

A.V. Okkert, postgraduate

O. Polyakov, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher,

O.V. Nikitenko, Senior Researcher

Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine
1, Institutskaya st., Sonyachne village, Zaporizhzhia oblast, 70417, Ukraine

WATER CONSUMPTION OF OILSEED FLAX UNDER THE INFLUENCE OF PLANT GROWTH REGULATORS WITH DIFFERENT METHODS OF MAIN TILLAGE IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

According to the results of the three-year research, the influence of the methods of basic soil cultivation and the use of growth regulators on water consumption and yield of Vodohrai oilseed flax was determined.

Statement of the problem. Determining the optimal method of basic tillage, as an important measure for the accumulation of moisture in the soil, in combination with the use of plant growth regulators when growing new varieties of oilseed flax is an essential factor that makes it possible to reduce fluctuations in its yield depending on the level of moisture availability of crops in the arid conditions of the Ukrainian Steppe, by optimizing the combined action of agricultural techniques.

Purpose of the research was to establish the characteristics of water consumption of Vodohrai oilseed flax under the influence of the main tillage methods and the use of plant growth regulators in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Research methods. The experiment was conducted in 2011-2013 at the experimental field of the Institute of Oilseed Crops of the Zaporizhzhia District of the Zaporizhzhia Region. A two-factor field experiment was established to solve the tasks. Factor A – method of basic soil cultivation (3 options). Factor B – use of growth regulators (4 options). The total number of options in the experiment was 12. Repetition was three times. Setting up the experiment and accounting, measurements, and accompanying observations were carried out according to the methods of field experiments. Total water consumption was calculated using the water balance method.

Research results. Depending on the method of the main soil cultivation, the total moisture reserves in the soil layer at 0-100 cm at the beginning of the growing season were equal to: 278.2 mm for plowing; 274.8 mm for conservation deep tillage and 270.9 mm for conservation shallow tillage. In relation to plowing, the reserves decreased by 3.6 mm for conservation deep tillage and 7.3 mm for conservation shallow tillage. The amount of precipitation, taking into account the ratio of use on average for three years of the vegetation period was 68.2 mm.

The moisture reserves at the end of the growing season were greater under conservation deep tillage – 157.9-162.5 mm. During plowing, they decreased by 1.0-2.0 mm. The smallest moisture reserves at the end of the growing season, 156.2-161.2 mm, were noted for shallow tillage without harrowing. The use of growth regulators led to a decrease in moisture reserves at the end of the growing season of oilseed flax by: 2.4-4.8 mm for plowing; 1.3-4.6 mm for conservation deep tillage and 2.2-5.0 mm for conservation shallow tillage.

The highest total water consumption per crop (189.8 mm) was recorded for plowing with application of Agrobak plus to the soil + seed treatment with Agrobak plus for seeds + treatment during vegetation (preflowering stage) with a tank mixture of Agrobak plus and Rostkoncentrat. The use of growth regulators contributed to an increase in total water

consumption by: 2.4-4.8 mm for plowing; 1.3-4.6 mm for conservation deep tillage and 2.2-5.0 mm for conservation shallow tillage.

The highest yield of flax of the *Vodohrai* oil variety – 1.45 t/ha was obtained for plowing cultivation with application of Agrobak plus to the soil + seed treatment with Agrobak plus for seeds + treatment during vegetation (**preflowering stage**) with a tank mixture of Agrobak plus and Rostkoncentrat. The yield increase from the use of growth regulators was equal to: for plowing 0.06-0.19 t/ha; for *conservation* deep tillage 0.04-0.16 t/ha; for *conservation* shallow tillage 0.05-0.14 t/ha.

Conclusions. The lowest *ratio* of water consumption (1309 m³/t) was noted for the cultivation of *oil* flax of the *Vodohrai* variety by plowing with application of Agrobak plus to the soil + seed treatment with Agrobak plus for seeds + treatment during vegetation (preflowering stage) with a tank mixture of Agrobak plus and Rostkoncentrat. The use of growth regulators contributed to the reduction of the water consumption coefficient for plowing by 48-159 m³/t; for *conservation* deep tillage by 42-157 m³/t and for *conservation* shallow tillage by 49-136 m³/t.

Key words: main tillage, oilseed flax, plant growth regulator, total water consumption, productivity, water consumption ratio.

УДК 633.52:613.5

DOI 10.5281/zenodo.14609964

А.О. Рожков, д-р с.-г. наук, професор,
О.О. Лошак, аспірант,
Є.М. Огурцов, канд. с.-г. наук, доценти,
В.Г. Міхєєв, канд. с.-г. наук, доценти
Державний біотехнологічний університет
(Харків, Україна)

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ, ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА СОРТОСОБЛИВОСТЕЙ НА ДИНАМІКУ ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТЯ ТА СИМБІОТИЧНУ АКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОЇ

Мета досліджень полягала у пошуку шляхів підвищення рівня реалізації генетичного потенціалу різних за морфобіотипом сортів сої української селекції за рахунок оптимізації строків сівби і визначення кращих варіантів передпосівної обробки насіння, які забезпечують підвищення стійкості рослин до комплексну несприятливих чинників і створюють кращі умови для росту та розвитку рослин.

