

Ріст та продуктивність гороху озимого за різних варіантів захисту від бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України

О. Є. Кукуруза, С. О. Ременюк*

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: svetlana19862010@ukr.net*

Мета. Проаналізувати особливості росту та формування продуктивності посівів гороху озимого за різних варіантів захисту від бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2020–2023 рр. в умовах ДП ДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Білоцерківський р-н, Київська обл.). Агротехніка вирощування культури в досліді загальноприйнята для зони недостатнього зволоження Правобережного Лісостепу України за винятком досліджуваних елементів. **Результати.** Найліпші умови для росту й розвитку рослин гороху та формування ними площі листя відзначено за осіннього внесення гербіциду Корум у фазі ВВСН 12. Це сприяло тому, що на час цвітіння в рослин культури утворювалась площа листя понад 36 тис. м²/га, а у весняний – понад 35 тис. м²/га. Застосування цього ж препарату у фазі ВВСН 14 забезпечувало формування площі листя понад 35 тис. м²/га, що відповідає показникам варіанту зі внесенням гербіциду Пульсар 40 у фазі ВВСН 12. Тобто посіви гороху озимого, на час цвітіння, здатні ефективно обмежувати появу нових сходів бур'янів та ріст і розвиток уже наявних їх рослин, чому сприяло своєчасне застосування системи гербіцидного захисту. Застосування гербіциду Корум виявилось найліпшим варіантом з погляду формування високого рівня фотосинтетичного потенціалу (ФП) посівів гороху. За внесення препарату восени у фазі розвитку рослин ВВСН 12 з нормою витрати 1,50 л/га ФП становив 1,57 тис. м²/га × діб. При цьому варіант застосування цього препарату в нормі 1,25 л/га незначно відрізнявся від найкращого в досліді. Весняне внесення гербіциду Корум у фазі ВВСН 12 з нормами витрати 1,25 і 1,50 л/га сприяло отриманню ФП на рівні 1,51–1,52 тис. м²/га × діб, що також забезпечувало найвищі показники у весняному блоці досліді. Оскільки завдяки застосуванню гербіциду Корум рослини гороху озимого формували велику площу листя, то показники чистої продуктивності фотосинтезу посівів кращих варіантів були на рівні 2,89 г/м² за добу за осіннього внесення та 2,64 г/м² за добу за весняного. Найвищу ж у досліді ЧПФ гороху забезпечувало застосування препарату Пульсар Флекс, що, ймовірно, досягнуто завдяки дещо меншій площі листя, сформованій посівами, та м'якій дії препарату на рослини, що зменшувало ризик виникнення дис-стресів та сприяло їх активнішому росту й розвитку. **Висновки.** Найефективнішим за рівнем приросту врожайності гороху було осіннє застосування для захисту посівів гербіциду Корум. В усі роки досліджень, а також у середньому по досліді внесення 1,50 л/га цього гербіциду у фазі ВВСН 12 забезпечувало отримання найвищої врожайності: 3,08; 1,98 та 3,68 т/га у 2021, 2022 та 2023 рр. відповідно та 2,91 т/га в середньому за три роки. На другому місці за ефективністю формування врожайності було застосування цієї ж норми гербіциду у фазі ВВСН 14, тоді як більш пізні строки внесення не сприяли високому рівню реалізації біологічного потенціалу посівів. Ефективним також було весняне застосування Корум за обох норм витрати у фазі ВВСН 12 розвитку бур'янів: урожайність насіння гороху становила 2,52 та 2,62 т/га відповідно.

Ключові слова: горох озимий; фотосинтетичний потенціал; площа листя; чиста продуктивність фотосинтезу; урожайність.

Вступ

Негативний вплив бур'янів на горох виявляється передусім в обмеженні його росту й розвитку через конкуренцію за ресурси живлення, що призводить до значного зниження врожаю. Тому важливо правильно визначити не лише рівень забур'яненості, але й гербокритичний період, коли присутність небажаної рослинності може стати особливо шкідливою. Для гороху такий період триває 25–40 діб, від фази трьох листків до початку бутонізації. Конкурентна боротьба в цей період може значно знизити врожайність гороху – до 50–70 %, за умови, якщо бур'яни не будуть знищені на полі до рівня їх нешкідливості для культури [1].

Весною багато видів бур'янів швидко розвиваються, випереджаючи горох. Наприклад, різні види гірчаків, підмаренник чіпкий, спориш звичайний можуть прорости за низьких температур, тоді як талабан польовий, мілка широколиста можуть відновити вегетацію після зими. Ці види бур'янів створюють серйозну конкуренцію рослинам гороху за вологу й світло, коли ті намагаються відновити вегетацію [2].

Вивчення особливостей застосування гербіцидів восени та весною має важливе значення. Останнім часом безморозний період у Лісостепу України збільшився на два-три тижні, що призводить до висівання озимих культур у непідходящі строки та отримання ослаблених рослин з недостатнім запасом поживних речовин. Це ускладнює застосування гербіцидів восени, а основне їх унесення переноситься на весну. З іншого боку, висівання рослин в оптимальні строки накладає додаткові обмеження з погляду побудови якісної системи осіннього захисту посівів від бур'янів. Адже тривалий теплий безморозний період сприяє активному розвитку небажаної на полі рослинності [3].

