

УДК 633.854.78:631.5(477.43)

## Ріст і розвиток ранньостиглих гібридів соняшнику під впливом густоти та регуляторів росту

 Д. М. Любицька

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

**Мета.** Визначити вплив густоти посівів та позакореневого застосування регуляторів росту рослин 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: три 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 ELBi (0,75 л/га), Трептолем (15 мл/га)]. Визначали густоту рослин на час збирання, тривалість вегетаційного періоду та біометричні показники рослин. **Результати.** За норми висіву насіння 60 тис. шт./га фактична густина рослин на час збирання становила 55,6 тис. шт./га, тоді як за норми 65 тис. шт./га – 59,7 тис. шт./га. У середньому за гібридами: 'П62ЛЛ109' – 57,6 тис. шт./га, 'МАС 81К' – 58,0 та 'ЄС Моналіза' – 57,4 тис. шт./га. Найвищу збереженість рослин забезпечувало застосування регулятора росту Деймос, де приріст проти контрольного варіанту становив 2,30 тис. шт./га. Друге місце за ефективністю посідав Трептолем – 1,31 тис. шт./га. Середня тривалість вегетаційного періоду за три роки досліджень становила 100 діб, зокрема в розрізі гібридів: 'П62ЛЛ109' – 105, 'МАС 81К' – 99 та 'ЄС Моналіза' – 96 діб. Оброблення посівів регулятором росту Деймос подовжувало вегетаційний період на три доби, Трептолем – на одну, тоді як Марс ELBi не впливав на його тривалість. Застосування регулятора росту Деймос збільшувало висоту рослин у фазі зірочки на 0,44 см, що, однак, було в межах похибки досліду. Інші регулятори не мали статистично значущого впливу на рослини. Загалом за роки досліджень середня по досліду висота рослин у фазі зірочки була 45,5 см, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 44,0 см, 'МАС 81К' – 46,4, 'ЄС Моналіза' – 46,2 см. **Висновки.** Застосування регуляторів росту не мало суттєвого впливу на показники висоти рослин у фазі цвітіння (прирости в межах 0,61–2,9 см). У середньому за три роки висота рослин соняшнику становила 177,3 см, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 171,2 см, 'МАС 81К' – 180,8, 'ЄС Моналіза' – 179,9 см. Найбільший діаметр кошика у гібридів 'П62ЛЛ109' (16,5 см) та 'ЄС Моналіза' (17,3 см) відзначено у варіанті з нормою висіву насіння 60 тис. шт./га та внесенні регулятора росту Трептолем, а в 'МАС 81К' – Деймос за обох досліджуваних норм висіву (20,7 см).

**Ключові слова:** гібрид; регулятор росту; позакореневе підживлення; густина рослин; тривалість вегетаційного періоду; висота рослин; діаметр кошика.

### Вступ

Ріст і розвиток рослин – це багатогранні процеси, що забезпечують реалізацію їхнього генетичного потенціалу саморозмноження, а в разі культурного вирощування – отримання високого та якісного врожаю [1, 2].

Різні гібриди соняшнику демонструють значні відмінності за такими характеристиками, як енергія початкового росту, тривалість і послідовність фаз розвитку, час досягнення стиглості, морфологічні параметри, урожайність та якісні показники продукції. Водночас навіть у межах одного гібрида ці показники можуть змінюватися залежно від кліматичних і технологічних умов вирощування. Реалізація біологічного потенціалу рослин визначається як їх генетичними особливостями, так і впливом навколишнього середовища. Оптимізація умов на кожному етапі онтогенезу є критичною, оскільки недоліки попередніх етапів неможливо компенсувати в

подальшому. Тому важливо досліджувати специфіку ростових процесів саме в контексті взаємодії з елементами агротехніки та природно-кліматичними факторами [3–5].

Одним із пріоритетних напрямів сучасної науки є пошук і використання нових фізіологічно активних сполук або їхніх композицій, здатних підвищувати фотосинтетичну активність, якість та врожайність, а також посилювати природну стійкість рослин до посухи, температурного стресу, збудників хвороб та здатність до симбіотичної фіксації азоту. Зростаючий попит на регулятори росту підкреслює їхню важливість для розв'язання актуальних завдань фізіології та біотехнології рослин. Адже незначні за нормами внесення препарати можуть суттєво змінити перебіг фізіологічних процесів, що сприяє підвищенню ефективності вирощування культури [6, 7].

При дослідженні фізіологічно активних сполук особливу увагу слід приділяти фітогормонам та їх синтетичним аналогам, а також їхньому впливу на фізіологічні процеси рослин. Доведено, що фітогормони відіграють важливу сигнальну функцію та значно впливають на адаптаційні властивості рослин у відповідь на стресові чинники. Наприклад, у разі стресу в рослин підвищується рівень абсцизової кислоти (АБК), яка є антагоністом цитокінінів, гіберелінів та ауксинів. Однією з поширених реакцій рослин на стресові умови (тепловий стрес, посуха, холод або засолення) є зниження концентрації цитокінінів. Водночас оброблення рослин цитокінінами сприяє корекції гормонального балансу, що підвищує їхню стійкість до стресу. Отже, питання вивчення впливу фізіологічно активних сполук слід проводити з урахуванням погодних умов років досліджень, оскільки за сприятливих кліматичних умов ефективність регуляторів росту буде нижчою або практично відсутньою [8–10].

Дослідження показали, що цитокініни відіграють ключову роль у пристосуванні рослин до стресових умов. Доведено, що фітогормони утворюють єдину регуляторну систему, яка координує ростові та метаболічні процеси, забезпечуючи як внутрішній розвиток рослин, так і адаптацію до зовнішніх впливів через синергічну або антагоністичну взаємодію [11].

У соняшнику є тісний кореляційний зв'язок між тривалістю вегетаційного періоду, загальною фітомасою та рівнем урожаю. Загальна фітомаса залежить від таких характеристик, як густота, висота рослин, облистяність, діаметр стебла, а на пізніших етапах – діаметр і маса кошика. Висота рослин є важливою морфобіологічною ознакою, яка демонструє реакцію рослин на зміни умов вирощування. Фаза цвітіння є ключовим етапом росту й розвитку, коли рослини досягають максимальної висоти і формують найбільшу наземну масу [2, 12].

