

ВПЛИВ НАСІННЄВОЇ ІНФЕКЦІЇ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ СОЇ ЗА РІЗНИХ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ

ПИЛИПЕНКО С.В. – аспірант
[orsid.org/0009-0001-4455-545X](https://orcid.org/0009-0001-4455-545X)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Соя є однією з головних стратегічних культур у багатьох країнах світу. За останні 50 років її посіви у світі збільшилися з 23,8 до 102,4 млн га, урожайність – з 16,8 до 25,5 ц/га, а виробництво – з 26,9 до 263 млн т. Сою вирощують у 91 країні світу. За обсягами виробництва вона посідає четверте місце у світі після кукурудзи, пшениці і рису [16].

Соя відіграє вирішальну роль у зерновому, харчовому й кормовому балансах. За хімічним складом насіння сої є унікальним. У ньому міститься 38–42% білка, 18–23% жиру, 25–30% вуглеводів, основні вітаміни, 5% зольних елементів, а також специфічні біологічно активні компоненти (фосфатиди, ізофлавонони, сапоніни, фітати, олігосахариди), які використовуються з лікувальною метою. Вона є основою в забезпеченні білком і олією продуктів харчування та забезпечує близько 20 % світових білкових ресурсів [19].

Зелена маса сої використовується для виготовлення силосу, сіна, сінажу, трав'яної муки, гранул, соєва солома переробляється у кормове борошно, гранули та силосується у суміші з зеленими кормами. Соя – гарний попередник зернових та інших небобових культур [19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До світових лідерів у виробництві сої нині належать Бразилія, США та Аргентина, які займають провідні позиції як за посівними площами, так і за валовим виробництвом. Станом на 2024 р. соя у світі вирощувалася на площі близько 146,7 млн га, що на 22 % більше порівняно з 2015 р. Найбільші площі зосереджені в Бразилії (33,9 % світових посівів), США (24,9 %) та Аргентині (12,8%), які разом формують понад 70% глобальних посівних площ. Світове виробництво сої досягло 420,8 млн т (+33,1 % до 2015 р.), при цьому частка Бразилії становить 39,8 %, США – 28,9 %, Аргентини – 12,9 % (разом 81,6%). Середня врожайність у світі становить 2,87 т/га, з найвищими показниками у Бразилії (3,4 т/га), США (3,09 т/га) та Аргентині (2,90 т/га) [10, 16].

У Європейському Союзі посівні площі під соєю у 2024 р. становили 1,115 млн га (+26,6 % до 2015 р.), а валове виробництво – близько 3,0 млн т (+27,8 %). Основними виробниками є Італія, Франція та Румунія, на які припадає близько 57 % площ і понад 59 % виробництва сої в ЄС. Середня врожайність у ЄС становить 2,68 т/га. Водночас негативний вплив кліматичних змін, зокрема високих температур і посух, особливо проявився у 2022 р., що призвело до зниження

врожайності в країнах Центральної та Східної Європи й Середземноморського регіону [10].

Загалом, упродовж останніх десятиліть відбулося суттєве зміщення центрів виробництва сої з Азії до Американського континенту, де сформувався глобальний аграрний пояс її вирощування. Очікується, що як у світі, так і в ЄС площі, виробництво та врожайність сої продовжать зростати завдяки її важливій ролі як джерела рослинного білка, сировини для біопалива, а також культури, що сприяє фіксації азоту, підвищенню родючості ґрунтів і екологічній стабільності агроєкосистем. Водночас для зменшення негативного впливу кліматичних змін необхідним є впровадження адаптивних технологій вирощування, зокрема використання посухостійких сортів, оптимізація строків сівби, зрошення та інтегрованого захисту рослин [3].

Важливим елементом адаптації агровиробництва до змін клімату є добір сортів із високою продуктивністю та стабільністю господарсько-цінних ознак. За результатами досліджень І. Havryliuk і Н. Kovalyshyna [1], встановлено, що показники структури врожаю та якості зерна значною мірою визначаються взаємодією генотипу та умов вирощування. Виявлено сорти з високою стабільністю та адаптивністю (гомеостатичністю), які зберігали високі показники в різні за погодними умовами роки. Отримані результати свідчать про доцільність використання адаптивних генотипів у селекції та виробництві, що є актуальним і для культури сої в умовах кліматичних змін.

Скоростиглі та середньостиглі сорти культури вимагають суми активних температур (понад 10 °С) 2400–3000 °С. О.В. Дрозда зазначає, що через зміну клімату площа, придатна для вирощування сої, в межах України змінилася, спостерігаючи зменшення площі в степовій зоні та збільшення площі в лісостеповій та поліській зонах, включаючи території, де раніше сою не вирощували [10]. Зона гарантованого вирощування сої включає значні площі зрошуваних земель півдня України. Найсприятливіші для культури природно-кліматичні умови, які забезпечують одержання сталих урожаїв зерна на рівні 1,8 т/га і більше, у Чернівецькій, Черкаській, Вінницькій, Київській, Закарпатській, Полтавській, Хмельницькій, Тернопільській, Сумській, Чернігівській, північній частині Кіровоградської областей. Умови таких областей як Харківська та Дніпропетровська забезпечують отримання середніх



урожаїв зерна – 1,2–1,6 т/га. Малосприятливі для вирощування сої природно–кліматичні умови, де високий рівень врожайності можна забезпечити лише за умов зрошення властиві таким регіонам, як південна частина Одеської, Херсонської, Миколаївської та Запорізької областей [6,8,19].

