

ЦІННІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗА РАХУНОК ІНАКТИВАЦІЇ АНТИПОЖИВНИХ РЕЧОВИН

ПАНЦИРЕВА Г.В. – доктор сільськогосподарських наук, доцент,

провідний науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-0539-5211

Вінницький національний аграрний університет

ВОЛИНЕЦЬ Є.О. – доктор філософії, старший викладач,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-3298-6316

Вінницький національний аграрний університет

КОВАЛЬЧУК В.М. – аспірант

orcid.org/0009-0071-4825-3019

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Насіння сої має надзвичайно високу харчову і кормову цінність завдяки значному вмісту білка (35-45%), жиру (18-22%), вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. Однак у його складі міститься низка антипоживних речовин (інгібітори протеаз, уреаз, лектини, сапоніни, фітати тощо), які знижують біологічну цінність білків і ускладнюють засвоєння поживних речовин [1-4]. Ці сполуки в природному вигляді є своєрідним «захисним механізмом» рослини, але при споживанні сої людиною чи тваринами вони викликають небажані впливи.

Інгібітори трипсину і хімотрипсину перешкоджають роботі ферментів травлення, знижуючи засвоюваність білка, що може призводити до білкового дефіциту. Уреаза активує процес розкладу сечовини з утворенням аміаку, який подразнює слизову оболонку шлунково-кишкового тракту. Лектини здатні аглютинувати еритроцити, порушувати всмоктування поживних речовин. Фітати зв'язують кальцій, залізо, цинк та інші мікроелементи, зменшуючи їх біодоступність [2, 8-9].

Для нейтралізації цих антипоживних речовин застосовуються технологічні процеси теплової обробки: обсмажування, екструджування, мікронізація, парова обробка, інфрачервоне чи мікрохвильове нагрівання. Найбільш поширеним є термічне інактування інгібіторів протеаз і уреаз при температурі 105-120 °C упродовж певного часу, що дозволяє зберегти поживні речовини, але позбавити зерно шкідливих факторів. Результатом інактивації є суттєве підвищення біологічної та енергетичної цінності сої: засвоюваність білка зростає з 65-70% до 90-95%; покращується баланс амінокислот, особливо лізину та метіоніну; підвищується доступність мінеральних речовин; усувається токсичний вплив на організм, що дозволяє використовувати сою у раціонах високопродуктивних тварин і в харчуванні людини [1, 3].

Таким чином, інактивація антипоживних речовин – це ключовий технологічний етап, що визначає харчову, кормову і промислову цінність зерна сої. Без проведення цієї обробки соя залишається обмежено придатною для безпечного споживання, тоді як після правильно організованого процесу вона стає високоякісним білковим ресурсом.

За цих умов необхідна чітка стратегія у формуванні агробіотехнологічних підходів до збалансованого

управління насіннєвою продукцією після її збирання, яка б враховувала реалії України як з позиції сучасного її ресурсного забезпечення, так і на далекоглядну перспективу повоєнного відновлення у розумінні того факту, що його ефективність беззаперечно буде залежати від темпів виробництва [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя є унікальною культурою сучасного землеробства, яка відіграє провідну роль у світовій аграрній економіці та належить до найважливіших технічних і продовольчих рослин сьогодення. Завдяки своїй багатофункціональності та високій продуктивності вона поєднує значення продовольчої, кормової та олійної культури, забезпечуючи потреби як харчової промисловості, так і тваринництва. За масштабами виробництва соя займає перше місце серед усіх культур, що використовуються для отримання рослинної олії, яку застосовують не лише у харчових цілях, а й у виробництві широкого спектра промислової продукції [1, 5].

Її виняткова цінність зумовлена різноманітним і збалансованим хімічним складом. У зерні сої поєднано високий вміст білка, жиру, вуглеводів, вітамінів та мінеральних речовин, що робить цю культуру незамінною у харчуванні людини й тварин, а також у багатьох технологічних процесах. За темпами зростання обсягів виробництва соя не має аналогів серед інших культур, оскільки поєднує високу врожайність, універсальність використання та значний потенціал переробки. У сучасному світовому землеробстві вона посідає четверте місце за площею посівів і обсягами виробництва після пшениці, кукурудзи та рису [1, 7]. Водночас за темпами поширення та динамікою приросту врожайності соя є одним із найперспективніших видів рослинної сировини, що визначає її стратегічне значення для продовольчої та економічної безпеки.

