

ПОРІВНЯННЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ CLEARFIELD® ТА CLEARFIELD® PLUS

С. М. Чоловський

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

Актуальність. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є однією з провідних сільськогосподарських культур в Україні та останніми роками займає площі на рівні 5–5,5 млн га. Серед низки виробничих систем його вирощування, однією з найефективніших у контролі вовчка соняшникового та складноконтрольованих бур'янів, є системи Clearfield® та Clearfield® Plus. **Мета.** Визначити переваги виробничої системи Clearfield® Plus порівняно з Clearfield®. **Матеріали і методи.** Польові досліді проведені впродовж 2020–2022 рр. відповідно до загальноприйнятої методики дослідної справи на базі господарств СТОВ «Говтва» в м. Решетилівка Полтавської області та ТДВ «Терезине» в смт. Терезине Київської області. Всі елементи агротехніки – загальноприйняті для зони Лісостепу. **Результати.** Встановлено, що гібрид соняшнику Бакарді (Clearfield® Plus) у порівнянні з гібридом Неома (Clearfield®), у середньому по двох локаціях, за три роки досліджень, забезпечив рівень врожайності вищий на 0,33 т/га, (13,2 %). Аналіз ширшої вибірки гібридів Clearfield® та Clearfield® Plus показав, що гібриди виробничої системи Clearfield® Plus сформували врожай на 0,28 т/га вище, (12,8 %) у порівнянні з гібридами Clearfield®. За середнього рівня забур'яненості, та відсутності вовчка соняшникового та складноконтрольованих бур'янів достовірної різниці в показниках врожайності між гербіцидами Євро-Лайтнінг® (1,2 л/га), Євро-Лайтнінг® Плюс (2,5 л/га) та Пульсар® Флекс (2,0 л/га) в межах кожної виробничої системи Clearfield® та Clearfield® Plus не виявлено. Проте гібриди виробничої системи Clearfield® Plus на кожному гербіцидному фоні забезпечили вищі статистично достовірні показники врожайності: при використанні Євро-Лайтнінг® (1,2 л/га) – на 0,29 т/га, (13,3 %); Євро-Лайтнінг® Плюс (2,5 л/га) – на 0,21 т/га, (9,8 %); Пульсар® Флекс (2,0 л/га) – на 0,34 т/га, (15,3 %). Гібриди соняшнику Clearfield® Plus проявили вищу толерантність до ІМІ-гербіцидів та стабільність отриманих врожайів. **Висновки.** Гібриди соняшнику виробничої системи Clearfield® Plus продемонстрували переваги за врожайністю та стійкістю до ІМІ-гербіцидів у порівнянні з гібридами Clearfield® і є перспективними для подальшого збільшення їх площ вирощування.

Ключові слова: соняшник, гібрид, врожайність, гербіцид, Євро-Лайтнінг® Плюс, Пульсар® Флекс, фітотоксичність

Перелік скорочень, умовних позначень, символів. КЛ – Clearfield®, КЛП – Clearfield® Plus.

Вступ. Виробнича система Clearfield® була впроваджена в 2003 р. у США та згодом поширилась всіма країнами світу, де вирощують соняшник, дозволила контролювати ширший спектр бур'янів та мала гнучкіші терміни внесення гербіцидів [1–3]. Розробка технології розпочалася зі спостереження за дикими рослинами соняшнику, що проявили стійкість до діючої речовини імазетапір у посівах сої в США. Селекціонери зібрали пилок з стійких рослин соняшнику і в процесі схрещувань передали ген, відповідальний за стійкість гібридам соняшнику, які використовувалися у виробництві. Схрещування виявилось вдалим, оскільки створені таким чином гібриди також стали стійкими до гербіцидів групи імідазолінонів. Компанія BASF

назвала таку технологію Clearfield®, яка включає гібрид, що відповідає вимогам BASF і відповідний гербіцид на основі імідазолінонів.

Швидкому поширенню виробничої системи вирощування соняшнику Clearfield® на початкових етапах заважав потенціал урожайності, що поступався гібридам культури за традиційної технології вирощування. У 2008 р. цей недолік було успішно подолано і з того часу гібриди соняшнику Clearfield® досягли та перевищили врожайність гібридів-аналогів, які вирощували за технологією традиційного контролювання бур'янів.

Діючі речовини імазамокс та імазапір використовуються для захисту посівів соняшнику в технології Clearfield® та відносяться

Інформація про автора:

Чоловський Сергій Миколайович, здобувач ступеня доктора філософії, e-mail: sergii.cholovskyi@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5523-7645>

до групи гербіцидів, що пригнічують активність ферменту ацетолактатсинтетази. Механізм їх дії заснований на втручанні в метаболічні процеси білків, у тому числі, пригнічення біосинтезу незамінних амінокислот. Імазамокс та Імазапір мають широкий спектр дії, ефективні проти більшості однорічних та багаторічних (однодольних і дводольних) бур'янів [4].

У результаті спільної роботи BASF і Nidera у 2006 р. був знайдений ген CLHA «Plus» за допомогою традиційного процесу селекції. А у 2010 р. сільськогосподарському виробництву була запропонована нова виробнича система Clearfield® Plus, яка основана на одному гені з більш високим рівнем толерантності до імідазолінонів [5]. Це дозволило значно підвищити ефективність контролювання бур'янів у посівах соняшнику завдяки вдосконаленню формуляції гербіцидів та використанню більш сильних ад'ювантів у його складі без негативного впливу на толерантність культури [6–9].

Інколи у виробничих умовах зустрічається ненавмисне перекриття смуг внесення розчину обприскувачем, куди потрапляє подвійна доза гербіциду. Та навіть за таких умов на рослинах гібридів соняшнику виробничої системи Clearfield® Plus фітотоксична дія практично не проявляється. Крім того, урожайність гібридів соняшнику за технології Clearfield® Plus є вищою [10].

Важливо зазначити, популярність виробничих систем вирощування соняшника Clearfield® та Clearfield® Plus, зумовлюється тим, що гербіциди, які входять до їх складу є єдиними гербіцидами, здатними забезпечити ефективний хімічний контроль паразитичного бур'яну вовчка соняшникового (*Orobanche cumana* Wallr.). Рослина-паразит для свого росту і розвитку використовує поживні речовини рослини-господаря. Корені соняшнику виділяють специфічні речовини, що стимулюють проростання вовчка. Шкідливість вовчка соняшникового дуже висока, адже втрачають врожаю, залежно від ступеня зараженості, можуть становити з 30 до 100 %. Кращим рішенням у посівах, де присутній вовчок соняшниковий, є використання технології Clearfield® Plus [11–13].

