

АГРОНОМІЯ

УДК 633.358:632.51:632.954

**Особливості формування урожайності сортів
квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.)
різних груп стиглості за систем захисту посівів від бур'янів**Мороз О.В. , Карпук Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Мороз О.В., Карпук Л.М. Особливості формування урожайності сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) різних груп стиглості за систем захисту посівів від бур'янів. «Агробіологія», 2026. № 1. С. 89–100.

Moroz O., Karpuk L. Features of yield formation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties of different maturity groups under weed control systems. «Agrobiologiya», 2026. no. 1, pp. 89–100.

Рукопис отримано: 02.03.2026 р.

Прийнято: 17.03.2026 р.

Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2026-203-1-89-100

ISSN 2310-9270

У статті наведено результати дослідження ефективності систем захисту посівів квасолі звичайної від бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України. Вивчали особливості росту, розвитку та формування продуктивності сортів квасолі різних груп стиглості залежно від гербіцидного захисту. Польові дослідження проводили у 2024–2025 рр. на дослідній ділянці ТДВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений середньосуглинковий. Дослід був двофакторним: фактор А – сорти квасолі Апекс (середньоранній) і Буковинка (середньостиглий); фактор В – гербіцидні системи захисту від бур'янів: без обробки (контроль), Пульсар Флекс 1,7 л/га та Пульсар Флекс 2,0 л/га у фазу ВВСН 13–14. Встановлено, що застосування гербіцидного захисту сприяло зниженню забур'яненості посівів, покращенню ростових процесів, формуванню потужнішого листкового апарату та підвищенню продуктивності культури. У середньому за 2024–2025 рр. ефективність контролю бур'янів за норми 1,7 л/га становила 83–87 %, а за норми 2,0 л/га – 93–95 %. За гербіцидного захисту висота рослин у фазах бутонізації та повного цвітіння перевищувала контроль на 5–9 см. Застосування Пульсар Флекс позитивно впливало на формування елементів структури врожаю та масу 1000 насінин. Найвищу врожайність забезпечив варіант із внесенням Пульсар Флекс 2,0 л/га: у середньому за два роки вона становила 2,66 т/га у сорту Апекс і 2,45 т/га у сорту Буковинка, що перевищувало контроль відповідно на 20,9 і 19,5 %. Виявлено, що фітотоксичність препарату мала короткочасний і слабо виражений прояв та не призводила до істотного зниження продуктивності рослин. Отже, застосування Пульсар Флекс у фазу ВВСН 13–14 є ефективним елементом технології вирощування квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України, а найвищу агрономічну ефективність забезпечує норма 2,0 л/га.

Ключові слова: квасоля звичайна, сорт, бур'яни, гербіцидний захист, Пульсар Флекс, ріст і розвиток, урожайність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) належить до провідних зернобобових культур, які поєднують високу продовольчу цінність із важливою агроекологічною функцією в сівозмінах. За даними оглядових праць, квасоля є доступним джерелом рослинного білка й вуглеводів та містить

істотні концентрації мінеральних елементів (зокрема Fe і Zn), що визначає її значення для харчування і кормовиробництва [1]. Водночас її продукційний потенціал істотно лімітується абіотичними чинниками (нестійке зволоження, температурні коливання) і, особливо, конкуренцією з бур'янами на ранніх етапах органогенезу.

У технології вирощування квасолі одним із найбільш уразливих елементів залишається захист посівів від бур'янів. Культура в початковій фазі розвитку формує відносно малоконкурентний листковий апарат, повільно змикає міжряддя, а тому поступається бур'янам у боротьбі за світло, ґрунтову вологу та елементи живлення. Практично це проявляється у зменшенні листкової поверхні (LAI), зниженні інтенсивності фотосинтезу, редукції генеративних органів і, зрештою, у втраті врожайності, яку вже неможливо повністю компенсувати навіть за «пізнього» очищення посіву.

Сучасні дані щодо критичного періоду контролю бур'янів у квасолі є достатньо переконливими: у класичних дослідженнях встановлено, що для сухої квасолі критичний період контролю бур'янів припадає орієнтовно на 3–5(6) тижнів після сівби, тобто саме ранній старт і безперервність контролю в цей проміжок визначають рівень збереження врожаю. Конкретизуючи шкодочинність бур'янів, польові спостереження показали, що сезонна (тривала) інтерференція бур'янів може зумовлювати істотне зниження врожайності сухої квасолі, насамперед через скорочення кількості бобів і насінин [2–3]. Узагальнені оцінки для Північної Америки також демонструють «ціну» неконтрольованого забур'янення: у середньому втрати врожаю сухої квасолі від бур'янів за відсутності заходів контролю оцінювалися на рівні понад 70 % [4]. У контексті сучасної фізіології важливо, що негативний ефект бур'янів не зводиться лише до прямої конкуренції за ресурси, а може запускати ранні «зміни траєкторії розвитку» культури, які зумовлюють втрати продуктивності навіть після подальшого видалення бур'янів [5].

