

СКЛАДОВІ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА УРОЖАЙНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

НЕВГОД Р. В. – аспірант
orcid.org/0009-0008-9497-2172

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Органічне сільське господарство розглядається як ключова складова стратегії сталого розвитку аграрного сектору, що поєднує виробничі процеси з екологічною рівновагою. Перехід від інтенсивних традиційних технологій до органічних систем спрямований на зменшення негативного антропогенного впливу на довкілля, підвищення біорізноманіття та забезпечення продовольчої безпеки. Основні принципи органічного землеробства включають відмову від синтетичних агрохімікатів, підтримання родючості ґрунту та інтеграцію методів біологічного контролю. До базових технологічних прийомів належать сівозмінна, використання зелених добрив, компостування та інтегроване управління шкідниками [1].

На основі аналізу сучасних досліджень і міжнародного досвіду можна зазначити про переваги впровадження органічних практик, зокрема економічні (преміальне ціноутворення, зростання ринкового попиту), екологічні (зменшення хімічного навантаження, покращення стану агроландшафтів) та соціальні (зростання добробуту фермерів і громад). Для ефективного розвитку органічного виробництва необхідна політична та інституційна підтримка, зокрема інвестиції в наукові дослідження, освітні програми для фермерів та стимулюючі ринкові механізми [2, 3].

В цілому органічне землеробство можна позиціонувати як життєздатний і необхідний підхід до забезпечення сталості аграрного виробництва.

У довоєнний період в Україні спостерігалася стійка позитивна динаміка розвитку органічного сектору, що проявлялося у зростанні площ сертифікованих сільськогосподарських угідь, збільшенні кількості операторів органічного ринку та підвищенні рівня споживання органічної продукції. Цей процес значною мірою був зумовлений активізацією внутрішнього виробництва та розвитком переробки органічної сировини, що забезпечувало наповнення ринку продукцією вітчизняного походження. Однак події останніх років продемонстрували високу вразливість галузі до зовнішніх викликів, зокрема до воєнних дій. Значне скорочення площ органічних угідь та кількості операторів у 2022 р., а також падіння внутрішнього попиту на органічну продукцію до рівня попередніх років засвідчують необхідність посилення державної підтримки, розвитку внутрішніх ринкових механізмів і диверсифікації каналів збуту. Це дозволить не лише мінімізувати негативні наслідки кризових явищ, але й забезпечити подальший поступальний розвиток органічного сільського господарства в Україні [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Картопля (*Solanum tuberosum* L.), яка у світі займає четверте місце серед найважливіших продовольчих культур

з річним обсягом виробництва близько 400 мільйонів тонн, є однією з ключових культур в світових системах органічного землеробства та одним з найбільш затребуваних органічних продуктів на ринку [5]. Так в країнах ЄС органічна картопля вирощується на площі 31 771 га [6], з яких приблизно половина припадає на п'ять країн, а саме: Німеччину (9345 га), Францію (3370 га), Нідерланди (1685 га), Велику Британію (1234 га) та Бельгію (845 га). В Україні площі під вирощування органічної картоплі становлять 1200 га [7].

Картопля не є легкою культурою для вирощування в системах органічного виробництва. Серед факторів, що обмежують врожайність картоплі, вирощеної в системах органічного виробництва, найпоширенішими є дефіцит поживних речовин у ґрунті та обмеження на використання пестицидів [8]. Так, у роботах Djaman et al. [9], Zarzyńska et al. [10] зазначається, що урожайність органічної картоплі становить лише 70 % від врожайності традиційної системи вирощування.

Забезпечення оптимального живлення та підтримання родючості ґрунтів є складним завданням в органічних агроєкосистемах, особливо для культури із високими потребами у поживних речовинах, таких як картопля. Одним із ключових чинників, що обумовлює зниження врожайності в органічному землеробстві порівняно з традиційними системами, є обмежена доступність азоту у добривах, дозволених до застосування в органічних технологіях [11].

У виробництві органічної картоплі першорядне значення має підтримання належного рівня родючості ґрунту, що залежить від низки факторів, зокрема виду та кількості органічних добрив, строків їх внесення, агрофізичних властивостей ґрунту та гідрометеорологічних умов упродовж вегетаційного періоду. Традиційним джерелом поживних речовин у системах органічного картоплярства виступає гній, застосування якого хоча й супроводжується зниженням урожайності порівняно з мінеральними добривами, проте сприяє покращенню ґрунтових характеристик та забезпечує довгострокове збереження екологічної рівноваги агроландшафтів [12, 13].

Численні дослідження засвідчують ефективність сидеральних культур як додаткового елементу органічних технологій вирощування картоплі. Їх використання сприяє збагаченню ґрунту поживними речовинами, поліпшенню його структури та пригніченню розвитку бур'янової рослинності. Особливо цінними виявилися бобові культури, завдяки здатності до біологічної фіксації азоту, що забезпечує рівень урожайності, співставний із традиційним удобренням мінеральними добривами. Поєднання сидератів із гноєм виявилось найбільш

ефективним, забезпечуючи стабільне підвищення врожайності картоплі [14, 15].

Органічні добрива на основі компосту характеризуються обмеженим вмістом доступних форм поживних речовин, насамперед азоту, що зумовлює доцільність їхнього комбінування з іншими органічними продуктами (гній, бобові сидерати). При цьому компост відіграє важливу роль у поліпшенні загальної родючості та біологічної активності ґрунтів. Останніми роками перспективним напрямом досліджень є використання біодобрив та біостимуляторів, зокрема арбускулярних мікоризних грибів, які забезпечують покращення засвоєння елементів мінерального живлення (особливо фосфору), підвищують водоутримувальну здатність ґрунту та стимулюють розвиток кореневої системи. Додатково вони проявляють антагоністичні властивості щодо низки ґрунтових патогенів, що сприяє зменшенню ураження рослин хворобами [16, 17].