Дослідження проводили в 2018, 2019 і 2021 рр. на базі дослідного поля ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Дослід закладали за допомогою методу розщеплених ділянок у чотирьох повтореннях за загальноприйнятою методикою. Ділянками першого порядку (чинник *A*) були три сорти сої: Аннушка, Кобза і Мальвіна; другого порядку (чинник *B*) – три варіанти строку сівби: ранній (6–8 °C), середній (10–12 °C) і пізній (14–16°C); третього порядку (чинник *C*) – п'ять варіантів обробки насіння препаратами з різною активною основою: 1 – без обробки (контроль); 2 – Гумісол (біопрепарат), 3 і 4 – Адаптофіт і Ріст-концентрат (морфорегулятори) відповідно; 5 – Фундазол (фунгіцид).

В усі фази, площа листкової поверхні досліджуваних сортів сої найвищою була на варіантах середнього строку сівби (10–12 °С). Зокрема, на початку наливу зерна в сорту Мальвіна на варіантах раннього (6–8 °С), середнього (10–12 °С) та пізнього (14–16°С) строків сівби, у середньому за роками та варіантами обробки насіння вона становила 37,7; 43,1 і 39,0 тис. м²/га, у сорту Кобза – 35,6; 40,1 і 36,4 тис. м²/га, і в сорту Аннушка – 33,2; 36,7 і 35,0 тис. м²/га відповідно. У цілому по досліді найбільшу площу листкової поверхні на початку фаз цвітіння, наливу і досягання зерна, відмічено в сорту сої Мальвіна за середнього строку сівби (10–12°С) і обробки насіння морфорегулятором Адаптофітом – 26,2; 46,4 і 40,2 тис. м²/га відповідно.

Найбільша загальна маса бульбочок у середньому за три роки – 0,685 мг/рослину, формувалася на коренях рослин сорту Кобза за середнього строку сівби і проведення передпосівної обробки насіння Гумісолом. Найбільша маса активних бульбочок – 0,649 мг/рослину, була також у цьому варіанті. Найбільших змін як загальна маса бульбочок, так і маса активних бульбочок, зазнавала за впливу передпосівної обробки насіння досліджуваними препаратами. У цьому відношенні кращим виявився біопрепарат Гумісол. Зокрема, у середньому за роками, сортами і строками сівби, маса активних бульбочок на коренях однієї рослини у варіанті передпосівної обробки насіння цим препаратом була на 0,137 мг або майже 37,0 % вищою, ніж на контролі.

Ключові слова: соя, сорт, строк сівби, передпосівна обробка насіння, морфорегулятор, біопрепарат, фунгіцид, площа листкової поверхні, симбіотична активність.

Вступ. З метою повнішого розкриття генетичного потенціалу продуктивності сучасних сортів сої, важливо застосовувати елементи технології вирощування, що найбільше задовольняють біологічні вимоги рослин, підвищують їх стійкість до несприятливих чинників. Враховуючи надходження у виробництво нових сортів, зі специфічним морфобіотипом, а також тенденцію глобального потепління, важливо проводити уточнення строків сівби, а також шукати шляхи підвищення стійкості рослин до комплексу несприятливих погодних умов. У цьому відношенні важливе значення має передпосівна обробка насіння різного роду препаратами призначеними, у тому числі, для покращення адаптації рослин по умов вирощування. Передпосівна обробка насіння морфорегуляторами сприяє підвищенню стійкості сходів до несприятливих погодних умов, насамперед негативного впливу низьких температур, що дозволяє висівати сою раніше рекомендованих строків [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні на сьогодні немає єдиних рекомендацій щодо оптимального строку сівби сої. З приводу цього існують різні думки. Одні науковці радять починати висівати сою після прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння (4–5 см) до 12–14 °С [2, 4], інші рекомендують визначати оптимальний строк сівби сої за температурою в шарі ґрунту 10 і навіть 20 см [2]. Дослідники В.Г. Ми-хайлов, О.З. Щербина і Л.С. Романюк [3] при виборі строку сівби вважають доцільним урахувати характер весни. При цьому більшість

вчених сходяться на думці, що до встановлення строків сівби сої слід підходити диференційовано, враховуючи насамперед ґрунтово-кліматичні особливості району вирощування [1].

Важливим джерелом підвищення врожайності сої є застосування сучасних морфорегуляторів і біопрепаратів, що не передбачає значних матеріальних витрат [5–7]. Застосування морфорегуляторів за ефективністю можна прирівняти до дії мінеральних добрив з нормою внесення 15–30 кг/га д. р., що може сприяти зниженню потреб у них до 20 % [8].

Передпосівна обробка морфорегуляторами сприяє підвищенню стійкості рослин до дії несприятливих погодних умов, покращує їх ріст і розвиток, забезпечує формування вищої продуктивності рослин, покращення якісних характеристик зерна [2, 4, 9–11].

