



AGRICULTURAL SCIENCES AND THE CURRENT STATE OF SCIENCE: FROM THEORY TO INNOVATIVE PRACTICE, ENVIRONMENTAL CHALLENGES AND SOLUTIONS

Collective monograph

ISBN 979-8-90383-426-6

DOI 10.46299/ISG.2026.MONO.AGRO.2

BOSTON(USA)-2026

ISBN – 979-8-90383-426-6

DOI – 10.46299/ISG.2026.MONO.AGRO.2

*Agricultural sciences and the current
state of science: from theory to innovative
practice, environmental challenges and
solutions*

Collective monograph

Boston 2026

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

ISBN –979-8-90383-426-6

DOI – 10.46299/ISG.2026.MONO.AGRO.2

Authors – Вінюков О., Ліхушина Г., Бондарева О., Вискуб Р., Рибальченко А.М.,
Доля К.В., Доля О.Є., Nahorni S., Nahorna T., Kis V.

REVIEWER

Ivan Katerynychuk – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honoured Worker of Education of Ukraine, Laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology, Professor of the Department of Telecommunication and Information Systems of Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine.

Kostiantyn Dolia – Doctor of Engineering, Department of automobile and transport infrastructure, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”.

Published by Primedia eLaunch
<https://primediaelaunch.com/>

Text Copyright © 2026 by the International Science Group(isg-konf.com) and authors.

Illustrations © 2026 by the International Science Group and authors.

Cover design: International Science Group(isg-konf.com). ©

Cover art: International Science Group(isg-konf.com). ©

All rights reserved. Printed in the United States of America. No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required.

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe and Ukraine. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science.

The recommended citation for this publication is:

Agricultural sciences and the current state of science: from theory to innovative practice, environmental challenges and solutions: collective monograph / Nahorni S., Nahorna T., Kis V. – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2026. 223 p. Available at : DOI – 10.46299/ISG.2026.MONO.AGRO.2

TABLE OF CONTENTS

1. AGRONOMY		
1.1	Вінюков О. ¹ , Ліхушина Г. ¹ , Бондарева О. ¹ , Вискуб Р. ¹ КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОБІОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ¹ Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН, Покровськ, Україна	4
1.2	Рибальченко А.М. ¹ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ¹ кафедра селекції, насінництва і генетики, Полтавський державний аграрний університет, Полтава, Україна	18
2. ECOLOGY		
2.1	Доля К.В. ¹ , Доля О.Є. ² ТЕХНОЛОГІЇ ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ¹ Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна ² Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна	60
2.1.1	ВСТУП	60
2.1.2	АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ	67
2.1.3	МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ	83
2.1.4	МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	86
2.1.5	ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДІВ	137
2.1.6	ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	143
2.1.7	ВИСНОВКИ	152
3. LIVESTOCK		
3.1	Nahornyi S. ¹ , Nahorna T. ² , Kis V. ³ IMPROVEMENT OF MOISTURE CALCULATIONS OF MULTICOMPONENT SILAGE CROPS ON THE BASIS OF THE DEVELOPED FORMULAS ¹ Department of Technology and Breeding in Animal Husbandry, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine ² Lebyazhy Lyceum, Kharkiv region, Ukraine ³ Department of Mechatronics, Life Safety and Quality Management, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine	156
REFERENCES		209

1.2 Технологічні прийоми вирощування сої в Лівобережному Лісостепу України

Соя є однією з найважливіших зернобобових і олійних культур у світовому сільському господарстві. Вона має велике продовольче, кормове, агротехнічне та економічне значення завдяки високому вмісту білка й олії, а також здатності покращувати родючість ґрунту. Насіння сої містить у середньому 35-45% білка та 18-25% олії, що робить її цінною сировиною для харчової промисловості.

Соевий білок характеризується високою біологічною цінністю та збалансованим амінокислотним складом. Із сої виготовляють олію, борошно, білкові концентрати та інші продукти харчування. Завдяки високій поживності сою широко використовують у виробництві дієтичного та вегетаріанського харчування [17].

Соя є важливим джерелом кормового білка для тваринництва. Соевий шрот і макуха широко застосовуються у виробництві комбикормів для великої рогатої худоби, свиней і птиці. Використання соєвих кормів сприяє покращенню якості продукції тваринництва [18].

Як зернобобова культура соя здатна вступати в симбіоз із бульбочковими бактеріями та фіксувати атмосферний азот. Це сприяє покращенню азотного балансу ґрунту, зменшенню потреби у внесенні мінеральних азотних добрив і підвищенню родючості ґрунтів. Соя є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур у сівозміні.

Соя належить до високорентабельних культур і має стабільний попит на внутрішньому та світовому ринках. Зростання виробництва сої в Україні пов'язане з високою експортною привабливістю культури та широкими можливостями її переробки. Вирощування сої сприяє розвитку аграрного сектору та підвищенню економічної ефективності сільськогосподарських підприємств.

Вирощування сої є важливим елементом біологізації землеробства. Біологізація землеробства є напрямом ведення сільського господарства, що передбачає широке використання біологічних факторів для підвищення родючості ґрунту, продуктивності культур і зменшення негативного впливу на довкілля. Основною метою біологізації є зниження залежності від хімічних засобів виробництва та забезпечення екологічної рівноваги в агроєкосистемах. Завдяки здатності до азотфіксації культура сої знижує антропогенне навантаження на довкілля, сприяє екологізації аграрного виробництва та підтриманню сталого розвитку агроєкосистем. Соя в структурі сівозміни покращує структуру ґрунту, підвищує його біологічну активність і родючість. Соя є добрим попередником для зернових та інших сільськогосподарських культур. Соя є універсальною культурою, яка поєднує високу поживну цінність, економічну ефективність та екологічну значущість, що визначає її важливу роль у сучасному сільському господарстві [19].

Соя є теплолюбною та вологолюбною культурою короткого дня, яка має підвищені вимоги до умов вирощування. Ріст і розвиток рослин сої значною мірою залежить від температурного режиму, забезпечення вологою та ґрунтово-кліматичних умов.

Для проростання насіння мінімальна температура ґрунту повинна становити 8-10 °С, однак оптимальною є температура 12-14 °С. За таких умов сходи з'являються швидко та рівномірно. Найкраще соя росте і розвивається при температурі повітря 20-25 °С.

У період цвітіння та формування бобів оптимальна температура повітря 22-28 °С. Зниження температури нижче 15 °С уповільнює ріст рослин. Водночас надмірно високі температури, особливо понад 35 °С, негативно впливають на запилення. Оптимальні температурні умови протягом вегетації сприяють активному фотосинтезу, формуванню бульбочок на коренях та накопиченню білка й олії в насінні.

Соя потребує достатнього забезпечення вологою протягом усього періоду вегетації. Для проростання насіння необхідно 130-160% води від його маси.

Найбільшу потребу у волозі рослини мають у фазах бутонізації, цвітіння та наливу бобів. Нестача вологи в цей період призводить до опадання квіток і бобів, зменшення кількості насіння та зниження врожайності. Водночас надлишок вологи також є небажаним, оскільки погіршує аерацію ґрунту, пригнічує діяльність бульбочкових бактерій і сприяє розвитку хвороб [20].

Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merr.) є однією з найдавніших сільськогосподарських культур світу. Батьківщиною її вважають Східну Азію, зокрема територію сучасного Китаю, де сою почали вирощувати понад 4-5 тисяч років тому. В Китаї соя тривалий час була однією з основних продовольчих культур. Соя культурна походить від дикорослої форми – *Glycine soja*, яка й нині трапляється у природних умовах Китаю, Кореї, Японії та інших країн Східної Азії. У процесі тривалої селекції були створені форми сої з крупнішим насінням, вищою врожайністю та кращими господарськими властивостями.

З Китаю культура поступово поширилася до Японії, Кореї, Індії та інших країн Азії. У Європу сою було завезено у XVIII столітті, проте широкого поширення вона набула значно пізніше. У XX столітті соя стала однією з провідних світових культур завдяки високому вмісту білка й олії та широкому використанню у харчовій, кормовій галузях.

В Україні сою почали вирощувати наприкінці XIX століття, однак значного поширення культура набула лише в останні десятиліття у зв'язку зі зростанням попиту на рослинний білок та розвитком сучасних технологій вирощування [21].

Світове виробництво сої постійно зростає у зв'язку зі збільшенням попиту на рослинний білок. Основними виробниками сої у світі є Бразилія, США та Аргентина, які забезпечують більшу частину світового валового збору культури. Значні площі сої також зосереджені в Китаї, Індії та Парагваї. Урожайність сої значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня агротехніки, сортових особливостей та забезпечення вологою. У провідних країнах-виробниках середня урожайність сої зазвичай становить 2,8–4,0 т/га, а за інтенсивних технологій може перевищувати 5 т/га [22].

В Україні соя є стратегічно важливою культурою та однією з основних експортно орієнтованих зернобобових культур. Вирощування сої активно розвивається завдяки високому попиту на світовому ринку, економічній ефективності та добрим ґрунтово-кліматичним умовам для її вирощування.

Упродовж тривалого часу рівень урожайності сої в Україні залишався невисоким, а її зростання відбувалося повільними темпами. Лише у 2011 році середній показник урожайності вперше перевищив межу 2 т/га і досяг 2,04 т/га. До 2016 року урожайність культури зростає з 1,13 до 2,3 т/га. Найвищий середній показник було зафіксовано у 2018 році – 2,58 т/га. Досягнення таких результатів стало можливим завдяки ефективній роботі українських селекціонерів, використанню адаптивного вихідного матеріалу.

У 2020 році найвищу врожайність сої отримали в Закарпатській області — у середньому 3,34 т/га. До регіонів-лідерів також увійшли Запорізька та Херсонська області, де цей показник становив відповідно 3,11 і 3,07 т/га. Упродовж 2018-2020 років спостерігалася стійка тенденція до підвищення врожайності сої [23].

Середній рівень урожайності в цей період коливався в межах 2,05-2,58 т/га і жодного разу не опускався нижче 2 т/га. У 2024 році було зафіксовано рекордний рівень урожайності насіння сої – 2,6 т/га (рис 1.).



Рисунок 1. Середня урожайність насіння сої в Україні, т/га (1990-2024 рр.)

Джерело рисунка: [24, 25].

Посівні площі в Україні під соєю збільшувалися поступово. У 2024 році найбільші посівні площі соєю були в Полтавській області – 215 тис. га, Хмельницькій – 212 тис. га, Житомирській – 150 тис. га, Вінницькій – 143 тис. га та Київській – 140 тис. га. Загалом на ці регіони припадала майже половина всіх посівів сої в Україні. У 2024 році посівні площі під культурою досягли близько 2,7 млн га, а валове виробництво сої в Україні перевищило 6 млн т. Підвищення врожайності можливе завдяки вдосконаленню технологій вирощування, добору адаптованих сортів, впровадженню інноваційних рішень, а також поліпшенню агротехнічних заходів [26].

Дотримання комплексу технологічних заходів сприяє підвищенню ефективності вирощування сої, покращенню економічних показників виробництва та стабільності врожайності, навіть, за нестабільних погодних умов.

У сучасних умовах зміни клімату особливо актуальним є впровадження ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій, які дозволяють максимально реалізувати потенціал культури в умовах Лівобережного Лісостепу України. Ефективність вирощування сої в умовах значною мірою залежить від дотримання науково-обґрунтованої технології, адаптованої до ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Кліматичні умови Лівобережного Лісостепу характеризуються достатнім тепловим забезпеченням, проте нестійким рівнем зволоження, особливо в окремі періоди вегетації. У зв'язку з цим особливого значення набуває правильний підбір сортів сої, які повинні поєднувати високу продуктивність та адаптивність. Використання сучасних сортів сої дозволяє більш повно реалізувати генетичний потенціал культури та забезпечити стабільний рівень урожайності.

Для Лівобережного Лісостепу України характерний помірно континентальний клімат. Найнижчі температурні показники спостерігаються у січні, коли середньодобова температура повітря становить від $-4,5$ до $-5,5$ °С, тоді як найтеплішим місяцем є липень із середньою температурою $21-22$ °С. Середньорічна температура повітря коливається в межах $6-8$ °С. Річна кількість опадів становить близько $450-500$ мм, однак їх розподіл протягом року є нерівномірним. Сума активних температур понад 10 °С досягає $2700-2900$ °С, що забезпечує сприятливі умови для досягання основних сільськогосподарських культур. Ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування ранньостиглих і середньостиглих сортів сої та дають можливість отримувати стабільні й високі врожаї культури.

Соя є культурою з високими вимогами до вологозабезпечення, тому основні площі її вирощування зосереджені у так званому соєво-кукурудзяному поясі України. До нього належать області Лісостепової зони: Вінницька, Київська, Полтавська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Черкаська та Чернівецька. Крім того, значні площі сої розміщені у районах Степу з наближеними до Лісостепу умовами, зокрема у Кіровоградській, Дніпропетровській, Одеській та Миколаївській областях, а також у південних

районах Полісся – Житомирської, Чернігівської, Рівненської та Волинської областей, які характеризуються лісостеповими природними умовами. Ці території мають сприятливе поєднання ґрунтових, теплових, світлових і водних ресурсів, необхідних для ефективного вирощування сої та формування високої врожайності культури [27-29].

Соя займає важливе місце у сучасних сівозмінах завдяки своїм біологічним та агротехнічним особливостям. Соя, як зернобобова культура, позитивно впливає на родючість ґрунту, покращує його азотний баланс і є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур. Завдяки здатності культури до азотфіксації, після вирощування сої у ґрунті залишається значна кількість біологічного азоту, який може використовуватися наступними культурами, що будуть вирощуватися на цьому полі. Завдяки цьому відбувається зменшення потреби у внесенні мінеральних азотних добрив та підвищує ефективність сівозміни [30].

Соя є цінним попередником для зернових культур, зокрема пшениці озимої, ячменю, кукурудзи. Після вирощування сої покращується фітосанітарний стан ґрунту, зменшується засміченість полів, а також створюються сприятливі умови для росту і розвитку наступних культур. Крім того, соя залишає після себе значну кількість органічних решток, що позитивно впливає на структуру ґрунту та вміст гумусу.

При вирощуванні сої важливе значення має правильний підбір попередників. Найкращими попередниками є озимі та ярі зернові культури, які рано звільняють поле та дозволяють якісно підготувати ґрунт до сівби. Не рекомендується розміщувати сою після інших зернобобових культур і соняшнику через накопичення спільних хвороб, шкідників та виснаження ґрунту.

Повертати сою на попереднє місце у сівозміні рекомендується не раніше, ніж через 3-4 роки. Дотримання такого чергування культур сприяє зменшенню поширення корневих гнилей, бактеріозів та інших хвороб, а також забезпечує стабільний рівень урожайності [31].

