В.1 [8].

Розробка подальших заходів з охорони праці та вдосконалення її системи управлінні наведено в додатку В, табл. В.1 [4].

**Моделювання небезпечних ситуацій**

При роботі в лабораторії можливе виникнення небезпечних ситуацій. Під час визначення виробництва екструдованого комбікормуза допомогою екструдера, який працює при високих теммпературах (НУ), і під час ввімкнення та подачі сировини (НД), можна обпекти руку (НС), в результат чого виникне травма (Т).

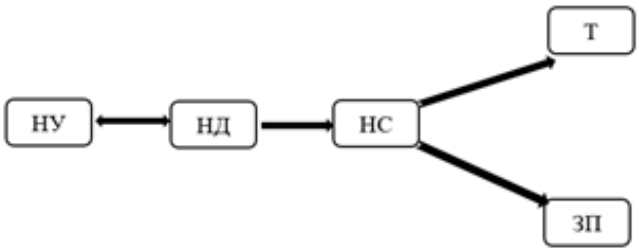



Рис. 5.1 Модель виникнення небезпечної ситуації під час роботи з екструдером

Отже, умови праці в лабораторії відповідають вимогам, проте необхідно постійно та вчасно проводити обслуговування лабораторного обладнання; контролювати та перевіряти знання правил техніки безпеки; проводити інструктажі з охорони праці.

# РОЗДІЛ 6
# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Для визначення економічної ефективності виробництва комбікормів було розраховано прогнозований прибуток від будівництва комбікормового заводу продуктивністю 50 т/добу.

Розрахунок економічної ефективності будівництва комбікормового заовду представлено в додатку В, а основні техніко-економічні показники ефективності проєкту наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

**Техніко-економічні показники дипломного проєкту**

| Показник | Комбікормовий завод |
|---|---|
| Виробнича потужність заводу, т/добу | 50 |
| Вироблено продукції за сезон<br>в натуральних одиницях, т<br>в реалізованих цінах, тис.грн | <br>31110<br>220639 |
| Чисельність промислово-виробничого персоналу, осіб | 30 |
| Вироблено валової продукції на 1 промислово-виробничого працівника | 1037 |
| Собівартість реалізованої продукції, тис.грн | 23310 |
| Прибуток, тис.грн | 43613 |
| Рівень рентабельності, % | 19,2 |
| Сума капіталовкладень, тис.грн | 234627,1 |
| Окупність проекту, років | 3,8 |

По результатам розрахунків, усі капіталовкладення окуповуються за 3,8 років, з рівнем рентабельності 19,2 %, з щорічним прибутк 43613 тис. грн. Тобто будівництво комбікормового заводу економічно доцільне та ефективне.

# ВИСНОВКИ

Встановлено, що довжина зернівок сої коливалась в межах 5,5–7,1 мм залежно від сорту. Так, найдовші зернівки у сортів Вежа та Атланта, найкоротші – Медея та Іванка (контроль). Довжина зернівок решти сортів складала 6,2–6,85 мм.

В результаті проведених досліджень, встановлено, що ширина зернівок сої становилпа 4,1–5,8 мм. Усі зернівки, окрім сорту Медея, були ширші стандарту.

Найширші зернівки у сортів Кіото, Вежа та Атланта 5,6–5,8 мм.

Найбільша товщина зернівок у сорту Вежа, Фаектон та Атланта – 4,2–4,3 мм. Найменший цей показник у сортів Медея та Іванка (контроль) – 2,8–3,1 мм.

Встановлено, об’єм зернівки сортів сої змінювався від 31,5 до 60,3 мм$^3$.

Найбільший цей показник усортів – Фаектон, Атланта та Вежа 58,5–60,3 мм$^3$. Найменший обєм у сортів Медея – 31,5 та Іванка (контроль) – 46,8 мм$^3$. Встановлено, площа зовнішньої поверхні у зернівок сої становила 58,2–66,9 мм$^2$.

Зерно усіх сортів, окріс сорту Медея, перевищувало стандарт за площею зовнішньої поверхні. Найбільшу площу зовнішньої поверхні мали зернівки сортів Фаектон, Вежа, Атланта 66,3; 66,9 та 67,5 відповідно.

У зерні соїміж площею зовнішньої поверхні та об’ємом зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв’язок.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст білка в зерні сої змінювався від 36,2 до 40,3 % залежно від сорту. Найменший цей показник у варіанті контроль 36,2%.

Результати досліджень свідчать, що вміст крохмалю в зерні сої коливався від 23,4 до 25,5 %. Зерно сортів Фаектон та Медея мало найвищий вміст крохмалю – 25,1–25,5 % або на 5–7 % вище вмісту у стандарту. Найменший вміст крохмалю мало зерно сортів сої Іванка (23,4%), Вежа (23,9%).

