

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ

ЧЕТВЕРИК О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-1986-1316

Полтавський державний аграрний університет

ШАКАЛІЙ С.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4568-1386

Полтавський державний аграрний університет

МАРІНІЧ Л.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-0073-9433

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними макро- та мікроелементами, що сприяють їхньому нормальному росту та розвитку [1-2]. Недостатнє або надмірне внесення добрив може негативно позначитись на якості та кількості врожаю. Баланс елементів живлення має бути правильно підібраний для оптимізації продуктивності. Внесення спеціальних бактерій, таких як *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ, при інокуляції насіння сої сприяє утворенню азотфіксуючих вузлів на коренях рослин, що підвищує їх здатність до засвоєння азоту з атмосфери. Це не лише зменшує потребу в азотних добривах, але й покращує загальний стан рослин, що може позитивно вплинути на врожай. Загалом, для досягнення високих і стабільних врожаїв сої важливо враховувати всі ці чинники та оптимізувати їх взаємодію [3–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування мінерального удобрення та інокуляції насіння є надзвичайно важливим для розвитку агрономії, оскільки соя є однією з основних культур, яка широко вирощується в багатьох країнах, зокрема в Україні. Врожайність сої залежить від температурного режиму, кількості опадів, вологозабезпечення та тривалості вегетаційного періоду [6–7]. Останні дослідження показують, що для досягнення високих урожаїв необхідно дотримуватись оптимальних температурних умов на різних етапах розвитку культури. Останні публікації підтверджують важливість правильно підібраних мінеральних добрив для забезпечення рослин усіма необхідними елементами для нормального розвитку. Особливу увагу слід звертати на вміст азоту, фосфору та калію [8–10]. Азот необхідний для інтенсивного росту рослин, фосфор сприяє розвитку кореневої системи, а калій підвищує стійкість до хвороб і стресових умов. Однак застосування добрив повинно бути збалансованим, оскільки надмірне внесення може призвести до негативних наслідків для екології та економіки. Інокуляція насіння сої специфічними бактеріями (*Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5×10^9 КУО/мл та продуктів їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни) є важливим елементом технології вирощування цієї культури, оскільки ці бактерії

здатні фіксувати азот із атмосфери, що сприяє підвищенню врожайності та знижує необхідність у внесенні азотних добрив [11].

Метою статті є узагальнення результатів особливостей впливу елементів технології на фотосинтетичний потенціал сортів сої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в короткотерміновому польовому досліді на базі відокремленого структурного підрозділу "Хомутецький фаховий коледж ПДАУ" Миргородського району Полтавської області. Загальна посівна площа ділянки становила 5,0 га, а облікової – 2,0 га. Схема досліді включає дані про вплив різних обробок насіння та систем мінерального живлення на врожайність сортів сої. У дослідженні застосовувалися різні варіанти інокуляції насіння (без обробки, БіоМаг Соя, БіоМаг Соя + Оракул) та рівні мінерального удобрення (без добрив, $N_{30}P_{30}K_{30}$ – основне удобрення, $N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ – підживлення, $N_{45}P_{45}K_{45}$ – основне удобрення, $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ – підживлення), сорти сої – Південна Зоря, Самородок, Різдвяна. Для кожного сорту сої проводили аналіз результатів за кожним варіантом інокуляції насіння та системи удобрення.

Результати досліджень. Дослідження показують, що ефективність інокуляції залежить від умов середовища, якості насіння та правильного підбору штамів бактерій. Інколи для досягнення оптимальних результатів інокуляція потребує додаткового застосування мікродобрив для покращення процесів росту та розвитку рослин [12–13].

У процесі онтогенезу всіх сільськогосподарських культур відбувається ріст та розвиток їх генеративних і вегетативних органів, а також нагромадження продуктів асиміляції, які розподіляються по всій рослині та накопичуються у різних її органах.

Для формування високої продуктивності рослини повинні накопичити оптимальну величину надземної маси, що значною мірою обумовлює рівень їх урожайності, адже збільшення листостеблової маси рослин сприяє зростанню в них запасів пластичних речовин, необхідних для утворення репродуктивних органів і формування урожаю [8].

