

Особливості росту й розвитку сортів сої залежно від елементів технології вирощування

С. В. Григоренко, О. Ю. Половинчук*, О. А. Маляренко, О. П. Шевченко

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: polovynchuk_alex@ukr.net*

Мета. Виявити особливості росту й розвитку сортів сої залежно від застосування органічного добрива, регуляторів росту рослин та вологоутримувача в умовах Лісостепу України. **Методи.** Досліджували сорти сої 'Устя', 'Кано' та 'Геба'. За місяць до сівби сої в ґрунт вносили вологоутримувач – гідрогель Аквасорб (Aquasorb) у нормі 300 кг/га стрічками завширшки 10 см у зону майбутнього рядка. Органічне добриво Паросток (марка 20) застосовували двічі: перше підживлення у фазі 3–5 листків та друге – 9–11 листків сої. Регулятори росту Вермистим Д і Агростимулін вносили у фазі бутонізації культури. **Результати.** За підживлення сої добривом Паросток асиміляційна поверхня сорту 'Устя' у фазі цвітіння у варіантах без використання гідрогелю Аквасорб становила 38,2 тис. м²/га, тимчасом як на варіантах його застосування рослини формували 43,6 тис. м²/га. У сорту 'Кано' внесення органічного добрива сприяло формуванню листової поверхні на варіантах без гідрогелю на рівні 38,6 тис. м²/га, а за його внесення – 45,8 тис. м²/га. Аналогічні закономірності було отримано і для сорту 'Геба' – 39,0 та 44,9 тис. м²/га відповідно. Оброблення посівів добривом Паросток сприяло підвищенню рівня чистої продуктивності фотосинтезу в усіх досліджуваних сортів сої. Так, у сорту 'Устя' у варіантах без гідрогелю його застосування дало змогу сформувати 0,73 г/м² сухої речовини за добу, тимчасом як у контролі – 0,68 г/м² за добу. За аналогією в сортів сої 'Кано' та 'Геба' були отримані показники накопичення сухої речовини на рівні 1,00 та 0,62 г/м² за добу, а в контрольних варіантах – 0,92 та 0,46 г/м² за добу відповідно. **Висновки.** У середньому за роки досліджень рослини сорту 'Устя' утворювали 5,6–5,7 г насіння на одну рослину. Сорт 'Кано', як і 'Устя', у разі застосування регулятора росту Вермистим Д на фоні внесення добрива Паросток (марка 20) утворював 8,6 г насіння на рослину, а на фоні застосування гідрогелю Аквасорб – 8,7 г. У разі застосування регулятора росту Агростимулін отримано індивідуальну продуктивність рослин сої на рівні 8,7 та 8,5 г відповідно.

Ключові слова: соя; органічні добрива; регулятори росту рослин; вологоутримувач; врожайність та якісні показники зерна; погодні умови вегетаційного періоду; вологозабезпеченість.

Вступ

Соя – один із кращих попередників для зернових культур, сприяє підвищенню родючості ґрунтів і до того ж є високорентабельною культурою. Розширення площ, зайнятих під її вирощуванням, на відміну від надмірного збільшення частки в сівозміні таких культур, як соняшник, має загалом позитивний ефект для сільського господарства [1].

Знання особливостей формування площі листової асиміляційної поверхні дає змогу сформувати вимоги щодо оптимальних оптичних характеристик посівів. Адже листовою поверхнею вловлює сонячну енергію та синтезує органічні сполуки, які рослина використовує для процесів росту, розвитку та формування врожаю. Тому головною передумовою отримання високої врожайності сої є оптимізація оптичних характеристик посівів для збільшення продуктивності фотосинтезу, іншими словами, формування посівів з оптимально розвинутим листовим апаратом, що тривалий час може перебувати в активному стані. Причому рослини як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду повинні мати можливість сформувати достатню площу фотосинтетичного апарату.

Для кожного сорту, та й по суті для кожного поля, характерне своє, унікальне роз-

Siuzanna Hryhorenko
<https://orcid.org/0000-0002-7617-7641>
Oleksandr Polovynchuk
<http://orcid.org/0000-0002-7830-7534>
Oksana Maliarenko
<https://orcid.org/0000-0002-9309-4020>
Olena Shevchenko
<https://orcid.org/0000-0001-5980-7536>

міщення фотосинтетичної поверхні рослин у просторі й відповідне використання ними фотосинтетично активної радіації. А тому зміна структури ценозу дає змогу вивільнити резерви значного підвищення продуктивності посівів завдяки уникненню конкурентних взаємодій і оптимального розташування листя відносно сонячних променів. Адже з погляду архітекtonіки рослини не всі листки однаково ефективно задіяні в синтезі пластичних речовин [2–5].

Структурі фотосинтетичного апарату рослин багато уваги приділяється в селекції, спрямованій на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [6, 7]. Зокрема, для томатів було показано, що оптимізацією структури рослин можна досягти збільшення поглинання світла і, відповідно, ефективності фотосинтезу до 10% [7]. Поліпшити структуру фотосинтетичного апарату рослин можна і за допомогою агротехнічних прийомів. Проте наявні сьогодні технології вирощування сої далеко не повністю відповідають умовам отримання високої врожайності. Досі так і не досягнуто стабільно високої продуктивності сортів сої завдяки формуванню стійкості рослин до впливу негативних чинників довкілля – посухи, екстремальних температур тощо [8, 9].

А отже, для отримання високих урожаїв цієї культури потрібно використовувати комплекс додаткових заходів, що сприятимуть оптимізації живлення та регуляції процесів росту й розвитку її рослин.

Мета досліджень – виявити особливості росту й розвитку сортів сої залежно від застосування органічного добрива, регуляторів росту рослин та вологоутримувача в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. в умовах ТОВ «Науково-дослідний інститут сої» (Полтавська обл., м. Глобіно).

Погодні умови у 2016 р. відрізнялися від середньобогаторічних значень, однак загалом були сприятливими для вирощування культури, що дало змогу отримати об'єктивні експериментальні дані. За вегетаційний період 2016 р. випало 326 мм опадів за середньобогаторічної норми 412 мм.

Погодні умови 2017 р. були менш сприятливими для росту й розвитку сої, особливо на початку її вегетації. Нестача опадів у березні–квітні та високі середньодобові температури повітря зумовили зменшення доступних запасів ґрунтової вологи, а з червня

по липень опадів випало на 40–42 мм менше норми. Загалом же за вегетаційний період 2017 р. випало лише 202 мм опадів, що більш ніж у півтора раза менше показника попереднього року. Однак вегетаційний період цього року був цікавим з погляду вивчення ефективності застосування вологоутримувача.