**Мета досліджень** – визначити вплив густоти посівів та позакореневого застосування регуляторів росту рослин на ріст і розвиток ранньостиглих гібридів соняшнику.

### **Матеріали та методика досліджень**

Польові дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. на полях дослідного поля Науково-дослідний центр «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний середньосуглинковий на лесовидних суглинках. У верхньому шарі ґрунту (0–30 см) уміст гумусу (за Тюрнімом) становить 3,6–4,2 %. Уміст 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 коливається в межах 158–209 мг-екв/кг ґрунту, гідролітична кислотність – 17–22 мг-екв/кг, а ступінь насичення основами досягає 90 %.

У досліді застосовано трифакторну схему, яка включала: три гібриди соняшнику ('П62ЛЛ109', 'МАС 81К', 'ЄС Моаліза'), 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 ELBi (0,75 л/га), Трептолем (15 мл/га)].

Загальна площа елементарної ділянки становила 75 м<sup>2</sup>, облікової – 60 м<sup>2</sup>. Повторність – трикратна.

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 (рис. 1, 2).

В умовах 2023 року за температурою повітря квітень та травень були прохолодними, що пригальмовувало розвиток соняшнику, проте у квітні було значно вологіше за норму і лише в травні та червні розпочався посушливий період.

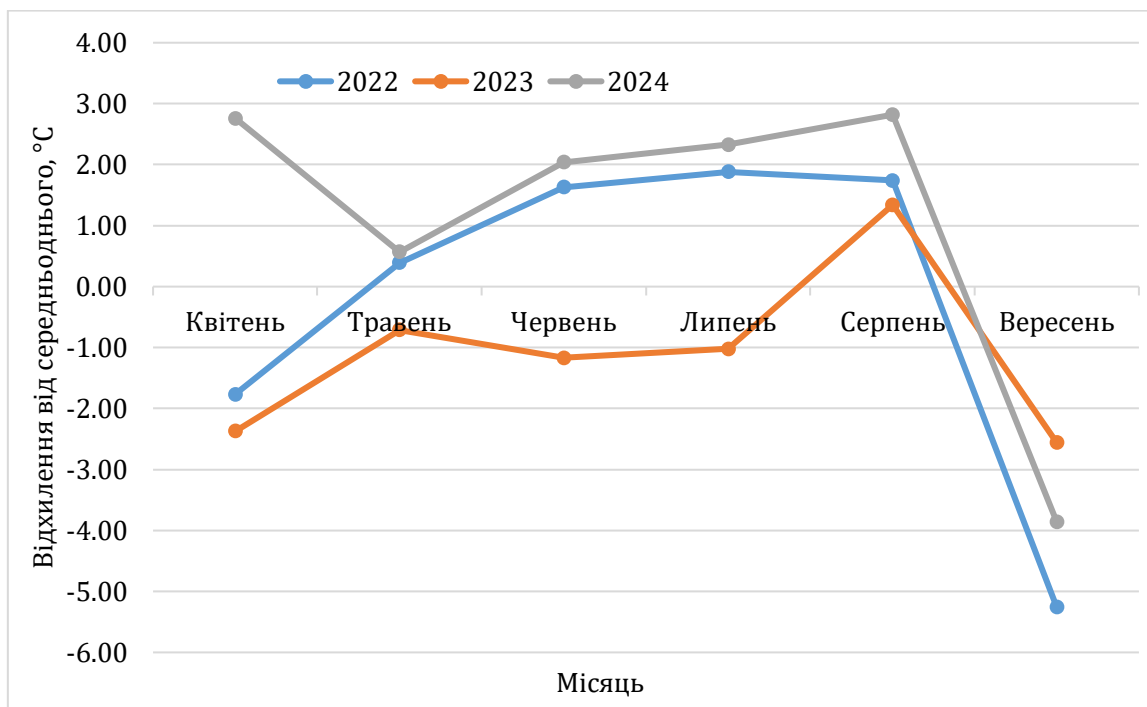


Рис. 1. Відхилення середньодобових температур повітря до середньобаторічних показників (2022–2024 рр.)

Загалом чергування несприятливих та оптимальних умов сприяло гарному росту й розвитку соняшнику. Адже рослини встигали адаптуватись до зміни умов і не було затяжних періодів впливу екстремальних факторів середовища.

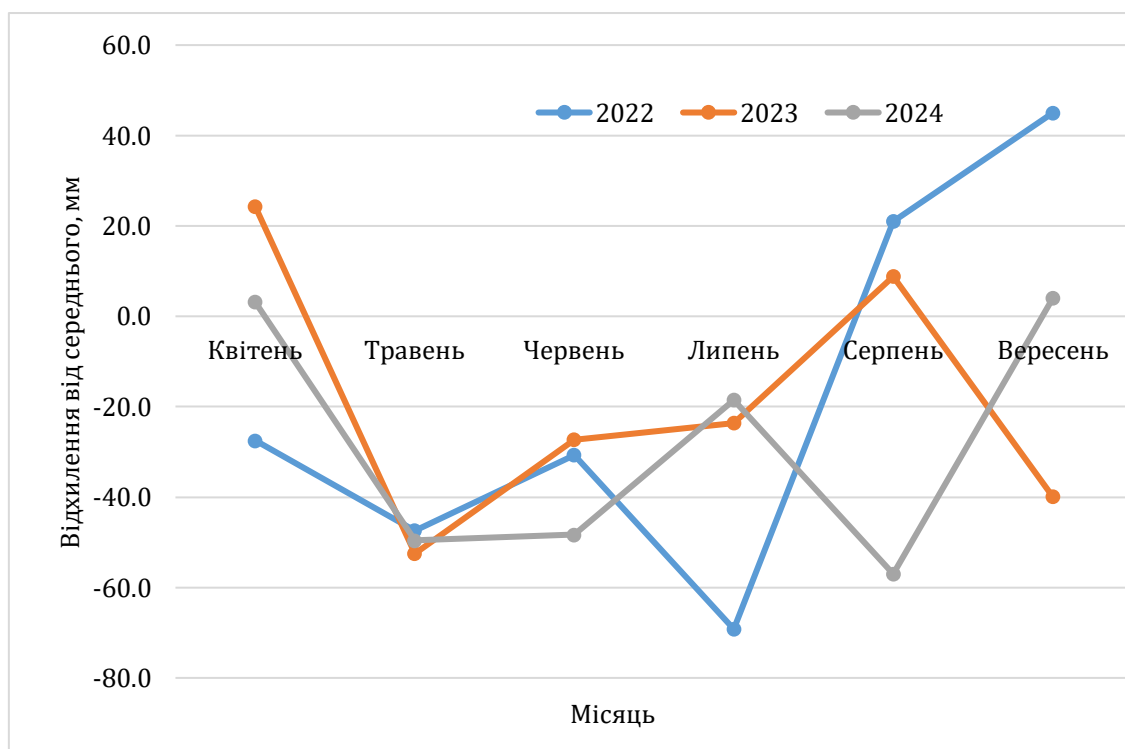


Рис. 2. Відхилення кількості опадів від середньобаторічних показників (2022–2024 рр.)