З часу виведення на ринок виробничої системи Clearfield® Plus кількість гібридів

соняшнику для вирощування за цією технологією поступово зростає. Проте збільшення площі посівів соняшнику виробничої системи Clearfield® Plus відбувається повільно. Щоб отримати дані переваги вирощування гібридів соняшнику Clearfield® Plus у порівнянні до Clearfield® впродовж 2020–2022 рр.і було проведено низку досліджень.

Мета досліджень. Визначити переваги виробничої системи Clearfield® Plus порівняно з Clearfield® за показниками продуктивності гібридів соняшнику та ступені їх стійкості до гербіцидів на основі імідазолінонів ІМІ.

Матеріали та методи. Експериментальна частина роботи виконувалась впродовж 2020–2022 рр. на базі господарств СТОВ «Говтва» в м. Решетилівка Полтавської області та ТДВ «Терезине» в смт. Терезине Київської області.

Ґрунт дослідної ділянки в СТОВ «Говтва» представлений чорноземом глибоким малогумусним. В орному шарі (0–30 см) міститься: гумусу – 2,0–2,2 % (за Тюрінім), загального азоту – 24 мг (за К'ельдалем), рухомого фосфору – 109 мг (за Чириковим), обмінного калію – 115 мг (за Чириковим) на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабо кисла (рН водяної витяжки – 5,3–6,4).

Ґрунт дослідної ділянки ТДВ «Терезине» представлений чорноземом глибоким малогумусним. В орному шарі (0–30 см) міститься: гумусу – 2,1–2,3 % (за Тюрінім), загального азоту (за К'ельдалем) – 32 мг, рухомого фосфору – 220 мг (за Чириковим), обмінного калію – 106 мг (за Чириковим) на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабо кисла (рН водяної витяжки 5,1–6,3).

Погодні умови в межах діяльності СТОВ «Говтва» в 2020–2022 рр. були характерними для зони Лісостепу. Утім, середньодобова, середньомісячна температура повітря за період вегетації соняшнику (травень – вересень) у роки досліджень у переважній більшості місяців перевищувала багаторічні значення на 0,3–3,9 °С (табл. 1). Винятком був лише вересень у 2021 і 2022 рр., при цьому середньодобові показники температури повітря були нижчі за багаторічні на 1,2–1,7 °С, це зумовлювало подовження періоду досягання насіння у гібридів соняшнику.

Сумарна кількість атмосферних опадів за період вегетації соняшнику в окремі роки

Таблиця 1. Метеорологічні умови вегетаційного періоду гібридів соняшнику, СТОВ «Говтва», Полтавська область

Рік	Місяць, період					
	травень	червень	липень	серпень	вересень	травень – вересень
Середньодобова температура повітря, °С						
2020	16,9	22,0	22,3	21,4	18,6	20,2
2021	15,5	20,2	24,2	22,7	13,5	19,2
2022	14,7	20,8	20,5	22,8	13,0	18,4
С/б норма	14,4	19,2	21,1	20,3	14,7	17,9
Сума атмосферних опадів, мм						
2020	159,2	42,0	36,4	9,6	57,0	304,2
2021	58,5	134,9	18,7	71,2	42,7	326,0
2022	30,3	74,0	109,0	75,6	76,5	365,4
С/б норма	54,0	65,0	77,0	62,0	45,0	303,0
Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)						
2020	3,04	0,64	0,53	0,15	1,02	0,98
2021	1,22	2,23	0,25	1,01	1,05	1,11
2022	0,67	1,19	1,72	1,07	1,96	1,30
С/б норма	1,21	1,13	1,18	0,99	1,02	1,11

досліджень наближалась до багаторічних показників (2020 р.), або перевищували їх на 23 мм (2021 р.) і 62,4 мм (2022 р.). Значний дефіцит атмосферних опадів при цьому спостерігався у серпні 2020 р. (випало 9,6 мм за середньо багаторічних даних 62 мм) під час утворення та наливу насіння і у липні 2021 р. (18,7 мм при нормі 77 мм) під час формування кошиків і початку цвітіння рослин соняшнику. Сприятливими для отримання високого врожаю соняшника склались умови 2022 р., коли у червні (74 мм), липні (109,0 мм), серпні (75,6 мм) та вересні (76,5 мм) випала кількість опадів вища за середні багаторічні показники за цей період на 86 мм.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Г. Т. Селяніновим періоду вегетації соняшнику в роки досліджень змінювався з 0,98 (слабкопосушливі умови) до 1,30 (умови достатнього зволоження). При цьому аномально посушливими і несприятливими для росту, розвитку і формування високої продуктивності соняшнику у 2020 р. були червень (ГТК = 0,64), липень (ГТК = 0,53) і серпень (ГТК = 0,15), що за рівнем зволоження відповідало умовам середньої, сильної і дуже сильної посух.

За три роки досліджень за вегетацію соняшника (травень–вересень) в ТДВ «Терезине» температурний режим був вище середніх багаторічних показників на 1,1–1,7 °С (табл. 2). Проте середня температура повітря

травня була нижчою за середню багаторічну: у 2020 р. – на 2,7 °С, у 2021 р. – на 0,9 °С і у 2022 р. – на 0,6 °С, це вплинуло на уповільнення розвитку рослин соняшнику на початкових етапах росту.

Умови зволоження вегетаційного періоду соняшника (травень – вересень) у 2020 р. характеризувались за показником ГТК 0,89 – як слабка посуха, у 2021 р. з ГТК 0,99 – як достатньо вологий, а у 2022 р. з ГТК 0,78 – як слабка посуха. Гідротермічні умови червня та липня 2022 р. були найнесприятливішими для формування врожаю соняшнику і дуже посушливими з показниками ГТК 0,18 і 0,30 відповідно. Більш сприятливі умови для формування врожаю насіння соняшнику склались у 2020 та 2021 рр., коли періоди надмірного зволоження чергувалися з середньо, або слабко посушливими.