В останні десятиліття навесні вегетація починається раніше, а тривалі періоди безморозної погоди сприяють швидкому росту бур'янів, тоді як культури ростуть дещо повільніше, а так звані «вікна» використовують більше для поповнення запасів поживних речовин. При цьому можливості до застосування гербіцидів значно звужуються, оскільки температур для ефективної їх роботи немає, а рослини бур'янів переростають досить швидко і виходять за межі чутливих фаз, у які можлива максимальна ефективність застосування препаратів [4].

Отже, бур'яни мають перевагу в конкуренції за ресурси, оскільки без гербіцидного контролю вони зростають швидко і можуть мати високий відсоток виживання навіть після обробки препаратами. Погодні умови вегетаційного періоду також можуть вплинути на ефективність гербіцидів, особливо в разі комплексного захисту рослин від різноманітних видів бур'янів. Багато гербіцидів ефективно працюють за температури від +10 до +20 °C та вологості повітря не менше ніж 60 %. Проте, через зміни погодних умов, може виникнути ситуація, коли погодні умови будуть або занадто спекотні й сухі, або надто холодні, що ускладнить застосування гербіцидів [5, 6].

Причому, серед усіх факторів контролювання небажаної рослинності, в умовах агрофітоценозу поля, формування достатньої площі листової поверхні культури розглядається як найбільш дієвий і спосіб захисту посівів від бур'янів. При цьому гербокритичний період гороху озимого припадає в основному на осінній час розвитку культури, а навесні, за настання сприятливих умов для росту й розвитку рослини здатні швидко нарощувати вегетативну масу та збільшувати площу листової поверхні до рівня, достатнього для контролювання небажаної рослинності на полі [7, 8].

Вважається, що для ефективного контролювання поверхні поля від появи нових сходів бур'янів достатньо, щоб культурні рослин формували площу листя, що удвічі й більше перевищує площу поля [9, 10].

Мета дослідження – проаналізувати особливості росту та формування продуктивності посівів гороху озимого за застосування різних варіантів захисту від бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2020–2023 рр. в умовах ДП ДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Дослідні ділянки господарства розташовані у с. Ксаверівка-2 Білоцерківського району Київської області. Схему досліду наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Системи захисту посівів гороху озимого від бур'янів у досліді

Варіант	Осіньне внесення	Весняне внесення
Контроль без гербіциду		
Видалення бур'янів вручну		
Фюзілад Форте (стандарт)	0,5 л/га ВВСН 12	0,5 л/га ВВСН 12
	1,0 л/га ВВСН 12	1,0 л/га ВВСН 12
	0,5 л/га ВВСН 14	0,5 л/га ВВСН 14
	1,0 л/га ВВСН 14	1,0 л/га ВВСН 14
	0,5 л/га ВВСН 16	0,5 л/га ВВСН 16
	1,0 л/га ВВСН 16	1,0 л/га ВВСН 16
Корум	1,25 л/га ВВСН 12	1,25 л/га ВВСН 12
	2,0 л/га ВВСН 12	2,0 л/га ВВСН 12
	1,25 л/га ВВСН 14	1,25 л/га ВВСН 14
	2,0 л/га ВВСН 14	2,0 л/га ВВСН 14
	1,25 л/га ВВСН 16	1,25 л/га ВВСН 16
	2,0 л/га ВВСН 16	2,0 л/га ВВСН 16
Пульсар 40	1,0 л/га ВВСН 12	1,0 л/га ВВСН 12
	1,2 л/га ВВСН 12	1,2 л/га ВВСН 12
	1,0 л/га ВВСН 14	1,0 л/га ВВСН 14
	1,2 л/га ВВСН 14	1,2 л/га ВВСН 14
	1,0 л/га ВВСН 16	1,0 л/га ВВСН 16
	1,2 л/га ВВСН 16	1,2 л/га ВВСН 16
Пульсар Флекс	1,0 л/га ВВСН 12	1,0 л/га ВВСН 12
	2,0 л/га ВВСН 12	2,0 л/га ВВСН 12
	1,0 л/га ВВСН 14	1,0 л/га ВВСН 14
	2,0 л/га ВВСН 14	2,0 л/га ВВСН 14
	1,0 л/га ВВСН 16	1,0 л/га ВВСН 16
	2,0 л/га ВВСН 16	2,0 л/га ВВСН 16

Площа посівної ділянки становила 25 м², облікової – 20 м². Повторність досліду – трикратна, розміщення варіантів – рендомізоване. Попередник – пшениця озима. Висівали горох озимий у другій половині вересня з нормою висіву 1,2 млн схожих насінин на 1 га із шириною міжрядь 15 см на глибину 4,0–4,5 см.

Для вивчення ефективності застосування гербіцидів на рослини гороху озимого в досліді були використані також варіанти з ручними прополюваннями, де бур'яни були відсутні протягом усього періоду вегетації, а також забур'янений контроль.

Осіньне застосування гербіцидів проводили з розрахунку фенологічних фаз росту й розвитку рослин гороху озимого, а весняне – визначаючи усереднені фази розвитку бур'янів, оскільки рослини гороху на цей час уже вегетували в більш пізні фази.

Вирощували горох озимий 'НС Мороз', перший озимий сорт білкового гороху сербської селекції, призначений для виробництва зерна. Рік реєстрації – 2016, рекомендовані зони вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся. Сорт дуже ранній, створений методом добору гібридної популяції.