Загалом, аналіз літературних джерел підтверджує, що органічні добрива забезпечують не лише підвищення агроєкологічної стійкості систем землеробства, але й впливають на якісні характеристики врожаю картоплі. Бульби, отримані за умов органічного живлення, містять вищу кількість цукрів і поліфенольних сполук порівняно з традиційними технологіями. Водночас результати щодо вмісту мінеральних елементів, аскорбінової кислоти та сенсорних характеристик є суперечливими, що потребує подальших досліджень.

Мета. Встановити вплив сидеральних культур, органічних добрив (гній ВРХ), біостимуляторів та біологічних препаратів на формування показників фотосинтезу та урожайності картоплі за органічного вирощування в умовах Південного Полісся України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальна частина досліджень проводилася у 2023–2025 рр. у стаціонарному польовому досліді, закладеному в чотирипільній сівозміні Інституту картоплярства НААН із наступним чергуванням культур: 1) подвійний сидеральний пар (гірчиця біла); 2) картопля; 3) жито озиме з післяжнивним посівом сидератів; 4) овес з післяжнивним посівом сидератів.

Ґрунтово-кліматичні умови дослідної ділянки відповідають типовим характеристикам поліської зони України. Ґрунт – дерново-підзолистий супіщаний, властивий цій природній зоні. Вміст гумусу в орному шарі становив 1,4 %, азоту легкогідролізованого – 98 мг/кг, рухомого фосфору – 72 мг/кг, обмінного калію – 100 мг/кг. Вміст кальцію і магнію складав відповідно 4,4 та 0,5 мг/100 г ґрунту; гідролітична кислотність – 1,97 мг-екв/100 г; показник рН дорівнював 5,6.

Польові досліді закладено з середньораннім сортом картоплі Мирослава у трьохразовому повторенні. Облікова площа однієї ділянки 45 м². Польовий трьохфакторний дослід було закладено методом розщеплених блоків. У схему досліді було включено наступні варіанти: фактор А: Фон 1 (контроль 1) – подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою; Фон 2 (контроль 2) – подвійний сидерат гірчиці білої + 40 т/га перегною ВРХ; Фактор В біопрепарати: варіант 1 – «Біогран», варіант 2 – «Біогран + StimPure AA

Liquid», варіант 3 – «StimPure AA Liquid», варіант 4 – «Гуміфілд» варіант 5 – «VIT-ORG VG», фактор С: біофунгіциди «Мікохелп» і «Фітохелп».

Щоденні метеодані щодо температури повітря та кількості опадів визначали шляхом власних вимірювань на дослідній ділянці. Інтенсивність посухи в період відбору зразків визначали за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) за формулою Селянінова:

$$ГТК = \frac{\sum r}{0,1 \cdot \sum t \cdot C},$$

де $\sum t$ – сума середньодобових температур > 10 °С за період, $\sum r$ – сума опадів за той самий період (мм). ГТК класифікували наступним чином: <0,4 – дуже сильна посуха; 0,4–0,5 – сильна посуха; 0,6–0,7 – середня посуха; 0,8–0,9 – слабка посуха; 1,0–1,5 – достатньо вологий; > 1,5 – надмірно вологий.

Упродовж 2023–2025 років умови вегетації істотно різнилися за температурним режимом і кількістю опадів, що впливало на стан досліджуваного матеріалу. В 2023 році рослини розвивалися за умов нестабільної температури повітря та дефіциту вологи. Зменшення кількості опадів на 12,9–31,3 мм ускладнювало ріст та розвиток рослин картоплі. В 2024 році середньомісячна температура в червні та липні перевищувала відповідні показники 2023 року на +1,6 °С та +3,0 °С відповідно. Критичний дефіцит опадів спостерігали впродовж майже всього вегетаційного періоду культури, за винятком другої декади червня та першої декади серпня, що в кінцевому результаті негативно позначилось на урожайності картоплі. В 2025 р. впродовж періоду вегетації фіксували посушливі умови різної інтенсивності: від середньої посухи (ГТК 0,73) до дуже сильних її проявів (ГТК 0,03–0,21). Проте середнє значення гідротермічного коефіцієнта 1,01 упродовж вегетаційного періоду картоплі в 2025 р. вказує на достатню забезпеченість вологою.

Польові та лабораторні досліді проводили згідно методики «Картоплярство: методика дослідної справи» [18].

Обробку експериментальних даних проводили із застосуванням стандартних статистичних методів у середовищі Microsoft Excel для розрахунку середніх арифметичних значень та коефіцієнтів кореляції.

Результати.

Будь-який технологічний захід у картоплярстві, як в традиційній так і в органічній системах вирощування, має бути спрямований насамперед на оптимізацію процесів фотосинтезу, від ефективності якого значною мірою залежить формування врожаю культури. Ключовими показниками фотосинтетичної діяльності є площа асиміляційної поверхні листків, вміст у них фотоактивних пігментів, насамперед хлорофілу, а також загальний фотосинтетичний потенціал рослин [13].

Продуктивність картоплі тісно пов'язана з інтенсивністю фотосинтезу, який відбувається виключно у зелених органах, серед яких провідна роль належить листкам. У процесі росту та розвитку рослин формується певна кількість листової маси, що забезпечує значну фотосинтетичну поверхню, котра, як

правило, перевищує площу ґрунту, зайняту рослинами. Рациональне формування та підтримання оптимальної площі листової поверхні є одним із ключових напрямів регулювання продуктивності картоплі.