Одним із ключових завдань післязбирального обробітку сої є доведення вологості її зерна до оптимальних кондиційних параметрів, що забезпечує збереження якості, зменшує втрати під час зберігання та створює передумови для подальшої переробки. На відміну від багатьох інших зернових і зернобобових культур, процес теплового сушіння сої має низку специфічних ускладнень. Це зумовлено морфолого-анатомічними особливостями зерна: воно відносно велике за розміром, має

високу щільність та значний вміст білків, які здатні денатуруватися при підвищених температурах. Оболонки сої структурно відокремлені від сім'ядолі, мають низьку проникність і меншу площу випаровування вологи, що обмежує швидкість її виходу [3, 10].

У процесі сушіння значна частина теплової енергії витрачається на нагрівання поверхні зерна, тоді як внутрішні шари, зокрема ядро і сім'ядолі, прогриваються повільніше, що призводить до нерівномірного зневоднення. Така особливість викликає ризик утворення внутрішніх напружень у зерні, появи тріщин, пошкодження оболонки, що негативно впливає на посівні якості насіння та харчову цінність сировини.

Тому вибір ефективного методу сушіння є одним із найважливіших аспектів у післязбиральній обробці сої. Традиційні високотемпературні способи можуть призвести до значних втрат якості, зниження схожості та погіршення біохімічних показників. Натомість сучасні технології передбачають використання щадних режимів сушіння з поступовим зниженням вологості, комбінування конвективних і кондуктивних методів, застосування сушарок із регульованими параметрами температури та швидкості повітряного потоку. У деяких випадках ефективними є й альтернативні способи, зокрема інфрачервоне сушіння, мікрохвильова обробка чи вакуумне сушіння, які дозволяють скоротити час процесу і знизити ризики пошкодження структури зерна.

Таким чином, проблема зневоднення сої вимагає комплексного підходу, що враховує біохімічні та морфологічні властивості зерна, а також кінцеве призначення продукції – чи то для продовольчого використання, чи як насіннєвий матеріал. Рациональний вибір технології сушіння дає змогу забезпечити високу якість і збереженість врожаю, підвищити ефективність виробництва та конкурентоспроможність соєвої продукції на ринку.

Мета досліджень. Мета дослідження полягає у всебічному вивченні біологічних та технологічних особливостей сої як універсальної продовольчої, кормової й технічної культури, зокрема у визначенні її продуктивного потенціалу, якості зерна та впливу післязбиральних і технологічних процесів на збереження харчової й кормової цінності. Дослідження спрямоване на розробку та обґрунтування ефективних підходів до вирощування, збирання, сушіння та переробки зерна, що дозволяють знизити втрати врожаю, підвищити якість продукції та забезпечити її відповідність світовим стандартам.

Окрему увагу приділено питанню інактивації антипоживних речовин у зерні сої як фактору, що визначає його безпечність і засвоюваність у харчуванні та годівлі тварин. Досягнення поставленої мети дозволить оцінити цінність зерна сої як стратегічного джерела білка і рослинної олії, визначити оптимальні умови післязбиральної обробки та зберігання, а також виробити практичні рекомендації щодо підвищення ефективності її виробництва. Таким чином, реалізація дослідження сприятиме розкриттю потенціалу сої як однієї з провідних культур світового землеробства, забезпеченню продовольчої й енергетичної безпеки та зміцненню конкурентоспроможності аграрного сектору.

Методика та умови досліджень. Теоретичною та методологічною основою досліджень є спеціальні та загальноприйняті методи та методики у кормовиробництві. Аналітичним матеріалом слугували дані відповідності світовим та вітчизняним стандартам. Для обробки і узагальнення експериментальних даних використовували розрахунковий, статистичний та порівняльно-обчислювальний методи: дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи.