Тому, вже з початкових фаз розвитку рослин накопичення ними достатньої вегетативної маси є важливою умовою формування високого врожаю. Багато вчених зазначає, що розміри та темпи формування вегетативної маси рослин відображають вплив на них різних агротехнічних, погодних та інших факторів, що особливо актуально для зернобобових культур, для яких характерний складний, багатоступінчатий процес формування надземної маси та урожаю, що обумовлено слабкою регуляцією структурних показників їх ценозу та повільною і тривалою диференціацією органів рослин [10].

Темпи наростання надземної маси у рослин сої характеризуються певними біологічними закономірностями: на початкових етапах органогенезу, коли інтенсивно формуються листки, міжвузля, суцвіття, проходять фази бутонізації та цвітіння ріст рослин відбувається більш інтенсивно, аніж під час утворення та дозрівання насіння (табл. 1).

За результатами досліджень найбільше наростання вегетативної маси у відповідні фази росту і розвитку рослин спостерігалось за мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}N_{15}$ підживлення у поєднанні із використанням інокулянта БіоМаг Соя. Чинниками, що значною мірою обумовлюють величину врожаю сої, є розмір листової поверхні та час її продуктивної дії, оскільки в результаті фотосинтезу, що відбувається в листках, формується до 90–95 % сухої маси урожаю. Оптимальна площа асиміляційної поверхні для сої повинна становити 40–50 тис. $m^2/га$. Посіви з площею листя на рівні 40 тис. $m^2/га$ поглинають 70–80 % сонячної радіації, зростання площі листової поверхні до 50 тис. $m^2/га$ збільшує відсоток використання ФАР до 95 %. Значне зменшення площі листя призводить до не раціонального використання ФАР, у випадку ж його збільшення (понад 60 тис. $m^2/га$) – у посівах порушується нормальний газообмін та освітленість, внаслідок чого продуктивність фотосинтезу знижується, а в результаті взаємозатіннення значна частина листків нижнього ярусу обпадає.

Відтак, найвищі та найкращі за якістю врожаї сільськогосподарських рослин отримують в посівах, що характеризуються оптимальними розмірами площі асиміляційної поверхні та ходом її формування [7]. Інтенсивність наростання, площа і тривалість функціонування листової поверхні рослин залежать від генотипу сорту, ґрунтово-кліматичних умов та обґрунтованості технологій вирощування.

Саме тому, вивчення фотосинтетичної продуктивності сої за різних норм внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння є актуальним питанням, що потребує наукового обґрунтування. За результатами досліджень, проведеними впродовж 2022–2024 рр., встановлено, що всі фактори, що були поставлені на

вивчення, мали позитивний вплив на формування площі листя сої. Визначено, що досліджувані сорти характеризуються високим рівнем розвитку листової поверхні, проте більшу площу листя формує сорт Самородок.

Листкова поверхня у зазначеного сорту сої, залежно від варіанту досліду та фенологічної фази розвитку, перевищувала площу листя інших сортів на 0,3–1,9 тис. $m^2/га$. В усі періоди на покращення умов мінерального живлення рослини сої реагували збільшенням площі листової поверхні (табл. 2).

У подальшому відмічали наростання площі листової поверхні, яка досягала найбільших розмірів у фазі наливу насіння, коли рослини в більшій мірі потребують продуктів фотосинтезу для їх накопичення у насінні та, залежно від дії факторів, що були поставлені на вивчення, становила 34,8–45,1 тис. $m^2/га$ у сорту Південна Зоря та 35,7–46,8 тис. $m^2/га$ – у сорту Різдва. Внесення мінеральних добрив обумовлювало більш інтенсивне наростання листової поверхні в посівах сої – на 6,3–23,8 % (на 2,2–7,7 тис. $m^2/га$ у сорту Південна Зоря та на 2,6–8,5 тис. $m^2/га$ у сорту Різдва, за абсолютних значень на контролі, відповідно – 34,8 та 35,7 тис. $m^2/га$). Найбільша площа листя у скоростиглого та середньостиглого сортів – 42,5 та 44,2 тис. $m^2/га$ була сформована на ділянках, де вносили мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводили підживлення рослин N_{15} у фазі бутонізації. За всіх періодів аналізування вищий фотосинтетичний потенціал властивий сорту Різдва (рис. 1).

