

Фотосинтетична активність ранньостиглих гібридів соняшнику в умовах Лісостепу Західного

Д. М. Любицька*, Р. О. М'ялковський

ЗВО «Подільський державний університет», вул. Шевченка, 12, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., 32316, Україна, *e-mail: dcimbaluk08@gmail.com

Мета. Установити вплив норми висіву насіння та позакореневого застосування регуляторів росту на ріст і розвиток ранньостиглих гібридів соняшнику. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. на дослідних полях Науково-дослідного центру «Поділля» Подільського державного університету. У дослідженнях застосовано трифакторну схему, яка включала: гібриди соняшнику ('П62ЛЛ109', 'МАС 81К', 'ЄС Моналіза'), дві норми висіву насіння (60 і 65 тис. шт./га) та позакореневе підживлення регуляторами росту у фазі 4–6 пар листків [контроль, Деймос (1,5 л/га), Марс ELVi (0,75 л/га), Трептолем (15 мл/га)]. Вимірювали площу листової поверхні та визначали фотосинтетичні показники. **Результати.** Найвищі показники площі листової поверхні рослин соняшнику у фазі зірочки формувались у гібрида 'МАС 81К' – 33,8 тис. м²/га у середньому за роки досліджень. Дещо менші значення відзначено у гібридів 'ЄС Моналіза' і 'П62ЛЛ109' – 31,2 та 32,2 тис. м²/га відповідно. Найбільшу площу листової поверхні рослин у фазі цвітіння відзначено у варіантах поєднання норми висіву насіння 65 тис. шт./га та обробки посівів у фазі 4–6 листків регулятором росту Деймос. Зокрема, за таких умов у гібрида 'П62ЛЛ109' формувалось 42,5 тис. м²/га, 'МАС 81К' – 44,7, 'ЄС Моналіза' – 42,8 тис. м²/га. За норми висіву насіння 65 тис. шт./га та застосування регулятора росту Деймос у листках гібридів відзначено найвищі показники сумарного вмісту фотопігментів (хлорофіли *a + b*): 'П62ЛЛ109' – 6,07 мг/г, 'МАС 81К' – 6,43, 'ЄС Моналіза' – 6,01 мг/г. Застосування інших регуляторів росту також сприяло збільшенню вмісту фотопігментів, хоч і було дещо менш ефективним. **Висновки.** Найвищий фотосинтетичний потенціал у фазі цвітіння – досягання у гібрида соняшнику 'П62ЛЛ109' спостерігався за норми висіву 65 тис. шт./га та позакореневого застосування регулятора росту Деймос – 1,34 млн м²/діб. У гібридів 'МАС 81К' і 'ЄС Моналіза' за аналогічних умов ці показники становили 1,28 та 1,18 млн м²/діб відповідно. Щодо ефективності різних варіантів досліду у формуванні чистої продуктивності фотосинтезу, то найвищі її показники отримано за меншої норми висіву насіння – 60 тис. шт./га. Для гібрида 'П62ЛЛ109' за таких умов найдієвішими були обробки регуляторами росту Трептолем (4,37 г/м² за добу) та Марс ELVi (4,29 г/м² за добу), 'МАС 81К' – Марс ELVi (4,21 г/м² за добу) та Трептолем (4,17 г/м² за добу), а 'ЄС Моналіза' – Трептолем (4,87 г/м² за добу) та Деймос (4,81 г/м² за добу).

Ключові слова: гібрид; норма висіву насіння; позакореневе підживлення; регулятори росту рослин; площа листової поверхні; фотосинтетичний потенціал; чиста продуктивність фотосинтезу.

Вступ

Продуктивність рослин значною мірою визначається розмірами та ефективністю фотосинтетичної діяльності їхньої листової поверхні. Наявний тісний взаємозв'язок між урожайністю, фотосинтетичною активністю та коефіцієнтом використання сонячної енергії. Споживання та акумуляція сонячної радіації, а отже, і продуктивність посівів залежать як від розмірів асиміляційної поверхні, так і від тривалості її функціонування [1, 2].

Добре розвинена листовка поверхня сприяє інтенсивнішому накопиченню сухої речовини, тоді як її недостатній розвиток обмежує продуктивність рослин. Важливим

завданням науковців є створення таких умов, за яких листковий апарат працював би з максимальною ефективністю. Наприклад, надмірна густота посівів спричиняє затінення нижнього ярусу листків, що призводить до їхнього передчасного відмирання. Водночас у розріджених посівах листя отримує достатньо світла, проте загальна ефективність фотосинтезу залишається низькою через недостатню площу асиміляційної поверхні [3, 4].

Морфогенез листкової поверхні рослин має певні закономірності. Зокрема, у фазі 2–3 пар справжніх листків соняшнику можна спостерігати три типи листків: сім'ядольні, зародкові та листки нижнього ярусу. Перші дві-три пари листків характеризуються супротивним розташуванням, овальною формою, цільним краєм і відносно невеликими розмірами (що вчетверо менші за листки середнього ярусу). Вони також мають найнижчу інтенсивність росту. У генеративну фазу розвитку рослини формують три-чотири пари листків нижнього ярусу, після чого їхній ріст припиняється. У середньому соняшник формує 28–32 листки. На початкових етапах вегетації листкова маса становить приблизно три чверті всієї наземної біомаси. До цвітіння листкова поверхня збільшується переважно за рахунок нижніх ярусів, тоді як після цвітіння основне зростання припадає на верхні яруси [5, 6].

Вирощування ранньостиглих гібридів соняшнику ускладнюється тим, що їхній життєвий цикл обмежений 100 ± 10 діб від появи сходів до досягання. У цей короткий період фотосинтетична енергія має використовуватися максимально раціонально з огляду на фізіологічні особливості рослин [7, 8].

Під час досягання спостерігається перерозподіл азоту з листків до насіння для синтезу білка, причому середні та верхні листки відіграють вирішальну роль у забезпеченні насіння поживними речовинами. Передчасне відмирання листкового апарату внаслідок посухи чи інших несприятливих факторів негативно впливає на наповненість насіння та кінцеву продуктивність культури [9].