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.

Польові дослідження виконували за методикою Державного сорто випробування [13]. Статистичний аналіз результатів досліджень проводили, використовуючи програмні продукти Excel та Statistica 6.0 [14].

### Результати дослідження

У роки досліджень спостерігались коливання передзбиральної густоти посівів соняшнику, зумовлені передусім умовами вегетаційних періодів. Найменша середня густина рослин була зафіксована у 2024 році – 56,3 тис. шт./га, тоді як у 2023 році, за сприятливіших умов і меншого випадання рослин, вона становила 59,9 тис. шт./га (табл. 1).

Таблиця 1

**Густина посівів гібридів соняшнику на час збирання, тис. рослин/га (2022–2024 рр.)**

Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Регулятор росту рослин	Рік			
			2022	2023	2024	Середнє
'П62ЛЛ109' (лінолевий)	60	Контроль	53,4	56,2	52,8	54,1
		Деймос	55,8	59,0	55,3	56,7
		Марс ELVi	54,6	57,6	54,2	55,5
		Трептолем	55,2	57,9	54,6	55,9
	65	Контроль	57,3	60,3	56,9	58,2
		Деймос	59,9	62,7	59,2	60,6
		Марс ELVi	58,5	61,7	58,0	59,4
		Трептолем	59,3	62,2	58,7	60,1
'МАС 81К' (лінолевий)	60	Контроль	54,0	56,9	53,4	54,8
		Деймос	56,1	59,5	55,6	57,0
		Марс ELVi	55,1	58,1	54,4	55,9
		Трептолем	54,9	58,0	54,7	55,9
	65	Контроль	58,4	61,2	57,7	59,1
		Деймос	59,9	63,2	59,7	60,9
		Марс ELVi	59,2	62,4	58,7	60,1
		Трептолем	59,0	62,8	59,0	60,3
'ЄС Моналіза'	60	Контроль	53,6	56,5	53,2	54,4
		Деймос	55,7	58,6	55,0	56,4
		Марс ELVi	54,6	57,2	54,2	55,3
		Трептолем	54,7	57,6	54,0	55,4
	65	Контроль	57,3	60,4	56,8	58,2
		Деймос	59,8	62,8	59,0	60,5
		Марс ELVi	58,6	62,1	57,9	59,5
		Трептолем	58,6	61,9	57,9	59,5
H <sub>P</sub> 0,05			0,83	0,90	1,0	0,95

Якщо проаналізувати зміни густоти посівів загалом по гібридах, то всі вони подібним чином реагували на погодні умови вегетаційних періодів. Зокрема, у 'П62ЛЛ109' та 'ЄС Моналіза' густина була дещо нижчою за середню по досліді, тоді як у 'МАС 81К' вона перевищувала середнє значення на 0,27–0,37 тис. шт./га.

Застосування регуляторів росту сприяло збереженню рослин упродовж вегетації. Найвищу ефективність продемонстрував препарат Деймос, забезпечивши переваги проти контролю на 2,21 тис. шт./га у 2022-му, 2,50 – у 2023-му та 2,19 тис. шт./га – у 2024 роках.

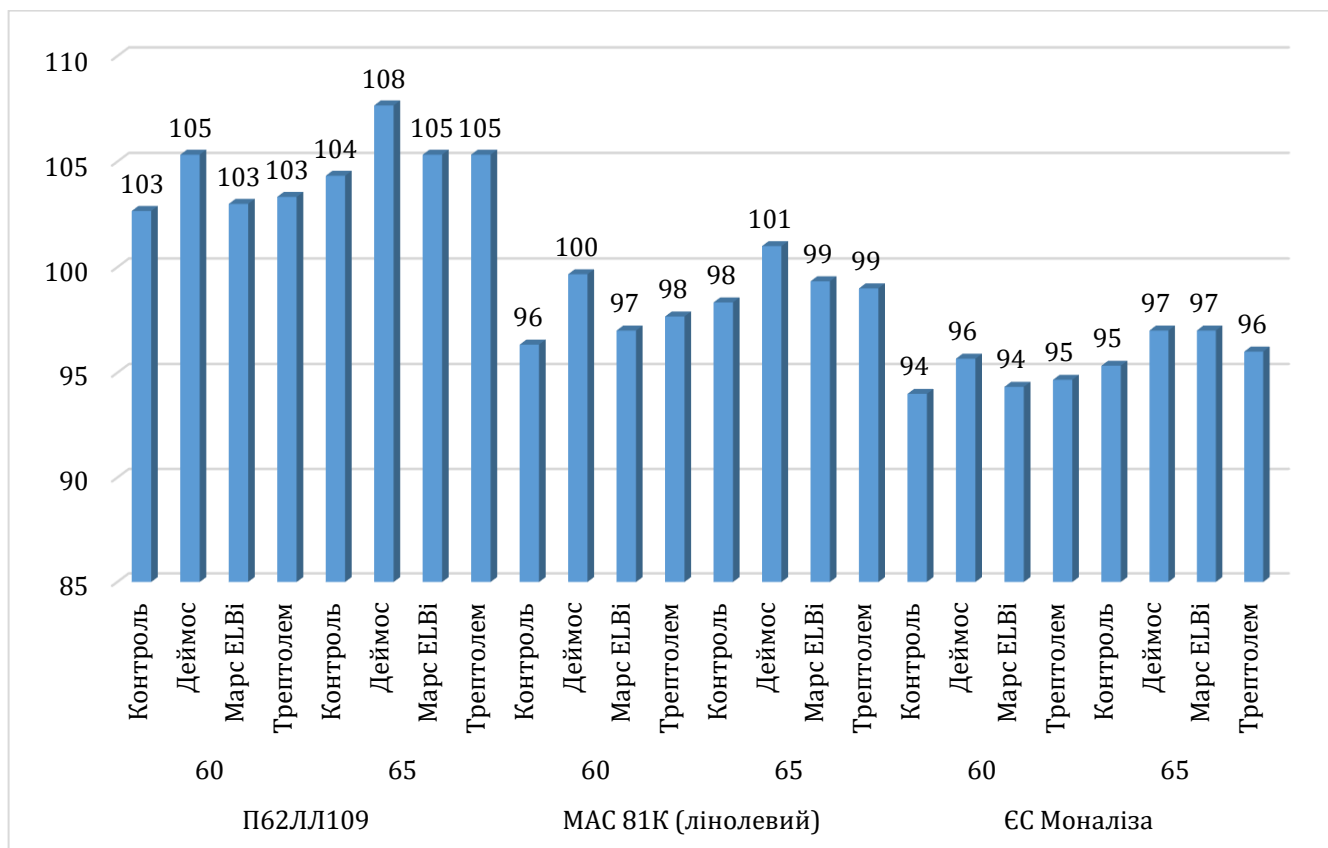
Менш дієвим було оброблення посівів регулятором росту Трептолем: приріст проти контролю становив 1,28; 1,33 та 1,32 тис. шт./га за роками досліджень відповідно. Найменші відхилення від контрольного варіанта зафіксовано в разі застосування Марс ELVi – 1,12; 1,08 та 1,16 тис. шт./га відповідно.