Слід відмітити, що збільшення норми азотних добрив та внесення їх роздільним способом, порівняно з одноразовим, сприяло зростанню площі листової поверхні на посівах сортів сої, що вивчались у досліді. Максимальну площу листової поверхні у фазі наливу насіння посіви сої формували на варіантах, що передбачали системи мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}N_{15}$ підживлення із використанням препаратів БіоМаг Соя+Оракул у всіх сортів.

Висновки. Вивчення динаміки наростання надземної маси сої під впливом технологічних заходів вирощування дозволяє визначити шляхи управління цим процесом з метою максимальної реалізації потенціалу продуктивності культури. Проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірів сої засвідчили істотний вплив мінерального живлення та використання інокулянтів на ріст і розвиток рослин сортів сої. Кращими ці показники були за системи мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}N_{15}$ підживлення та інокуляції насіння препаратом БіоМаг Соя. Ефективним також було використання інокулянту БіоМаг Соя у поєднанні із мікродобривом Оракул для отримання більшої площі листової поверхні у сорту Самородок.

Таблиця 1

Динаміка формування вегетативної маси рослин сортів сої залежно від норм мінеральних добрив та інокуляції, т/га (середнє за 2022-2024 рр.)

Сорт	Інокуляція насіння	Система мінерального живлення	Фази росту та розвитку		
			бутонізація	початок цвітіння	кінець цвітіння
Південна Зоря	Без обробки	Без добрив (контроль)	7,7	9,0	12,8
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,1	15,8	19,3
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	8,2	9,8	13,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,5	16,6
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	10,0	10,9	15,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,6	14,8	19,8
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,9	16,2	19,1
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	9,1	10,6	12,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,0	14,1
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	10,9	12,3	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	11,3	12,8	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	10,9	13,0	19,3
Самородок	Без обробки	Без добрив (контроль)	9,1	10,9	13,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,1	15,8	19,3
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	8,2	9,8	13,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,5	16,6
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	10,0	10,9	15,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,6	14,8	19,8
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,9	16,2	19,1
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	9,4	11,4	15,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,9	11,9	16,2
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	11,0	12,3	16,5
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	11,3	13,0	16,9
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	10,9	12,9	17,0
Різдв'яна	Без обробки	Без добрив (контроль)	9,1	10,9	13,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,1	15,8	19,3
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	8,2	9,8	13,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,5	16,6
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	10,0	10,9	15,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,6	14,8	19,8
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,9	16,2	19,1
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	9,1	10,9	13,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+} N_{15}$ підживлення	13,1	15,8	19,3

Таблиця 2

Динаміка формування площі листової поверхні рослин сої залежно від норм мінеральних добрив та інокуляції насіння, тис. м²/га

Сорт	Інокуляція насіння	Система мінерального живлення	Фази росту та розвитку		
			цвітіння	утворення бобів	налив насіння
Південна Зоря	Без обробки	Без добрив (контроль)	22,7	29,5	34,8
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	24,5	31,0	37,0
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	25,7	31,9	37,8
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	26,8	32,9	39,1
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	28,1	34,1	40,4
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	24,4	31,7	35,0
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	25,1	33,1	39,1
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	26,7	33,7	39,6
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	27,8	35,3	40,1
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	29,1	35,9	41,8
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	24,8	32,0	37,3
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	27,8	33,4	39,9
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	29,1	33,8	40,2
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	28,0	35,9	42,0
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	29,8	35,8	41,9
Самородок	Без обробки	Без добрив (контроль)	22,8	28,9	34,6
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	24,5	30,9	37,5
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	25,7	31,5	37,9
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	26,8	31,9	39,1
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	27,1	32,5	40,9
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	26,7	29,1	36,9
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	27,8	30,8	37,5
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	29,1	30,9	38,9
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	29,8	31,5	40,2
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	30,1	34,4	41,3
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	25,4	31,5	38,0
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	27,0	33,9	40,3
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	27,8	33,6	41,2
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	28,4	34,9	43,0
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	30,1	35,8	43,8
Різдв'яна	Без обробки	Без добрив (контроль)	22,7	29,5	34,8
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	24,5	31,0	37,0
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	25,7	31,9	37,8
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	26,8	32,9	39,1
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	28,1	34,1	40,4
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	24,4	31,7	35,0
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	25,1	33,1	39,1
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	26,7	33,7	39,6
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	27,8	35,3	40,1
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	29,1	35,9	41,8
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	24,8	32,0	37,3
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ основне удобрення	27,8	33,4	39,9
		N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₅ підживлення	29,1	33,8	40,2
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ основне удобрення	28,0	35,9	42,0
		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + N ₁₅ підживлення	29,8	35,8	41,9