Для умов Правобережного Лісостепу України проблема має додаткову гостроту через нестійке зволоження: дефіцит опадів у травні–червні підсилює конкуренцію за воду, а хвилі сходів бур'янів у роки з контрастними погодними умовами ускладнюють підтримання «чистого вікна» саме в критичні фази квасолі. За результатами польових спостережень у Лісостепу, урожайність сортів квасолі є мінливою, а фактичні значення нерідко суттєво поступаються потенціалу сучасних генотипів, що свідчить про значний резерв технологічного удосконалення, зокрема щодо контролю бур'янів.

Практична площина проблеми полягає в тому, що механічні прийоми (досходове боронування, ротаційні мотики, міжрядні культивациї) у квасолі мають вузьку технологічну «віконність» і підвищений ризик пошкодження

культури на ранніх етапах: зокрема, досходове боронування доцільне лише тоді, коли проростки бур'янів перебувають у фазі «білої ниточки», а проростки квасолі не перевищують 1 см [8]. Надалі міжрядні розпушування рекомендують проводити у фазу сходів – першого трійчастого листка (орієнтовно 5–6 см), а наступні культивациї – до змикання рядків, що фактично обмежує механічний контроль бур'янів як за фазами розвитку культури, так і за станом ґрунту (кірка після дощів, перезволоження або пересихання, грудкуватість), який визначає якість обробітку та безпечність для рослин [9].

У зв'язку з цим у сучасних технологіях вирощування квасолі в умовах України суттєву роль відіграє хімічний контроль бур'янів, який забезпечує швидкість і прогнозованість дії та меншу залежність від короткострокових погодних коливань. У навчально-методичних матеріалах для аграрної практики підкреслюється, що найефективнішим є саме комбінований підхід, коли система боронувань і міжрядних обробіток поєднується із застосуванням гербіцидів: як ґрунтових (передпосівно), так і післясходових у відповідні фази розвитку посіву [10]. Така інтеграція дозволяє стабільніше перекивати хвилі появи бур'янів у критичні для квасолі ранні періоди росту та зменшує ризик «вікон» забур'янення, коли конкуренція за вологу й елементи живлення стає невідомою для елементів структури врожаю (кількості бобів і насінин) [11].

Заразом для квасолі принципово важливими є селективність і фітотоксикологічна безпека гербіцидів, оскільки культура чутлива до низки діючих речовин та їхніх сумішей. У науковій літературі описано значну мінливість чутливості генотипів *Phaseolus vulgaris* до гербіцидів і можливі прояви пригнічення росту або зниження врожайності за порушення регламентів застосування, що підкреслює потребу добору технології «під сорт» [12]. Серед післясходових рішень у бобових культурах привертає увагу імазамокс (група імідазолінонів), який у низці досліджень демонстрував задовільну селективність для квасолі за дотримання строків внесення та норм, а також достатню ефективність від чутливих видів бур'янів. Наприклад, у роботі з баковими сумішами імазамокс + бентазон післясходове внесення спричиняло мінімальні прояви видимого ушкодження і не знижувало врожайність у різних товарних груп сухої квасолі [13]. Дані щодо імазамоксу як діючої речовини підтверджують також дослідження з оцінкою мінімальних ефективних доз від

проблемних видів бур'янів у посівах квасолі, що важливо для зниження пестицидного навантаження за збереження ефективності [14].

Водночас у практиці агровиробництва ключовою є не лише ефективність пригнічення бур'янів, а й стабільність селективності за різних погодних сценаріїв. Це особливо релевантно для нашої зони, де у роки з контрастним зволоженням і температурним режимом одна й та сама гербіцидна схема може проявляти різну «м'якість» щодо культури. Додаткові експериментальні матеріали останніх років акцентують, що кліматичні варіації здатні змінювати селективність гербіцидів для генотипів квасолі, що, по суті, підсилює актуальність сортоспецифічних досліджень у конкретних агрокліматичних умовах [15].

На цьому тлі особливої ваги набуває перехід від одного прийому до інтегрованих систем контролю бур'янів, де поєднують агротехнічні, механічні та хімічні заходи, мінімізуючи гербіцидне навантаження й підвищуючи стабільність технології. У міжнародних публікаціях підкреслюється, що комбінування прийомів (зокрема, поєднання гербіцидного контролю з ручними або механічними доповненнями) частіше забезпечує стабільніше зниження забур'яненості протягом вегетації та зменшує ризик «вікон» конкуренції у критичні фази розвитку культури [16].

Для України, попри наявність виробничих рекомендацій щодо застосування імазамоксу у посівах бобових, залишається недостатньо систематизованим питання взаємодії «сорт (група стиглості) × гербіцидна система × погодні умови року». Офіційні інформаційні матеріали виробника вказують на можливість різних схем застосування продукту на основі імазамоксу (зокрема дробних внесень) у бобових, а також підкреслюють значення фази розвитку бур'янів і культури для результату [17]. Водночас на рівні польових дослідів саме для зернової квасолі в умовах Правобережного Лісостепу потребують уточнення: (1) реакція сортів різних груп стиглості на імазамокс у ранні фази, (2) межі селективності за різних норм витрати, (3) вплив гербіцидного чинника не лише на забур'яненість, а й на темпи росту, фенологію та елементи структури врожаю [18].