Сприятливими для росту й розвитку рослин сої та успішного формування ними високого рівня продуктивності були погодні умови у 2018 р. Так, перед сівбою в ґрунті були достатні запаси продуктивної вологи, які поповнювались завдяки опадам. Упродовж вегетації не спостерігалось значних періодів посухи та впливу надмірних температур у критичні фази росту й розвитку культури. Рослини успішно сформували вегетативну, а далі й генеративну систему та забезпечили отримання високого рівня продуктивності.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий потужний, слабкосолонцюватий, малогумусний. За гранулометричним складом – середньосуглинковий, грубопилуватий. Потужність гумусного шару змінюється від 35 до 45 см. Уміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 3,7–4,3%, нітратного азоту – 17,4–19,2 мг/кг; амонійного – 59,4–63,6; лужногідролізованого азоту – 105–110; рухомих сполук фосфору – 22,4–25,2; обмінного калію – 128,7–136,6 мг/кг повітряно-сухого ґрунту. Реакція ґрунтового розчину орного шару слабколужна, близька до нейтральної (рН_{водне} 7,3–7,6). Ємність поглинання обмінних катіонів – 26–31 мг-екв на 100 г ґрунту. Уміст рухомих сполук мікроелементів у ґрунті становить: бору – 0,37–0,43; марганцю – 38,35–42,91; міді – 1,23–1,34; цинку – 0,40–0,47; молібдену – 0,13–0,17; кобальту – 1,25–1,37 мг на 1 кг повітряно-сухого ґрунту.

Об'єктом дослідження були сорти сої вітчизняної селекції: 'Устя' – національний стандарт (оригінація – ННЦ «Інститут землеробства НААН»), 'Кано' та 'Геба' (ТОВ «НДІ сої»).

Вологоутримувач Аквасорб (Aquasorb) у нормі 300 кг/га вносили в ґрунт за місяць до сівби сої стрічками завширшки 10 см у зону майбутнього рядка. Рядки внесення вологоутримувача відмічали маркерними кілочками для подальшого точного висівання насіння сої.

Аквасорб розроблений на основі аніонного полікриламідру, належить до класу суперабсорбентів. Являє собою нерозчинні у воді зшиті сополімери акриламідру та акрилату калію. У лабораторних умовах поглинає дистильованої води до 500 разів більше від

своєї маси, у польових – до 150 разів, тобто 1 кг препарату утримує 150 кг води.

Органічним добривом Паросток (марка 20) посіви обробляли двічі: перше підживлення – у фазі 3–5 листків, друге – 9–11 листків культури, а регуляторами росту Вермистим Д та Агростимулін – у фазі бутонізації рослин сої в рекомендованих виробниками нормах витрати.

Площа посівної ділянки становила 54 м², облікової – 35 м²; повторність – триразова. Висівали сою із шириною міжрядь 45 см нормою 700 тис./га схожих насінин.

Докладну схему польового дослідження наведено в таблиці 1.

У процесі досліджень застосовували загальноприйняті методики [10, 11]. Урожайність визначали методом суцільного комбайнування кожної облікової ділянки (комбайн Sampo 500).

Статистичний аналіз експериментальних даних виконували за допомогою пакета прикладних програм Statistica 6.0 [12].

Результати досліджень

На початку вегетації рослини сої споживають запасні поживні речовини з насіння, однак це лише 1% від того обсягу органічної речовини, що утворюється ними впродовж вегетаційного періоду. У цей період рослинам сої притаманний повільний ріст наземної частини, зокрема незначне збільшення кількості листків та, відповідно, площі листової поверхні.

Проте, починаючи вже з фази бутонізації, відбувається інтенсивний ріст і розвиток культури. Для зони Лісостепу України оптимальна площа асиміляційної поверхні посівів сої в цей час становить 40–50 тис. м²/га.

Якщо площа листової поверхні в період активного росту й розвитку рослин менша від рекомендованих параметрів, то вважається, що структура посіву не оптимізована для раціонального засвоєння рослинами ФАР. Крім неефективного використання сонячної енергії, у таких посівах інтенсивно розвиваються бур'яни, які, затіняючи рослини сої, суттєво знижують їх загальну продуктивність.

Водночас і занадто велика площа листової поверхні є небажаною для посівів сої, оскільки через взаємозатінення значна частина листків у нижньому ярусі працює неефективно. У таких посівах інтенсивніше поширюються хвороби листового апарату, спостерігається відмирання непрацюючих листків.

Починаючи з періоду досягання бобів, площа листової поверхні рослин сої, порівняно з періодами їх активного росту й роз-

витку, зменшується. Однак такі взаємодії пов'язані не тільки з фізіологічними особливостями, а й зі спробою рослин оптимізувати фотосинтетичний апарат для кращого засвоєння енергії. На відміну від інших культур, на час повного досягання бобів частина листя на рослині сої залишається в життєздатному стані, хоча його фотосинтетична активність і знижується.

Результати досліджень із визначення особливостей формування рослинами сої асиміляційної поверхні залежно від впливу утримувача вологи, органічного добрива та регуляторів росту дають змогу стверджувати, що ці технологічні елементи значною мірою визначають її наростання (табл. 1).

Аналізуючи динаміку формування площі асиміляційного апарату посівів сої, варто зазначити, що в міру проходження основних фаз росту й розвитку вона збільшувалась і свого максимуму досягала у фазі цвітіння. У середньому за варіантами дослідження вона становила 39,8 тис. м²/га.

У фазі бутонізації посіви сої в середньому по дослідженню формували асиміляційну поверхню на рівні 27,3 тис. м²/га. При цьому значної різниці за цим показником між варіантами із застосуванням органічного добрива Паросток (марка 20) та регуляторів росту виявлено не було. Останнє є цілком логічним, адже у фазі бутонізації рослини сої якраз тільки обробляли цими препаратами.

Найкритичнішим для культури є період від бутонізації до утворення бобів, коли нестача вологи призводить до призупинення ростових процесів рослин та, відповідно, до послаблення їхньої фотосинтетичної діяльності.

У середньому за роки досліджень у фазі цвітіння асиміляційна поверхня сорту 'Устя' становила 38,8 тис. м²/га, 'Кано' – 41,1, 'Геба' – 39,5 тис. м²/га.

Застосування гідрогелю Аквасорб сприяло формуванню рослинами сої більшої площі листової поверхні. Так, у середньому по дослідженню цей показник у рослин сорту 'Устя' у варіантах без гідрогелю становив 35,7 тис. м²/га, а за його внесення – 41,9 тис. м²/га, у сорту 'Кано' – 38,1 та 44,4, 'Геба' – 35,9 та 43,2 тис. м²/га відповідно.