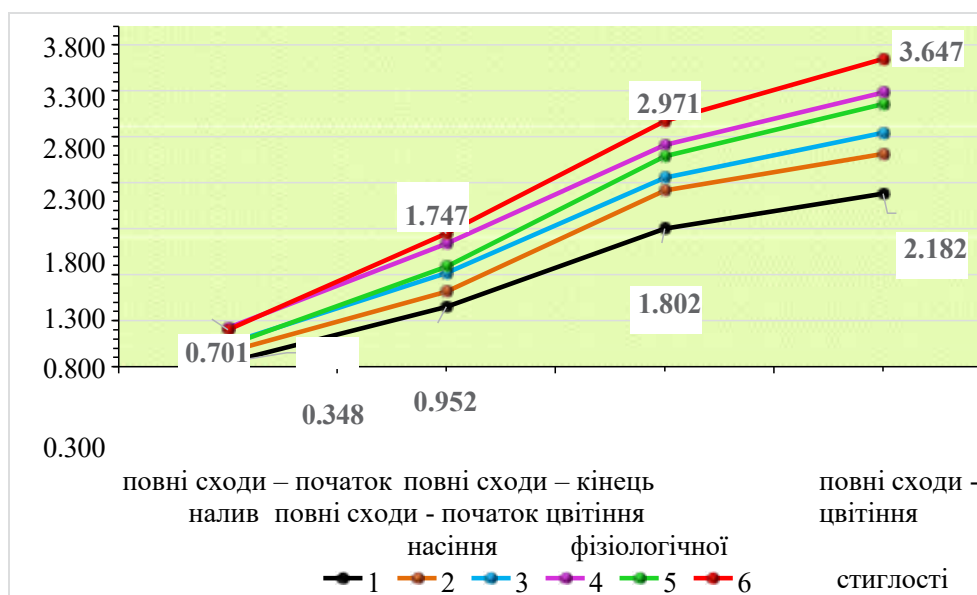


Рис. 1. Вплив інокуляції та удобрення на формування фотосинтетичного потенціалу сорту сої Різдва, млн. м² діб/га (середнє за 2022-2024 рр.)

1 – контроль, 2 – інокуляція, 3 – $N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення, 4 – $N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ підживлення, 5 – $N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення, 6 – $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ підживлення

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. Рослинництво та ґрунтознавство. 2021. № 1, т. 12. С. 7-17. doi: 10.31548/agr2021.01.003.
- Шакалій С. М., Четверик О. О., Баган А. В., Криволап Є. О. Вплив мінеральних добрив на показники врожаю льону олійного. SWorld Journal. 2024. Iss. 28, pt. 2. Р. 75–81. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-28-00-017 <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/17815>
- Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Агробіологія. 2020. № 2 (161). С. 170-176. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176.
- Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 27-30.
- Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Агробіологія. 2020. № 2 (161). С. 170-17. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176
- Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Таврійський науковий вісник. Вип. 100. Т.2. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. С. 75-85.
- Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрив на урожайність насіння лінії та гібридів соняшнику. Селекція і насінництво. 2015. Вип. 107. С. 183-188.
- Шовкова О. В. Продуктивність сортів сої ранньостиглої групи в умовах лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 2. С. 113-118.
- Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. Сільське господарство та лісівництво. 2020. Вип. 16. С. 48-60. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4
- Заболотний Г. М., Циганська О. І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Оброшине, 2015. № 58 (2). С. 56-62.
- Ткачук О. П., Овчарук В. В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця: ВНАУ, 2020. № 18. С. 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14
- Юрченко С. О., Шакалій С. М., Баган А. В. Вплив строків сівби на урожайність сортів арахісу (arachis hypogaea L.). Вісник ПДАА. 2022. № 2. С. 85-91 <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12326>
- Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. Фізіологія рослин і генетика. 2021. Т. 53. № 2. С. 160-184. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>