Формування листкової поверхні значною мірою залежить від умов мінерального живлення та забезпеченості вологою, які є одними з ключових чинників активації ростових процесів [10].

Реалізація генетичного потенціалу рослин у частині формування асиміляційного апарату потребує оптимізації просторового розміщення посівів, що можна досягнути регулюванням густоти стояння рослин. Оптимальне співвідношення між площею листкової поверхні та її просторовою орієнтацією сприяє підвищенню ефективності фотосинтетичних процесів [11].

Важливим чинником, що визначає фотосинтетичну продуктивність рослин, є наявність у листкових пластинках достатньої кількості фотосинтетичних пігментів, зокрема хлорофілів *a* та *b*. Оптимізація мінерального живлення, зокрема через позакореневі підживлення, сприяє підвищенню концентрації цих пігментів і, відповідно, ефективності фотосинтетичної діяльності [12].

Формування достатньої площі листкової поверхні та забезпечення високого вмісту фотосинтетичних пігментів є основою для оцінювання ефективності роботи листкового апарату з погляду синтезу сухої речовини, що є ключовим фактором урожайності [13].

Мета досліджень – установити вплив норми висіву насіння та позакореневого застосування регуляторів росту на ріст і розвиток ранньостиглих гібридів соняшнику.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. на дослідних полях Науково-дослідного центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», що знаходиться в умовах зони Західного Лісостепу України.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний середньосуглинковий на лесовидних суглинках. У верхньому шарі ґрунту (0–30 см) вміст гумусу (за Тюрнімом) становить 3,6–4,2 %. Вміст легкогідролізованих сполук азоту (за Корнфілдом) та рухомого фосфору (за Чиріковим) оцінюється як високий – 98–139 та 143–185 мг/кг відповідно, як і обмінного калію (за Чиріковим), що становить 153–185 мг/кг. Сума ввібраних основ

РОСЛИННИЦТВО

коливається в межах 158–209 мг-екв/кг ґрунту, гідролітична кислотність – 17–22 мг-екв/кг, а ступінь насичення основами досягає 90 %.

У 2022 році найбільші відхилення температури повітря спостерігали в період із червня до серпня. Крім того, період із квітня до липня був досить посушливим, що негативно вплинуло на формування врожаю соняшнику.

У 2023 році температура повітря у квітні та травні була нижчою за середні багаторічні значення, що уповільнювало розвиток культури. Водночас квітень характеризувався надмірною зволоженістю, тоді як у травні та червні розпочався посушливий період. Загалом чергування несприятливих і сприятливих погодних умов сприяло доброму росту й розвитку соняшнику, оскільки рослини мали можливість адаптуватися до змін кліматичних факторів без тривалого впливу екстремальних умов.

У 2024 році відносно сприятливі погодні умови весняного періоду забезпечили добрий старт розвитку рослин соняшнику. Однак у червні – серпні спостерігався тривалий жаркий період, посилений нестачею опадів у травні та червні.

Польовий трифакторний дослід закладали за такою схемою:

| Гібрид | Норма висіву насіння, тис. шт./га | Позакореневе підживлення регуляторами росту рослин у фазі 4–6 листків культури |
|---------------------------|--------------------------------------|--|
| 'П62ЛЛ109' (лінолевий) | 60 | Контроль |
| | | Деймос, 1,5 л/га |
| | | Марс ELBi, 0,75 л/га |
| | | Трептолем, 15 мл/га |
| | 65 | Контроль |
| | | Деймос, 1,5 л/га |
| | | Марс ELBi, 0,75 л/га |
| | | Трептолем, 15 мл/га |
| 'МАС 81К' (лінолевий) | 60 | Контроль |
| | | Деймос, 1,5 л/га |
| | | Марс ELBi, 0,75 л/га |
| | | Трептолем, 15 мл/га |
| | 65 | Контроль |
| | | Деймос, 1,5 л/га |
| | | Марс ELBi, 0,75 л/га |
| | | Трептолем, 15 мл/га |
| 'ЄС Моналіза' | 60 | Контроль |
| | | Деймос, 1,5 л/га |
| | | Марс ELBi, 0,75 л/га |
| | | Трептолем, 15 мл/га |
| | 65 | Контроль |
| | | Деймос, 1,5 л/га |
| | | Марс ELBi, 0,75 л/га |
| | | Трептолем, 15 мл/га |

Загальна площа елементарної ділянки – 75 м², облікової – 60 м². Повторність дослідів – трикратна.

Уміст хлорофілу визначали за допомогою екстракції етанолу з подальшим фотометричним оцінюванням зразків.

Фотосинтетичний потенціал визначали за формулою:

$$\Phi\Pi = \frac{[(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2 \dots]}{2}$$

де $L_1 + L_2$ – сума площі листя, тис. $m^2/га$; T_1, T_2 – тривалість міжфазних періодів, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2} \times T}$$

де B_1, B_2 – маса сухої речовини з $1 m^2$, г; L_1, L_2 – площа листової поверхні з $1 m^2$, m^2 ; T – тривалість періоду.

Полеві дослідження виконували за методикою Державного сортовипробування [14], статистичний аналіз результатів досліджень проводили, використовуючи програмні продукти Excel та Statistica 6.0 [15].

Результати досліджень

Проаналізуємо показники зміни площі листової поверхні досліджуваних гібридів соняшнику в розрізі років та під впливом застосовуваних агрозаходів. Оскільки рослини культури найбільш активно починають свій розвиток із фази зірочки, то цікаво виявити тенденції змін листової поверхні саме у цей період (табл. 1).