У середньому за роки досліджень густина посівів соняшнику на час збирання становила 57,7 тис. шт./га, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 57,6 тис. шт./га, 'МАС 81К' – 58,0 тис. шт./га, 'ЄС Моналіза' – 57,4 тис. шт./га.

Серед досліджених регуляторів росту найефективнішим щодо збереження рослин залишався Деймос – приріст проти контролю 2,30 тис. шт./га. Друге місце посів Трептолем, за внесення якого зберігалось на 1,31 тис. шт./га більше рослин, ніж у контрольному варіанті.

Загалом, за норми висіву насіння 60 тис. шт./га фактична густина посіву становила 55,6 тис. рослин/га, а за норми 65 тис. шт./га – 59,7 тис. рослин/га. Це свідчить про підвищену конкурентну взаємодію між рослинами за більшої густоти посівів.

Кліматичні умови вегетаційних періодів досліджуваних років суттєво вплинули і на тривалість вегетації соняшнику (рис. 3).



**Рис. 3. Тривалість вегетаційного періоду досліджуваних гібридів соняшнику, діб (середнє за 2022–2024 рр.)**

Умови вегетаційних періодів впливали не лише на збереженість рослин соняшнику, а й передусім на тривалість їхньої вегетації. Попри те, що в дослідженні вирощували ранньостиглі гібриди соняшнику із задекларованою тривалістю вегетаційного періоду від 100 діб, погодні умови, що склались у 2022 та 2024 роках, сприяли прискореному досягненню рослин. У результаті загальна тривалість вегетації від появи сходів до завершення періоду становила у ці роки 97 діб. Лише в умовах 2023 року тривалість вегетації становила 104 доби.

Порівняно із середнім значенням по досліді, найтриваліший вегетаційний період мав гібрид 'П62ЛЛ109' – довший на шість діб у 2022 та 2023 рр. та на чотири – у 2024-му. У 'MAC 81K' вегетація була коротшою на одну добу у 2022 та 2024 рр. і на дві – у 2023-му. Натомість у гібрида 'ЕС Моноліза' тривалість вегетації була на п'ять діб коротшою у 2022 році, на чотири у 2023-му та на три доби у 2024 році.

Вплив регуляторів росту на тривалість вегетаційного періоду варіював залежно від погодних умов. Зокрема, у 2022 році застосування регулятора Деймос сприяло подовженню вегетації на дві доби, тоді як решта регуляторів не впливала на цей показник. У 2023 році Деймос подовжував вегетацію на три доби, а Марс ELBi або Трептолем – на одну. У 2024 році Деймос традиційно подовжував вегетації рослин соняшнику на дві доби, Трептолем – на одну добу, тоді як впливу регулятора росту Марс ELBi не було зафіксовано взагалі.

Подібні закономірності спостерігалися й у середньому за роки досліджень: застосування регулятора росту Деймос сприяло подовженню вегетації на три доби, регулятор росту Марс ELBi не впливав на її тривалість, а Трептолем – подовжував на одну добу.

Загалом середня тривалість вегетації по досліді становила 100 діб, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 105 діб, 'MAC 81K' – 99, 'ЕС Моноліза' – 96 діб.

Висота рослин на різних етапах розвитку відіграє значну роль у формуванні продуктивності культури. Проте немає єдиної думки щодо оптимальної висоти соняшнику. Попри те, що висота рослин є спадковою ознакою, вона суттєво залежить від умов вирощування. Наприклад, достатнє зволоження, високий агрофон та сприятливі технологічні умови сприяють значному збільшенню висоти рослин порівняно з посушливими умовами чи ґрунтами з низьким рівнем поживних

речовин. Дослідження інших учених також підтверджують, що поліпшення умов вирощування призводить до збільшення висоти рослин.

Отже, проаналізуємо динаміку зміни висоти рослин соняшнику, починаючи від фази зірочки (рис. 4).