Як свідчать результати наших досліджень площа листової поверхні змінювалась від факторів, які вивчали (табл. 1). Так, на фоні 1 (подвійний сидерат гірчиці білої) у контрольному варіанті (без застосування біопрепаратів та біофунгіцидів) відзначено найменшу площу асиміляційної поверхні впродовж усього періоду вегетації, яка складала у період сходів 3,4 тис.м²/га та досягала максимального значення 27,6 тис.м²/га у фазу «зеленої ягоди». Застосування біологічних регуляторів росту та біофунгіцидів сприяло зростанню площі асиміляційної поверхні. Не залежно від регулятора росту вищі показники було відмічено за використання препарату Мікохелп. Загалом у фазу сходів площа листової поверхні за застосування стимуляторів росту у фазу сходів варіювала у межах 3,6–4,5 тис.м²/га, що перевищувало контроль на 5,9–32,3 %, у фазу бутонізації 16,5–18,1 тис.м²/га (+ до контролю 4,4–14,5 %), у фазу квітання 27,1–29,6 тис.м²/га (+ до контролю 7,5–17,5 %), фазу «зеленої ягоди» 29,1–33,3 тис.м²/га (+ до контролю 5,4–20,6 %), фазу початку відмирання картоплиння 20,9–22,8 тис.м²/га (+ до контролю 13,5–23,9 %). На фоні 1 найвищий показник площі листової поверхні відзначено за використання біостимулятора «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп у фазу «зеленої ягоди», що складав 33,3 тис.м²/га. За застосування біофунгіциду Фітохелп площа листової поверхні була дещо нижчою порівняно з препаратом Мікохелп, проте тенденція до її зростання за використання біостимуляторів росту незалежно від фази росту та розвитку зберігалась.

Вищими показниками площі фотосинтетичного апарату впродовж періоду вегетації характеризувались рослини сорту Мирослава, які вирощували на фоні 2 (подвійний сидерат (гірчиця біла) + перегній ВРХ 40 т/га). Так, у контрольному варіанті площа листової поверхні зростала на 4,7–20,6 % залежно від фази росту і розвитку порівняно з аналогічним варіантом фону 1 і становила 4,1 тис.м²/га у фазу сходів, 17,2 – бутонізації, 27,3 – квітання, 28,9 – «зеленої ягоди» та 20,1 тис.м²/га у фазу початку відмирання картоплиння.

Слід зазначити, що більш інтенсивно збільшення площі листової поверхні відбувалось на початку вегетації у міжфазний період сходи–бутонізація на фоні внесення біофунгіциду Мікохелп і зростала за застосування біопрепаратів: «Біогран» – з 4,9 до 18,1 тис.м²/га; «Біогран + StimPure AA Liquid» – з 4,9 до 18,5; «StimPure AA Liquid» – 4,4 до 17,9; «Гуміфілд» – 4,7 до 18,2; «VIT-ORG VG» – з 5,0 до 19,8 тис.м²/га. Максимальних значень у наших дослідженнях асиміляційна поверхня досягала у фазу «зеленої ягоди» за використання біопрепарату «VIT-ORG VG» як при застосуванні біофунгіциду Мікохелп – 34,6 так і фунгіциду Фітохелп – 32,4 тис.м²/га.

Слід відмітити, що залежно від фону удобрення, стимуляторів росту та біофунгіцидів змінювався такий важливий ценотичний показник насаджень картоплі як листовий індекс. Результати досліджень свідчать,

що у контрольному варіанті фону 1 у період «зеленої ягоди», коли було зафіксовано максимальні показники площі асиміляційної поверхні він становив 2,75 та зростав на 2,2–21,1 % залежно від стимулятора та біофунгіциду. На фоні 2 листовий індекс у контролі становив 2,9 та зростав на 5,1 % порівняно з фоном. За застосування біостимуляторів та біофунгіцидів відзначено тенденцію до зростання аналогічну фону 1, а саме на 3,4–19,6 %.

Не менш важливе значення у формуванні урожаю картоплі належить чистій продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) як показника роботи фотосинтетичного апарату не лише за біометричними показниками, а й за кількістю діб активного функціонування листового апарату [19]. Нашими дослідженнями встановлено, що цей показник рослин картоплі змінювався залежно від їх фази росту, розвитку та досліджуваних факторів. Так, у середньому за вегетаційний період листкова поверхня рослин картоплі у контрольному варіанті фону 1 щодоби синтезувала 6,5 г/м² за добу сухої речовини, застосування біостимуляторів сприяло збільшенню ЧПФ за використання Мікохелпу на 13,8–41,5 %, Фітохелпу – 10,8–37,0 %. Загалом на фоні 1 найвищий показник ЧПФ відзначено у варіанті з використанням біостимулятора «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп – 9,2 г/м²/добу (Рис.1.).

На фоні 2 (подвійний сидерат (гірчиця біла) + перегній ВРХ 40 т/га) у контрольному варіанті відмічено показник ЧПФ 7,4 г/м². Найбільші темпи синтезу сухої речовини були характерними для варіанту із використанням біостимулятора «VIT-ORG VG» як за внесення Мікохелп так і Фітохелп – 10,0 та 9,5 г/м² за добу відповідно.

Більш високий рівень ЧПФ від 9,7 до 12,8 на фоні 1 та від 10,8 до 13,8 г/м²/добу спостерігали у період «сходи–бутонізація», що є закономірним враховуючи досить значний вплив материнської бульби.

У період від бутонізації до масового квітання встановлено зниження чистої продуктивності фотосинтезу до меж 8,1–12,1 на фоні 1 та 9,3–12,9 г/м² за добу на фоні 2. Від квітання до «зеленої ягоди» утворення сухої речовини коливалось в межах від 7,4 до 11,2 г/м² за добу на фоні 1 та від 8,0 до 11,9 на фоні 2. У період від «зеленої ягоди» до початку відмирання картоплиння показники ЧПФ були найнижчими та варіювали на фоні подвійного сидерату гірчиці білої в межах 6,2–9,6 г/м²/добу, на фоні подвійний сидерат (гірчиця біла) + перегній ВРХ від 7,2 у контролі до 10,5 г/м²/добу у варіанті з використанням біостимулятора «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп.