У сучасних системах землеробства соя є важливим елементом біологізації сівозмін, оскільки, сприяє екологізації аграрного виробництва, підвищенню родючості ґрунтів та покращенню економічної ефективності господарств. Рациональне розміщення сої у сівозміні дозволяє максимально реалізувати її продуктивний потенціал і забезпечити стабільність агроєкосистем.

Система обробітку ґрунту під сою є одним із важливих елементів технології вирощування культури, оскільки, від неї значною мірою залежать водний, повітряний і поживний режими ґрунту, рівень забур'яненості посівів та формування врожайності. Соя є досить вибагливою культурою до ґрунтових умов, тому для отримання високих і стабільних урожаїв важливе значення має правильний вибір ґрунтів для її вирощування. Найкраще соя росте на родючих, добре структурованих ґрунтах із достатнім вмістом гумусу, нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину та хорошою водо- і повітропроникністю [32].

Найсприятливішими для вирощування сої є чорноземи типові та чорноземи опідзолені, що характеризуються високою родючістю, добрим запасом поживних речовин і оптимальними фізичними властивостями; темно-сірі та сірі лісові ґрунти – за умови достатнього удобрення та належного обробітку забезпечують високий рівень урожайності. Оптимальними для культури є ґрунти з реакцією середовища рН 6,0-7,0. На кислих ґрунтах погіршується діяльність бульбочкових бактерій і знижується ефективність азотфіксації, тому такі ґрунти потребують вапнування. Малоприсадибними для вирощування сої є важкі глинисті ґрунти з надмірним ущільненням, заболочені та перезволожені ґрунти, легкі піщані ґрунти з низькою вологоємністю та бідним поживним режимом, засолені ґрунти [33].

Соя погано переносить застій води, оскільки, це негативно впливає на розвиток кореневої системи та бульбочкових бактерій. За надлишку вологи посилюється розвиток грибкових і бактеріальних хвороб, зокрема, фузаріозу, пероноспорозу, бактеріозу. Тривале перезволоження може призводити до пожовтіння листків, опадання квіток і бобів, а також до зрідження посівів.

Водночас культура потребує достатнього забезпечення вологою в критичні періоди розвитку, а саме під час цвітіння та формування бобів.

В Україні найбільш сприятливі ґрунтові умови для вирощування сої зосереджені у Лісостепу та на Поліссі, де поширені родючі чорноземи й сірі лісові ґрунти. У степових районах ефективність вирощування сої значною мірою залежить від рівня вологозабезпечення та застосування адаптованих технологій.

Основним завданням обробітку ґрунту є створення оптимальних умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи та накопичення і збереження вологи. Обробіток ґрунту під сою повинен проводитися з урахуванням попередника, типу ґрунту, ступеня його ущільнення, забур'яненості та кліматичних умов регіону. Після збирання попередника зазвичай проводять лущення стерні, яке сприяє збереженню вологи, знищенню бур'янів і падалиці, а також створює умови для проростання насіння бур'янів з подальшим їх знищенням [34].

Основним видом основного обробітку ґрунту під сою традиційно є оранка на глибину 20-25 см. Вона забезпечує розпушення орного шару, покращує аерацію ґрунту, сприяє накопиченню вологи та розвитку кореневої системи рослин. На полях із високим рівнем забур'яненості або значним ущільненням ґрунту оранка є найбільш ефективним способом підготовки ґрунту [35, 36].

У сучасних умовах дедалі більшого поширення набувають мінімальний і безпліцевий обробітки ґрунту, які сприяють зменшенню втрат вологи, збереженню структури ґрунту та зниженню енергетичних витрат. Мінімізація обробітку є особливо актуальною для регіонів недостатнього зволоження, де важливе значення має збереження запасів продуктивної вологи.

Мінімізація обробітку ґрунту є одним із сучасних напрямів удосконалення технології вирощування сої, який спрямований на збереження родючості ґрунту, зменшення енергетичних витрат та ефективніше використання вологи. Основою такого підходу є скорочення кількості та глибини механічних обробітків ґрунту із максимальним збереженням рослинних решток на поверхні поля. Застосування мінімального обробітку під сою має особливе

значення в умовах недостатнього та нестійкого зволоження, оскільки сприяє накопиченню й збереженню продуктивної вологи у ґрунті. Рослинні рештки на поверхні зменшують випаровування води, захищають ґрунт від перегрівання та водної й вітрової ерозії.

Мінімалізація обробітку передбачає використання поверхневого або мілкового розпушування без обертання скиби, а також застосування комбінованих агрегатів, які за один прохід виконують кілька технологічних операцій. Така система дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, скоротити витрати пального та підвищити економічну ефективність вирощування культури [37].

Важливою перевагою мінімального обробітку є покращення біологічної активності ґрунту. Збереження органічних решток сприяє накопиченню гумусу, активізації діяльності ґрунтових мікроорганізмів і створенню сприятливих умов для розвитку бульбочкових бактерій, які забезпечують процес біологічної фіксації азоту у сої. Разом із тим мінімалізація обробітку потребує ефективної системи контролю бур'янів, оскільки за скорочення механічного обробітку може підвищуватися рівень забур'яненості посівів. Тому, у таких технологіях важливе значення мають правильна сівозміна, використання гербіцидів та якісний передпосівний обробіток.

Ефективність мінімального обробітку значною мірою залежить від типу ґрунту, попередника, рівня зволоження та агротехнічного забезпечення господарства. Найкращі результати така система демонструє на структурних ґрунтах із достатнім вмістом органічної речовини [38].

Технологія No-till (нульовий обробіток ґрунту) при вирощуванні сої є перспективним напрямом сучасного землеробства, який забезпечує збереження родючості ґрунту, підвищення ефективності використання вологи, зниження енергетичних витрат та екологізацію аграрного виробництва.

Технологія No-till є сучасною ресурсозберігаючою системою землеробства, яка передбачає вирощування сільськогосподарських культур без механічного обробітку ґрунту. За цієї технології насіння сої висівають безпосередньо у необроблений ґрунт, вкритий рослинними рештками попередньої культури.

Основною метою технології No-till є збереження природної структури ґрунту, мінімізація втрат вологи, захист ґрунту від ерозії та зменшення виробничих витрат. Для вирощування сої така система має особливе значення в умовах недостатнього зволоження та змін клімату.

Однією з головних переваг No-till є ефективне накопичення і збереження продуктивної вологи. Рослинні рештки на поверхні поля виконують роль мульчі, яка зменшує випаровування води, захищає ґрунт від перегрівання та сприяє покращенню водного режиму, що особливо важливо для сої у критичні фази розвитку – під час цвітіння та формування бобів.

Технологія No-till позитивно впливає на агрофізичні властивості ґрунту. Збереження органічних решток сприяє накопиченню гумусу, активізації мікробіологічних процесів та покращенню структури ґрунту. Крім того, створюються сприятливі умови для розвитку бульбочкових бактерій, що підвищує ефективність біологічної фіксації азоту. Важливим елементом технології є правильний підбір попередників і дотримання сівозміни. Найкращими попередниками для сої у системі No-till є зернові колосові культури, які залишають достатню кількість рослинних решток і забезпечують сприятливий фітосанітарний стан поля.

Особливу увагу за технології No-till приділяють контролю бур'янів. Через відсутність механічного обробітку ґрунту основну роль у боротьбі з бур'яною рослинністю відіграє система гербіцидного захисту. Ефективне застосування гербіцидів у поєднанні з правильною сівозміною дозволяє підтримувати посіви сої у чистому стані. Для сівби сої за технологією No-till використовують спеціальні сівалки, здатні якісно висівати насіння у необроблений ґрунт через шар рослинних решток. Важливе значення має рівномірне загортання насіння та забезпечення його контакту з ґрунтом для отримання дружних сходів.

Разом із перевагами технологія No-till має певні особливості та труднощі. На початкових етапах впровадження можливе ущільнення верхнього шару ґрунту, збільшення забур'яненості або повільніше прогрівання ґрунту навесні. Ефективність системи значною мірою залежить від рівня технологічного

забезпечення господарства та правильного дотримання всіх елементів технології [39, 40].

Передпосівний обробіток ґрунту спрямований на створення дрібногрудочкуватого посівного шару, вирівнювання поверхні поля та знищення проростків бур'янів. Соя потребує добре підготовленого ґрунту, оскільки насіння повільно проростає, а молоді рослини на початкових етапах розвитку є чутливими до ущільнення ґрунту та забур'яненості. Якісний передпосівний обробіток сприяє рівномірному загортанню насіння на задану глибину та забезпечує швидке отримання сходів [41].

Ранньовесняне боронування проводять для закриття вологи, руйнування ґрунтової кірки та вирівнювання поверхні поля. Ранньовесняне боронування сприяє зменшенню випаровування вологи та покращує аерацію верхнього шару ґрунту. Передпосівну культивуацію здійснюють на глибину загортання насіння – 4-6 см, що забезпечує розпушення верхнього шару ґрунту, знищення проростків бур'янів та створення оптимального посівного ложа. Важливо, щоб глибина культивуації була рівномірною по всьому полю.

Вирівняна поверхня поля забезпечує рівномірну роботу сівалки, однакову глибину висіву насіння та полегшує проведення подальших технологічних операцій, зокрема догляду за посівами і збирання врожаю. На легких або надмірно розпушених ґрунтах після передпосівного обробітку або сівби можуть застосовувати коткування. Коткування покращує контакт насіння з ґрунтом, сприяє підтягуванню вологи до насіння та забезпечує дружні сходи [42].

У сучасних технологіях вирощування сої все частіше використовують комбіновані агрегати, які за один прохід виконують кілька операцій – розпушення, вирівнювання. Використання комбінованих агрегатів дозволяє скоротити витрати пального, зменшити ущільнення ґрунту та зберегти продуктивну вологу. Особливо ефективними комбіновані агрегати є в умовах мінімалізації обробітку ґрунту та ресурсозберігаючих технологій вирощування сої.

Важливим аспектом системи обробітку ґрунту під сою є боротьба з бур'янами, через повільний ріст рослин на початкових фазах розвитку соя слабо конкурує з бур'янами. Система обробітку повинна поєднувати механічні та, за потреби, хімічні заходи контролю забур'яненості. Ефективний обробіток ґрунту сприяє покращенню агрофізичних властивостей ґрунту, підвищенню його біологічної активності та створенню сприятливих умов для діяльності бульбочкових бактерій. Це забезпечує кращий ріст і розвиток рослин сої та формування високої й стабільної врожайності.

Система обробітку ґрунту під сою повинна бути адаптованою до конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства та поєднувати заходи, спрямовані на збереження вологи, покращення родючості ґрунту, контроль бур'янів і створення оптимальних умов для росту та розвитку культури [43].

Система удобрення сої є важливим елементом технології вирощування культури, оскільки забезпечує оптимальні умови для росту, розвитку рослин та формування високої врожайності. Система удобрення повинна бути спрямована на створення оптимального поживного режиму ґрунту. Соя здатна фіксувати атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій та разом з тим культура потребує збалансованого забезпечення макро- і мікроелементами живлення.

Особливістю сої є висока потреба у поживних речовинах упродовж вегетаційного періоду. Для формування 1 т насіння та відповідної кількості побічної продукції рослини сої використовують значну кількість азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію та мікроелементів. Для формування 1 т насіння сої разом із відповідною кількістю побічної продукції рослини виносять із ґрунту таку кількість основних макроелементів: азот (N) – 70-90 кг, фосфор (P_2O_5) – 15-25 кг, калій (K_2O) – 30-50 кг [44].

Найбільшу потребу соя має в азоті та калії. Частина потреби в азоті культура здатна забезпечувати за рахунок симбіотичної азотфіксації бульбочковими бактеріями, особливо за ефективної інокуляції насіння. На початкових етапах розвитку рослини використовують мінеральний азот із ґрунту, а після утворення бульбочок основна частина потреби забезпечується за рахунок біологічної

азотфіксації. Для активізації цього процесу важливе значення має інокуляція насіння препаратами бульбочкових бактерій. Надмірне внесення азотних добрив може пригнічувати утворення бульбочок і знижувати ефективність симбіотичної азотфіксації.

Фосфор є одним із найважливіших елементів живлення сої. Він сприяє розвитку кореневої системи, активізує енергетичні процеси, стимулює утворення бульбочок і прискорює досягання рослин. Особливо важливе фосфорне живлення на ранніх етапах розвитку культури.

Калій підвищує стійкість рослин до посухи, покращує водний режим, сприяє синтезу білків та підвищує якість насіння. Достатнє калійне живлення позитивно впливає на стійкість сої до несприятливих умов навколишнього середовища.

Органічні добрива відіграють важливу роль у технології вирощування сої, оскільки сприяють покращенню родючості ґрунту, активізації біологічних процесів та формуванню високої врожайності культури. Їх застосування забезпечує рослини поживними речовинами, покращує агрофізичні властивості ґрунту та підвищує ефективність використання мінеральних добрив.

Безпосередньо під сою свіжий гній вносять рідко, оскільки, це може спричинити надмірний розвиток вегетативної маси, подовження періоду досягання та посилення забур'яненості посівів. Найчастіше органічні добрива вносять під попередник сої у сівозміні. Післядія органічних добрив позитивно впливає на ріст і розвиток культури впродовж кількох років [45].

Соя є культурою, яка характеризується високою потребою не лише в макроелементах, а й у мікроелементах. Мікроелементи беруть активну участь у фізіолого-біохімічних процесах рослин, впливають на ріст, розвиток, фотосинтез, азотфіксацію та формування врожайності. При нестачі окремих мікроелементів продуктивність сої може істотно зменшуватися. Важливе значення для сої мають мікроелементи, зокрема, молібден, бор, марганець, цинк і кобальт.

Молибден має особливе значення для сої, оскільки бере участь у процесах біологічної фіксації азоту та синтезі білка. Він активізує діяльність бульбочкових бактерій і сприяє утворенню бульбочок на коренях. При нестачі молибдену погіршується азотне живлення рослин, сповільнюється ріст і знижується врожайність. Молибден локалізується в молодих органах рослини. В кінці вегетації більша частина його зосереджується в достиглому насінні. Молибден входить до складу ферменту нітрогенази, який сприяє біологічній фіксації азоту атмосфери.

Специфічна роль молибдену в процесі азотфіксації обумовлюється покращенням азотного живлення бобових культур, підвищує ефективність фосфорних та калійних добрив, при цьому поряд з ростом урожайності підвищується вміст білка [46, 47].

Бор необхідний для нормального цвітіння, запилення та формування бобів. Він покращує транспорт вуглеводів у рослині, підвищує стійкість до стресових умов та сприяє кращому зав'язуванню насіння. Дефіцит бору може спричинити опадання квіток і бобів.