Для порівняння виробничих систем були обрані популярні гібриди соняшнику з однією з найбільших часток на ринку України: НК Неома (виробнича система Clearfield®) та СИ Бакарді КЛП (виробнича система Clearfield® Plus).

Для глибшого порівняльного аналізу виробничих систем Clearfield® та Clearfield® Plus також проведено дослідження з підбором більшої кількості гібридів. Гібриди Clearfield®: СИ Барбаті, ЕС Генераліс КЛ, СИ Діамантіс, СИ Експерто, Зурімі КЛ, ЕС Колоріс КЛ, Маркеза КЛ, НК Неома, Пунтасол КЛ, СИ Сантос,

Таблиця 2. Метеорологічні умови вегетаційного періоду гібридів соняшнику, ТДВ «Терезине», Київська область

Рік	Місяць, період					
	травень	червень	липень	серпень	вересень	травень – вересень
Середньодобова температура повітря, °С						
2020	12,2	21,2	21,2	20,6	17,5	18,5
2021	14,0	19,9	23,1	19,9	12,7	17,9
2022	14,3	21,0	20,7	21,2	12,3	17,9
С/б норма	14,9	17,8	19,0	18,4	13,8	16,8
Сума атмосферних опадів, мм						
2020	80,8	32,6	68,0	39,4	32,4	253,2
2021	99,3	44,6	46,3	64,4	16,8	271,4
2022	34,0	11,2	19,4	82,0	66,2	212,8
С/б норма	46,0	73,0	85,0	60,0	35,0	299,0
Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)						
2020	2,14	0,51	1,03	0,62	0,62	0,89
2021	2,29	0,75	0,65	1,04	0,44	0,99
2022	0,77	0,18	0,30	1,25	1,79	0,78
С/б норма	1,00	1,34	1,44	1,05	0,85	1,16

Субелла, Таленто КЛ, НК Фортімі КЛ. та гібриди Clearfield® Plus: СИ Бакарді КЛП, Дракаріс КЛП, Європа КЛП, СИ Катана КЛП, ЕС Лоріс КЛП, Люція КЛП, Меліта КЛП, СИ Неостар КЛП, Параізо 1000 КЛП, СИ Розетта КЛП, Сюрприз КЛП, ЕС Яніс, MAS 92 КЛ, Р64LP130, Р64LP140. Всі елементи агротехніки – загальноприйняті для зони Лісостепу та були ідентичними для всіх гібридів.

Дослідження проводили на фонах гербіцидного захисту: Євро-Лайтнінг® (Імазамокс, 33 г/л + Імазапір, 15 г/л), 1,2 л/га, Євро-Лайтнінг® Плюс (імазамокс, 16,5 г/л + імазапір, 7,5 г/л), 2,5 л/га, Пульсар® Флекс (Імазамокс, 25 г/л), 2,0 л/га, які вносили у фазі чотирьох справжніх листків соняшнику.

При дослідженні фітотоксичного впливу на рослини соняшнику та їх толерантності використовували також подвійні від максимальних зареєстрованих доз гербіцидів Євро-Лайтнінг® Плюс – 5,0 л/га, Пульсар® Флекс – 4,0 л/га.

Фон мінерального живлення в СТОВ «Говтва» N₄₇P₄₄K₄₅, в ТДВ «Терезине» N₄₂P₄₆K₄₉ з використанням добрив Yara Mila – N₁₆P₁₆K₁₆, Yara Mila – N₈P₂₄K₂₄, Yara Mila – N₇P₂₀K₂₈, Yara Mila – N₁₂P₂₄K₁₂.

Сівбу гібридів соняшнику в Полтавській області в СТОВ «Говтва» у 2020 р. провели 29 квітня, а у 2021 і 2022 рр. – 6 і 4 травня відповідно при нормі висіву насіння

65 тис. шт./га. У Київській області в ТДВ «Терезине» у 2020, 2021 і у 2022 рр. сіяли 21, 29 і 28 квітня, відповідно, при нормі висіву 63 тис. шт./га. Площа посівної ділянки – 75 м², облікова – 50 м², повторність досліду триразова.

Наведено результати статистичного аналізу у вигляді діаграм коробкового графіку (*англ. box-and-whisker plot, box plot*).

Результати та обговорення. Однією із частин дослідження було порівняння врожайності найбільш популярних з найбільшою часткою продаж в Україні гібридів НК Неома (виробнича система Clearfield®) та СИ Бакарді КЛП (виробнича система Clearfield® Plus). Результати досліджень демонструють, що перевага за показником врожайності для виробничої системи Clearfield® Plus у порівнянні до виробничої системи Clearfield® в локації Решетилівка у роки досліджень становила 0,21–0,43 т/га, (11,4–20,7 %), а в середньому за три роки 0,33 т/га, (14,2 %) (табл. 3).

Підтвердження переваги за показником врожайності для виробничої системи Clearfield® Plus у порівнянні до виробничої системи Clearfield® отримали також і в локації Терезине: щорічний приріст урожайності становив 0,07–0,78 т/га, (3,1–20,6 %) а у середньому за три роки 0,38 т/га, (11,9 %) (табл. 4).

Слід звернути увагу, що протягом всіх трьох років досліджень у дослідах були присутні легко контрольовані види бур'янів із неви-

Таблиця 3. Насіннєва продуктивність соняшнику за різних виробничих систем, Решетилівка, Полтавська область, 2020–2022 рр.

Назва гібрида	Врожайність насіння, т/га				Приріст до контролю, +/-	
	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє	т/га	%
Виробнича система Clearfield®						
НК Неома	1,85	1,64	3,48	2,32	–	–
Виробнича система Clearfield® Plus						
СИ Бакарді КЛП	2,06	1,98	3,91	2,65	+ 0,33	+ 14,2
НІР ₀₅ , т/га				0,18	–	–

Таблиця 4. Порівняльна насіннєва продуктивність соняшнику за різних виробничих систем, Терезине, Київська область, 2020–2022 рр.

