

ДИНАМІКА ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

ІВАНІВ М.О. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/10000-0002-4793-6194>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

ГАНЖА В.В. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії

<https://orcid.org/0000-0001-7669-0392>

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Протягом останніх десятиріч відбулися значні зміни в структурі посівних площ сільськогосподарських культур як в Україні, так і у світі, зокрема стрімко зросли площі посівів сої – універсальної культури з великим потенціалом продуктивності [1]. Про високий генетичний потенціал цієї культури свідчить рівень урожайності зерна, який часто перевищує 7,0 т/га. Рекордну врожайність зерна сої – 10,4 т/га – зібрали в польових умовах у штаті Міссурі (США), що свідчить про високий ресурсний потенціал продуктивності цієї культури [2]. Водночас ресурсний потенціал культури реалізується не повністю, що пов'язано з універсальним (шаблонним) підходом до вирощування без урахування специфіки сортів, погодних особливостей тощо. Рівень реалізації потенціалу продуктивності кожного сорту визначається насамперед особливостями ґрунтово-кліматичних умов регіону, а також технологією його вирощування [3; 4]. Серед складових елементів технології вирощування особливе значення має густина рослин, яка досить легко підбирається, не потребуючи великих додаткових економічних витрат, і водночас відіграє важливу роль у процесах росту й розвитку рослин [5]. Під час вибору оптимальних параметрів розподілу рослин сої за площею живлення слід брати до уваги сортові особливості й рівень інтенсифікації технології вирощування культури [6]. Ці аспекти й стали підставою для вивчення впливу густоти рослин й обробки біопрепаратами на площу листкової поверхні й урожайність сої в умовах краплинного зрошення півдня України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя належить до високоврожайних культур. Разом із тим високий потенціал продуктивності сої можна реалізувати далеко не завжди. Причина цьому – відсутність належних умов для росту й розвитку рослин [7; 8]. У такому контексті важливе значення має пошук оптимального способу розподілу рослин за площею живлення, який забезпечуватиме найповнішу реалізацію генетичного потенціалу сої. Протягом останніх років відзначається тенденція до звуження міжрядь і збільшення норми висіву насіння. Вибір оптимального розподілу рослин за площею живлення значною мірою залежить від індивідуальних особливостей сортів. Результати досліджень багатьох науковців стосовно реакції сортів сої на різні норми висіву й способи розподілу рослин за площею живлення свідчать про те, що ці складові технології вирощування потребують подальшого вивчення, оскільки умови вирощування цієї культури варіюють

у значному діапазоні й створюються нові сорти, які мають індивідуальні еколого-біологічні особливості [9]. Найбільшою мірою розкрити закладений генетичною програмою ресурсний потенціал урожайності зерна сої можна, лише забезпечивши оптимальне поєднання норми висіву насіння та його розподілу за площею живлення. Як зріджені, так і загущені посіви різко знижують зернову продуктивність сої. Вища індивідуальна продуктивність окремих рослин сої в зріджених посівах не може компенсувати зниження врожайності з одиниці площі. У загущених посівах унаслідок зростання конкуренції між рослинами врожайність з одиниці площі також знижується, оскільки зниження індивідуальної продуктивності рослин не компенсується збільшенням їхньої кількості [10]. Загущені посіви особливо знижують урожайність у посушливі роки [11]. Саме тому розкриття потенціалу продуктивності сої вимагає розробки адаптивних складових частин технології вирощування з урахуванням усього комплексу ґрунтово-кліматичних та агротехнічних чинників, а також особливостей сортів. Серед агротехнічних складників важливу роль відіграють густина рослин та обробка біопрепаратами. Їхня роль особливо зростає в умовах екологізації та ресурсоощадження вирощування рослинницької продукції.

Невіддільною умовою отримання високих урожаїв сої є наявність оптимальної площі листкової поверхні й збільшення синтезованої нею органічної речовини. У формуванні площі листкової поверхні посівів та ефективності їх використання включно важливе значення відіграють норма висіву й способи сівби. Забезпечуючи більш рівномірний розподіл рослин за площею живлення та оптимізуючи площу живлення кожної рослини, можна досягти максимальної ефективності її функціонування та засвоєння більшої частки фотосинтетичної активної радіації [12; 13]. Тож дослідження, спрямовані на визначення оптимальних параметрів елементів технології вирощування сої, що забезпечують формування максимальної площі листкової поверхні, й ефективне її функціонування, є актуальні, оскільки це є основним шляхом підвищення рівня реалізації генетичного потенціалу продуктивності посівів сої.

Невелика площа листкової поверхні є причиною недостатнього використання фотосинтетично-активної радіації, водночас занадто велика їх площа призводить до взаємозатінення листків, і тому значна їх частина в нижньому ярусі опадає [14]. Згідно з результатами багатьох досліджень [15; 16] оптимальна площа лист-

кової поверхні, за якої формується найвища врожайність насіння сої, становить 40–50 тис. м²/га. Рівень цього показника залежить від морфобіотипу сортів, погодних умов вегетації, характеру розподілу рослин на посівній площі.

Мета статті. Встановлення комплексного впливу різних варіантів густоти рослин та обробки біопрепаратами на динаміку формування площі листової поверхні й на рівень реалізації генетичного потенціалу зернової продуктивності сортів сої різних груп стиглості в умовах зрошення.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проведені згідно з тематичним планом досліджень Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» за завданням «Реалізація технології вирощування основних сільськогосподарських культур». Польові досліди виконувались в агрофірмі «Сиваське» Новотроїцького району Херсонської області, що розташована в агроекологічній зоні Посушливий Степ і в межах дії Каховської зрошувальної системи. Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньосуглинковий. Агротехніка вирощування сортів сої в досліді була загальноприйнятною для зони півдня України. Попередник – кукурудза. Досліди проводились відповідно до загальноприйнятих методик у 2018–2020 рр. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням пакета комп'ютерних програм Agrostat [17].

Об'єктом дослідження слугували сорти сої селекції Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук різних груп стиглості: скоростиглі – Діона, Монарх; середньоранні – Аратта, Софія; середньостиглі – Даная, Святогор.