Встановлено, що в Україні зернобобові культури уражуються багатьма хворобами різної етіології, що призводить до втрат врожаю до 15-20 %, а за сприятливих для їх розвитку умов – до 50 % [14].

Подібні закономірності підтверджуються й дослідженнями інших культур. Зокрема, за даними Л. Голик та ін. [9], в умовах зміни клімату спалахи хвороб суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Встановлено, що рівень ураження рослин значною мірою залежить від погодних умов року. Водночас у сприятливі роки рівень ураження зменшувався, однак зростала роль шкідників як переносників вірусних інфекцій. Це свідчить про тісний зв'язок між кліматичними змінами, фітосанітарним станом агроценозів і формуванням урожаю, що є актуальним і для посівів сої.

Рослини сої одночасно можуть уражатися декількома збудниками хвороб, що призводить до зниження врожаю насіння на 15-30 %, вмісту білка – на 4-5 %, жирів – 3-7 % [4,15].

Ураженість рослин патогенами і подальший їх розвиток залежить від гідротермічних умов, особливо у період їх інтенсивного розвитку, формування бобів і наливу насіння. За даними Г.Д. Поспелової серед хвороб на насінні сої найбільш поширеними виявились збудники альтернаріозу (*Alternaria alternata* (Fr.) Keisl., *A.solani* (Ell.et Mart), фузаріозу (*Fusarium oxysporum* Schecht), септоріозу (*Septoria glycines* Hemmi) та бактеріозів (бактерії роду *Pseudomonas*) [18].

За результатами досліджень, проведених М. Піковським [2,17] із співавторами встановлено, що видовий склад мікобіоти насіння сої є різноманітним і представлений 17 видами: *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. (збудник пероноспорозу), *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary (зб. білої гнилі), *Botryotinia fuckeliana* Whetzel. (зб. сірої гнилі), *Diaporthe* sp. (зб. фомопсису); збудниками фузаріозу – *Fusarium oxysporum* (Schl.), Snyd. et Hans., *Fusarium graminearum* Schwabe, *Fusarium gibbosum* App. et Wr., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.; *Alternaria alternata* (Fries:Fries) Keissler (зб. альтернаріозу), *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries (зб. кладоспориозу), *Colletotrichum* sp. (зб. антракнозу); збудниками різних пліснявиль – *Aspergillus niger* van Tiegh., *Aspergillus flavus* Link, *Trichothecium roseum* Link ex Fries, *Mucor mucedo* Fres. emend. Bref., *Penicillium expansum* Link і *Rhizopus nigricans* Ehrenb. домінуюче становище мали види *C. cladosporioides* та *A. alternata*. Частота їх трапляння знаходилась в діапазоні 28,5–47,8 %.

В умовах України раніше були проведені дослідження, що також підтверджують інфікування насіння сої різними мікроорганізмами, які призводять до погіршення його якості.

Мета роботи – оцінити вплив збудників хвороб на формування показників якості насіння сої різних сортів залежно від гідротермічних умов року.

Матеріали і методики досліджень. Дослідження проводили у Відокремленому підрозділі «Агрономічна дослідна станція» Національного університету біоресурсів і природокористування України. Територія дослідної станції знаходиться с. Пшеничне Білоцерківського району Київської області в межах Правобережного Лісостепу України у зоні достатнього зволоження з помірно континентальним кліматом. Такі умови сприятливі для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур. Для досліджень використовували наступні сорти: Сіверка, Арніка, Муза селекції Національного наукового центру «Інститут землеробства» НААН України, Адамос та Александрит селекції Білявської Людмили Григорівни, Антрацит селекції Полтавської державної аграрної академії, ЕС Ментор та ЕС Візітор селекції Євраліс Семанс.

Фітопатологічний аналіз насіння сої проводили у проблемній науково-дослідній лабораторії кафедри фітопатології Національного університету біоресурсів і природокористування України згідно методик ISTA та ДСТУ 4138-2002 [5,12].

Частоту трапляння [7] виду мікроміцетів розраховували за формулою:

$$Чm = \frac{n \times 100}{N},$$

де $Чm$ – частота трапляння, %;

n – кількість насінин, у яких виявлено даний вид, шт.

N – загальна кількість досліджених насінин, шт.

Показники якості сої визначали за загальноприйнятою методикою з використанням експрес-аналізатора цільного зерна FOSS «Infratec 1241 Grain Analyzer» (Данія) [13].

Результати досліджень та їх обговорення.

Температурний режим є одним із найважливіших факторів для вирощування сої, яка є теплолюбною культурою та чутливою до температурних коливань на різних етапах органогенезу. За даними спостережень, у 2024 р. відмітили підвищення середньомісячного показника температури до 18,52 °C (+2,94 °C до середньо багаторічного показника – 15,58 °C). У 2024 р. температура повітря упродовж місяців вегетаційного періоду була вищою від середніх багаторічних даних. Такі умови сприяли прискоренню темпів проходження фенологічних фаз розвитку сої, зокрема проростання, бутонізації та цвітіння, скорочуючи тривалість періоду наливу зерна (табл. 1).