Назва гібрида	Врожайність насіння, т/га				Приріст до контролю, +/-	
	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє	т/га	%
Виробнича система Clearfield®						
НК Неома	2,32	3,78	2,23	2,78	–	–
Виробнича система Clearfield® Plus						
СИ Бакарді КЛП	2,48	4,56	2,3	3,11	+ 0,38	+ 11,9
НІР ₀₅ , т/га				0,35	–	–

соким рівнем забур'яненості. Складноконтрольовані види бур'янів та вовчок соняшниковий були відсутні. Рівень показників ефективності контролю бур'янів на всіх гербіцидних фонах був високим і, залежно від виду, складав 93,5–100 % та практично, не відрізнявся між варіантами гербіцидних фонів. Це дозволило оцінити генетичні властивості гібридів соняшнику, їх реакцію на різні складові гербіцидів та доз витрати препаратів. Генетичні особливості гібридів соняшнику виробничої системи Clearfield® Plus, на нашу думку, забезпечують вищу стійкість до імідазолінонів і дозволяє ефективніше та швидше метаболізувати діючі речовини гербіцидів. Саме це відзначилось на показниках врожайності.

Видовий склад бур'янів у посівах соняшнику в ТДВ «Терезине» був представлений лободою білою (*Chenopodium album* L.), курячим просом або плоскухою звичайною (*Echinochloa crus-galli* L.), гірчаком березковидним (*Poligonum convolvulus* L.), грициками звичайними (*Capsella bursa-pastoris* L.), пасльоном чорним (*Solanum nigrum* L.). Серед видів бур'янів у досліді у 2020 р. домінували лобода біла (до 5 % проекційного покриття листками рослин у контрольних варіантах), куряче просо (до 5 %), гірчак березковидний (до 3 %), грицики звичайні (до 3 %); у 2021 р. – лобода біла (4–6 %), куряче просо (3–5 %), грицики звичайні (до 2 %), гірчак

березковидний (до 1 %); у 2022 р. у посівах соняшнику домінували куряче просо (4–12 %), гірчак березковидний (до 2–3 %), лобода біла (до 1 %), пасльон чорний (до 1 %).

У посівах соняшнику в СТОВ «Говтва» видовий склад бур'янів містив лободу білу (*Chenopodium album* L.), гірчак березковидний (*Poligonum convolvulus* L.), гірчак почечуйний (*Poligonum persicaria* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), щирицю лободовидну (*Amaranthus blitoides* S.), щирицю звичайну (*Amaranthus retroflexus* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.). Серед видів бур'янів у досліді у 2020 р. домінували лобода біла (4–6 % проекційного покриття листками рослин у контрольних варіантах), гірчак березковидний (до 5 %), гірчак почечуйний (2–3 %), у 2021 р. – лобода біла (до 7 %), гірчак березковидний (до 6 %), гірчак почечуйний (до 3 %), у 2022 р. – лобода біла (6–8 %), мишій сизий (2–7 %), гірчак почечуйний (1–5 %), щириця лободовидна (2–3 %), щириця звичайна (1–2 %), талабан польовий (до 1 %). Аналіз всієї вибірки даних по двох локаціях за три роки досліджень підтверджує перевагу за врожайністю виробничої системи Clearfield® Plus порівняно з виробничою системою Clearfield® на рівні 0,19–0,51 т/га, (9,3–20,4 %), а у середньому за три роки 0,33 т/га, (13,2 %) (рис. 1).

Порівняння показників врожайності на

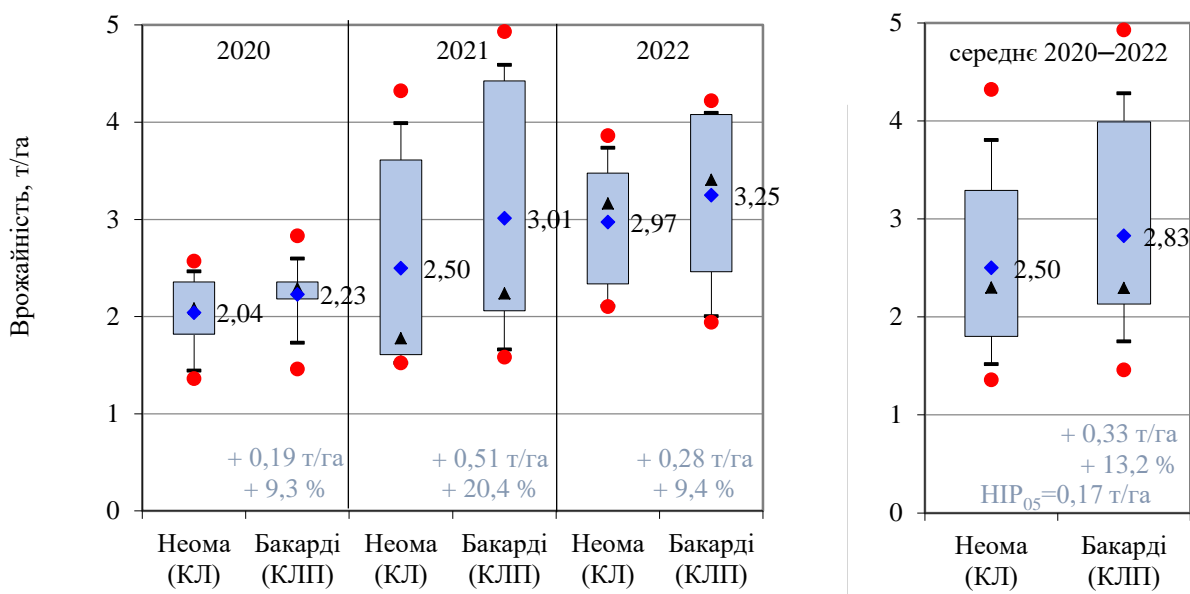


Рис. 1 Насіннєва продуктивність соняшнику за різних виробничих систем, Решетилівка, Терезине, 2020–2022 рр.

різних фонах гербіцидних обробок у межах виробничої системи Clearfield® в середньому за три роки, свідчить, що більшу врожайність отримано при обробці посівів гербіцидом Пульсар® Флекс (2,0 л/га) – 2,22 т/га. При обробці посівів гербіцидом Євро-Лайтнінг® (1,2 л/га) отримали врожайність 2,18 т/га, а при обробці Євро-Лайтнінг® Плюс (2,5 л/га) – 2,15 т/га, це свідчить, що гібриди виробничої системи Clearfield® менш толерантні до високих доз діючих речовин гербіциду (рис. 2). Проте врожайність на фоні обробки трьома гербіцидами однієї виробничої системи Clearfield® знаходились у межах статистичної похибки дослідження. Слід зазначити, що дослідження велись на ділянках з відсутністю вовчка соняшникового та складноконтрольованих видів бур'янів. За присутності таких чинників різниця в ефективності контролю бур'янів та показників врожайності, як правило, більша.