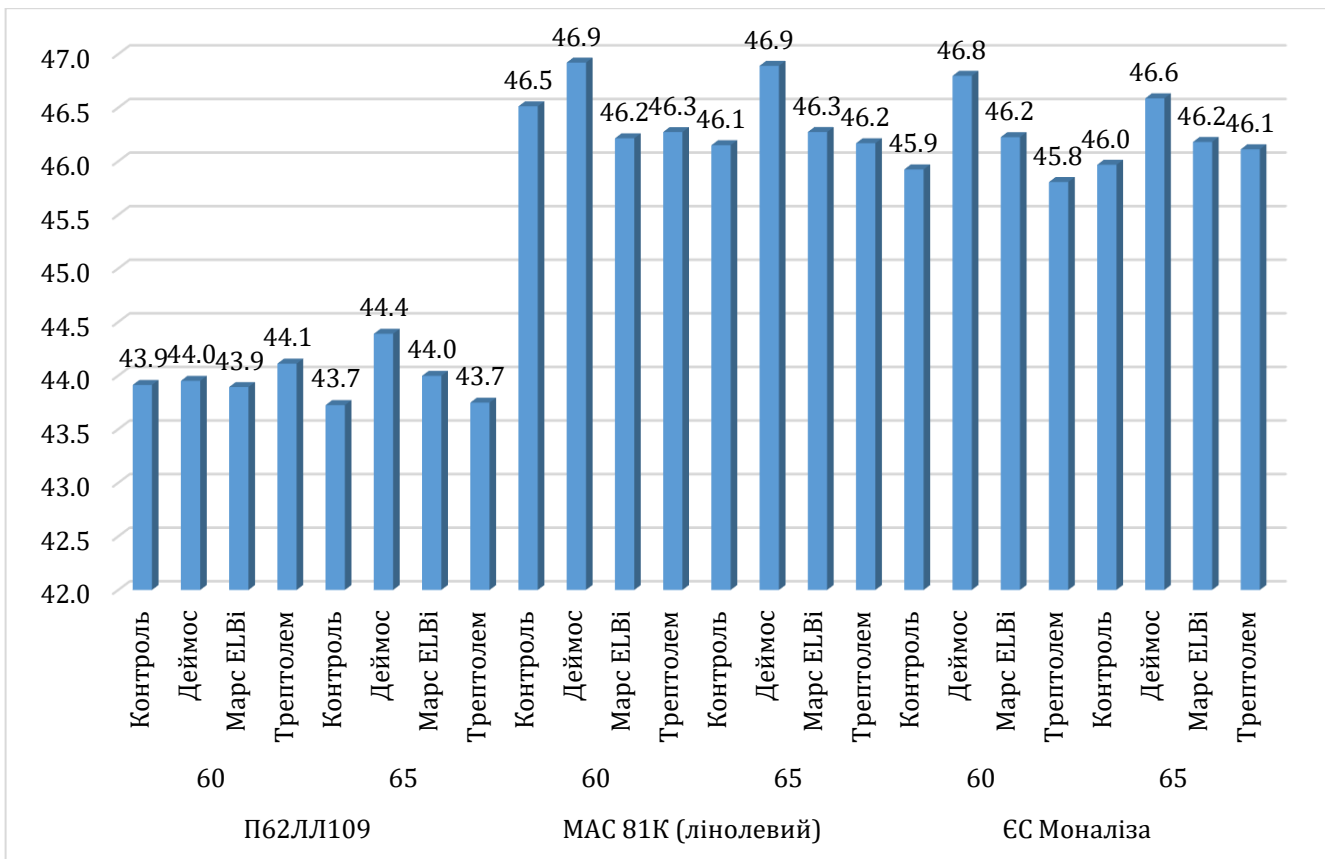


Рис. 4. Висота рослин досліджуваних гібридів соняшнику у фазі зірочки, см (середнє за 2022–2024 рр.)

У 2022 році середня висота рослин соняшнику у фазі зірочки становила 45,1 см, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 43,5 см, 'МАС 81К' – 46,0 та 'ЄС Моналіза' – 45,6 см. Застосування регуляторів росту незначно впливало на висоту рослин: за оброблення посівів препаратом Деймос вона збільшувалася на 0,68 см, а Трептолемом – на 0,23 см.

Погодні умови 2023 року сприяли активнішому росту й розвитку соняшнику, тому середня висота рослин у фазі зірочки була найбільшою за роки досліджень – 47,8 см. За окремим гібридами показники розподілилися так: 'П62ЛЛ109' – 46,6 см, 'МАС 81К' – 48,8, 'ЄС Моналіза' – 47,9 см.

Аналогічно до попереднього року застосування регуляторів росту лише незначною мірою впливало на висоту рослин. Зокрема, у варіанті з препаратом Деймос вона збільшувалася на 0,31 см, Марс ELVi – 0,28, тоді як Трептолем зумовлював зменшення цього показника на 0,23 см.

Звичайно, такі узагальнення є не зовсім коректними, оскільки присутня також і гібридна реакція на застосування регуляторів росту. Крім того, основне призначення цих препаратів полягає в поліпшенні фізіологічного стану рослин, а не у стимулюванні їх надмірного росту.

У 2024 році висота рослин у фазі зірочки була дещо меншою і становила 43,8 см, а за гібридами отримано такі значення: 'П62ЛЛ109' – 41,8 см, 'МАС 81К' – 44,4, 'ЄС Моналіза' – 45,1 см.

У середньому за роки досліджень лише застосування регулятора росту Деймос збільшувало висоту рослин на 0,44 см, що є незначним у контексті загальної варіабельності показника та перебуває в межах довірчого інтервалу дослідження. Інші два регулятори не мали суттєвого впливу та забезпечували результати, близькі до контрольних варіантів. Отже, регулятори росту не мали значного впливу на висоту рослин соняшнику у фазі зірочки.

Загальновідомо, що найінтенсивніше зростання рослин соняшнику спостерігається від початку фази зірочки до повного цвітіння. До часу цвітіння рослини досягають сортотипової висоти (табл. 2).

Висота рослин досліджуваних гібридів соняшнику у фазі цвітіння, см  
(2022–2024 рр.)