По суті, фактор дослідження «вологодотримувач» найбільше впливав на загальні закономірності формування площі листової поверхні, оскільки крім збільшення ємності ґрунтового вбирного комплексу в плані утримання елементів живлення та вологи рослини сої піддавалися впливу цього фактора із самого початку вегетації. Добриво

Площа асиміляційної поверхні посівів сої залежно від впливу утримувача вологи, добрива і регуляторів росту, тис. м²/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт	Вологоутримувач (ВУ)	Органічне добриво (ОД)	Регулятор росту (РР)	Фаза росту й розвитку рослин		
				бутонізація	цвітіння	достигання
'Устя' – St	Без ВУ	Без ОД	Без РР	27,1	31,5	27,3
			Вермистим Д	27,6	33,5	29,2
			Агростимулін	27,1	34,5	30,2
		Паросток (марка 20)*	Без РР	27,3	36,7	31,9
	Аквасорб	Без удобрення	Вермистим Д	27,8	38,8	33,7
			Агростимулін	27,3	39,2	34,0
			Без РР	27,5	40,0	34,9
		Вермистим Д	27,2	40,4	35,1	
Паросток (марка 20)*	Агростимулін	27,5	40,2	35,1		
	Без РР	26,8	42,4	36,7		
'Кано'	Без ВУ	Без удобрення	Вермистим Д	26,9	44,0	38,3
			Агростимулін	27,7	44,4	38,5
			Без РР	27,4	36,5	31,8
		Вермистим Д	27,6	37,3	32,4	
	Аквасорб	Без удобрення	Агростимулін	26,7	38,8	33,8
			Без РР	27,6	37,7	32,8
			Вермистим Д	27,3	38,7	33,8
		Паросток (марка 20)*	Агростимулін	27,4	39,5	34,5
Без удобрення	Без РР	27,4	42,2	36,8		
	Вермистим Д	27,0	42,6	37,2		
	Агростимулін	27,5	42,4	37,0		
	Без РР	27,4	44,6	38,8		
Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	27,0	46,2	40,1		
	Агростимулін	27,3	46,6	40,5		
	Без РР	27,1	31,5	27,5		
	Вермистим Д	27,2	33,3	29,0		
'Геба'	Без ВУ	Без удобрення	Агростимулін	27,1	33,6	29,3
			Без РР	27,1	37,5	32,6
			Вермистим Д	27,6	39,6	34,5
		Паросток (марка 20)*	Агростимулін	27,1	39,9	34,9
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	27,3	41,3	35,9
			Вермистим Д	27,8	41,7	36,2
			Агростимулін	27,3	41,5	35,9
		Паросток (марка 20)*	Без РР	27,5	43,7	38,1
Вермистим Д	27,2	45,3	39,3			
	Агростимулін	27,5	45,7	39,9		
НІР _{0,05}				0,8	1,2	1,0

*Позакореневе підживлення рослин у фазі 3–5 листків та повторно у фазі 9–11 листків.

Паросток і регулятори росту застосовували у фазі 3–5 та повторно 9–11 листків рослин, тому навіть за дієвості цих технологічних елементів на формування розмірів асиміляційного апарату вони не могли істотно вплинути за короткий проміжок часу вегетації від бутонізації до цвітіння.

Отже, підживлення добривом Паросток та регуляторами росту виявилось менш ефективним щодо збільшення асиміляційної площі рослин сої, однак загалом виявило певні тенденції та закономірності, на яких варто зосередити увагу.

Так, за підживлення добривом Паросток асиміляційна поверхня сорту 'Устя' у варіантах без використання гідрогелю Аквасорб

була 38,2 тис. м²/га, а на контролі – 33,2 тис. м²/га. Водночас, у варіантах внесення гідрогелю рослини формували асиміляційну поверхню на рівні 43,6 тис. м²/га, тимчасом як на контролі – 40,2 тис. м²/га.

У сорту 'Кано' підживлення добривом Паросток сприяло формуванню асиміляційної поверхні у варіантах без використання гідрогелю Аквасорб на рівні 38,6 тис. м²/га, а на контролі – 37,5 тис. м²/га. За внесення в ґрунт вологоутримувача площа асиміляційної поверхні посівів становила 45,8 тис. м²/га, на контролі – 42,4 тис. м²/га.

Аналогічні закономірності було отримано й для сорту 'Геба': за підживлення добривом Паросток асиміляційна поверхня без внесення

ня гідрогелю Аквасорб була 39,0 тис. м²/га, на контролі – 32,8 тис. м²/га. У варіантах використання вологоутримувача рослини формували асиміляційну поверхню 44,9 тис. м²/га, на контролі – 41,5 тис. м²/га.

У разі застосування регуляторів росту також зафіксовано позитивну динаміку збільшення площі листової поверхні, однак за величиною впливу на рослини цей фактор був найменш дієвим. Так, у сорту 'Устя' застосування на контролі Вермистиму Д сприяло зростанню асиміляційної поверхні рослин на 2,0 тис. м²/га, а Агростимуліну – на 3,0 тис. м²/га порівняно з контрольними варіантами. Аналогічні варіанти застосування регуляторів росту на фоні підживлення добривом Паросток сприяли збільшенню асиміляційної поверхні на 2,1 та 2,5 тис. м²/га відповідно.

На тлі застосування гідрогелю без удобрення внесення на контролі регулятора росту Вермистим Д збільшувало асиміляційну поверхню рослин на 0,4 тис. м²/га, а Агростимуліну – на 0,2 тис. м²/га. Аналогічні варіанти досліду за умови підживлення добривом Паросток сприяли формуванню рослинами сої більшої асиміляційної поверхні – на 1,6 та 2,0 тис. м²/га відповідно.

У сорту 'Кано' застосування на контролі регулятора росту Вермистим Д сприяло збільшенню асиміляційної поверхні рослин на 0,9 тис. м²/га, а Агростимуліну – на 2,3 тис. м²/га. Аналогічні варіанти регуляторів росту на фоні підживлення добривом Паросток збільшували площу листків відповідно на 1,0 та 1,9 тис. м²/га порівняно з ділянками контролю, на яких також застосовували органічне добриво.

Використання ж вологоутримувача Аквасорб на варіантах без удобрення та оброблення рослин регуляторами росту Вермистим Д та Агростимулін сприяло формуванню асиміляційної поверхні рослин на рівні 42,6 і 42,4 тис. м²/га відповідно. Аналогічні варіанти досліду за підживлення добривом Паросток сприяли формуванню рослинами сої 46,2 та 46,6 тис. м²/га площі листків відповідно.

За аналогією з іншими сортами сої застосування регулятора росту Вермистим Д у посівах сорту 'Геба' сприяло підвищенню асиміляційної поверхні рослин до рівня 39,9 тис. м²/га, а Агростимуліну – до 40,3 тис. м²/га. За аналогічних варіантів внесення регуляторів росту на фоні підживлення добривом Паросток площа листової поверхні становила 39,6 та 39,9 тис. м²/га відповідно.

Водночас, у разі застосування лише вологоутримувача без органічного добрива оброблення посівів регулятором росту Вермис-

тим Д забезпечувало формування асиміляційної поверхні рослин на рівні 41,7 тис. м²/га, а Агростимуліном – 41,5 тис. м²/га. Аналогічні варіанти досліду за умови підживлення добривом Паросток сприяли формуванню рослинами 45,3 та 45,7 тис. м²/га площі листків відповідно.