Подібну тенденцію спостерігали і для виробничої системи Clearfield® Plus з вищим показником врожайності при обробці гербіцидом Пульсар® Флекс (2,0 л/га) – 2,56 т/га. На фоні гербіциду Євро-Лайтнінг® (1,2 л/га) отримали – 2,47 т/га і Євро-Лайтнінг® Плюс (2,5 л/га) – 2,36 т/га.

При цьому порівняння виробничих систем Clearfield® та Clearfield® Plus залежно від внесення гербіциду, у середньому за три роки, показало, що отримана більша врожай-

ність є вищим для гібридів соняшнику Clearfield® Plus на 0,21–0,34 т/га, (9,8–15,3 %) і є статистично достовірною. Усереднені показники за весь період досліджень демонструють переваги виробничої системи Clearfield® Plus на 0,28 т/га, (+12,8 %).

Також були проведені дослідження з порівняння толерантності гібридів соняшнику виробничої системи Clearfield® (НК Неома, ЕС Генераліс КЛ, СИ Барбаті) та Clearfield® Plus (СИ Бакарді КЛП, ЕС Лоріс КЛП, ЕС Яніс) при застосуванні гербіцидів Євро-Лайтнінг® Плюс та Пульсар® Флекс з метою виявлення їх фітотоксичності. Для порівняння впливу цих гербіцидів на врожайність соняшнику були проведені дослідження в м. Решетилівка Полтавської області впродовж 2021 та 2022 рр. Застосовували максимальну зареєстровану дозу гербіциду Євро-Лайтнінг® Плюс та Пульсар® Флекс та їх подвійні дози.

Результати досліджень впливу вище згаданих гербіцидів на врожайність соняшнику гібридів Clearfield® та Clearfield® Plus демонструють, що за відсутності вовчка соняшникового та складноконтрольованих видів бур'янів у 2021 р. вищі показники врожайності отримані у варіантах з використанням гербіциду Пульсар® Флекс (2,0 л/га) – відповідно 1,76 та 1,92 т/га (рис. 3).

Виявлено високий фітотоксичний вплив гербіциду Євро-Лайтнінг® Плюс за подвійної

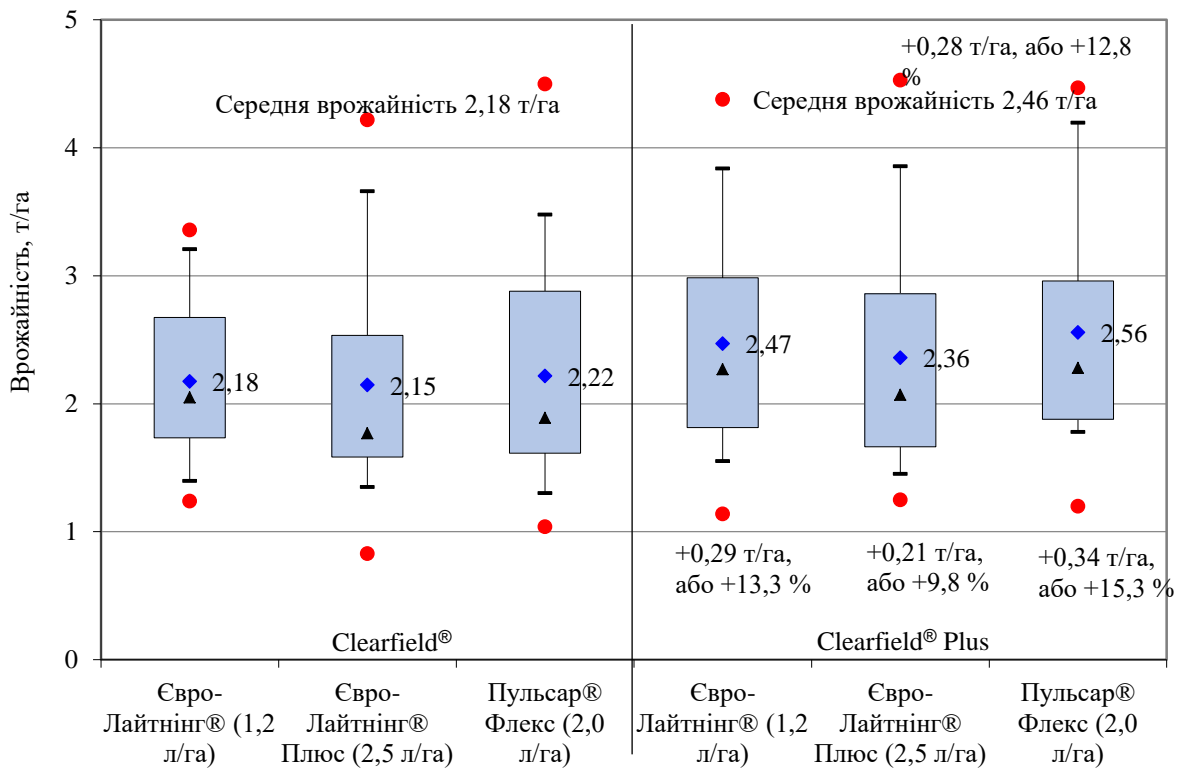


Рис. 2 Врожайність соняшнику виробничих систем Clearfield®* та Clearfield® Plus за різних варіантів гербіцидного захисту, Решетилівка, Полтавська обл., (середнє за 2020–2022 рр.).**
НІР₀₅=0,20 т/га – для варіантів гербіцидної обробки
НІР₀₅=0,12 т/га – для порівняння виробничих систем Clearfield® та Clearfield® Plus.