Таблиця 1

Площа листової поверхні досліджуваних гібридів соняшнику у фазі зірочки, тис. $m^2/га$ (2022–2024 рр.)

| Гібрид | Норма висіву насіння, тис. шт./га | Регулятор росту рослин | Рік | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | Середнє |
| ‘П62ЛЛ109’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 30,0 | 33,3 | 32,0 | 31,8 |
| | | Деймос | 31,4 | 34,4 | 33,5 | 33,1 |
| | | Марс ELBi | 29,5 | 33,1 | 31,0 | 31,2 |
| | | Трептолем | 30,0 | 33,3 | 31,4 | 31,6 |
| | 65 | Контроль | 30,0 | 33,5 | 31,9 | 31,8 |
| | | Деймос | 32,0 | 35,6 | 33,9 | 33,8 |
| | | Марс ELBi | 30,3 | 33,6 | 33,4 | 32,5 |
| | | Трептолем | 30,5 | 33,9 | 31,2 | 31,9 |
| ‘МАС 81К’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 31,0 | 34,3 | 32,4 | 32,5 |
| | | Деймос | 33,2 | 36,5 | 34,5 | 34,7 |
| | | Марс ELBi | 31,0 | 34,2 | 32,1 | 32,5 |
| | | Трептолем | 32,0 | 35,9 | 32,9 | 33,6 |
| | 65 | Контроль | 32,0 | 34,5 | 32,9 | 33,1 |
| | | Деймос | 34,0 | 37,2 | 34,8 | 35,3 |
| | | Марс ELBi | 31,8 | 34,8 | 34,9 | 33,9 |
| | | Трептолем | 32,7 | 35,9 | 35,1 | 34,6 |
| ‘ЄС Моналіза’ | 60 | Контроль | 29,0 | 32,8 | 30,0 | 30,6 |
| | | Деймос | 30,0 | 33,9 | 31,5 | 31,8 |
| | | Марс ELBi | 28,0 | 31,0 | 29,3 | 29,4 |
| | | Трептолем | 29,0 | 31,6 | 30,1 | 30,2 |
| | 65 | Контроль | 29,0 | 31,7 | 30,5 | 30,4 |
| | | Деймос | 32,0 | 36,0 | 35,2 | 34,4 |
| | | Марс ELBi | 29,0 | 31,1 | 30,7 | 30,3 |
| | | Трептолем | 31,0 | 34,7 | 32,3 | 32,6 |
| HIP _{0,05} | | | 0,23 | 0,20 | 0,17 | 0,21 |

Якщо проаналізувати площу листової поверхні рослин соняшнику загалом, то найменшою вона була у фазі зірочки у 2022 році – 30,8 тис. м²/га, що зумовлено переважно умовами вегетаційного періоду. Натомість найбільшу площу листя рослини мали у 2023 році – в середньому 34,0 тис. м²/га. Щодо площі листової поверхні в розрізі досліджуваних гібридів, то найменший показник мав ‘ЄС Моналіза’ – 31,2 тис. м²/га, дещо вищий ‘П62ЛЛ109’ – 32,2 тис. м²/га. Найбільшу площу листя формував гібрид ‘МАС 81К’ – 33,8 тис. м²/га. Такі схожі показники площі листової поверхні гібридів зумовлені їх подібними строками розвитку та належністю до однієї групи стиглості.

Серед досліджуваних регуляторів росту найефективнішим виявилось застосування позакореневого підживлення рослин препаратом Деймос, що сприяло збільшенню площі листя на 1,57 тис. м²/га. Інші регулятори не мали значного впливу на формування досліджуваного показника.

Зважаючи на те, що загушення рослин призводить до певної конкуренції, більша норма висіву насіння – 65 тис. шт./га виявилися більш оптимальною для досягнення високої густоти посівів соняшнику. Поєднання цієї норми висіву насіння з позакореневою обробкою рослин регулятором росту Деймос сприяло отриманню більшої площі листової поверхні в усіх гібридів соняшнику, що були включені в дослідження. Тобто площа листя формувалась як і за оптимізації умов живлення, так і підвищення конкуренції рослин.

Площа листової поверхні соняшнику у фазі цвітіння є важливою, оскільки саме в цей період рослини формують максимальну кількість листя (табл. 2).

Таблиця 2

Площа листової поверхні досліджуваних гібридів соняшнику у фазі цвітіння, тис. м²/га (2022–2024 рр.)

| Гібрид | Норма висіву насіння, тис. шт./га | Регулятор росту рослин | Рік | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | Середнє |
| ‘П62ЛЛ109’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 35,3 | 45,5 | 36,3 | 39,0 |
| | | Деймос | 37,8 | 48,4 | 38,8 | 41,7 |
| | | Марс ELBi | 35,4 | 45,5 | 35,9 | 38,9 |
| | | Трептолем | 35,4 | 45,5 | 35,6 | 38,8 |
| | 65 | Контроль | 36,7 | 46,7 | 34,9 | 39,4 |
| | | Деймос | 37,5 | 49,6 | 40,4 | 42,5 |
| | | Марс ELBi | 35,7 | 47,4 | 39,0 | 40,7 |
| | | Трептолем | 36,2 | 46,3 | 36,7 | 39,7 |
| ‘МАС 81К’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 37,0 | 47,4 | 38,5 | 41,0 |
| | | Деймос | 41,6 | 51,2 | 38,6 | 43,8 |
| | | Марс ELBi | 38,0 | 48,1 | 35,7 | 40,6 |
| | | Трептолем | 38,7 | 50,4 | 38,1 | 42,4 |
| | 65 | Контроль | 37,8 | 48,9 | 37,4 | 41,4 |
| | | Деймос | 41,2 | 52,2 | 40,7 | 44,7 |
| | | Марс ELBi | 38,4 | 49,5 | 41,0 | 43,0 |
| | | Трептолем | 38,8 | 51,4 | 40,3 | 43,5 |
| ‘ЄС Моналіза’ | 60 | Контроль | 35,8 | 46,7 | 33,1 | 38,5 |
| | | Деймос | 35,9 | 47,6 | 35,6 | 39,7 |
| | | Марс ELBi | 33,2 | 44,1 | 33,4 | 36,9 |
| | | Трептолем | 35,2 | 44,0 | 33,7 | 37,6 |
| | 65 | Контроль | 34,7 | 43,5 | 35,1 | 37,8 |
| | | Деймос | 38,1 | 50,3 | 40,1 | 42,8 |
| | | Марс ELBi | 34,2 | 43,8 | 35,5 | 37,9 |
| | | Трептолем | 37,9 | 48,0 | 37,0 | 41,0 |
| HP _{0,05} | | | 0,40 | 0,23 | 0,20 | 0,17 |