REFERENCES:

- Fedoruk, I. V. & Bakhmat, O. M. (2021). Produktivnist sortiv soi v umovakh Podillia. [Productivity of soybean varieties in Podillia conditions]. Roslynnystvo ta gruntoznavstvo – Crop production and soil science, 1 (12), 7-17. doi: 10.31548/agr2021.01.003 [in Ukrainian]
- Shakalii, S. M., Chetveryk, O. O., Bahan, A. V. & Kryvolap, Ye. O. (2024). Vplyv mineralnykh dobryv na pokaznyky vrozhaui lonu oliinoho. [The influence of mineral fertilizers on the yield indicators of

- oilseed flax]. *SWorld Journal*. 28 (2), 75-81. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-28-00-017 <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/17815> [in Ukrainian]
3. Fedoruk, I. V. (2020). Vplyv mikroelementiv ta inokulatsii posivnoho materialu v tekhnologii vyroshchuvannya soi [The influence of microelements and seed inoculation in soybean growing technology]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, 2 (161), 170-176. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176 [in Ukrainian]
 4. Bakhmat, O. M. (2010). Fotosyntetychna aktyvnist ta vrozhaist soi zalezno vid sortu, sposobu sivy y udobrennia [Photosynthetic activity and yield of soybean depending on the variety, sowing method and fertilization]. *Visnyk aharnoї nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 7, 27-30 [in Ukrainian]
 5. Fedoruk, I. V. (2020). Vplyv mikroelementiv ta inokulatsii posivnoho materialu v tekhnologii vyroshchuvannya soi [The influence of microelements and seed inoculation in soybean cultivation technology]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, 2 (161), 170-17. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176 [in Ukrainian]
 6. Temrienko, O. O. (2018). Fotosyntetychna ta nasinnieva produktyvnist posiviv soi zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic and seed productivity of soybean crops depending on technological methods of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*, 100 (2), 75-85 [in Ukrainian]
 7. Klymenko, I. I. (2015). Vplyv rehulatoriv rostu roslin i mikrodobryv na urozhaist nasinnia linii ta hibrivid soniashnyku [The influence of plant growth regulators and micronutrients on the seed yield of sunflower lines and hybrids]. *Selektsiia i nasinnystvo – Breeding and seed production*, 107, 183-188 [in Ukrainian]
 8. Shovkova, O. V. (2022). Produktyvnist sortiv soi ran-nostykhloi hrupy v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of soybean varieties of the early ripening group in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoї akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 113-118 [in Ukrainian]
 9. Didur, I. M., & Shevchuk, V. V. (2020). Pidvyshchennia rodichosti gruntu v rezultati nakopychennia biolohichnoho azotu bobovymy kulturamy [Increasing soil fertility as a result of accumulation of biological nitrogen by legumes]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 16, 48-60. Retrieved from: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-1-4> [in Ukrainian]
 10. Zabolotnyi, H. M. & Tsyhanska, O. I. (2015). Rol mineralnogo zhyvlennia u formuvanni fotosyntetychnoho potentsialu soi v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [The role of mineral nutrition in the formation of the photosynthetic potential of soybeans in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. *Obroshyne*, 58 (2), 56-62 [in Ukrainian]
 11. Tkachuk, O. P., & Ovcharuk, V. V. (2020). Ekolohichniy potentsial zernobobovykh kultur u suchasniy intensyvniy sivozhmini [Ecological potential of leguminous crops in modern intensive crop rotation]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 18, 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14 [in Ukrainian]
 12. Yurchenko, S. O., Shakalii, S. M. & Bahan, A. V. (2022). Vplyv strokiv sivy na urozhaist sortiv arakhisu (*arachis hypogaea* L.) [The influence of sowing dates on the yield of peanut varieties (*arachis hypogaea* L.)]. *Visnyk PDAA – Bulletin of the Ukrainian Agricultural Academy*, 2, 85-91 <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12326> [in Ukrainian]
 13. Stasyk, O. O., Kirizii, D. A. & Priadkina, H. O. (2021). Fotosyntez i produktyvnist: osnovni naukovy dosiahnen-nia ta innovatsiini rozrobky [Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments]. *Fiziolohiia roslin i henytyka – Physiology of plants and genetics*, 53 (2), 160-184. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160> [in Ukrainian]
- Четверик О.О., Шакалій С.М., Марініч Л.Г. Вплив елементів технології на фотосинтетичну продуктивність посівів сої**
- Застосування мінерального удобрення та інокуляції насіння є надзвичайно важливим для розвитку агрономії, оскільки соя є однією з основних культур, яка широко вирощується в багатьох країнах, зокрема в Україні. Інокуляція насіння сої сприяє утворенню азотфіксуючих вузлів на коренях рослин, що підвищує їх здатність до засвоєння азоту з атмосфери. Це не лише зменшує потребу в азотних добривах, але й покращує загальний стан рослин, що може позитивно вплинути на врожай. Загалом, для досягнення високих і стабільних врожаїв сої важливо враховувати всі ці чинники та оптимізувати їх взаємодію.
- Метою статті є узагальнення результатів особливостей впливу елементів технології на фотосинтетичний потенціал сортів сої в умовах Лівобережного Лісостепу України.
- Для визначення ключових стратегій оптимізації технології вирощування сортів сої було проведено огляд існуючої літератури з питань впливу елементів технології, управління поживними речовинами та покращення фотосинтетичної продуктивності. Крім того, були проведені польові експерименти та спостереження для оцінки ефективності сучасних сортів сої, інокулянтів насіння та контрольованих доз мінеральних добрив у підвищенні фотосинтетичного потенціалу.
- Вивчення динаміки наростання надземної маси сої під впливом технологічних заходів вирощування дозволяє визначити шляхи управління цим процесом з метою максимальної реалізації потенціалу продуктивності культури. Проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірів сої засвідчили істотний вплив мінерального живлення та використання інокулянтів на ріст і розвиток рослин сортів сої. Кращими ці показники були за системи мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}N_{15}$ підживлення та інокуляції насіння препаратом БіоМаг Соя. Ефективним також було використання інокулянту БіоМаг Соя у поєднанні із мікродобривом Оракул для отримання більшої площі листової поверхні у сорту Самородок.
- Ключові слова:** соя, фотосинтетична діяльність, фази розвитку рослин, елементи технології, інокуляція насіння, мінеральні добрива.

