

УДК 633.34:631.53.027:631.87

DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-2

**ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ
ВИСОТИ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО
ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ
НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ
ПІДЖИВЛЕНЬ**

І.М. ДІДУР, канд. с-г наук, доцент,
декан факультету агрономії та
лісівництва
Вінницький національний аграрний
університет

Мінливість погодних умов та висока вартість мінеральних добрив зумовлює пошук альтернативних підходів до оптимізації існуючих та розробки нових технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і сої.

*У даній статті наведено результати досліджень щодо вивчення та аналізу закономірностей формування висоти рослин сої сорту Медісон та її середньодобового лінійного приросту залежно від передпосівної обробки насіння препаратами на основі активних штамів бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum*), а саме Біоінокулянт БТУ, Різолан + Різосейв, Андеріз та позакореневого підживлення біологічними добривами Біокомплекс БТУ, Гуміфренд та Хелпрост соя. На основі проведених спостережень та обліків встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах досліджувані препарати біологічного походження мали безпосередній вплив як на динаміку висоти рослин так і на середньодобові прирости.*

Максимальна у досліді висота рослин $78,3 \pm 7,4$ см, у фазу фізіологічної стиглості, формувалась на варіанті досліді де проводили передпосівну обробку насіння препаратом Біокомплекс БТУ та позакореневі підживлення у фазі 3-го трійчастого листка та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на 13,3 см або 20,4 % більше порівняно з контролем. Ще одним важливим показником, який характеризує особливості та темпи росту і розвитку рослин сої за період вегетації є середньодобові лінійні прирости стебла. Найвищі середньодобові лінійні прирости у рослин сої – 0,65 – 0,66 см/добу, зафіксовані на варіантах досліді, де проводили інокуляцію насіння сої Біоінокулянт БТУ та Андеріз у поєднанні з позакореневими підживленням органо-мінерального добрива Хелпрост соя. Провівши кореляційно – регресійний аналіз, відмічено, що існує сильний позитивний зв'язок між показниками висоти рослин та кількістю опадів за вегетаційний період рослин сої, при цьому коефіцієнт кореляції становив $r = 0,805$.

Ключові слова: соя, інокуляція, біологічні добрива, висота рослин.

Табл. 1. Рис 2. Літ 8.

Постановка проблеми. Ріст та розвиток сої відображають всю сукупність фізіологічних процесів та взаємодію організму рослин із факторами зовнішнього середовища. Тому при застосуванні тих чи інших агротехнічних заходів відбуваються зміни умов життя рослин та процесів росту і розвитку рослин сої в агробіоценозах [1]. Однією із основних ознак, яка характеризує темпи ростових процесів рослин, є висота центрального стебла.

На висоту рослин безпосередній вплив мають погодні умови та технологічні прийоми вирощування, в результаті чого вона значно коливається, що у свою чергу, і визначає рівень продуктивності культури [4].

Відомо, що соя характеризується повільним і нерівномірним ростом у початковій фазі розвитку, проте в подальшому темпи приростів зростають. Особливо соя росте інтенсивно після початку цвітіння. Швидкість росту в цей

період у більшій мірі залежить як від умов середовища, так і від сорту [2]. Детальний аналіз темпів росту стебла дає можливість визначити найбільш оптимальні умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сої [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проведені в умовах Полісся України показали, що мінеральні добрива значною мірою впливали на показники лінійного росту основного стебла. Так, на ділянках з інокульованим насінням сорту КиВін рослини досягали висоти 87,0 см. За внесення добрив спостерігалася тенденція до її збільшення. Інокуляція насіння в поєднанні з внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяли підвищенню висоти на 4,4 см порівняно з варіантом без добрив. За позакореневого підживлення без внесення добрив рослини досягали висоти 85 см. Проведення позакореневого підживлення на фоні добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ сприяло підвищенню висоти на 6,5 см порівняно з варіантом без внесення добрив [3].

На основі проведених досліджень у Вінницькому національному аграрному університеті встановлено, що максимальної висоти рослини сої 92,5 см сорту Горлиця та 112,1 см сорту Вінничанка досягають при проведенні передпосівного оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же препаратом (0,5 кг/га) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$, крім того за даних умов вирощування спостерігався найбільший середньодобовий лінійний приріст [8].

Умови та методика проведення досліджень. Двофакторний польовий дослід проводили впродовж 2017 – 2021 років на території НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, землі якого розташовані у с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий середньосуглинковий.

