

УДК 582.736.3(477):631.52

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.35>

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Тарабріна А.-М.О. – аспірантка кафедри рослинництва та садово-паркового господарства,

Миколаївський національний аграрний університет

Панфілова А.В. – д.с.-г.н., професор,

завідувачка кафедри рослинництва та садово-паркового господарства,

Миколаївський національний аграрний університет

Мета. Дослідити вплив сортових особливостей і технології вирощування на фотосинтетичну діяльність посівів та урожайність сої в умовах Північного Степу України. **Методи.** Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. **Результати.** Вирощування сої за no-till технологією, залишення рослинних решток на поверхні ґрунту позитивно впливало на фотосинтетичну діяльність посівів сої та формування урожайності насіння у всі роки досліджень. Максимальні розміри листкової поверхні посівів сої були сформовані в період цвітіння рослин. У середньому за роки досліджень та по фактору технології вирощування культури, у фазі гілкування більшу площу листкової поверхні мали рослини сорту Беттіна – 17,96 тис м²/га, що перевищило показники сорту Фортеця на 0,70 тис м²/га або на 3,9%. Така ж тенденція спостерігалася і в фазу цвітіння і наливу насіння. Вирощування сої за технологією no-till забезпечило збільшення площі листкової поверхні рослин сої обох досліджуваних сортів та формування чистої продуктивності фотосинтезу посівами порівняно із класичною технологією вирощування культури. Так, за вирощування сорту Фортеця чиста продуктивність фотосинтезу у міжфазний період гілкування – цвітіння за даного варіанту технології вирощування склала 1,43 г/м² за добу, а сорту Беттіна – 1,61 г/м² за добу, що перевищило показники варіанту класичної технології на 11,2–17,4%. Така ж тенденція спостерігалася і у міжфазний період цвітіння – наливу насіння. На урожайність насіння сої впливали сортові особливості, технологія вирощування культури та погодні умови в роки дослідження. Але навіть у посушливих умовах спостерігалася тенденція щодо позитивного впливу на урожайність сої технології no-till, зокрема за вирощування сорту Беттіна. **Висновки.** Найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин, їх фотосинтетичної діяльності склалися у всі роки досліджень при вирощування сорту Беттіна за технологією no-till, що забезпечило формування найвищої урожайності сої – 1,32–2,50 т/га залежно від року дослідження.

Ключові слова: соя, сорт, технологія вирощування, площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, урожайність.

Tarabrina A.M.-O., Panfilova A.V. The influence of cultivation technology and varietal characteristics on the photosynthetic activity of soybean crops in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

Objective. To investigate the influence of varietal characteristics and cultivation technology on the photosynthetic activity of crops and soybean yield in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field and laboratory studies were carried out in accordance with modern requirements and standards of research in agronomy and agriculture. **Results.** Growing soybeans using no-till technology, leaving plant residues on the soil surface, had a positive effect on the photosynthetic activity of soybean crops and the formation of seed yield in all years of research. The maximum dimensions of the leaf surface of soybean crops were formed during the flowering period of plants. On average over the years of research and by the factor of crop cultivation technology, in the branching phase, plants of the Bettina variety had a larger leaf surface area – 17.96 thousand m²/ha, which exceeded the indicators of the Fortetsa variety by 0.70 thousand m²/ha

or by 3.9%. The same trend was observed in the flowering and seed filling phases. Growing soybeans using no-till technology provided an increase in the leaf surface area of soybean plants of both studied varieties and the formation of net photosynthesis productivity by crops compared to the classical crop cultivation technology. Thus, when growing the Fortetsia variety, the net productivity of photosynthesis in the interphase period of branching – flowering under this variant of the cultivation technology was 1.43 g/m² per day, and for the Bettina variety – 1.61 g/m² per day, which exceeded the indicators of the classical technology variant by 11.2–17.4%. The same trend was observed in the interphase period of flowering – seed filling. The yield of soybean seeds was influenced by varietal characteristics, crop cultivation technology and weather conditions during the years of the study. But even in arid conditions, there was a tendency for the positive effect of no-till technology on soybean yield, in particular when growing the Bettina variety. **Conclusions.** The most favorable conditions for the growth and development of plants, their photosynthetic activity were created in all years of research when growing the Bettina variety using no-till technology, which ensured the formation of the highest soybean yield – 1.32–2.50 t/ha depending on the year of research.