Результати досліджень. У сучасній практиці відомо чимало способів підвищення загальної та протеїнової поживності кормів із насіння сої. Серед них найбільш поширеними є термічна обробка, пресування, автоклавування, гранулювання, інфрачервоне, ультрафіолетове й мікрохвильове (СВЧ) опромінення, а також обробка із застосуванням хімічних реагентів. Вибір конкретного методу залежить від економічної доцільності, насамперед від енергетичних витрат, а також від кінцевого призначення продукції [2]. Основною метою підготовки насіння сої до згодовування тваринам і птиці є зниження негативного впливу антипоживних факторів, у першу чергу інгібіторів протеаз, та підвищення рівня засвоюваності поживних речовин (табл. 1).

Фактично підвищення протеїнової поживності кормів із соєвого зерна у всіх випадках зводиться до збільшення кількості доступних амінокислот, що робить білок більш біологічно цінним (табл. 2).

Однак, незважаючи на багатий набір поживних речовин, натуральна соя як протеїновий корм має відносно низьку ефективність використання. Це пояснюється наявністю в її складі біологічно активних антипоживних речовин – інгібіторів трипсину, уреаз, лектинів, фітатів та інших сполук. Вони знижують засвоюваність білків та азотистих речовин, порушують процеси травлення і можуть негативно впливати на обмін речовин у тварин. Саме тому технологічна підготовка сої до використання у тваринництві має принципове значення. Завдяки правильній обробці досягається інактивація антипоживних факторів, підвищується біологічна цінність кормів, забезпечується краща конверсія поживних речовин та зростає продуктивність сільськогосподарських тварин і птиці.

За хімічним складом і кормової цінності насіння бобових культур найбільш близькі кормам тваринного походження – рибного борошна, а також сухого знежиреного молока. Аналіз насіння сої показав, що воно характеризується найбільш високим вмістом сирого протеїну сої 31,3-32,7% (рис. 1).

Хімічний склад сої свідчить про її високу поживну цінність. Так, у 1 кг зерна міститься в середньому 173 г жиру, а також широкий комплекс мінеральних речовин (мг): натрій – 440, калій – 160, кальцій – 3480, магній – 1910, фосфор – 5100, залізо – 3950. Крім того, у складі сої присутні марганець і кобальт, які відіграють важливу роль у забезпеченні біологічно повноцінного харчування тварин.

Вітамінний склад зерна сої також надзвичайно різноманітний. У 1 кг сої міститься (мг): каротин – 1,52; тіамін – 10-18; рибофлавін – 3-3,8; ніацин – 20,8-35,0; піридоксин – 7-13; пантотенова кислота – 13-22,3;

Таблиця 1

Вплив антипоживних речовин сої на організм тварин із урахуванням методів їх інактивації

Антипоживна речовина	Негативний вплив на організм тварин	Методи інактивації
Інгібітори протеаз (трипсину, хімотрипсину)	Блокують дію травних ферментів, знижують перетравність білка, викликають гіперплазію підшлункової залози	Термічна обробка (110–120 °C), екструдування, автоклавування, мікрохвильове опромінення
Уреаза	Розкладає сечовину з утворенням аміаку, подразнює слизову оболонку шлунково-кишкового тракту	Термічна інактивація (100–105 °C), автоклавування, екструдування
Лектини	Викликають аглютинацію еритроцитів, пошкоджують слизову кишечника, знижують засвоюваність поживних речовин	Термічна обробка, мікрохвильове нагрівання, інфрачервоне опромінення
Фітати	Зв'язують кальцій, цинк, залізо та інші мікроелементи, зменшують їх біодоступність	Ферментативна обробка (фітаза), замочування, пророщування, мікробна ферментація
Сапоніни	Пошкоджують клітинні мембрани, викликають гіркий присмак, знижують поїдання кормів	Термічна обробка, спиртова екстракція
Олігосахариди (рафіноза, стахіоза)	Викликають газоутворення і диспепсію у тварин, особливо у молодняку	Ферментація, застосування ферментних препаратів (α -галактозидаза)