Після цвітіння їх висота залишається сталою, і додаткові листки вже не формуються. Варто відзначити, що ранньостиглі гібриди формують набагато меншу площу листя порівняно з пізньостиглими, оскільки вони раніше припиняють ріст і переходять до генеративного розвитку – формування та наливу насіння

Погодні умови 2022 та 2024 років були менш сприятливими для подальшого формування листової поверхні рослинами соняшнику – 36,9 та 37,2 тис. м²/га. Натомість у роки з кращими погодними умовами вегетаційного періоду площа листя досягала 47,6 тис. м²/га, що суттєво відрізняється від менш сприятливих періодів.

Аналізуючи різницю в показниках між гібридами, можна відзначити, що вона була мінімальною, подібно до попереднього періоду. Максимальні відхилення не перевищували 2,0 тис. м²/га, що свідчить про подібність реакції формування площі листя у гібридів соняшнику однакової стиглості.

Щодо впливу регуляторів росту, то застосування позакореневого підживлення препаратом Деймос сприяло підвищенню площі листя в середньому за роки досліджень на 2,23 тис. м²/га. Натомість обробка рослин препаратом Марс ELVi призводила до незначного зменшення площі листової поверхні – на 0,68 тис. м²/га, а показники варіантів, де посіви обробляли Трептолем, перебували в межах похибки.

Як і в попередньому періоді, кращі показники площі листової поверхні спостерігалися у варіантах досліду, де гібриди соняшнику висівали з нормою 65 тис. шт./га та обробляли їх регулятором росту Деймос. За таких умов площа листя у гібрида 'П62ЛЛ109' становила 42,5 тис. м²/га, у 'МАС 81К' – 44,7, а у 'ЄС Моноліза' – 42,8 тис. м²/га.

Уміст хлорофілів у листках досліджуваних гібридів соняшнику у фазі цвітіння є важливим показником ефективно сформованого листового апарату. Оскільки листки можуть по-різному формувати фотопігменти, ті, які менш інтенсивно освітлюються прямими сонячними променями, мають більше хлорофілу *b*, а ті, що не можуть ефективно працювати, фактично перетворюються на споживачів запасних пластичних речовин (табл. 3).

Серед усіх досліджуваних хлорофілів саме хлорофіл, що належить до групи *a*, є найважливішим з погляду масовості фотосинтезу, оскільки цей світловий фотопігмент ефективніше та швидше вловлює і засвоює сонячну енергію, ніж тіньові хлорофіли групи *b*.

У середньому за варіантами досліду вміст хлорофілу *a* в листках рослин соняшнику становив 4,09 мг/г. Водночас було зафіксовано відмінності між різними гібридами. Зокрема, у гібрида 'П62ЛЛ109' вміст хлорофілу *a* становив 4,03 мг/г, 'МАС 81К' – 4,25, а у 'ЄС Моноліза' – 3,98 мг/г.

Якщо аналізувати вплив регуляторів росту на вміст хлорофілу *a*, то всі вони сприяли підвищенню його концентрації порівняно з контролем. Зокрема, застосування Деймосу збільшувало концентрацію хлорофілу *a* на 0,55 мг/г, Марс ELVi – на 0,43, Трептолем – на 0,50 мг/г.

Щодо впливу густоти посівів, то за норми висіву насіння 60 тис. шт./га вміст хлорофілу *a* в середньому становив 4,12 мг/г, тоді як підвищення норми до 65 тис. шт./га призвело до незначного зменшення показника – на 0,06 мг/г.

На відміну від хлорофілу *a*, середній вміст хлорофілу *b* у листках соняшнику був більш ніж удвічі меншим – 1,82 мг/г: 'П62ЛЛ109' – 1,79 мг/г, 'МАС 81К' – 1,87, 'ЄС Моноліза' – 1,78 мг/г. Застосування регуляторів росту, на відміну від їх позитивного впливу на вміст хлорофілу *a*, не сприяло достовірному збільшенню вмісту хлорофілу *b* у листках рослин.

Цікаві тенденції спостерігалися також у впливі норми висіву насіння, тобто густоти посівів. Зокрема, за норми висіву 60 тис. шт./га вміст хлорофілу *b* у середньому становив 1,71 мг/г, тоді як підвищення норми до 65 тис. шт./га збільшувало цей показник на 0,22 мг/г. Це свідчить про те, що внаслідок загущення посівів більшість листків фотосинтезує в менш сприятливих умовах освітлення, що, своєю чергою, зумовлює потребу в більшій кількості хлорофілів, здатних поглинати розсіяне світло.

Загальний вміст хлорофілів у середньому по досліді становив 5,90 мг/г: 'П62ЛЛ109' – 5,82 мг/г, 'МАС 81К' – 6,12, 'ЄС Моноліза' – 5,77 мг/г.

