

УДК 631.8:523.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.15>

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОСЛИН СОЇ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ З АНТИСТРЕСОВОЮ ДІЄЮ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Лі Жуйцзе – аспірант кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет

Мельник А.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет

Дудка А.А. – д.філос.,

старший викладач кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет

Романько Ю.О. – к.с.-г.н.,

керівник Департаменту Агрономічних рішень в Україні та розвитку Інноваційного
Хабу в кластері Центрально-Східної Європи,
ТОВ «Байер»

Мельник Т.І. – к.б.н.,

професор кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет

Зернобобові культури, зокрема соя, є ключовим компонентом продовольчої безпеки, особливо в регіонах із дефіцитом білка. Проте, сьогодні сільськогосподарське виробництво стикається зі значними викликами через зміну клімату. Абіотичні стреси, спричинені зміною клімату, негативно позначаються на врожайності сої. Для підвищення стійкості цієї культури до несприятливих умов доцільним є застосування сучасних технологій, таких як сортовий підбір та використання регуляторів росту з антистресовою дією. У статті представлено результати досліджень, спрямованих на оцінку впливу сортових особливостей рослин сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією на формування морфологічних параметрів рослин сої в умовах Лівобережного Лісостепу України за період 2021–2023 років. Об'єктом дослідження є процес формування морфологічних параметрів рослин сої залежно від сорту та регуляторів росту із антистресовою дією. Предметом дослідження є сорти сої (Амадеа, Ауреліна, Беттіна, Ментор, Навігатор) та різні регулятори росту з антистресовою дією (контроль, GREEN HAS Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover), погодні умови. Досліджувані роки характеризувались за зволоженням: 2022 та 2023 рр – нормальні (ГТК близькі до 1,2), 2021 р. – вологий (ГТК понад 1,3). В ході досліджень встановлено, що погодні умови 2023 року сприяли досягненню максимальних значень висоти рослин (67,7 см), вмісту хлорофілів $a+b$ (2,58 мг/г сирої маси) та розвитку листової поверхні (40,2 тис. м²/га). Порівняльний аналіз сортів сої виявив, що сорт Беттіна мав істотно вищі показники за висотою рослин (71,4 см), а сорт Ауреліна – за вмістом хлорофілів $a+b$ (2,46 мг/г сирої маси) та площею листової поверхні (36,3 тис. м²/га). Обробка сої регулятором росту з антистресовою дією Antistress сприяла істотному позитивному ефекту на ріст і розвиток рослин, що проявлялося у максимальних значеннях висоти (65,3 см), вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів $a+b$, 2,45 мг/г сирої маси) та площі асиміляційної поверхні (36,8 тис. м²/га).

Ключові слова: соя, сорти, регулятори росту з антистресовою дією, висота рослин, вміст хлорофілів, площа листової поверхні, погодні умови.

Li R., Melnyk A.V., Dudka A.A., Romanko Yu.O., Melnyk T.I. Varietal features of morphological parameters of soybean plants using growth regulators with anti-stress effects in the left bank Forest-Steppe of Ukraine

Legumes, particularly soybeans, are a key component of food security, especially in protein-deficient regions. However, today agricultural production faces significant challenges due to climate change. Abiotic stresses caused by climate change negatively affect soybean yield. To increase the resistance of this culture to adverse conditions, it is advisable to use modern technologies, such as varietal selection and the use of growth regulators with anti-stress effects. The paper presents the results of research aimed at evaluating the influence of varietal characteristics of soybean plants according to the use of growth regulators with anti-stress effects on the formation of morphological parameters of soybean plants in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine for the period 2021–2023. The object of research is the process of forming morphological parameters of soybean plants depending on the variety and growth regulators with anti-stress effects. The subject of study is soybean varieties (Amadea, Aurelina, Bettina, Mentor, Navigator) and various growth regulators with anti-stress effects (control, GREEN HAS Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover), weather conditions. The following indicators characterized the conditions of the studied years. Regarding moisture, 2022 and 2023 are normal (HTC is close to 1.2). 2021 is a wet year (HTC over 1.3). During the research, it was established that the weather conditions of 2023 contributed to the achievement of the maximum values of plant height (67.7 cm), the content of chlorophylls a+b (2.58 mg/g of raw mass), and the development of the leaf surface (40.2 thousand m²/Ha). Comparative analysis of soybean varieties revealed that the Bettina variety had significantly higher values for plant height (71.4 cm), and the Aurelina variety for the content of chlorophylls a+b (2.46 mg/g of raw mass) and leaf surface area (36, 3 thousand m²/ha). Treatment of soybeans with antistress growth regulator Antistress contributed to a significant positive effect on plant growth and development, which was manifested in the maximum values of height (65.3 cm), the content of photosynthetic pigments (chlorophylls a+b, 2.45 mg/g of raw mass) and area of the assimilation surface (36.8 thousand m²/ha).