У 2025 р. показники температури повітря упродовж вегетації рослин сої були значно нижчими від показників 2024 р і не перевищували середньо багаторічних показників, за виключенням вересня і жовтня місяців, коли температура повітря знаходилась на позначках 16,7°C і 9,4 °C, а середньо багаторічний показник становив 14,4°C і 8,5°C, відповідно (табл. 1).

Забезпечення вологою є важливим фактором для формування урожайності сої, так як періоди бутонізації, цвітіння та наливу зерна сої є критичними по відношенню до вологості.

Середня багаторічна кількість опадів за вегетаційний період становила 310,8 мм. За обидва вегетаційні роки

Таблиця 1

Середньомісячна температура 2024-2025 рр., °С

Рік	Місяці							Середнє по місяцях, °С
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2024 р.	12,9	16,3	21,6	24,3	23,2	20,5	10,8	18,52
2025 р.	9,4	11,9	18,2	20,7	20,2	16,7	9,4	15,20
Середня багаторічна температура, °С	9,8	15,6	19,4	21,2	20,2	14,4	8,5	15,58

Таблиця 2

Кількість атмосферних опадів за 2024–2025 рр., мм

Рік	Місяці							Сума опадів за вегетаційний період, мм
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2024 р.	89,2	10,6	129,7	37,8	14,5	19,6	65,9	367,3
2025 р.	30,4	134,3	35,2	231,6	26,6	20,4	65,0	543,5
Середня багаторічна кількість опадів, мм	31,8	47,1	54,2	46,9	44,2	49,8	36,8	310,8

Таблиця 3

Видовий склад і частота трапляння грибів насінневої мікобіоти та лабораторна схожість насіння різних сортів сої (2024 р.)

Сорт	Лабораторна схожість насіння, %	Частота трапляння грибів, %		
		<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mucor mucedo</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
Сіверка	95,0	94,0	-	4,5
Арніка	99,0	78,5	-	1,0
Муза	97,0	80,5	-	1,0
Адамос	91,0	98,0	5,4	1,5
Александрит	73,0	40,5	7,9	7,5
Антрацит	95,0	94,5	-	3,8
ЕС Ментор	92,0	95,0	1,0	2,5
ЕС Візітор	70,0	98,0	1,5	6,5

даний показник перевищував середньо багаторічний показник. Меншу кількість опадів відмічено у 2024 р. – 367,3 мм, тоді як у 2025 р. сума опадів за вегетаційний період становила 543,5 мм, що значно перевищувала середньо багаторічний показник (табл. 2).

Водночас розподіл опадів у 2024 р. був нерівномірним: у червні відмітили значне перевищення середніх багаторічних показників (129,7 мм), тоді як у липні відмітили дефіцит вологи (37,8 мм). Такий режим зволоження створював складні умови водоспоживання для сої у фазу цвітіння, що є критичним періодом для забезпечення високої врожайності. У серпні і вересні кількість опадів була меншою від середньо багаторічних показників, проте у жовтні їх кількість перевищувала середньо багаторічний показник майже вдвічі – 65,9 мм проти 36,8 мм (табл. 2).

У 2025 р. упродовж вегетації рослин сої розподіл опадів також був нерівномірним. У травні кількість опадів становила 134,3 мм, тоді як середньо багаторічний показник знаходився на рівні 47,1 мм, а у липні кількість опадів значно перевищувала середньо – багаторічний показник – 231,6 мм і 46,9 мм, відповідно. Також

перевищення даного показника відмічено і у жовтні місяці – 65,0 мм і 36,8 мм, відповідно (табл. 2), що негативно впливало на якість насіння через ризик вторинного зволоження та погіршення його технологічних властивостей.

Формування показників якості насіння сої забезпечує одержання високих і стабільних врожаїв. Проте, через насіннєвий матеріал можуть розповсюджуватися збудники хвороб, які призводять як до зниження продуктивності, так і показників якості. У результаті проведених досліджень виявлено ураженість насіння сої різними мікроміцетами, видовий склад яких різнився за роками.

У 2024 р. у результаті проведених досліджень виявлено ураженість насіння сої наступними мікроміцетами: *Alternaria alternata*, *Mucor mucedo*, *Gliocladium roseum*. *Alternaria alternata* виділено з усіх зразків насіння сої, частота трапляння знаходилась в межах 40,5 % – 98,0 %, залежно від сорту. Даний збудник захворювання розвивався тільки на поверхні насіння та не призводив до погіршення схожості. *Mucor mucedo* і *Gliocladium roseum* – викликали пліснявіння насіння. *Mucor mucedo* виявлено не на всіх сортах, а лише на

Адамос (5,4 %), Александрит (7,9 %), ЕС Ментор (1,0 %) і ЕС Візітор (1,5 %). *Gliocladium roseum* виявлено на всіх зразках насіння. Найвищий показник трапляння даного збудника відмічено на сортах Александрит (7,5 %) і ЕС Візітор (6,5 %), а найнижчий – 1,0 % – на сортах Арніка і Муза (табл. 3).