Інокуляція насіння сої бактеріальними препаратами сприяє залученню у кругообіг атмосферного азоту, що сприяє підвищенню врожайності зерна на 15–20 % [12, 13]. Відмічається, що комплексна обробка насіння бактеріальними препаратами і морфорегуляторами підвищує стійкість рослин до ураження збудниками хвороб [8, 14]. Крім того доведено, що застосування морфорегуляторів сприяє прискоренню настання фаз цвітіння та дозрівання зерна, забезпечує підвищення врожайності зерна на 30–40 %, а вегетативної маси – на 20–30 % [4, 15].

За останні 10–15 років було створено інноваційні морфорегулятори, здатні істотно підвищувати врожайність сільськогосподарських культур. Основним призначенням більшості з них є підвищення урожайності та стійкості культур до комплексу несприятливих чинників навколишнього середовища: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураження хворобами і пошкодження шкідниками.

Незважаючи на доведену високу ефективність застосування морфорегуляторів, їх застосування поки залишається на низькому рівні, що може бути пов'язано з низьким ознайомленням фахівців з механізмами їх впливу на рослини [8, 16]. Однією з причин цього є дефіцит матеріалів досліджень у цьому напрямі, особливо в питаннях вивчення ефективності морфорегуляторів у взаємодії з іншими чинниками, у тому числі з сортовими особливостями, строками сівби та ін.

Таким чином, мета наших досліджень полягала в пошуках шляхів реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів сої української селекції залежно від строків сівби та підвищення їх стійкості, як біологічного об'єкта, до впливу несприятливих умов навколишнього середовища за рахунок застосування сучасних морфорегуляторів росту рослин.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, розташованого в південно-

східній частині Харкова на четвертій терасі р. Уди з найвищою точкою над рівнем моря 177,5 м. Ґрунт у сівозміні на якій закладали польові досліді – чорнозем типовий змитий малоґумусований важко-суглинковий на карбонатному лесі. Рельєф полів, де розташовували дослідні ділянки, має рівне водорозділове плато із слабопологим схилом [17].

Досліді закладали методом розщеплених ділянок у чотирьох повтореннях за загальноприйнятими методиками [18, 19]. Ділянками першого порядку були три сорти сої різної групи стиглості (чинник *A*): ультраранній сорт Аннушка (період вегетації 75–85 днів), ранньостиглий сорт Кобза (період вегетації 94–98 діб) і середньостиглий сорт Мальвіна (період вегетації 110–115 діб). Ділянками другого порядку були три строки сівби (чинник *B*): ранній (6–8 °С), середній (10–12 °С), пізній (14–16 °С), третього порядку – п'ять варіанти передпосівної обробки насіння: 1 – контроль (без обробки); 2 – обробка насіння біопрепаратом Гумісолом; 3 і 4 – обробка насіння морфорегуляторами Адаптофітом і Рост-концентратом відповідно; 5 – обробка насіння фунгіцидом Фундазолом.

Площа посівної і облікової ділянок становила 20,0 і 16,0 м² відповідно. Площу листової поверхні визначали методом висічок. Кількість та масу азотфіксуючих бульбочок сої визначали у фазу цвітіння за загальноприйнятою методикою [19]. Технологія вирощування сої, за виключенням досліджуваних питань (строків сівби і передпосівної обробки насіння препаратами з різною активною основою), була загально-прийнятою для Східного Лісостепу України [20].

Соя є культурою дуже вимогливою до гідротермічних умов вирощування [8]. У роки досліджень вони істотно відрізнялися від показників кліматичної норми, що дозволило більш об'єктивно визначити вплив досліджуваних чинників.

У 2018 р. період сівба-сходи проходив за достатнього вмісту вологи в ґрунті за рахунок березневих опадів. У подальшому, галуження та бутонізація рослин сої проходили в сухих умовах з коливанням гідротермічного показника від 0,0 до 0,30. Періоди цвітіння та утворення бобів проходили за сухих та посушливих умов (ГТК коливався у межах від 0,13 до 0,84). Проходження наливу насіння відбувалося також за посушливих умов, що призводило до абортції зерна і бобів. У середньому за вегетацію сої в 2018 р., ГТК становив лише 0,34, що характеризує умови вегетації як сухі ($0,5 < \text{ГТК}$).

У 2019 р. весна була сприятливою для початкового росту і розвитку рослин сої – у квітні випало 44,5 мм опадів (127,1 % від норми), у травні – 43,4 мм (88,6 % від норми), що сприяло задовільному проходженню фази бутонізації, але пізніше – в червні, випало лише 15,2 мм опадів (25,8

% від норми), у липні – 38,8 мм (54,6 % від норми). У подальшому погодні умови ще більше погіршилися. У серпні температура повітря вдень досягала 33,8 °С, що за відсутності опадів негативно вплинуло на процеси формування бобів і призводило до їх абортациї. Звісно це спричиняло зниження врожайності зерна, особливо за ранніх строків сівби. У середньому за вегетацію рослин сої в 2019 р., ГТК становив 0,52, що визначало умови вегетації, як посушливі ($0,5 < \text{ГТК} < 0,9$).