Саме тому науково обґрунтоване порівняння сортів різних груп стиглості у межах альтернативних гербіцидних систем є необхідною передумовою для формування адаптивних рекомендацій для умов Правобережного Лісостепу України [19]. У нашому досліді ця логіка реалізована у двофактор-

ній схемі: фактор А, сорти Апекс (середньоранній) і Буковинка (середньостиглий); фактор Б, гербіцидні системи захисту від бур'янів: без обробки (контроль), Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14) і Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14). Порівняння саме цих норм і фази внесення дозволяє практично оцінити, чи забезпечується необхідний рівень контролю бур'янів без небажаного впливу на ростові процеси та формування продуктивності сортів різних груп стиглості.

Мета дослідження – виявити особливості формування урожайності сортів квасолі звичайної різних груп стиглості залежно від систем захисту посівів від бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконано у 2024–2025 рр. на дослідній ділянці ТДВ «Герезине» (Білоцерківський район Київської області) в умовах Правобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий, типовий для регіону. Польовий дослід закладали та проводили відповідно до загальноприйнятих вимог методики польового експерименту та принципів виробничо-наукових випробувань засобів захисту рослин.

Ґрунтовий покрив дослідного поля представлений чорноземом опідзоленим середньосуглинковим, сформованим на лесоподібному суглинку, що є типовим для умов Правобережного Лісостепу. У шарі 0–30 см вміст гумусу (за Тюрнімом) становив 3,1–3,3 %, реакція ґрунтового розчину – слабкокисла (рН 6,3–6,5). Поживний режим орного горизонту характеризувався середнім рівнем забезпечення: легкогідролізований азот – 84–92 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор (за Чиріковим) – 150–165 мг/кг, обмінний калій – 95–110 мг/кг ґрунту.

Забезпеченість мікроелементами оцінювали як середню: мідь – 2,1 мг/кг, цинк – 1,6 мг/кг, марганець – 27,3 мг/кг ґрунту. Щільність складення орного шару перебувала в межах 1,22–1,26 г/см³, що відображає сприятливі фізичні властивості ґрунту, зокрема добру структурність та достатній рівень аерації.

Агрометеорологічні умови років досліджень відрізнялися контрастністю, що дало змогу оцінити ефективність систем захисту квасолі від бур'янів за різних гідротермічних умов. 2024 рік характеризувався посушливими умовами з дефіцитом опадів (у червні випало 36 мм за норми 82 мм) й підвищеними температурними показниками (середньодобова температура в липні досягала +29,4 °С); період бутонізації та цвітіння припав на нестачу вологи, що зумовило тимчасове пригнічення

ростових процесів у рослин квасолі. 2025 рік, навпаки, був помірно теплим і відносно зволуженим, із рівномірним розподілом опадів (сума за вегетацію 286 мм) та середньою температурою +21,8 °С, що забезпечувало загалом оптимальні умови для росту, розвитку й формування продуктивності культури.

Схема двофакторного досліджу: Фактор А – сорти квасолі зернової (*Phaseolus vulgaris* L.) різних груп стиглості: А1 – Апекс (середньоранній), А2 – Буковинка (середньостиглий). Фактор В – гербіцидні системи захисту посівів від бур'янів: В1 – без обробки (контроль); В2 – Пульсар Флекс 1,7 л/га; В3 – Пульсар Флекс 2,0 л/га. Гербіцид уносили після сходів культури у фазу ВВСН 13–14 (3–4 справжні листки), відповідно до схеми досліджу та регламентів застосування препарату. Усі інші елементи технології вирощування (строки сівби, підготовка ґрунту, догляд за посівами, збирання) були однаковими для всіх варіантів, що забезпечувало коректність порівняння впливу досліджуваних факторів.

Площа облікової ділянки 25,2 м², повторність чотирикратна.

Польові спостереження та обліки проводили згідно із загальноприйнятими методиками експериментальної агрономії та випробування засобів захисту рослин [20].

Забур'яненість та ефективність гербіцидних систем визначали за видовим складом й щільністю бур'янів у контрольному варіанті та після обробки, із розрахунком ступеня пригнічення бур'янів, % відносно контролю; додатково фіксували появу наступних «хвиль» сходів бур'янів упродовж вегетації.

Селективність гербіциду щодо квасолі оцінювали за наявністю й вираженістю ознак фітотоксичності (пригнічення росту, хлороз/некрози, деформації листків, затримка розвитку) з поданням оцінки у відсотках.

Динаміку росту рослин вивчали за висотою рослин і, за необхідності, за розвитком надземної маси у ключові періоди вегетації; вимірювання проводили через рівні інтервали (10 днів) до фази повного цвітіння.

Фенологічні спостереження передбачали реєстрацію дат настання основних фаз розвитку: сходи, перший трійчастий листок, бутонізація, цвітіння, формування бобів, налив насіння, повна стиглість.

Біометричні показники генеративної продуктивності визначали за кількістю бобів на рослині, кількістю насінин на рослині, масою насіння з однієї рослини та масою 1000 насінин.

Урожайність зерна встановлювали методом суцільного збирання облікових ділянок з

наступним перерахунком у т/га та приведенням до стандартної вологості зерна (14 %).