Chetverik O.O., Shakalii S.M., Marinich L.G.
Influence of technology elements on the photosynthetic productivity of soybean crops

The use of mineral fertilizer and seed inoculation is extremely important for the development of agronomy, since soybean is one of the main crops that is widely grown in many countries, including Ukraine. Inoculation of soybean seeds promotes the formation of nitrogen-fixing nodes on the roots of plants, which increases their ability to absorb nitrogen from the atmosphere. This not only reduces the need for nitrogen fertilizers, but also improves the general condition of plants, which can positively affect the yield. In general, to achieve high and stable soybean yields, it is important to take into account all these factors and optimize their interaction

The purpose of the article is to summarize the results of the features of the influence of technology elements on the photosynthetic potential of soybean varieties in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine.

To identify key strategies for optimizing soybean cultivation technologies, a review of the existing literature on the impact of technology elements, nutrient management, and

photosynthetic productivity improvement was conducted. In addition, field experiments and observations were conducted to assess the effectiveness of modern soybean varieties, seed inoculants, and controlled doses of mineral fertilizers in increasing photosynthetic potential.

Studying the dynamics of soybean aboveground mass growth under the influence of technological cultivation measures allows us to determine ways to manage this process in order to maximize the potential of crop productivity. Phenological observations and biometric measurements of soybeans have shown a significant impact of mineral nutrition and the use of inoculants on the growth and development of soybean plant varieties. These indicators were best for the mineral nutrition system on the background of $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ top dressing and seed inoculation with the preparation BioMag Soya. The use of the inoculant BioMag Soya in combination with the microfertilizer Orakul was also effective in obtaining a larger leaf surface area in the Samorodok variety.

Key words: soybean, photosynthetic activity, plant development phases, technology elements, seed inoculation, mineral fertilizers.