Досліджували дію біопрепаратів Хелафіт комбі й Біо-гель на фотосинтетичні показники рослин сої за різної густоти рослин. Хелафіт комбі – біопрепарат. Основна дієва речовина: мікроелементи, іони біогенних металів, кислота аміна вільна, гумати, жирні кислоти, ефіри жирних кислот, полісахариди, стероїдні глюкозиди, вітаміни, кислота 3-індолілоцтова, епібрасинолід, зеатин, кислота альгінова, гідроксикоричнева кислота. Застосовували його у 2 прийоми: перший – у період накопичення вегетативної маси – 1 л/га; другий – у фазу бутонізації-цвітіння – 1 л/га. Біо-гель – органічне добриво. Основна дієва речовина: азот, амінокислоти, треонін, оксид фосфору, оксид калію, марганець, цинк, молібден, мідь, цинк, кобальт. Обробка насіння: 2 л/т насіння на 10 л води. Обприскування рослин: вносити в бакову суміш Біо-гель із розрахунку 1,5 л/га.

Для встановлення норми реакції сортів сої на технологічні прийоми досліджували вплив вітчизняних інноваційних біопрепаратів на урожайність зерна за різної густоти рослин на краплинному зрошенні з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см. Повторність чотириразова, посівна площа ділянок третього порядку – 75 м², облікова – 50 м².

Результати досліджень. На формування площі листової поверхні посівів сої різних груп стиглості досліджувані фактори мали значний вплив.

У фазу 3-ого трійчастого листка було виявлено різницю між показником площі листової поверхні різних сортів. Значення цього показника коливалося від 5,6 тис. м²/га в рослин сорту Діона за густоти 300 тис. рослин/га й без обробки до 12,5 тис. м²/га в рослин сої Святогор за густоти 500 тис. рослин/га й обробкою Хелафіт комбі (рис. 1, 2).

На посівах з обробкою біопрепаратами площа листової поверхні сої була більшою, ніж на контрольних посівах. У рослин сої сорту Діона у фазу 3-ого трійчастого листка різниця становила 0,4 і 1,7 тис. м²/га за обробки препаратом Біо-гель і Хелафіт комбі відповідно. У період цвітіння різниця зростала відповідно до 1,9 і 3,8 тис. м²/га. У фазу утворення бобів за максимальної площі листків різниця становила 2,0 і 3,9 тис. м²/га.

Підвищення густоти рослин із 300 до 900 тис. штук/га сприяло збільшенню площі листової поверхні на 0,8–1,5 тис. м²/га за фазами росту в рослин сої сорту Діона. Подальше загушення посівів до 1100 тис. штук/га зменшило площу листків у порівнянні з 900 тис. штук/га на 0,7–1,1 тис. м²/га за фазами росту.

У процесі росту й розвитку рослин сої площа листків збільшувалась, досягаючи максимальних показників у фазу утворення бобів. Зокрема, в цій фазі найменшу площу листової поверхні – 27,6 тис. м²/га – спостерігали на ділянках рослин сої сорту Діона на контрольному варіанті, без обробки й за густоти 300 тис. р./га; найбільшу – 56,5 тис. м²/га – на ділянках рослин сої сорту Святогор із густотою 500 тис. рослин/га й обробки препаратом Хелафіт комбі (рис. 2).

Під час наливу зерна в рослин сої починалось відмирання листків та їх опадання, що призводило до зменшення листової поверхні. У цю фазу найменша площа листової поверхні – 25,5 тис. м²/га – була в рослин сої сорту Діона на контрольному варіанті за густоти 300 тис. рослин/га; найбільша – 52,8 тис. м²/га – в сорту Святогор за густоти 500 тис. рослин/га, обробки Хелафіт комбі.

У ході досліджень було виявлено сортову відмінність, а саме: у фазу 3-ого трійчастого листка дуже скоростиглий сорт Діона сформував листову поверхню, площа якої на 3,7 тис. м²/га менша в порівнянні із середньостиглим сортом Святогор. Максимальну різницю між сортами за площею листової поверхні 22,0 тис. м²/га спостерігали у фазу утворення бобів, у період цвітіння вона становила 20,1 тис. м²/га, у фазу наливу насіння – 20,9 тис. м²/га.

У скоростиглого сорту Монарх площа листків досягла максимальних показників у фазу утворення бобів. У фазу утворення бобів найбільшу площу листової поверхні – 35,7 тис. м²/га – спостерігали на ділянках рослин сої сорту Монарх з обробкою препаратом Хелафіт комбі за густотою 900 тис. рослин/га; найменшу (28,5 тис. м²/га) – на варіанті без обробки й густоти рослин 300 тис. рослин/га. (рис. 3). Під час фази наливу насіння відзначалося зменшення листової поверхні, збільшення густоти рослин до 1100 тис. рослин/га також спричиняло зменшення площі листової поверхні через відмирання нижніх листків і зменшення площі окремих верхніх листків.