У фенологічній фазі досягання посіви сої формували дещо меншу асиміляційну поверхню порівняно з періодом цвітіння. Так, у середньому за варіантами досліду утворювалось 34,6 тис. м²/га листової площі.

Якщо аналізувати відмінності площі листової поверхні за сортами сої, то максимальні її показники були в сорту 'Кано' – 35,8 тис. м²/га, дещо менші – 34,4 і 33,7 тис. м²/га – у сортів 'Геба' та 'Устя' відповідно.

У середньому за варіантами досліду найбільш дієвими чинниками формування додаткової площі асиміляційної поверхні виявилися такі фактори, як використання гідрогелю Аквасорб та підживлення органічним добривом Паросток.

Так, рослини сорту 'Устя' у варіантах без гідрогелю в середньому по досліді утворювали площу асиміляційної поверхні 31,0 тис. м²/га, а за його внесення – 36,4 тис. м²/га. У сорту 'Кано' параметри листової поверхні були 33,2 та 38,4 тис. м²/га, у сорту 'Геба' – 31,3 та 37,5 тис. м²/га відповідно.

За підживлення добривом Паросток площа асиміляційної поверхні рослин сорту 'Устя' у варіантах без використання вологоутримувача Аквасорб становила 33,2 тис. м²/га, а на контролі – 28,9 тис. м²/га. У варіанті внесення гідрогелю рослини формували листову поверхню на рівні 37,8 тис. м²/га, а в контролі – 35,0 тис. м²/га.

У сорту 'Кано' у варіантах з добривом Паросток формування асиміляційної поверхні без використання гідрогелю було на рівні 33,7 тис. м²/га, а на контролі – 32,7 тис. м²/га. Водночас, за внесення вологоутримувача рослини формували 39,8 тис. м²/га листової площі, а в контролі – 37,0 тис. м²/га.

Подібні закономірності встановлено і для сорту 'Геба': за підживлення добривом Паросток асиміляційна поверхня рослин без гідрогелю була 34,0 тис. м²/га, на контролі – 28,6 тис. м²/га. У варіантах внесення препарату Аквасорб рослини формували листову поверхню на рівні 39,1 тис. м²/га, а на ділянках контролю – 36,0 тис. м²/га.

Використання регуляторів росту Вермистим Д та Агростимулін дало змогу отримати аналогічні попередньому обліковому періоду показники площі асиміляційної поверхні порівняно з контрольними варіантами. Зва-

жаючи на це, такі закономірності пов'язані власне з початково високим рівнем впливу на рослини сої цього класу препаратів, а не пролонгацією їх дії в часі. Інакше кажучи, під дією регуляторів росту рослини сої формували вищий рівень асиміляційної поверхні у фазі цвітіння–утворення бобів і просто не втратили його до фази досягання.

Крім площі асиміляційної поверхні посіву важливим є встановлення показника фотосинтетичного потенціалу (ФП). Він означає сумарну листову поверхню, яка брала участь у фотосинтезі від початку вегетації до закінчення фотосинтезу, або ж від однієї до іншої фенологічної фази рослин.

Сумарний (за вегетаційний період) фотосинтетичний потенціал у різних культур може бути від 1,5 до 4 тис. м²/га. Він зале-

жить від різних чинників – виду й сорту культури, густоти посіву, умов живлення, зволоження, освітлення, температури повітря, ґрунтів та ін.

Результати визначення фотосинтетичного потенціалу сортів сої в міжфазні періоди сході–бутонізація, бутонізація–цвітіння та цвітіння–досягання залежно від впливу утримувача вологи (гідрогелю), органічного добрива та регуляторів росту наведено в таблиці 2.

У період від сходів до бутонізації рослин сої фотосинтетична поверхня була відносно невеликою (за середньої тривалості цього міжфазного періоду 29 діб), а тому й показники ФП були на рівні 0,42 тис. м²/га.

У період від сходів до бутонізації фотосинтетичний потенціал посівів сої різних сортів здебільшого визначався їх біологічними

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал посівів сої залежно від впливу утримувача вологи, добрива і регуляторів росту, тис. м²/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт	Вологоутримувач (ВУ)	Органічне добриво (ОД)	Регулятор росту (РР)	Міжфазний період		
				сходи–бутонізація	бутонізація–цвітіння	цвітіння–досягання
'Устя' – St	Без ВУ	Без ОД	Без РР	0,37	0,48	1,95
			Вермистим Д	0,37	0,50	2,11
			Агростимулін	0,37	0,50	2,18
		Паросток (марка 20)*	Без РР	0,37	0,52	2,31
			Вермистим Д	0,38	0,54	2,47
			Агростимулін	0,37	0,54	2,50
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	0,37	0,55	2,49
			Вермистим Д	0,37	0,55	2,55
			Агростимулін	0,37	0,55	2,54
		Паросток (марка 20)*	Без РР	0,37	0,56	2,71
			Вермистим Д	0,37	0,58	2,81
			Агростимулін	0,38	0,59	2,85
'Кано'	Без ВУ	Без ОД	Без РР	0,47	0,59	2,22
			Вермистим Д	0,48	0,60	2,31
			Агростимулін	0,47	0,60	2,40
		Паросток (марка 20)*	Без РР	0,48	0,60	2,34
			Вермистим Д	0,48	0,60	2,43
			Агростимулін	0,48	0,61	2,49
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	0,47	0,64	2,59
			Вермистим Д	0,47	0,64	2,65
			Агростимулін	0,48	0,64	2,64
		Паросток (марка 20)*	Без РР	0,48	0,66	2,81
			Вермистим Д	0,47	0,67	2,95
			Агростимулін	0,47	0,68	2,98
'Геба'	Без ВУ	Без ОД	Без РР	0,43	0,51	1,96
			Вермистим Д	0,43	0,52	2,10
			Агростимулін	0,43	0,52	2,12
		Паросток (марка 20)*	Без РР	0,43	0,56	2,37
			Вермистим Д	0,43	0,58	2,54
			Агростимулін	0,42	0,58	2,56
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	0,43	0,59	2,60
			Вермистим Д	0,44	0,60	2,66
			Агростимулін	0,43	0,59	2,65
		Паросток (марка 20)*	Без РР	0,43	0,62	2,84
			Вермистим Д	0,43	0,63	2,98
			Агростимулін	0,43	0,63	3,01

*Позакореневе підживлення рослин у фазі 3–5 листків та повторно у фазі 9–11 листків.

особливостями, а не впливом досліджуваних факторів. Адже позакореневе підживлення добривом Паросток і застосування регуляторів росту Вермистим Д та Агростимулін проводили у фазі 3–5 та повторно 9–11 листків культури.