На початку вегетації сої в 2021 р. склалися достатньо сприятливі погодні умови, що сприяло найвищій польовій схожості насіння. Середньодобова температура повітря в червні становила 20,0 °С, а за місяць випало 81,9 мм опадів (138,8 % від норми). Однак у подальшому погодні умови негативно впливали на ріст і розвиток сої. Спека (середньодобова температура в липні становила 26,4 °С) і гостра посуха (за місяць випало лише 16 мм опадів, що в чотири рази менше за показник кліматичної норми) негативно вплинули на ріст і розвиток рослин. Разом з тим, за рахунок рясних опадів на початкових етапах росту та розвитку, ГТК у середньому за вегетацію становив 1,03, що характеризувало її умови як достатньо зволожені ($1,0 < \text{ГТК} < 1,3$).

Результати досліджень та їх обговорення. Спостереження за динамікою формування площі листкової поверхні показали інтенсивне її наростання від фази третього трійчастого листка і до кінця цвітіння за всіх досліджуваних строків сівби: за цей період площа листкової поверхні зростала у 1,8–2,3 разів, а від початку до кінця цвітіння – у 1,5–1,8 разів. Найбільшого розміру площа листкової поверхні посівів сої досягала на початку фази наливу зерна і в середньому по сортах, строках сівби та варіантах передпосівної обробки насіння становила 37,4 тис. м²/га (табл. 1).

Таблиця 1. Площа листкової поверхні сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та передпосівної обробки насіння препаратами різного напрямку дії, тис. м²/га (середнє за 2018, 2019, 2021 рр.)

Сорт (чинник А)	Строк сівби (чинник В)	Передпосівна обробка насіння (чинник С)	Фенологічні фази		
			початок цвітіння	початок наливу зерна	початок достигання зерна
1	2	3	4	5	6
Аннушка	Ранній (6–8 °С)	1*	17,7	29,9	25,8
		2	19,4	32,9	28,6
		3	21,5	36,6	31,8
		4	20,8	35,5	30,8
		5	18,5	31,1	27,0
	Середній (10–12 °С)	1	18,5	32,6	28,1
		2	20,8	36,7	31,6
		3	23,1	40,3	34,3
		4	22,4	39,0	33,6
		5	19,6	35,1	29,8
	Пізній (14–16 °С)	1	18,4	31,4	26,6
		2	20,6	35,2	29,2
		3	22,4	38,3	32,5
		4	21,7	37,2	31,5
		5	19,5	32,9	28,0
Кобза	Ранній (6–8 °С)	1	17,8	31,4	27,6
		2	20,1	36,1	29,6
		3	22,3	38,8	33,6
		4	21,9	38,0	33,0
		5	19,4	33,8	29,6
Кобза	Середній (10–12 °С)	1	20,5	36,3	30,5
		2	23,0	40,4	34,6
		3	24,7	43,4	37,2
		4	24,2	42,1	36,7
		5	21,5	38,2	32,7
	Пізній (14–16 °С)	1	18,7	32,4	28,6
		2	21,0	36,4	32,8
		3	23,3	40,5	35,7
		4	22,4	38,9	33,6
		5	19,8	34,0	30,3

Продовж. табл. 1

Мальвіна	Ранній (6–8 °С)	1	19,7	33,7	28,3
		2	20,8	36,7	32,3
		3	23,6	41,5	36,3
		4	22,4	40,7	35,9
		5	20,3	35,7	31,8
	Середній (10–12 °С)	1	22,3	38,5	33,7
		2	24,7	43,6	37,4
		3	26,2	46,4	40,2
		4	25,9	46,1	40,0
		5	23,1	40,8	36,2
	Пізній (14–16 °С)	1	20,1	36,7	31,8
		2	22,2	38,3	35,8
		3	24,7	43,3	38,6
		4	23,2	40,7	37,3
		5	20,7	36,0	32,3
Середнє за чинником А	Аннушка	20,3	35,0	29,9	
	Кобза	21,4	37,4	32,4	
	Мальвіна	22,7	39,9	35,2	
Середнє за чинником В	Ранній	20,4	35,5	30,8	
	Середній	22,7	40,0	34,4	
	Пізній	21,2	36,8	32,3	
Середнє за чинником С	1	19,3	33,7	29,0	
	2	21,4	37,4	32,4	
	3	23,5	41,0	35,6	
	4	22,8	39,8	34,7	
	5	20,3	35,3	30,9	

* Примітка: 1 – контроль; 2 – Гумісол; 3 – Адаптофіт; 4 – Рост-концентрат; 5 – Фундазол

У середньому за роками, найбільшу площу листової поверхні на початок наливу зерна, за всіх строків сівби і варіантів передпосівної обробки насіння формули посіви сорту сої Мальва – від 33,7 до 46,4 тис. м²/га, а найменші – сорту Аннушка – від 29,9 до 40,3 тис. м²/га, що зумовлено сортовими особливостями. Унаслідок часткового усихання та опадання листків, показники площі листової поверхні на початок фази досягання зерна були меншими, ніж на початок його наливу.