Полюві дослідження виконували за умови дотримання вимог загальноприйнятих методик польового досліду, а також методики Державного сортопробування сільськогосподарських культур, у частині визначення оптимальних площ ділянок, обліків фенофаз росту й розвитку рослин, структури врожаю [11, 12].

Видовий склад бур'янів визначали протягом вегетаційного періоду гороху озимого згідно із загальними та спеціальними методиками [11, 12] за допомогою визначника.

Статистичний аналіз результатів роботи виконували за допомогою прикладного пакету Statistica 6.0 методом дисперсійного аналізу [13].

Результати досліджень

Розглянемо особливості формування площі листя гороху озимого на час максимального розвитку рослин – у фазі цвітіння (табл. 2).

Таблиця 2

Площа листя посівів гороху озимого у фазі цвітіння, тис. м²/га

Варіант	Норма та фаза застосування	Застосування гербіцидів	
		восени	навесні
Контроль без гербіциду		24,2	23,1
Видалення бур'янів вручну		35,8	35,0
Фюзілад Форте, (стандарт)	0,5 л/га ВВСН 12	27,5	26,8
	1,0 л/га ВВСН 12	27,7	26,9
	0,5 л/га ВВСН 14	27,1	26,0
	1,0 л/га ВВСН 14	27,4	26,3
	0,5 л/га ВВСН 16	26,5	25,8
	1,0 л/га ВВСН 16	26,1	25,9
Корум	1,25 л/га ВВСН 12	36,8	35,8
	1,50 л/га ВВСН 12	36,9	35,6
	1,25 л/га ВВСН 14	35,6	35,0
	1,50 л/га ВВСН 14	35,0	34,5
	1,25 л/га ВВСН 16	34,7	34,1
	1,50 л/га ВВСН 16	34,9	34,3
Пульсар 40	0,75 л/га ВВСН 12	35,4	34,4
	1,0 л/га ВВСН 12	35,4	34,2
	0,75 л/га ВВСН 14	34,2	33,6
	1,0 л/га ВВСН 14	33,6	33,1
	0,75 л/га ВВСН 16	33,4	32,8
	1,0 л/га ВВСН 16	33,5	33,0
Пульсар Флекс	0,75 л/га ВВСН 12	33,8	32,9
	1,0 л/га ВВСН 12	33,9	32,7
	0,75 л/га ВВСН 14	32,8	32,3
	1,0 л/га ВВСН 14	32,3	31,8
	0,75 л/га ВВСН 16	32,0	31,5
	1,0 л/га ВВСН 16	32,2	31,7
НІР _{0,05}		2,2	2,1

Загалом площа листової поверхні посівів гороху формувалась на достатньому для ефективної противаги бур'янам рівні, і за осіннього застосування гербіцидів площа листя в середньому по досліді була 32,3 тис. м²/га, а за весняного застосування препаратів – 31,5 тис. м²/га. Тобто не виявлено істотних відмінностей між досліджуваними строками застосування гербіцидів щодо зміни площі листя гороху озимого. Це означає, що пізнє внесення гербіцидів впливає більше на рослини гороху в плані дис-стресів, аніж ініціювання кардинальних змін у площі листя культурних рослин.

Оскільки різні строки застосування гербіцидів (осінній та весняний) аналогічно впливають на формування площі листя посівів гороху, то розглянемо закономірності її зміни загалом по досліджуваних гербіцидах.

Внесення гербіциду Фюзілад Форте забезпечувало формування в гороху наближених до забур'яненого контролю показників. За весняного внесення площа листя становила 26,3 тис. м²/га, а за осіннього – 27,1 тис. м²/га, що пояснюється досить обмеженою його дією на бур'яни, передусім щодо контролювання лише злакових видів.

У разі застосування гербіциду Пульсар Флекс у середньому по досліді площа листя гороху була на рівні 32,8 тис. м²/га за осіннього внесення та 32,1 тис. м²/га – за весняного. При цьому Пульсар 40 створював кращі умови для рослин гороху, тож площа їх листкової поверхні формувалась на рівні 34,2 та 33,5 тис. м²/га відповідно.

Кращі умови для росту й розвитку рослин гороху були за внесення Корум, у фазі ВВСН 12 в осінній період площа листя становила понад 36 тис. м²/га, а у весняний – понад 35 тис. м²/га. Застосування препарату у фазі ВВСН 14 забезпечувало формування площі листя понад 35 тис. м²/га, що аналогічно і за внесення Пульсар 40 у фазі ВВСН 12.

Також цікавим з погляду аналізу є показник фотосинтетичного потенціалу посівів гороху озимого за період вегетації, який дає змогу показати параметри площі листкової поверхні, задіюваної у фотосинтезі (табл. 3).