У цей час усереднені параметри ФП сорту 'Устя' були на рівні 0,37 тис. м²/га, 'Кано' – 0,47, 'Геба' – 0,43 тис. м²/га.

Міжфазний період бутонізація–цвітіння характеризувався збільшенням площі листової поверхні сої, однак, з огляду на незначну його тривалість (у середньому 17 діб), показники середнього по досліді фотосинтетичного потенціалу були на рівні 0,58 тис. м²/га.

У міжфазний період від бутонізації до цвітіння усереднені параметри ФП сорту 'Устя' були 0,54 тис. м²/га, 'Кано' – 0,63, 'Геба' – 0,58 тис. м²/га.

У сорту 'Устя' максимальні параметри фотосинтетичного потенціалу посівів отримано за внесення гідрогелю Аквасорб та позакореневого підживлення добривом Паросток. За таких базових умов досліді та застосування регуляторів росту Вермистим Д та Агростимулін показники ФП становили 0,58 та 0,59 тис. м²/га відповідно.

У сорту 'Кано' на базових контрольних варіантах значення ФП були на рівні 0,59 тис. м²/га. Водночас застосування гідрогелю та добрива Паросток дало змогу підняти рівень сумарної листової поверхні, яка брала участь у фотосинтезі від початку й до кінця міжфазного періоду, до 0,64 тис. м²/га. А от за внесення на цьому фоні регулятора росту Вермистим Д показник ФП був 0,67 тис. м²/га, Агростимуліну – 0,68 тис. м²/га.

У сорту 'Геба' максимальні значення фотосинтетичного потенціалу посівів у міжфазний період бутонізація–цвітіння отримано за використання гідрогелю Аквасорб та органічного добрива Паросток – 0,59 тис. м²/га, тимчасом як у контрольному варіанті тільки 0,51 тис. м²/га. Водночас застосування на тлі цих факторів досліді регуляторів росту Вермистим Д та Агростимулін дало змогу підвищити ФП до рівня 0,63 тис. м²/га.

У міжфазний період цвітіння–достигання площа листової поверхні посівів сої була максимальною за весь період вегетації. А тому, усупереч тривалості цього періоду (67 діб), у середньому по досліді рослини формували показники ФП на рівні 2,52 тис. м²/га.

Якщо аналізувати показники фотосинтетичного потенціалу загалом за період від цвітіння до збирання, то усереднені параметри сорту 'Устя' були 2,46 тис. м²/га, 'Кано' – 2,57, 'Геба' – 2,53 тис. м²/га.

У міжфазний період цвітіння–достигання загалом збереглися закономірності формування фотосинтетичного потенціалу, докладно висвітлені в описі попереднього періоду – бутонізація–цвітіння.

Так, на базових контрольних варіантах у сорту 'Устя' значення ФП були 1,95 тис. м²/га, 'Кано' – 2,22, 'Геба' – 1,96 тис. м²/га. Застосування гідрогелю та органічного добрива дало змогу підняти рівень фотосинтетичного потенціалу до 2,49; 2,59 та 2,60 тис. м²/га відповідно. За таких базових умов та оброблення посівів регулятором росту Вермистим Д показники ФП у досліджуваних сортів були на рівні 2,81; 2,95 та 2,98 тис. м²/га, а у варіантах з Агростимуліном – 2,85; 2,98 та 3,01 тис. м²/га відповідно.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є підсумком роботи фотосинтетичного апарату рослин та їх здатності накопичувати органічну речовину за комплексного впливу природних чинників та агротехнічних прийомів під час вирощування сої.

Показники визначення ЧПФ сортів сої в міжфазні періоди сходи–бутонізація, бутонізація–цвітіння та цвітіння–достигання залежно від впливу досліджуваних факторів наведено в таблиці 3.

Установлено, що в період сходи–бутонізація, у середньому за варіантами досліді, чиста продуктивність фотосинтезу становила 2,89 г/м² за добу. У сорту сої 'Устя' показники ЧПФ теж були на рівні 2,89 г/м² за добу, у 'Геба' – 2,22 г/м² за добу. Максимальні ж її значення по досліді зафіксовано в сорту 'Кано' – 3,56 г/м² за добу.

Відхилення показників чистої продуктивності фотосинтезу, за аналогією з фотосинтетичним потенціалом рослин, були незначними і зводилися до сортових відмінностей або ж варіювання в межах досліді через дію неврахованих чинників. І це цілком логічно, адже позакореневе підживлення посівів добривом Паросток і регуляторами росту проводили у фазі 3–5 та повторно 9–11 листків рослин сої.

При цьому варто зазначити, що застосування гідрогелю Аквасорб сприяло підвищенню чистої продуктивності фотосинтезу, тимчасом як попередній аналіз фотосинтетичного потенціалу показав істотніший вплив інших факторів на формування площі листової поверхні.

Отже, у разі застосування гідрогелю Аквасорб чиста продуктивність посівів сорту 'Устя' зростає до рівня 2,98 г/м² за добу, тимчасом як на контролі її показник становив лише 2,52 г/м² за добу. У сортів сої 'Кано' та

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої залежно від впливу утримувача вологи, добрива і регуляторів росту, г/м² за добу (середнє за 2016–2018 рр.)

Сорт	Вологоутримувач (ВУ)	Органічне добриво (ОД)	Регулятор росту (РР)	Міжфазний період		
				сходи– бутонізація	бутонізація– цвітіння	цвітіння– достигання
'Устя' – St	Без ВУ	Без ОД	Без РР	2,52	0,69	1,00
			Вермистим Д	2,60	0,68	0,95
			Агростимулін	2,68	0,68	0,93
		Паросток (марка 20)*	Без РР	2,96	0,75	1,00
	Аквасорб	Без удобрення	Вермистим Д	2,96	0,73	0,94
			Агростимулін	3,00	0,72	0,92
			Без РР	2,82	0,66	0,88
		Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	2,91	0,69	0,89
'Кано'	Без ВУ	Без ОД	Агростимулін	2,89	0,68	0,89
			Без РР	3,11	0,71	0,88
			Вермистим Д	3,09	0,68	0,84
		Паросток (марка 20)*	Агростимулін	3,09	0,69	0,85
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	3,24	0,93	1,44
			Вермистим Д	3,27	0,93	1,42
			Агростимулін	3,36	0,92	1,36
		Паросток (марка 20)*	Без РР	3,58	1,01	1,53
Аквасорб	Без удобрення	Вермистим Д	3,60	1,00	1,46	
		Агростимулін	3,67	0,99	1,45	
		Без РР	3,52	0,91	1,33	
	Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	3,59	0,93	1,34	
'Геба'	Без ВУ	Без ОД	Агростимулін	3,53	0,92	1,34
			Без РР	3,62	0,91	1,28
			Вермистим Д	3,93	0,95	1,29
		Паросток (марка 20)*	Агростимулін	3,74	0,92	1,25
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	1,55	0,45	0,70
			Вермистим Д	1,63	0,46	0,69
			Агростимулін	1,61	0,46	0,68
		Паросток (марка 20)*	Без РР	1,88	0,50	0,71
Аквасорб	Без удобрення	Вермистим Д	2,59	0,67	0,92	
		Агростимулін	2,69	0,68	0,92	
		Без РР	2,18	0,56	0,76	
	Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	2,25	0,57	0,78	
Аквасорб	Без удобрення	Агростимулін	2,31	0,58	0,78	
		Без РР	2,48	0,61	0,80	
		Вермистим Д	2,65	0,64	0,80	
	Паросток (марка 20)*	Агростимулін	2,76	0,66	0,83	

'Геба' показники ЧПФ на аналогічних варіантах дослідів були на рівні 3,66 та 2,44 г/м² за добу, а от у контрольних варіантах – лише 3,24 та 1,55 г/м² за добу відповідно.