Гібрид	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Регулятор росту рослин	Рік			Середнє
			2022	2023	2024	
'П62ЛЛ109' (лінолевий)	60	Контроль	168,9	179,2	162,6	170,2
		Деймос	171,7	181,9	164,1	172,6
		Марс ELVi	170,4	181,0	163,1	171,5
		Трептолем	170,6	179,1	163,2	171,0
	65	Контроль	170,2	178,1	163,7	170,7
		Деймос	172,9	179,5	165,3	172,6
		Марс ELVi	169,1	178,2	163,0	170,1
		Трептолем	169,8	179,2	163,5	170,8
'МАС 81К' (лінолевий)	60	Контроль	178,1	187,9	173,7	179,9
		Деймос	181,9	190,5	176,9	183,1
		Марс ELVi	180,2	188,8	173,1	180,7
		Трептолем	178,8	187,5	173,3	179,9
	65	Контроль	178,5	188,5	173,8	180,2
		Деймос	180,7	192,1	175,0	182,6
		Марс ELVi	178,7	187,5	172,8	179,7
		Трептолем	179,0	188,6	172,5	180,0
'ЄС Моналіза'	60	Контроль	177,5	183,0	176,0	178,8
		Деймос	179,8	188,3	177,6	181,9
		Марс ELVi	178,1	183,3	175,7	179,0
		Трептолем	178,4	184,1	177,2	179,9
	65	Контроль	178,3	183,9	176,0	179,4
		Деймос	179,5	185,8	177,1	180,8
		Марс ELVi	177,8	184,6	177,2	179,9
		Трептолем	177,7	185,2	176,2	179,7
HP <sub>0,05</sub>			1,40	1,20	1,36	1,25

Загалом по досліді в умовах 2022 року висота рослин становила 176,1 см, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 170,5 см, 'МАС 81К' – 179,5, 'ЄС Моналіза' – 178,4 см, що було в межах сортових характеристик, задекларованих оригінаторами гібридів.

Аналогічно до попереднього облікового періоду, застосування регуляторів росту не спричинило суттєвого збільшення висоти рослин. Зокрема, за оброблення посівів препаратом Деймос цей показник збільшився в середньому по досліді на 3,02 см, Марс ELVi – 1,45, а Трептолем – на 1,12 см.

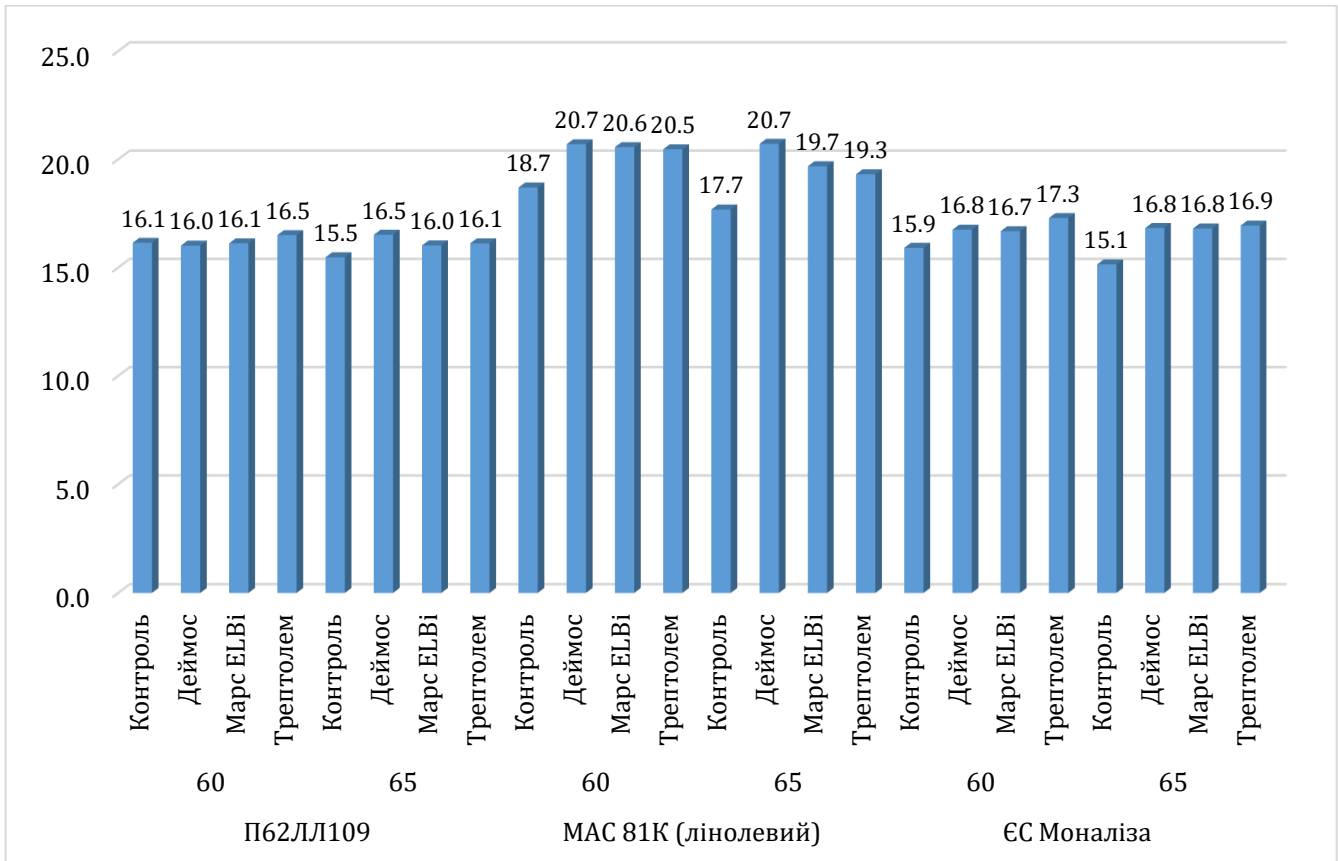
У 2023 році середня висота рослин у досліді становила 184,4 см, зокрема: 'П62ЛЛ109' – 179,5 см, 'МАС 81К' – 188,9, 'ЄС Моналіза' – 184,8 см. Застосування регулятора росту Деймос сприяло збільшенню висоти рослин у середньому на 3,55 см, а Марс ELVi – на 1,00 см.

У 2024 році висота рослин була найнижчою за весь період досліджень – 171,4 см, а показники за гібридами були такими: 'П62ЛЛ109' – 163,6 см, 'МАС 81К' – 173,9, 'ЄС Моналіза' – 176,6 см. Серед досліджуваних регуляторів росту лише Деймос сприяв збільшенню висоти рослин – у середньому на 2,12 см.

Загалом за період досліджень середня висота рослин соняшнику становила 177,3 см, а за гібридами: 'П62ЛЛ109' – 171,2 см, 'МАС 81К' – 180,8, 'ЄС Моналіза' – 179,9 см.