Відмічено зниження лабораторної схожості на насінневу матеріалі сортів Александрит (73,0%) і ЕС Візітор (70,0 %), на яких відмічено найвищий відсоток трапляння гриба *Gliocladium roseum* – 7,5% та 6,5 %, відповідно (табл. 3).

У 2025 р. із разків насіння сої виділено наступні мікроміцети: *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Fusarium graminearum*, *Rhizopus nigricans*. З усіх зразків насіння виділено гриб *Cladosporium cladosporioides* частота трапляння якого була досить високою і варіювала в межах 80,0 % (сорт Адамос) – 100 % (сортів Сіверка, Арніка, Александрит, Антрацит, ЕС Ментор, ЕС Візітор). *Alternaria alternata* виділено з насіння сорту Антрацит, частота трапляння становила 4,4 %. *Penicillium expansum* виділено із насінневого матеріалу сортів Адамос, Александрит, Антрацит, ЕС Ментор і ЕС Візітор, частота трапляння варіювала від 4,0 % (сорт ЕС ментор) до 14,0 % (сорт Александрит, ЕС Візітор). *Fusarium graminearum* виявлено на насінневу матеріалі усіх досліджуваних

сортів. Найнижчий відсоток трапляння хвороби (4,2 %) відмічено на сорті Антрацит, а найвищий – 12,0 % – на сортах Муза і ЕС Візітор. Частота трапляння мікроміцета *Rhizopus nigricans* варіювала в межах 4,0 % (сорт Адамос, ЕС Ментор) – 8,3 % (сортів Арніка, Антрацит) (табл. 4).

Показники маси 1000 насінин сортів сої у 2024 р. знаходились в межах 122,0 г (сорт Арніка) – 193,0 г (сорт Муза) за середнього значення по сортах 161,6 г. У 2025 р. маса 1000 насінин зростає, середнє значення по сортах становило 169,5 г, що перевищувало даний показник у 2024 р. на 7,9 г. Найвище значення даного показника відмічено у сорту Антрацит – 194,0 г, а найменше – 110,1 г – у сорту Муза (табл. 5).

Вміст білка у зерні сортів сої у 2024 р. варіював в межах 25,9 % (сорт Александрит) – 37,5 % (сорт ЕС Ментор). У 2025 р. вміст білка перевищував даний показник у 2024 р. Найвищий показник відмічено для сорту ЕС Ментор (41,6%), а найнижчий – 36,5 % – для сорту Адамос. Вміст білка у сортах сої у 2025 р. (середнє значення по сортах становило 39,0 %) суттєво перевищував даний показник у 2024 р. (середнє значення по сортах – 31,4 %) (табл. 5).

За вмістом жиру у зерні сої вищі показники були відмічені у 2024 р. Середнє значення по сортах становило 23,3 %, проти 22,0 % у 2025 р. Найвищими показниками

Таблиця 4

Видовий склад і частота трапляння грибів насінневої мікобіоти та лабораторна схожість насіння різних сортів сої (2025 р.)

Сорт	Лабораторна схожість насіння, %	Частота трапляння грибів, %				
		<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Penicillium expansum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Rhizopus nigricans</i>
Сіверка	100	100	-	-	10,0	-
Арніка	100	100	-	-	8,0	8,3
Муза	100	97,0	-	-	12,0	-
Адамос	100	80,0	-	10,0	8,0	4,0
Александрит	100	100	-	14,0	8,0	7,5
Антрацит	100	100	4,4	8,0	4,2	8,3
ЕС Ментор	100	100	-	4,0	6,0	4,0
ЕС Візітор	100	100	-	14,0	12,0	-

Таблиця 5

Показники якості зерна сортів сої за 2024–2025 рр.

№	Сорт	Маса 1000 насінин, г		Білок (вміст у сухій речовині), %		Жир (вміст у сухій речовині), %	
		2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
1	Сіверка	161,0	187,9	30,1	40,0	23,8	21,5
2	Арніка	122,0	186,4	30,3	39,7	23,3	21,8
3	Муза	193,0*	110,1	34,5	38,9	23,0	22,5
4	Адамос	167,5	192,6	31,9	36,5	22,5	22,1
5	Александрит	157,5	184,3	25,9	37,3	22,6	20,5
6	Антрацит	185,5*	194,0*	34,7	38,0	23,6	23,4*
7	ЕС Ментор	175,0	149,2	37,5*	41,6*	22,9	22,2
8	ЕС Візітор	132,5	151,1	26,5	39,7	24,8*	21,8
	\bar{x}	161,6	169,5	31,4	39,0	23,3	22,0

* – значення у стовпцях, що істотно вищі від середнього за 5 %-го рівня значущості

Таблиця 6

Коефіцієнти парної кореляції між показниками якості насіння сої та розвитком насіннєвої мікобіоти (r), 2024 р.

	Маса 1000 насінин, г	Білок (вміст у сухій речовині), %	Жир (вміст у сухій речовині), %	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mucor mucedo</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
Маса 1000 насінин, г	1,00					
Білок (вміст у сухій речовині), %	0,68	1,00				
Жир (вміст у сухій речовині), %	-0,41	-0,32	1,00			
<i>Alternaria alternata</i>	0,11	0,47	0,44	1,00		
<i>Mucor mucedo</i>	-0,06	-0,50	-0,52	-0,61	1,00	
<i>Gliocladium roseum</i>	-0,24	-0,69	0,38	-0,40	0,45	1,00

Таблиця 7

Коефіцієнти парної кореляції між показниками якості насіння сої та розвитком насіннєвої мікобіоти (r), 2025 р.