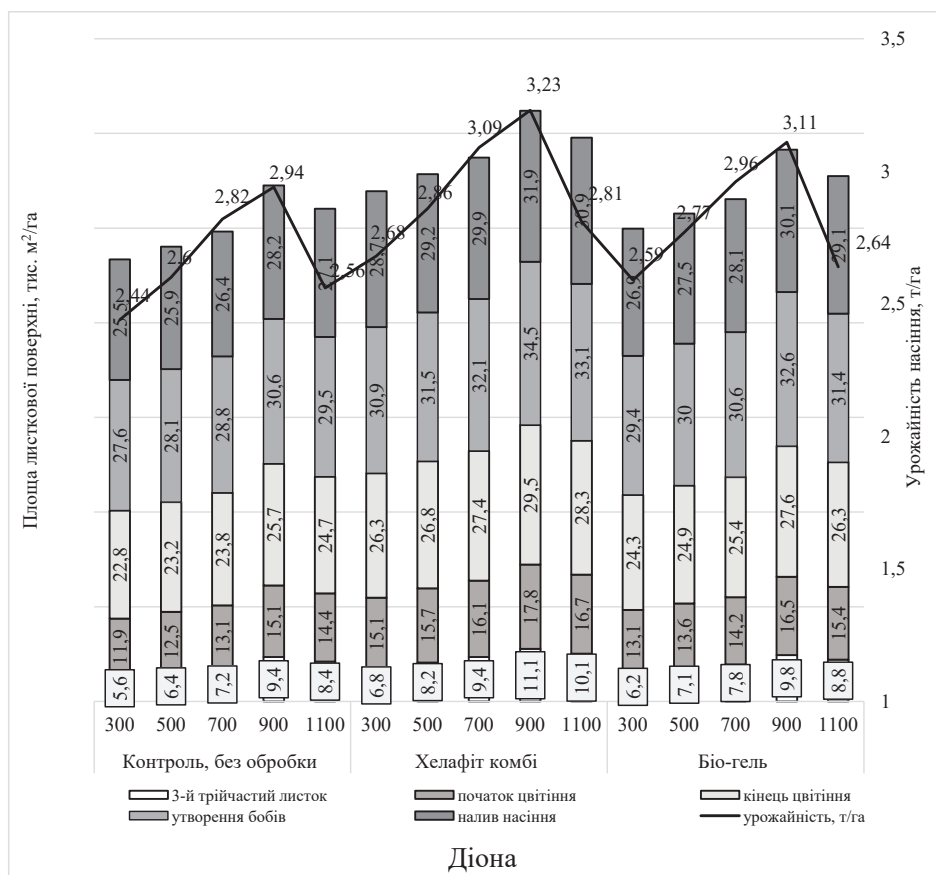


Рис. 1. Динаміка площі листкової поверхні за фазами розвитку й урожайність скоростиглого сорту сої Діона залежно від густоти рослин та обробки біопрепаратами (середня за 2018–2020 рр.)

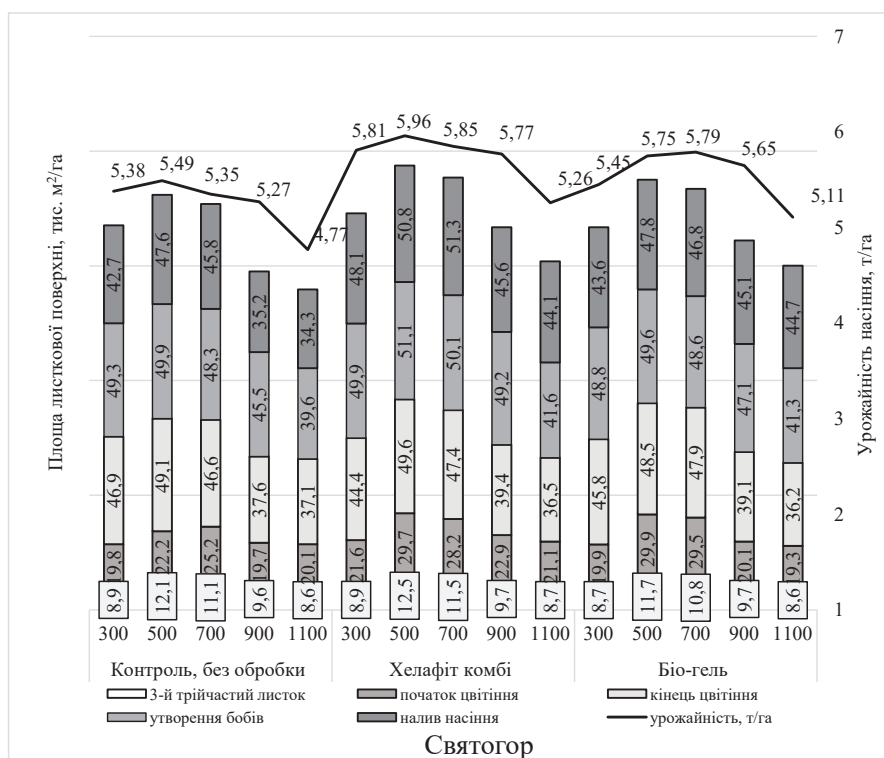


Рис. 2. Динаміка площі листкової поверхні за фазами розвитку й урожайність скоростиглого сорту сої Святогор залежно від густоти рослин та обробки біопрепаратами (середня за 2018–2020 рр.)

Максимальні показники площі листової поверхні за фазами розвитку від 11,9 у фазу 3-ох трійчастих листків до 35,7 тис. м²/га у фазу наливу зерна й максимальну урожайність – 3,98 т/га – скоростиглий сорт Монарх показав за густоти 900 тис. рослин/га й обробки препаратом Хелафіт комбі.

У фазу 3-ого трійчастого листка середньораннього сорту Аратта площа листків коливалася від 6,9 тис. м²/га на контрольному варіанті без обробки за густоти 300 тис. рослин/га до 11,6 тис. м²/га за густоти 900 тис. рослин/га й обробки препаратом Хелафіт комбі. Площа листової поверхні в сорту Аратта була максимальною за густоти рослин 900 тис. рослин/га, подальше збільшення густоти до 1000 тис. рослин/га призвело до зменшення площі листків за фазами росту на 3,5–7,7%. Обробка препаратом Біо-гель збільшила площу листків за фазами розвитку на 5,7–9,7%, обробка препаратом Хелафіт комбі збільшив площу листків від 7,3 до 14,6%. Максимум площі листової поверхні у фазу наливу зерна й урожайності насіння в сорту Аратта спостерігався за густоти 900 тис. рослин/га й обробки препаратами Хелфіт комбі – 35,7 тис. м²/га й 3,98 т/га відповідно. За збільшення чи зменшення густоти рослин спостерігалось зменшення площі листків та урожайності насіння. Мінімальна площа листків та урожайність спостерігалась за густоти 300 тис. рослин/га (рис. 4).

У рослин сорту Аратта встановлена різниця за показником площі листя між варіантами контрольного (без обробки) й обробки препаратами Хелафіт комбі й Біо-гель становила 0,9 і 1,7 тис. м²/га у фазу 3-ого трійчастого листка; 1,4 і 2,9 тис. м²/га в період цвітіння; відповідно 1,2 і 2,6 тис. м²/га у фазу утворення бобів.

Оцінюючи результати вивчення впливу густоти рослин та обробки біопрепаратами на площу листової поверхні сорту Софія, слід зазначити, що для середньораннього сорту сої Софія кращою виявилась густота 700 тис. рослин/га (рис. 5). Максимум площі листової поверхні на рівні 39,6–40,8 тис. м²/га забезпечив урожайність на рівні 4,85–5,33 т/га залежно від обробки препаратами. Збільшення густоти до 900, 1100 тис. рослин/га або зниження до 300, 500 тис. рослин/га спричинило зниження урожайності сої відповідно до 4,84–5,15 та 4,86–5,25 т/га за обробки Хелафіт комбі, а за обробки Біо-гель – до 4,62–4,85 та 4,65–4,89 т/га.