Таблиця 2

Вміст амінокислот в насінні сої та в продуктах їх переробки (г / кг)

Амінокислоти	Насіння	Шрот	Зелена маса
Лізин	28,13	27,87	4,33
Метіонін	4,77	4,56	1,03
Цистин	4,45	7,09	-
Триптофан	4,21	4,21	0,98
Аргінін	27,66	32,34	3,54
Гистидин	5,45	11,43	1,07
Лейцин ізотейцин	41,22	48,76	8,09
Феланін	10,22	14,32	2,76
Треонін	20,08	15,60	2,45
Валін	16,77	18,76	3,04
Гліцин	-	12,67	3,26

біотин – 0,7-0,9; фолієва кислота – 1,8-2,0; інозит – 2-2,5; холін – 3,2-3,6; альфа-токоферол – 4,8-7,8; вітамін К – 1,8-2,0. Такий комплекс вітамінів у поєднанні з мінеральними речовинами робить сою цінним компонентом раціонів тварин і здатним істотно підвищувати їхню продуктивність та життєздатність.

Насіння сої характеризується високим вмістом крохмалю. Вміст крохмалю в зерні цих культур становить 37,2. Деякі дослідники вважають негативним співвідношення між протеїном і крохмалем в зерні гороху та сої і пов'язують з ним велику мінливість обох компонентів при різних способах обробки зерна.

Слід зазначити, що біологічно активні речовини антиживильного спрямування, які містяться у насінні сої, головним чином належать до сполук білкової природи. Саме тому вони схильні до змін під впливом температурної, хімічної, біологічної та інших видів обробки. Як показали результати проведених досліджень, за хімічним складом і рівнем вмісту антиживильних факторів насіння сої відноситься до групи крохмалистого зерна. Це зумовлює можливість застосування

у комбікормовому виробництві традиційних способів теплової обробки, таких як гранулювання, плющення, екструдування, що виявляються ефективними для інактивації антиживильних речовин. Перед проведенням цих процесів зерно зазвичай піддається попередньому кондиціонуванню або пропарюванню, внаслідок чого воно нагрівається і зволожується. Інтенсивність нагріву і зволоження залежить від параметрів та кількості пари, тривалості процесу, а також від стану та фізико-біологічних характеристик зерна. Таким чином, якість кінцевого продукту визначається поєднанням технологічних режимів і властивостей сировини.

У літературних джерелах існує значний обсяг інформації про різні способи обробки сої, проте відсутній єдиний підхід до оцінки їх ефективності. Це унеможливило проведення коректного порівняння різних технологій на основі опублікованих даних. За кордоном для оцінки якості обробки соєвих продуктів найчастіше застосовують такі показники, як активність інгібітора трипсину, активність уреаз, індекс дисперсності чи розчинності протеїну. Для кожного з цих параметрів встановлені