Якість зерна оцінювали за масою 1000 насінин й загальною кондиційністю зернової маси; за необхідності додатково визначали вміст білка методом К'ельдаля.

Статистичну обробку результатів виконували методом дисперсійного аналізу для двофакторного досліджу з визначенням істотності різниць (НІР₀₅); розрахунки здійснювали в середовищі Microsoft Excel.

Результати дослідження та обговорення. Забур'янення є одним із ключових лімітуючих чинників реалізації продуктивного потенціалу квасолі, особливо в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу. У 2024 р. дефіцит опадів у критичний період росту та формування генеративних органів (червень: 36 мм за норми 82 мм) посилив конкуренцію між культурою й бур'янами за ґрунтову вологу, тимчасом 2025 р. характеризувався помірно теплими та рівномірно зволуженими умовами (сума опадів за вегетацію 286 мм), що забезпечувало більш стабільний перебіг ростових процесів і формування врожаю.

На ранніх етапах органогенезу (ВВСН 13–14) за неконтрольованого забур'янення рослини формували менш розвинений асиміляційний апарат, а лінійний ріст був пригніченим; це чітко простежувалося у посушливому 2024 році. Застосування гербіцидних систем на основі Пульсар Флекс сприяло вирівнюванню посіву та посиленню конкурентоздатності культури в агрофітоценозі. Водночас у 2024 р. у варіантах із вищою нормою (2,0 л/га) на старті відмічалася короткочасна затримка росту, що корелює з типовою реакцією культури на післясходові обробки в умовах гідротермічного стресу; надалі ця різниця нівелювалася завдяки кращому контролю бур'янів і зменшенню конкуренції за ресурси.

За даними табл. 1 встановлено чітку й відтворювану в обидва роки тенденцію: гербіцидний захист посівів Пульсар Флекс у фазу ВВСН 13–14 забезпечував інтенсивніший лінійний ріст квасолі як у період бутонізації (ВВСН 51–59), так і у фазу повного цвітіння (ВВСН 65), порівняно з контролем (без обробки). Ефект проявлявся на обох сортах, але мав різну вираженість залежно від року та генотипу.

На час внесення гербіциду відмінності за висотою рослин були незначними. Зокрема, у 2024 р. Апекс мав 19,0 см у контролі та 19,6–19,7 см після обробки, тимчасом Буковинка – відповідно 18,0 і 18,6–18,7 см, а у 2025 р. показники також різнилися мінімально (Апекс 21,0 проти 22,0–22,2 см, Буковинка 20,0 проти 21,0–21,2 см).

Таблиця 1 – Висота рослин квасолі залежно від сорту та гербіцидної системи, см за роками досліджень

Сорт (фактор А)	Варіант (фактор В)	Висота рослин, см		
		ВВСН 13–14	ВВСН 51–59	ВВСН 65
2024 рік				
Апекс	Контроль (без обробки)	19,0	39	53
	Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14)	19,7	45	61
	Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14)	19,6	46	62
Буковинка	Контроль (без обробки)	18,0	38	52
	Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14)	18,7	44	60
	Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14)	18,6	45	61
2025 рік				
Апекс	Контроль (без обробки)	21,0	45	61
	Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14)	22,0	50	67
	Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14)	22,2	51	68
Буковинка	Контроль (без обробки)	20,0	44	60
	Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14)	21,0	49	66
	Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14)	21,2	50	67

Це закономірно, оскільки на старті вегетації ріст визначається передусім сортовими особливостями та умовами появи сходів, тимчасом переваги гербіцидного захисту реалізуються згодом через зменшення конкуренції з боку бур'янів.

Найвиразніше дія гербіцидної системи проявилася у фазу бутонізації (ВВСН 51–59): у посушливому 2024 р. висота рослин у сорту Апекс зростала з 39 см у контролі до 45–46 см за застосування Пульсар Флекс (приріст 6–7 см, або близько 15–18 %), а у сорту Буковинка – з 38 до 44–45 см (також +6–7 см, 16–18 %). У 2025 р. за помірно зволених умов приріст був дещо меншим, але стабільним: Апекс – 45 см у контролі проти 50–51 см за обробки (+5–6 см, 11–13 %), Буковинка – 44 проти 49–50 см (+5–6 см, 11–14 %).

У фазу ВВСН 51–59 гербіцидний контроль забезпечував стійкий приріст висоти рослин, у межах 5–7 см незалежно від сорту, причому у 2024 р. ефект був більш контрастним через посилення конкуренції за ґрунтову вологу в умовах дефіциту опадів. У фазу повного цвітіння (ВВСН 65) тенденція зберігалася й посилювалася за абсолютними значеннями: у 2024 р. у сорту Апекс висота була

у межах 53 см у контролі до 61–62 см після обробки (+8–9 см, 15–17 %), Буковинка – з 52 до 60–61 см (+8–9 см, 15–17 %).