Максимальних показників площі листків у середньостиглого сорту Даная досягала під час утворення бобів (рис. 6). Найбільшою в таку фазу вона була на ділянках з обробкою препаратом Хелафіт комбі й густотою рослин 500 тис. рослин/га – 49,1 тис. м²/га, найменшою – на контрольному варіанті без обробки й густотою 1100 тис. рослин/га – 34,3 тис. м²/га. Максимальний рівень урожайності сорт Даная показав за густоти рослин 500 тис. рослин/га й обробки Хелафіт комбі –

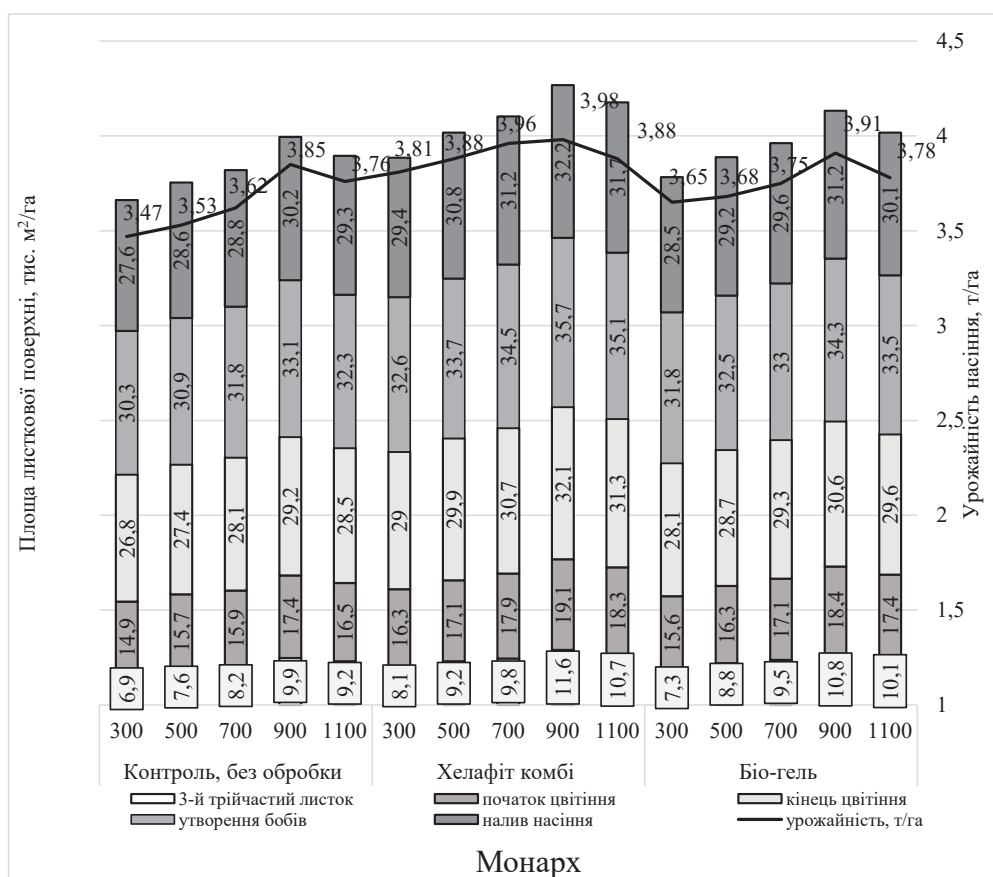


Рис. 3. Динаміка площі листової поверхні за фазами розвитку й урожайність скоростиглого сорту сої Монарх залежно від густоти рослин та обробки біопрепаратами (середня за 2018–2020 рр.)

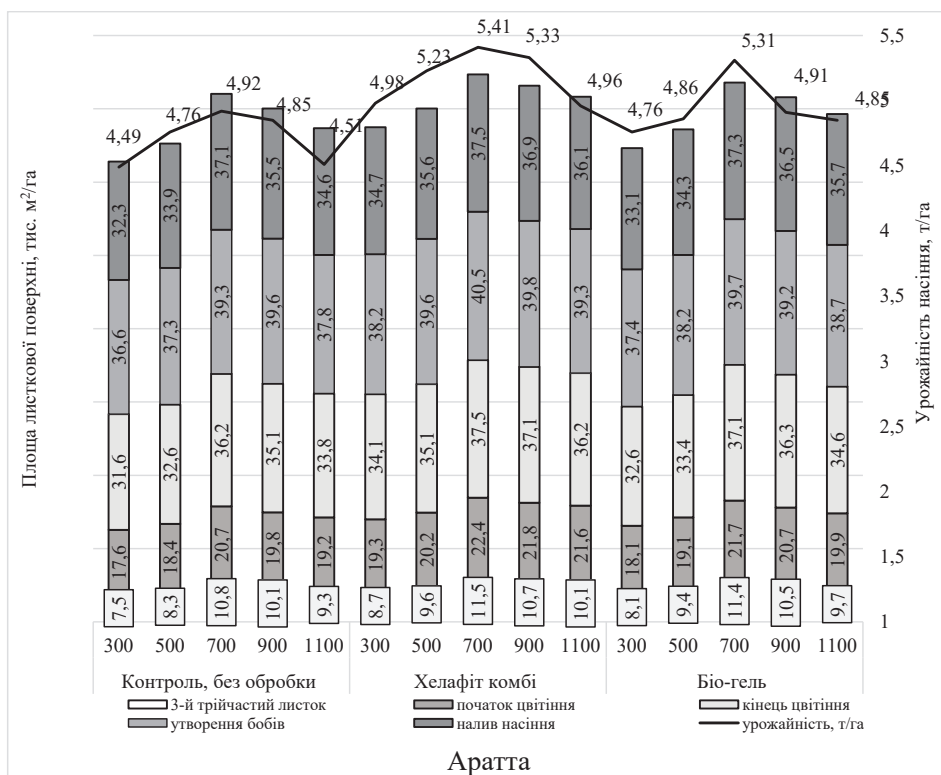


Рис. 4. Динаміка площі листкової поверхні за фазами розвитку й урожайність скоростиглого сорту сої Аратта залежно від густоти рослин та обробки біопрепаратами (середня за 2018–2020 рр.)