Метою дослідження було встановити вплив використання сучасних ріст-регулюючих та бактеріальних препаратів різного механізму дії на динаміку формування висоти рослин сої.

Схема польового дослідження: *Фактор А – Обробка насіння:* 1) контроль, 2) обробка насіння біоінокулянтом БТУ (2 л/т), 3) обробка насіння препаратом Різолан (2 л/т) + Різосейф (2 л/т), 4) обробка насіння препаратом Андеріз (1,5 л/т). *Фактор В – Позакоренева підживлення:* 1) контроль, 2) препаратом Біокомплекс БТУ (1,0), 3) препаратом Гуміфренд (1,0 л/га), 4) Хелпрост соя (2,5 л/га).

Розміри дослідної ділянки – 40 м², облікової – 25 м². Повторність чотириразова, розміщення ділянок систематичне. В досліді висівали сою сорту Медісон. Технологія вирощування культури – рекомендована для зони правобережного Лісостепу. Обліки проводили згідно загальноприйнятої у рослинництві методики [7].

Погодні умови за температурним режимом та кількістю опадів по роках досліджень хоч і мали деякі відхилення від середніх багаторічних показників, проте, в цілому були сприятливими для росту і розвитку рослин сої.

Результати досліджень. Відомо, що рівень формування надземної частини сільськогосподарськими культурами є результатом сукупності багатьох фізіолого-біохімічних процесів. Ріст і розвиток рослин може бути повноцінним лише тоді, коли кількість тепла, світла і елементів живлення буде оптимальною. Регулювання поживного режиму є одним із основних способів підвищення врожаю і ефективності ведення землеробства. Доведено, що ефективність мікроелементів, що вносяться на активну листову поверхню є більшою порівняно з їх внесенням у ґрунт [5].

Детальне дослідження особливостей ростових процесів і розвитку рослин сої у процесі вегетації дає можливість розкрити найбільш важливі елементи формування високої продуктивності цієї культури, сформулювати наукові основи формування високопродуктивних агроценозів сої. У середньому за роки досліджень, на контрольних варіантах досліду (без інокуляції) висота рослин складала, залежно від позакоренових підживлень, від 65,0 до 69,3 см, оптимізація системи живлення рослин сої за рахунок інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяло зростанню їх висоти до 71,0-78,3 см, що на 6,0-9,0 см (9,2 – 12,9 %) більше контролю (Табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, у середньому за 2017-2021 рр., см., М±m*

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологіч на стиглість
Контроль	Контроль	15,0±2,5	42,5±4,8	55,9±7,3	60,4±7,3	65,0±7,2
	Біокомплекс БТУ	15,4±2,6	46,0±5,5	60,9±8,1	65,0±8,3	67,8±7,3
	Гуміфренд	15,7±2,6	44,7±5,1	59,0±8,2	63,2±7,7	66,1±7,4
	Хелпрост соя	15,6±2,4	47,1±5,1	62,7±7,8	66,3±7,8	69,3±7,2
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	16,2±2,8	47,6±5,8	62,8±8,0	67,7±7,5	71,0±6,9
	Біокомплекс БТУ	16,2±2,7	51,8±5,5	69,2±8,7	73,4±8,1	76,5±7,3
	Гуміфренд	16,6±2,8	50,6±5,1	66,5±8,6	70,8±7,7	75,0±6,9
	Хелпрост соя	16,2±2,6	53,9±5,0	71,7±7,6	75,7±8,0	78,3 ±7,4
Різолайн + Різосейв	Контроль	16,1±2,9	45,2±5,4	59,8±8,1	64,2±7,2	67,7±6,9
	Біокомплекс БТУ	16,4±2,6	48,8±4,7	64,8±7,4	68,9±7,7	72,3±6,4
	Гуміфренд	16,4±2,8	47,1±5,2	62,3±8,2	67,0±7,7	70,2±7,0
	Хелпрост соя	17,0±2,6	50,2±4,7	67,0±7,2	70,1±8,3	74,3±6,6
Андерізі	Контроль	16,5±2,9	45,8±6,0	61,5±8,5	65,9±6,9	68,8±6,3
	Біокомплекс БТУ	16,9±2,9	50,0±5,3	67,0±7,8	70,4±7,7	73,8±6,7
	Гуміфренд	16,7±2,7	48,8±5,2	64,7±8,8	69,1±7,4	72,2±6,9
	Хелпрост соя	17,3±2,8	51,9±5,0	69,1±8,1	72,6±7,9	76,1±6,8
Коефіцієнт варіації V, %		3,8	6,3	6,6	5,9	5,5
Відносна похибка Sx%		0,9	1,6	1,6	1,5	1,4