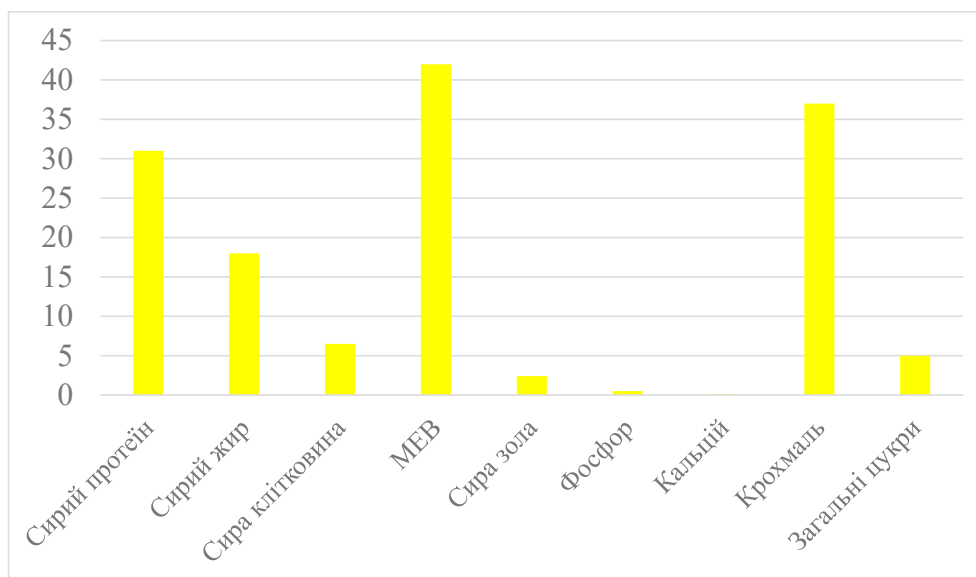


Рис. 1. Хімічний склад насіння сої, %

оптимальні межі, які відображають ступінь обробки та забезпечують високу якість готового продукту. Виходячи з цього, доцільним є проведення досліджень якості сої, обробленої різними відомими способами, а також розробка й апробація нових підходів. Зокрема, перспективним напрямом є використання екструдування для зерна не лише сої, а й гороху. Така обробка сприяє інактивації антипоживних речовин, поліпшенню перетравності поживних речовин та підвищенню біологічної цінності кормів, що в кінцевому результаті позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських тварин.

Висновки. Насіння сої має надзвичайно високу харчову і кормову цінність завдяки значному вмісту білка (35-45%), жиру (18-22%), вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. Однак у його складі міститься низка антипоживних речовин (інгібітори протеаз, уреаз, лектини, сапоніни, фітати тощо), які знижують біологічну цінність білків і ускладнюють засвоєння поживних речовин. Аналіз насіння сої показав, що воно характеризується найбільш високим вмістом сирого протеїну сої 31,3-32,7%. Хімічний склад сої свідчить про її високу поживну цінність. Так, у 1 кг зерна міститься в середньому 173 г жиру, а також широкий комплекс мінеральних речовин (мг): натрій – 440, калій – 160, кальцій – 3480, магній – 1910, фосфор – 5100, залізо – 3950. Крім того, у складі сої присутні марганець і кобальт, які відіграють важливу роль у забезпеченні біологічно повноцінного харчування тварин. Вітамінний склад зерна сої також надзвичайно різноманітний. У 1 кг сої міститься (мг): каротин – 1,52; тіамін – 10-18; рибофлавін – 3-3,8; ніацин – 20,8-35,0; піридоксин – 7-13; пантотенова кислота – 13-22,3; біотин – 0,7-0,9; фолієва кислота – 1,8-2,0; інозит – 2-2,5; холін – 3,2-3,6; альфа-токоферол – 4,8-7,8; вітамін К – 1,8-2,0. Такий комплекс вітамінів у поєднанні з мінеральними речовинами робить сою цінним компонентом раціонів тварин і здатним істотно підвищувати їхню продуктивність та життєздатність. Виходячи з цього, доцільним є проведення досліджень

якості сої, обробленої різними відомими способами, а також розробка й апробація нових підходів. Зокрема, перспективним напрямом є використання екструдування для зерна не лише сої, а й гороху. Така обробка сприяє інактивації антипоживних речовин, поліпшенню перетравності поживних речовин та підвищенню біологічної цінності кормів, що в кінцевому результаті позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських тварин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Купчук І.М., Волинець Є.О., Сімаков О.О. Огляд сучасних технологій інактивації антипоживних речовин сої. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2024. № 1 (124). С. 26-32. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-1-3
2. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісництво*. 2021. № 4 (23). С. 96-111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8
3. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 3–10.
4. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Patsyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, No 5. P. 177-182. DOI: 10.15421/2020_206
5. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
6. Vasylykovska K.V., Leshchenko S.M., Vasylykovskiy O.M., Petrenko D.I. Improvement of equipment for basic tillage and sowing as initial stage of harvest forecasting. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2016. Vol. 50(3). P. 13-20.