Варто відзначити, що застосування регуляторів росту не зумовило статистично значущих змін у висоті рослин. Зокрема, після оброблення препаратом Деймос висота рослин збільшилася в середньому по досліді на 2,90 см, Марс ELVi – на 0,77, Трептолем – на 0,61 см, що не є суттєвими показниками.

Гібриди соняшнику мають генетично обумовлені показники діаметра кошика, проте, згідно з даними інших дослідників, на цей показник можна впливати за допомогою певних агротехнічних заходів. Тому доцільно розглянути вплив експериментальних факторів та умов вирощування (рис. 5).



**Рис. 5. Діаметр кошика досліджуваних гібридів соняшнику, см (середнє за 2022–2024 рр.)**

В умовах 2022 року, середній діаметр кошика становив 16,3 см, за гібридами: 'П62ЛЛ109' – 15,1 см, 'MAC 81K' – 18,4, 'ЄС Моноліза' – 15,6 см. У разі застосування додаткових факторів технології, а саме регуляторів росту, збільшення діаметра кошика є позитивним явищем, оскільки сприяє формуванню більшої кількості виповненого насіння. На відміну від показника висоти рослин, значне збільшення якого навпаки є небажаним. Застосування препарату Деймос сприяло збільшенню діаметра кошика в середньому на 0,82 см, Марс ELVi – на 0,54, Трептолем – на 1,10 см.

В умовах 2023 року діаметр кошика був 18,8 см, при цьому гібриди, що вирощували в досліді, формували такі показники: 'П62ЛЛ109' – 17,4 см, 'MAC 81K' – 21,3, 'ЄС Моноліза' – 17,8 см. За сприятливих умов росту й розвитку соняшнику у 2023 році порівняно з попереднім періодом регулятори росту діяли ефективніше. Зокрема, за оброблення посівів препаратом Деймос діаметр кошика збільшився в середньому на 1,67 см, Марс ELVi – на 1,30, а Трептолем – на 1,53 см.

Натомість в умовах вегетаційного періоду 2024 року спостерігалось деяке зниження показників, і в середньому діаметр кошика становив 17,2 см. За гібридами значення були такими: 'П62ЛЛ109' – 15,9 см, 'MAC 81K' – 19,5, 'ЄС Моноліза' – 16,2 см. Регулятори росту в таких умовах діяли інакше: за оброблення посівів препаратом Деймос діаметр кошика збільшувався лише на 0,22 см, Марс ELVi – на 0,77 см, а Трептолем виявився найефективнішим – 0,87 см.

Загалом за роки експерименту діаметр кошика в середньому по досліді становив 17,5 см, за гібридами: 'П62ЛЛ109' – 16,1 см, 'MAC 81K' – 19,7, 'ЄС Моноліза' – 16,5 см. Для гібрида 'П62ЛЛ109' оптимальними варіантами було застосування регуляторів росту Трептолем та Деймос за норми висіву насіння 60 тис. шт./га (16,6 см). Для гібрида 'MAC 81K' найефективнішим щодо формування кошика з найбільшим діаметром (20,7 см) було застосування препарату Деймос незалежно від норми висіву насіння. У гібрида 'ЄС Моноліза' найбільший кошик (17,3 см) формувався за оброблення рослин регулятором росту Трептолем та норми висіву насіння 60 тис. шт./га.

### Висновки

У середньому за роки досліджень за норми висіву насіння 60 тис. шт./га фактична густота рослин соняшнику на час збирання становила 55,6 тис. шт./га, за норми 65 тис. шт./га – 59,7 тис. шт./га. У середньому за гібридами: 'П62ЛЛ109' – 57,6 тис. шт./га, 'MAC 81K' – 58,0 та 'ЄС Моноліза' – 57,4 тис. шт./га. Найвищу збереженість рослин забезпечувало застосування



регуляторів росту Деймос та Трептолем, де приріст проти контрольного варіанту становив 2,30 та 1,31 тис. шт./га відповідно.

Середня тривалість вегетаційного періоду за три роки досліджень становила 100 діб, зокрема в розрізі гібридів: 'П62ЛЛ109' – 105, 'МАС 81К' – 99 та 'ЄС Моналіза' – 96 діб. Оброблення посівів регулятором росту Деймос подовжувало вегетаційний період на три доби, Трептолем – на одну, тоді як Марс ELVi не впливав на його тривалість.

Висота рослин соняшнику загалом за роки досліджень становила в середньому по досліді у фазі зірочки 45,5 см ('П62ЛЛ109' – 44,0 см, 'МАС 81К' – 46,4, 'ЄС Моналіза' – 46,2 см), у фазі цвітіння – 177,3 см, ('П62ЛЛ109' – 171,2 см, 'МАС 81К' – 180,8, 'ЄС Моналіза' – 179,9 см). Застосування регуляторів росту не мало суттєвого впливу на формування показників висоти рослин – прирости проти контролю в обидві фази розвитку культури були в межах похибки досліді.

За показником діаметра кошика для гібрида 'П62ЛЛ109' найоптимальнішими варіантами було застосування регуляторів росту Трептолем та Деймос за норми висіву насіння 60 тис. шт./га (16,5 см); для 'МАС 81К' (20,7 см) – Деймос незалежно від норми висіву насіння; для гібрида 'ЄС Моналіза' (17,3 см) – Трептолем за норми висіву насіння 60 тис. шт./га. Загалом за роки експерименту діаметр кошика в середньому по досліді становив 17,5 см ('П62ЛЛ109' – 16,1 см, 'МАС 81К' – 19,7, 'ЄС Моналіза' – 16,5 см).