Марганець бере участь у процесах фотосинтезу, дихання та азотного обміну. Особливо важливий він для активізації ферментних систем. Нестача марганцю часто проявляється у вигляді хлорозу листя.

Цинк впливає на синтез ростових речовин, розвиток кореневої системи та процеси білкового обміну. За його нестачі рослини пригнічуються, уповільнюється ріст і знижується продуктивність.

Кобальт сприяє активізації діяльності бульбочкових бактерій та покращує процеси азотфіксації. Він є важливим елементом для формування ефективного симбіозу між рослиною і мікроорганізмами. Мідь і залізо беруть участь у процесах фотосинтезу, дихання та окисно-відновних реакціях. Їх дефіцит негативно впливає на ріст рослин і формування врожаю.

Для забезпечення сої мікроелементами застосовують: передпосівну обробку насіння, інокуляцію з додаванням мікроелементів, позакореневі підживлення у критичні фази розвитку. Особливо ефективним є поєднання мікроелементів з

інокулянтами та біостимуляторами, що сприяє активізації фізіологічних процесів і підвищенню стійкості рослин до несприятливих умов середовища [48, 49].

Позакореневе підживлення сої забезпечує оперативне надходження елементів живлення через листову поверхню рослин. Такий спосіб удобрення дозволяє швидко усунути дефіцит поживних речовин, активізувати фізіологічні процеси та підвищити стійкість рослин до несприятливих умов середовища.

Для досягнення високої ефективності позакорневих підживлень необхідно дотримуватись таких вимог: проводити обробки у ранкові або вечірні години, уникати підживлення за високих температур і сильного сонячного випромінювання, використовувати робочі розчини оптимальної концентрації, забезпечувати рівномірне покриття листової поверхні, поєднувати підживлення із засобами захисту рослин лише за сумісності препаратів.

Позакореневі підживлення особливо ефективні в умовах посухи, низької доступності елементів живлення у ґрунті або пригнічення кореневої системи. Позакореневе підживлення сої проводять у найбільш критичні фази росту та розвитку культури, коли потреба рослин у поживних елементах значно зростає. Найефективнішими є такі строки проведення позакорневих підживлень:

Фаза 2-3 або 3-5 трійчастих листків – для стимулювання росту рослин, розвитку кореневої системи та активізації бульбочкових бактерій. У цей період особливо важливими є молібден, кобальт і цинк.

Фаза бутонізації – для покращення формування генеративних органів і підвищення стійкості рослин до стресових умов. Часто застосовують бор, марганець та комплексні мікродобрива.

Фаза цвітіння – для покращення запилення, зменшення опадання квіток і бобів, а також активізації процесів азотфіксації.

Фаза формування бобів – для забезпечення кращого наливу насіння, підвищення вмісту білка й олії та покращення врожайності [50].

Система удобрення сої повинна враховувати ґрунтово-кліматичні умови, рівень забезпеченості ґрунту поживними речовинами, запланований рівень урожайності та біологічні особливості сорту.

Високу ефективність забезпечує поєднання органічних і мінеральних добрив із біологічними препаратами. У сучасних умовах важливого значення набуває застосування ресурсозберігаючих та екологічно безпечних систем удобрення, які сприяють підвищенню продуктивності культури, збереженню родючості ґрунтів та зниженню негативного впливу на довкілля. Раціональна система удобрення сої є необхідною умовою формування високої та стабільної врожайності, підвищення якості насіння і ефективного використання природного потенціалу культури [51].

Умови Лівобережного Лісостепу України є сприятливими для вирощування сої завдяки достатньому тепловому забезпеченню та родючим ґрунтам. Проте нестійке зволоження й періодичні посухи вимагають правильного підбору сортів, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов регіону. Для ефективного вирощування необхідно використовувати високопродуктивні, скоростиглі та стійкі до хвороб і стресових факторів сорти.

Сорт сої, насамперед, має відповідати сучасним вимогам виробництва. За умов інтенсифікації аграрного сектору важливого значення набуває здатність сорту максимально реалізовувати власний генетичний потенціал продуктивності. У селекційній роботі значну увагу приділяють створенню адаптивних сортів, які характеризуються високою врожайністю та стійкістю до несприятливих абіотичних і біотичних чинників [52].

Потенційні можливості сучасних сортів сої у виробничих умовах використовуються не повною мірою. Рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності культури нині становить близько 60 %. Для повного розкриття продуктивних властивостей сортів необхідне дотримання науково-обґрунтованих елементів технології вирощування сої.

Запровадження у виробництво високопродуктивних сортів повинно супроводжуватися комплексним дотриманням технологічних заходів. Важливе

значення мають правильне розміщення культури в сівозміні, оптимізація системи живлення рослин, ефективний контроль бур'янів, шкідників і хвороб. Лише за гармонійного поєднання цих чинників можливо забезпечити максимальну реалізацію генетичного потенціалу сортів сої [53, 54].

Під час проведення державної кваліфікаційної експертизи сортів сої на придатність до поширення в Україні обов'язково здійснюють оцінювання їхньої стійкості до основних хвороб.

Агроекологічну стійкість сортів визначають за рівнем ураження найбільш поширеними захворюваннями, зокрема пероноспорозом, аскохітозом, бактеріозом, септоріозом і фузаріозом.

Визначають стійкість сортів сої до хвороб, посухи, вилягання рослин і обсіпання насіння за дев'ятибальною шкалою (1-9 балів), згідно якої 9 балів – найвища стійкість, а 1 бал – найнижча.

Залежно від тривалості вегетаційного періоду сорти сої, що є в Державному реєстрі сортів рослин поділяють на групи стиглості: скоростиглі, ранньостиглі, середньоранні та середньостиглі. Такий поділ має важливе значення для правильного підбору сортів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування.

До основних показників технологічності сортів сої відносять висоту кріплення нижніх бобів, висоту рослин, стійкість до вилягання та осипання. Товщина стебла сої є важливою морфологічною ознакою, яка значною мірою впливає на стійкість рослин до вилягання [55, 56].

Станом на 2024 рік у Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні, було зареєстровано 340 сортів сої як української, так і зарубіжної селекції.

В 2026 році в Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні – 279 сортів сої.

Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні нараховував 279 сортів сої на 2022 рік. В 2013 році їх кількість становила 125. З

2013 по 2022 рік кількість сортів сої в Державному реєстрі зростає більше, ніж у 2 рази (рис. 2).

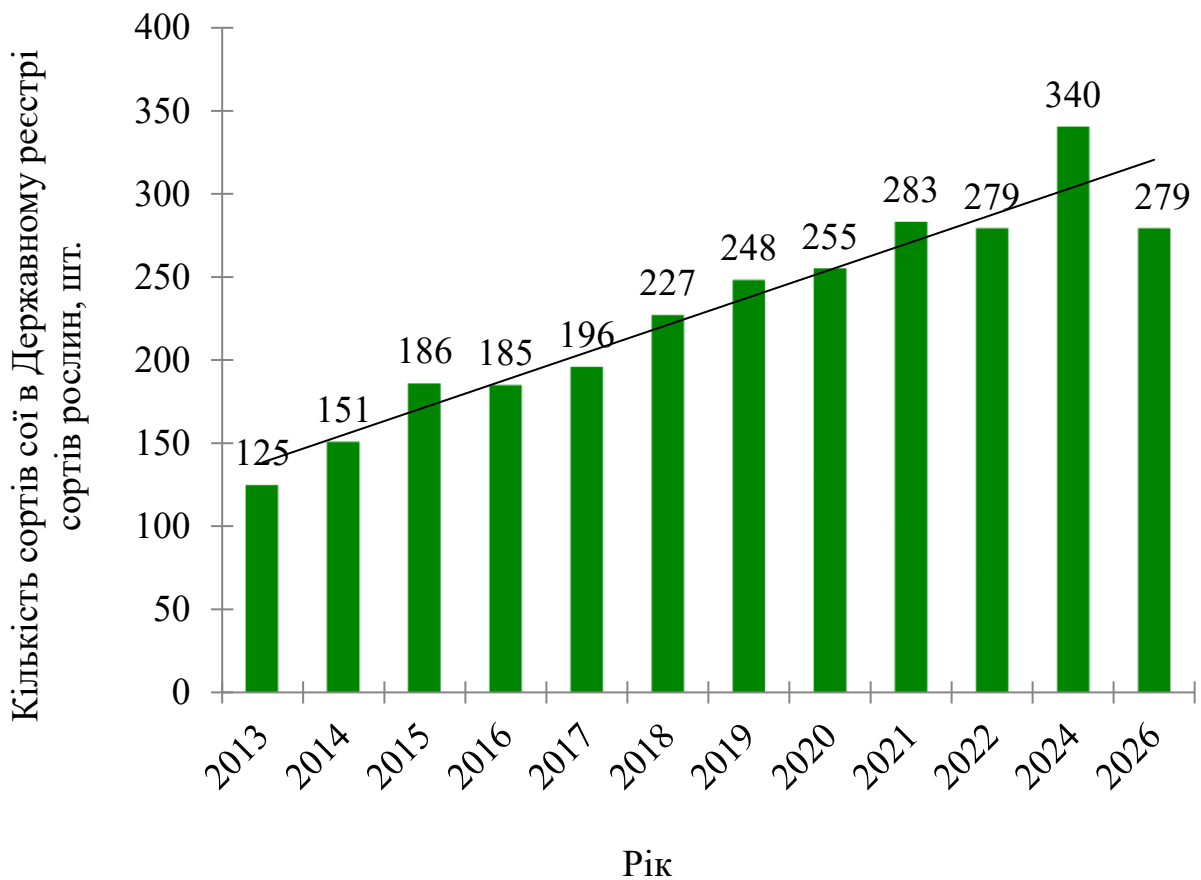


Рисунок 2. Динаміка кількості сортів сої в Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні, 2013-2026 рр. [39]

Джерело рисунка: [57].

В Україні селекцією сої займаються науково-дослідні установи, селекційні центри, які створюють високопродуктивні, адаптивні та стійкі до несприятливих умов сорти. Вітчизняні сорти сої характеризуються доброю пристосованістю до ґрунтово-кліматичних умов України, високим потенціалом урожайності та підвищеним вмістом білка й олії. Українські установи-оригінатори відіграють важливу роль у розвитку селекції сої та забезпеченні аграрного виробництва конкурентоспроможними сортами, адаптованими до умов вирощування в Україні [58].

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН є визнаним лідером у селекції сої в Україні. За роки роботи науковцями інституту було створено цілу низку сортів, які адаптовані до різних кліматичних зон і вирізняються високою продуктивністю та якістю зерна.

Сорт сої Агат внесений до Реєстру сортів у 2000 році та рекомендований для вирощування в умовах Лісостепу і Степу. Тривалість вегетаційного періоду становить 110-120 діб. Потенційна врожайність сорту сягає 2,68–2,97 т/га. Належить до сортів зернового напрямку використання.

Сорт Діадема Поділля занесений до Реєстру у 2015 році для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся. Вегетаційний період становить 105-115 діб. Потенціал урожайності 2,65-2,85 т/га. Належить до сортів зернового напрямку використання.

Сорт Самородок зареєстрований у 2018 році для Лісостепу та Степу. Це середньоранньостиглий сорт із тривалістю періоду вегетації 97-108 діб. Його потенційна врожайність досягає 5,0 т/га. Призначений для зернового використання.

Сорт Азимут включений до Реєстру сортів у 2019 році та рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу і Поліссі. Вегетаційний період – 107-125 діб. Потенційний рівень урожайності становить 3,3-3,6 т/га. Призначений для зернового використання.

Сорт Паллада внесена до Реєстру у 2020 році для зон Лісостепу та Степу. Сорт належить до ранньостиглих, а тривалість його вегетаційного періоду становить 103-115 діб. Потенціал урожайності – 2,6-3,0 т/га. Напрямок використання – зерновий.

Сорт Титан зареєстрований у 2020 році для вирощування в Лісостепу та Степу. Це ранньостиглий сорт із вегетаційним періодом 110-115 діб. Потенційна врожайність становить 3,2-3,5 т/га. Напрямок використання – зерновий.

Сорт Тріада внесений до Реєстру сортів у 2015 році для зон Степу, Лісостепу та Полісся. Вегетаційний період становить 110-120 діб. Потенційна врожайність сорту 2,54-2,76 т/га. Напрямок використання – зерновий.

Сорт Чураївна зареєстрований у 2020 році для вирощування в Степу, Лісостепу та Поліссі. Належить до середньоранньостиглих сортів. Вегетаційний період становить 115-120 діб. Потенціал урожайності досягає 2,48 т/га. Тип використання – зерновий [59].

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України веде селекційну роботу зі створення високопродуктивних та адаптивних сортів сої для різних зон України.

Скоростиглі та ранньостиглі сорти цінуються за можливість раннього збору врожаю та використання їх як гарних попередників під озимі культури.

Сорт Кобза – один із найпопулярніших ранньостиглих сортів (тривалість вегетаційного періоду становить 95-98 днів). Має потенціал урожайності 3,3–3,5 т/га, вміст білка 37-39% та високу стійкість до осипання. Сорт Спритна – ранньостиглий сорт, адаптований до різних типів ґрунтів, вирізняється стабільною врожайністю, навіть за несприятливих умов. Сорт Мальвіна характеризується високою пластичністю та стійкістю до основних збудників хвороб. Сорт сої Байка поєднує ранньостиглість із високим кріпленням нижніх бобів, що мінімізує втрати при механізованому збиранні.

Середньоранні та середньостиглі сорти мають вищий потенціал урожайності завдяки довшому вегетаційному періоду.

Сорт Різдяна – високобілковий сорт зернового напрямку з підвищеною посухостійкістю. Один із лідерів за якісними показниками зерна. Сорт характеризується світло-сірим опушенням і фіолетовими квітками. Насіння жовтого кольору, овально-кулястої форми, зі світло-коричневим рубчиком та вічком. Маса 1000 насінин становить 140-180 г. Належить до ранньостиглих сортів, тривалість вегетаційного періоду складає 98-100 діб. Висота рослин варіює в межах 70-90 см, висота кріплення нижніх бобів 15 см. Сорт відзначається високою стійкістю до вилягання та осипання насіння, має підвищену посухостійкість і стійкість до основних хвороб. Вміст білка в насінні становить у середньому 38,7-43,6%, олії - 21,0 %.

Сорт сої Писанка. Рослини мають світло-сіре опушення та фіолетові квітки. Насіння жовтого кольору зі світло-коричневим рубчиком. Маса 1000 насінин становить 130-180 г. Сорт належить до ранньостиглих, тривалість вегетаційного періоду складає 94-96 діб. Висота рослин варіює в межах 70-90 см, а висота кріплення нижніх бобів становить 16 см. Сорт характеризується високою стійкістю до вилягання рослин і осипання насіння. Також сорт відзначається доброю посухостійкістю та підвищеною стійкістю до хвороб. Середній вміст білка в насінні становить 38,3%, а олії – 21,5%.