Key words: soybean, variety, cultivation technology, leaf surface area, net photosynthesis productivity, yield.

Постановка проблеми. Соя – одна з найдавніших сільськогосподарських культур, боби якої широко використовують у харчовій, кормовій, технічній та медичній промисловості [1]. Жодна країна світу не має таких можливостей для нарощування виробництва сої, як Україна з її родючими ґрунтами, сприятливим кліматом, сортами нового покоління, новітніми технологіями [2]. Площі, зайняті посівами сої, збільшуються за рахунок високої рентабельності, яка є особливо важливою для сьогодення, практично щорічно і наразі Україна входить у десятку найбільших світових виробників сої [3, 4].

Посіви сільськогосподарських культур – могутні фотосинтезуючі системи, які за здатністю поглинати сонячну енергію у 2–5 разів перевищують природні угіддя, зокрема й лісові насадження [5].

Важливою передумовою високої фотосинтетичної продуктивності й отримання високих урожаїв сої є формування посівів із найбільш розвиненим асиміляційним апаратом, який би тривалий час (максимально) знаходився в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду [6, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя формує асиміляційний апарат у широкому діапазоні – від 20 до 70 тис. м²/га. Оптимальна площа листкової поверхні, за якої формується найвища врожайність насіння сої, становить 40–50 тис. м²/га [8, 9]. Якщо площа листкової поверхні рослин менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована і тому фотосинтетично активна радіація (ФАР) використовується нераціонально. Проте, й більша площа листкової поверхні є небажаною [5]. Площа листкової поверхні рослин залежить від сортових особливостей, екологічних умов регіону та агротехнічних заходів її вирощування і може коливатися в широких межах [10, 11, 12, 13]. Так, дослідженнями Міхєєвої О. та ін. [14] встановлена сильна пряма кореляція між кількістю опадів і продуктивністю фотосинтезу рослин сої, що говорить про значний вплив на фотосинтетичну діяльність посівів культури погодних умов вегетаційного періоду. Не менш важливе значення у формуванні рослинами фотосинтетичного апарату та продуктивності відіграє світловий режим у посівах сої, який найбільше залежить від норм висіву насіння, потім від живлення та сорту [15]. Застосування удобрення посівів, зокрема мікродобривами, також сприяє зростанню площі листової поверхні рослин сої [16]. Важливе значення у формуванні фотосинтетичної продуктивності посівів відіграє морфобіотип сорту [7, 17].

Правильний добір сортів щодо їх регіонального поширення, а також формування умов для високої фотосинтетично активної листової поверхні є запорукою до накопичення високого рівня продуктивності посівів. Дослідженнями Лемешик А. В. та Новицької Н. В. [18] встановлено, що на час цвітіння сої площа листової поверхні рослин сорту Сірелія становила 40,5 тис. м²/га, Сайдіна – 40,7, Вишиванка – 42,7, Жаклін – 42,1 тис. м²/га. Можна зробити висновок, що приблизно однакові за тривалістю вегетаційного періоду сорти сої формували співставні показники площі листової поверхні, здатні забезпечити ефективне проходження процесів фотосинтезу.

Постановка завдання. Дослідити вплив сортових особливостей і технології вирощування на фотосинтетичну діяльність посівів та урожайність сої в умовах Північного Степу України.

Експериментальні дослідження проводили у 2022–2024 рр. в умовах ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області. Господарство є філією кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету.

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом звичайним малогумусним легкосуглинковим на лесах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН – 6,8–7,0). Вміст гумусу в 0–30 см шарі становить 3,1–3,3%. Рухомих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту в середньому містилося: нітратів (за Грандваль Ляжу) – 15–25, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 41–46, обмінного калію (на полуменевомуфотометрі) – 389–425 мг/кг ґрунту.

Клімат на території господарства помірно–континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом. Погодні умови за гідротермічними показниками в роки проведення досліджень різнилися, що дало можливість отримати об’єктивні результати.

Схема досліді включала наступні варіанти:

Фактор А – сорт: 1. Бетгіна; 2. Фортеця.

Фактор В – технологія вирощування: 1. Класична; 2. Технологія *no-till*.