Важливим елементом процесу формування продуктивності рослин картоплі є не лише збільшення площі листової поверхні, але й подовження періоду функціонування асиміляційного апарату, до якого належать зелені листки та стебла. Саме ці органи забезпечують інтенсивне поглинання сонячної енергії та її перетворення на хімічну енергію у процесі фотосинтезу, що визначає фотосинтетичний потенціал (ФП). Результатами наших досліджень було встановлено, що показники фотосинтетичного потенціалу варіювали як за вирощування на різних фонах, так і за використання біостимуляторів і біофунгіцидів. Так, найнижчі показники

Таблиця 1

Площа асиміляційної поверхні рослин картоплі сорту Мирослава залежно від фону удобрення, біостимуляторів та біофунгіцидів за органічного вирощування, тис.м²/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Фон (фактор А)	Варіант досліджу (фактор В)	Біофунгіцид (фактор С)	Фази росту та розвитку				
			Сходи (ВВСН 0–9)	бугонізація (ВВСН 50–59)	квітання (ВВСН 60–69)	«зеленої ягоди» (ВВСН 70–79)	Початок відмирання карт опління (ВВСН 80–89)
Подвійний сидерат (гірчиця біла)	Контроль без обробки)	мікохелп	3,4	15,8	25,2	27,6	18,4
	«Біогран»		4,2	16,9	27,5	29,7	20,7
	«Біогран + StimPure AA Liquid»		4,2	17,4	29,3	30,8	22,4
	«StimPure AA Liquid»		3,6	16,5	27,1	29,1	20,9
	«Гуміфілд»		4,0	17,5	28,3	29,9	21,4
	«VIT-ORG VG»	4,5	18,1	29,6	33,3	22,8	
	«Біогран»	фітохелп	3,9	16,4	26,9	28,1	20,5
	«Біогран + StimPure AA Liquid»		3,9	17,2	28,1	29,4	21,7
	«StimPure AA Liquid»		3,5	16,6	26,4	27,6	20,4
	«Гуміфілд»		3,8	16,9	27,8	28,6	21,0
«VIT-ORG VG»	4,2		17,6	28,9	30,1	21,9	
Подвійний сидерат (гірчиця біла) + перегній ВРХ 40 т/га	Контроль без обробки)	мікохелп	4,1	17,2	27,3	28,9	20,1
	«Біогран»		4,9	18,1	28,7	30,7	22,6
	«Біогран + StimPure AA Liquid»		4,9	18,5	30,2	32,4	23,9
	«StimPure AA Liquid»		4,4	17,9	28,2	31,5	21,7
	«Гуміфілд»		4,7	18,2	29,1	32,8	23,2
	«VIT-ORG VG»	5,0	19,8	31,4	34,6	24,8	
	«Біогран»	фітохелп	4,7	18,0	28,2	29,9	22,0
	«Біогран + StimPure AA Liquid»		4,7	18,3	29,6	31,7	23,1
	«StimPure AA Liquid»		4,4	17,6	27,9	30,3	22,6
	«Гуміфілд»		4,1	17,2	27,3	31,1	20,1
«VIT-ORG VG»	4,9		18,1	28,7	32,4	22,6	
HIP _{0,5}	HIP _{0,5} Фактор А – 0,53; Фактор Б – 0,27; Фактор С – 0,37; Фактор ABC – 1,06						

ФП відзначено у контрольному варіанті фону 1, що становило 2,4 млн. м²/га · діб. Застосування біостимуляторів росту та обробка бульб і рослин Мікохелпом сприяли підвищенню ФП на 8,3–29,1 %, тоді як за використання стимуляторів та Фітохелпа на 4,2–25,0 %. Аналогічну динаміку щодо зростання фотосинтетичного потенціалу за використання біопрепаратів простежували на фоні 2, проте відсоток зростання був дещо нижчим, як-от стимулятори у поєднанні з Мікохелп підвищували показник на 6,7–20,0 %, Фітохелп – 3,3–9,4 %. Необхідно відзначити і зростання ФП на 25,0 % у контрольному варіанті фону 2 порівняно з контрольним варіантом фону 1.

Найвищі показники ФП відзначено на варіанту фону 2, де застосовували біостимулятора «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп – 3,6 млн. м²/га · діб.

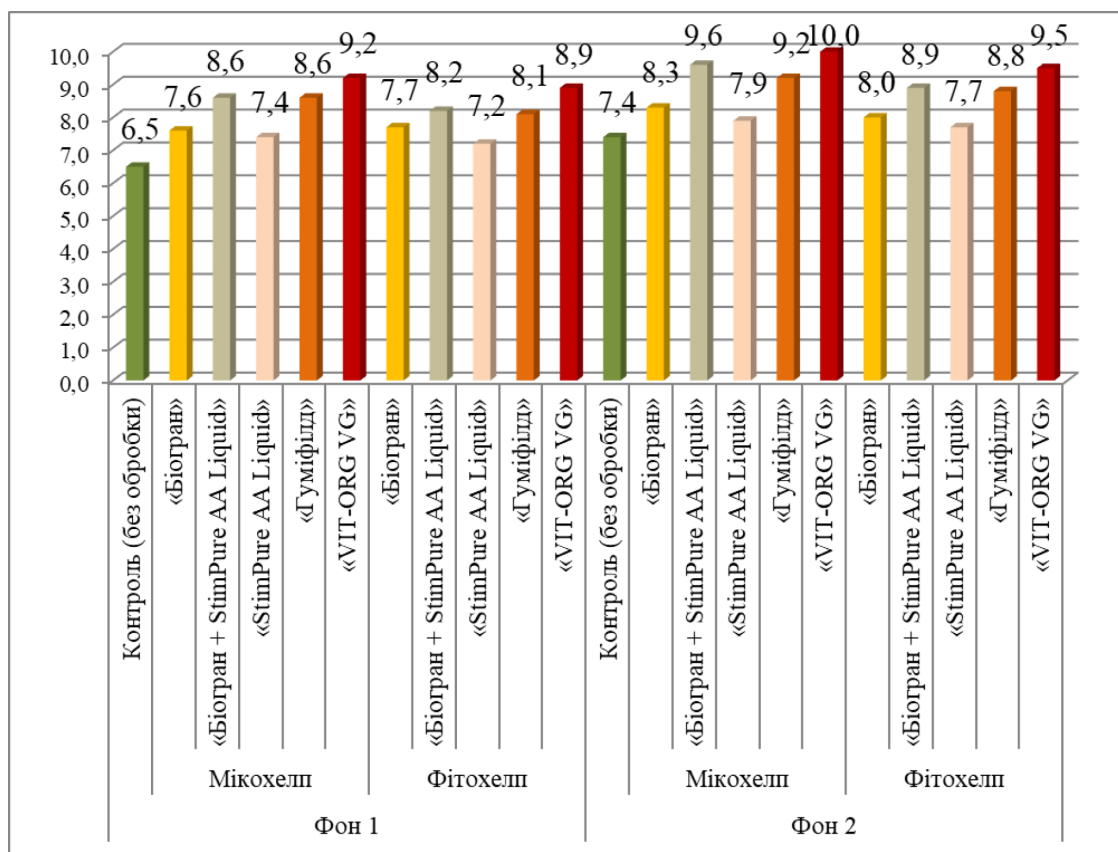
Проаналізувавши отримані результати щодо фотосинтетичної активності, варто зазначити, що насадження картоплі мали вищі показники на фоні 2 (подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою + 40 т/га перегною ВРХ), що в кінцевому результаті позначилось на урожайності картоплі. За результатами наших досліджень (2023–2025 рр.) встановлено, що у середньому на фоні 1 (фактор А) урожайність бульб картоплі