Сорт сої Перлина – сорт інтенсивного типу, що вимагає високого агрофону, але віддячує рекордною врожайністю. Сорт сої Естафета – вирізняється стійкістю до вилягання та високим вмістом олії [60].

Інститут олійних культур НААН України проводить селекційну роботу зі створення високобілкових сортів сої. Сорти сої запорізької селекції Етюд, Ранок, Офелія, Спринт, Маша, Шарм, Галі, Дені, Рапсодія [61].

Сорт сої Спринт має тривалість вегетаційного періоду 84 доби. Рослини досягають висоти до 83 см, а висота кріплення нижніх бобів – 10-13 см від поверхні ґрунту. Урожайність у зоні Степу становить у середньому 2,0 т/га, у Лісостепу може досягати 2,5 т/га. Маса 1000 насінин знаходиться в межах 100-130 г. Насіння характеризується вмістом олії на рівні 20-23%, а білка – 36-38%. Сорт відзначається стійкістю до вилягання, а боби не розтріскуються навіть за перестоювання рослин. Також він має підвищену стійкість до бактеріозу та вірусної мозаїки.

Завдяки короткому періоду вегетації сорт придатний для повторних посівів. У разі вирощування в основних посівах забезпечує раннє звільнення площ, що дає можливість своєчасно підготувати ґрунт під озимі зернові культури. Сорт належить до зернового типу, характеризується високою посухостійкістю та є добрим попередником для більшості сільськогосподарських культур.

Сорт сої Галі має тривалість вегетаційного періоду – 84-90 діб, висоту рослин – 70-80 см, висоту прикріплення нижніх бобів – 12-15 см, масу 1000 насінин – 120-140 г, високий вміст білка в олії – 36-38%, олійність – 23-25%,

урожайність насіння – 1,5-2,0 т/га. Сорт інтенсивного типу відрізняється підвищеною продуктивністю, технологічний, посухостійкий, добре реагує на зрошення, стійкий проти вилягання рослин та розтріскування бобів, пристосований до умов збирання, добрий попередником для всіх сільськогосподарських культур. Рекомендовано для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Сорт сої Дені має тривалість вегетаційного періоду - 89-90 діб. Висота рослин – 70-90 см. Висота прикріплення нижніх бобів – 10-12 см. Маса 1000 насінин - 113-125 г. Вміст білка – 36-38%, олії – 22-23%. Урожайність – 1,4-2,0 т/га. Сорт технологічний, посухостійкий, добре реагує на зрошення. Стійкий проти вилягання рослин та розтріскування бобів. В польових умовах стійкий проти грибкових і бактеріальних хвороб. Є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур. Рекомендовано для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Сорт сої Шарм. Тривалість вегетаційного періоду сорту становить 115-117 діб. Висота рослин варіює в межах 95-110 см, а висота кріплення нижніх бобів 10-13 см від поверхні ґрунту. Маса 1000 насінин складає 127-145 г. Насіння характеризується високим вмістом олії – 24-25%, що забезпечує добрі смакові властивості та робить сорт придатним для використання в олійно-жировій промисловості. Вміст білка становить 35-38 %. Урожайність сорту в умовах Лісостепу досягає 2,5 т/га, а в зоні Полісся до 2,0 т/га. Сорт відзначається посухостійкістю, стійкістю до вилягання рослин і розтріскування бобів. Сорт добре реагує на зрошення, технологічний. Сорт рекомендований для вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Сорт сої Рапсодія. Тривалість вегетаційного періоду становить 123 доби. Висота рослин – 90-110 см. Опущення стебла біле. Листя помірного зеленого кольору, середнього розміру, овальної форми і при досяганні опадає. Квітка фіолетова. Висота прикріплення нижніх бобів – 12-15 см. Маса 1000 насінин варіює в межах 85-115 г. Вміст білка становить 36-37%, а олії – 23-25%.

Урожайність знаходиться на рівні 1,4-2,0 т/га. Стійкий проти вилягання рослин та розтріскування бобів.

Інститут сільського господарства Степу НААН України спеціалізується на створенні сортів для умов недостатнього зволоження. Сорти сої Камея, Златопільська.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення НААН України провадить селекційну роботу зі створення сортів сої з високою продуктивністю та стійкістю до стресових факторів. Сорти одеської селекції Альтаїр, Аркадія одеська, Хаджибей, Чорнобура, Успіх [62, 63].

Вітчизняні наукові установи постійно працюють над створенням сортів сої з високим потенціалом урожайності, адаптованих до змін клімату, стійких до посухи, вилягання та хвороб, придатних до механізованого збирання, з високим вмістом білка та олії.

Селекція сільськогосподарських культур на стійкість до несприятливих умов довкілля є одним із пріоритетних напрямів сучасної селекційної науки. Це пов'язано з тим, що можливості регулювання тривалих і особливо короткочасних стресових факторів середовища є обмеженими, тоді як їх негативний вплив на рівень урожайності може бути дуже значним.

Особливої актуальності проблема набуває в умовах інтенсивних технологій вирощування культур, оскільки застосування високих доз азотних добрив, загущення посівів та зрошення активізують ростові процеси рослин, але водночас знижують їх стійкість до короткочасних несприятливих чинників навколишнього середовища.

Для України ця проблема має важливе значення через те, що значна частина території країни характеризується недостатнім зволоженням і посушливими кліматичними умовами. Крім того, понад половина орних земель представлена кислими, засоленими, перезволоженими або еродованими ґрунтами. За таких умов сучасний сорт повинен поєднувати високу продуктивність із здатністю адаптуватися до конкретних екологічних факторів. Саме створення пластичних і адаптивних сортів є одним із головних завдань сучасної селекції [64].

Адаптивність високопродуктивних сортів сої полягає не лише у стійкості до несприятливих факторів довкілля, а й у здатності максимально ефективно використовувати елементи інтенсивної технології, зокрема зрошення та мінеральне живлення. Важливість адаптивної селекції також пов'язана з необхідністю виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва та охороною навколишнього середовища [65].

Створення сортів, стійких до шкідників і хвороб, дозволяє зменшити потребу у застосуванні хімічних засобів захисту рослин. Адаптивна селекція охоплює комплекс методів селекційної роботи, спрямованих на виведення сортів, здатних формувати високий рівень продуктивності в конкретних природно-кліматичних умовах регіону за існуючих технологій вирощування. Екологічно орієнтований підхід у селекції передбачає генетико-фізіологічне обґрунтування моделі пластичного сорту з урахуванням основних лімітуючих факторів середовища тієї зони, для якої створюється сорт [66].

Ефективність селекції на стійкість сортів сої до стресових факторів визначається не лише досвідом селекціонера, а й наявністю цінного вихідного матеріалу та дієвих методів оцінювання адаптивних властивостей рослин. Важливими складовими методики селекції на стійкість є систематичне дослідження селекційного матеріалу, оцінювання морфологічних і фізіологічних характеристик, а також виявлення та добір високопродуктивних джерел і донорів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Бажано, щоб такі вихідні форми поєднували стійкість із цінними господарськими ознаками.

На сучасному етапі розвитку селекції створено високоадаптивні сорти, які характеризуються значним рівнем генетичної стійкості до впливу біотичних та абіотичних чинників. Такі сорти здатні ефективно реалізовувати потенціал продуктивності та одночасно формувати насіння високої якості [67, 68].

Для сівби використовують високоякісне насіння сучасних сортів із високими показниками схожості, чистоти та енергії проростання. Насіння повинно бути вирівняним за розміром, неушкодженим і відповідати посівним стандартам. Для оцінювання посівних властивостей насіння сої проводять

лабораторний аналіз у спеціалізованих сертифікованих установах. Під час дослідження визначають показники сортової чистоти, яка повинна становити не менше 98%, лабораторної схожості – не нижче 90%, енергії проростання, а також масу 1000 насінин [69].

Маса 1000 насінин є важливим показником якості насіння сої, який характеризує крупність насіння та певною мірою впливає на польову схожість, енергію проростання і продуктивність рослин. Цей показник залежить від сорту, ґрунтово-кліматичних умов, рівня агротехніки та умов формування врожаю. У різних сортів сої маса 1000 насінин може значно варіювати. Для умов України найчастіше маса 1000 насінин сої перебуває в межах 140-200 г.

На величину маси 1000 насінин впливають: сортові особливості, забезпечення рослин вологою, рівень мінерального живлення, густина стояння рослин, температурний режим у період наливу насіння. За недостатнього вологозабезпечення або високих температур під час наливу бобів маса 1000 насінин зазвичай зменшується. Маса 1000 насінин є важливим господарсько-біологічним показником сої, що характеризує якість насіння та впливає на формування продуктивності культури [70, 71].

Інокуляція насіння сої є одним із найважливіших елементів сучасної технології вирощування культури. Вона полягає в обробці насіння спеціальними препаратами, що містять бульбочкові бактерії (*Bradyrhizobium japonicum*), які здатні вступати у симбіоз із рослинами сої та забезпечувати фіксацію атмосферного азоту.

Соя характеризується високою потребою в азоті, і значну частину цієї потреби рослини можуть забезпечувати за рахунок біологічної азотфіксації. За ефективного функціонування бульбочкових бактерій рослини здатні засвоювати до 60-70% необхідного азоту з атмосфери, що суттєво зменшує потребу у внесенні азотних добрив. Інокуляція насіння сприяє: активному утворенню бульбочок на коренях, покращенню азотного живлення рослин, посиленню росту та розвитку сої, підвищенню врожайності, збільшенню вмісту білка в насінні, покращенню родючості ґрунту [72].

Для інокуляції використовують спеціальні бактеріальні препарати: Ризогумін, Ризоактив, Ризобофіт, Ризолайн, Ризофікс, Нітрагін, Нітрофікс, Оптімайз, HiStick.

Інокулянти можуть бути: рідкими, торф'яними, порошкоподібними, гелевими. Рідкі інокулянти характеризуються рівномірним нанесенням на насіння, високою концентрацією бактерій та зручністю у використанні. Проте вони мають обмежений термін зберігання та чутливі до температурних умов. Торф'яні інокулянти – високоефективні біологічні препарати на основі стерилізованого торфу, що слугує природним живильним середовищем і надійним захистом для корисних бактерій. Порошкоподібні інокулянти є простими у використанні та мають добру сипучість, однак потребують якісного прилипаха для рівномірного нанесення на насіння. Гелеві інокулянти забезпечують надійний контакт бактерій із насінням, створюють захисну плівку навколо насіння.

Обробку насіння проводять безпосередньо перед сівбою. Важливо забезпечити рівномірне нанесення препарату на поверхню насіння та уникати пересихання інокульованого матеріалу.

Під час проведення інокуляції необхідно: уникати дії прямих сонячних променів, висівати насіння у вологий ґрунт, дотримуватись рекомендованих норм препарату, враховувати сумісність інокулянтів із протруйниками [73, 74].

Деякі фунгіцидні препарати можуть негативно впливати на життєздатність бульбочкових бактерій, тому часто застосовують спеціальні захисні компоненти або проводять інокуляцію після протруювання. Для активної роботи бульбочкових бактерій необхідні: достатня вологість ґрунту, оптимальна температура, нейтральна або слабокисла реакція ґрунтового розчину, достатнє забезпечення фосфором, калієм, молібденом і кобальтом.

За сприятливих умов на коренях сої утворюються бульбочки рожевого кольору, що свідчить про ефективне проходження процесу азотфіксації. Інокуляція насіння сої є високоефективним і економічно вигідним

агротехнічним заходом, який забезпечує покращення азотного живлення рослин, підвищення врожайності та збереження родючості ґрунту.

Протруювання насіння сої є важливим елементом передпосівної підготовки, що забезпечує захист насіння та сходів від комплексу хвороб і ґрунтових шкідників на початкових етапах росту та розвитку рослин. Якісне протруювання сприяє підвищенню польової схожості, формуванню дружних сходів і створює передумови для отримання високої врожайності культури [75-77].

Насіння сої може уражуватися збудниками грибних і бактеріальних хвороб, які передаються через насіннєвий матеріал або зберігаються у ґрунті. Найпоширенішими хворобами є фузаріоз, кореневі гнилі, аскохітоз, пероноспороз, бактеріози. Протруювання дозволяє значно знизити ураження рослин у початковій фазі розвитку та забезпечує кращу стійкість сходів до несприятливих умов середовища. Для обробки насіння використовують фунгіцидні або комбіновані фунгіцидно-інсектицидні препарати на основі різних діючих речовин.

Протруювання проводять завчасно або безпосередньо перед сівбою за допомогою спеціальних протруювачів. Важливо забезпечити рівномірне нанесення препарату, дотримання рекомендованих норм витрати, якісне покриття поверхні насіння, мінімальне травмування насіння. Для обробки використовують чисте та відкаліброване насіння з високими посівними якостями.

Правильно проведене протруювання підвищує стійкість рослин до хвороб, забезпечує рівномірні сходи, покращує розвиток кореневої системи, сприяє формуванню високопродуктивних посівів. Протруювання насіння сої є важливим агротехнічним заходом, який забезпечує ефективний захист рослин на початкових етапах розвитку та створює сприятливі умови для формування стабільного врожаю культури [78].

Оптимальні строки сівби сої істотно впливають на польову схожість, ріст і розвиток рослин, формування бобів та рівень урожайності. Правильний вибір строків сівби забезпечує ефективне використання ґрунтової вологи, дружні

сходи, активний розвиток кореневої системи, реалізацію генетичного потенціалу сорту. Соя належить до культур пізніх строків сівби. Основною ознакою настання оптимального періоду для висіву є стабільне прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10-14 °С, а також встановлення середньодобової температури повітря на рівні 10-12 °С.

Насіння сої може проростати вже за температури 6-7 °С, проте за таких умов процес проростання відбувається повільно. Висівання у недостатньо прогрітій ґрунт часто спричиняє затримку появи сходів і підвищує ризик ураження рослин хворобами. Водночас температура ґрунту 16-18 °С свідчить про запізнення із сівбою, що може призвести до пересихання верхнього шару ґрунту та погіршення формування рівномірних і дружних сходів сої [79].

Залежно від ґрунтово-кліматичної зони оптимальні строки сівби можуть відрізнятися: у Лісостепу – друга половина квітня – початок травня, у Степу – середина – кінець квітня, на Поліссі – кінець квітня – перша декада травня.