*Примітка: * гібриди Clearfield®: Барбаті, Генераліс, Діамантіс, Експерто, Зурімі, Колоріс, Маркеза, Неома, Пунтасол, Сантос, Субелла, Таленто, Фортімі*
*** гібриди Clearfield® Plus: Бакарді, Дракаріс, Європа, Катана, Лоріс, Люція, Меліта, Неостар, Параїзо 1000, Розетта, Сюрприз, Яніс, MAS 92, P64LP130, P64LP140.*

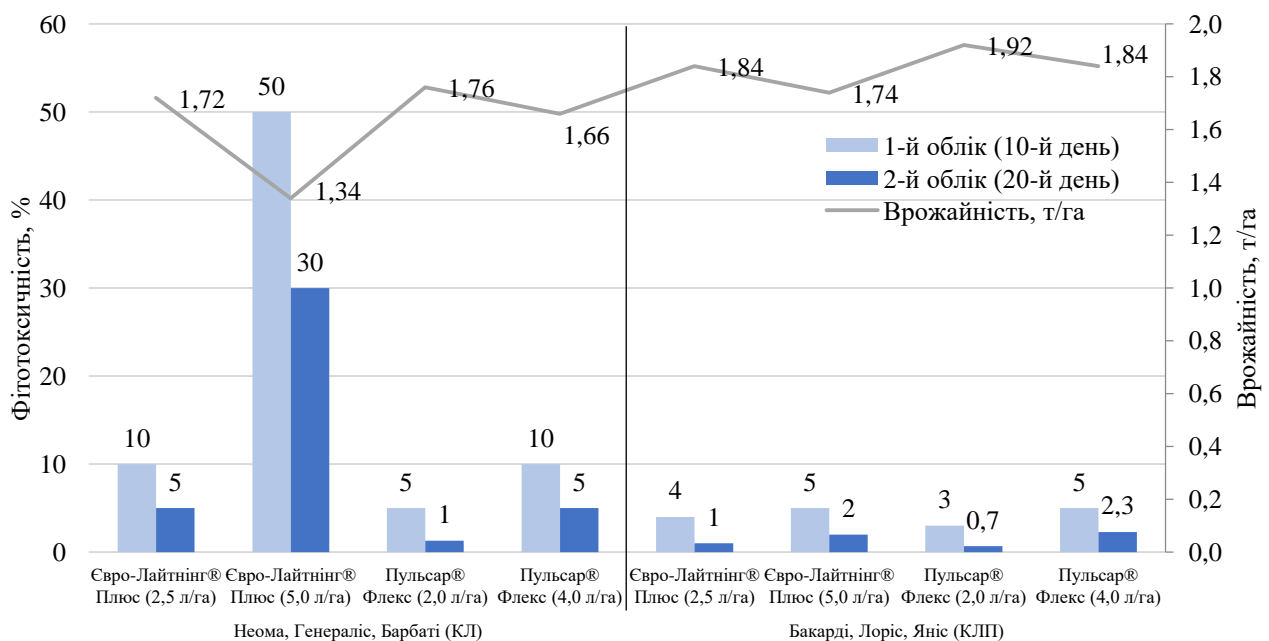


Рис. 3 Порівняння фітотоксичного впливу ІМІ-гербіцидів на рослини соняшнику виробничих систем Clearfield® та Clearfield® Plus, Решетилівка, Полтавська обл., 2021 р.
НІР₀₅=0,37 т/га – для всіх варіантів.

доза 5,0 л/га на гібридах виробничої системи Clearfield® – до 50 % на 10-у добу після застосування гербіциду та його зниження до 30 % на 20-у добу обліку. Це ще раз підтверджує нижчу толерантність гібридів виробничої системи Clearfield® до гербіцидів, призначених для гібридів Clearfield® Plus. При цьому відбулось зниження врожайності на 0,38 т/га, (22,1 %) (рис. 4). Важливо пам'ятати, що гербіцид Євро-Лайтнінг® Плюс не зареєстровано для гібридів виробничої системи Clearfield® саме через ризики фітотоксичності за несприятливих погодних умов (тривалий період прохолодної та вологої погоди).

При цьому гібриди виробничої системи Clearfield® були толерантними до подвійної дози гербіциду Пульсар® Флекс, 4,0 л/га, де рівень фітотоксичного впливу сягнув 10 % на 10-у добу обліку та знизився до 5 % на 20-у добу. Зниження врожайності на 0,10 т/га знаходилось в межах статистичної похибки.

Слід зазначити, що гібриди виробничої системи Clearfield® Plus практично не про-

явили ознак фітотоксичного впливу навіть за подвійних доз застосування використання гербіцидів Євро-Лайтнінг® Плюс (5,0 л/га) та Пульсар® Флекс (4,0 л/га), а їх рівень врожайності знаходився у межах статистичної похибки із показниками для максимальних зареєстрованих доз внесення відповідно 2,5 та 2,0 л/га.

Достатньо високий рівень фітотоксичності також був зафіксований у 2022 р. для гібридів виробничої системи Clearfield® за застосування подвійної дози гербіциду Пульсар® Флекс (4,0 л/га), який сягнув 35 % на 7-у добу обліку і знизився до 13,3 % – на 15-у добу (рис. 4). Зниження врожайності зафіксовано на рівні 0,19 т/га, яке знаходилося в межах статистичної похибки дослідження. При цьому гібриди виробничої системи Clearfield® Plus практично не виявили різниці в ознаках фітотоксичного впливу за максимальної зареєстрованої та подвійної дози і знаходились в межах 3,3–5 % на 7-у добу обліку.