7. Бабан Т.О., Кулик А.Д. Економічний потенціал вітчизняного аграрного сектору в умовах війни. *Управління розвитком соціально-економічних систем*: зб. матеріалів VII Міжнар. наук.-практ. конф. Харків: ДБТУ, 2023. С. 69–72.
8. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.
9. Barrett C. B. Overcoming global food security challenges through science and solidarity. *American Journal of Agriculture Economics*, Vol. 103, Issue 4, 2020. 1–26 p.
10. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. No 18. С. 5-17.

REFERENCES:

1. Kupchuk I.M., Volynets E.O., Simakov O.O. (2024). Ohliad suchasnykh tekhnolohii inaktyvatsii anty-pozhyvnykh rehovyn soi [Review of modern technologies for inactivation of antinutrients in soybeans]. *Technology, Energy, Transport of the Agricultural Industry*. 2024. No. 1 (124). P. 26-32. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-1-3 [in Ukrainian]
2. Mazur V.A., Tkachuk O.P., Didur I.M., Pantsyрева H.V. (2021). Tekhnolohichnist ta ahroekolohichna stiikist skorostyglykh sortiv soi [Technology and agroecological sustainability of precocious soybean varieties]. *Vinnytsia. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo*. № 4 (23). S. 96-111 [in Ukrainian].
3. Petrychenko V.F., Korniihchuk O.V. (2012). Stratehiia rozvytku kormovyrobnytstva v Ukraini. [The strategy of development of feed production in Ukraine]. *Vinnytsia. Kormy i kormovyrobnytstvo*. Vyp. 73. S. 3–10 [in Ukrainian].
4. Didur I., Bakhmat M., Shynchyk O., Pantsyрева H., Telekalo N., Tkachuk O. (2020). [Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine]. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 10, No 5. R. 177-182 [in Ukrainian]
5. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyрева H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannya soi ta shliakhy maksymalnoi realizatsii yii produktyvnosti [Agrobiological basis of soybean cultivation and ways to maximize its productivity: a monograph]. *Vinnytsia, monohrafiia, TOV TVORI*, 301 s. [in Ukrainian].
6. Vasylovskaya K.V., Leshchenko S.M., Vasylovskiy O.M., Petrenko D.I. Improvement of equipment for basic tillage and sowing as initial stage of harvest forecasting. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2016. Vol. 50(3). P. 13-20. [in Ukrainian].
7. Baban, T.O., Kulyk, A.D. (2023). Ekonomichnyi potent-sial vitchyznianoho ahrahnoho sektoru v umovakh viiny [Economic potential of the domestic agricultural sector in wartime]. *Upravlinnia rozvytkom sotsialnoekonom-ichnykh system*: zb. materialiv VII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kharkiv: DBTU. S. 69–72. [in Ukrainian].
8. Petrychenko V. F., Likhochvor V. V., Ivanyuk S. V. (2016). Soybean: monograph. *Vinnytsia: Dilo*. 400 p. [in Ukrainian]
9. Barrett C. B. (2020). Overcoming global food security challenges through science and solidarity. *American Journal of Agriculture Economics*, Vol. 103, Issue 4, 1–26 p.
10. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyрева H.V. (2020). Obgruntuvannya adaptivnoi sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannya zernobobovykh kultur v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. [Justification of adaptive varietal technology for growing leguminous crops in the right-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Vinnytsia. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal*. No 18. P. 5-17 [in Ukrainian].