Таблиця 3

Фотосинтетичний потенціал посівів гороху озимого, тис. м²/га × діб

Варіант	Норма та фаза застосування	Застосування гербіцидів	
		восени	навесні
Контроль без гербіциду		1,03	0,98
Видалення бур'янів вручну		1,52	1,49
Фюзілад Форте, (стандарт)	0,5 л/га ВВСН 12	1,17	1,14
	1,0 л/га ВВСН 12	1,18	1,14
	0,5 л/га ВВСН 14	1,15	1,11
	1,0 л/га ВВСН 14	1,17	1,12
	0,5 л/га ВВСН 16	1,13	1,10
	1,0 л/га ВВСН 16	1,11	1,10
Корум	1,25 л/га ВВСН 12	1,56	1,52
	1,50 л/га ВВСН 12	1,57	1,51
	1,25 л/га ВВСН 14	1,51	1,49
	1,50 л/га ВВСН 14	1,49	1,47
	1,25 л/га ВВСН 16	1,47	1,45
	1,50 л/га ВВСН 16	1,48	1,46
Пульсар 40	0,75 л/га ВВСН 12	1,50	1,46
	1,0 л/га ВВСН 12	1,50	1,45
	0,75 л/га ВВСН 14	1,45	1,43
	1,0 л/га ВВСН 14	1,43	1,41
	0,75 л/га ВВСН 16	1,42	1,39
	1,0 л/га ВВСН 16	1,43	1,40
Пульсар Флекс	0,75 л/га ВВСН 12	1,44	1,40
	1,0 л/га ВВСН 12	1,44	1,39
	0,75 л/га ВВСН 14	1,39	1,37
	1,0 л/га ВВСН 14	1,37	1,35
	0,75 л/га ВВСН 16	1,36	1,34
	1,0 л/га ВВСН 16	1,37	1,35
НІР _{0,05}		0,12	0,14

Як бачимо, вирощування гороху озимого без обмеження росту в посівах бур'янів сприяє отриманню найменших показників фотосинтетичного потенціалу рослин – 0,98–1,03 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$, а чисті від присутності бур'янів ділянки мали на 0,49–0,51 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$ більші значення.

Якщо аналізувати закономірності формування фотосинтетичного потенціалу рослин у разі застосування гербіциду Фюзілад Форте, то найвищий показник – 1,18 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$ було отримано за внесення препарату в осінній період нормою 1,0 л/га у фазі розвитку рослин гороху ВВСН 12.

Застосування гербіциду Корум виявилось кращим варіантом щодо формування високого рівня фотосинтетичного потенціалу посівів гороху. За внесення препарату восени, у фазі розвитку рослин ВВСН 12 з нормою витрати 1,50 л/га ФП становив 1,57 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$. Причому варіант обробки препаратом у нормі 1,25 л/га незначно відрізнявся від кращого в досліді. Аналогічно, весняне внесення препарату у фазі ВВСН 12, з нормами витрати 1,25 і 1,50 л/га сприяло тому, що посіви гороху мали ФП на рівні 1,51 і 1,52 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$, що відповідало найкращим показникам у весняному блоці досліді.

Найліпші варіанти застосування гербіциду були ефективнішими і щодо формування фотосинтетичного потенціалу посівів, порівняно з чистим контролем. Це, на нашу думку, пов'язано з особливостями ручного прополювання гороху, адже вузькорядні посіви неможливо прополоти якісно без втрати частини культурних рослин.

Оброблення посівів гербіцидом Пульсар 40 у фазі ВВСН 12 також було ефективним: ФП посівів гороху був на рівні 1,50 тис. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дїб}$. Достатньо ефективними були також і ранні строки весняного застосування препарату.

Серед усіх факторів аналізування фотосинтетичного апарату рослин найкраще ефективність його роботи визначати за тим, скільки сухої речовини здатна накопичити одиниця листової поверхні рослин за одиницю часу. Для цього проаналізуємо параметри чистої продуктивності посівів гороху в нашому експерименті (табл. 4).

Саме докладне аналізування показників чистої продуктивності фотосинтезу дає змогу зрозуміти, чи впливають досліджувані нами фактори на накопичення сухої речовини. Причому ефективність процесів формування високої площі листової поверхні не завжди має суттєвий вплив на накопичення сухої речовини цим листям. Оскільки чим більше листя на рослині, тим менш ефективно працює його найменша структурна одиниця.

І це твердження знаходить наочне підтвердження в наших дослідженнях, коли найкращий у досліді за впливом на формування показників площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів гербіцид Корум спрацював ефективно, але рослини накопичували сухої речовини в середньому 2,80 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу за осіннього застосування і 2,48 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу – за весняного. При цьому у варіантах внесення Пульсар 40 отримано 2,82 та 2,59 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу, а в гербіциду Пульсар Флекс – 2,84 та 2,62 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу відповідно.

Отже, завдяки тому, що в разі застосування гербіциду Корум рослини гороху озимого утворювали велику площу листя, то ЧПФ кращих варіантів була 2,89 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу за осіннього внесення та 2,64 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу за весняного. Найвищі ж у досліді показники чистої продуктивності фотосинтезу гороху забезпечувало застосування препарату Пульсар Флекс, найімовірніше завдяки дещо меншій площі листя, сформованій посівами, та м'якій дії препарату на рослини, що зменшувало ризик виникнення дис-стресів та сприяло активнішому їх росту й розвитку.

Особливо помітно негативний вплив гербіцидів на культурні рослини виявляється за пізніх строків їх застосування, коли є ризик пригнічення гороху озимого. За внесення ж гербіциду Пульсар Флекс у фазі ВВСН 16 з нормою витрати 1,0 л/га ЧПФ був 2,96 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу, а у весняний період – 2,70 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу. Це відповідало найкращим показникам у досліді.

Універсальним мирилом ефективності гербіцидів є визначення рівня урожайності культури, а тому більш широко проаналізуємо особливості формування урожайності за осіннього внесення системи захисту (табл. 5).