	Маса 1000 насінин, г	Білок (вміст у сухій речовині), %	Жир (вміст у сухій речовині), %	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Penicillium expansum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Rhizopus nigricans</i>
Маса 1000 насінин, г	1,00							
Білок (вміст у сухій речовині), %	-0,40	1,00						
Жир (вміст у сухій речовині), %	-0,16	0,06	1,00					
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-0,19	0,61	-0,10	1,00				
<i>Alternaria alternata</i>	0,33	-0,24	0,69	0,17	1,00			
<i>Penicillium expansum</i>	0,23	-0,50	-0,27	-0,19	0,12	1,00		
<i>Fusarium graminearum</i>	-0,57	0,10	-0,34	0,00	-0,64	-0,07	1,00	
<i>Rhizopus nigricans</i>	0,60	-0,32	0,03	0,07	0,46	0,17	-0,79	1,00

характеризувався сорт ЕС Візітор –24,8%. У 2025 р. найбільше значення даного показника – 23,3 % відмічено для сорту Антрацит (табл. 5).

За результатами кореляційного аналізу даних за 2024 р. встановлено помірний позитивний зв'язок між масою 1000 насінин і вмістом білка ($r = 0,68$), що вказує на тенденцію до збільшення білковості насіння зі зростанням його маси (табл. 6). Водночас між масою 1000 насінин і вмістом жиру виявлено помірний обернений зв'язок ($r = -0,41$), що свідчить про певну конкурентність між накопиченням білка та ліпідів у насінні. Зв'язок маси насіння з розвитком *Alternaria alternata* є слабким позитивним ($r = 0,11$), тоді як з *Mucor mucedo* – практично відсутній ($r = -0,06$), а з *Gliocladium roseum* – слабкий негативний ($r = -0,24$).

Вміст білка характеризується помірним позитивним зв'язком із *Alternaria alternata* ($r = 0,47$) та помірним негативним – із *Mucor mucedo* ($r = -0,50$), а також сильним оберненим зв'язком із *Gliocladium roseum* ($r = -0,69$). Це свідчить про різну реакцію мікобіоти на білковий склад насіння та потенційні конкурентні або антагоністичні взаємодії.

Вміст жиру демонструє помірні кореляційні зв'язки: позитивний з *Alternaria alternata* ($r = 0,44$) і *Gliocladium roseum* ($r = 0,38$) та негативний з *Mucor mucedo* ($r = -0,52$). Це вказує на неоднозначний вплив ліпідного складу насіння на розвиток окремих грибних асоціацій.

Між показниками розвитку мікобіоти виявлено переважно помірні та сильні зв'язки. Зокрема, *Alternaria alternata* має сильний негативний зв'язок із *Mucor mucedo* ($r = -0,61$) та помірний негативний – із *Gliocladium roseum* ($r = -0,40$). Водночас між *Mucor mucedo* та *Gliocladium roseum* встановлено помірний позитивний зв'язок ($r = 0,45$), що свідчить про їхню екологічну сумісність або подібні умови розвитку (табл. 6).

За даними 2025 р. встановлено помірний обернений зв'язок між масою 1000 насінин і вмістом білка ($r = -0,40$), що може свідчити про певну тенденцію до зниження білковості за збільшення маси насіння в умовах 2025 р. (табл. 7). Зв'язок маси 1000 насінин із вмістом жиру є слабким негативним ($r = -0,16$), що вказує на незначну залежність між цими показниками.

Серед мікобіоти найбільш виражений позитивний зв'язок із вмістом білка відзначено для *Cladosporium cladosporioides* ($r = 0,61$), тоді як для *Penicillium expansum* спостерігається помірний негативний зв'язок ($r = -0,50$), що може свідчити про різну трофічну спрямованість цих грибів щодо білкових сполук насіння. Вміст жиру найбільш тісно позитивно асоціюється з розвитком *Alternaria alternata* ($r = 0,69$), тоді як для *Fusarium graminearum* встановлено помірний обернений зв'язок ($r = -0,34$), що може вказувати на чутливість цього виду до ліпідного складу насіння (табл. 7).

Щодо взаємозв'язків між грибними таксонами, виявлено сильний обернений зв'язок між *Fusarium graminearum* і *Rhizopus* ($r = -0,79$), що свідчить про виражену антагоністичну взаємодію. Також сильний негативний зв'язок встановлено між *Alternaria alternata* та *Fusarium graminearum* ($r = -0,64$), тоді як між *Alternaria alternata* і *Rhizopus* спостерігається помірний позитивний зв'язок ($r = 0,46$) (табл. 7).