**Уміст хлорофілів у листках досліджуваних гібридів соняшнику
у фазі цвітіння, мг/г (2022–2024 рр.)**

| Гібрид | Норма висіву насіння, тис. шт./га | Регулятор росту рослин | Уміст хлорофілів | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|----------|--------------|------------|
| | | | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>a + b</i> | <i>a/b</i> |
| ‘П62ЛЛ109’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 3,75 | 1,63 | 5,38 | 2,30 |
| | | Деймос | 4,12 | 1,74 | 5,86 | 2,37 |
| | | Марс ELBi | 4,10 | 1,72 | 5,82 | 2,38 |
| | | Трептолем | 4,10 | 1,70 | 5,80 | 2,41 |
| | 65 | Контроль | 3,74 | 1,89 | 5,63 | 1,98 |
| | | Деймос | 4,15 | 1,92 | 6,07 | 2,16 |
| | | Марс ELBi | 4,12 | 1,84 | 5,96 | 2,24 |
| | | Трептолем | 4,12 | 1,89 | 6,01 | 2,18 |
| ‘МАС 81К’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 3,96 | 1,72 | 5,68 | 2,30 |
| | | Деймос | 4,52 | 1,82 | 6,33 | 2,49 |
| | | Марс ELBi | 4,33 | 1,74 | 6,07 | 2,49 |
| | | Трептолем | 4,38 | 1,76 | 6,15 | 2,48 |
| | 65 | Контроль | 3,81 | 1,90 | 5,71 | 2,00 |
| | | Деймос | 4,42 | 2,02 | 6,43 | 2,19 |
| | | Марс ELBi | 4,30 | 2,02 | 6,32 | 2,13 |
| | | Трептолем | 4,30 | 2,00 | 6,30 | 2,15 |
| ‘ЄС Моналіза’ | 60 | Контроль | 3,54 | 1,65 | 5,19 | 2,14 |
| | | Деймос | 4,25 | 1,69 | 5,94 | 2,52 |
| | | Марс ELBi | 4,10 | 1,67 | 5,76 | 2,46 |
| | | Трептолем | 4,26 | 1,66 | 5,92 | 2,57 |
| | 65 | Контроль | 3,53 | 1,86 | 5,39 | 1,89 |
| | | Деймос | 4,03 | 1,98 | 6,01 | 2,04 |
| | | Марс ELBi | 4,05 | 1,89 | 5,94 | 2,14 |
| | | Трептолем | 4,10 | 1,88 | 5,97 | 2,18 |
| HP _{0,05} | | | 0,43 | 0,05 | 0,50 | – |

Застосування регуляторів росту сприяло значному підвищенню вмісту хлорофілу *a* та не менш суттєвому хлорофілу *b*. Зокрема, застосування препарату Деймос підвищувало сумарну концентрацію хлорофілів на 0,63 мг/г, Марс ELBi – на 0,47, Трептолем – на 0,54 мг/г.

Щодо впливу густоти посівів, то за норми висіву насіння 60 тис. шт./га концентрація загального вмісту хлорофілів у середньому становила 5,83 мг/г, тоді як підвищення норми до 65 тис. шт./га збільшувало концентрацію на 0,15 мг/г, що було зумовлено зростанням кількості хлорофілу *b*.

Таким чином, незалежно від гібридного складу, вища норма висіву насіння соняшнику сприяла підвищенню загальної концентрації фотопігментів. Зокрема, за норми висіву 65 тис. шт./га та обробки посівів регулятором росту Деймос сумарна концентрація хлорофілів у гібрида ‘П62ЛЛ109’ становила 6,07 мг/г, ‘МАС 81К’ – 6,43, ‘ЄС Моналіза’ – 6,01 мг/г. Отримані показники відповідали найвищим рівням концентрації в досліді, хоча й інші регулятори росту також сприяли підвищенню вмісту фотопігментів у листках рослин.

Аналізуючи співвідношення хлорофілу *a* до *b* було встановлено, що воно було найкращим в усіх досліджуваних гібридів у разі обробки посівів регуляторами росту та норми висіву насіння 60 тис. шт./га. За збільшення густоти посівів спостерігалось зростання концентрації хлорофілу *b*.

Також варто розглянути фотосинтетичний потенціал досліджуваних гібридів соняшнику в період від цвітіння до досягання, як важливий чинник оптимізації процесів фотосинтезу у другій половині вегетації (табл. 4).

Таблиця 4

**Фотосинтетичний потенціал досліджуваних гібридів соняшнику
в період цвітіння – досягання, млн м²/діб (2022–2024 рр.)**

| Гібрид | Норма висіву насіння, тис. шт./га | Регулятор росту рослин | Рік | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | Середнє |
| ‘П62ЛЛ109’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 1,08 | 1,38 | 1,09 | 1,18 |
| | | Деймос | 1,18 | 1,49 | 1,19 | 1,29 |
| | | Марс ELBi | 1,07 | 1,34 | 1,07 | 1,16 |
| | | Трептолем | 1,08 | 1,38 | 1,04 | 1,17 |
| | 65 | Контроль | 1,10 | 1,44 | 1,10 | 1,22 |
| | | Деймос | 1,18 | 1,58 | 1,26 | 1,34 |
| | | Марс ELBi | 1,09 | 1,46 | 1,20 | 1,25 |
| | | Трептолем | 1,13 | 1,44 | 1,12 | 1,23 |
| ‘МАС 81К’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 1,02 | 1,31 | 1,06 | 1,13 |
| | | Деймос | 1,16 | 1,45 | 1,10 | 1,23 |
| | | Марс ELBi | 1,04 | 1,36 | 1,02 | 1,14 |
| | | Трептолем | 1,06 | 1,38 | 1,10 | 1,18 |
| | 65 | Контроль | 1,08 | 1,38 | 1,06 | 1,17 |
| | | Деймос | 1,16 | 1,52 | 1,17 | 1,28 |
| | | Марс ELBi | 1,09 | 1,39 | 1,14 | 1,21 |
| | | Трептолем | 1,11 | 1,44 | 1,17 | 1,24 |
| ‘ЄС Моналіза’ | 60 | Контроль | 0,91 | 1,23 | 0,85 | 1,00 |
| | | Деймос | 0,96 | 1,34 | 0,94 | 1,08 |
| | | Марс ELBi | 0,86 | 1,20 | 0,85 | 0,97 |
| | | Трептолем | 0,90 | 1,17 | 0,86 | 0,98 |
| | 65 | Контроль | 0,92 | 1,17 | 0,92 | 1,00 |
| | | Деймос | 1,05 | 1,42 | 1,05 | 1,18 |
| | | Марс ELBi | 0,95 | 1,20 | 0,96 | 1,04 |
| | | Трептолем | 1,00 | 1,32 | 0,97 | 1,10 |

Установлено, що у фазі від цвітіння до досягання фотосинтетичний потенціал (ФП) посівів, аналогічно до попереднього облікового періоду, істотно відрізнявся залежно від року досліджень. Найнижчі показники спостерігалися у 2022 та 2024 роках – 1,05 млн м²/діб, тоді як найсприятливіші умови склалися у 2023 році – 1,37 млн м²/діб.