Вищі показники площі листової поверхні на початку наливу зерна формували посіви сої на варіантах середнього строку сівби. Зокрема, у середньому за роками, сортами та варіантами передпосівної обробки насіння, площа листової поверхні посівів сої за середнього строку сівби була на 4,5 тис. м²/га (12,7 %) і 3,2 тис. м²/га (8,7 %) вищою, ніж за раннього та пізнього строку сівби відповідно. Перевага середнього

строку сівби за цим показником відмічалася по всіх сортах і варіантах передпосівної обробки насіння.

У цілому по досліді, найбільша площа листкової поверхні посівів сої на початку фаз цвітіння, наливу та досягання в середньому за три роки була в сорту Мальвіна на варіантах сполучення середнього строку сівби (температура ґрунту на глибині загортання насіння – 10–12 °С) з передпосівною обробкою насіння морфорегулятором росту Адаптофітом – 26,2 тис. м²/га, 46,4 і 40,2 тис. м²/га відповідно.

Серед досліджуваних препаратів для передпосівної обробки насіння, з точки зору формування площі листкової поверхні найгірший результат показав фунгіцид Фундазол. В усі фази на досліджуваних сортах сої за різних строків сівби площа листкової поверхні найменшою була в цьому варіанті передпосівної обробки насіння, при цьому вона була більшою, ніж на контролі (без обробки).

Загальна кількість бульбочок на коренях однієї рослини залежно від досліджуваних чинників варіювала в діапазоні від 17,4 шт. – у сорту Аннушка за раннього строку сівби без передпосівної обробки насіння, до 35,8 шт. – у сорту Кобза за сполучення середнього строку сівби і передпосівної обробки насіння Гумісолом (табл. 2).

Як загальна кількість бульбочок, так і кількість активних бульбочок на коренях однієї рослини у середньому за роками, строками сівби та варіантами передпосівної обробки насіння, найбільшими були в рослин сої сорту Кобза – 27,0 і 22,3 шт. відповідно, а найменшими в сорту сої Аннушка – 23,8 і 20,2 шт. відповідно. Значна розбіжність між цими показниками зумовлена сортовими особливостями рослин, а саме – різною здатністю до формування симбіотичного апарату.

Таблиця 2. Кількість бульбочок на одній рослині сої залежно від сортових особливостей, строків сівби та передпосівної обробки насіння у середньому за 2018, 2019 і 2021 рр., шт.

Сорт (чинник А)	Варіант обробки насіння (чинник С)	Строк сівби (чинник В)					
		ранній (6–8 °С)		середній (10–12 °С)		пізній (14–16 °С)	
		ЗКБ**	АБ	ЗКБ	АБ	ЗКБ	АБ
Аннушка	1*	17,4	12,0	20,3	17,7	18,7	14,0
	2	27,8	25,3	29,7	27,6	28,3	26,7
	3	23,8	18,0	26,5	22,9	25,9	21,3
	4	23,1	17,6	26,8	23,6	24,9	21,1
	5	19,2	14,2	23,0	20,3	21,7	18,2
Кобза	1	21,3	16,5	24,4	18,1	22,8	17,8
	2	32,4	28,0	35,8	32,4	30,3	25,0
	3	27,8	23,3	29,8	24,1	26,5	21,8
	4	27,5	22,2	29,1	25,0	26,1	21,0
	5	23,3	20,5	25,2	21,0	22,4	18,0
Мальвіна	1	22,7	18,1	23,1	19,1	21,7	18,1
	2	29,1	24,5	30,4	27,8	25,1	22,5
	3	25,5	20,9	26,8	24,7	21,5	18,9
	4	24,5	20,1	25,2	23,4	21,5	19,1
	5	21,0	17,0	23,7	20,0	19,0	17,0
Середнє за чинником А	Аннушка	22,3	17,4	25,3	22,4	23,9	20,3
	Кобза	26,5	22,1	28,9	24,1	25,6	20,7
	Мальвіна	24,6	20,1	25,8	23,0	21,8	19,1
Середнє за чинником С	1	20,5	15,5	22,6	18,3	21,1	16,6
	2	29,8	25,9	32,0	29,3	27,9	24,7
	3	25,7	20,7	27,7	23,9	24,6	20,7
	4	25,0	20,0	27,0	24,0	24,2	20,4
	5	21,2	17,2	24,0	20,4	21,0	17,7

* Примітка: 1 – контроль; 2 – Гумісол; 3 – Адаптофіт; 4 – Рост-концентрат; 5 – Фундазол; ** ЗКБ – загальна кількість бульбочок, шт.; АБ – кількість активних бульбочок, шт.

Значний вплив на кількісні показники симбіотичної активності чинили строки сівби. У середньому за іншими чинниками, за варіантах середнього строку сівби загальна кількість бульбочок на одній рослині була на 2,3 шт. (9,4 %) і 2,9 шт. (12,2 %) більшою, ніж на варіантах раннього та пізнього строку сівби відповідно. Аналогічна тенденція відмічалася і за кількістю активних бульбочок. Зокрема, їх кількість на

одній рослині за середнього строку сівбу була в середньому на 16,7 % і 16,0 % більшою, ніж за раннього та пізнього строків сівби відповідно.