Для умов Лівобережного Лісостепу оптимальним вважається висівання сої наприкінці квітня або на початку травня. Ранні строки сівби забезпечують: формування потужної кореневої системи, підвищення стійкості рослин до посухи; рівномірне досягання, підвищення врожайності. Однак надто рання сівба у недостатньо прогрітій ґрунт може призводити до затримки появи сходів, ураження насіння хворобами, зрідження посівів, зниження польової схожості. Запізнення із сівбою часто супроводжується дефіцитом ґрунтової вологи, погіршенням польової схожості, пригніченням росту рослин, зниженням урожайності.

Оптимальні строки сівби сприяють формуванню високопродуктивних агрофітоценозів та забезпечують стабільну врожайність культури. Вибір оптимальних строків сівби сої повинен базуватися на температурному режимі ґрунту, запасах продуктивної вологи, біологічних особливостях сорту та погодних умовах конкретного регіону вирощування [80].

Спосіб сівби сої є важливим елементом технології вирощування культури, оскільки він впливає на рівномірність розміщення рослин, рівень освітлення

посівів, використання вологи та поживних речовин, а також на формування врожайності. Вибір способу сівби залежить від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов, забезпечення вологою.

Рядковий спосіб сівби сої забезпечує рівномірне розміщення рослин, ефективне використання площі живлення, пригнічення бур'янів. Рядковий спосіб найчастіше застосовують за достатнього зволоження та на чистих від бур'янів полях. Широкорядну сівбу проводять із міжряддям 45-70 см. Перевагою широкорядного способу є можливість міжрядного обробітку, краща аерація посівів, зменшення ураження хворобами, ефективніший контроль бур'янів. Такий спосіб часто використовують у посушливих умовах за високої забур'яненості та при вирощуванні сої за мінімального застосування гербіцидів. Іноді застосовують стрічкову сівбу за схемою 50×15 чи 60×15 см [81, 82].

Глибина загортання насіння залежить від вологості та механічного складу ґрунту: 3-4 см на важких і вологих ґрунтах; 4-5 см на легких ґрунтах або за недостатнього зволоження. Надто глибоке загортання насіння може затримувати появу сходів і знижувати польову схожість.

Надмірне загущення посівів посилює конкуренцію між рослинами за світло, вологу та поживні речовини, що негативно впливає на формування бобів і насіння. Водночас недостатня густина призводить до неповного використання площі живлення та зниження продуктивності агроценозу.

Для різних зон України рекомендована густина рослин перед збиранням становить: у Степу – 400-500 тис. шт./га; у Лісостепу – 500-700 тис. шт./га; на Поліссі – 600-800 тис. шт./га. Норма висіву сої не є сталою цифрою, вона залежить від групи стиглості сорту, способу сівби та запасів вологи у ґрунті. Головна мета – досягти оптимальної густоти стояння рослин на момент збирання. Ранньостиглі сорти зазвичай висівають густіше, ніж середньостиглі та пізньостиглі. Норму висіву визначають з урахуванням маси 1000 насінин, лабораторної та польової схожості, бажаної густоти стояння рослин. Для отримання оптимальної густоти рослин норму висіву збільшують на 10-15 % порівняно з розрахунковою кількістю рослин перед збиранням [83-87].

Догляд за посівами сої є важливим елементом технології вирощування культури, спрямованим на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, ефективного використання вологи та поживних речовин, а також захисту посівів від бур'янів, шкідників і хвороб. Своєчасне та якісне проведення заходів догляду забезпечує формування високої та стабільної врожайності сої.

Після сівби за потреби проводять коткування, досходове боронування. Коткування сприяє ущільненню ґрунту, покращує контакт насіння з ґрунтом і забезпечує дружні сходи, особливо за недостатнього зволоження. Досходове боронування проводять через 3-5 днів після сівби для руйнування ґрунтової кірки та знищення сходів бур'янів, для цього використовують легкі або середні борони. Післясходове боронування застосовують у фазі першого трійчастого листка за умови доброго укорінення рослин. Воно сприяє знищенню бур'янів, покращенню аерації ґрунту, збереженню вологи. Боронування проводять обережно, щоб не пошкодити рослини сої.

За широкорядного способу сівби здійснюють міжрядні культивації: першу після появи сходів, наступні – залежно від забур'яненості та ущільнення ґрунту. Міжрядний обробіток забезпечує знищення бур'янів, розпушення ґрунту, покращення водно-повітряного режиму.

Соя на початкових етапах росту характеризується повільним розвитком і слабкою конкурентною здатністю, у порівнянні з бур'янами, тому контроль забур'яненості має велике значення. Для захисту посівів застосовують агротехнічні, механічні, хімічні методи .

У сучасному землеробстві гербіциди є невід'ємною складовою інтенсивних технологій вирощування сої. Використовують ґрунтові та післясходові гербіциди. Ґрунтові гербіциди застосовують до сівби, після сівби або до появи сходів культури. Вони пригнічують проростання бур'янів у верхньому шарі ґрунту. Ґрунтові гербіциди найбільш ефективно застосовувати при достатній вологості ґрунту. Післясходові гербіциди застосовують у період вегетації сої для контролю бур'янів, які вже зійшли [88].

Гербициди суцільної дії на основі гліфосату застосовують окремо або в бакових сумішах з іншими препаратами для розширення спектра контролю бур'янів. Їх використовують восени або навесні після відновлення вегетації бур'янової рослинності. Найефективнішим є весняне внесення у період активного росту бур'янів, коли відбувається інтенсивне переміщення поживних речовин між надземною частиною та кореневою системою. Найчастіше гліфосатвмісні препарати застосовують на недостатньо окультурених полях із високим рівнем забур'яненості багаторічними коренепаростковими, кореневищними злаковими та дводольними бур'янами.

У технологіях Mini-till і No-till гліфосат має важливе значення, оскільки дозволяє контролювати бур'яни без механічного обробітку ґрунту. Тривале й надмірне використання гліфосату може призводити до формування стійких видів бур'янів, накопичення резистентності, екологічних ризиків, порушення біологічної активності ґрунту.

Ефективність гербицидного захисту залежить від правильного підбору препарату, видового складу бур'янів, фази розвитку бур'янів, погодних умов, вологості ґрунту, дотримання рекомендованих норм внесення. Найкращі результати забезпечує інтегрована система захисту, яка поєднує агротехнічні заходи, сівозміну, міжрядний обробіток, хімічний контроль бур'янів. Неправильне використання гербицидів може спричинити пригнічення росту культури, накопичення залишків препарату у ґрунті, формування резистентності бур'янів. Важливо дотримуватися регламентів застосування препаратів та чергувати гербициди з різними механізмами дії.

Найбільш небезпечними бур'янами у посівах сої є лобода, щириця, паслін, а також багаторічні види – берізка польова, осот і амброзія. Проведення гербицидного обробітку до фази формування п'ятого трійчастого листка практично не має негативного впливу на майбутню врожайність культури.

Фаза утворення 1-3 трійчастих листків є одним із критичних періодів росту і розвитку сої, тому саме в цей час особливо важливо забезпечити ефективний контроль бур'янів і мінімізувати їх конкуренцію з культурними рослинами.

Для захисту посівів сої застосовують комплекс ґрунтових і післясходових гербіцидів. До ґрунтових препаратів належать Харнес, Трофі, Дуал Голд та інші. Післясходові гербіциди використовують для контролю: дводольних бур'янів – Базагран, Хармоні; злакових бур'янів – Селект, Міура; змішаного типу забур'яненості – Пульсар, Фабіан.

Для обмеження розвитку бур'янів у посівах сої застосовують ґрунтові гербіциди, які вносять до сівби, після сівби або до появи сходів культури. Їх використання дозволяє ефективно контролювати бур'яни на початкових етапах росту й розвитку сої, коли культура є найбільш чутливою до конкуренції. Серед препаратів, що демонструють високу ефективність проти однорічних дводольних, а також злакових бур'янів, використовують Дуал Голд 96% к.е. – 1,0-1,4 л/га; Фронт'єр 90% к.е. – 1,1-1,7 л/га; Півот 10% в.р.к. – 0,5-0,8 л/га; Харнес 90 % к.е. – 1,5-2,5 л/га [89-91].

Норми внесення препаратів та особливості їх застосування визначаються залежно від ґрунтово-кліматичних умов регіону, рівня забур'яненості поля та рекомендацій щодо використання пестицидів і агрохімікатів, дозволених в Україні [92].

У первинному ареалі походження сої культурної найбільшу шкодочинність серед хвороб мають фузаріоз, септоріоз, пероноспороз, церкоспороз, аскохітоз, бактеріози – кутуватий і пустульний, а також вірусна мозаїка. Для європейського регіону найбільш характерними та небезпечними є вугільна, сіра і біла гнилі, фузаріоз, пероноспороз, септоріоз, альтернаріоз, фітофтороз, рак стебла, бактеріальний опік, сім'ядольний бактеріоз, бактеріальне в'янення, пустульна плямистість і різні вірусні хвороби сої [93].

Сорти сої з підвищеною стійкістю до хвороб мають важливе значення для сучасного виробництва та характеризуються низкою переваг у технології вирощування. Використання таких сортів дозволяє зменшити ураження рослин основними захворюваннями сої, зокрема фузаріозом, аскохітозом, пероноспорозом, септоріозом і бактеріозом, що позитивно впливає на появу дружних сходів, ріст і розвиток рослин протягом усього періоду вегетації.

Застосування стійких сортів дає можливість знизити потребу у фунгіцидних обробках, завдяки чому скорочуються витрати на захист рослин та підвищується екологічна безпечність технології вирощування. Крім того, такі сорти забезпечують більш стабільний рівень урожайності та кращі показники якості насіння за різних ґрунтово-кліматичних умов, особливо у роки з надмірним зволоженням, коли поширення хвороб значно посилюється.

Впровадження у виробництво сортів сої, стійких до комплексу хвороб, сприяє підвищенню ефективності вирощування культури та покращенню економічних показників виробництва [94, 95].

Високою стійкістю до аскохітозу на рівні 9 балів у поєднанні з високими показниками врожайності характеризуються сорти Ахілеа, Покахонтас, Дакота, ЕС Компетитор, Алісія, ОАЦ Аттіка, ОАЦ Кенді, Альвеста, Сассекс, РЖТ Сакуза, ЕС Візітор, Абака, Атрактор, Кобуко, Стіне 11Н20, Стайн 07Ж22, АФК Темпо, ЕС Колектор, Смарагд, Комбінатор і Фріне.

У Державному реєстрі сортів рослин є сорти сої, що характеризуються стійкістю до пероноспорозу на рівні 9 балів. Поєднання високої стійкості до цієї хвороби та високої врожайності притаманне сортам Ахілеа, Покахонтас, Алісія, АФК Спрін, Кобуко, Стайн 07Ж22, АФК Темпо, Комбінатор, Кінгстон і Фріне.

Стійкість до бактеріозу на рівні 9 балів з високою врожайністю поєднують сорти Ахілеа, ЕС Компетитор, Алісія, Сассекс, РЖТ Сакуза, Стіне 11Н20, Стайн 07Ж22 і Смарагд.

Високий рівень урожайності у поєднанні зі стійкістю до септоріозу у сортів сої Крістіан, ЕС Компетитор, Алісія, Кобуко, Стіне 11Н20, Стайн 07Ж22, АФК Темпо, ЕС Колектор і Смарагд.

В Державному реєстрі сортів рослин наявні сорти сої, які характеризуються комплексною стійкістю до основних хвороб – фузаріозу, аскохітозу, пероноспорозу, бактеріозу та септоріозу, а також формують високий рівень урожайності – понад 3,5 т/га. До таких сортів належать: Фріне (3,50 т/га), Кінгстон (3,51 т/га), Ліска (3,52 т/га), Комбінатор (3,52 т/га), Смарагд (3,58 т/га), ЕС Колектор (3,63 т/га), АФК Темпо (3,64 т/га), Стайн 07Ж22 (3,65 т/га), Стіне

11Н20 (3,66 т/га), Атрактор (3,68 т/га), Кобуко (3,68 т/га), Абака (3,69 т/га), АФК Спрін (3,69 т/га), РЖТ Сателія (3,73 т/га), ЕС Візитор (3,75 т/га), РЖТ Сакуза (3,77 т/га), Сассекс (3,79 т/га), РЖТ Сальса (3,82 т/га), Альвеста (3,84 т/га), ОАЦ Кенді (3,87 т/га), ОАЦ Аттіка (3,91 т/га), Алісія (3,93 т/га), ЕС Компетітор (3,96 т/га), Дакота (3,97 т/га), Крістіан (4,02 т/га), Сахара (4,05 т/га), Покахонтас (4,08 т/га) та Ахілеа (4,38 т/га).

Окрім високої врожайності та стійкості до комплексу хвороб, зазначені сорти відзначаються підвищеними показниками якості насіння. Вміст білка у них становить від 37,2 до 44,6%. Найвищий рівень білка у сортів Ліска (44,6%), Комбінатор (43,2%), ОАЦ Аттіка (42,1 %), РЖТ Сакуза (42,0%), Абака (41,8 %), РЖТ Сальса (41,6 %), ЕС Компетітор і РЖТ Сателія (по 41,5%), Ахілеа (41,4 %). Найбільший вміст олії у сортів Фріне (22,6%), Кобуко (22,3 %), АФК Темпо (22,1%), Атрактор і Крістіан (по 22,0%), а також ОАЦ Кенді, Покахонтас, Сассекс і Смарагд, у яких цей показник становив 21,9% [96].

У результаті досліджень, проведених українськими науковцями, встановлено, що серед скоростиглих та ультраскоростиглих сортів сої, занесених до Державного реєстру сортів рослин України станом на 2021 рік, найвищою стійкістю до хвороб на рівні 9 балів – характеризувалися сорти Авантюрин, Кобза, Діона, Аррата, Рогізнянка та Арніка. Водночас найбільш сприйнятливими до ураження хворобами виявилися сорти Легенда із показником 8 балів та Геба – 8,5 балів.

Більшість сортів сої ранньостиглої групи стиглості відзначалися високою стійкістю до хвороб, за винятком сортів Галлек, Опус і Вільшанка. Для середньоранньостиглих сортів середній показник стійкості до хвороб становив 8,6 бала. Максимальний рівень стійкості 9 балів був зафіксований у 97 сортів сої. Найнижчі показники стійкості мали сорти Артеміда 6 балів, а також Асука і Витязь 50 – по 7 балів. У сортів середньостиглої групи рівень стійкості до хвороб коливався в межах 7-9 балів [97].

В умовах сучасного виробництва є можливість обрати сорти сої, що поєднують високу продуктивність, стійкість до найпоширеніших хвороб та добрі

показники якості насіння, що свідчить про їх значний потенціал для вирощування в Лівобережному Лісостепу України.