Загалом результати кореляційного аналізу за 2025 р. підтверджують, що формування якісних показників насіння сої відбувається під впливом складних багатофакторних взаємодій між біохімічним складом насіння та структурою його мікобіоти, яка характеризується як синергічними, так і антагоністичними зв'язками.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що видовий склад насінневої мікобіоти сої залежить від гідротермічних умов року. У 2024 р. домінували *Alternaria alternata*, *Mucor mucedo* та *Gliocladium roseum*, тоді як у 2025 р. мікобіота характеризувалася більшим різноманіттям і була представлена *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Fusarium graminearum* та *Rhizopus nigricans*. При цьому у 2025 р. відмічено стабільно високу лабораторну схожість насіння (100 %) за наявності значної частоти ураження окремими мікроміцетами.

Встановлено, що гідротермічні умови 2025 р., які характеризувалися нижчим температурним режимом та надмірним зволоженням, сприяли підвищенню маси 1000 насінин і вмісту білка (у середньому до 39,0 % проти 31,4 % у 2024 р.), водночас зумовлюючи певне зниження вмісту жиру. Це підтверджує вагомий вплив погодних факторів на формування якісних показників насіння сої.

Кореляційний аналіз показав, що у 2024 р. між масою 1000 насінин і вмістом білка існував помірний позитивний зв'язок ($r = 0,68$), тоді як у 2025 р. цей зв'язок набув оберненого характеру ($r = -0,40$), що вказує на мінливість взаємозв'язків залежно від умов року. Вміст жиру в обидва роки проявляв переважно обернені або слабкі зв'язки з іншими показниками якості.

Виявлено, що розвиток окремих представників мікобіоти по-різному пов'язаний із формуванням якісних показників насіння. Зокрема, у 2025 р. встановлено помірний позитивний зв'язок між вмістом білка і *Cladosporium cladosporioides* ($r = 0,61$), а також тісний позитивний зв'язок між вмістом жиру і *Alternaria alternata* ($r = 0,69$). Водночас для *Fusarium graminearum* характерний обернений зв'язок із вмістом жиру ($r = -0,34$) та сильні антагоністичні взаємодії з іншими грибами, зокрема з *Rhizopus nigricans* ($r = -0,79$).

Загалом встановлено, що насіннева інфекція є важливим фактором, який у поєднанні з погодними умовами впливає на формування показників якості насіння сої та структуру його мікобіоти. Взаємодія між біохімічним складом насіння і розвитком мікроміцетів має складний характер і проявляється у вигляді як синергічних, так і антагоністичних зв'язків.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні механізмів взаємодії між насінневою мікобіотою та біохімічними показниками насіння, а також у розробленні ефективних заходів управління

фітосанітарним станом насінневого матеріалу з урахуванням змін клімату та сортових особливостей сої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Havryliuk, I., & Kovalyshyna, H. Characteristics of soft winter wheat varieties by crop structure and grain quality indicators. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 2024, 28(4), 68-84. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/4.2024.68>
- Pikovskiy M., Solomiichuk M. Identification of mycobiota and diagnosis of soybean seed disease. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13(1). P. 44–50. DOI: 10.31548/agr.13(1).2022.44-50.
- Popescu A., Dinu T. A., Stoian E., Şerban V., Hontus A., Angelescu C., Stanciu M. Soybean in the European Union – an upward trend for cultivation and production. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025. Vol. 25(2). P. 633–646 URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.25_2/Art63.pdf
- Pospyelova H. D. Species composition of plant pathogenic flora of soybean seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2015. № 1–2. P. 44–48. DOI: 10.31210/visnyk2015.1-2.08.
- ISTA. International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*. 1996. Vol. 24 (Suppl.). Zurich, Switzerland.
- Бабич А. О., Бабич–Побережна А. А. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.
- Безноска І. В., Парфенюк А. І., Шерстобоева О. В., Гаврилюк Л. В. Я., Терновий Ю. В., Горган Т. М. Видовий склад фітопатогенних мікроміцетів насіння сортів культурних рослин. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 84–90. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2020.207685.
- Білявська Л. Г., Гарбузов Ю. Є. Характеристика новостворених ліній сої культурної без опушення. *Генетичні ресурси рослин*. 2026. Вип. 35. С. 8–20 DOI: 10.36814/pgr.2024.35.01.
- Голик Л., Поліщук С., Райчук Т., Штакал М., Левченко О., Кузьменко Л. та ін. Урожайність сортів пшениці озимої та контроль спалахів хвороб на рослинах за умов зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2023. Т. 101, № 7. С. 14–22. DOI: 10.31073/agrovisnyk202307-02
- Голодна А. В., Грицюк Я. В. Культура соя та її значення у сучасному світовому і вітчизняному агропробудівстві. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 2. С. 100–109. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2024.309929
- Дрозда О. В. Сорт як важливий фактор технології вирощування сої. *Зрошуване землеробство*. 2024. Вип. 81. С. 19–23. DOI: 10.32848/0135-2369.2024.81.3.
- ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2003-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
- Киенко З. Б., Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О. та ін. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. 3-тє вид. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2017. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e67fb8d4b9.pdf>
- Марков І. Прогноз розвитку хвороб невід'ємна складова інтегрованого захисту рослин. *Агробізнес сьогодні*. 2013. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/>