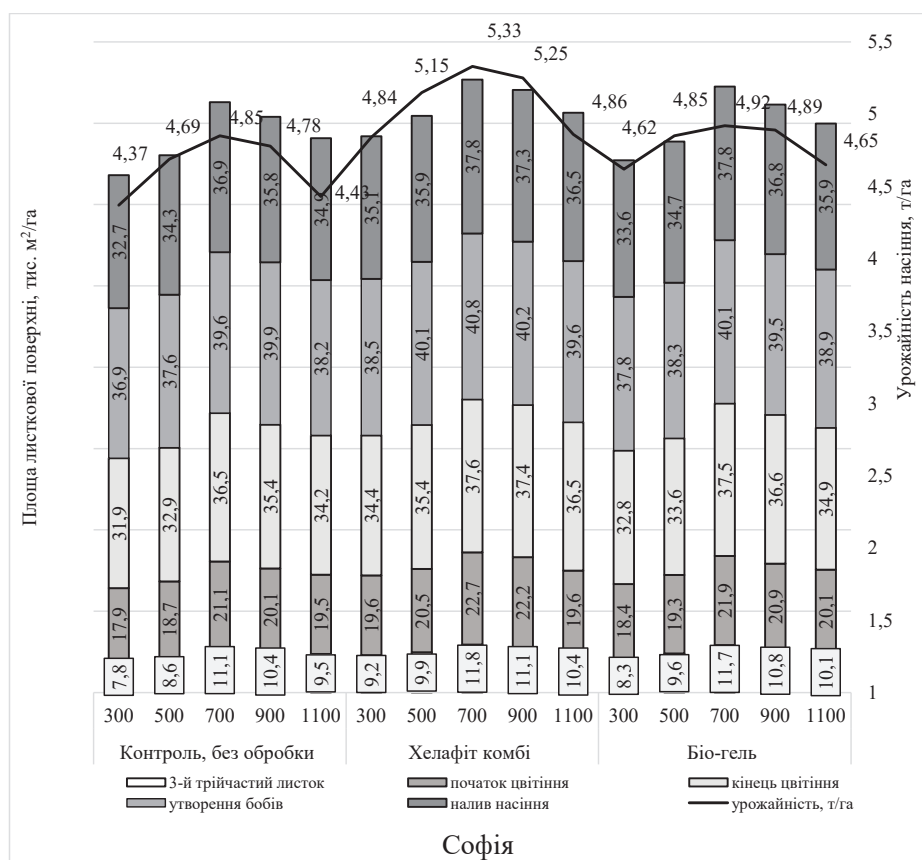


Рис. 5. Динаміка площі листкової поверхні за фазами розвитку й урожайність скоростиглого сорту сої Софія залежно від густоти рослин та обробки біопрепаратами (середня за 2018–2020 рр.)

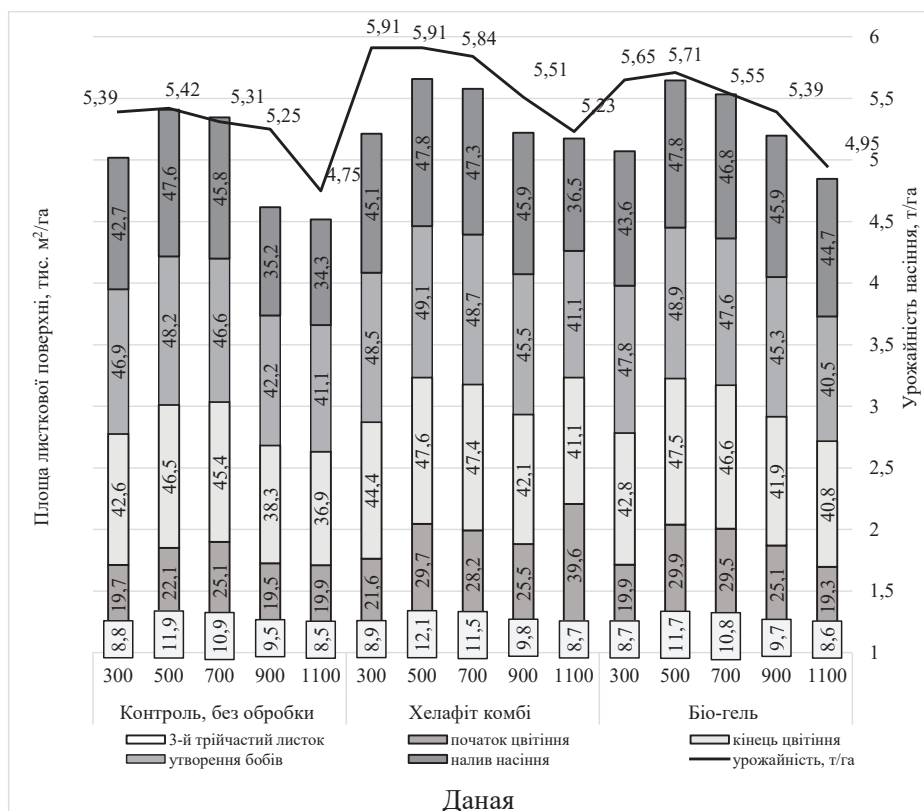


Рис. 6. Динаміка площі листової поверхні за фазами розвитку й урожайність скоростиглого сорту сої Даная залежно від густоти рослин та обробки біопрепаратами (середня за 2018–2020 рр.)

5,96 т/га. Середньостиглий сорт Даная негативно реагує на збільшення густоти рослин і різко знижує площу листової поверхні й урожайність за збільшення густоти до 900 і 1100 тис. рослин/га.

Проведені дослідження показали: максимум площі листової поверхні й урожайності в сортів скоростиглої групи Діона й Монарх спостерігались за густоти рослин 900 тис. рослин/га, в середньоранній групі Аратта й Софія – 700 тис. рослин/га, в середньостиглій групі Святогор, Даная – 500 тис. рослин/га.

Збільшення чи зменшення густоти рослин від оптимальної призводить до зменшення площі листової поверхні й урожайності. Сорти середньостиглої групи Святогор і Даная не витримують загущеності посівів і показують різке зниження урожайності.

Проведення аналізу впливу площі листової поверхні сортів сої за певними етапами розвитку на урожайність зерна показало, що існує сильна додатна кореляція між урожайністю та площею листків за всіма етапами розвитку рослин (таблиця 1). Це свідчить про те, що на всіх етапах розвитку рослин сої всіх сортів необхідно технологічно забезпечувати оптимальний розвиток листової поверхні. Проте дещо більшою була залежність урожайності зерна й площі листової поверхні на етапі «утворення бобів» (коефіцієнт кореляції становив 0,778...0,941). Цей етап є вирішальним у закладці потенційної продуктивності (кількість продуктивних бобів на рослині, кількість насінин у бобі), тому для формування оптимуму листової поверхні на цьому

етапі необхідно контролювати технологічні заходи й на попередніх етапах розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей.