У системі захисту сої від грибкових і бактеріальних хвороб важливе значення мають глибока зяблева оранка та ретельне загортання рослинних решток у ґрунт, оскільки саме вони часто є джерелом інфекції. Такі заходи сприяють істотному зниженню ризику поширення аскохітозу, пероноспорозу. У разі виявлення фузаріозу на полі повторне вирощування сої на цій ділянці рекомендується не раніше ніж через 2-3 роки. Високу ефективність у профілактиці хвороб також забезпечує передпосівне протруювання насіння.

Під час вирощування сої необхідно дотримуватися просторової ізоляції від культур, які мають спільних збудників хвороб. Посіви сої доцільно розміщувати не ближче ніж за 1 км від багаторічних бобових трав та інших зернобобових культур. Не рекомендується висівати сою поблизу полів із зернобобовими культурами, ураженими хворобами, а також поряд із ділянками, де такі культури вирощувалися у попередньому році.

Дотримання просторової ізоляції допомагає запобігти поширенню аерогенних грибних і бактеріальних інфекцій та суттєво обмежує розвиток вірусних захворювань, насамперед, вірусу жовтої мозаїки.

Передпосівне протруювання насіння сої фунгіцидними препаратами не забезпечує повного захисту рослин від хвороб, проте є важливим та економічно доцільним елементом технології вирощування культури. Застосування протруйників сприяє кращому проростанню насіння за несприятливих умов та забезпечує захист сходів від ґрунтових патогенів, зокрема збудників фузаріозу. Особливо актуальним цей захід є в умовах надмірно вологої погоди навесні, коли активність ґрунтової інфекції значно зростає.

За появи перших симптомів ураження хворобами необхідно оперативно розпочати профілактичні обробки посівів сої фунгіцидами, дозволеними до використання в Україні. Протягом вегетаційного періоду зазвичай достатньо однієї або двох обробок, що дає змогу істотно знизити шкодочинність хвороб і мінімізувати їх вплив на рослини. Для підвищення ефективності захисту та

посилення стійкості сої до хвороб під час внесення фунгіцидів доцільно додавати до робочого розчину регулятори росту рослин.

Для ефективного захисту сої необхідно сфокусуватися на трьох критичних етапах: підготовка насіння – протруювання для запобігання плісняві, гнилям (кореневим/стебловим), антракнозу; початок цвітіння – період прихованого розвитку інфекцій (септоріоз), коли симптоми ще відсутні, але зараження вже відбувається; формування бобів – етап повторного зараження, у цей час дія попереднього фунгіцидного захисту завершується, що вимагає особливого контролю.

Зазвичай перша фунгіцидна обробка посівів сої припадає на початок цвітіння. Профілактичне обприскування рекомендується розпочинати на етапі бутонізації або за перших симптомів інфекції. При вирощуванні ультрастиглих сортів сої зазвичай планують лише одноразове внесення фунгіциду.

Сорти сої з тривалістю періоду вегетації понад 100 діб в умовах високої вологості та підвищених температур потребують дворазового внесення фунгіциду: у фазу бутонізації – початку цвітіння та на етапі завершення цвітіння – початку формування бобів. Для боротьби з септоріозом, пероноспорозом та фузаріозом використовують фунгіциди системної дії Фортеця ЕС к.е. (0,5-1,0 л/га), Альто супер 330 ЕС к.е. (0,4 л/га), Рекс дуо к.е. (0,5 л/га), Топсін М з.п. (0,8 кг/га).

Посилення уваги до фітосанітарного стану сої обумовлене високим ризиком переходу інфекції з вегетативних органів на репродуктивні. Ураження стебел і листя неминуче спричиняє інфікування бобів, що призводить до кумулятивного ефекту, а саме зниження врожайності та посівних і товарних характеристик зерна. Сучасна стратегія захисту має базуватися на інтегрованому підході, що гарантує баланс між економічною доцільністю та екологічною безпекою [98-102].

Соя упродовж вегетаційного періоду уражується значною кількістю шкідників, які можуть пошкоджувати рослини на різних фазах розвитку та суттєво знижувати врожайність і якість насіння. Серед шкідників найбільш

поширені павутинний кліщ, акацієва вогнівка, бульбочкові довгоносики, совки. Найбільших втрат посівам завдають шкідники у періоди сходів, цвітіння та формування бобів.

Павутинний кліщ один із найнебезпечніших шкідників сої, особливо в умовах спекотної та сухої погоди. Кліщ пошкоджує листки, висмоктуючи клітинний сік, унаслідок чого листки жовтіють, підсихають, передчасно опадають. За сильного пошкодження істотно знижується врожайність. На посівах сої кліщ поширюється від фази бутонізації до повного досягання культури. Імаго та личинки живляться соком листків, у результаті чого посилюється транспірація, порушується водний баланс рослин, а також пригнічується процес фотосинтезу. Тривалість життя самки становить до 40 діб. Щоденно вона відкладає на нижньому боці листків від 3 до 8 яєць, причому зі зростанням температури повітря інтенсивність яйцекладки підвищується. За вегетаційний період шкідник здатний сформувати 10-12 поколінь.

Для боротьби з павутинним кліщем на посівах сої застосовують акарицидні препарати, серед яких поширеними є Омайт 570, 57% в.е. – 1,5 л/га, Ніссоран, 10% з.п. – 0,5 кг/га, Санмайт, 20% з.п. – 0,9 л/га, Талстар, 10% к.е. – 0,3 л/га та Нурел Д к.е. – 0,8 л/га. Для запобігання виникненню резистентності у павутинного кліща рекомендується чергувати препарати [103, 104].

Акацієва вогнівка особливо є небезпечною у період формування та наливу бобів, гусениці пошкоджують боби та насіння сої, проникаючи всередину. Уражене насіння втрачає товарні й посівні якості. За сприятливих умов для розвитку шкідника втрати врожаю можуть бути значними й досягати 30-50%. Для зменшення шкодочинності важливе значення мають дотримання сівозміни, знищення рослинних решток, своєчасний моніторинг посівів та застосування інсектицидів.

Бульбочкові довгоносики – жуки пошкоджують сім'ядолі та листки, а личинки живляться бульбочками на коренях, що негативно впливає на азотфіксацію. Внаслідок цього порушується діяльність бульбочкових бактерій та знижується процес біологічної фіксації атмосферного азоту. Пошкодження

кореневої системи погіршує азотне живлення рослин, уповільнює їх розвиток і негативно впливає на формування врожаю. Особливо небезпечними бульбочкові довгоносики є на ранніх етапах розвитку сої, коли рослини найбільш чутливі до пошкоджень. За значного заселення посівів можуть спостерігатися зрідження сходів, відставання рослин у рості та істотне зниження врожайності.

У сої боби можуть пошкоджуватися гусеницями люцернової совки, яка найбільш поширена в зоні Лісостепу. Самки першого покоління відкладають яйця наприкінці травня, тоді як другого – у другій половині липня. Упродовж липня-серпня гусениці живляться переважно генеративними органами різних культур, зокрема й бобами сої. Найсприятливішими умовами для розвитку шкідника є спекотна та посушлива погода. Масове заселення посівів совкою, зазвичай, спостерігається у випадках, коли ураженою була культура-попередник. Потенційну шкодочинність люцернової совки визначають шляхом обстеження ґрунту на наявність лялечок. Такі дослідження проводять у період до 15-25 липня, що дає можливість оцінити чисельність і щільність заселення шкідника.

За сприятливих погодних умов для розвитку шкідників акацієва вогнівка та люцернова совка здатні знищити до 50% урожаю сої лише за один тиждень.

В умовах Лівобережного Лісостепу особливого значення набуває система захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб. Ефективний захист посівів забезпечує збереження продуктивного потенціалу культури та покращення якості продукції. Система захисту сої від шкідників включає дотримання правильного чергування культур у сівозміні, зокрема висівання сої після культур, які не мають із нею спільних шкідників. Нові посіви рекомендується розміщувати якомога далі від минулорічних площ сої та лісосмуг із акацією, а повернення культури на попереднє місце вирощування здійснювати не раніше, ніж через 3-4 роки.

Ефективними заходами є також знищення рослинних решток, проведення глибокої зяблевої оранки, протруювання насіння препаратами комплексної дії або внесення ґрунтових інсектицидів одночасно із сівбою за дотримання оптимальних строків та глибини загортання насіння. Такі агротехнічні й хімічні

прийоми вирощування культури сприяють зменшенню чисельності шкідників та рівня їх шкодочинності.

Економічно доцільним є крайове обприскування посівів сої під час появи сходів і в період вегетації для контролю комплексу шкідників. Під час захисту посівів також рекомендується застосовувати акарициди з різними механізмами токсичної дії, що підвищує ефективність боротьби зі шкідливими організмами [105-107].

Збирання сої проводять у фазі повної стиглості, коли більшість бобів набуває характерного для сорту забарвлення, листки опадають, а вологість насіння знижується до 14-16%. Раннє збирання сої призводить до підвищення вологості насіння та збільшення витрат на його досушування, тоді як запізнення зі збиранням може спричинити розтріскування бобів і значні втрати врожаю. Сою збирають прямим комбайнуванням. Для зменшення втрат важливо правильно налаштувати збиральну техніку. Висота зрізу має бути мінімальною, оскільки нижні боби часто розміщуються близько до поверхні ґрунту. Особливу увагу приділяють швидкості руху комбайна та режиму роботи молотильного апарата, щоб уникнути травмування насіння. Найефективнішим способом мінімізувати втрати сої перед збиранням є вирощування сортів, стійких до розтріскування та осипання насіння [108].

У разі нерівномірного досягання посівів або значної забур'яненості можливе проведення десикації, яка прискорює дозрівання рослин, полегшує збирання та знижує вологість насіння. Найчастіше десикацію застосовують у разі нерівномірного досягання сої, значної забур'яненості посівів або за несприятливих погодних умов у період досягання. Оптимальним строком проведення є фаза початку повної стиглості, коли більшість бобів уже побуріла, а вологість насіння становить близько 30%. Збирання сої зазвичай проводять через 5-10 діб після обробки десикантом, залежно від погодних умов і препарату [109, 110].

Вирощування в одному господарстві сортів сої різних груп стиглості має суттєві переваги під час збирання врожаю. Такий підхід дозволяє рівномірно розподілити навантаження на збиральну техніку та зменшити втрати врожаю.

Після збирання насіння очищують, за потреби досушують до вологості 12-14% і закладають на зберігання. Післязбиральна обробка насіння сої є важливим етапом технології вирощування, спрямованим на збереження якості та посівних властивостей урожаю. Вона включає очищення, сортування, сушіння та підготовку насіння до зберігання або подальшого використання. Одразу після збирання насіння очищують від домішок, рослинних решток, пошкоджених зерен. Це сприяє покращенню його якості та запобігає самозігріванню під час зберігання. Для очищення використовують зерноочисні машини ОС 4,5А і СМ-4.

Сушіння здійснюють, дотримуючись оптимального температурного режиму, оскільки насіння сої легко травмується та втрачає схожість при перегріванні. Після сушіння насіння сортують, а за необхідності протруюють для захисту від хвороб і шкідників. Зберігають сою у сухих, добре вентильованих складських приміщеннях, контролюючи температуру та вологість повітря, щоб запобігти розвитку плісняви й шкідників [111, 112].

Таким чином, технологія вирощування сої є одним із основних факторів, що впливає на формування структури врожаю та рівень продуктивності культури. Реалізація генетичного потенціалу сорту залежить від оптимального поєднання агротехнічних заходів і ґрунтово-кліматичних умов вирощування. На формування врожайності сої впливають підбір сорту, система обробітку ґрунту, строки та способи сівби, норма висіву, система удобрення, інокуляція насіння, захист рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, а також забезпеченість вологою та температурний режим.

Технологія вирощування повинна бути адаптована до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Найбільш важливими факторами для сої є температура повітря та вологозабезпеченість у фазах цвітіння та наливу бобів.

При нестачі вологи та високих температурах у критичні періоди відбувається опадання квіток і бобів, що призводить до значного зниження урожайності.

Ефективна технологія вирощування сої забезпечує оптимальні умови для вегетації рослин, сприяє максимальній реалізації генетичного потенціалу сорту та формуванню високої і стабільної урожайності. Отже, ефективність вирощування сої у Лівобережному Лісостепу України визначається комплексним дотриманням елементів технології вирощування, адаптацією агротехнічних заходів до умов регіону та раціональним використанням природних ресурсів.

REFERENCES

1. Степаненко І. Агросектор України зазнав понад 74 млрд євро збитків через війну та втратив 20% угідь.
URL: <https://agroweek.com/agroekonomika/agrosektor-ukrayiny-zaznav-ponad-mlrd>
2. Вінюков О. О., Коноваленко Л. І., Бондарева О. Б. Вплив добрив на вміст важких металів у ґрунті та їх накопичення рослинами ячменю ярого. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 10. С. 129–133.
3. Gorash O., Klymyshena R., Khomina V., Vilchynska L. Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (1). P. 246–253. https://doi.org/10.15421/2020_39.
4. Пивовар П. В., Данкевич В. Є. Сучасний стан та перспективи запровадження екологічно безпечних технологій землеробства. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир, 2017. С. 116–120.
5. Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Коробова О.М. Екологічна пластичність нових сортів ячменю ярого до стресових факторів. Селекція і насінництво. 2016. С. 29–33
6. Petrychenko V. F., Korniychuk O. V., Voronetska I. S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. Vol. 5 No. 2. P. 3–12.
<https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>
7. Жемела Г. П., Писаренко П. В. Удосконалення технології вирощування екологічно чистого і якісного зерна озимої пшениці. Збірник наукових праць Уманського держ. агр. ун-ту (Спец. випуск. «Біологічні науки і проблеми рослинництва»). 2003. С. 702–707.
8. Шевченко М. С. та ін. Вплив елементів біологізації на продуктивність сівозмін та родючість ґрунту в Степу. Бюлетень сільського господарства НААН України. 2016. № 11. С. 88–96.
9. Думич В., Шкоропад Л. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування озимих зернових культур. *Техніка і технології АПК*. 2018. №2. С. 19–22.
10. Дмитришак М. Я., Філь Т. П. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування стимуляторів росту. *Агрономія. Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 4 (68).