Key words: *soybean, varieties, growth regulators with anti-stress effects, plant height, chlorophyll content, leaf surface area, weather conditions.*

Постановка проблеми. Зернобобові культури становлять другу за вагомістю групу сільськогосподарських рослин після зернових культур (пшениця, рис, кукурудза). Вони відіграють вирішальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, особливо в країнах, де спостерігається дефіцит білка тваринного походження. Високий вміст рослинних білків, клітковини, вітамінів і мінералів робить бобові незамінними компонентами збалансованого раціону людини [10, с. 65]. Соя є однією з найбільш адаптивних олійних культур, придатних до вирощування за широкого діапазону кліматичних умов. Її висока врожайність та багатий білковий склад роблять її важливою культурою в системі землеробства багатьох країн світу [8, с. 714]. Проте, в останні роки несприятливий вплив зміни клімату на сільськогосподарське виробництво в аграрному секторі став помітним і є реальністю в усьому світі. Спричинені зміною клімату абіотичні стреси, такі як посуха та коливання температури, руйнують фізіологічні реакції культур, в тому числі і сої, продуктивність і загальну врожайність, що, зрештою, створює серйозну загрозу глобальній продовольчій безпеці та агроєкосистемам [3; 25, с. 202]. Для підвищення стабільності врожаїв сої необхідно комплексне використання сучасних технологій, таких як сортовий підбір з урахуванням агрокліматичних особливостей регіону та застосування регуляторів росту з антистресовою дією [22, с. 74].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміна клімату, зокрема підвищення температури, зміна режиму опадів і частіші екстремальні явища, дедалі більше впливають на врожайність сільськогосподарських культур у Європі [2, с. 1; 6, с. 503]. За оцінками, надзвичайна посуха в серпні 2022 р. в Європейському

Союзі (ЄС) спричинила зниження врожайності кукурудзи, сої та соняшнику на 12–16%, порівняно з 5-річним періодом [1, с. 1]. Тому нестабільність погодних умов вимагає від агровиробників та науковців всього світу постійної адаптації виробничих процесів для забезпечення стабільної продуктивності сої.

Сорт сої є ключовим елементом технології її вирощування, який значною мірою визначає рівень і стабільність врожайності. Селекційна робота, спрямована на створення нових високопродуктивних сортів, є одним з основних напрямків підвищення ефективності соєвого виробництва. Однак, більшість сучасних сортів мають обмежену пластичність і вимагають добору з урахуванням специфічних умов вирощування [13, с. 33; 14, с. 138; 23, с. 85]. Враховуючи різноманітність агрокліматичних умов, актуальним завданням сучасних агрономічних досліджень є науково обґрунтований підбір сортів сої, що забезпечить максимальну їх продуктивність та стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища [9, с. 101; 12, с. 135; 21, с. 5].

Екстремальні погодні умови, зокрема тривалі періоди високих температур та відсутності опадів, посилюють необхідність розробки інноваційних підходів у рослинництві [4, с. 1; 7, с. 730; 19, с. 31].

Однією з перспективних стратегій оптимізації технологій вирощування сої є застосування регуляторів росту. Ці фізіологічно активні сполуки сприяють ефективнішій мобілізації та утилізації рухомих форм мінеральних елементів, підвищуючи загальну стійкість рослин до біотичних і абіотичних стресів [11, с. 467].

Постановка завдання. Метою дослідження було вивчення впливу генетичних особливостей сортів та застосування різних регуляторів росту з антистресовою дією на морфологічні показники рослин сої в умовах північно-східного Лісостепу України.

Об'єктом дослідження є процес формування морфологічних параметрів рослин сої залежно від сорту та регуляторів росту із антистресовою дією.

Предметом дослідження є сорти сої (Амадеа, Ауреліна, Беттіна, Ментор, Навігатор) та різні регулятори росту із антистресовою дією (контроль, GREEN HAS Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover), погодні умови.