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів гороху озимого, г/м² за добу

Варіант	Норма та фаза застосування	Застосування гербіцидів	
		восени	навесні
Контроль без гербіциду		2,27	2,13
Видалення бур'янів вручну		2,22	2,04
Фюзілад Форте, (стандарт)	0,5 л/га ВВСН 12	2,51	2,32
	1,0 л/га ВВСН 12	2,48	2,30
	0,5 л/га ВВСН 14	2,35	2,23
	1,0 л/га ВВСН 14	2,52	2,35
	0,5 л/га ВВСН 16	2,44	2,26
	1,0 л/га ВВСН 16	2,39	2,19
Корум	1,25 л/га ВВСН 12	2,73	2,51
	1,50 л/га ВВСН 12	2,83	2,64
	1,25 л/га ВВСН 14	2,79	2,54
	1,50 л/га ВВСН 14	2,89	2,63
	1,25 л/га ВВСН 16	2,74	2,52
	1,50 л/га ВВСН 16	2,83	2,57
Пульсар 40	0,75 л/га ВВСН 12	2,75	2,56
	1,0 л/га ВВСН 12	2,79	2,60
	0,75 л/га ВВСН 14	2,80	2,56
	1,0 л/га ВВСН 14	2,83	2,58
	0,75 л/га ВВСН 16	2,85	2,59
	1,0 л/га ВВСН 16	2,89	2,65
Пульсар Флекс	0,75 л/га ВВСН 12	2,63	2,44
	1,0 л/га ВВСН 12	2,76	2,58
	0,75 л/га ВВСН 14	2,88	2,65
	1,0 л/га ВВСН 14	2,96	2,70
	0,75 л/га ВВСН 16	2,85	2,60
	1,0 л/га ВВСН 16	2,95	2,71
НІР _{0,05}		0,44	0,40

Аналіз урожайності гороху озимого загалом за роки досліджень свідчить, що погодні умови сприяли отриманню високого рівня продуктивності посівів у 2023 році – 3,10 т/га, у 2021 р. отримано 2,55 т/га. Найнижчий врожай був в умовах 2022 року – 1,66 т/га, що пов'язано з впливом несприятливих умов вирощування, особливо в критичні для росту й розвитку рослин гороху періоди.

В умовах 2021 року за оброблення посівів гербіцидом Фюзілад Форте з нормою 0,5 л/га у фазі ВВСН 12 отримано найвищу за варіантами застосування цього препарату врожайність – 2,16 т/га. Причому, в умовах 2022 року ефективнішими виявилась норма 1,0 л/га, за оброблення рослин у фази ВВСН 12 та ВВСН 14, а в умовах 2023 року – лише у фазі ВВСН 12. Загалом за роки досліджень найефективнішими були строки внесення препарату у фазі ВВСН 12.

Застосування для захисту посівів гербіциду Корум було найдієвішим щодо формування продуктивності гороху. Визначено, що в усі роки досліджень, а також у середньому по досліді внесення 1,50 л/га гербіциду у фазі ВВСН 12 сприяло формуванню умов для отримання найвищої врожайності по досліді: 3,08 т/га у 2021-му, 1,98 – у 2022-му, 3,68 т/га – у 2023 р. та 2,91 т/га в середньому за роками. На другому місці за ефективністю формування врожайності було застосування цієї ж норми гербіциду у фазі ВВСН 14, тоді як більш пізні строки внесення не сприяли високому рівню реалізації біологічного потенціалу посівів.

**Урожайність насіння гороху озимого за осіннього внесення гербіцидів, т/га
(2021–2023 рр.)**

Варіант	Норма та фаза застосування	Урожайність насіння, т/га			
		2021	2022	2023	Середнє
Контроль без гербіциду		1,54	1,04	2,00	1,53
Видалення бур'янів вручну		2,34	1,53	2,80	2,22
Фюзілад Форте, (стандарт)	0,5 л/га ВВСН 12	2,16	1,22	2,40	1,93
	1,0 л/га ВВСН 12	1,98	1,33	2,46	1,92
	0,5 л/га ВВСН 14	1,81	1,21	2,34	1,79
	1,0 л/га ВВСН 14	2,04	1,38	2,40	1,94
	0,5 л/га ВВСН 16	1,89	1,23	2,30	1,80
	1,0 л/га ВВСН 16	1,82	1,10	2,33	1,75
Корум	1,25 л/га ВВСН 12	2,99	1,88	3,53	2,80
	1,50 л/га ВВСН 12	3,08	1,98	3,68	2,91
	1,25 л/га ВВСН 14	2,94	1,85	3,50	2,76
	1,50 л/га ВВСН 14	3,00	1,94	3,55	2,83
	1,25 л/га ВВСН 16	2,93	1,70	3,41	2,68
	1,50 л/га ВВСН 16	2,93	1,84	3,49	2,75
Пульсар 40	0,75 л/га ВВСН 12	2,85	1,85	3,45	2,72
	1,0 л/га ВВСН 12	2,88	1,88	3,50	2,75
	0,75 л/га ВВСН 14	2,70	1,91	3,42	2,68
	1,0 л/га ВВСН 14	2,67	1,85	3,46	2,66
	0,75 л/га ВВСН 16	2,68	1,99	3,30	2,66
	1,0 л/га ВВСН 16	3,01	1,72	3,42	2,72
Пульсар Флекс	0,75 л/га ВВСН 12	2,44	1,69	3,33	2,49
	1,0 л/га ВВСН 12	2,73	1,72	3,40	2,62
	0,75 л/га ВВСН 14	2,80	1,80	3,30	2,63
	1,0 л/га ВВСН 14	2,78	1,83	3,37	2,66
	0,75 л/га ВВСН 16	2,62	1,80	3,24	2,55
	1,0 л/га ВВСН 16	2,75	1,95	3,30	2,66
НІР _{0,05}		0,14	0,10	0,16	0,14