Обробка біопрепаратами Біо-гель і Хелафіт комбі приводить до збільшення площі листової поверхні й урожайності в межах оптимуму щільності агроценозу.

У групі скоростиглих сортів Діона й Монарх за обробки препаратами площа листової поверхні у фазу утворення бобів збільшилась на 1,2–2,0 тис. м²/га або на 3,6–6,5% за обробки Біо-гель і на 2,6–3,9 тис. м²/га або на 7,9–12,7% за обробки біопрепаратом Хелафіт комбі. Відповідно, урожайність зросла на 0,17–0,29 т/га або на 5,8–9,9 % у сорту Діона й у сорту Монарх на 0,06–0,13 т/га або 1,6–3,4% за обробки препаратами Біо-гель і Хелафіт комбі.

Висновки. Проведення аналізу впливу площі листової поверхні сортів сої за певними етапами розвитку на урожайність зерна показало, що існує сильна додатна кореляція між урожайністю та площею листків за всіма етапами розвитку рослин. Це свідчить про те, що на всіх етапах розвитку рослин сої всіх сортів необхідно технологічно забезпечувати оптимальний розвиток листової поверхні шляхом застосування біопрепаратів і регуляції щільності агроценозу. Проте дещо більшою була залежність урожайності зерна й площі листової поверхні на етапі «утворення бобів» (коефіцієнт кореляції становив 0,778...0,941). Цей етап є вирішальним у закладці потенційної продуктивності (кількість продуктивних бобів на рослині, кількість насінин у бобі), тому

Таблиця 1 – Кореляційна залежність площі листової поверхні за фазами розвитку й урожайності сортів сої різних груп стиглості

Сорт	Етапи розвитку рослини				
	3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	утворення бобів	налив насіння
Діона	0,775	0,751	0,760	0,778	0,756
Монарх	0,861	0,914	0,931	0,941	0,936
Аратта	0,746	0,827	0,845	0,845	0,777
Софія	0,723	0,819	0,763	0,843	0,764
Даная	0,533	0,674	0,778	0,874	0,661
Святогор	0,595	0,671	0,624	0,853	0,813

для формування оптимуму листової поверхні на цьому етапі необхідно контролювати технологічні заходи й на попередніх етапах розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей.

Під час вибору густоти рослин слід брати до уваги, що в зріджених посівах урожайність буде меншою, хоч кожна рослина в цьому випадку матиме вищу індивідуальну продуктивність. Під час поступового загушення посівів урожайність зростає до певної межі й, досягнувши максимуму, поступово знижується через зниження показників виживаності рослин і різке зменшення їхньої індивідуальної продуктивності. Як у зріджених, так і в загущених посівах відзначається недобір урожаю зерна. Встановлено, що у фазу утворення бобів найбільша площа листків та урожайність була в скоростиглих сортів Діона, Монарх за густоти рослин 900 тис. рослин/га, в середньоранніх Софія, Аратта найбільша площа листків та урожайність спостерігалась за густоти 700 тис. рослин/га. У середньостиглих Святогор і Даная максимум асиміляційної площі листків та урожайність спостерігалась за густоти 500 тис. рослин/га, подальше підвищення густоти рослин не забезпечувало зростання показників через надмірну ценотичну напругу в посівах сої. Для отримання максимального врожаю зерна в умовах зрошення необхідно висівати сорти сої ранньостиглої групи за густоти 900 тис. рослин/га, середньоранньої – за густоти 700 тис. рослин/га й середньостиглі сорти – за густоти 500 тис. рослин/га. Застосування біопрепарату Біо-гель підвищувало урожайність зерна сортів на 3,6–6,5%, біопрепарату Хелафіт комбі – на 7,9–12,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лавриненко Ю.О., Кузьмич В.І., Боровик В.О. Михаленко І.В. Стан і динаміка виробництва зернових бобових культур у світі та Україні. *Зрошуване землеробство : збірник наукових праць*. Херсон : Грін Д.С., 2016. Вип. 65. С. 143–148.
2. Січкач В.І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. 2016: *Зернобобові культури і соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : матеріали міжнар. наук. конф. Вінниця, 2016. С. 14–15.
3. Каленська С.М., Новицька Н.В., Гарбар Л.А., Андрієць Д.В. Урожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи технології вирощування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія»*. 2010. Вип. 149. С. 227–234.

4. Марченко Т.Ю. Прояв гетерозису за ознакою «маса 1000 насінин» у гібридів сої в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. С. 104–108.

5. Сенік І.І. Вплив норми висіву та ширини міжрядь на урожайність сої в умовах Лісостепу Західного. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Vol. 11. № 3. С. 43–50. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.043>.

6. Марченко Т.Ю. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах зрошення півдня України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 75–78.

7. Дідора В.Г., Баранов А.І. Щільність стеблостою ранньостиглих сортів сої в Поліссі України. *Наукові читання – 2013: науково-теоретичний збірник ЖНАЕУ*. 2013. Т. 1. С. 267–270.

8. Малайчук М.П., Томницький А.В., Малайчук А.С., Марковська О.Є. Продуктивність сої за різних способів і глибини обробітку ґрунту та доз добрив у сівозміні на зрошенні. *Зрошуване землеробство : збірник наукових праць*. Херсон : Гельветика, 2019. Вип. 71. С. 100–104. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.21>.

9. Міхеєва О.О., Рожков А.О., Міхеєв В.Г. Динаміка наростання площі листової поверхні рослин сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Том 11. № 1–2. С. 77–88. URL: <https://doi.org/10.31548/bio2019.01.009>.

10. Вожегова Р.А., Боровик В.О., Марченко Т.Ю., Біднина І.О., Рубцов Д.К. Аналіз рівня забур'яненості агрофітоценозу насінневих посівів сої під впливом різної густоти та доз азотного добрива. *Зрошуване землеробство : збірник наукових праць*. 2019. Вип. 71. С. 150–154. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.32>.