Дані дослідження ймовірного фітоток-

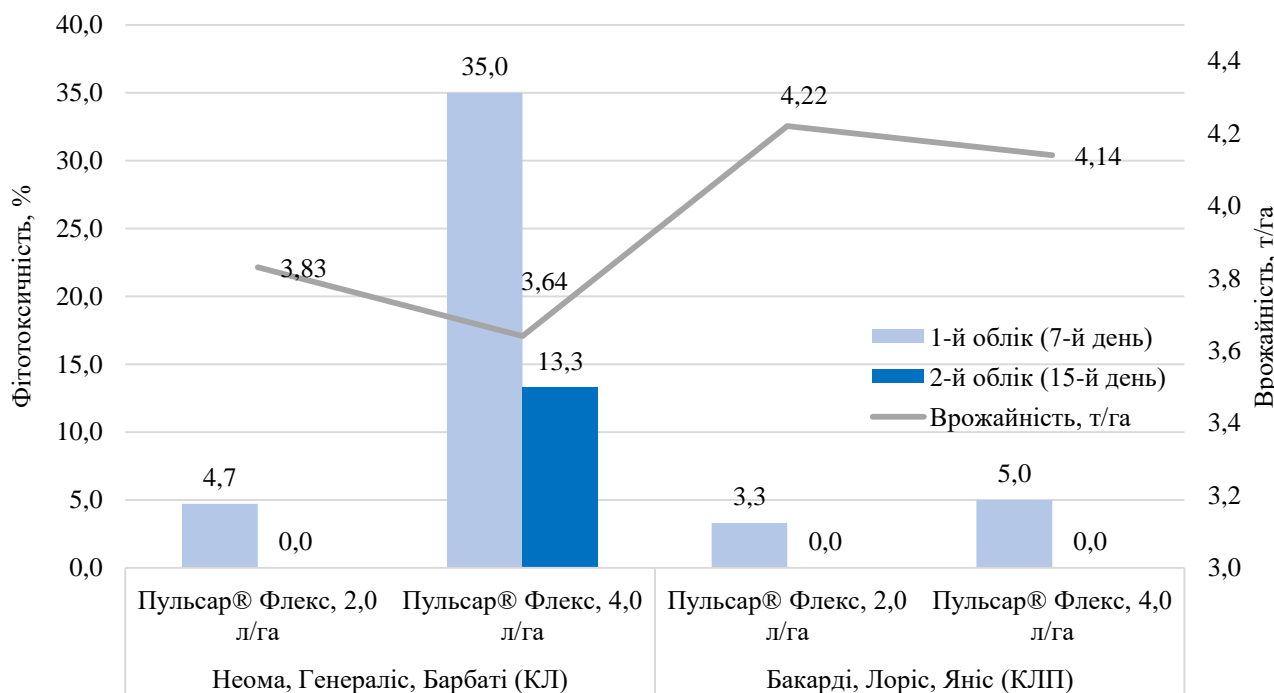


Рис. 4. Порівняння фітотоксичного впливу ІМІ-гербіцидів на рослини соняшнику виробничих систем Clearfield® та Clearfield® Plus, (Решетилівка, 2022 р.).

$HIP_{05}=0,54$ т/га – для всіх варіантів.

сичного впливу ІМІ-гербіцидів на рослини соняшнику підтверджують перспективність використання саме гібридів виробничої системи Clearfield® Plus, які є більш толерантними до високих доз діючих речовин на основі імідазолінонів та до більш активних фор-

муляцій гербіцидів із сильними ад'ювантами. Одночасно з цим, використання таких гербіцидів як Євро-Лайтнінг® Плюс та Пульсар® Флекс з сучасними формуляціями дозволяють отримати вищу гербіцидну ефективність у порівнянні з гербіцидами Пульсар® 40 та

Євро-Лайтнінг®.

Висновки. Встановлено, що гібрид соняшнику Бакарді (Clearfield® Plus) у порівнянні з гібридом Неома (Clearfield®) у середньому по двох локаціях за три роки досліджень забезпечив рівень врожайності вищий на 0,33 т/га, (13,2 %).

Аналіз ширшої вибірки гібридів Clearfield® та Clearfield® Plus показав, що гібриди виробничої системи Clearfield® Plus сформували врожай на 0,28 т/га вищий, (12,8 %) у порівнянні з гібридами Clearfield®.

Гібриди виробничої системи Clear-field® Plus забезпечили вищі статистично достовірні

показники врожайності: при застосуванні гербіцидів Євро-Лайтнінг® 1,2 л/га) – на 0,29 т/га, (13,3 %); Євро-Лайтнінг® Плюс (2,5 л/га) – на 0,21 т/га, (9,8 %); Пульсар® Флекс (2,0 л/га) – на 0,34 т/га, (15,3 %).

Гібриди соняшнику Clearfield® Plus проявили вищу толерантність до ІМІ-гербіцидів та стабільність отриманих врожаїв.

Результати дослідження демонструють перевагу та перспективність використання гібридів соняшнику виробничої системи Clearfield® Plus із застосуванням гербіцидів Євро-Лайтнінг® Плюс та Пульсар® Флекс.

Використана література

1. Al-Khatib K., Baumgartner J. R., Peterson D. E., Currie R. S. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*. 1998; 46 (4), 403–407. <https://doi.org/10.1017/S0043174500090809>
2. Tan S., Evans R. R., Dahmer M. L., Singh B. K., Shaner D. L. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*. 2005. 61, 246–257. <https://doi.org/10.1002/ps.993>
3. Сторчоус І. Особливості застосування технології Clearfield®. *Пропозиція* спецвипуск. (Соняшник: прості рішення складних питань). 2017. С. 30–35.
4. Neshev N., Yanev M., Mitkov A., Tonev T. Efficacy and selectivity of imazamox-containing herbicides at Clearfield® and Clearfield® Plus sunflower hybrids. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2020. Vol. LXIII, No. 1, 450–457.
5. Weston B., McNevin G., Carlson D. Clearfield® Plus Technology in Sunflowers, 18th International Sunflower Conference, *Mar del Plata, Argentina*, 2012. Vol. 1, P. 58.
6. Pfenning M., Tan S., Perez-Brea J. Weed Control in Clearfield-Plus Sunflowers with superior herbicide solutions. Conference: International Sunflower Conference, *Mar de Plata Argentina*, 2012.
7. Pfenning M., Tan S., Perez-Brea J. Improved weed Control in Clearfield-Plus Sunflowers with superior herbicide solutions. 18th International Sunflower Conference, *Mar del Plata, Argentina*, 2012. Vol. 1, P. 138.
8. Zoltán S. Clearfiled és Clearfield Plus herbicid toleráns gyomirtási technológiák hatásának összehasonlítása napraforgóban. [Sunflower Clearfield and Clearfield Plus herbicide tolerant technology comparison]. *Acta Agronomica Óváriensis*. 2020. Vol. 61. № 1. 73–93.
9. Weston B., Pfenning M., Perez-Brea J., Tan S., McNevin G., Carlson D., Bertero de Romano A., Romano C., Bulos M., Sala C. Yield and Oil Improvements in Clearfield® Plus Sunflowers. 18th International Sunflower Conference, *Mar del Plata, Argentina*, 2012, Vol. 1., 142.
10. Матковська М. Євро-Лайтнінг Плюс – запорука високих врожаїв. *Агробізнес Сьогодні*. 2019. № 6 (397). С. 38–39.
11. Лукьянчик Ю. Clearfield Plus - наивысший уровень защиты от сорняков и заразиhi. *Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника*. 2016. № 3. С. 186–189.
12. Шугурова Н., Дем'яненко Т. Надійний захист соняшнику від бур'янів. *Пропозиція*. 2018. № 3. С. 116–120.
13. Шугурова Н. Особливості сучасних виробничих систем Clearfield та Clearfield Plus: відмінності та переваги. *Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника*. 2017. № 4. С. 92–95.