У 2025 р. приріст становив 6–7 см (у сорту Апекс 61,0 см; сорту Буковинка 60 см). Отже, до фази повного цвітіння (ВВСН 65) у посушливому 2024 р. різниця між контролем й дослідними варіантами досягала 8–9 см, що відображає істотне зниження конкурентного стресу в посіві завдяки ефективному контролю бур'янів у критичний період. Підвищення норми Пульсар Флекс з 1,7 до 2,0 л/га не змінювало загальної закономірності, давало лише незначну додаткову перевагу (переважно 0–1 см у фазах ВВСН 51–59 й ВВСН 65), тому її доцільність варто оцінювати комплексно разом із показниками пригнічення бур'янів, структурою врожаю, можливими проявами фітотоксичності та економічною ефективністю. Сорт Апекс загалом формував дещо вищі рослини порівняно з сортом Буковинка, однак реакція на гербіцидну систему за величиною приросту була подібною, що свідчить про універсальність ефекту зменшення конкуренції з бур'янами для генотипів різних груп стиглості. Загалом результати підтверджують, що раннє застосування

гербициду створює сприятливі умови росту квасолі впродовж критичного періоду формування генеративних органів, а за посухи (2024 р.) є особливо важливим чинником збереження ростової активності та продуктивного потенціалу посіву.

Дані рис. 1 свідчать, що ефективність контролю бур'янів у посівах квасолі істотно залежала від норми внесення гербициду Пульсар Флекс. У середньому за 2024–2025 рр. у сорту Апекс за застосування препарату в нормі 1,7 л/га рівень пригнічення бур'янів становив 87 %, тимчасом за норми 2,0 л/га підвищувався до 95 %.

У сорту Буковинка відповідні показники ефективності контролю бур'янів становили 83 % за внесення гербициду Пульсар Флекс у нормі 1,7 л/га та 93 % – за норми 2,0 л/га. Отже, підвищення норми препарату з 1,7 до 2,0 л/га забезпечувало зростання технічної ефективності контролю бур'янів в обох досліджуваних сортах, що свідчить про вищу результативність інтенсивнішого гербицидного захисту. Водночас сорт Апекс характеризувався дещо вищими показниками порівняно із сортом Буковинка, що може бути пов'язано з біологічними особливостями сорту, зокрема інтенсивнішим формуванням надземної маси та кращою конкурентоздатністю рослин у посівах.

Оцінка селективності гербицидних систем показала, що фітотоксичність у квасолі мала короточасний та оборотний прояв. У сорту

Апекс за внесення гербициду Пульсар Флекс у нормі 1,7 л/га візуальна фітотоксичність становила 6,0 % на 7-му добу після обробки, знижувалась до 3,0 % на 14-ту добу й майже повністю зникла до 21-ї доби (0,5 %). За підвищення норми до 2,0 л/га реакція культури була дещо вираженішою: відповідно 9,0; 4,0 і 1,0 % на 7-, 14- і 21-шу добу після обробки (рис. 2).

Подібна закономірність спостерігалась і у сорту Буковинка, однак рівень фітотоксичності був незначно вищим, ніж у Апекса. За норми 1,7 л/га він становив 6,5 % на 7-му добу, 3,5 % – на 14-ту та 1,0 % – на 21-шу добу після внесення препарату. За норми 2,0 л/га показники дорівнювали 9,5; 4,5 і 1,5 % відповідно. Це свідчить, що середньостиглий сорт Буковинка виявляв дещо вищу чутливість до гербицидного навантаження, однак прояв цієї реакції також був транзиторним і не мав ознак стійкого пригнічення культури (рис. 3).

Отже, в обох сортах найбільший рівень фітотоксичності спостерігали через 7 діб після обробки, після чого він швидко знижувався, а до 21-ї доби практично нівелювався. Така динаміка свідчить, що за дотримання регламентів застосування препарат проявляв прийнятну селективність щодо культури. Короточасний хлороз й незначне пригнічення росту в межах 5–10 % не слід розглядати як критичні, оскільки за умови подальшого відновлення рослин вони, здебільшого, не призводять до статистично значущих втрат урожайності. Натомість