становила 22,3 т/га та фоні 2 вона зростала на 5,3 т/га, що становило 27,6 т/га (рис. 2).

Біостимулятори (фактор В) та біофунгіциди (фактор С) позитивно впливали на урожайність картоплі: приріст складав від 0,7 за використання «StimPure AA Liquid» до 3,3 т/га – «VIT-ORG VG» на фоні 1 з Мікохелпом та від 0,7 до 2,0 т/га з Фітохелпом.

На фоні 2 урожайність за використання біопрепаратів зростала на 2,2–17,0 %. Найвищими показниками урожайності характеризувалися варіанти фону 2 за використання «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп – 32,3 т/га, «Біогран + StimPure AA Liquid» + біофунгіциду Мікохелп – 31,8 т/га, що перевищує контроль на 17 % та 15,2 % відповідно.

Дисперсійний аналіз отриманих результатів показав, що на формування урожайності бульб картоплі в середньому за 2023–2025 роки найбільший вплив мав фон удобрення (А), частка якого становила – 30,4 %, біофунгіциди (С) – 25,7 %, біостимулятори (В) – 16,3 %, взаємодія фону і біофунгіцидів (АС) – 10,4 %, біостимуляторів і біофунгіцидів (ВС) – 7,2 %, фону і біостимуляторів (АВ) – 6,9 %, фону, біостимуляторів та біофунгіцидів (ABC) – 3,1 %.



$HIP_{0,5}$ Фактор А – 0,18; Фактор Б – 0,16; Фактор С – 0,20; Фактор АВС – 0,41

Рис. 1. Чиста продуктивність фотосинтезу сорту Мирослава в середньому за вегетаційний період залежно від фону живлення, біостимуляторів та біофунгіцидів, г/м²/добу (середнє за 2023–2025 роки)

Примітка: Фон 1 – подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою; Фон 2 – подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою + 40 т/га перегною ВРХ

Висновки. Встановлено, що в середньому за роки досліджень площа листової поверхні картоплі сорту Мирослава за органічної системи вирощування варіювала залежно від фону живлення, біостимуляторів та біофунгіцидів. Як на фоні 1 (подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою) так і на фоні 2 (подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою + 40 т/га перегною ВРХ) найвищі показники площі асиміляційної поверхні відзначено у фазу «зеленої ягоди» за використання біорегулятора росту «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп – 33,3 та 34,6 тис.м²/га, що перевищувало контроль на 20,6 та 19,7 %.

Найбільші темпи синтезу сухої речовини були характерними для варіанту із використанням біостимулятора «VIT-ORG VG» як за внесення Мікохелп так і Фітохелп на фоні 1: 9,2 та 8,г/м² за добу; на фоні 2: 10,0 та 9,5 г/м² за добу відповідно.

Зазначені варіанти позитивно вирізнялись і за урожайністю. Її приріст на фоні 1 становив у вказаних варіантах 14,8 та 9,0 %, що складало 25,6 та 24,4 т/га проти 22,3 т/га у контролі. На фоні 2 можна виділити 2 варіанти, які забезпечили приріст урожаю 17 % та 15,2 % – «VIT-ORG VG» та біофунгіцид Мікохелп (32,3 т/га), «Біогран + StimPure AA Liquid» + біофунгіциду Мікохелп – (31,8 т/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mayanglambam H. D., Mohanty S., Kollah Bh. Organic Farming: Approach and Strategies for Sustainable Agriculture. In book: Greenhouse Gas Regulating Microorganisms in Soil Ecosystems. 2024 (pp.299–315) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-70569-4_18.
2. Основи органічного рослинництва : навч. посіб. / В. Пиндус, О. Гуцаленко, С. Омельчук, Л. Василенко, С. Горбань. – Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2022. – 326 с.,
3. Органічне землеробство: навч. посібник / М. П. Косолап, О. С. Павлов, М. І. Биков, В. М. Воронцов, О. В. Башта, О. Є. Бикова, В. О. Іванюк, В. М. Козак, Ю. О. Миронова, О. М. Журавель – Київ : НУБіП України, ГС «Зелені Агро Рішення», 2025. 240 с.
4. Виробництво органічної сільськогосподарської продукції в умовах воєнного стану / за редакцією президента Національної академії аграрних наук України, академіка НААН Я. М. Гадзала. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 136 с.
5. FAO Statistics. *Statistical Yearbook 2023, World Food And Agriculture 2023*; Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome: Rome, Italy, 2023; ISBN 978-92-5-138262-2 (дата звернення 16.10.2025).