Використання гербіциду Пульсар 40 було ефективним за внесення його у фазі ВВСН 12 з нормами 0,75 та 1,0 л/га. Щорічно отримували високі показники врожайності посівів, а в середньому рівень урожайності становив 2,72 та 2,75 т/га відповідно.

У разі застосування в посівах гороху озимого гербіциду Пульсар Флекс більш ефективною була норма препарату 1,0 л/га за внесення у фази розвитку ВВСН14 та ВВСН16. А відмітності в межах років досліджень суттєво залежали від взаємодії препарату з погодними умовами, що склались на час його застосування.

Також звернемо увагу на закономірності формування врожайності гороху озимого за весняного внесення гербіцидів (табл. 6).

У середньому за роки досліджень, за весняного внесення гербіцидів у 2023 р. отримано врожайність зерна 2,79 т/га, у 2021-му – 2,30 т/га, а найнижчий урожай був в умовах 2022 р. – 1,50 т/га.

У разі застосування гербіциду Фюзілад Форте, навесні, в умовах 2021 року з нормою 0,5 л/га у фазі ВВСН 12 отримано найвищу за варіантами застосування цього препарату врожайність – 1,95 т/га. Причому, в умовах 2022 року більш ефективними виявились норми 1,0 л/га, за оброблення рослин у фази ВВСН 12 та ВВСН 14, а в умовах 2023 року – лише у фазі ВВСН 12.

**Урожайність насіння гороху озимого за весняного застосування гербіцидів, т/га
(2021–2023 рр.)**

Варіант	Норма та фаза застосування	Урожайність насіння, т/га			
		2021	2022	2023	Середнє
Контроль без гербіциду		1,39	0,94	1,80	1,38
Видалення бур'янів вручну		2,11	1,37	2,52	2,00
Фюзілад Форте, (стандарт)	0,5 л/га ВВСН 12	1,95	1,10	2,16	1,73
	1,0 л/га ВВСН 12	1,78	1,19	2,21	1,73
	0,5 л/га ВВСН 14	1,63	1,09	2,11	1,61
	1,0 л/га ВВСН 14	1,84	1,24	2,16	1,75
	0,5 л/га ВВСН 16	1,70	1,11	2,07	1,63
	1,0 л/га ВВСН 16	1,64	0,99	2,10	1,57
Корум	1,25 л/га ВВСН 12	2,68	1,69	3,17	2,52
	1,50 л/га ВВСН 12	2,77	1,78	3,31	2,62
	1,25 л/га ВВСН 14	2,64	1,66	3,15	2,48
	1,50 л/га ВВСН 14	2,70	1,75	3,19	2,55
	1,25 л/га ВВСН 16	2,64	1,53	3,07	2,41
	1,50 л/га ВВСН 16	2,64	1,66	3,15	2,48
Пульсар 40	0,75 л/га ВВСН 12	2,57	1,66	3,11	2,45
	1,0 л/га ВВСН 12	2,59	1,69	3,14	2,47
	0,75 л/га ВВСН 14	2,42	1,72	3,07	2,40
	1,0 л/га ВВСН 14	2,40	1,67	3,11	2,39
	0,75 л/га ВВСН 16	2,41	1,79	2,97	2,39
	1,0 л/га ВВСН 16	2,71	1,55	3,08	2,45
Пульсар Флекс	0,75 л/га ВВСН 12	2,19	1,52	3,00	2,24
	1,0 л/га ВВСН 12	2,45	1,55	3,06	2,35
	0,75 л/га ВВСН 14	2,52	1,62	2,97	2,37
	1,0 л/га ВВСН 14	2,50	1,65	3,04	2,40
	0,75 л/га ВВСН 16	2,36	1,62	2,91	2,30
	1,0 л/га ВВСН 16	2,47	1,75	2,97	2,40
НІР _{0,05}		0,12	0,09	0,13	0,15

За оброблення посівів для захисту від бур'янів гербіцидом Корум в усі роки досліджень, а також у середньому по досліді внесення 1,50 л/га препарату у фазі ВВСН 12 сприяло формуванню умов для отримання найвищої врожайності по досліді: 2,77 т/га у 2021-му, 1,78 т/га у 2022-му, 3,31 т/га у 2023 р та 2,62 т/га в середньому за роками. На другому місці за ефективністю формування врожайності було застосування цієї ж норми гербіциду у фазі ВВСН 14, тоді як більш пізні строки внесення, аналогічно осінньому застосуванню препарату, не сприяли високому рівню реалізації біологічного потенціалу посівів.

Також встановлено, що використання для захисту посівів гороху гербіциду Пульсар 40 навесні було ефективним за внесення його у фазі ВВСН 12 з нормами 0,75 та 1,0 л/га. Щороку ми отримували високі показники продуктивності посівів, а в середньому рівень урожайності становив 2,45 та 2,47 т/га відповідно.