- item/365-prognoz-rozvitku-khvorob-nevid-emna-skladova-integrovanogo-zakhistu-roslin.html
15. Мельничук Ф.С., Марченко О.А., Ретьман М.С. Цитотоксична дія фунгіцидних протруйників на проростки сої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 5. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_23.
 16. Мізерник Д. В. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі і Україні. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 76(1). С. 36–47. DOI: 10.32636/01308521.2024-(760-1-4).
 17. Піковський М. Й., Кирик М. М. Симптоматика білої гнилі сої. Карантин і захист рослин. 2012. № 7. С. 2–5.
 18. Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Кочерга В. Я. Вплив агрокліматичних факторів на розвиток основних хвороб сортів сої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 44–52. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-6.
 19. Соя (Glycine max (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизева, О. О. Посилаєва, П. В. Чернишенко; за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2016. 400 с. URL: <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/soya-monografiya-7.pdf>
- REFERENCES:**
1. Havryliuk, I., & Kovalyshyna, H. (2024). Characteristics of soft winter wheat varieties by crop structure and grain quality indicators. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 28(4), 68–84. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/4.2024.68>
 2. Pikovskyi, M., & Solomiichuk, M. (2022). Identification of microbiota and diagnosis of soybean seed disease. *Plant and Soil Science*, 13(1), 44–50. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(1\).2022.44-50](https://doi.org/10.31548/agr.13(1).2022.44-50)
 3. Popescu, A., Dinu, T. A., Stoian, E., Șerban, V., Hontus, A., Angelescu, C., & Stanciu, M. (2025). Soybean in the European Union – an upward trend for cultivation and production. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 25(2), 633–646. https://management-journal.usamv.ro/pdf/vol.25_2/Art63.pdf
 4. Pospelova, H. D. (2015). Species composition of plant pathogenic flora of soybean seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1–2, 44–48. <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.1-2.08>
 5. ISTA. (1996). *International Rules for Seed Testing*. Seed Science and Technology, 24 (Suppl.). Zurich, Switzerland.
 6. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2008). Seleksiia i vyrobnytstvo soi v Ukraini [Breeding and production of soybean in Ukraine]. *Vinnytsia* [in Ukrainian].
 7. Beznosko, I. V., Parfeniuk, A. I., Sherstoboieva, O. V., Havryliuk, L. V. Ya., Ternovyi, Yu. V., & Horhan, T. M. (2020). Vydivyi sklad fitopatohennykh mikromitsetiv nasinnia sortiv kulturnykh roslyn [Species composition of phytopathogenic micromycetes of seeds of cultivated plant varieties]. *Angroecological journal*, 2, 84–90. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207685>
 8. Biliavska, L. H., & Harbuzov, Yu. Ye. (2026). Kharakterystyka novostvorenykh linii soi kulturnoi bez opushennia [characterization of new glabrous soybean lines]. *Plant Genetic Resources*, 35, 8–20. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.36814/pgr.2024.35.01>
 9. Holyk, L., Polishchuk, S., Raichuk, T., Shtakal, M., Levchenko, O., Kuzmenko, L., et al. (2023). Urozhainist sortiv pshenytsi ozymoi ta kontrol spalakhiv khvorob na roslynakh za umov zminy klimatu [Productivity of winter wheat varieties and control of plant disease outbreaks under climate change conditions]. *Bulletin of Agricultural Science*, 101(7), 14–22. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202307-02>
 10. Holodna, A. V., Hrytsiuk, Ya. V. (2024). Kultura soia ta yii znachennia u suchasnomu svitovomu i vitchyznianomu ahrovyrobnytstvi [soybean culture and its role in modern global and national agricultural production]. *Balanced Nature Using*, (2), 100–109. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2024.309929>
 11. Drozd, O. V. (2024). Sort yak vazhlyvyi faktor tekhnolohii vyroshchuvannia soi [Variety as an important factor in soybean cultivation technology]. *Irrigated Agriculture*, 81, 19–23. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.81.3>
 12. DSTU 4138:2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for quality determination]. (2003). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 13. Kyienko, Z. B., Prysiazhniuk, L. M., Shovhun, O. O., et al. (2017). Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. 3rd ed. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]. <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e-67fb8d4b9.pdf>
 14. Markov, I. (2013). Prohnoz rozvytku khvorob – nevidiemna skladova intehrovanoho zakhystu roslyn [Forecasting disease development as an integral part of integrated plant protection]. *Ahrobiznes sohodni*. [in Ukrainian]. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/365-prognoz-rozvitku-khvorob-nevid-emna-skladova-integrovanogo-zakhistu-roslin.html>
 15. Melnychuk, F. S., Marchenko, O. A., & Retman, M. S. (2015). Tsytotoksychna diia funhitsydneykh protruyniv na prorstky soi [Cytotoxic effect of fungicidal seed dressers on soybean seedlings]. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 5. [in Ukrainian]. <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd-2015-5-23>
 16. Mizernyk, D. V. (2024). Suchasnyi stan ta perspektyvy vyroshchuvannia soi v sviti i Ukraini [Current state and prospects of soybean cultivation in the world and Ukraine]. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 76(1), 36–47. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(760-1-4\)](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(760-1-4))
 17. Pikovskyi, M. Y., & Kyryk, M. M. (2012). Symptomatyka biloi hnyli soi [Symptoms of white mold of soybean]. *Quarantine and plant protection*, 7, 2–5 [in Ukrainian].
 18. Pospelova, H. D., Kovalenko, N. P., Nechyporenko, N. I., & Kocherha, V. Ya. (2020). Vplyv ahroklimatychnykh faktoriv na rozvytok osnovnykh khvorob sortiv soi [Influence of agroclimatic factors on the development of major soybean diseases]. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 3, 44–52. [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3\(107\)-6](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3(107)-6)
 19. Kyrychenko, V. V., Riabukha, S. S., Kobyzieva, L. N., Posylaieva, O. O., & Chernyshenko, P. V. (2016). Soia (Glycine max (L.) Merr.) [Soybean]. *Kharkiv* [in Ukrainian]. <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/soya-monografiya-7.pdf>