Досліди проводилися на дослідній ділянці навчально-науково-виробничого комплексу Сумського НАУ протягом 2021–2023 рр. Грунт дослідної ділянки: чорнозем типовий глибоко середньо-гумусовий крупнопилувато-середньосушлинково-ий на лесових породах. Агрохімічні характеристики ґрунту були наступними: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,8–4,1%, реакція ґрунтового розчину (рН сольовим методом) – слабокисла (6,0–6,2), вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 120 мг/кг, рухомих форм фосфору (P_2O_5 за Чириковим) – 195,1 мг/кг та калію (K_2O за Чириковим) – 72,4 мг/кг.

Агротехніка досліду базувалась на типових для Лівобережного Лісостепу прийомах вирощування сої, за виключенням експериментальних факторів. Сівбу проводили звичайним рядковим способом (з міжряддями 15 см) та нормою висіву 650 тис. насінин на гектар. Насіння перед сівбою інокулювали препаратом Хістік Соя (4 кг/т). Мінеральне живлення забезпечувалось шляхом внесення азотних, фосфорних та калійних добрив у дозі 45 кг діючої речовини на гектар кожного елемента.

Дослідження мали наступну *схему досліду*. Фактор А – сорти сої (Амадеа, Ауреліна, Беттіна, Ментор, Навігатор); фактор В – різні стимулятори росту з антистресовою дією (контроль, GREEN HAS Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover).

З метою комплексної оцінки метеорологічних умов дослідної ділянки протягом 2021–2023 рр. було проведено розрахунок гідротермічного коефіцієнта Селянинова на основі даних про температуру повітря та кількість опадів, отриманих зі станції Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (с. Сад – 5 км від дослідного поля). Значення ГТК вказують, що за рівнем зволоження 2022 та 2023 роки – нормальні (ГТК=1,18–1,21), 2021 рік – вологий (ГТК=1,31).

Виклад основного матеріалу досліджень. Висота рослин сої є ключовим селекційним критерієм, який тісно пов'язаний з продуктивністю культури завдяки своїй ролі в транспортуванні та перетворенні поживних речовин. [20, с. 67]. Аналіз даних за період 2021–2023 років (табл. 1) засвідчив значущий вплив метеорологічних умов на динаміку досліджуваного показника. Найбільшу висоту рослин у фазу повного цвітіння сої було сформовано за погодних умов 2023 року – 67,7 см. Дещо нижчі рослини зафіксували для умов, які склалися у 2021 році – 63,8 см. Найнижчі рослини були за умов 2022 року – 61,8 см.

Аналіз за фактором А (сорти) показав значні сортові відмінності у висоті рослин сої. Найвищі рослини було зафіксовано у сорту Беттіна – 71,4 см. Дещо менша і приблизно однакова висота рослин простежувалася у сортів Ауреліна та Амадеа – 64,7 та 66,9 см відповідно. Найменшою висотою характеризувалися сорти Навігатор та Ментор – 58,9 та 60,0 см відповідно.

За фактором В (регулятори росту) встановлено, що найвищі рослини сформовано за використання препарату Antistress – 65,7 см. Дещо меншу висоту рослин мали варіанти за внесення Sugar Mover та GREEN HAS Amino VG Antistress – 65,2 та 65,3 см відповідно. Найменший показник висоти розраховали на контрольному варіанті – 61,4 см. НІР₀₅ для фактора А=0,91; В=0,82; АВ=1,83 см.

Продуктивність рослин тісно корелює з ефективністю фотосинтетичного апарату, основними компонентами якого є хлорофіли а і b. Ці пігменти, поглинаючи світло в різних спектральних діапазонах, забезпечують енергією фотохімічні реакції, необхідні для перетворення світлової енергії в хімічні зв'язки органічних сполук [5, с. 3513; 16, с. 9]. В ході досліджень (табл. 2) встановлено, що найбільший вплив на вміст хлорофілів а+b у фазі повного цвітіння мали погодні умови, що склалися у 2023 році – 2,47 мг/г сирової маси. Середнє значення зазначеного показника спостерігалось для умов 2021 року – 2,38 мг/г сирової маси. Найменший вміст хлорофілів а+b зафіксували за умов 2022 року – 2,25 мг/г сирової маси.

В розрізі фактору А (сорти) варто зазначити, що найбільший вміст хлорофілів а+b мав сорт Ауреліна (2,46 мг/г сирової маси). Дещо менший вміст хлорофілів було сформовано посівами сортів Навігатор та Беттіна (по 2,39 та 2,38 мг/г сирової маси відповідно). Найменше значення розраховали для сортів Ментор (2,31 мг/г сирової маси) та Амадеа (2,28 мг/г сирової маси).