11. Vyshnivskiy P.S., Furman O.V. Soybean productivity depending on the elements of cultivator technology in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Crop and soil science*. 2020. Vol. 11 (1). P. 13–22.

12. Міхеєва О.О., Рожков А.О., Міхеєв В.Г. Виживаність рослин сої залежно від комплексного впливу способу сівби та норми висіву насіння в Східному Лісостепу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 28. С. 130–139. DOI: [10.36710/IOC-2019-28-13](https://doi.org/10.36710/IOC-2019-28-13).

13. Шевніков М.Я., Міленко О.Г., Лотиш І.І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології

виращування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 15–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2018_3_4.

14. Вожегова Р.А., Боровик В.О., Рубцов Д.К., Марченко Т.Ю. Насіннева продуктивність середньостиглого сорту сої «Святогор» залежно від норми висіву та доз азотних добрив в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство : збірник наукових праць*. 2018. № 70. С. 55–59.

15. Джемесюк О.В., Новицька Н.В., Свистунова І.В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листової поверхні посівів сої. *Вісник Житомир. нац. агрокол. ун-ту*. 2015. Т. 1. № 2 (50). С. 207–212.

16. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko A.O., Klochkova T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). P. 76–80.

17. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство). Херсон : Гринь Д.С., 2014. 448 с.

REFERENCES:

1. Lavrinenko, Y.O., Kuzmich, V.I., Borovik, V.O., & Mikhalenko, I.V. (2016). Stan i dynamika vyrobnytstva zernovykh bobovykh kultur u sviti ta Ukraini. [State and dynamics of grain legume production in the world and Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Zbirnyk naukovykh prats – Irrigated agriculture. Collection of scientific works*. 65. 143–148. [in Ukrainian].

2. Sichkar, V.I. (2016) Suchasnyi stan i perspektyvy vyroshchuvannya zernobobovykh kultur na nashii planeti [The current state and prospects of growing legumes on our planet]. 2016: *Zernobobovi kultury i soia dlia staloho rozvytku ahrarynoho vyrobnytstva Ukrainy: materialy mizhnar. nauk. conf. Vinnytsia – 2016: Legumes and soybeans for sustainable development of agricultural production in Ukraine: materials intern. Science. conf. Vinnytsia*. 14–15. [in Ukrainian].

3. Kalenskaya, S.M., Novitskaya, N.V., Garbar, L.A., & Andriets, D.V. (2010). Urozhainist, yak intehralnyi pokaznyk reaktsii roslyn soi na elementy tekhnologii vyroshchuvannya. [Yield as an integral indicator of the reaction of soybean plants to the elements of cultivation technology]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy: Seriya "Ahronomiia" – Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine: Series "Agronomy"*. 149. 227–234. [in Ukrainian].

4. Marchenko, T.Yu. (2012). Proiav heterozysu za oznakoiu "masa 1000 nasinyh" u hibrydiv soi v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Manifestation of heterosis on the basis of "mass of 1000 seeds" in soybean hybrids under irrigation in southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*. 80. 104–108. [in Ukrainian].

5. Senyk, I.I. (2020). Vplyv normy vysivu ta shyryny mizhriad na urozhainist soi v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. [Influence of seeding rate and row spacing on soybean yield in the Western Forest-Steppe]. *Roslynystvo ta gruntoznavstvo – Crop and soil science*. 11 (3). 43–50. doi.org/10.31548/agr2020.03.043. [in Ukrainian].

6. Marchenko, T.Yu. (2012). Minlyvist hospodarsko-tsinnnykh oznak soi v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Variability of economically valuable traits of soybeans in

the conditions of irrigation of the south of Ukraine]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of the Institute of Steppe Zone Agriculture of NAAS of Ukraine*. 3. 75–78. [in Ukrainian].

7. Didora, V.G., & Baranov, A.I. (2013). Shchilnist steblostoiu rannostyhylykh sortiv soi v Polissi Ukrainy. [Stem density of early-maturing soybean varieties in Polissya, Ukraine]. *Naukovi chytannia – 2013: naukovoteoretychnyi zbirnyk ZhNAEU. Scientific readings – 2013: scientific-theoretical collection of ZhNAEU* 1. 267–270. [in Ukrainian].

8. Malyarchuk, M.P., Tomnytsky, A.V., Malyarchuk, A.S., & Markovskaya O.E. (2019). Produktivnist soi za ryznykh sposobiv i hlybyny obrobitku gruntu ta doz dobryv u sivozmini na zroshenni [Productivity of soybeans in different methods and depths of tillage and fertilizer doses in crop rotation under irrigation]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*. 71. 100–104. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.21>. [in Ukrainian].

9. Mikheeva, O.O., Rozhkov, A.A., & Mikheev, V.G. (2019). Dynamika narostannia ploshchi lystkovoї poverkhni roslyn soi zalezno vid norm vysivu i sposobiv sivy [The dynamics of increasing the leaf surface area of soybean plants depending on sowing rates and sowing methods]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya – Bioresources and nature management*. 11 (1–2), 77–88. <https://doi.org/10.31548/bio2019.01.009>. [in Ukrainian].

10. Vozhegova, R.A., Borovik, V.O., Marchenko, T.Yu., Bidnina, I.O., & Rubtsov, D.K. (2019). Analiz rivnia zaburianenosti ahrofitotsenozu nasinnievkykh posiviv soi pid vplyvom riznoi hustoty ta doz azotnoho dobryva [Analysis of the level of weediness of agrophytocenosis of soybean seed crops under the influence of different densities and doses of nitrogen fertilizer]. *Zroshuvane zemlerobstvo: zbirnyk naukovykh prats – Irrigated agriculture: a collection of scientific papers*. 71. 150–154. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.32>. [in Ukrainian].

11. Vyshnivskiy, P.S., & Furman, O.V. (2020). Soybean productivity depending on the elements of cultivator technology in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Crop and soil science*. 11 (1). 13–22.

12. Mikheeva O.O., Rozhkov A.O., & Mikheev V.G. (2019). Vyzhyvanist roslyn soi zalezno vid kompleksnoho vplyvu sposobu sivy ta normy vysivu nasinnia v Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Survival of soybean plants depending on the complex influence of sowing method and seed sowing rate in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliynykh kultur NAAN – Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS*, 28, 130–139. DOI: 10.36710/IOC-2019-28-13. [in Ukrainian].