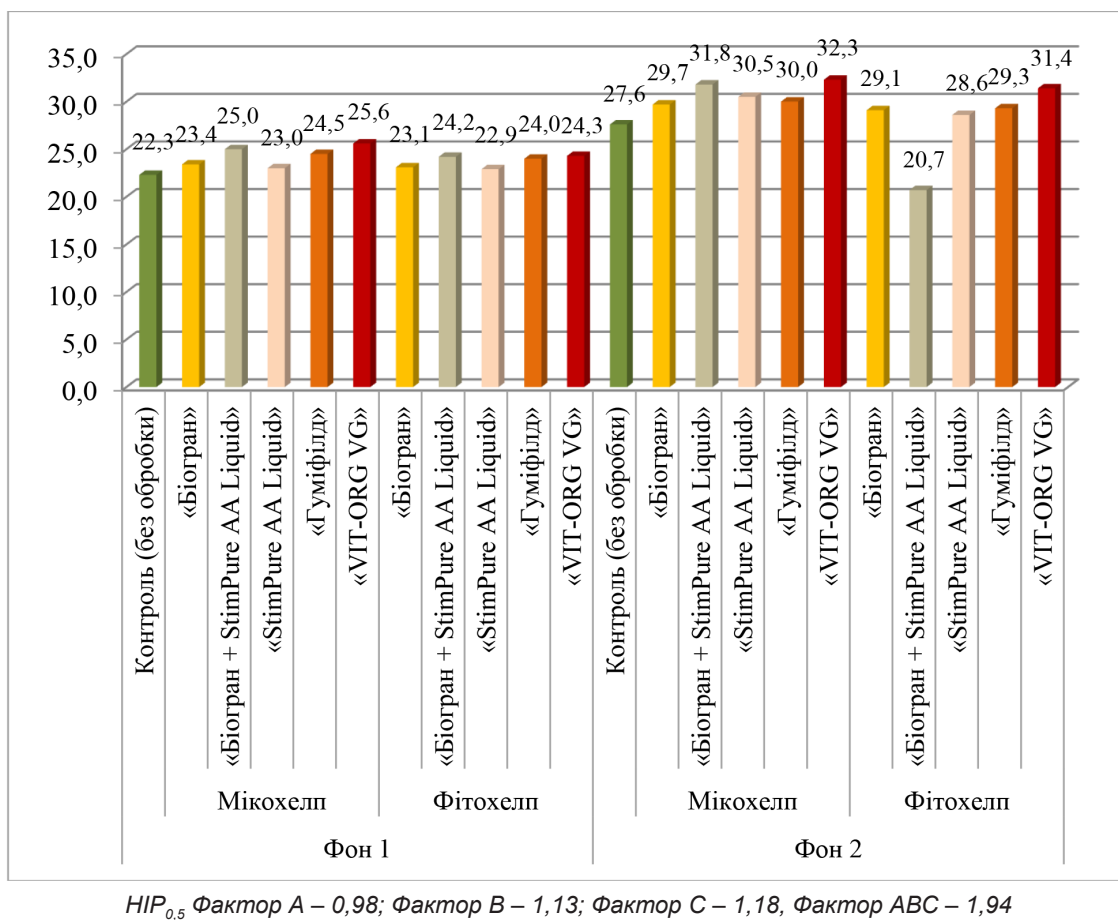


Рис.1. Урожайність картоплі середньостиглого сорту Мирослава залежно від фону живлення, біостимуляторів та біофунгіцидів, т/га (середнє за 2023-2025 роки).

Примітка: Фон 1 – подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою; Фон 2 – подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою + 40 т/га перегною ВРХ

- Eurostat. Agricultural production crops. Potatoes and sugar beet. 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statics-explained/index.php?title> (дата звернення 16.10.2025).
- Статистичний щорічник України за 2022 рік / За ред. І. С. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2023. 383 с. [Електронний ресурс]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_22_u.pdf. (дата звернення 16.10.2025).
- Finckh M. R., Schulte-Geldermann E., Bruns C. Challenges to Organic Potato Farming: Disease and Nutrient Management. *Potato Research*. 2006. Vol. 49. P. 27–42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11540-006-9004-3>
- Djaman K., Sanogo S., Koudahe K., Allen S., Saibou A., Essah S. Characteristics of organically grown compared to conventionally grown potato and the processed products: A review. *Sustainability* 2021. Vol. 13(4). P. 6289–6315. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116289>
- Zarzyńska K., Trawczyński C., Pietraszko M., Zarzyńska K., Trawczyński M. factors limiting differences in potato yielding between organic and conventional production system. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. P. 901–918. DOI: <https://doi.org/10.3390/>
- Ierna, A., Distefano M. Crop Nutrition and Soil Fertility Management in Organic Potato Production Systems. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10(8), P. 886–913. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080886>
- Lombardo S., Lo Monaco A., Pandino G., Parisi B., Mauromicale G. The phenology, yield and tuber composition of 'early' crop potatoes: A comparison between organic and conventional cultivation systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2013. Vol. 28, Iss. 1. P. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170511000640>
- Khomenko T., Tonkha O., Pivovska O., Achasov A. The influence of biological preparations on the microbiological activity of sod-podzolic soil for the cultivation of food potatoes. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13(1). P. 60–66. DOI: [https://doi.org/10.31548/agr.13\(1\).2022.60-66](https://doi.org/10.31548/agr.13(1).2022.60-66)
- Кисіль В. І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи. Харків : Штрих, 2000. 162 с.
- Mishchenko Y., Kolisnyk O., Bahorka M., Yakovets L., Samoshkina I., Yurchenko N., Klymchuk O., Yunyk A., Tymchuk D. S. & Sobran, I. Agro-Ecological, Marketing Assessment for Siderate in Potato Cultivation. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Vol. 25, Iss. 12. P. 158–164. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/193945>
- Kazmierczak R., Srednicka-Tober D., Hallmann E., Kopczyńska K., Zarzyńska K. The Impact of Organic vs. Conventional Agricultural Practices on Selected Quality Features of Eight Potato Cultivars. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. P. 799–813; doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120799>