Встановлено, що вміст клітковини в зерні сої істотно не змінювався та становив 4,0–4,3%.

Найбільший вміст жиру мали сорти Кіото – 18,4% та Фаектон 21,2 %, найменший у сортів Іванка – 13,3% та Медея – 16,7%.

Зерно сої характеризувалось високою масою 1000 зерен. Серед сортів найбільшу масу 100 зерен мали Вежа, Фаектон, Атланта 145,5–151,2%, що перевищувало контроль на 11,7–16,1%.

Результати досліджень фракційного складу зерна сої показали, що розміри зерна в основному залежать від сорту сої і перебувають в інтервалі від 4,5 до 8,2 мм, а 97...98 % від загальної маси зразків перебуває в межах від 5 до 7,5 мм. Отримані дані покладені в основу процесу підготовки сої до переробки, вибору розмірів отворів сит сортувальних машин.

Найчутливішими до пошкодження оболонки виявилися сорти Вежа, Фаектон, Атланта з масою 1000 зерен 145,5–151,2 г, в яких ступінь травмування насіннєвої оболонки найкрупніших фракцій становила відповідно 35,8 і 32,5 %. Решта сортів мають відносно низьку травмованість оболонки зерна. Дані статистичної обробки результатів фракційного складу 6 сортів сої показали, що ступінь травмування насіннєвої оболонки коливається в межах від 10,6 до 28,2 %.

# РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На зернопереробних підприємствах рекомендовано переробляти зерно сої сортів Вежа, Фаектон, Атланта, які характеризуютьчя найвищими показниками якості.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієць Д. В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2013. 20 с.

2. Бабич А. О., Колісник С. І., Сємцов А. В. та ін.Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України. Зб. наук. праць Вінницького ДАУ. Вінниця. 2000. Вип. 7. С. 10–13.

3. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: монографія. Кам'янець-Подільський, Видавець Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.

4. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Соя: агротехнологія насінництва сої в умовах західного Лісостепу України. Наукові праці Південного філіалу НУБІП України «КАТУ»: Сільськогосподарські науки. Сімферополь, 2009. № 127. С. 100 – 102.

5. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 27 – 30.

6. Белінський Ю. В. Продуктивність сої залежно від способів сівби в умовах східної частини лівобережного Лісостепу України. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області: науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Х., 2013. Вип. 14. С. 21–29.

7. Блащук М. І. Продуктивність сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2007. 19 с.

8. Буджерак А. І., Блащук М. І. Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої. Зб. наук. праць Уманського держ. аграр. ун-ту. Умань.

2003. С. 687–691.

9. Величко Л. Н. Залежність початкових процесів росту сої від регуляторів росту рослин. Вісник Уманського державного аграрного університету. УДАУ. Умань, 2006. № 1–2. С. 38–40.

10. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 61. С. 11–19. 3.

11. Дерев'янський В.П. Удосконалена енергоощадна грунтозберігаюча технологія вирощування сої. Агроном. 2012. № 8. С. 97–105.

12. Дерев'янський В. П., Власюк О. С. Продуктивність сої залежно від застосуванняювапнякових добрив, мікробних препаратів, макро- і мікроелементів. Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2009. Вип. 10. С. 104–115.

13. Маслак О. Соя: зростання виробництва та споживання. Пропозиція. 2011. № 8. С. 52 – 54.

14. Матушкін В. О., Магомедов Р. Д., Мошкова О. М Сорти сої і їх агробіологічні особливості вирощування. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Х., 2006. 60 с.

15. Мельник А., Вовк В. Продуктивність різних сортів сої в умовах Прикарпаття. Пропозиція. 2008. № 6. С. 58−60.

16. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. С. 19–23.

17. Петриченко В.Ф., Колісник С.І.,, Кобак С.Я [та ін.] Оцінка технологічних прийомів вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2013. Спецвипуск. С. 57–62.

18. Побережна А.А. Світові білково-олійні ресурси і торгівля ними / 223 за заг. ред. П.Т. Саблука. Зб. наук. праць. Київ: Інститут аграрної економіки УААН, 2002. 482 с.

19. Рудь З. І., Нагорний В. І. Вирощування сої в Україні та Сумській області. Вісник Сумського національного аграрного університету. – Серія: «Агрономія і біологія». 2003. Вип. 7. С. 145–146Шевніков М.Я. Бобові культури – фактор стійкості та біологізації землеробства в сучасних умовах. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Корми і кормовиробництво». Вінниця, 2008. № 62. С. 84–89.

20. Шевніков М.Я. Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської аграрної академії. 2009. №1. С. 9–12.

21. Шевченко Ю. В., Каплін О. О. Соя цінна продовольча, лікарська та кормова культура. Перспектива. Херсон. 2004. Вип. 3. С. 56–57.