Агротехніка вирощування сої у досліді була загальноприйнятою для зони Північного Степу України, окрім факторів, що було взято на вивчення. Проведення дослідів супроводжувалось фенологічними спостереженнями та біометричними вимірюваннями, обліками та аналізами за загальноприйнятими методиками.

Виклад основного матеріалу досліджень. Соя, на відміну від багатьох сільськогосподарських культур, після фази цвітіння і далі активно формує листову поверхню. Проведене визначення площі листків підтвердило, що максимальні розміри листової поверхні посівів сої були сформовані в період цвітіння рослин. Слід відмітити, що у фазі наливу насіння відмічено зменшення площі листової поверхні рослин (табл. 1).

Встановлено, що починаючи від фази повних сходів до кінця фази цвітіння у роки досліджень відбувалося наростання площі листової поверхні рослин сої обох досліджуваних сортів, після чого відмічено сповільнення інтенсивності ростових процесів та поступове зниження даного показника, що у першу чергу пов’язане з біологічними особливостями культури, а саме з відмиранням листків у нижніх ярусах та перерозподілом поживних речовин з листків до генеративних органів, проте, процеси розвитку рослин ще не припиняються.

Під впливом досліджуваних факторів вже у фазу гілкування було визначено різницю за показниками площі листової поверхні сортів сої. Так, в середньому за роки досліджень та по фактору технології вирощування культури, більшу площу

Таблиця 1

Площа листової поверхні рослин сої залежно від сортових особливостей та технології вирощування, тис м²/га

Технологія	Сорт	Фаза росту та розвитку рослин		
		гілкування	цвітіння	налив насіння
2022 р.				
Класична	Беттіна	16,56	23,80	22,57
	Фортеця	16,21	22,05	21,82
Технологія no-till	Беттіна	18,69	25,91	23,67
	Фортеця	18,24	24,30	22,78
2023 р.				
Класична	Беттіна	19,65	27,38	24,92
	Фортеця	19,21	26,91	24,09
Технологія no-till	Беттіна	20,21	28,13	25,71
	Фортеця	19,63	27,41	24,65
2024 р.				
Класична	Беттіна	15,25	22,15	20,24
	Фортеця	14,78	21,62	19,53
Технологія no-till	Беттіна	17,41	24,36	21,67
	Фортеця	17,02	23,75	20,90
Середнє за 2022–2024 рр.				
Класична	Беттіна	17,15	24,44	22,58
	Фортеця	16,23	23,53	21,34
Технологія no-till	Беттіна	18,77	26,13	23,68
	Фортеця	18,30	25,15	22,78

листової поверхні мали рослини сорту Беттіна – 17,96 тис м²/га, що перевищило показники сорту Фортеця на 0,70 тис м²/га або на 3,9% (рис. 1).

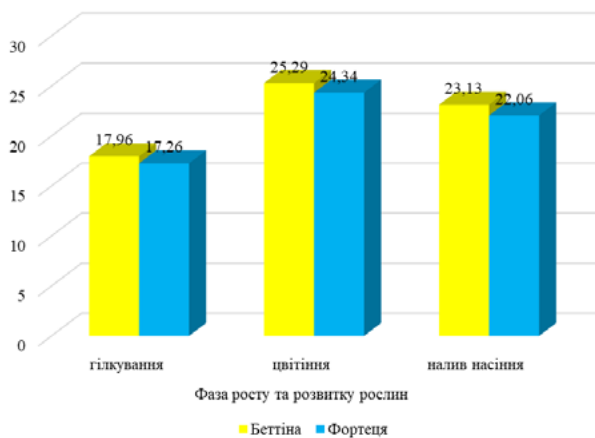


Рис. 1. Вплив сортових особливостей на формування площі листової поверхні рослин сої, тис м²/га (середнє по фактору технології вирощування та за 2022–2024 рр.)

Така ж тенденція спостерігалася і в фазу цвітіння і наливу насіння. Так, площа листової поверхні рослин сорту Беттіна була більшою порівняно до сорту Фортеця на 0,95–1,07 тис м²/га або на 3,8–4,6% залежно від фази росту і розвитку рослин.