Пилипенко С.В. Вплив насіннєвої інфекції на якість насіння сортів сої за різних гідротермічних умов

Мета. Метою дослідження було оцінити вплив насіннєвої інфекції на формування показників якості насіння різних сортів сої залежно від гідротермічних умов року.

Методи. Дослідження проводили у 2024–2025 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України на базі ВП «Агрономічна дослідна станція» НУБіП України. Об'єктами дослідження були сорти сої різного походження. Фітопатологічний аналіз насіння здійснювали відповідно до методик ISTA та ДСТУ 4138-2002 з визначенням частоти трапляння мікроміцетів. Показники якості насіння (маса 1000 насінин, вміст білка та жиру) визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора. Для оцінки взаємозв'язків між показниками застосовано кореляційний аналіз.

Результати. Встановлено, що видовий склад насіннєвої мікобіоти змінювався залежно від погодних умов. У 2024 р. домінували *Alternaria alternaria*, *Mucor mucedo* та *Gliocladium roseum*, тоді як у 2025 р. мікобіота характеризувалася більшим різноманіттям і була представлена *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Fusarium graminearum* та *Rhizopus nigricans*. У 2025 р. зафіксовано підвищення маси 1000 насінин і вмісту білка (у середньому до 39,0 %) порівняно з 2024 р., водночас відмічено зниження вмісту жиру. Лабораторна схожість насіння у 2025 р. становила 100 % у всіх досліджуваних сортів. Кореляційний аналіз показав змінність взаємозв'язків між показниками якості: у 2024 р. маса 1000 насінин позитивно корелювала з вмістом білка ($r = 0,68$), тоді як у 2025 р. зв'язок був негативним ($r = -0,40$). Виявлено різноспрямовані зв'язки між розвитком мікроміцетів і біохімічними показниками насіння, зокрема позитивні для *Cladosporium cladosporioides* ($r = 0,61$) та *Alternaria alternata* ($r = 0,69$), а також виражені антагоністичні взаємодії за участю *Fusarium graminearum* (r до $-0,79$).

Висновки. Насіннєва інфекція у поєднанні з гідротермічними умовами року впливає на формування якісних показників насіння сої та структуру його мікобіоти. Встановлені кореляційні залежності мають змінний характер і визначаються як біохімічними особливостями насіння, так і видовим складом мікроміцетів. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення систем оцінки якості насіння та розроблення заходів контролю насіннєвої інфекції.

Ключові слова: мікобіота, фітопатогени, схожість, ураженість, фактори середовища, продуктивність культури.

Pylypenko S.V. Impact of Seed-Borne Infection on the Quality of Soybean Seeds under Different Hydrothermal Conditions

Purpose. The aim of the study was to evaluate the effect of seed-borne infection on the formation of seed quality traits in different soybean varieties depending on hydrothermal conditions of the year.

Methods. The research was conducted in 2024–2025 under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine at the Agronomic Research Station of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Soybean varieties of different origin were used as the study material. Phytopathological analysis of seeds was performed according to ISTA and DSTU 4138-2002 methods to determine the frequency of occurrence of micromycetes. Seed quality parameters (1000-seed weight, protein and oil content) were determined using an infrared grain analyzer. Correlation analysis was applied to assess relationships between the studied traits.

Results. The species composition of seed mycobiota varied depending on weather conditions. In 2024, *Alternaria alternata*, *Mucor mucedo*, and *Gliocladium roseum* predominated, whereas in 2025 the mycobiota was more diverse and included *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Fusarium graminearum*, and *Rhizopus nigricans*. In 2025, an increase in 1000-seed weight and protein content (on average up to 39.0 %) was observed compared to 2024, along with a decrease in oil content. Laboratory germination in 2025 reached 100 % for all studied varieties. Correlation analysis revealed variability in relationships between quality traits: in 2024, 1000-seed weight positively correlated with protein content ($r = 0.68$), while in 2025 the relationship was negative ($r = -0.40$). Different directions of correlations between micromycetes and biochemical seed traits were identified, including positive correlations for *Cladosporium cladosporioides* ($r = 0.61$) and *Alternaria alternata* ($r = 0.69$), as well as strong antagonistic interactions involving *Fusarium graminearum* (r up to -0.79).

Conclusions. Seed-borne infection in combination with hydrothermal conditions influences the formation of soybean seed quality traits and the structure of seed mycobiota. The identified correlations are variable and determined by both biochemical characteristics of seeds and the species composition of micromycetes. The obtained results can be used to improve seed quality assessment systems and develop effective strategies for controlling seed-borne infections.

Key words: mycobiota, phytopathogens, germination, disease incidence, environmental factors, crop productivity.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026