17. Gelfand I., Snapp Z.S., Robertson G.F. Energy Efficiency of Conventional, Organic and Alternative Cropping Systems for Food and Fuel at a Site in the U.S.Midwest. *Environmental Science & Technology*. 2010. Vol. 44, No 10. P. 4006–4011. DOI: <https://doi.org/10.1021/es903385g>
18. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Олійник Т. М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи. За редакцією А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 625 с.
19. Марценюк Я. Ю. Ефективність дії рістрегулюючих препаратів на процеси формування продуктивності картоплі в умовах Південного Полісся України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136 (ч. 2). С. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.4>
10. Zarzyńska, K., Trawczyński, C., Pietraszko, M., Zarzyńska, K., Trawczyński M. (2023). Factors limiting differences in potato yielding between organic and conventional production systems. *Agriculture*. 13, 901–918. DOI: <https://doi.org/10.3390/>
11. Ierna, A., Distefano, M. Crop Nutrition and Soil Fertility Management in Organic Potato Production Systems. (2024). *Horticulturae*. 10(8), 886–913. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10080886>
12. Lombardo, S., Lo Monaco, A., Pandino, G., Parisi, B., Mauromicale, G. (2013). The phenology, yield and tuber composition of 'early' crop potatoes: A comparison between organic and conventional cultivation systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 28(1), 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170511000640>
13. Khomenko, T., Tonkha, O., Pikovska, O., Achasov, A. (2022). The influence of biological preparations on the microbiological activity of sod-podzolic soil for the cultivation of food potatoes. *Plant and Soil Science*. 13(1), P. 60–66. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170511000640>
14. Kysil, V. I. (2000). *Bioloichne zemlerobstvo v Ukraini: problemy i perspektyvy* [Organic agriculture in Ukraine: problems and prospects]. Kharkiv : Shtrykh, 2000. 162 [in Ukrainian].
15. Mishchenko, Y., Kolisnyk, O., Bahorka, M., Yakovets, L., Samoshkina, I., Yurchenko, N., Klymchuk, O., Yunyk, A., Tymchuk, D. S., Sobran, I. (2024). Agro-Ecological, Marketing Assessment for Siderate in Potato Cultivation. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 25(12), 158–164. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/193945>
16. Kazmierczak, R., 'Srednicka-Tober, D., Hallmann, E., Kopczyńska, K., Zarzyńska, K. (2019). The Impact of Organic vs. Conventional Agricultural Practices on Selected Quality Features of Eight Potato Cultivars. *Agronomy*. 9, 799–813; DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120799>

REFERENCES:

1. Mayanglambam, H. D., Mohanty, S., Kollah, Bh. (2024). *Organic Farming: Approach and Strategies for Sustainable Agriculture*. In book: Greenhouse Gas Regulating Microorganisms in Soil Ecosystems. (pp.299–315) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-70569-4_18
 2. Pyndus, V., Hutsalenko, O., Omelchuk, S., Vasylenko, L., Horban S. (2022). *Osnovy orhanichnoho roslynnystva : navch. posib.* [Fundamentals of organic crop production: a teaching manual]. Kyiv : Naukovo-metodychnyi tsentr VFPO. 326 [in Ukrainian].
 3. Kosolap, M. P., Pavlov, O. S., Bykov, M. I., Vorontsov, V. M., Bashta, O. V., Bykova, O. I., Ivaniuk, V. O., Kozak, V. M., Myronova, Yu. O., Zhuravel O. M. (2025). *Orhanichne zemlerobstvo: navch. posibnyk.* [Organic farming: a training manual]. Kyiv : NUBiP Ukrainy, HS "Zeleni Ahro Rishennia". 240. [in Ukrainian].
 4. Hadzalo Ya. M. *Vyrobnystvo orhanichnoi silskohospodarskoi produktsii v umovakh voiennoho stanu* [Production of organic agricultural products under martial law]. Vinnytsia : TOV "TVORY", 2022. 136. [in Ukrainian].
 5. FAO Statistics. Statistical Yearbook 2023, World Food And Agriculture 2023; Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome: Rome, Italy, 2023; ISBN 978-92-5-138262-2 (access date 16.10.2025).
 6. Eurostat. Agricultural production crops. Potatoes and sugar beet. (2022). [Electronic resource]. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statics-exlained/index.php?title> (access date 16.10.2025).
 7. Verner, Ye. (Ed.) (2023). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2022 rik* [Statistical Yearbook of Ukraine for 2022]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [Electronic resource]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_22_u.pdf/ (access date 16.10.2025) [in Ukrainian].
 8. Finckh, M. R., Schulte-Geldermann E., Bruns C. (2006). Challenges to Organic Potato Farming: Disease and Nutrient Management. *Potato Research*. 49, 27–42. DOI: <https://10.1007/s11540-006-9004-3>
 9. Djaman, K., Sanogo, S., Koudahe, K., Allen, S., Saibou, A., Essah, S. (2021). Characteristics of organically grown compared to conventionally grown potato and the processed products: A review. *Sustainability*. 13(4), 6289–6315. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116289>
- Невгод Р. В. Складові фотосинтетичної активності та урожайність картоплі за органічного виробництва**
- Мета.** Встановити вплив сидеральних культур, органічних добрив (гній ВРХ), біостимуляторів та біологічних препаратів на формування показників фотосинтезу та урожайності картоплі за органічного

виращування в умовах Південного Полісся України.