Найбільшим вмістом хлорофілів а+b за фактором В (регулятори росту) був варіант за застосування препарату Antistress – 2,45 мг/г сирової маси. Дещо меншими показниками характеризувалися варіанти за внесення GREEN HAS Amino VG Antistress та Sugar Mover – по 2,39 та 2,40 мг/г сирової маси відповідно. Істотно менший вміст хлорофілів а+b поверхні було сформовано на ділянках (варіантах) без внесення регуляторів росту – 2,22 мг/г сирової маси. НІР₀₅ для фактора А=0,04; В=0,04; АВ=0,09 мг/г.

Площа листової поверхні є ключовим фактором, що визначає фотосинтетичну активність рослин, оскільки саме листя є основним органом, який поглинає сонячне світло та здійснює процес фотосинтезу, забезпечуючи рослину органічними речовинами [15, с. 116; 18, с. 26]. В ході досліджень (табл. 3) встановлено,

що найбільшу площу листової поверхні у фазі повного цвітіння сої зафіксували за умов, які склалися у 2023 році – 40,2 тис. м²/га. Дещо меншу площу розрахували у 2021 році – 33,4 тис. м²/га. Найменша асиміляційна поверхня сформувалася за умов 2022 року – 32,3 тис. м²/га.

Таблиця 1

Сортові особливості формування висоти рослин сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2021–2023 рр., ННБК Сумського НАУ), см

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Висота рослин, см			Середнє	
		2021	2022	2023	Фактор А	Фактор В
Амадеа	Контроль	65,2	62,8	67,3	66,9	61,4
	GREEN HAS Amino VG Antistress	67,3	64,4	71,1		65,3
	Antistress	68,2	65,1	70,5		65,7
	Sugar Mover	66,9	64,0	70,5		65,2
Ауреліна	Контроль	61,2	59,3	65,1	64,7	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	65,0	62,8	68,2		
	Antistress	67,1	63,8	67,3		
	Sugar Mover	66,9	63,1	67		
Беттіна	Контроль	67,1	65,9	71,2	71,4	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	70,9	68,4	77		
	Antistress	72,2	69,5	77,4		
	Sugar Mover	71,5	69,3	76,6		
Ментор	Контроль	56,1	55,0	58,6	60,0	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	58,6	57,9	65,7		
	Antistress	60,0	60,3	64,4		
	Sugar Mover	59,4	59,7	64,1		
Навігатор	Контроль	54,4	53,6	58,9	58,9	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	59,2	57,5	65,0		
	Antistress	58,2	56,7	64,4		
	Sugar Mover	59,6	56,2	62,9		
Середнє по роках		63,8	61,8	67,7	64,4	
НІР ₀₅ Фактор А=0,91; В=0,82; АВ=1,83						

Серед сортів (фактор А) найбільшою площею листової поверхні відзначився сорт Ауреліна – 36,3 тис. м²/га. Сорти Навігатор та Беттіна сформували дещо менші показники – по 36,0 тис. м²/га. Найменшу площу листової поверхні серед досліджуваних отримали у сортів Амадеа (33,7 тис. м²/га) та Ментор (34,3 тис. м²/га).

Таблиця 2.

Сортові особливості формування вмісту хлорофілів a+b у рослинах сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2021–2023 рр., ННБК Сумського НАУ), мг/г сирої маси

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	вмісту хлорофілів a+b, мг/г сирої маси			Середнє	
		2021	2022	2023	Фактор А	Фактор В
Амадеа	Контроль	2,14	2,06	2,25	2,28	2,22
	GREEN HAS Amino VG Antistress	2,33	2,16	2,44		2,39
	Antistress	2,41	2,21	2,49		2,45
	Sugar Mover	2,39	2,1	2,4		2,40
Ауреліна	Контроль	2,31	2,28	2,48	2,46	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	2,4	2,38	2,53		
	Antistress	2,56	2,41	2,7		
	Sugar Mover	2,45	2,37	2,66		
Беттіна	Контроль	2,21	2,19	2,36	2,38	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	2,44	2,39	2,45		
	Antistress	2,5	2,38	2,49		
	Sugar Mover	2,44	2,33	2,4		
Ментор	Контроль	2,12	2,02	2,27	2,31	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	2,35	2,15	2,46		
	Antistress	2,45	2,24	2,55		
	Sugar Mover	2,41	2,2	2,51		
Навігатор	Контроль	2,2	2,13	2,34	2,39	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	2,5	2,38	2,54		
	Antistress	2,44	2,34	2,58		
	Sugar Mover	2,51	2,29	2,48		
Середнє по роках		2,38	2,25	2,47	2,37	
НІР ₀₅ Фактор А=0,04; В=0,04; АВ=0,09						