22. Abalone R., Cassinera A., Gaston A., and Lara M.A., 2004. Some physical properties of amaranth seeds. Biosystems Eng., 89, 109-117.

23. Altuntaº E., Özgöz E., and Taºer Ö.F., 2005. Some physical properties of fenugreek (Trigonella foenum-graceum L.) seeds. J. Food Eng., 71, 37-43.

24. Anaç H. and Ertürk Y.E., 2003. Soybean. Agricultural Economics Research Instýtute, View, 2, 1-4.

25. Aviara N.A., Maman E., and Umar B., 2005. Some physical properties of Balanites Aegytiaca nuts. Biosystems Eng., 92, 325-334. Balasubramanian D., 2001. Physical properties of raw cashew nut. J. Agric. Eng. Res., 78, 291-297.

26. Ahnen R.T., Jonnalagadda S.S., Slavin J.L. Role of Plant Protein in Nutrition, Wellness, and Health. *Nutr. Rev.* 2019, *77*, 735–747.

27. Arntfield S.D. *Proteins from Oil-Producing Plants*, 2nd ed., Elsevier Ltd.: Amsterdam, The Netherlands, 2018, ISBN 9780081007297.

28. Baryeh E.A., 2001. Physical properties of bambara groundnuts. J. Food Eng., 47, 321-326. Baryeh E.A. and Mangope B.K., 2002. Some physical properties of QP-38 variety pigeon pea. J. Food Eng., 56, 59-65.

29. Baümler E., Cuniberti A., Nolasco S.M., and Riccobene I.C., 2006.

Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. J. Food Eng., 72, 134-140.

30. Beyhan M.A., Nalbant M., and Tekgüler A., 2014. Determination of coefficient of friction in the grain and husk hazelnuts for different surfaces. Proc. XV Nat. Cong. 'Agricultural Mechanization', September 20-22, Antalya, Turkey, 343-352.

31. Gupta R.K. and Das S.K., 1997. Physical properties of sunflower seeds. J. Agric. Eng . Res., 66, 1-8. Jain R.K. and Bal S., 2017. Properties of pearl millet. J. Agric. Eng. Res., 66, 85-91.

32. Kabas O., Ozmerzi A., and Akýncý I., 2005. Physical properties of cactus pear (Opuntia ficus india L.) grown wild in Turkey. J. Food Eng., 73, 198-202. Karababa E., 2006. Physical properties of popcorn kernels. J. Food Eng., 72, 100-107.

33. Kingsly A.R.P., Singh D.B., Manikantan M.R., and Jain R.K., 2006. Moisture dependent physical properties of dried pomegranate seeds. J. Food Eng., 75, 492-496.

34. Mani S., Tabil L.G., Sokhansanj S., 2004. Mechanical properties of corn stover grind. Transactions of the ASAE. № 47. P. 1983–1990.

35. Joshi V., Kumar S. Meat Analogues: Plant Based Alternatives to Meat Products–A Review. *Int. J. Food Ferment. Technol.* 2015, *5*, 107.

36. Vatansever S., Tulbek M.C., Riaz M.N. Low- and High-Moisture Extrusion of Pulse Proteins as Plant-Based Meat Ingredients: A Review. *Cereal Foods World* 2020, *65*, 12–14.

37. Day L. Proteins from Land Plants – Potential Resources for Human Nutrition and Food Security. *Trends Food Sci. Technol.* 2013, *32*, 25–42.

38. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-Based Milk Alternatives an Emerging Segment of Functional Beverages: A Review. *J. Food Sci. Technol.* 2016, *53*, 3408–3423.

39. Lima M., Costa R., Rodrigues,I. A Narrative Review of Alternative

Protein Sources: Highlights on Meat, Fish, Egg and Dairy Analogues. *Foods* 2022, *11*, 2053.

40. Zhang T., Dou W., Zhang X. et all. The Development History and Recent Updates on Soy Protein-Based Meat Alternatives. *Trends Food Sci. Technol.* 2021, *109*, 702–710.

41. Fogelberg F., Mårtensson A.M. Aspects on Cultivation of Vegetable Soybean in Sweden–Cultivars, Soil Requirements, Inoculation and Nitrogen Contribution. *Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Sci.* 2021, *71*, 633–644.

42. Tidåker P., Karlsson Potter H., Carlsson G., Röös E. Towards Sustainable Consumption of Legumes: How Origin, Processing and Transport Affect the Environmental Impact of Pulses. *Sustain. Prod. Consum.* 2021, *27*, 496–508.

43. Ge J., Sun C.X., Corke,H. et all The Health Benefits, Functional Properties, Modifications, and Applications of Pea (*Pisum sativum* L.) Protein: Current Status, Challenges, and Perspectives. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2020, *19*, 1835–1876.