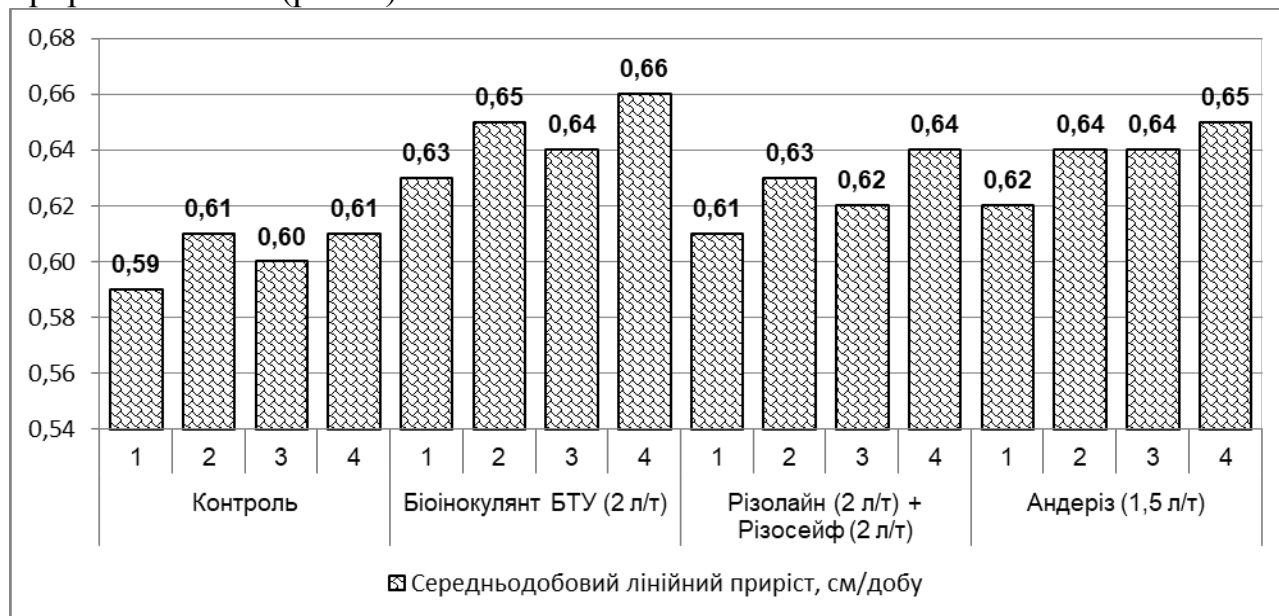
Примітка: *М ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

При проведенні передпосівної інокуляції препаратом Різолан (2 л/т) із протектором Різосейв (2 л/т) висота рослин формувалась на рівні 67,7 – 74,3 см що більше контролю на 2,7 – 5,0 см (4,1 – 7,2 %). Дещо більша висота рослин 68,8 – 76,1 см формувалась на варіанті де використовували інокулянт Андеріз (1,5 л/га), прибавка до варіантів без інокуляції становила 3,8 – 6,8 см (5,8 – 9,8 %). Залежно від позакореневого підживлення різними досліджуваними препаратами, динаміка висоти рослин також змінювалась у бік зростання.

На варіанті досліду із внесенням біопрепарату Біокомплекс БТУ (2,5 л/га) висота рослин коливалась, залежно від передпосівної обробки, від 67,8 до 76,5, що на 2,8-5,4 см або 4,3-7,7 % більше варіантів де позакореневе підживлення не проводили. На варіанті з використанням для позакореневого підживлення комплексного добрива на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) висота рослин була дещо нижчою, порівняно з показниками на вищезгаданих варіантах, однак перевищувала контроль без підживлень на 1,1 – 3,9 см або 1,6–5,6 %. Більш ефективним виявилось використання органо-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га), при цьому висота становила 69,3 – 78,3 см проти 65-71 см на контролі, приріст висоти на даному варіанті склав 4,3-7,2 см або 6,6-10,2 %. За сумісного використання передпосівної інокуляції насіння та позакореневого підживлення висота рослин сої перевищувала рослини на варіантах за окремого використання цих технологічних прийомів.