За фактором В (регулятори росту) встановлено, що найбільшу площу листової поверхні розраховано за використання препарату Antistress – 36,8 тис. м²/га. За використання препаратів Sugar Mover та GREEN HAS Amino VG Antistress сформовано дещо менші показники площі листової поверхні – 35,8 та 35,7 тис. м²/га. Істотно меншу площу листової поверхні сформовано на контролі – 32,8 тис. м²/га. НІР₀₅ для фактора А=0,96; В=0,86; АВ=1,92 тис. м²/га. Чимало наукових досліджень присвячено вивченню впливу сортових особливостей та використання регуляторів росту на морфологічні параметри рослин сої. Результати цих досліджень вказують на значний позитивний вплив цих факторів на продуктивність сої [17, с. 26; 24, с. 29].

Таблиця 3

**Сортові особливості формування площі листової поверхні рослин сої
залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією
(середнє за 2021–2023 рр., ННБК Сумського НАУ), тис. м²/га**

Назва сорту	Препарат	Площа листової поверхні, тис. м ² /га			Середнє	
		2021	2022	2023	Фактор А	Фактор В
Амадеа	Контроль	31,1	31,3	33,2	33,7	32,8
	GREEN HAS Amino VG Antistress	32,3	30,7	39,4		35,7
	Antistress	33,0	31,7	40,5		36,8
	Sugar Mover	31,5	30,6	39,2		35,8
Ауреліна	Контроль	33,1	32,6	36,9	36,3	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	34,5	32,7	41,9		
	Antistress	34,2	33,9	44,5		
	Sugar Mover	35,1	33,7	42,4		
Бетгіна	Контроль	30,7	30,1	38,7	36,0	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	33,9	33,2	42,6		
	Antistress	35,8	34,2	42,9		
	Sugar Mover	35,7	32	41,9		
Ментор	Контроль	30,4	30,0	35,8	34,3	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	30,9	30,9	38,4		
	Antistress	34,6	33,4	42,4		
	Sugar Mover	33,1	31,0	40,9		
Навігатор	Контроль	30,9	30,1	36,6	36,0	
	GREEN HAS Amino VG Antistress	36,5	34,8	42,8		
	Antistress	35,6	33,9	41,7		
	Sugar Mover	34,5	34,2	40,7		
Середнє по роках		33,4	32,3	40,2	35,3	
НІР ₀₅ Фактор А=0,96; В=0,86; АВ=1,92						

Висновки та пропозиції. Аналіз даних за період 2021–2023 років показав, що оптимальні погодні умови 2023 року сприяли найбільшому росту рослин (67,7 см), накопиченню хлорофілів (2,58 мг/г сирової маси) та розвитку листової поверхні (40,2 тис. м²/га) у Лівобережному Лісостепу України.

Порівняльний аналіз сортів сої виявив, що сорт Бетгіна мав істотно вищі показники за висотою рослин (71,4 см), а сорт Ауреліна – за вмістом хлорофілів a+b (2,46 мг/г сирової маси) та площею листової поверхні (36,3 тис. м²/га).

Обробка сої регулятором росту з антистресовою дією Antistress сприяла істотному позитивному ефекту на ріст і розвиток рослин, що проявлялося у максимальних