References

1. Al-Khatib K., Baumgartner, J. R., Peterson, D. E., Currie, R. S. (1998). Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*, 46 (4). 403–407. <https://doi.org/10.1017/S0043174500090809>
2. Tan, S., Evans, R. R., Dahmer, M. L., Singh, B. K., Shaner, D. L. (2005). Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, 61. 246–257. <https://doi.org/10.1002/ps.993>
3. Storchous, I. (2017). *Osoblyvosti zastosuvannia tekhnolohii Clearfield®* [Peculiarities of using Clearfield® technology]. *Spetsvypusk Propozytsiia. Soniashnyk: prosti rishennia skladnykh pytan* [Special issue Offer. Sunflower: simple solutions to complex issues], 30–35. [in Ukrainian]
4. Neshev, N., Yanev, M., Mitkov, A., Tonev, T. (2020). Efficacy and selectivity of imazamox-containing herbicides at Clearfield® and Clearfield® Plus sunflower hybrids. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIII (1). 450–457.
5. Weston, B., McNevin, G., Carlson, D. (2012). Clearfield® Plus Technology in Sunflowers, 18th International Sunflower Conference. (vol. 1, p. 58). *Mar del Plata, Argentina*.
6. Pfenning, M., Tan, S., Perez-Brea, J. (2012). Weed Control in Clearfield-Plus Sunflowers with superior

- herbicide solutions. Proceedings from International Sunflower Conference, Mar de Plata, Argentina.
7. Pfenning, M., Tan, S., Perez-Brea, J. (2012). Improved weed Control in Clearfield-Plus Sunflowers with superior herbicide solutions. Proceedings from 18th International Sunflower Conference. (vol. 1, p. 138). Mar del Plata, Argentina.
 8. Zoltán, S. (2020). Sunflower Clearfield and Clearfield Plus herbicide tolerant technology comparison. *Acta Agronomica Óváriensis*, 61 (1). 73–93. [in Hungarian]
 9. Weston, B., Pfenning, M., Perez-Brea, J., Tan, S., McNevin, G., Carlson, D., Bertero, de Romano A., Romano, C., Bulos, M., Sala, C. (2012). Yield and Oil Improvements in Clearfield® Plus Sunflowers. Proceedings from 18th International Sunflower Conference. (vol. 1, p. 142). Mar del Plata, Argentina.
 10. Matkovska, M. (2019). Euro-Lightning Plus - a guarantee of high yields. *Ahrobiznes siohodni* [Agribusiness today], 6 (397). 38–39. [in Ukrainian]
 11. Lukyanchyk, Yu. (2016). Clearfield Plus - the highest level of protection against weeds and pests. *Zerno: vseukraynyskyi zhurnal sovremennoho ahropromyshlennyka*. [Grain: all-Ukrainian magazine of a modern agro-industrialist], 3. 186–189. [in Russian]
 12. Shugurova, N., Demianenko, T. (2018). Reliable protection of sunflower from weeds. *Propozytziia* [Proposal], 3. 116–120. [in Ukrainian]
 13. Shugurova, N. (2017). Features of modern Clearfield and Clearfield Plus production systems: differences and advantages. *Zerno: vseukraynyskyi zhurnal sovremennoho ahropromyshlennyka* [Grain: all-Ukrainian magazine of a modern agro-industrialist], 4. 92–95. [in Ukrainian]

UDC 633.81/.85:632.9:633.854.78

Cholovskiy S. M. Comparison of Clearfield® and Clearfield® Plus production systems for sunflower. *Grain Crops*. 2024. 8 (2). 256–265.

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. Today, sunflower (*Helianthus annuus L.*) is one of the leading agricultural crops in Ukraine with sowing area of 5–5.5 million hectares. Among numerous sunflower production systems, the Clearfield® and Clearfield® Plus Production Systems are the most effective in controlling broomrape and difficult-to-control weeds. **Purpose.** To identify the advantages of the Clearfield® Plus Production System compared to Clearfield®. **Materials and Methods.** Field trials were conducted on the facilities of Hovtva LLC in Reshetylivka, Poltava region, and Terezyne ALC in Terezyne, Kyiv region, in accordance with the generally accepted research methodology during 2020–2022. All elements of agricultural technology are generally accepted for the Forest-steppe zone. **Results.** Over three years of research, it was found that the yield of SY Bacardi CLP sunflower hybrid (Clearfield® Plus) compared to the NK Neoma hybrid (Clearfield®) was 0.33 t/ha higher (13.2%) on average in two locations. According to the analysis of a larger sample of Clearfield® and Clearfield® Plus hybrids, the hybrids of the Clearfield® Plus Production System formed a yield of 0.28 t/ha higher (12.8%) compared to hybrids of the Clearfield® ones. Given the average level of weed infestation and the absence of sunflower broomrape and difficult-to-control weeds, there was no significant difference in yields on the background of Euro-Lightning® (1.2 l/ha), Euro-Lightning® Plus (2.5 l/ha) and Pulsar® Flex (2.0 l/ha) herbicides within each Clearfield® and Clearfield® Plus Production Systems. However, the hybrids of the Clearfield® Plus Production System on each herbicide background provided higher statistically significant yield indicators: an increase in yield was 0.29 t/ha (13.3 %) due to application of Euro-Lightning® (1.2 l/ha); 0.21 t/ha (9.8 %) – Euro-Lightning® Plus (2.5 l/ha); 0.34 t/ha (15.3 %) – Pulsar® Flex (2.0 l/ha). The sunflower hybrids of Clearfield® Plus showed higher tolerance to IMI herbicides and stability of the yields. **Conclusions.** The sunflower hybrids of the Clearfield® Plus Production System have demonstrated an advantage in terms of seed yield and tolerance to IMI herbicides compared to Clearfield® hybrids, so they have the potential to further expand their cultivation areas.

Key words: sunflower, hybrid, yield, herbicide, Euro-Lightning® Plus, Pulsar® Flex, phytotoxicity