У міжфазний період бутонізація–цвітіння в середньому за варіантами дослідів було отримано значення чистої продуктивності посівів на рівні 0,74 г/м² за добу. У розрізі сортів максимальні значення показника були в 'Кано' – 0,94 г/м² за добу, у сорту 'Устя' – 0,70, а в 'Геба' – 0,57 г/м² за добу.

Щодо індивідуальних особливостей накопичення сухої речовини в досліджуваних сортах, то збільшення площі листкової поверхні часто-густо не веде до значного зростання інтенсивності накопичення сухої речовини. Адже посіви і так перебувають у досить доброму стані щодо густоти та просторової оптимізації рослин на одиницю площі.

А тому варіанти з найбільшою площею листкової поверхні та фотосинтетичним потенціалом за накопиченням сухої речовини одиницею площі листя не завжди є кращими в досліді. А отже, наразі йдеться про визначення найбільш оптимальних значень показника чистої продуктивності фотосинтезу.

Підживлення посівів добривом Паросток сприяло підвищенню рівня ЧПФ в усіх досліджуваних сортах сої. Так, у сорту 'Устя' у варіантах без гідрогелю досліджуване добриво дало змогу сформувати сухої речовини 0,73 г/м² за добу, тимчасом як у контролі – 0,68 г/м² за добу. За аналогією в сортів сої 'Кано' та 'Геба' були отримані показники накопичення сухої речовини на рівні 1,00 та 0,62 г/м² за добу, а в контрольних варіантах – 0,92 та 0,46 г/м² за добу відповідно.

Визначення показника чистої продуктивності посівів сої в міжфазний період цвітіння–достигання показало, що в середньому за варіантами дослідів він становив 1,02 г/м² за добу, а от у розрізі сортів максимальні значення отримано в ‘Кано’ – 1,37 г/м² за добу; у сортів ‘Устя’ та ‘Геба’ – 0,92 та 0,78 г/м² за добу відповідно.

Загалом же по досліді найоптимальнішими показниками чистої продуктивності фотосинтезу на одиницю площі листкового апарату можна вважати ті, що визначені для сорту ‘Кано’. Адже його рослини в міжфазний період сходи–бутонізація утворювали сухої речовини в середньому 3,56 г/м² за добу, за період бутонізації–цвітіння – 0,94, а за період цвітіння–достигання – 1,37 г/м² за добу.

За результатами проведених досліджень можна стверджувати, що рослини сорту ‘Кано’ найбільш оптимально використовували наявні чинники довкілля та доступні ресурси технології вирощування на формування одиниці сухої речовини.

Параметри індивідуальної продуктивності рослин формуються як інтегральний показник кількості бобів та зерен, їх маси з розрахунку на одну рослину. Визначення індивідуальної продуктивності рослин можна розцінювати як окрему ознаку, що не враховує густоту посівів, проте дає змогу побічно оцінити стан розвитку індивідуальних рослин сої.

Дані щодо індивідуальної продуктивності рослин сої (маси насіння з однієї рослини) залежно від досліджуваних елементів технології наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежно від впливу утримувача вологи, добрива і регуляторів росту (2016–2018 рр.)

Сорт	Вологоутримувач (ВУ)	Органічне добриво (ОД)	Регулятор росту (РР)	Маса насіння з однієї рослини, г		
				2016	2017	2018
‘Устя’ – St	Без ВУ	Без ОД	Без РР	5,48	3,31	5,95
			Вермистим Д	5,65	3,41	6,11
			Агростимулін	5,69	3,42	6,15
		Паросток (марка 20)*	Без РР	6,53	3,78	6,62
	Аквасорб	Без удобрення	Вермистим Д	6,51	3,90	6,71
			Агростимулін	6,36	3,81	6,74
			Без РР	5,88	3,45	6,20
		Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	6,09	3,60	6,09
‘Кано’	Без ВУ	Без ОД	Агростимулін	6,11	3,58	6,12
			Без РР	6,50	3,84	6,33
			Вермистим Д	6,10	3,97	6,30
		Паросток (марка 20)*	Агростимулін	6,23	3,97	6,56
	Аквасорб	Без удобрення	Без РР	8,79	5,22	9,58
			Вермистим Д	8,94	5,31	9,79
			Агростимулін	8,96	5,32	9,91
		Паросток (марка 20)*	Без РР	9,88	5,85	10,31
‘Геба’	Без ВУ	Без ОД	Вермистим Д	9,62	5,70	10,57
			Агростимулін	9,83	5,81	10,39
			Без РР	9,12	5,30	9,56
		Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	9,32	5,40	9,67
	Аквасорб	Без удобрення	Агростимулін	9,31	5,44	9,70
			Без РР	9,03	5,64	9,85
			Вермистим Д	9,94	5,78	10,25
		Паросток (марка 20)*	Агростимулін	9,71	5,63	10,03
‘Геба’	Без ВУ	Без ОД	Без РР	3,97	2,37	4,18
			Вермистим Д	4,15	2,51	4,36
			Агростимулін	4,17	2,50	4,39
		Паросток (марка 20)*	Без РР	4,80	2,86	4,92
	Аквасорб	Без удобрення	Вермистим Д	6,68	3,95	6,74
			Агростимулін	6,80	4,05	6,76
			Без РР	5,16	3,41	5,32
		Паросток (марка 20)*	Вермистим Д	5,39	3,59	5,54
Аквасорб	Без удобрення	Агростимулін	5,38	3,57	5,58	
		Без РР	5,75	3,90	5,86	
		Вермистим Д	6,33	3,88	6,37	
	Паросток (марка 20)*	Агростимулін	6,66	3,99	6,82	
НІР _{0,05}				0,21	0,23	0,30

Установлено, що в середньому за варіантами досліджуваної маси насіння з однієї рослини становила 6,1 г. Максимальним цей показник був у сорту 'Кано' – 8,3 г/рослину, тимчасом як у сортів 'Геба' та 'Устя' він був значно меншим – 4,8 та 5,4 г/рослину відповідно.