Ще одним важливим показником, який характеризує особливості та темпи росту і розвитку рослин сої за період вегетації є середньодобові лінійні прирости стебла (рис. 1).



Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд(1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Рис. 1. Середньодобовий лінійний приріст стебла рослин сої залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень, у середньому за 2017- 2021 рр., см/добу

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

У середньому за роки проведення наших досліджень (2017 – 2021 рр.) інтенсивність середньодобового лінійного приросту стебла, у розрізі варіантів досліду, мала подібний характер, проте різну інтенсивність. У наших дослідженнях ми також визначали кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин і врожайністю зерна сої (рис 2).

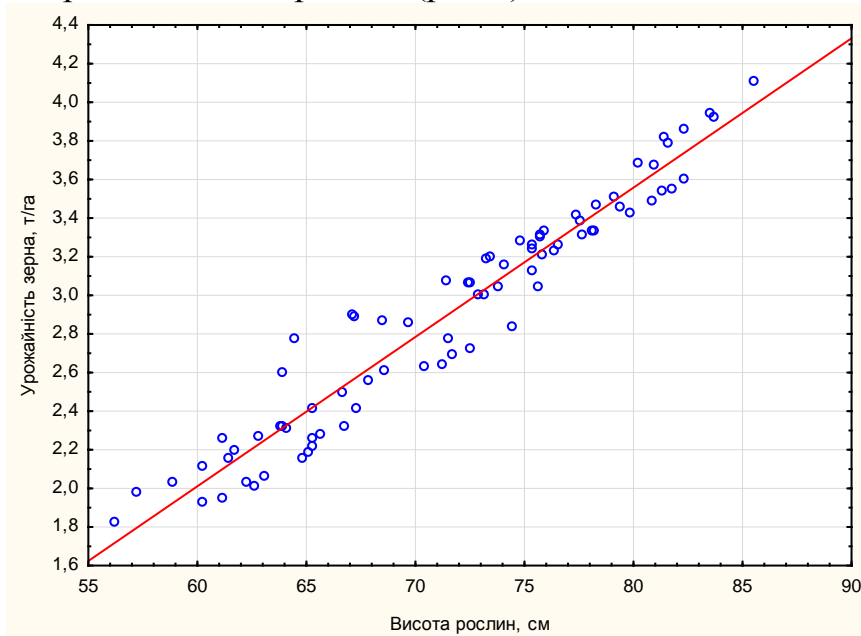


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості зерна та врожайністю сої, у середньому за 2017-2021 рр.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

$$Y = -2,6307 + 0,0774 * X \quad 2)$$

де: Y – урожайність зерна т/га; X – висота рослин, см.

Як видно з даних, наведених на рисунку, між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості та врожайністю зерна сої існує дуже сильний кореляційно-регресійний зв'язок. Це підтверджує і ступінь статистичних зв'язків між досліджуваними показниками, яку характеризує коефіцієнт кореляції (R^2). Відомо, що чим ближче його значення до одиниці, тим сильнішою є залежність. Коефіцієнт кореляції за нашими розрахунками знаходиться на рівні 0,936, тому можемо зробити висновок, що у визначеній нами залежності ступінь зв'язку за шкалою Чеддока є значущою.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що у середньому за роки досліджень максимальна у досліді висота рослин 78,3 см формувалась на варіанті комплексного застосування інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ, та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя, внаслідок чого вона перевищувала висоту рослин абсолютного контролю досліду на 13,3 см або 20,4 %. На даному варіанті зафіксовано також найвищі середньодобові лінійні прирости відповідно 0,66 см/добу.