Слід зазначити, що вирощування сої за технологією no-till забезпечило збільшення площі листової поверхні рослин сої обох досліджуваних сортів порівняно із класичною технологією вирощування культури. Так, у середньому за роки досліджень, площа листової поверхні сорту Беттіна була більшою на варіанті технології no-till на 1,1–1,69 тис м²/га або на 4,6–8,6% порівняно з класичною технологією, а сорту Фортеця – на 1,44–2,07 тис м²/га або на 6,3–11,3% залежно від фази росту та розвитку рослин.

У формуванні урожаю насіння сої важливе значення належить чистій продуктивності фотосинтезу, як показника роботи фотосинтетичного апарату не лише за біометричними показниками, а й за кількістю діб активного функціонування листового апарату. Чиста продуктивність фотосинтезу – досить пластична ознака, яка піддається суттєвим змінам під впливом факторів навколишнього середовища, виходячи з чого він є специфічним для різних видів і сортів [19]. Поетапні зміни росту рослин упродовж вегетаційного періоду показує чиста продуктивність фотосинтезу вегетації, як наслідок цей показник глибше розкриває особливості нагромадження сухої речовини в окремі міжфазні періоди [20].

У міжфазний період гілкування – цвітіння, показники чистої продуктивності фотосинтезу між досліджуваними варіантами не суттєво відрізнялись, але спостерігалася певна залежність (табл. 2).

Таблиця 2

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сої залежно від сорту та технології вирощування, г/м² за добу (середнє за 2022–2024 рр.)

Технологія	Сорт	Міжфазні періоди	
		Гілкування – цвітіння	Цвітіння – налив насіння
Класична	Беттіна	1,33	2,18
	Фортеця	1,27	1,79
Технологія no-till	Беттіна	1,61	2,27
	Фортеця	1,43	1,91

Застосування технології no-till за вирощування сої мало дещо більший вплив на формування цього показника, незалежно від сорту. Так, за вирощування сорту Фортеця чиста продуктивність фотосинтезу у міжфазний період гілкування – цвітіння за даного варіанту технології вирощування склала 1,43 г/м² за добу, а сорту Беттіна – 1,61 г/м² за добу, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури відповідно на 0,16 та 0,28 г/м² за добу або на 11,2 та 17,4%. Така ж тенденція спостерігалася і у міжфазний період цвітіння – налив насіння. У середньому за роки досліджень, на варіанті вирощування сої за технологією no-till чиста продуктивність фотосинтезу була вищою за варіант класичної технології на 0,09–0,12 г/м² за добу або на 4,0–6,3% залежно від досліджуваного сорту.

Дослідженнями встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу найбільших значень досягала у міжфазний період від цвітіння до наливу насіння, що пояснюється найбільшою інтенсивністю продукційних процесів, суттєвим збільшенням висоти рослин, площі листової поверхні, нагромадженням сирової маси та

сухої речовини. При цьому, найвищою чиста продуктивність фотосинтезу визначена за вирощування сої сорту Беттіна за технологією no-till – 2,27 г/м² за добу.

Дослідженнями встановлено, що урожайність сої в окремі роки проведення досліджень коливалась залежно від впливу сортових особливостей, технології вирощування культури та погодних умов і, зокрема, вона була найменшою у посушливому 2024 році (дефіцит опадів, високий температурний режим та суховії). Але слід відмітити, що навіть у посушливих умовах спостерігалася тенденція щодо позитивного впливу технології no-till на урожайність сої (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність сої залежно від сортових особливостей та технології вирощування, т/га

Сорт	Технологія	
	класична	no-till
2022 р.		
Беттіна	1,81	2,17
Фортеця	1,40	1,63
2023 р.		
Беттіна	2,05	2,50
Фортеця	1,58	1,89
2024 р.		
Беттіна	1,09	1,32
Фортеця	0,71	0,83
Середнє за 2022–2024 рр.		
Беттіна	1,65	2,00
Фортеця	1,23	1,45

Так, у середньому по досліджуваних сортах, на варіанті вирощування сої за технологією no-till у 2024 р. було одержано 1,08 т/га насіння, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 0,18 т/га або 16,7%. Така ж тенденція спостерігалася і у 2022 та 2023 рр. Так, за використання варіанту технології no-till було отримано відповідно 1,9 та 2,2 т/га насіння сої, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування на 0,29–0,38 т/га або на 15,3–17,3%.