На формування індивідуальної продуктивності рослин сої значний вплив мало оброблення посівів добривом Паросток у комплексі з регуляторами росту. Зокрема, застосування такої схеми підживлення у фазі бутонізації рослин сорту 'Устя' дало змогу отримати в середньому за роки досліджень 5,6–5,7 г насіння з однієї рослини. За аналогією з попереднім сортом у посівах сорту 'Кано' застосування регулятора росту Вермистим Д на фоні внесення добрива Паросток сприяло формуванню 8,6 г, а на фоні гідрогелю Аквасорб – 8,7 г насіння з однієї рослини. У разі застосування регулятора росту Агростимулін отримано індивідуальну продуктивність рослин сої на рівні 8,7 та 8,5 г відповідно.

Дослідження, проведені на рослинах сорту 'Геба', підтверджують отримані на двох інших сортах закономірності. Формування високого рівня продуктивності його рослин було можливим за комплексного застосування добрива Паросток і регуляторів росту.

Висновки

За підживлення добривом Паросток асиміляційна поверхня сорту 'Устя' у фазі цвітіння у варіантах без використання гідрогелю Аквасорб становила 38,2 тис. м²/га, тимчасом як на варіантах його застосування рослини формували 43,6 тис. м²/га. У сорту 'Кано' підживлення добривом Паросток сприяло формуванню асиміляційної поверхні на варіантах без гідрогелю на рівні 38,6 тис. м²/га, а за його внесення – 45,8 тис. м²/га. Аналогічні закономірності було отримано і для сорту 'Геба' – 39,0 та 44,9 тис. м²/га відповідно.

У сорту 'Кано' застосування на контролі регулятора росту Вермистим Д сприяло збільшенню асиміляційної поверхні рослин на 0,9 тис. м²/га, Агростимуліну – на 2,3 тис. м²/га. Аналогічні варіанти регуляторів росту на фоні підживлення добривом Паросток збільшували асиміляційну поверхню рослин відповідно на 1,0 та 1,9 тис. м²/га порівняно з ділянками контролю, на яких також застосовували органічне добриво.

Підживлення посівів добривом Паросток сприяло підвищенню рівня чистої продуктивності фотосинтезу в усіх досліджуваних

сортів сої. Так, у сорту 'Устя' у варіантах без гідрогелю досліджуване добриво дало змогу сформувати сухої речовини 0,73 г/м² за добу, тимчасом як у контролі – 0,68 г/м² за добу. За аналогією в сортів сої 'Кано' та 'Геба' були отримані показники накопичення сухої речовини на рівні 1,00 та 0,62 г/м² за добу, а в контрольних варіантах – 0,92 та 0,46 г/м² за добу відповідно.

На формування індивідуальної продуктивності рослин сої значний вплив мало оброблення посівів добривом Паросток у комплексі з регуляторами росту. Застосування такої схеми підживлення у фазі бутонізації рослин сорту 'Устя' дало змогу отримати в середньому за роки досліджень 5,6–5,7 г насіння з однієї рослини. За аналогією з попереднім сортом у посівах сорту 'Кано' застосування регулятора росту Вермистим Д на фоні внесення добрива Паросток сприяло формуванню 8,6 г, а на фоні гідрогелю Аквасорб – 8,7 г насіння з однієї рослини. У разі застосування регулятора росту Агростимулін отримано індивідуальну продуктивність рослин сої на рівні 8,7 та 8,5 г відповідно.

Використана література

1. Мойсієнко В. В., Дідора В. Г. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2010. № 1. С. 153–166.
2. Присяжнюк О. И., Григоренко С. В. Состояние и перспективы производства сои в Украине. *Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы*. Благовещенск : ООО «ИПК «ОДЕОН», 2018. С. 264–271.
3. Заболотний О. Г. Проблеми підвищення ефективності виробництва сої і технології її переробки. *Вінниця : Книга-Вега*, 2006. 167 с.
4. Методичні рекомендації технології вирощування сої в умовах Рівненщини. Рівне, 2011. 34 с.
5. Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю. Особливості реалізації біологічного потенціалу сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14, № 2. С. 215–223. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134773
6. Song Q., Zhang G., Zhu X.-G. Optimal crop canopy architecture to maximise canopy photosynthetic CO₂ uptake under elevated CO₂ – a theoretical study using a mechanistic model of canopy photosynthesis. *Funct. Plant Biol.* 2013. Vol. 40, Iss. 2. P. 109–124. doi: 10.1071/FP12056
7. Sarlikioti V., de Visser P. H. B., Buck-Sorlin G. H., Marcelis L. F. M. How plant architecture affects light absorption and photosynthesis in tomato: towards an ideotype for plant architecture using a functional–structural plant model. *Ann Bot.* 2011. Vol. 108, Iss. 6. P. 1065–1073. doi: 10.1093/aob/mcr221
8. Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1–2. С. 74–78.
9. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. та ін. Шляхи підвищення продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 50–58.
10. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Загальна частина / за ред. В. В. Волкодава. Київ : АЛЕФА, 2000. 100 с.

11. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 160 с.
 12. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.
- ## References
1. Moisiienko, V. V., & Didora, V. H. (2010). Agroeconomic substantiation of the role of soybean in solving the problem of vegetable protein in Ukraine. *Visnik Žitomirskogo nacional'nogo agroekologičnogo universitetu* [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University], 1, 153–166. [in Ukrainian]
 2. Prysiazhniuk, O. I., & Hryhorenko, S. V. (2018). Status and Prospects of Soybean Production in Ukraine. In *Nauchnoe obespechenie proizvodstva soi: problemy i perspektivy* [Scientific support for soy production: challenges and perspectives] (pp. 264–271). Blagoveshchensk: OOO «IPK «ODEON». [in Russian]
 3. Zabolotnyi, O. H. (2006). *Problemy pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva soi i tekhnologii yii pererobky* [Problems of increasing the efficiency of soybean production and processing technology]. Vinnytsia: Knyha-Veha. [in Ukrainian]
 4. *Metodychni rekomendatsii tekhnologii vyroshchuvannia soi v umovakh Rivnenshchyny* [Methodical recommendations on soybean cultivation technology under the conditions of Rivne region]. (2011). Rivne: N.p. [in Ukrainian]
 5. Prysiazhniuk, O. I., Hryhorenko, S. V., & Polovynchuk, O. Yu. (2018). Realization of soybean biological potential as affected by agronomical practices under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Var. Stud. Prot.*, 14(2), 215–223. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134773
 6. Song, Q., Zhang, G., & Zhu, X.-G. (2013). Optimal crop canopy architecture to maximise canopy photosynthetic CO₂ uptake under elevated CO₂ – a theoretical study using a mechanistic model of canopy photosynthesis. *Funct. Plant Biol.*, 40(2), 109–124. doi: 10.1071/FP12056
 7. Sarlikioti, V., de Visser, P. H. B., Buck-Sorlin, G. H., & Marcelis, L. F. M. (2011). How plant architecture affects light absorption and photosynthesis in tomato: towards an ideotype for plant architecture using a functional–structural plant model. *Ann Bot.*, 108(6), 1065–1073. doi: 10.1093/aob/mcr221
 8. Mosondz, N. P. (2014). Formation of soybean productivity as affected by agronomical practices under the conditions of the northern part of the Forest-Steppe. *Zemlerobstvo* [Agriculture], 1–2, 74–78. [in Ukrainian]
 9. Petrychenko, V. F., Babych, A. O., & Kolisnyk, S. I. (2005). Ways of increasing the productivity of soya in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Selekcija i nasinnictvo* [Plant Breeding and Seed Production], 90, 50–58. [in Ukrainian]
 10. Volkodav, V. V. (Ed.). (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Zahalna chastyna* [Methods of state testing of crops. General part]. Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
 11. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2015). *Metodyka derzhavnoi naukovekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva* [Methodology of state scientific and technical examination of plant varieties. Methods of determining the quality indices of crop production]. (4th ed., rev.). Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]
 12. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6.0* [Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite]. Kyiv: PolihrafKon-saltnh. [in Ukrainian]