Подібно до попереднього періоду формування ФП досліджуваних гібридів соняшнику, середні значення за роки досліджень становили: ‘П62ЛЛ109’ – 1,23 млн м²/діб, ‘МАС 81К’ – 1,20, ‘ЄС Моналіза’ – 1,04 млн м²/діб. Усі без винятку гібриди реагували аналогічно: у сприятливий рік формували вищий рівень ФП, а в несприятливі – нижчий.

Подібні тенденції було встановлено й щодо впливу обробки рослин регуляторами росту. Застосування препарату Деймос сприяло лише незначному підвищенню ФП. Зокрема, у 2022 році цей показник зріс на 0,10 млн м²/діб порівняно з контрольним варіантом, у 2023-му – на 0,12, у 2024 році – на 0,07 млн м²/діб.

Аналогічно до попереднього періоду обліку було встановлено, що найвищий ФП у гібрида соняшнику ‘П62ЛЛ109’ отримано за норми висіву насіння 65 тис. шт./га та позакореневої обробки регулятором росту Деймос – 1,34 млн м²/діб. Подібні умови вирощування гібридів ‘МАС 81К’ і ‘ЄС Моналіза’ сприяли підвищенню ФП до 1,28 та 1,18 млн м²/діб відповідно.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – це показник, що характеризує ефективність накопичення сухої речовини, враховуючи роботу одиниці фотосинтетичної поверхні посівів і тривалість її функціонування. Він дає змогу виявити слабкі місця та оцінити загальну ефективність вирощування. Тому проаналізуємо також дані щодо ЧПФ гібридів соняшнику у період цвітіння — досягання, що відповідає стадії генеративного розвитку рослин (табл. 5).

Таблиця 5

**Чиста продуктивність фотосинтезу гібридів соняшнику
в період цвітіння – досягання, г/м² за добу (2022–2024 рр.)**

| Гібрид | Норма висіву насіння, тис. шт./га | Регулятор росту рослин | Рік | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------|------|------|---------|
| | | | 2022 | 2023 | 2024 | Середнє |
| ‘П62ЛЛ109’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 4,11 | 3,97 | 4,12 | 4,07 |
| | | Деймос | 4,22 | 4,19 | 3,98 | 4,13 |
| | | Марс ELBi | 4,28 | 4,35 | 4,25 | 4,29 |
| | | Трептолем | 4,37 | 4,36 | 4,70 | 4,48 |
| | 65 | Контроль | 3,99 | 4,01 | 3,74 | 3,91 |
| | | Деймос | 4,07 | 4,22 | 3,95 | 4,08 |
| | | Марс ELBi | 4,14 | 4,22 | 3,80 | 4,05 |
| | | Трептолем | 4,05 | 4,22 | 4,35 | 4,21 |
| ‘МАС 81К’ (лінолевий) | 60 | Контроль | 4,26 | 4,07 | 4,03 | 4,12 |
| | | Деймос | 4,33 | 4,29 | 3,84 | 4,15 |
| | | Марс ELBi | 4,34 | 4,09 | 4,20 | 4,21 |
| | | Трептолем | 4,25 | 4,05 | 4,22 | 4,17 |
| | 65 | Контроль | 3,90 | 4,22 | 3,90 | 4,01 |
| | | Деймос | 4,14 | 4,28 | 4,04 | 4,15 |
| | | Марс ELBi | 4,02 | 4,23 | 3,57 | 3,94 |
| | | Трептолем | 4,01 | 4,20 | 3,77 | 3,99 |
| ‘ЄС Моналіза’ | 60 | Контроль | 4,85 | 4,44 | 4,99 | 4,76 |
| | | Деймос | 4,92 | 4,41 | 5,11 | 4,81 |
| | | Марс ELBi | 5,06 | 4,64 | 4,54 | 4,75 |
| | | Трептолем | 4,97 | 4,66 | 4,98 | 4,87 |
| | 65 | Контроль | 4,58 | 4,79 | 4,60 | 4,66 |
| | | Деймос | 4,32 | 4,30 | 4,20 | 4,27 |
| | | Марс ELBi | 4,47 | 4,78 | 4,53 | 4,59 |
| | | Трептолем | 4,38 | 4,40 | 4,68 | 4,49 |

У середньому за роки досліджень у генеративний період розвитку соняшнику чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) у 2022 році становила 4,34 г/м² за добу, що було близьким до значення 2023-го (4,31 г/м² за добу). Найнижчий показник зафіксовано у 2024 році – 4,25 г/м² за добу.

Серед досліджуваних гібридів соняшнику середній рівень ЧПФ становив: ‘П62ЛЛ109’ – 4,15 г/м² за добу, ‘МАС 81К’ – 4,09, ‘ЄС Моналіза’ – 4,65 г/м² за добу.

За середнього значення ЧПФ 4,30 г/м²·добу спостерігається значна варіабельність показників, що підтверджує важливість другої половини вегетації для продуктивності соняшнику. Саме на цьому етапі не лише реалізується генетичний потенціал гібрида, а й утворюється приблизно вдвічі більше сухої речовини порівняно з фазою активного росту вегетативної маси.

Щодо ефективності різних варіантів досліду, то вищі показники ЧПФ отримано за меншої густоти посіву, тобто норми висіву насіння 60 тис. шт./га. Це пояснюється технічною ефективністю: менша кількість рослин зменшує загальну площу листкового апарату, що підвищує ефективність фотосинтезу на одиницю площі. Водночас відсутність значного

зниження ЧПФ за збільшення густоти свідчить про оптимальність вибраних параметрів. Зокрема, за норми висіву насіння 65 тис. шт./га ЧПФ становила 4,20 г/м² за добу, а за 60 тис. шт./га – 4,40 г/м² за добу.