Аналогічно осіннім показникам, застосування в посівах гороху озимого гербіциду Пульсар Флекс було більш ефективним за підвищеної норми його внесення – 1,0 л/га у фазі розвитку ВВСН 14 та ВВСН 16.

Висновки

Найліпші умови для росту й розвитку рослин гороху та формування ними площі листя відзначено за осіннього внесення гербіциду Корум у фазі ВВСН 12. Це сприяло тому, що на час цвітіння в рослин культури утворювалась площа листя понад 36 тис. м²/га, а у весняний – понад 35 тис. м²/га. Застосування цього ж препарату у фазі ВВСН 14 забезпечувало формування площі листя понад 35 тис. м²/га, що відповідає показникам варіанту зі внесенням гербіциду Пульсар 40 у фазі ВВСН 12. Тобто посіви гороху озимого, на час цвітіння, здатні ефективно обмежувати появу нових сходів бур'янів та ріст і розвиток уже наявних їх рослин, чому сприяло своєчасне застосування системи гербіцидного захисту.

Застосування гербіциду Корум виявилось найліпшим варіантом з погляду формування високого рівня фотосинтетичного потенціалу (ФП) посівів гороху. За внесення препарату восени у фазі розвитку рослин ВВСН 12 з нормою витрати 1,50 л/га ФП становив 1,57 тис. м²/га × діб. При цьому варіант застосування цього препарату в нормі 1,25 л/га незначно відрізнявся від найкращого в досліді. Весняне внесення гербіциду Корум у фазі ВВСН 12 з нормами витрати 1,25 і 1,50 л/га сприяло отриманню ФП на рівні 1,51–1,52 тис. м²/га × діб, що також забезпечувало найвищі показники у весняному блоці досліду.

Оскільки завдяки застосуванню гербіциду Корум рослини гороху озимого формували велику площу листя, то показники чистої продуктивності фотосинтезу посівів кращих варіантів були на рівні 2,89 г/м² за добу за осіннього внесення та 2,64 г/м² за добу за весняного. Найвищу ж у досліді ЧПФ гороху забезпечувало застосування препарату Пульсар Флекс, що, ймовірно, досягнуто завдяки дещо меншій площі листя, сформованої посівами, та м'якій дії препарату на рослини, що зменшувало ризик виникнення дис-стресів та сприяло їх активнішому росту й розвитку.

Найефективнішим за рівнем приросту врожайності гороху було осіннє застосування для захисту посівів гербіциду Корум. В усі роки досліджень, а також у середньому по досліді внесення 1,50 л/га цього гербіциду у фазі ВВСН 12 забезпечувало отримання найвищої врожайності – 3,08; 1,98 та 3,68 т/га у 2021, 2022 та 2023 рр. відповідно та 2,91 т/га в середньому за три роки. На другому місці за ефективністю формування врожайності було застосування цієї ж норми гербіциду у фазі ВВСН 14, тоді як більш пізні строки внесення не сприяли високому рівню реалізації біологічного потенціалу посівів. Ефективним також було весняне застосування Корум за обох норм витрати у фазі ВВСН 12 розвитку бур'янів: урожайність насіння гороху становила 2,52 та 2,62 т/га відповідно.

Використана література

1. Rana S., Pandita V., Chhokar R. S., Sirohi S. Effect of pre and post emergence herbicides on weeds and seed yield of garden pea. *Legume Research - An International Journal*. 2015. Vol. 38, Iss. 4. Article 484. doi: 10.5958/0976-0571.2015.00132.0
2. Das S. K. Chemical weed management in pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Crop and Weed*. 2016. Vol. 12. P. 110–115.
3. Іващенко О. О. Гербологія – пріоритети і перспективи. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3. С. 2–3.
4. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія. Київ : Фенікс, 2019. 701 с.
5. Smith B. M., Aebischer N. J., Ewald J. A. et al. The potential of arable weeds to reverse invertebrate declines and associated ecosystem services in cereal crops. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 3. Article 118. doi: 10.3389/fsufs.2019.00118
6. Nichols V., Verulst N., Cox R., Govaerts B. Weed dynamics and conservation agriculture principles. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 183. P. 56–68. doi: 10.1016/j.fcr.2015.07.012
7. Shabbir A., Dhileepan K., Zalucki M. P. et al. Reducing the fitness of an invasive weed, *Parthenium hysterophorus*: complementing biological control with plant competition. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 254. Article 109790. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109790