значеннях висоти (65,3 см), вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів a+b, 2,45 мг/г сирої маси) та площі асиміляційної поверхні (36,8 тис. м²/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Baruth B., Bassu S., Ben Aoun W., Biavetti I., Bratu M., Cerrani I., Chemin Y., Claverie M., De Palma P., Fumagalli D., Manfron G., Morel, J., Nisini Scacchiafichi L., Panarello L., Ronchetti G., Seguíni L., Tarnavsky E., Van Den Berg, M., Zajac Z. and Zucchini A. Crop monitoring in Europe. *JRC MARS Bulletin*. 2022. 31(3). 1–28 DOI: <https://doi.org/10.2760/31930>
2. Ben-Ari T., Boé J., Ciais P. Causes and implications of the unforeseen 2016 extreme yield loss in the breadbasket of France. *Nat Commun*. 2018. 9 (1). 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04087-x>
3. Bibi F., Rahman A. An Overview of Climate Change Impacts on Agriculture and Their Mitigation Strategies. *Agriculture*. 2023. 13(8). P. 1508. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13081508>
4. Bielashov O., Rozhkov A., Kalenska S., Romanov O., Muzafarov N. Influence of Pre-Sowing Application of Mineral Fertilizers, Root and Foliar Nutrition on Productivity of Winter Triticale Plants. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2022. 23 (6). pp. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/152118>
5. Croft H., Chen J. M., Luo X., Bartlett P., Chen B., Staebler R. M. Leaf chlorophyll content as a proxy for leaf photosynthetic capacity. *Glob Change Biol* 2017. 23 (9). P. 3513–3524. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13599>
6. Hernandez-Barrera S., Rodriguez-Puebla C., Challinor A. J. Effects of diurnal temperature range and drought on wheat yield in Spain. *Theoretical and Applied Climatology*. 2017. 129(1), 503–519. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1779-9>
7. Kalenska S., Novytska N., Kalenskii V., Kormosh S., Martunov A. The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates. *Agronomy Research*. 2022. 20 (4). pp. 730–750. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.22.075>
8. Kim Y-H., Hwang S-J., Waqas M., Khan AL., Lee J-H., Lee J-D., Nguyen HT., Lee I-J. Comparative analysis of endogenous hormones level in two soybean (*Glycine max L.*) lines differing in waterlogging tolerance. *Frontiers in Plant Science*. 2015. 6. P. 714. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00714>
9. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pantsyeva H., Telekalo N., Tkach O. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. № 10 (1). P. 101–105. https://doi.org/10.15421/2020_16
10. Shakya M., Patel M., Singh V. Knowledge level of chickpea growers about chickpea production technology. *Indian Research Journal of Extension Education*. 2016. 8. P. 65–68.
11. Zeng Q., Jiang L., Wang D., Huang S., Yang D. Camptothecin and 10-hydroxycamptothecin accumulation in tender leaves of *Camptotheca acuminata* saplings after treatment with plant growth regulators. *Plant Growth Regulation*. 2012. 68. P. 467–473. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-012-9736-9>.
12. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. (1). С. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>
13. Білявська Л. Г. Адаптивність сортів сої полтавської селекції в умовах зміни клімату. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2010. 15. 33–38.
14. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В. Адаптивний потенціал сортів сої в умовах зміни клімату. *Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції «Клі-*

матичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». (м. Київ, червень 2020 р.). Київ, 2020. С. 138–141.

15. Гавій В. М., Приплавко С. О. Формування асиміляційного апарату озимої пшениці сорту Ювівата за дії синтетичних регуляторів росту. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія. Біологія*. 2019. 1. С. 116–120.

16. Заболотна А. В., Заболотний О. І., Розборська Л. В., Жиліяк І. Д., Даценко А. А. Вміст пігментів і чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи за використання регуляторів росту рослин. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2021. 4 (46). С. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.2>

17. Кравець О. О., Ходаніцька О. О., Багрій, Д. С. Вплив регуляторів росту на анатомічні параметри фотосинтетичного апарату сільськогосподарських рослин. *The 2nd International scientific and practical conference "Science, innovations and education: problems and prospects"* (September 15-17, 2021) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2021. С. 26–28.

18. Крижанівський М. В., Бахмат О. М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. (37). С. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-4>

19. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Роль добрив та регуляторів росту рослин за сучасної технології вирощування ярого ячменю в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія та біологія*. 2023. 53 (3). С. 31–42. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.3.5>

20. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Клубук В. В., Марченко Т. Ю. Прояв і мінливість ознак «висота рослин» і «висота кріплення нижнього бобу» у сортів та гібридів сої різних груп стиглості при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2013. № 83. С. 67–74.

21. Мазур В. А., Ткачук О. П., Вергеліс В. І. Ранньостиглі сорти сої в умовах інтенсивного землеробства та зміни клімату. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26 (3). С. 5–12. DOI: <https://doi.org/17.10.37128/2707-5826-2022-3-1>

22. Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 74–92. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-7>

23. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 113. С. 85–91. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.12>

24. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М. Вплив інокуляції та морфо-регулятора на особливості росту рослин сої в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2017. 11. С. 29–34.

25. Польовий А. М., Микитюк О. Ю., Божко Л. Ю., Барсукова О. А. Вплив змін клімату на емісію парникових газів (CO₂, N₂O) із ґрунтів агроєкосистем. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна, Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2023. 58. 202–216. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-16>