УДК 633.63: 631

Григоренко С. В., Половинчук А. Ю.* , Маляренко О. А., Шевченко Е. П. Особенности роста и развития сортов сои в зависимости от элементов технологии выращивания // Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Т. 15, № 1. С. 59–70. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162483>

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, *e-mail: polovynchuk_alex@ukr.net*

Цель. Определить особенности роста и развития растений сортов сои в зависимости от применения органического удобрения, регуляторов роста растений и влагоудерживателя в условиях Лесостепи Украины. **Методы.** Исследовали сорта сои ‘Устя’, ‘Кано’ и ‘Геба’. За месяц до посева культуры в почву вносили влагоудерживатель – гидрогель Аквасорб (Aquasorb) в норме 300 кг/га лентами шириной 10 см в зону будущего рядка. Органическое удобрение Паросток (марка 20) применяли дважды: первая подкормка в фазе 3–5 листьев и вторая – 9–11 листьев сои. Регуляторы роста Вермистим Д и Агростимулин применяли в фазе бутонизации культуры. **Результаты.** При внекорневой подкормке сои удобрением Паросток ассимиляционная поверхность сорта ‘Устя’ в фазе цветения в вариантах без использования гидрогеля Аквасорб составляла 38,2 тыс. м²/га, тогда как на вариантах его применения растения формировали 43,6 тыс. м²/га. У сорта ‘Кано’ внесение органического удобрения способствовало формированию листовой поверхности на вариантах без гидрогеля на уровне 38,6 тыс. м²/га, а при его применении – 45,8 тыс. м²/га. Аналогичные закономерности были получены и для сорта ‘Геба’ – 39,0 и 44,9 тыс. м²/га

соответственно. Обработка посевов удобрением Паросток способствовала повышению уровня чистой продуктивности фотосинтеза у всех исследуемых сортов сои. Так, у сорта ‘Устя’ в вариантах без гидрогеля его применение позволило сформировать 0,73 г/м² сухого вещества в сутки, тогда как на контроле – 0,68 г/м² в сутки. По аналогии у сортов сои ‘Кано’ и ‘Геба’ были получены показатели накопления сухого вещества на уровне 1,00 и 0,62 г/м² в сутки, а в контрольных вариантах – 0,92 и 0,46 г/м² в сутки соответственно. **Выводы.** В среднем за годы исследований растения сорта ‘Устя’ формировали 5,6–5,7 г семян на одно растение. Сорт ‘Кано’, как и ‘Устя’, в случае применения регулятора роста Вермистим Д на фоне внесения удобрения Паросток (марка 20) формировал 8,6 г семян на растение, а на фоне применения гидрогеля Аквасорб – 8,7 г. При применении регулятора роста Агростимулин получено индивидуальную продуктивность растений сои на уровне 8,7 и 8,5 г соответственно.

Ключевые слова: соя; органические удобрения; регуляторы роста растений; влагоудерживатель; урожайность и качественные показатели зерна; погодные условия вегетационного периода; влагообеспеченность.

UDC 633.63:631

Hryhorenko, S. V., Polovynchuk, O. Yu., Maliarenko, O. A., & Shevchenko, O. P. (2019). Peculiarities of growth and development of soybean varieties as affected by components of growing technology. 2019. T. 15, № 1. 59–70. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162483>

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: polovynchuk_alex@ukr.net*

Purpose. Identification of soybean growth and development peculiarities as affected by the application of organic fertilizer, plant growth regulators and water retaining agent under the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The study involved soybean varieties 'Ustia', 'Kano' and 'Hieba'. A month before sowing soybean, water retaining agent (hydrogel Aquasorb) was introduced in the zone of the future row as 10-cm strips at a dose of 300 kg/ha. Organic fertilizer Parostok (grade 20) was applied twice: at the 3–5 leaf stage and at the 9–11 leaf stage. Growth regulators Vermystym-D and Agrostymulin were introduced at the budding stage. **Results.** It was found that the assimilation surface (m²/ha) of 'Ustia' crops in the treatments without hydrogel at the flowering stage was 38,200, while in the treatment with hydrogel it made up 43,600. In 'Kano', application of organic fertilizer ensured a leaf surface of 38,600 m²/ha in the treatment without hydrogel and 45,800 with hydrogel. Similar patterns were recorded in 'Hieba': 39,000 and 44,900, respectively. Organic fertilization of 'Kano' stands contributed to the formation of an assimilation surface of 38,600 in

the treatment without hydrogel and 45,800 with hydrogel. 'Hieba' demonstrated similar patterns: 39,000 and 44,900, respectively. Application of organic fertilizer allowed to increase the net productivity of photosynthesis (g/m² of dry matter per day) in all the varieties under study: 0.73 in 'Ustia' in the treatment without hydrogel (0.68 in the control treatment), 1.00 in 'Kano' (0.92 in the control treatment) and 0.62 in 'Hieba' (0.46 in the control treatment). **Conclusions.** On average for the years of the experiment, plants of 'Ustia' variety formed 5.6–5.7 g of seeds per plant. Both 'Kano' and 'Ustia' formed 8.6 g of seeds per plant when using growth regulator Vermystym-D on the background of fertilizer Parostok and 8.7 g of seeds per plant on the background of using hydrogel Aquasorb. Top dressing with growth regulator Agrostymulin ensured individual plant productivity at the level of 8.7 and 8.5 g of seeds per plant, respectively.

Keywords: soybean; organic fertilizers; plant growth regulators; water retaining agent; grain yield; grain quality indicators; weather conditions during a growing season; water availability.

Надійшла / Received 27.02.2019

Погоджено до друку / Accepted 18.03.2019