Більших змін кількість бульбочок на коренях однієї рослини зазнавала за впливу передпосівної обробки насіння. Так, за впливу цього чинника, загальна кількість бульбочок на коренях однієї рослини варіювала в діапазоні від 21,4 до 29,9 шт., серед яких активних – від 16,8 до 26,6 шт. Як загальна кількість бульбочок, так і кількість активних бульбочок на коренях однієї рослини найбільшою була у варіанті передпосівної обробки насіння Гумісолом – 29,9 і 26,6 шт. відповідно, що на 40,0 % і 58,4 % вище порівняно з контрольним варіантом.

Передпосівна обробка насіння морфорегуляторами також сприяла збільшенню кількості бульбочок на коренях рослин порівняно з контролем. Так, на варіантах випробування препаратів Адаптофіт і Рост-концентрат, загальна кількість бульбочок на коренях однієї рослини була на 4,6 шт. (на 22,0 %) і 4,0 шт. (18,8 %), а кількість активних бульбочок на 4,9 шт. (29,4 %) і 4,6 шт. (27,7 %) відповідно більшою, ніж на контролі.

Поряд з кількістю, важливо визначати масу бульбочок, оскільки ефективність азотфіксації залежить від їх маси. Чим крупніше бульбочка і більше її маса, тим активніше відбувається фіксація азоту з повітря.

Як і передбачалося, досліджувані чинники спричиняли значні зміни маси бульбочок на коренях однієї рослини. У середньому за три роки, найбільшою загальною масою бульбочок, як і масою активних бульбочок на коренях однієї рослини сої сорту Кобза була у варіанті сполучення середнього строку сівби за температури ґрунту – 10–12 °С і передпосівної обробки насіння Гумісолом – 0,685 і 0,649 мг відповідно (табл. 3).

Найменша загальна маса бульбочок, як і маса активних бульбочок на коренях однієї рослини сої у середньому за три роки – 0,324 і 0,254 мг відповідно, була в рослин сорту Аннушка у варіантах раннього строку сівби за температури ґрунту – 6–8 °С без проведення обробки насіння.

Значний вплив на масу бульбочок чинили сортові особливості. У середньому за роками, строками сівби та досліджуваними варіантами передпосівної обробки насіння, як загальна маса бульбочок, так і маса активних бульбочок на коренях однієї рослини, найвищими були в рослин сої сорту Кобза – 0,511 і 0,477 мг відповідно, що на 9,2 і 10,7 % вище, ніж у сорту сої Мальвіна. Порівняно з сортом Аннушка різниця була ще більшою – 25,6 і 27,9 % відповідно.

Досліджувані варіанти строків сівби, хоча і в меншій мірі ніж інші чинники, однак також впливали на масу бульбочок. У середньому за роками, сортами і варіантами передпосівної обробки насіння, загальна маса, як і маса активних бульбочок на коренях однієї рослини найвищими були у варіанті середнього строку сівби за температури

грунту 10–12 °С – 0,500 і 0,463 мг відповідно. Порівняно з раннім і пізнім строками сівби маса активних бульбочок на одній рослині за середнього строку сівби була вищою на 0,051 мг (12,4 %) і 0,058 мг (14,3 %) відповідно.

Таблиця 3. Маса бульбочок на коренях однієї рослини сої залежно від сортових особливостей, строків сівби та передпосівної обробки насіння у середньому за 2018, 2019 і 2021 рр., мг

Сорт (чинник А)	Варіант обробки насіння (чинник С)	Строк сівби (чинник В)					
		ранній (6–8 °С)		середній (10–12 °С)		пізній (14–16 °С)	
		ЗМБ**	МАБ	ЗМБ	МАБ	ЗМБ	МАБ
Аннушка	1*	0,324	0,254	0,408	0,381	0,383	0,341
	2	0,428	0,383	0,478	0,449	0,444	0,421
	3	0,370	0,353	0,448	0,411	0,427	0,383
	4	0,378	0,349	0,434	0,404	0,413	0,379
	5	0,353	0,328	0,415	0,387	0,401	0,367
Кобза	1	0,404	0,363	0,425	0,382	0,391	0,351
	2	0,567	0,543	0,685	0,649	0,531	0,500
	3	0,443	0,411	0,519	0,457	0,421	0,384
	4	0,434	0,413	0,528	0,475	0,418	0,377
	5	0,410	0,377	0,442	0,408	0,405	0,379
Мальвіна	1	0,493	0,438	0,483	0,423	0,433	0,408
	2	0,579	0,547	0,591	0,575	0,539	0,507
	3	0,523	0,488	0,563	0,536	0,493	0,458
	4	0,519	0,487	0,558	0,533	0,479	0,437
	5	0,490	0,453	0,520	0,482	0,409	0,382
Середнє за чинником А	Аннушка	0,371	0,333	0,437	0,406	0,414	0,378
	Кобза	0,452	0,421	0,520	0,474	0,433	0,398
	Мальвіна	0,521	0,483	0,543	0,510	0,471	0,438
Середнє за чинником С	1	0,407	0,352	0,439	0,395	0,402	0,367
	2	0,525	0,491	0,585	0,558	0,505	0,476
	3	0,445	0,417	0,510	0,468	0,447	0,408
	4	0,444	0,416	0,507	0,471	0,437	0,398
	5	0,418	0,386	0,459	0,426	0,405	0,376