**Панцирева Г.В., Волинець Є.О., Ковальчук В.М.
Цінність насіння сої за рахунок інактивації антипо-
живних речовин**

Дослідження спрямоване на вирішення актуальної проблеми, зокрема до збалансованого управління насінневою продукцією після її збирання, яка б враховувала реалії України як з позиції сучасного її ресурсного забезпечення, так і на далекоглядну перспективу повоєнного відновлення у розумінні того факту, що його ефективність беззаперечно буде залежати від темпів виробництва. Соя є унікальною високопродуктивною культурою, що вирізняється значним вмістом білка, жиру, мінералів і вітамінів, завдяки чому має надзвичайно високу кормову та харчову цінність. Водночас її зерно містить ряд антипоживних речовин, переважно білкової природи, які істотно знижують засвоюваність поживних речовин і обмежують використання сої у натуральному вигляді. Інактивація цих чинників можлива шляхом застосування різних методів обробки, серед яких найефективнішими є термічні (екструдування, гранулювання, автоклавування, пропарювання тощо), що забезпечують підвищення біологічної та протеїнової цінності корму. Оптимальні параметри обробки визначаються за показниками активності інгібіторів, уреаз та розчинності протеїну, що дозволяє отримати високоякісний продукт. Таким чином, грамотне застосування технологій обробки сої є ключовим чинником для підвищення її поживної цінності, поліпшення засвоюваності білка та підвищення ефективності годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. Встановлено, що насіння сої має надзвичайно високу харчову і кормову цінність завдяки значному вмісту білка (35-45%), жиру (18-22%), вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. Однак у його складі міститься низка антипоживних речовин (інгібітори протеаз, уреаз, лектини, сапоніни, фітати тощо), які знижують біологічну цінність білків і ускладнюють засвоєння поживних речовин. Визначено, що інактивація антипоживних речовин є ключовим технологічним етапом, що визначає харчову, кормову і промислову цінність насіння сої. Без проведення цієї обробки соя залишається обмежено придатною для безпечного споживання, тоді як після правильно організованого процесу вона стає високоякісним білковим ресурсом. Підкреслено доцільність проведення досліджень якості сої, обробленої різними відомими способами, а також розробка й апробація нових підходів. Досліджено, що перспективним напрямом є використання екструдування для насіння сої. Така обробка сприяє інактивації антипоживних речовин, поліпшенню перетравності поживних речовин та підвищенню біологічної цінності кормів, що в кінцевому результаті позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських тварин.

Ключові слова: насіння, соя, переробка, хімічний склад, інактивація.

Pantsyreva H.V., Volynets E.O., Kovalchuk V.M.
The value of soybean seeds due to the inactivation of antinutrients

The research is aimed at solving a pressing problem, in particular, at the balanced management of seed products after their harvest, which would take into account the realities of Ukraine both from the standpoint of its modern resource supply and the far-sighted perspective of post-war recovery in the understanding of the fact that its effectiveness will undoubtedly depend on the pace of production. Soybean is a unique highly productive crop, characterized by a significant content of protein, fat, minerals and vitamins, due to which it has an extremely high feed and nutritional value. At the same time, its grain contains a number of anti-nutrients, mainly of a protein nature, which significantly reduce the digestibility of nutrients and limit the use of soybeans in their natural form. Inactivation of these factors is possible by using various processing methods, among which the most effective are thermal (extrusion, granulation, autoclaving, steaming, etc.), which ensure an increase in the biological and protein value of the feed. The optimal processing parameters are determined by the activity of inhibitors, urease and protein solubility, which allows obtaining a high-quality product. Thus, the competent use of soybean processing technologies is a key factor in increasing its nutritional value, improving protein digestibility and increasing the efficiency of feeding farm animals and poultry. It has been established that soybean seeds

have an extremely high nutritional and feed value due to the significant content of protein (35-45%), fat (18-22%), carbohydrates, minerals and vitamins. However, it contains a number of anti-nutrients (protease inhibitors, urease, lectins, saponins, phytates, etc.), which reduce the biological value of proteins and complicate the absorption of nutrients. It has been determined that the inactivation of anti-nutrients is a key technological stage that determines the nutritional, feed and industrial value of soybean seeds. Without this treatment, soybean remains of limited suitability for safe consumption, while after a properly organized process it becomes a high-quality protein resource. The feasibility of conducting research on the quality of soybeans processed by various known methods, as well as the development and testing of new approaches, is emphasized. It has been studied that the use of extrusion for soybean seeds is a promising direction. Such treatment contributes to the inactivation of anti-nutrients, improving the digestibility of nutrients and increasing the biological value of feed, which ultimately has a positive effect on the productivity of farm animals.

Key words: seeds, soybeans, processing, chemical composition, inactivation.

Дата першого надходження рукопису до видання:
29.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після
рецензування: 27.10.2025

Дата публікації: 28.11.2025