8. Kumar R., Kumar V., Prasad S. K., Verma S. K. Effect of chemical on weed management practices on irrigated field pea (*Pisum sativum* L.) crop yield and yield attributes. *International Journal of Chemical Studies*. 2019. Vol. 7. P. 843–847.
9. Jursik M., Holec J. Future of weed management in sugar beet in Central Europe. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*. 2019. Vol. 135, Iss. 5–6. P. 180–186.
10. Govardhan J. D., Dar S., Bharat K. A. Effect of different weed management practices on growth and yield of field pea (*Pisum sativum* L.). *Agricultural Science Digest*. 2007. Vol. 27. P. 311–312.
11. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
12. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
13. 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. Rana, S. C., Pandita, V. K., Chhokar, R. S., & Sirohi, S. (2015). Effect of pre and post emergence herbicides on weeds and seed yield of garden pea. *Legume Research - An International Journal*, 38(4), Article 484. doi: 10.5958/0976-0571.2015.00132.0
2. Das, S. K. (2016). Chemical weed management in pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Crop and Weed*, 12, 110–115.
3. Ivashchenko, O. O. (2018). *Herbology – priorities and prospects. Quarantine and Plant Protection*, 3, 2–3. [In Ukrainian]
4. Ivashchenko, O. O., & Ivashchenko, O. O. (2019). *General herbology*. Kyiv: Phoenix. [In Ukrainian]
5. Smith, B. M., Aebischer, N. J., Ewald, J., Moreby, S., Potter, C., & Holland, J. M. (2020). The potential of arable weeds to reverse invertebrate declines and associated ecosystem services in cereal crops. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, Article 118. doi: 10.3389/fsufs.2019.00118
6. Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). Weed dynamics and conservation agriculture principles. *Field Crops Research*, 183, 56–68. doi: 10.1016/j.fcr.2015.07.012
7. Shabbir, A., Dhileepan, K., Zalucki, M. P., Khan, N., & Adkins, S. W. (2020). Reducing the fitness of an invasive weed, *Parthenium hysterophorus*: complementing biological control with plant competition. *Journal of Environmental Management*, 254, Article 109790. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.109790
8. Kumar, R., Kumar, V., Prasad, S. K., & Verma, S. K. (2019). Effect of chemical on weed management practices on irrigated field pea (*Pisum sativum* L.) crop yield and yield attributes. *International Journal of Chemical Studies*, 7, 843–847.
9. Jursik, M., & Holec, J. (2019). Future of weed management in sugar beet in Central Europe. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 135(5–6), 180–186.
10. Govardhan, J. D., Dar, S., & Bharat, K. A. (2007). Effect of different weed management practices on growth and yield of field pea (*Pisum sativum* L.). *Agricultural Science Digest*, 27, 311–312.
11. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Principles of scientific research in agronomy*. Kyiv: Diia. [In Ukrainian]
12. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). *Methods of research in sugar beet*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
13. Ehrmantraut, E. R., Prysiazniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic experimental data in the Statistica 6.0 package*. Kyiv: PolihrafConsaltynh. [In Ukrainian]

UDC 632.934:633.11

Kukuruza, O. Ye., & Remeniuk, S. O. (2023). Growth and productivity of winter pea under different weed control practices in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 31, 85–96. [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: svetlana19862010@ukr.net*

Purpose. To analyze the features of growth and formation of the winter pea productivity under various weed control options in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted at the Salyvonky State Enterprise of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Bila Tserkva district, Kyiv region) in 2020–2023. The agronomic practices used in the experiment were conventional for the zone of insufficient moisture of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, with the exception of the studied elements. **Results.** The best conditions for the growth and development of pea plants and leaf area formation were noted for the autumn application of the herbicide Corum in the BBCH 12 stage. This contributed to the fact that during the flowering period, the leaf area of the crop plants was more than 36 thousand m²/ha, and in the spring, it was more than 35 thousand m²/ha. The use of the same herbicide in the BBCH 14 ensured the formation of a leaf area of more than 35 thousand m²/ha, which corresponded to the indicators of the treatment with herbicide Pulsar 40 in the BBCH 12. That is, winter pea crops, during flowering, are able to effectively limit the sprouting of new weed plants and the growth and development of their existing plants, which was facilitated by the timely application of the herbicide. The application of the herbicide Corum turned out to be the best option from the point of view of the formation of a high level of photosynthetic potential (PP) of pea crops. For the application in the herbicide in autumn in the BBCH 12 stage at an application rate of 1.50 l/ha, the FP was 1.57 thousand m²/ha × day. At the same time, application rate of 1.25 l/ha slightly differed from the best in the experiment. The spring application of the herbicide Corum in the BBCH 12 at application rates of 1.25 and 1.50 l/ha contributed to obtaining PP of 1.51–1.52 thousand m²/ha × days, which also provided the highest indicators in the spring block of the experiment. Since, thanks to the application of Corum herbicide, winter pea plants formed a large leaf area, the indicators of net photosynthesis productivity of crops in the best treatments were at the level of 2.89 g/m² per day for autumn application and 2.64 g/m² per day for spring application. The highest PP of pea in the experiment was provided by the use of herbicide Pulsar Flex, which was probably achieved due to the slightly smaller leaf area formed by the crops and the mild effect of the herbicide on the plants, which reduced the risk of stress in crops and contributed to active plant growth and development. **Conclusions.** Autumn application of Corum herbicide to protect crops was the most efficient for increasing pea yield. In all years of research, as well as on average in the experiment, the application of 1.50 l/ha of this herbicide in the BBCH 12 provided the highest yield: 3.08, 1.98, and 3.68 t/ha in 2021, 2022, and 2023, respectively, and 2.91 t/ha on average over three years. In the second place in terms of yield formation efficiency was the application of the same rate of herbicide in the BBCH 14, while later application dates did not contribute to a high level of realization of the crop biological potential. Spring application of Corum was also effective at both application rates in the BBCH 12 stage of weed development: the yield of pea seeds was 2.52 and 2.62 t/ha, respectively.

Keywords: winter pea; photosynthetic potential; leaf area; net productivity of photosynthesis; crop yield.

Надійшла / Received 18.11.2023

Погоджено до друку / Accepted 29.11.2023