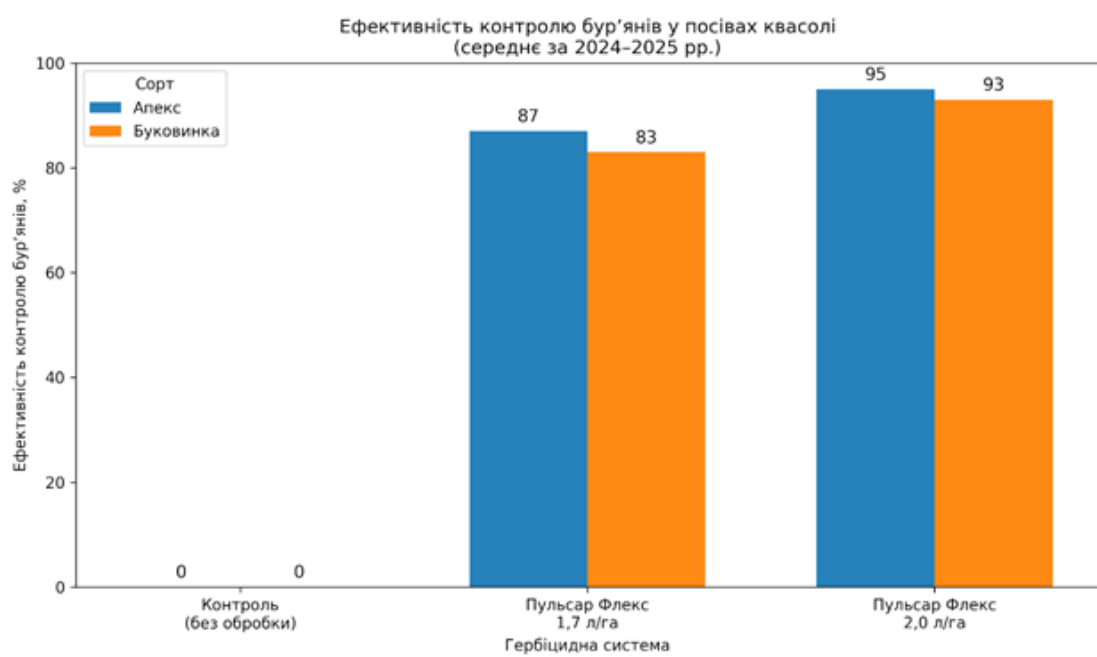


Рис. 1. Ефективність контролю бур'янів у посівах квасолі залежно від норми внесення гербициду Пульсар Флекс (середнє за 2024–2025 рр.), %.

ризик для культури виникає у випадках, коли симптоми фітотоксичності зберігаються до фази бутонізації й супроводжуються затримкою фенологічного розвитку та пригніченням формування генеративних органів. У нашому

випадку такої тенденції не встановлено, що дає підстави вважати обидві норми Пульсар Флекс придатними для використання у посівах квасолі, хоча норма 2,0 л/га супроводжувалася дещо вищим початковим гербіцидним стресом.

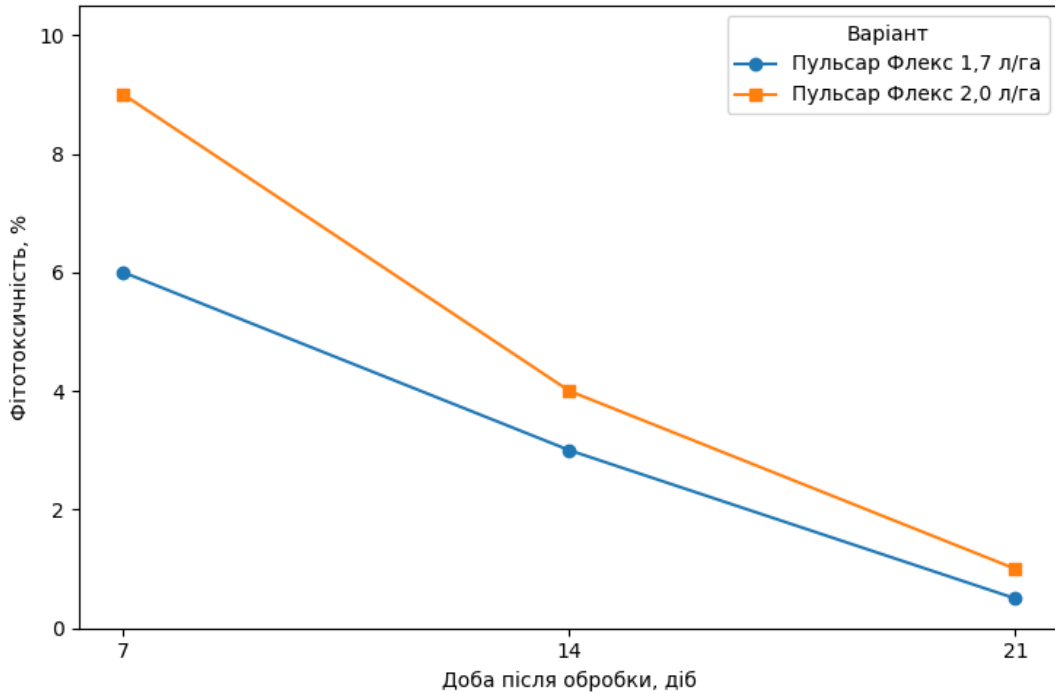


Рис. 2. Динаміка фітотоксичності гербіцидних систем у посівах квасолі сорту Апекс, %.