* Примітка: 1 – контроль; 2 – Гумісол; 3 – Адаптофіт; 4 – Рост-концентрат; 5 – Фундазол; ** ЗМБ – загальна маса бульбочок, мг; МАБ – маса активних бульбочок, мг

У середньому за роками, сортами і строками сівби, загальна маса бульбочок на коренях однієї рослини сої найвищою була у варіантах сполучення передпосівної обробки насіння Гумісолом – 538 мг, що на

0,122 мг або 29,3 % вище порівняно з контролем. Ще вища різниця між цими варіантами була за масою активних бульбочок – 0,134 мг або 36,9 %.

Передпосівна обробка морфорегуляторами хоч і в меншій мірі, однак також забезпечувала збільшення маси бульбочок порівняно з контролем. Так, у варіанті передпосівної обробки насіння Адаптофітом і Рост-концентратом, маса активних бульбочок на коренях однієї рослини у середньому за роками, сортами і строками сівби була на 0,060 мг (16,2 %) і 0,057 мг (15,4 %) відповідно вищою, ніж у варіанті без обробки.

Висновки. Доведено високий вплив досліджуваних чинників і їх взаємодії на формування площі листової поверхні рослин та показники їх симбіотичної активності. В усі фази найбільшу площу листової поверхні формували посіви сої сорту Мальвіна за сполучення середнього строку сівби (температура ґрунту –10–12 °С) і передпосівної обробки насіння морфорегулятором Адаптофітом. На початку фаз цвітіння, наливання та дозрівання зерна вона становила 26,2, 46,4 і 40,2 тис. м²/га відповідно.

Кількість та маса активних бульбочок на коренях однієї рослини найвищими були в сої сорту Кобза на варіантах сполучення середнього строку сівби (10–12°С) і передпосівної обробки насіння біопрепаратом Гумісолом. У цьому варіанті вони становили 32,4 шт. і 0,649 мг відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артеменко С.Ф. Вплив агротехнічних заходів та строків сівби за різних погодних умов на урожайність сої. Бюлетень *Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 40–45.
2. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої [монографія]. Київ: Урожай, 1993. 432 с.
3. Михайлов В.Г., Шербина О.З., Романюк Л.С. Реакція сортів і селекційних номерів сої на зміну умов вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 27–29.
4. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазер П.Н. и др. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине. Киев: Аграрна наука, 2006. 456 с.
5. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої. Кам'янець-Подільський, 2012. 436 с.
6. Кобилинський І. В. Особливості проведення інокуляції при вирощуванні сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2024. №27 (2). С. 22–26. [doi: 10.31210/spi2024.27.02.04](https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.04)
7. Кравченко Л.О. Регулятори росту в умовах інтенсифікації виробництва зерна. *Наукові основи ведення зернового господарства*. Київ: Урожай, 1994. С. 185–192.

8. Огурцов Є.М. Соя у Східному Лісостепу України: монографія. Харків, 2008. 270 с.

9. Кушнір М.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на урожайність та якість насіння сучасних сортів сої. *Насінництво і насіннезнавство*. Харків, 2014. № 106. С. 134–140. [doi: 10.30835/2413-7510.2014.42142](https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42142)

10. Малиновська І.М., Драч Ю.О., Черниш О.О. та ін. Вплив синтетичних стимуляторів росту на врожай зерна сої та його якість в умовах Лісостепу України. Матеріали третьої Всеукраїнської конференції: «Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі». Вінниця, 2000. С. 35–36.

11. Лотиш І.І. Формування площі листової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього зволоження Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 167–171.

12. Каменєва І.О. Мікробіологічні препарати – ключ до біологізації технології вирощування зернових і бобових культур. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні, 5–6 березня 2002 р. Дніпропетровськ, 2002. С. 77–78.

13. Hudym O.V., Hoptsi T.I. Вплив Rhizobium Biofertilizers на основні характеристики і врожайність сої. *Насінництво і насіннезнавство*. Харків, 2016. № 109. С. 124–130. [doi: 10.30835/2413-7510.2016.74210](https://doi.org/10.30835/2413-7510.2016.74210)

14. Шепілова Т.П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах Північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 80–84. [doi: 10.31210/visnyk2019.03.10](https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.10)

15. Міхеєв В.Г. Вплив регуляторів росту й інокуляції насіння на продуктивність фотосинтезу посівів сої. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської обл.* 2012. Випуск 13. С. 172–179.

16. Макрушин М., Герасименко С., Бабанов Р. Регулятори росту – важливий резерв підвищення врожайності. *Пропозиція*. 2003. № 2. С. 71.

17. Тихоненко Д.Г., Дегтярьов Ю.В. Ґрунтовий покрив дослідного поля «Роганського стаціонару» Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2016. №2. С. 5–13.

18. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ. 2016. 81 с.

19. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

20. Тіщенко Л.М., Корнієнко С.І., Дубровін В.А. та ін. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: колективна монографія: за ред. Л.М. Тіщенка. Харків: «Щедра садиба плюс», 2015. 273 с.