Слід зазначити, що незалежно від технології вирощування у всі роки досліджень дещо вищу урожайність формували рослини сорту Беттіна. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування, рослини даного сорту сформували 1,83 т/га насіння, що вище за урожайність сорту Фортеця на 0,49 т/га або 26,8%.

Висновки. У середньому за роки досліджень, в умовах Північного Степу України найбільшу площу листової поверхні рослин сформував сорт сої Беттіна – 17,96–25,29 тис. м²/га залежно від фази росту і розвитку рослин. Вирощування сої за технологією no-till забезпечило збільшення площі листової поверхні рослин обох досліджуваних сортів порівняно із класичною технологією вирощування культури. Так, у середньому за роки досліджень, площа листової поверхні сорту Беттіна була більшою за використання технології no-till на 1,1–1,69 тис м²/га або на 4,6–8,6% порівняно з класичною технологією.

Найвищою чиста продуктивність фотосинтезу визначена у міжфазний період від цвітіння до наливу насіння за вирощування сої сорту Беттіна за технологією no-till – 2,27 /м² за добу.

Найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин, їх фотосинтетичної діяльності склалися у всі роки досліджень при вирощування сорту Беттіна за технологією no-till, що забезпечило формування найвищої урожайності сої – 1,32–2,50 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., Коник Г. С., Стасів О. О. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 138–146. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)
2. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 21(1). С. 23–28. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)
3. Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., Коник Г. С., Стасів О. О. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 138–146. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)
4. Sergiienko V., Shyta O., Khudolii A. (2021). The effect of fungicides on the development of diseases and soybean yield in the Forest steppe of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, (3), 18–23. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.3.18-23>
5. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і врожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98. № 4. С. 62–68.
6. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Plant and Soil Science*. 2020. 11(1). С. 5–12. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>
7. Міхеєва О. О., Рожков А. О., Міхеєв В. Г. Динаміка наростання площі листової поверхні рослин сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т. 11. № 1-2. С. 77–88. <https://doi.org/10.31548/bio2019.01.009>
8. Вожегова Р.А., Боровик В.О., Марченко Т.Ю., Рубцов Д.К. Насіннева продуктивність середньостиглого сорту сої Святогор залежно від норми висіву та доз азотних добрив в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2018. № 70. С. 55–59.
9. Фурман О. В. Формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності сої під впливом інокуляції та мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережного України. *Colloquium-journal. Warszawa*, 2021. 16 (103). Ч. 2. С. 30–33.
10. Клубук В.В. Зв'язок структурних елементів інтродукованих зразків сої (*Glycine Max.* (L.) Merr.) з продуктивністю насіння в умовах зрошення півдня України. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. Вип. 22. С. 11–18.
11. Фурман О. В. Особливості формування площі листової поверхні сої під впливом технологічних заходів вирощування. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Біла Церква, 26–27 березня 2020 р. Біла Церква : БНАУ, 2020. С. 113–115.
12. Шашков Є. О., Танчик С. П. Урожайність сої залежно від сорту та геометричного розміщення рослин у Правобережному Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2018. № 286. С. 100–106.

13. Zabarna T.A. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. *Agriculture and forestry*. 2020. Issue 4 (19). P. 98–109. doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-9.
 14. Mikheeva O., Klymenko I., Mikheev V., Golovan L., Dychenko O., Stankevych S., Chechui H., Laslo O., Chupryn Y., Nahorna S. The effects of seeding rate and row spacing on the photosynthetic activity of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Applied Ecology and Environmental Research*. 2021. P. 4169–4184. DOI: 10.15666/aeer/1905_41694184
 15. Нетіс В. І., Онуфран Л. І. Світловий режим посівів сої та його залежність від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 102–107.
 16. Milenko O., Shevnikov M., Solomon Yu., Rybalchenko A., Shokalo N. Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties. *Scientific Horizons*. 2022. 25(4). 61–66. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.61-66](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.61-66)
 17. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. Вип. 1 (38). С. 55–63. doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.8
 18. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування фотосинтетичних показників сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2023. (31). С. 97–109. <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292405>.
 19. Дідур І. М., Циганський В. І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. №30. С. 44–56.
 20. Шовкова О.В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156–160.
-