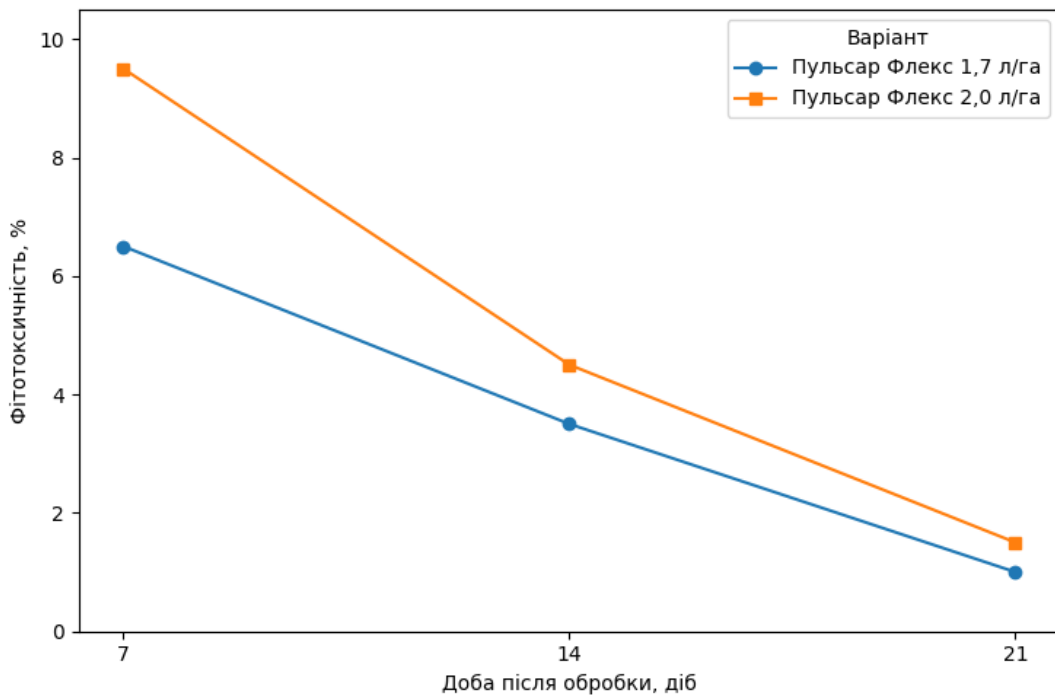


Рис. 3. Динаміка фітотоксичності гербіцидних систем у посівах квасолі сорту Буковинка, %.

Гербицидний захист посівів позитивно впливав на виповненість насіння квасолі, що відобразилося у зростанні маси 1000 насінин порівняно з контролем. У 2024 р., який характеризувався дефіцитом вологи та підвищеним температурним фоном, маса 1000 насінин у контрольному варіанті становила 162 г, тимчасом за застосування Пульсар Флекс у нормі 1,7 л/га вона зростала до 177 г, а за норми 2,0 л/га – до 184 г. У 2025 р., за сприятливіших гідротермічних умов, цей показник був вищим у всіх варіантах і становив відповідно 178; 200 та 208 г (рис. 4).

Отже, за застосування гербицидних систем виявлено підвищення маси 1000 насінин, причому найбільші значення відмічено за норми внесення Пульсар Флекс 2,0 л/га. Це вказує на те, що ефективне зниження конкуренції з боку бур'янів сприяло кращому забезпеченню рослин вологою та елементами живлення у період наливу насіння. У посушливому 2024 р. різниця між контролем й дослідними варіантами була більш контрастною, що підтверджує важливість своєчасного контролю бур'янів для підтримання виповненості зерна в умовах гідротермічного стресу. Загалом підвищення маси 1000 насінин у варіантах, де було застосовано гербицидний захист свідчить про результат поліпшення умов формування врожаю та більш повної реалізації продуктивного потенціалу культури.

Аналіз урожайності зерна квасолі показав, що застосування гербицидних систем захисту посівів від бур'янів забезпечувало істотне підвищення продуктивності культури порівняно з контролем без обробки. Така закономірність простежувалася в обох сортів і в обох роках досліджень, однак ступінь її прояву залежав як від погодних умов року, так і від норми внесення гербициду (табл. 2).

У 2024 р., який характеризувався дефіцитом опадів і підвищеним температурним фоном, урожайність у контрольному варіанті була найнижчою і становила 1,95 т/га у сорту Апекс та 1,80 т/га у сорту Буковинка. За цих умов конкуренція з боку бур'янів за вологу та елементи живлення проявлялася особливо гостро, що призводило до пригнічення росту культури, зменшення кількості генеративних органів і зниження виповненості зерна. Застосування Пульсар Флекс у нормі 1,7 л/га підвищувало урожайність до 2,35 т/га у сорту Апекс і до 2,15 т/га у сорту Буковинка, тимчасом норма 2,0 л/га забезпечувала ще вищі показники – відповідно 2,46 і 2,22 т/га. Отже, у стресовому 2024 р. приріст урожайності від гербицидного захисту був найбільш відчутним і становив у середньому 0,35–0,51 т/га, що свідчить про високу значущість своєчасного контролю бур'янів у посушливих умовах.