REFERENCES

1. Artemenko S.F. (2011). The influence of agrotechnical measure and sowing dates under different weather conditions on soybean productivity. *Bulletin of the Institute of Grain Management*. Dnepropetrovsk. № 40. С. 40–45.
2. Babich A.O. (1993). Modern production and use of soybeans [monograph]. Kyiv: Urozhai. 432 p.
3. Mykhaylov V.G., Sherbina O.Z., Romanyuk L.S. (2001). Reaction of varieties and selection number of soybeans to changes in growing condition. *Fodder and fodder production*. Issue 47. P. 27–29.
4. Adamen F.F., Vergunov V.A., Lazer P.N. etc. (2006). Agrobiological peculiarities of soyben cultivation in Ukraine. Kyiv: Agrarian Science. 456 p.
5. Bakhmat O.M. (2012). Modeling of adaptive soybean cultivation technology: monograph. 436 p.
6. Kobylinskyi I.V. (2024). Peculiarities of inoculation during soybean cultivation. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. № 27 (2). P. 22–26. doi: 10.31210/spi2024.27.02.04
7. Kravchenko L.O. (1994). Growth regulators in conditions of intensification of grain production. *Scientific foundations of grain farming*. Kyiv. Urozhai, P. 185–192.
8. Ogurtsov E.M. (2008). Soy in the Eastern Forest Steppe of Ukraine: monograph. Kharkiv, 270 p.
9. Kushnir M.V. (2014). The effect of pre-sowing seed treatment and foliar fertilization on yield and seed quality of modern soybean varieties. *Seed production and seed science*. Kharkiv. № 106. P. 134–140. doi: 10.30835/2413-7510.2014.42142
10. Malinovska I.M., Drach Yu.O., Chernysh O.O. etc. (2000). The influence of synthetic growth stimulants on soybean yield and its quality in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Material of the third All-Ukrainian conference: «Production, processing and use of soybeans for fodder and food purposes»*. Vinnytsia. P. 35–36.
11. Lotysh I.I. (2017). The formation of the leaf surface area of soybean crops depending on the variety, sowing method and sowing rate in conditions of insufficient moisture in the forest-steppe. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. № 1–2. P. 167–171.
12. Kameneva I.O. (2002). Microbiological preparations are the key to biologicalization of the technology of growing grain and leguminous crops. Materials of the All-Ukrainian science and practice conference of young scientists and specialists on problems of grain production in Ukraine, March 5–6, Dnipropetrovsk, P. 77–78.
13. Hudym O.V., Hoptsii T.I. (2016). The influence of Rhizobium Biofertilizers on the main characteristics and yield of soybeans. *Seed production*

and seed science. Kharkiv, № 109. P. 124–130. doi: 10.30835/2413-7510.2016.74210

14. Shepilova T.P. (2019). The influence of growth regulators on soybean productivity in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. №3. P. 80–84. doi:10.31210/visnyk2019.03.10

15. Mikheev V.G. (2012). The influence of growth regulators and seed inoculation on the productivity of photosynthesis of soybean crops. *Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of the Kharkiv region*. Issue 13. P. 172–179.

16. Makrushin M., Gerasimenko S., Babanov R. (2003). Growth regulators are an important reserve for increasing yield. *Proposal*. № 2. P. 71.

17. Tikhonenko D.G., Degtyarev Yu.V. (2016) Soil cover of the research field of «Rogan inpatient» Kharkov NAU them. V.V. Dokuchaev. *Herald KhNAU the name after V.V. Dokuchaev. Series «Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology»*. № 2. P. 5–13.

18. Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine. Kyiv. 2016. 81 p.

19. Rozhkov A.O., Puzik V.K., Kalenska S.M. and other (2016). Research case in agronomy: educational manual: in 2 books. – Book 1. Theoretical aspect of the research case. Kharkiv: Maidan, 316 p.

20. Tishchenko L.M., Kornienko S.I., Dubrovin V.A. ect. (2015). Technological maps of growing agricultural crops: a collective monograph: edited by L.M. Tishchenca. Kharkiv: «Schedra Sadiba Plus», 273 p.

Rozhkov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

A. Loshak, Postgraduate Student

Ye. Ogurtsov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

V. Mikheev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
State Biotechnological University

Kharkiv, Ukraine

EFFECTS OF SOWING TIMEFRAMES, PRE-SOWING TREATMENTS OF SEEDS AND VARIETAL CHARACTERISTICS ON LEAF SURFACE FORMATION OVER TIME AND SYMBIOTIC ACTIVITY OF SOYBEAN PLANTS

The article presents the results of three-year research on the complex impact of various combinations of sowing timeframes and pre-sowing treatments of seeds with agents containing different active substances on the leaf surface formation over time and symbiotic activity of soybean plants of different ripeness groups.

Problem Articulation. Unfortunately, high genetic productivity potentials of modern soybean cultivars are far from fully exposed. This results from, among other causes, insufficient involvement of technological measures of plant growth and development improvement, in particular, pre-sowing treatment of seeds, and application of