11. Ліхушина Г. А., Скнипа Н. Л. Вплив стимуляторів росту рослин та фонів живлення на формування біометричних показників пшениці озимої в умовах східної частини Північного Степу України. *Зернові культури*. 2024. Т. 8. № 1. С. 92–100. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0316>.
12. Крутякова В. І., Гулич О. І., Пилипенко Л. А. Біологічний метод захисту сільськогосподарських культур: перспективи для України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11 (788). С. 159–168. DOI:10.31073/agrovisnyk201811-20
13. Вінюков О. О., Чугрій Г. А., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на фізіологічні процеси формування зернової продуктивності пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 11–20. doi: 10.31210/visnyk2022.02.01
14. Власюк О. С. Вплив удобрення на ефективність обробки мікробними препаратами насіння та посівів ячменю ярого. *Зернові культури*. Т. 4. № 1. 2020. С. 80–86. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0109>
15. Пирог Т. П., Палійчук О. І., Іутинська Г. О., Шевчук Т. А. Перспективи використання мікробних поверхнево-активних речовин у рослинництві. *Мікробіол.* 2018. Вип. 80/3. С. 115–135.
https://doi.org/10.15407/microbioly_80.03.115
16. Вінюков О. О., Чугрій Г. А., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на фізіологічні процеси формування зернової продуктивності пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 11–20.
doi: 10.31210/visnyk2022.02.01
17. Забарна Т. А., Череншук В. В. Агроєкологічні аспекти вирощування сої (*Glycine max L.*) в Україні. *Агроєкологічний журнал*. 2024. № 1. С. 108-116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2024.299945>
18. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. Ч. 1. С. 54-63.
19. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С.41-45.
20. Дідур І. М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 214-221.
21. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К. : Аграрна наука, 2011. 548 с.

22. Коробко А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 125-134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098>
23. Стрижак А. М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. Таврійський науковий вісник. 2018. Вип. 99. С. 141-147.
24. Рослинництво України 2019. Статистичний збірник / за ред. О. Прокопенка. Київ : Державна служба статистики України, 2020. 183 с.
25. Дідур І. М., Голованюк А. Б. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. Аграрні інновації. 2025. № 30. С. 193-196. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.27>
26. Урожай сої в Україні 2024: рекордна кількість попри зниження врожайності. Агроном. 2024. URL: <https://www.agronom.com.ua/urozhaj-soyi-v-ukrayini-2024-rekordna-kilkist-popry-znyzhennya-vrozhajnosti/>
27. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Серія «Економічні науки». 2011. Вип. 2. Т. 2. С. 215-220.
28. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В., Колісник С. І. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 19-23.
29. Беляєв О. В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Фінанси і кредит. 2005. №1 (18). С. 225-229.
30. Вавринович О. В., Качмар О. Й. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів сої. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 68 (1). С. 8-21. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-1-1](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-1)
31. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої / Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф. та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 75 (2). С. 138–146. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)
32. Мазур В. А., Гончарук І. В., Панцирева Г. В., Телекало Н. В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Монографія. Вінниця: Твори, 2020. 192 с.
33. Чайка Т. О., Логвиненко В. В., Пшенишний А. А. Вплив систем обробітку ґрунту на врожайність сої. Scientific Progress & Innovations. 2023. № 4. С. 54-59. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.10>
34. Расевич В. В., Тетерещенко Н. М. Дія системи основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та урожайність сої. Корми і кормовиробництво. 2023. Вип. 96. С. 72-82. DOI: [10.31073/kormovyrobnytstvo202396-07](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-07)

35. Кирилюк В. П., Кричківський В. М., Ковальчук Н. В. Адаптивна система основного обробітку ґрунту під сою. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67 (2). С. 113-123. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-2-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-2-7)
36. Огурцов Є. М., Міхеев В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. Харків: ХНАУ, 2016. 268 с.
37. Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А. Порівняльна оцінка агрофізичних властивостей за різних технологій обробітку ґрунту в сівоzmіні. Наукові доповіді НУБіП України. 2023. № 6 (106). URL: https://scireports.com.ua/web/uploads/journals_pdf/SR_Vol.%2019,%20No.%206,%202023.pdf
38. Вожегова Р. А., Малярчук А. С., Котельников Д. І., Резніченко Н. Д. Вплив основного обробітку ґрунту та сидерації на урожайність сої в сівоzmіні на зрошенні півдня України. Таврійський науковий вісник. 2021. № 118. С. 66-73. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.8>
39. Особливості вирощування сої по технології no-till на 2026. Агроексперт Трейд. 2023. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/osobennosti-vyrashchivaniya-soi-po-tehnologii-no-till>
40. Петриченко В. Ф., Колісник С. І., Панасюк О. Я., Єрмолаєв М. М., Хахула В. С. Вплив нульового обробітку ґрунту на його фізичні властивості в правобережному Лісостепу України. Агробіологія. 2013. № 11 (104). С. 183-186.
41. Дідур І. М. Технологічні прийоми вирощування та особливості вегетації сої в умовах Правобережного Лісостепу. Вісник аграрної науки. № 1 (874). С. 40-47. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202601-04>
42. Гангур В.В., Пипко О.С., Прокопів О.О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 4. С. 80-85. DOI: [10.31210/visnyk2021.04.10](https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.10)
43. Гангур В. В., Рудь В. С. Вплив технології передпосівного обробітку ґрунту на рясність бур'янів у посівах сої. Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 23 листопада 2023 р.). Полтава: ПДАУ, 2023. С. 144-146.
44. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення соєю з ґрунту й добрив. Агрохімія і ґрунтознавство. 2020. № 89. С. 63-70. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-07>

45. Лихочвор В. В., Щербачук В. М., Панасюк Р. М., Панасюк О. В. Вплив систем удобрення на формування врожайності зерна сої. *Агроном*. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-system-udobrennya-na-formuvannya-vrozhajnosti-ta-yakosti-zerna-soyi/>
46. Венглінський М. О., Глущенко М.К., Годинчук Н. В., Хмара Т. І. Роль мікроелементів у живленні рослин та покращенні родючості ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2014. № 1. С. 73-79. DOI: [https://doi.org/10.32412/2306-5478-\(1\)2014.026](https://doi.org/10.32412/2306-5478-(1)2014.026)
47. Шевніков М. Я. Вплив мікроелементів на продуктивність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2006. № 3. С. 21-24.
48. Колісник С. І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 41-48.
49. Новохацький М., Бондаренко А. Потреба сої в мікродобривах та доцільність їх застосування. *Новітні технології в АПК: дослідження та управління*. 2018. Вип. 22 (36). С. 237-244. DOI: [https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-1-22\(36\)-235-242](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-1-22(36)-235-242)
50. Milenko O., Shevnikov M., Solomon Yu., Rybalchenko A., Shokalo N. Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, no. 4. P. 61–66. DOI: [10.48077/scihor.25\(4\).2022.61-66](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.61-66).
51. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція*. 2013. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohiiyi-vyroshchuvannya/osoblyvosti-suchasnoyi-systemy-udobrennya-soyi>
52. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 113. С. 85-91.
53. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Верхолюк С. Д. Технологічність, екологічність та продуктивність середньоранньостиглих сортів сої. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2022. Т. 18. № 1 (95). DOI: <http://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.006>
URL: <https://scireports.com.ua/uk/journals/tom-95-1-2022/tekhnologichnist-ekologichnist-ta-produktivnist-serednorannostiglih-sortiv-soyi>
54. Рибальченко А. М., Сердюк А. Е. Вплив сортових властивостей на формування елементів продуктивності та урожайності сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 88-92. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.13>
55. Рибальченко А. М. Особливості формування сортових ресурсів та урожайності сої в Україні. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 3. С. 18-25. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.02>

56. Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньопізнньостиглих сортів сої. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 1 (24). С. 5-15. DOI:10.37128/2707-5826-2022-1-1
57. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2026 рік. Київ, 2026. URL: <https://me.gov.ua/view/07352fdf-a1b5-4aa0-a36f-e3341ea3823a>
58. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Алексєєв О. О. Сортіві ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан і перспективи використання. Вінниця: Твори, 2022. 196 с.
59. Сорти: кормові та польові культури. Інститут кормів та сільського господарства Поділля. URL: <https://fri.vin.ua/sorti/>
60. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва та ін. НААН ; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. 400 с.
61. Григорчук Н. Ф., Донцова Ю. І. Колекція сої – джерело вихідного матеріалу для селекції. Науово-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2015. Вип. 22. С. 63-69.
62. Каталог сортів та гібридів. Інститут олійних культур НААН України. URL: <https://imk.zp.ua/index.php/kataloh-sortiv-ta-hibrydiv>
63. Січкач В. І. Результати та перспективи адаптивної селекції сої. Вісник аграрної науки. 2012. С. 63-67.
64. Січкач В. І. Стратегічні напрями селекції сої за умов зміни клімату. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. Вип. 80. Ч. 1. С. 22-30.
65. Бахмат М. І., Прус Л. І., Кравченко В. С. Урожайність та адаптивний потенціал сортів сої в умовах Лісостепу західного. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2017. № 91 (1). С. 250-259.
66. Рибальченко А. М. Адаптивна селекція сої, як фактор екологічно безпечного функціонування агроєкосистем України / Стійкий розвиток сільських територій у контексті реалізації державної екологічної політики та енергозбереження: колективна монографія; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава: видавництво ПП «Астрая», 2021. С. 97-105.
67. Mazur O., Kupchuk I., Voloshyna O., Matviiets V., Matviiets N., Mazur O. Genetic determination of elements of the soybean yield structure and combining ability of hybridization components. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2023. № 26 (2). P. 163-178. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2023.26.02.163-178>
68. Лавриненко Ю. О., Кузьмич В. І., Боровик В. О. Селекція сої на покращення ознак продуктивності та якості в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 66. С. 113-115.

69. Korotkova I., Chaika T., Shevnikov M., Liashenko V., Gorbenko O., Rybalchenko A. Assessing the efficiency of bacterial and phytohormonal soybean (*Glycine max* L.) seed treatment under organic farming technology. *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*. 2025. Vol. 33 (4). P. 330-341. <https://doi.org/10.35118/apjmbb.2025.033.4.28>
70. Марченко Т. Ю. Прояв гетерозису за ознакою «маса 1000 насінин» у гібридів сої в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80. С. 114-118.
71. Рибальченко А. М. Прояв ознаки «маса 1000 насінин» у генотипів сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 112-117.
72. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 21 (1). С. 23-28. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)
73. Сергієнко В. Г., Титова Л. В. Вплив бактеріальних препаратів на розвиток і продуктивність сої. *Агробізнес сьогодні*. 2021. URL: <https://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20247-vplyv-bakterialnykhpreparativ-na-rozvytok-i-produktyvnist-soi.html>
74. Чайка Т. О., Ляшенко В. В., Хоменко Б. С. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 180-187. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24>
75. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 6-10.
76. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. *Агроном*. 2013. № 1. С. 152-153.
77. Panchyshyn V., Moisiienko V., Kotelnytska A., Tymoshchuk T., Stotska S. Formation of narrow-leaved lupine productivity depending on seed inoculation and fertilization. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. № 1. P. 31-42. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.26\(1\).2023.31-42](https://doi.org/10.48077/scihor.26(1).2023.31-42)
78. Поліщук С. В., Ляска В. І. Стійкість сортів сої до хвороб в умовах природного і штучного зараження рослин. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 291-296. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2013.54136>
79. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Тривалість вегетаційного періоду, фаз росту та розвитку сої залежно від строків сівби. *Корми і кормовиробництво*. 2021. Вип. 92. С. 72-81.

80. Шовкова О. В., Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 2 (84). DOI: 10.31548/dopovidi2020.02.015 URL: <https://scireports.com.ua/web/uploads/pdf/Vol.%2084,%20No.%202,%202020-167-175.pdf>
81. Кобак С., Колісник С., Чорна В. Соя: норма висіву, густина рослин і ширина міжрядь. Агробізнес сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriad.html>
82. Андрусик П. Р., Цюк О. А. Водоспоживання сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву. Таврійський науковий вісник. 2023. № 134. Ч. 1. С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.1>
83. Заєць С. О., Нетіс В. І. Вплив ширини міжрядь і норми висіву на продуктивність нових сортів сої в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2014. Вип. 61. С. 46-50.
84. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. Новітні агротехнології. 2024. Вип. 12 (2). DOI: <https://doi.org/10.47414/na.12.2.2024.304338>
85. Лотиш І. І. Формування площі листової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього зволоження Лісостепу. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 1-2. С. 167-171.
86. Міхеєв В. Г. Урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від погодних умов року та різних норм висіву в східній частині лісостепу України. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2013. Вип. 14. С. 95-100.
87. Сенік І. І. Вплив норми висіву та ширини міжрядь на урожайність сої в умовах Лісостепу Західного. Plant and soil science. 2020. Вип. 11. № 3. С. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.043>
88. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Панченко Т. В., Павліченко К. В. Вплив ґрунтових і післясходових гербіцидів на забур'яненість сої. Агроном. 2026. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-gruntovyh-i-pislyashodovyh-gerbitsydiv-na-zabur-yanenist-soyi/>
89. Щербачук В. М. Формування урожайності та якісних показників зерна сої залежно від системи захисту посівів проти бур'янів та хвороб в умовах достатнього зволоження. Агробіологія. 2015. № 1. С. 88-91.
90. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 132. С. 132-141. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.17>

91. Landau C. A., Hager A. G., Williams M. M. Deteriorating weed control and variable weather portends greater soybean yield losses in the future. *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 830. Article 154764. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154764>
92. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2026 рік. Київ, 2026. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohikativ-dozvolenyh-dovykorystannya-v-ukrayini/>
93. Рибальченко А. М. Методи селекції сої на стійкість до збудників основних хвороб. Сучасні аспекти і технології у захисті рослин: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 16 лютого 2021 р.). Полтава: ПДАА, 2021. С. 65-68.
94. Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О. Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої залежно від технології вирощування в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 28. С. 85-91. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.28.13>
95. Шугурова Н. О., Дударева Г. Ф., Григорчук Н. Ф. Оцінка стійкості сої до основних грибних та бактеріальних хвороб. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 82-85.
96. Рибальченко А. М., Ісаков Р. Р. Оцінка стійкості до хвороб, урожайності та якості насіння сучасних сортів сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (4). С. 57-64. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.04.08>
97. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2022. 220 с.
98. Петренкова В. П., Кобизєва Л. Н., Адаменко О. П., Кучеренко Є. Ю., Звягінцева А. М. Стійкість сої до грибів роду *fusarium link*. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 120 с.
99. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Захист рослин: екологічно обґрунтовані структури. Полтава: Видавництво «ІнтерГрафіка», 2002. 288 с.
100. Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Кочерга В. Я., Гречкосій А.О., Скляр С.С. Фунгіцидний захист посівів сої від кореневих гнилей. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 5-10. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.01>
101. Hosseini, B., Voegelé, R.T., & Link, T.I. Diagnosis of soybean diseases caused by fungal and oomycete pathogens: existing methods and new developments. *Journal of Fungi*. 2023. Vol. 9. № 5. P. 587. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof9050587>
102. Holiachuk, Y., Kosylovych, H. & Ivaniuk, V. (2025). Effectiveness of pre-sowing fungicide treatment of soybean (*Glycine max [L.] Merr.*) seeds. *Acta Agronomica*. 2025. Vol. 73. № 2. P. 158-166. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v73n2.116342>