13. Shevnikov, M.Ya., Milenko, O.H., & Lotysh, I.I. (2018). Urozhainist sortiv soi zalezno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannya. [Yield of soybean varieties depending on the elements of cultivation technology]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy – Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*. 3. 15–21. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2018_3_4. [in Ukrainian].

14. Vozhegova, R.A., Borovik, V.O., Rubtsov, D.K., & Marchenko, T.Yu. (2018). Nasinnieva produktivnist serednostyhloho sortu soi "Sviatorhor" zalezno vid normy vysivu ta doz azotnykh dobryv v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy. [Seed productivity of medium-ripe soybean

variety "Svyatogor" depending on sowing rate and doses of nitrogen fertilizers in the conditions of irrigation of the south of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstva: zbirnyk naukovykh prats. Irrigated agriculture: a collection of scientific papers. 70. 55–59*. [in Ukrainian].

15. Dzhemesyuk, O.V., Novitskaya, N.V., & Svistunova, I.V. (2015). Vplyv pidzhyvlennia na dynamiku formuvannia ploshchi lystkovoї poverkhni posiviv soi. [Influence of fertilization on the dynamics of formation of the leaf surface area of soybean crops]. *Visn. Zhytomyr. nats. ahroekol. un-tu. – Visn. Zhytomyr. nat. agroecol. un-tu. 1.(50). 207–212*. [in Ukrainian].

16. Didur, I.M., Tsyhanskyi, V.I., Tsyhanska, O.I., Malynka, L.V., Butenko, A.O., & Klochkova, T.I. (2019). The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology. 9(1). 76–80*.

17. Ushkarenko V.O., Vozhegova R.A., Goloborodko S.P., Kokovikhin S.V (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)*. [Methods of field experiment (Irrigated agriculture)] Kherson: Hrin D.S.

Іванів М.О., Ганжа В.В. Динаміка площі листкової поверхні та урожайність сортів сої залежно від елементів технології за краплинного зрошення

Мета – встановити комплексний вплив різних варіантів густоти рослин та обробітку біопрепаратами на динаміку формування площі листкової поверхні й на рівень реалізації генетичного потенціалу зернової продуктивності сортів сої різних груп стиглості в умовах зрошення. **Методи**. Комплексне використання польового, лабораторного, математично-статистичного, розрахунково-порівняльного методів і системного аналізу. **Результати**. Проведення аналізу впливу площі листкової поверхні сортів сої за певними етапами розвитку на урожайність зерна показало, що існує сильна додатна кореляція між урожайністю та площею листків за всіма етапами розвитку рослин. Це свідчить про те, що на всіх етапах розвитку рослин сої всіх сортів необхідно технологічно забезпечувати оптимальний розвиток листкової поверхні шляхом застосування біопрепаратів і регуляції щільності агроценозу. Проте дещо більшою була залежність урожайності зерна й площі листкової поверхні на етапі «утворення бобів» (коефіцієнт кореляції становив 0,778...0,941). Цей етап є вирішальним у закладці потенційної продуктивності (кількість продуктивних бобів на рослині, кількість насінин у бобі), тому для формування оптимуму листкової поверхні на такому етапі необхідно контролювати технологічні заходи й на попередніх етапах розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей. Встановлено, що у фазі утворення бобів найбільша площа листків та урожайність була в скоростиглих сортів Діона, Монарх за густоти рослин 900 тис. рослин/га, в середньоранніх сортів Софія, Аратта найбільша площа листків та урожайність спостерігалась за густоти 700 тис. рослин/га. У середньостиглих сортів Святогор і Даная максимум асиміляційної площі листків та урожайність спостерігалась за густоти 500 тис. рослин/га, подальше підвищення густоти рослин не забезпечувало зростання показників через надмірну цено-

тичну напругу в посівах сої. **Висновки**. Для отримання максимального врожаю зерна в умовах зрошення необхідно висівати сорти сої ранньостиглої групи за густоти 900 тис. рослин/га, середньоранньої – за густоти 700 тис. рослин/га й середньостиглі сорти – за густоти 500 тис. рослин/га. Застосування біопрепарату Біо-гель підвищувало урожайність зерна сортів на 3,6–6,5%, біопрепарату Хелафіт комбі – на 7,9–12,9%.

Ключові слова: соя, площа листкової поверхні, урожайність, зерно, біопрепарати, густота рослин, групи стиглості.

Ivaniv M.O., Ganzha V.V. Dynamics of leaf surface area and yield of soybean varieties depending on the elements of technology under drip irrigation

The aim is to establish the complex influence of different variants of plant density and treatment with biological products on the dynamics of leaf surface area formation and on the level of realization of genetic potential of grain productivity of soybean varieties of different maturity groups under irrigation conditions. **Methods**. Integrated use of field, laboratory, mathematical-statistical, calculation-comparative methods and system analysis. **Results**. Analysis of the influence of the leaf surface area of soybean varieties at certain stages of development on grain yield showed that there is a strong positive correlation between yield and leaf area at all stages of plant development. This indicates that at all stages of development of soybean plants of all varieties it is necessary to technologically ensure the optimal development of the leaf surface through the use of biological products and regulation of agroecosis density. However, the dependence of grain yield and leaf surface area at the stage of "bean formation" was slightly higher (correlation coefficient was 0.778... 0.941). This stage is crucial in laying the potential productivity (the number of productive beans per plant, the number of seeds in the bean), so to form the optimum leaf surface at this stage it is necessary to control technological measures and previous stages of soybean plants depending on varietal characteristics. It was found that in the phase of bean formation the largest leaf area and yield was in precocious varieties Diona, Monarch with a plant density of 900 thousand plants / ha, in the middle-early Sofia, Aratta the largest leaf area and yield was observed at a density of 700 thousand plants/ha. In the middle-ripening Svyatogor and Danai, the maximum assimilation area of leaves and yield was observed at a density of 500 thousand plants/ha, further increase in plant density did not provide an increase in performance due to excessive coenotic stress in soybean crops. **Conclusions**. To obtain the maximum grain yield under irrigation, it is necessary to sow early soybean varieties at a density of 900 thousand plants/ha, medium-early – at a density of 700 thousand plants/ha and medium-ripe varieties – at a density of 500 thousand plants/ha. The use of the biological product Bio-gel increased the grain yield of varieties by 3.6–6.5%, the biological product Helafit-combi – by 7.9–12.9%.

Key words: soybean, leaf surface area, yield, grain, biological products, plant density, maturity groups.