Аналіз впливу обробки посівів регуляторами росту для різних гібридів показав такі результати. Для гібрида 'П62ЛЛ109' найбільш ефективними були обробки регулятором росту Трептолем (4,37 г/м² за добу) та Марс ELBi (4,29 г/м² за добу), 'МАС 81К' – Марс ELBi (4,21 г/м² за добу) та Трептолем (4,17 г/м² за добу), а 'ЄС Моноліза' – Трептолем (4,87 г/м² за добу) та Деймос (4,81 г/м² за добу).

Висновки

Найвищі показники площі листової поверхні рослин соняшнику у фазі зірочки формувались у гібрида 'МАС 81К' – у середньому за роки досліджень 33,8 тис. м²/га. Дещо менші значення були в гібридів 'ЄС Моноліза' і 'П62ЛЛ109' – 31,2 та 32,2 тис. м²/га відповідно.

Найбільшу площу листової поверхні рослин у фазі цвітіння відзначено у варіантах поєднання норми висіву насіння 65 тис. шт./га та обробки посівів у фазі 4–6 листків регулятором росту Деймос. Зокрема, за таких умов у гібрида 'П62ЛЛ109' формувалось 42,5 тис. м²/га, 'МАС 81К' – 44,7, 'ЄС Моноліза' – 42,8 тис. м²/га.

За норми висіву насіння 65 тис. шт./га та застосування регулятора росту Деймос у листках гібридів відзначено найвищі показники сумарного вмісту фотопігментів (хлорофіли $a + b$): 'П62ЛЛ109' – 6,07 мг/г, 'МАС 81К' – 6,43, 'ЄС Моноліза' – 6,01 мг/г. Застосування інших регуляторів росту також сприяло збільшенню вмісту фотопігментів, хоч і було дещо менш ефективним.

Найвищий фотосинтетичний потенціал у фазі цвітіння – досягання у гібрида соняшнику 'П62ЛЛ109' спостерігався за норми висіву 65 тис. шт./га та позакореневого застосування регулятора росту Деймос – 1,34 млн м²/діб. У гібридів 'МАС 81К' і 'ЄС Моноліза' за аналогічних умов ці показники становили 1,28 та 1,18 млн м²/діб відповідно.

Щодо ефективності різних варіантів досліду у формуванні чистої продуктивності фотосинтезу, то найвищі її показники отримано за меншої норми висіву насіння – 60 тис. шт./га. Для гібрида 'П62ЛЛ109' за таких умов найдієвішими були обробки регулятором росту Трептолем (4,37 г/м² за добу) та Марс ELBi (4,29 г/м² за добу), 'МАС 81К' – Марс ELBi (4,21 г/м² за добу) та Трептолем (4,17 г/м² за добу), а 'ЄС Моноліза' – Трептолем (4,87 г/м² за добу) та Деймос (4,81 г/м² за добу).

Використана література

1. Abdelgadir H. A., Jäger A. K., Johnson S. D., Staden J. V. Influence of plant growth regulators on flowering, fruiting, seed oil content, and oil quality of *Jatropha curcas*. *South African Journal of Botany*. 2010. Vol. 76, Iss. 3. P. 440–446. doi: 10.1016/j.sajb.2010.02.088
2. Asli S., Neumann P. M. Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. *Plant Soil*. 2010. Vol. 336, Iss. 1. P. 313–322. doi: 10.1007/s11104-010-0483-2
3. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 2014. Vol. 383, Iss. 1. P. 3–41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
4. Canellas L. P., Olivares F. L., Okorokaova-Façanha A. L., Façanha A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*. 2002. Vol. 130, Iss. 4. P. 1951–1957.
5. Carey D., Whipker B., McCall I., Buhler W. Cytokinin based PGR affects growth of vegetative petunia. *Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America* (San Francisco, 3–7 August 2008). San Francisco : Plant Growth Regulation Society of America, 2008. P. 101–109.
6. Cimrin K. M., Önder T., Turan M., Burcu T. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. *African Journal of Biotechnology*. 2010. Vol. 9, Iss. 36. P. 5845–5851.

7. Ernst D., Kovar M., Černý I. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17, Iss. 4. P. 998–1012. doi: 10.5513/JCEA01/17.4.1804
8. Jung J., Rademacher W. Plant growth regulating chemicals – cereal grains. *Plant Growth Regulating Chemicals* / L. G. Nickell (Ed.). Boca Raton : CRC Press, 2018. Vol. 2. P. 253–271.
9. Knapowski T., Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereżny J. Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2015. Vol. 17, Iss. 6. P. 1559–1569.
10. Mátyás M., Černý I., Marek K. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield-forming elements influenced by year weather conditions and applications of biological preparations Terra-Sorb and Unicum. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2014. Vol. 3, Iss. 3. P. 131–133.
11. Mercer K. L., Wyse D. L., Andow D. A., Shaw R. G. Stress and domestication traits increase the relative fitness of crop–wild hybrids in sunflower. *Ecology Letters*. 2007. Vol. 10, Iss. 5. P. 383–393. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01029.x
12. Mercer K. L., Wyse D. L., Shaw R. G. Effects of competition on the fitness of wild and crop-wild hybrid sunflower from a diversity of wild populations and crop lines. *Evolution*. 2006. Vol. 60, Iss. 10. P. 2044–2055. doi: 10.1111/j.0014-3820.2006.tb01842.x
13. Rajala A., Peltonen-Sainio P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agronomy Journal*. 2001. Vol. 93, Iss. 4. P. 936–943. doi: 10.2134/agronj2001.934936x
14. Ткачик С. О., Присяжнюк О. І., Лещук Н. В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с.
15. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.