103. Рибальченко А. М. Найбільш активні шкідники на соєвих полях в Україні. Сучасний рух науки: тези доповідей X міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Дніпро, 2-3 квітня 2020 р.). Дніпро, 2020. Т. 2. С. 313-317.
104. Ткачова С. В. Захист посівів сої від шкідників. Агробізнес сьогодні. 2012. № 12(235). С. 28.
105. Ідентифікація ознак зернобобових культур(горох, соя): навчальний посібник / В. В. Кириченко, Л. Н. Кобизєва, В. П. Петренкова, В. К. Рябчун, О. М. Безугла, Т. Ю. Маркова. За ред. В. В. Кириченка. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2009. 172 с.
106. Методичні рекомендації з обліку чисельності шкідників і розповсюдженості хвороб у посівах зернобобових культур / Т. В. Сокол, В. П. Петренкова, І. Ю. Боровська, І. М. Ниска. Харків, 2015. 68 с.
107. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник. За ред. В. В. Кириченка та В. В. Петренкової / Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2012. 320 с.
108. Мазур В. А., Гончарук І. В., Дідур І. М., Панцирева Г. В., Телекало Н. В., Купчук І. М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2021. 180 с.
109. Чернишенко П.В., Рябуха С.С., Шелякін В.О. Передзбиральна десикація – важливий елемент технології вирощування в насінництві сої. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2013. Вип. 14. С. 143-152.
110. Гень С. П. Врожайність і структура врожаю сої залежно від елементів технології вирощування. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. 71 (2). С. 100-111. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-7)
111. Рибальченко А. М. Особливості зберігання насіння сої. Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Умань, 7 квітня 2020 р.). Умань: УНУС. 2020. С. 75-78.
112. Марченко В., Гузь В. Зберігання зерна олійних культур. Agroexpert. 2016. Вип. 3 (92). URL: <https://agroexpert.ua/zberiganna-zerna-oliinih-kultur/>
113. Banister D. The sustainable mobility paradigm. Transport Policy. 2008. Vol. 15(2). P. 73–80. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.10.005.
114. Hickman R., Hall P., Banister D. Planning more for sustainable mobility. Journal of Transport Geography. 2013. Vol. 33. P. 210–219. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004.
115. Schipper L., Fulton L. Making urban transit systems sustainable around the world: manybirds with one bus? Transportation Research Record. 2002. Vol. 1791(1). P. 44–50. DOI: 10.3141/1791-07.

116. Zahabi S. A. H., Miranda-Moreno L. F., Patterson Z., Barla P. Urban transportation greenhouse gas emissions and their link with urban form, transit accessibility, and emerging green technologies. *Transportation Research Record*. 2013. Vol. 2375(1). P. 45–54. DOI: 10.3141/2375-06.
117. Zhao E., Walker P. D., Surawski N. C. Emissions life cycle assessment of diesel, hybrid and electric buses. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*. 2022. DOI: 10.1177/09544070211034318.
118. Lajunen A. Lifecycle cost assessment and carbon dioxide emissions of diesel, natural gas, hybrid electric, fuel cell hybrid and electric transit buses. *Energy*. 2016. Vol. 106. P. 329–342. DOI: 10.1016/j.energy.2016.03.075.
119. Nordelof A., Messagie M., Tillman A.-M., Ljunggren Soderman M., Van Mierlo J. Environmental impacts of hybrid, plug-in hybrid, and battery electric vehicles—what can we learn from life cycle assessment? *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2014. DOI: 10.1007/s11367-014-0788-0.
120. Hawkins T. R., Singh B., Majeau-Bettez G., Stromman A. H. Comparative environmental life cycle assessment of conventional and electric vehicles. *Journal of Industrial Ecology*. 2013. Vol. 17(1). P. 53–64. DOI: 10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x.
121. Chester M., Horvath A. Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains. *Environmental Research Letters*. 2009. Vol. 4(2). DOI: 10.1088/1748-9326/4/2/024008.
122. Nordelof A., Grunditz E., Tillman A.-M., Thiringer T., Alatalo M. A scalable life cycle inventory of an electrical automotive traction machine. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2018. DOI: 10.1007/s11367-018-1508-4.
123. Yan M., He H., Li M., Li G., Zhang X., Chen Z. A comprehensive life cycle assessment on dual-source pure electric bus. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 276. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122702.
124. Nordelof A., Poulikidou S., Chordia M., Bitencourt de Oliveira F., Tivander J., Arvidsson R. Methodological approaches to end-of-life modelling in life cycle assessments of lithium-ion batteries. *Batteries*. 2019. DOI: 10.3390/batteries5030051.
125. Liu Q., Hallquist A. M., Fallgren H., Jerksjo M. et al. Roadside assessment of a modern citybus fleet: gaseous and particle emissions. *Atmospheric Environment: X*. 2019. Vol. 3. DOI: 10.1016/j.aeaoa.2019.100044.
126. Osorio C., Nanduri K. Urban transportation emissions mitigation: coupling high-resolution vehicular emissions and traffic models for traffic signal optimization. *Transportation Research Part B: Methodological*. 2015. Vol. 81. P. 520–538. DOI: 10.1016/j.trb.2014.12.007.
127. Colak S., Lima A., Gonzalez M. C. Understanding congested travel in urban areas. *Nature Communications*. 2016. Vol. 7. DOI: 10.1038/ncomms10793.

128. Philips I., Anable J., Chatterton T. The effect of sustainable mobility transition policies on cumulative urban transport emissions and energy demand. *Nature Communications*. 2023. Vol. 14. DOI: 10.1038/s41467-023-37728-x.
129. Asensio O. I., Alvarez K., Dror A., Wenzel E., Hollauer C., Ha S.-H. Real-time data from mobile platforms to evaluate sustainable transportation infrastructure. *Nature Sustainability*. 2020. Vol. 3. P. 836–844. DOI: 10.1038/s41893-020-0553-9.
130. Zheng Y., Capra L., Wolfson O., Yang H. Urban computing: concepts, methodologies, and applications. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*. 2014. Vol. 5(3). DOI: 10.1145/2629592.
131. Yao Z., Zhong Y., Qiang L., Wu J., Liu H., Yang F. Understanding human activity and urban mobility patterns from massive cellphone data: platform design and applications. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*. 2020. Vol. 12(2). P. 150–163. DOI: 10.1109/MITS.2019.2962146.
132. Dembski F., Wossner U., Letzgus M., Ruddat M., Yamu C. Urban digital twins for smart cities and citizens: the case study of Herrenberg, Germany. *Sustainability*. 2020. Vol. 12(6). DOI: 10.3390/su12062307.
133. Mugion R. G., Toni M., Raharjo H., Di Pietro L., Sebatu S. P. Does the service quality of urban public transport enhance sustainable mobility? *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 174. P. 1566–1587. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.052.
134. Awasthi A., Omrani H., Gerber P. Investigating ideal-solution based multicriteria decision making techniques for sustainability evaluation of urban mobility projects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2018. Vol. 116. P. 247–259. DOI: 10.1016/j.tra.2018.06.010.
135. Lopez-Carreiro I., Monzon A. Evaluating sustainability and innovation of mobility patterns in Spanish cities. Analysis by size and urban typology. *Sustainable Cities and Society*. 2018. Vol. 38. P. 684–696. DOI: 10.1016/j.scs.2018.01.029.
136. Curiel-Esparza J., Mazario-Diez J. L., Canto-Perello J., Martin-Utrillas M. Prioritization by consensus of enhancements for sustainable mobility in urban areas. *Environmental Science & Policy*. 2016. Vol. 55. P. 248–257. DOI: 10.1016/j.envsci.2015.10.015.
137. Zope R., Vasudevan N., Arkatkar S. S., Joshi G. Benchmarking: a tool for evaluation and monitoring sustainability of urban transport system in metropolitan cities of India. *Sustainable Cities and Society*. 2019. Vol. 45. P. 48–58. DOI: 10.1016/j.scs.2018.11.011.
138. Okraszewska R., Romanowska A., Wolek M., Oskarbski J., Birr K., Jamroz K. Integration of a multilevel transport system model into sustainable urban mobility planning. *Sustainability*. 2018. Vol. 10(2). DOI: 10.3390/su10020479.

139. Louro A., da Costa N. M., da Costa E. M. Sustainable urban mobility policies as a path to healthy cities—the case study of LMA, Portugal. *Sustainability*. 2019. Vol. 11(10). DOI: 10.3390/su11102929.
140. Senne C. M., Lima J. P., Favaretto F. An index for the sustainability of integrated urban transport and logistics: the case study of Sao Paulo. *Sustainability*. 2021. Vol. 13(21). DOI: 10.3390/su132112116.
141. Mozos-Blanco M. A., Pozo-Menendez E., Arce-Ruiz R., Baucells-Aleta` N. The way to sustainable mobility. A comparative analysis of sustainable mobility plans in Spain. *Transport Policy*. 2018. Vol. 72. P. 45–54. DOI: 10.1016/j.tranpol.2018.07.001.
142. Glazener A., Khreis H. Transforming our cities: best practices towards clean air and active transportation. *Current Environmental Health Reports*. 2019. Vol. 6. P. 22–37. DOI: 10.1007/s40572-019-0228-1.
143. Kiba-Janiak M., Witkowski J. Sustainable urban mobility plans: how do they work? *Sustainability*. 2019. Vol. 11(17). DOI: 10.3390/su11174605.
144. Hamurcu M., Eren T. Selection of electric buses for sustainable urban transportation by using a multicriteria decision making method. *Sustainability*. 2020. Vol. 12(7). DOI: 10.3390/su12072727.
145. Esztergar-Kiss D., Kerényi T. Creation of mobility packages based on the MaaS concept. *Travel Behaviour and Society*. 2020. Vol. 21. P. 307–317. DOI: 10.1016/j.tbs.2019.05.007.
146. Lyons G., Hammond P., Mackay K. The importance of user perspective in the evolution of MaaS. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2019. Vol. 121. P. 22–36. DOI: 10.1016/j.tra.2018.12.010.
147. Jittrapirom P., Caiati V., Feneri A.-M., Ebrahimigharehbaghi S., Alonso-Gonzalez M. J., Narayan J. Mobility as a Service: a critical review of definitions, assessments of schemes, and key challenges. *Urban Planning*. 2017. Vol. 2(2). P. 13–25. DOI: 10.17645/up.v2i2.931.
148. Durand A., Harms L., Hoogendoorn-Lanser S., Zijlstra T. Mobility-as-a-Service and changes in travel preferences and travel behaviour: a literature review. *Transport Reviews*. 2018. DOI: 10.1080/01441647.2018.1464116.
149. Wimbadi R. W., Djalante R., Mori A. Urban experiments with public transport for low carbon mobility transitions in cities: a systematic literature review. *Sustainable Cities and Society*. 2021. Vol. 72. DOI: 10.1016/j.scs.2021.103023.
150. Руткевич В. С. Кушнір В. П., Остапчук О. О. Інноваційні засоби для вивантаження стеблових кормів з траншейних сховищ DOI 10.31891/2307-5732-2022-305-1-260-268. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2022/04/vknu-ts-2022-n1-305-260-268.pdf>

151. О. М., Виговська І. О., Гончар Л. О., Сироватко К. М. Ефективність застосування біологічних препаратів при силосуванні сумішки конюшини та нажитпці багатоквіткової/ Корми і кормовиробництво Міжвідомчий тематичний науковий збірник. № 84. Вінниця, 2017, С. 194-202 URL: <https://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19124.pdf> (дата звернення: 1.02.2026)
152. Теоретичні та практичні основи технологій виробництва продукції тваринництва/ Навчальний посібник //В.С., Ліннік ,А.Ю. Медведєв, В.Г. Прудников, Є.З. Петруша та ін.; За ред. д. с.-г. н, професора В.С. Лінніка – Луганськ: «Ельтон – 2», 2013.-239 с.
153. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: Навчальний посібник/ [Ібатулін І.І., Чигрин А.І., Отченашко В.В. та ін.]; під ред. Академіка НААН України І.І. Ібатуліна.-Житомир: «Полісся»
154. Ration Formulation using the «Pearson Squar». Manading Livestock in Dry Times. URL: <https://salo.li/62E5f18> (дата звернення: 11.12.2025).
155. Wagner J., Stanton T. L. Rations calculation using Pearson's square – 1.618. Colorado State Universiti, URL: <https://salo.li/A1A7EB2> (дата звернення: 11.01.2026)
156. Mavromichalis I. Formulating feed using the Pearson Square method. FeedStrategy. 2020. 17 November. URL: <https://salo.li/CFdB12d> (дата звернення: 11.01.2026)
157. Нагорний С., Чалий О., Криворучко Ю., Косенко С. Методика розрахунку раціонів з використанням квадрату Пірсона для багатокомпонентних кормових сумішей. Аграрний вісник Причорномор'я / Одес. держ. аграр. ун-т. Одеса, 2024. Вип. 113. С. 75–87. DOI: 10.37000/abbsl.2024.113.13
158. Ковбасюк П. Технологія заготівлі якісного високопоживного силосу. Пропозиція Технологія заготівлі якісного високопоживного силосу. Пропозиція. 2009. URL: <https://salo.li/F15Fd3c> (дата звернення: 10.04.2025).
159. Pearson's Square & Mass Balancing Methods of Stndardization. Dairy Pulse. 2024. URL: <https://salo.li/583e161> (дата звернення: 08.04.2025).
160. Mathews. M Using Pearson's Square. URL: <https://salo.li/1D90525> (дата звернення: 08.011.2025).
161. Нагорний С. А., Чалий О. І., Криворучко Ю. І., Скляренко О. В., Косенко С. Ю., Слинько В.Г. Удосконалення розрахунків суміші молока і закваски у виробництві кумису за рахунок виведених формул на основі методу «квадрат Пірсона»/ Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць. № 2 (198) 2025. Біла Церква: БНАУ, 2025. С. 101-110. DOI 10.33245

162. Нагорний С.А., Нагорна Т.А., Криворучко Ю.І., Чалий О.І. Удосконалення розрахунків нормалізації суміші молока різної жирності за рахунок виведених формул на основі методу «квадрат Пірсона»/The 5th International scientific and practical conference “Innovations of modern science and education” (January 29-31, 2026) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2026. P. 16-25. <https://surl.li/bmkaoy>

163. Нагорний Сергій, Косенко Світлана, Кісь Віктор. Теоретичне обґрунтування використання молока корів для виробництва кумису/ Title of the monograph - Agriculture, forestry, fisheries, veterinary medicine and natural sciences: latest ideas, problems and current status, USA – Primedia eLaunch LLC. С. 121-139. DOI: 10.46299/ISG.2025.MONO.AGRO.1.6.1, <https://surl.li/gukdmx>