Методи. Загальнонаукові та спеціальні: польовий-стаціонарний дослід; вимірювально-ваговий; статистично-математичний. Дослідження проведено впродовж 2023–2025рр. в Інституті картоплярства з середньостиглим сортом картоплі Мирослава на двох фонах удобрення (подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою; подвійний сидерат гірчиці білої з наступною його заробкою + 40 т/га перегною ВРХ) і використанням біостимуляторів «Біогран», «StimPure AA Liquid», «Гуміфілд», «VIT-ORG VG» та біофунгіцидів «Мікохелп» і «Фітохелп». **Результати.** Встановлено, що площа листкової поверхні картоплі за системи органічного вирощування змінювалась залежно від фаз росту і розвитку. Максимальна площа асиміляційної поверхні зафіксована у фазу «зеленої ягоди» незалежно від фону та біопрепаратів. Найвищі показники відмічено за використання біорегулятора росту «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп – 33,3 та 34,6 тис.м²/га, що перевищувало контрольні варіанти фону 1 та фону 2 на 20,6 та 19,7 % відповідно.

Визначено, що величина чистої продуктивності фотосинтезу була найвищою, а саме: від 9,7 до 12,8 на фоні 1 та від 10,8 до 13,8 г/м²/добу у період «сходо-бутонізація», у подальші періоди росту та розвитку ЧПФ знижувалась та на початку відмирання картоплиння характеризувалась найнижчими показниками – на фоні подвійного сидерату гірчиці білої в межах 6,2–9,6 г/м²/добу, на фоні подвійний сидерат (гірчиця біла) + перегній ВРХ від 7,2 у контролі до 10,5 г/м²/добу у варіанті з використанням біостимулятора «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп.

Урожайність бульб картоплі в середньому без використання біостимуляторів і біофунгіцидів на фоні 1 становила 22,3 т/га та фоні 2 вона зростала на 5,3 т/га (27,6 т/га). Досліджувані біопрепарати позитивно впливали на урожайність картоплі: приріст складав від 0,7 до 3,3 т/га на фоні 1 та на 0,6 – 4,7 т/га на фоні 2. Найвищими показниками урожайності характеризувалися варіанти фону 2 за використання «VIT-ORG VG» та біофунгіциду Мікохелп – 32,3 т/га, «Біогран + StimPure AA Liquid» + біофунгіциду Мікохелп – 31,8 т/га, що перевищує контроль на 17 % та 15,2 % відповідно. **Висновки.** Складові фотосинтетичної активності (площа листкової поверхні, листковий індекс, чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал) динамічно змінювались і залежали від фону живлення, біостимуляторів та біофунгіцидів, а їх застосування сприяло підвищенню ефективності використання елементів живлення органічних добрив та позитивно позначилось на зростанні урожайності картоплі сорту Мирослава на 14,8–17,8 %.

Ключові слова: площа асиміляційної поверхні, листковий індекс, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал, біостимулятори, біофунгіциди.

Nevhod R. V. Components of photosynthetic activity and potato yield under organic production

Objective. To determine the effect of green manure crops, organic fertilizers (cattle manure), biostimulants, and biological preparations on the formation of photosynthetic parameters and potato yield under organic cultivation conditions in the Southern Polissia of Ukraine. **Methods.** General scientific and special methods, including field stationary experiments, measurement and weight, and statistical and mathematical methods. The research was conducted during 2023–2025 at the Institute for Potato Research using the mid-ripening potato variety *Myroslava*. Two fertilization backgrounds were used: double green manure of white mustard with subsequent incorporation into the soil, and double green manure of white mustard + 40 t/ha of cattle manure compost with subsequent incorporation. Biostimulants “Biohran”, “StimPure AA Liquid”, “Humifield”, “VIT-ORG VG”, and biofungicides “Mycohelp” and “Phytohelp” were applied. **Results.** The leaf area of potato plants under the organic growing system varied depending on the growth and development phases. The maximum assimilation surface area was recorded at the “green berry” stage regardless of the fertilization background and biopreparations. The highest indicators were observed when using the growth bioregulator “VIT-ORG VG” and the biofungicide “Mycohelp” – 33.3 and 34.6 thousand m²/ha, exceeding the control variant of background 1 and background 2 by 20.6 % and 19.7 %, respectively.

The net photosynthetic productivity reached its maximum during the “emergence–budding” phase: 9.7–12.8 g/m²/day on background 1 and 10.8–13.8 g/m²/day on background 2. In the subsequent growth stages, NPP gradually decreased, reaching its lowest levels at the onset of haulm senescence – 6.2–9.6 g/m²/day on the double white mustard green manure background, and from 7.2 g/m²/day in the control variant to 10.5 g/m²/day in the variant treated with the biostimulant “VIT-ORG VG” and the biofungicide Mycohelp on the double white mustard green manure background and cattle manure compost.

The average tuber yield without biostimulants and biofungicides was 22.3 t/ha on background 1 and increased by 5.3 t/ha on background 2 (27.6 t/ha). The use of biopreparations positively influenced potato yield, with an increase of 0.7–3.3 t/ha on background 1 and 0.6–4.7 t/ha on background 2. The highest yields were obtained on background 2 with “VIT-ORG VG” + “Mycohelp” (32.3 t/ha) and with “Biohran + StimPure AA Liquid” + “Mycohelp” (31.8 t/ha), exceeding the control variant by 17 % and 15.2 %, respectively. **Conclusions.** The components of photosynthetic activity (leaf area, leaf area index, net photosynthetic productivity, and photosynthetic potential) dynamically changed depending on the nutrient background, biostimulants, and biofungicides. Their use enhanced the efficiency of nutrient utilization from organic fertilizers and had a positive effect on the yield increase of the *Myroslava* potato variety by 14.8–17.8 %.

Key words: assimilation surface area, leaf area index, net photosynthetic productivity, photosynthetic potential, biostimulants, biofungicides.

Дата першого надходження рукопису до видання: 28.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025

Дата публікації: 14.12.2025