44. Mariotti F. Animal and Plant Protein Sources and Cardiometabolic Health. *Adv. Nutr.* 2019, *10*, S351–S366.

45. Michelfelder A.J. Soy: A Complete Source of Protein. *Am. Fam. Physician* 2009, *79*, 43–47.

46. Hertzler S.R., Lieblein-Boff J.C., Weiler M., Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients* 2020, *12*, 3704.

47. Herreman L., Nommensen P., Pennings B.,. Comprehensive Overview of the Quality of Plant- And Animal-Sourced Proteins Based on the Digestible Indispensable Amino Acid Score. *Food Sci. Nutr.* 2020, *8*, 5379–5391.

48. Joye I. Protein Digestibility of Cereal Products. *Foods* 2019, *8*, 199.

49. Ivanov D.S., Lević J.D., Sredanović S.A. Fatty Acid Composition of Various Soybean Products. *Food Feed Res.* 2010, *2*, 65–70.

50. Nti C.A., Plahar W.A., Annan N.T. Development and Quality Characteristics of Shelf-Stable Soy-Agushie: A Residual by-Product of Soymilk Production. *Food Sci. Nutr.* 2016, *4*, 315–321.

51. Pedersen A.N., Kondrup J., Børsheim E. Health Effects of Protein Intake in Healthy Adults: A Systematic Literature Review. *Food Nutr. Res.* 2013, *57*, 21245.

52. Muzquiz M., Varela A., Burbano C., et al. Bioactive Compounds in Legumes: Pronutritive and Antinutritive Actions. Implications for Nutrition and Health. *Phytochem. Rev.* 2012, *11*, 227–244.

53. Hurrell R., Egli I. Iron Bioavailability and Dietary Reference Values. *Am. J. Clin. Nutr.* 2010, *91*, 1461–1467.

54. Urbano G., López-Jurado M., Aranda **P.** The Role of Phytic Acid in Legumes: Antinutrient or Beneficial Function? *J. Physiol. Biochem.* 2000, *56*, 283–294.

55. Friedman M., Brandon D.L. Nutritional and Health Benefits of Soy Proteins. *J. Agric. Food Chem.* 2001, *49*, 1069–1086.

56. Mayer Labba, I.-C., Steinhausen, H., Almius, L., Bach Knudsen, K.E., Sandberg, A.-S. Nutritional Composition and Estimated Iron and Zinc Bioavailability of Meat Substitutes Available on the Swedish Market. *Nutrients* 2022, *14*, 3903.

57. Multari S., Stewart D., Russell W.R. Potential of Fava Bean as Future Protein Supply to Partially Replace Meat Intake in the Human Diet. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2015, *14*, 511–522.

58. Sharan S., Zanghelini G., Zotzel J. et al. Fava Bean (*Vicia faba* L.) for Food Applications: From Seed to Ingredient Processing and Its Effect on Functional Properties, Antinutritional Factors, Flavor, and Color. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2021, *20*, 401–428.

59. Tzitzikas E.N., Vincken J.-P., Groot J. Genetic Variation in Pea Seed Globulin Composition. *J. Agric. Food Chem.* 2006, *54*, 425–433.

60. Nivala O., Mäkinen O.E., Kruus K., Nordlund E. Structuring Colloidal

Oat and Faba Bean Protein Particles via Enzymatic Modification. *Food Chem.* 2017, *231*, 87–95.

61. Nieto-Nieto T.V., Wang Y.X., Ozimek L. Effects of Partial Hydrolysis on Structure and Gelling Properties of Oat Globular Proteins. *Food Res. Int.* 2014, *55*, 418–425.

62. Ma C.-Y., Wood D.F. Functional Properties of Oat Proteins Modified by Acylation, Trypsin Hydrolysis or Linoleate Treatment. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1987, *64*, 1726–1731.

63. Langton M., Ehsanzamir S., Karkehabadi S. Gelation of Faba Bean Proteins—Effect of Extraction Method, PH and NaCl. *Food Hydrocoll.* 2020, *103*, 105622.

64. Shand P.J., Ya H., Pietrasik Z., Wanasundara, P.K.J.P.D. Physicochemical and Textural Properties of Heat-Induced Pea Protein Isolate Gels. *Food Chem.* 2007, *102*, 1119–1130.

65. Hall A.E., Moraru C.I. Structure and Function of Pea, Lentil and Faba Bean Proteins Treated by High Pressure Processing and Heat Treatment. *LWT* 2021, *152*, 112349.

66. Esra Capanoglu, Francisco A. Tomás-Barberán. Introduction to Novel Approaches in the Valorization of Agricultural Wastes and Their Applications. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2022, 70 (23), 6785-6786.