### Використана література

1. Зінченко О. І. Біоенергетичні основи рослинництва. Біологічне рослинництво. Київ : Вища школа, 1996. С. 106–108.
2. Upreti K., Maryada S. Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. *Abiotic stress physiology of horticultural crops* / N. Rao, K. Shivashankara, R. Laxman (Eds.). New Delhi : Springer, 2016. P. 19–46. doi: 10.1007/978-81-322-2725-0\_2
3. Антистрессанти та стимулятори росту. Київ : Агротехносоюз, 2017. 31 с.
4. 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.
5. Андрієнко А. Л. Фактори впливу на ефективність вирощування соняшнику. *Агроном*. 2010. № 4. С. 64–70.
6. Андрієнко О. О., Андрієнко А. Л., Жужа О. О. Причини невивірності насіння та кошика соняшнику. *Пропозиція*. 2016. № 3. С. 60–68.
7. Міхеєв В. Г. Продуктивність сої залежно від застосування регуляторів росту, десикації та сенікації посівів в умовах Лівобережного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Харків, 2009. 155 с.
8. 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
9. Carey D., Whipker B., Mccall I. et al. 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.
10. Окрушко С. Є. Вплив стимуляторів росту на врожайність столових буряків та моркви. *Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. 2016. № 2. С. 109–114.
11. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшнику в північній частині Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Дніпропетровськ, 2000. 16 с.
12. Tahsin N., Kolev T. Investigation on the effect of some plant growth regulators on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*. 2005. Vol. 6, Iss. 4. P. 583–586.
13. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / уклад. : С. О. Ткачик, О. І. Присяжнюк, Н. В. Лещук. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с.
14. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0 : методичні вказівки. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.

### References

1. Zinchenko, O. I. (1996). *Bioenergetic bases of crop production. Biological crop production* (pp. 106–108). Kyiv: Vyshcha shkola. [In Ukrainian]
2. Upreti, K., & Maryada, S. (2016). Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. In N. Rao, K. Shivashankara, & R. Laxman (Eds.), *Abiotic stress physiology of horticultural crops* (pp. 19–46). New Delhi: Springer. doi: 10.1007/978-81-322-2725-0\_2
3. *Antistressants and growth stimulants*. (2017). Kyiv: Ahrotekhnosoiuz. [In Ukrainian]

4. 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.
5. Andriienko, A. L. (2010). Factors influencing the efficiency of sunflower cultivation. *Agronom*, 4, 64–70. [In Ukrainian]
6. Andriienko, O. O., Andriienko, A. L., & Zhuzha, O. O. (2016). Causes of unfilled sunflower seeds and heads. *Propozytsiia*, 3, 60–68. [In Ukrainian]
7. Mikheiev, V. H. (2009). *Soybean productivity depending on the use of growth regulators, desiccation, and senescence of crops in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine* (Dissertation, Kharkiv). [In Ukrainian]
8. Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383(1), 3–41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8 [In Ukrainian]
9. Carey, D., Whipker, B., McCall, I., Buhler, W., & Fidelibus, M. (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.
10. Okhrushko, S. Ye. (2016). Influence of growth stimulants on the yield of table beets and carrots. *Bulletin of KhNAU. Series "Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology"*, 2, 109–114. [In Ukrainian]
11. Oleksiuk, O. M. (2000). *Influence of sowing methods and plant density on the yield of sunflower hybrids in the northern part of the Steppe of Ukraine* (Dissertation Abstract, Dnipro). [In Ukrainian]
12. Tahsin, N., & Kolev, T. (2005). Investigation on the effect of some plant growth regulators on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 6(4), 583–586.
13. Tkachyk, S. O., Prysiashniuk, O. I., & Leshchuk, N. V. (Comps.). (2016). *Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part* (4<sup>th</sup> ed.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
14. Ermantraut, E. R., Prysiashniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in Statistica 6.0: Methodological guidelines*. Kyiv: PolihrafKonsal'tynh. [In Ukrainian]

UDC 633.9: 631.5

**Liubyt'ska, D. M.** (2025). Growth and development of early-maturing sunflower hybrids as affected by planting density and growth regulator application. *Advanced Agritechnologies*, 13(2). <https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.325970> [In Ukrainian]

*HEI "Podillia State University", 12 Shevchenka St., Kamianets-Podilskyi, Khmelnytskyi region, 32316, Ukraine, e-mail: dcimbaluk08@gmail.com*

**Purpose.** To determine the impact of planting density and foliar application of plant growth regulators on the growth and development of early-maturing sunflower hybrids. **Methods.** The research was conducted in 2022–2024 at the experimental fields of the Podillia Research Center of Podillia State University. A three-factor experimental design was used, three sunflower hybrids ('P62LL109', 'MAS 81K', 'YeS Monaliza'), two seeding rates (60,000 and 65,000 plants/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)]. **Results.** At a seeding rate of 60,000 seeds/ha, the plant density at harvest was 55,600 plants/ha, compared to 59,700 plants/ha at the seeding density of 65,000 seeds/ha. In the studied hybrids, plant density was as follows: 57,600 plants/ha in 'P62LL109', 58,000 plants/ha in 'MAS 81K', and 57,400 plants/ha in 'YeS Monaliza'. The application of the growth regulator Deimos resulted in the highest plant survival, with an increase of 2,300 plants/ha compared to the control. Treptolem ranked second, with an increase of 1,310 plants/ha. The average vegetation period over three years was 100 days, with variations among hybrids: 105 days in 'P62LL109', 99 days in 'MAS 81K', and 96 days in 'YeS Monaliza'. Seed treatment with Deimos extended the vegetation period by three days, Treptolem by one day, while Mars ELBi had no effect on vegetation period. Deimos also increased plant height in the starlet stage by 0.44 cm, though within the margin of experimental error. Other regulators did not have statistically significant effects on plants. Over the years of research, the average plant height in the starlet stage was 45.5 cm: 44.0 cm in 'P62LL109', 46.4 cm in 'MAS 81K', and 46.2 cm in 'YeS Monaliza'. **Conclusions:** The application of growth regulators had no significant impact on plant height during the flowering stage (increase ranged from 0.61 to 2.9 cm). Over three years, the average sunflower plant height was 177.3 cm: 171.2 cm in 'P62LL109', 180.8 cm in 'MAS 81K', and 179.9 cm in 'YeS Monaliza'. The largest head diameters in hybrids 'P62LL109' (16.5 cm) and 'YeS Monaliza' (17.3 cm) were observed at a seeding rate of 60,000 seeds/ha and Treptolem application, while application of Deimos ensured the largest head diameter (20.7 cm) in 'MAS 81K' under both studied sowing rates.

**Keywords:** hybrid; growth regulator; foliar application; plant density; vegetation period; plant height; head diameter.

Надійшла / Received 17.02.2025  
Погоджено до друку / Accepted 26.03.2025