References

1. Abdelgadir, H. A., Jäger, A. K., Johnson, S. D., & Staden, J. V. (2010). Influence of plant growth regulators on flowering, fruiting, seed oil content, and oil quality of *Jatropha curcas*. *South African Journal of Botany*, 76(3), 440–446. doi: 10.1016/j.sajb.2010.02.088
2. Asli, S., & Neumann, P. M. (2010). Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. *Plant and Soil*, 336(1), 313–322. doi: 10.1007/s11104-010-0483-2
3. Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1), 3–41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8
4. Canellas, L. P., Olivares, F. L., Okorokaova-Façanha, A. L., & Façanha, A. R. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*, 130(4), 1951–1957.
5. Carey, D., Whipker, B., McCall, I., & Buhler, W. (2008). Cytokinin based PGR affects growth of vegetative petunia. In *Proceedings of the 35th Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America (San Francisco, 3–7 August 2008)* (pp. 101–109). San Francisco: Plant Growth Regulation Society of America.
6. Cimrin, K. M., Önder, T., Turan, M., & Burcu, T. (2010). Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. *African Journal of Biotechnology*, 9, 5845–5851.
7. Ernst, D., Kovar, M., & Černý, I. (2016). Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower. *Journal of Central European Agriculture*, 17(4), 998–1012. doi: 10.5513/JCEA01/17.4.1804
8. Jung, J., & Rademacher, W. (2018). Plant growth regulating chemicals – cereal grains. In L. G. Nickell (Ed.), *Plant Growth Regulating Chemicals* (Vol. 2, pp. 253–271). Boca Raton: CRC Press.
9. Knapowski, T., Szczepanek, M., Wilczewski, E., & Pobereżny, J. (2015). Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(6), 1559–1569.
10. Mátyás, M., Černý, I., & Marek, K. (2014). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield-forming elements influenced by year weather conditions and applications of biological preparations Terra-Sorb and Unicum. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3(3), 131–133.

11. Mercer, K. L., Wyse, D. L., Andow, D. A., & Shaw, R. G. (2007). Stress and domestication traits increase the relative fitness of crop-wild hybrids in sunflower. *Ecology Letters*, 10(5), 383–393. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01029.x

12. Mercer, K. L., Wyse, D. L., & Shaw, R. G. (2006). Effects of competition on the fitness of wild and crop-wild hybrid sunflower from a diversity of wild populations and crop lines. *Evolution*, 60(10), 2044–2055. doi: 10.1111/j.0014-3820.2006.tb01842.x

13. Rajala, A., & Peltonen-Sainio, P. (2001). Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agronomy Journal*, 93(4), 936–943. doi: 10.2134/agronj2001.934936x

14. Tkachyk, S. O., Prysiazhniuk, O. I., & Leshchuk, N. V. (2016). *Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for distribution suitability in Ukraine. General part* (4th ed., revised and expanded). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]

15. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in Statistica 6.0*. Kyiv: PolihrafKonsal'tynh. [In Ukrainian]

UDC 633.854.78:631.5(477.43)

Liubyt'ska, D. M.*, & **Mialkovskiy, R. O.** (2024). Photosynthetic activity of early-ripening sunflower hybrids in the Western Forest-Steppe. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 32, 37–48. <https://doi.org/10.47414/np.32.2024.322357> [In Ukrainian]

HEI “Podillia State University”, 12 Shevchenko St., Kamianets-Podil'skiy, Khmelnytskyi region, 32316, Ukraine, *e-mail: dcimbaluk08@gmail.com

Purpose. To determine the impact of seeding rates and foliar application of growth regulators on the growth and development of early-ripening sunflower hybrids. **Methods.** The research was conducted from 2022 to 2024 on the experimental fields of the Scientific Research Center Podillia of the Podillia State University. A three-factor scheme was used in the studies, which included: sunflower hybrids (‘P62LL109’, ‘MAS 81K’, ‘YeS Monaliza’), two seeding rates (60,000 and 65,000 seeds/ha), and foliar application of growth regulators at the four to six leaf stage [control, Deimos (1.5 l/ha), Mars ELBi (0.75 l/ha), Treptolem (15 ml/ha)]. The leaf area was measured, and photosynthetic parameters of the plants were determined. **Results.** The highest leaf area values for sunflower plants in the star leaf stage were observed in the hybrid ‘MAS 81K’ – 33.8 thousand m²/ha on average over the years of research. Slightly lower values were noted in the hybrids ‘YeS Monaliza’ and ‘P62LL109’ – 31.2 and 32.2 thousand m²/ha, respectively. The largest leaf area in the flowering stage was observed in the variants with a seeding rate of 65,000 seeds/ha and treatment with the growth regulator Deimos in the four-leaf stage. Specifically, under these conditions, the hybrid ‘P62LL109’ formed leaf area of 42.5 thousand m²/ha, ‘MAS 81K’ – 44.7, and ‘YeS Monaliza’ – 42.8 thousand m²/ha. With a seeding rate of 65,000 seeds/ha and the application of the growth regulator Deimos, the highest total content of photopigments (chlorophylls a + b) in the leaves of hybrids was 6.07 mg/g in ‘P62LL109’, 6.43 in ‘MAS 81K’, and 6.01 mg/g in ‘YeS Monaliza’. The application of other growth regulators also contributed to an increase in the content of photopigments, although they were slightly less effective. **Conclusions.** The highest photosynthetic potential in the flowering and ripening stages was observed in the hybrid ‘P62LL109’ at a seeding rate of 65,000 seeds/ha and foliar application of the growth regulator Deimos – 1.34 million m²/days. For hybrids ‘MAS 81K’ and ‘YeS Monaliza’ under similar conditions, these values were 1.28 and 1.18 million m²/days, respectively. In terms of the efficiency of different experimental variants in forming the net photosynthetic productivity, the highest indicators were achieved at a lower seeding rate of 60,000 seeds/ha. For the hybrid ‘P62LL109’, under these conditions, the most effective treatments were with the growth regulator Treptolem (4.37 g/m²·day) and Mars ELBi (4.29 g/m²·day), for ‘MAS 81K’ – Mars ELBi (4.21 g/m²·day) and Treptolem (4.17 g/m²·day), and for ‘YeS Monaliza’ – Treptolem (4.87 g/m²·day) and Deimos (4.81 g/m²·day).

Keywords: hybrid; seeding rate; foliar application; growth regulators; leaf area; photosynthetic potential; net photosynthetic productivity.

Надійшла / Received 25.11.2024

Погоджено до друку / Accepted 05.02.2025