Список використаної літератури

1. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ Урожай. 1993. 428 с.
2. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.
3. Дідора В. Г. Продуктивність сої в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування. *Агроном*. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/produktivnist-soyi-v-umovah-polissya-zalezho-vid-elementiv-tehnologiyi-vyroshhuvannya/>
4. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця ВНАУ. 2020. 276 с.
5. Кушнір М. В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на формування продуктивності сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. № 77. С. 167–173.
6. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології». 2008. 624 с.
7. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. Київ. 2000. Вип. 7. 144 с.
8. Циганська О.І., Циганський В.І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №15. С. 83-93.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Babych A.O. (1993). Suchasne vyrobnytstvo i vykorystannia soi [*Modern production and use of soybeans*]. Kyiv Urozhai. 428 s. [in Ukrainian].
2. Baby`ch A.O., Baby`ch-Poberezhna A.A. (2011). Selekcija, vy`robny`cztvo, torgivlya i vy`kory`stannya soyi u sviti [*Breeding, production, trade and use of soybeans in the world*]. Ky`yiv: Agrarna nauka, 548 s. [in Ukrainian].
3. Didora V.H. (2020). Produktivnist soi v umovakh Polissia zalezho vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [*Productivity of soybeans in the conditions of Polissia depending on the elements of cultivation technology*]. *Ahronom – Agronomist*. URL: <https://www.agronom.com.ua/produktivnist-soyi-v-umovah-polissya-zalezho-vid-elementiv-tehnologiyi-vyroshhuvannya/> [in Ukrainian].
4. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pansyryeva H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksymalnoi realizatsii yii produktivnosti: Monohrafiia [*Agrobiological bases of soybean cultivation and ways of maximum realization of its productivity*]. Vynnytsia: VNAU. 276 s. [in Ukrainian].
5. Kushnir M.V. (2013). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevyykh pidzhyvlen na formuvannia produktivnosti sortiv soi v umovakh

Lisostepu Pravoberezhnoho [*The influence of pre-sowing seed treatment and foliar fertilization on the formation of productivity of soybean varieties in the conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe*]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*. № 77. S. 167–173. [in Ukrainian].

6. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F., Ivashchuk P.V. (2008) *Zernovyrobnytstvo [Grain production]*. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii». 624 s. [in Ukrainian].

7. *Metodyka derzhavnoho sortovyprovuvannia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnytskoi produktsii (2000). [Methods of state varietal testing of crops. Methods for determining the quality of plant products]*. Kyiv. Issue. 7. 144. [in Ukrainian].

8. Tsyhanska O.I., Tsyhanskyi V.I. (2019). *Vplyv mineralnykh dobryv ta sposobiv vykorystannia kompleksu mikroelementiv na vysotu roslyn soi [The effect of mineral fertilizers and methods of using a complex of trace elements on the height of soybean plants]*. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. №15. 83-93 [in Ukrainian].

ANNOTATION

DYNAMICS OF FORMATION OF THE HEIGHT OF SOYBEAN PLANTS DEPENDING ON THE PRE-SOWING TREATMENT OF SEED AND EXTRA- ROOT NUTRIENTS

The variability of weather conditions and the high cost of mineral fertilizers lead to the search for alternative approaches to the optimization of existing and the development of new technological techniques for growing agricultural crops, including soybeans.

*This article presents the results of research on the study and analysis of the regularities of the height formation of soybean plants of the Madison variety and its average daily linear growth depending on the pre-sowing treatment of seeds with preparations based on active strains of nodule bacteria (*Bradyrhizobium japonicum*), namely Bioinoculant BTU, Rizolain + Rhizosev, Anderiz and foliar top dressing with biological fertilizers Biocomplex BTU, Gumifrend and Helprost soybean.*

On the basis of the conducted observations and records, it was established that in the conditions of the right-bank forest-steppe on gray forest soils, the studied preparations of biological origin had a direct effect on both the dynamics of plant height and average daily growth.

The maximum height of the plants in the experiment was 78.3 ± 7.4 cm, in the phase of physiological maturity, was formed on the variant of the experiment where pre-sowing treatment of seeds with the preparation Biokompleks BTU and foliar fertilizing in the phase of the 3rd trifoliolate leaf and budding with organo-mineral fertilizer Helprost soybean was carried out (2.5 l/ha), which is 13.3 cm or 20.4% more compared to the control.

Another important indicator that characterizes the peculiarities and rates of growth and development of soybean plants during the growing season is the average daily linear increments of the stem. The highest average daily linear growth of soybean plants - 0.65 - 0.66 cm/day, was recorded on the variants of the experiment, where soybean seeds were inoculated with Bioinoculant BTU and Anderiz in combination with foliar feeding of organo-mineral fertilizer Helprost soybean.

After conducting a correlation-regression analysis, it was noted that there is a strong positive relationship between plant height indicators and the amount of precipitation during the growing season of soybean plants, while the correlation coefficient was $r = 0.805$.

Key words: soybean, inoculation, biological fertilizers, plant height.

Table. 1. Fig. 2. Lit. 8.

Інформація про авторів

Дідур Ігор Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail: didurihor@gmail.com).

Didur Ihor – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Agronomy and Forestry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: didurihor@gmail.com).