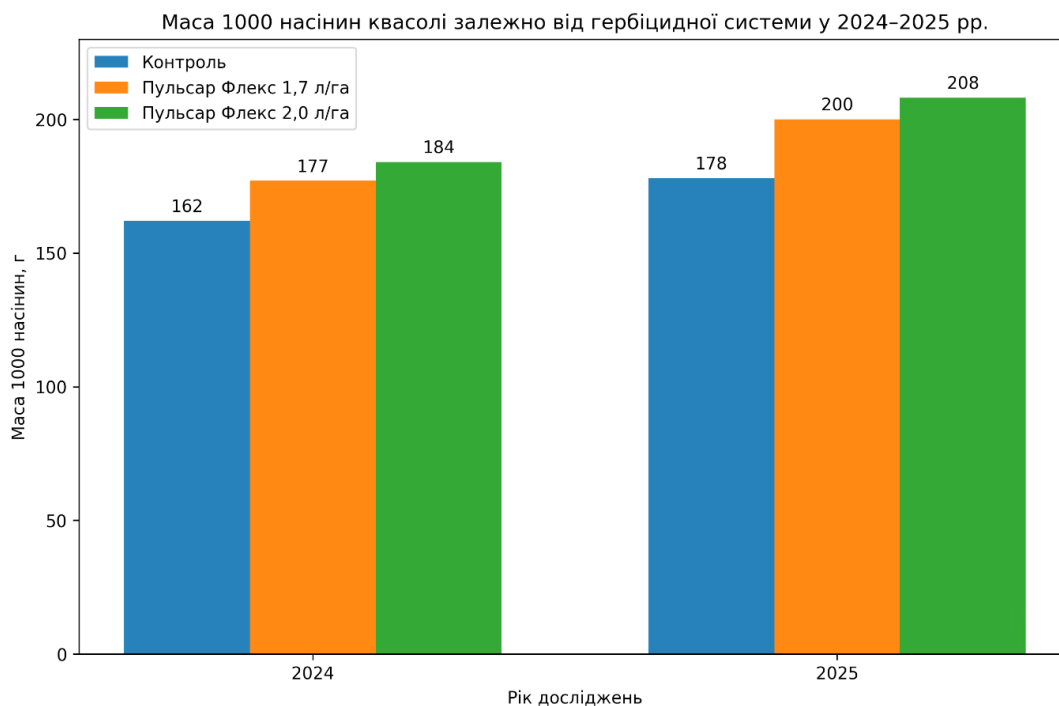


Рис. 4. Маса 1000 насінин квасолі залежно від гербицидної системи у середньому за 2024–2025 рр., г.

Таблиця 2 – Урожайність зерна квасолі залежно від сорту та гербіцидної системи, т/га за роками досліджень

Сорт (фактор А)	Варіант (фактор В)	Середнє за 2024–2025 рр.	Приріст до контролю, т/га	Приріст до контролю, %
Апекс	Контроль (без обробки)	2,20	–	–
	Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14)	2,57	0,37	16,8
	Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14)	2,66	0,46	20,9
Буковинка	Контроль (без обробки)	1,80	2,30	2,05
	Пульсар Флекс 1,7 л/га (ВВСН 13–14)	2,15	2,58	2,36
	Пульсар Флекс 2,0 л/га (ВВСН 13–14)	2,22	2,68	2,45
НІР ₀₅ , т/га: для фактора А (сорт) для фактора В (гербіцидна система) для взаємодії А×В		0,09		
		0,12		
		0,17		

У 2025 р., який був більш сприятливим за температурним режимом і зволоженням, урожайність у всіх варіантах виявилася вищою. У контролі вона становила 2,45 т/га у сорту Апекс та 2,30 т/га у сорту Буковинка. За внесення Пульсар Флекс у нормі 1,7 л/га урожайність підвищувалася до 2,78 і 2,58 т/га, а за норми 2,0 л/га – до 2,86 і 2,68 т/га відповідно. Це вказує на те, що навіть за більш оптимального вологозабезпечення гербіцидний захист залишався важливим елементом технології, забезпечуючи кращі умови для росту, розвитку й формування врожаю культури.

У середньому за 2024–2025 рр. найвищу урожайність забезпечував варіант із застосуванням Пульсар Флекс 2,0 л/га: 2,66 т/га у сорту Апекс і 2,45 т/га у сорту Буковинка. Порівняно з контролем приріст становив 0,46 т/га (20,9 %) у сорту Апекс і 0,40 т/га (19,5 %) у сорту Буковинка. За внесення препарату в нормі 1,7 л/га приріст урожайності був дещо нижчим, але також істотним: 16,8 % у сорту Апекс і 15,1 % у сорту Буковинка. Це дає підстави стверджувати, що підвищення норми гербіциду з 1,7 до 2,0 л/га забезпечувало додатковий позитивний ефект, проте його величина була помірною і потребує оцінки не лише з агрономічного, а також з економічного погляду.

Порівняння сортів свідчить, що Апекс у всіх варіантах формував вищу урожайність, ніж Буковинка. У середньому за два роки, перевага середньораннього сорту становила 0,15–0,21 т/га залежно від системи захисту.

Це можна пояснити більш інтенсивним стартовим ростом, швидшим формуванням листового апарату та вищою адаптивністю до посушливих умов, що особливо чітко проявилось у 2024 році. Водночас Буковинка також добре реагувала на гербіцидний захист, що свідчить про загальну ефективність досліджуваної системи незалежно від групи стиглості.

Статистична обробка результатів показала, що вплив фактора В (гербіцидна система) на урожайність був істотним, оскільки різниця між контролем і варіантами з обробкою перевищувала НІР₀₅ = 0,12 т/га. Вплив фактора А (сорт) також був достовірним (НІР₀₅ = 0,09 т/га), що підтверджує наявність генотипічних відмінностей у реалізації продуктивного потенціалу. Взаємодія факторів А×В була менш вираженою, однак у частині варіантів також досягала рівня істотності (НІР₀₅ = 0,17 т/га), що вказує на певну сортоспецифічність реакції на норму гербіциду.

Висновки. В умовах Правобережного Лісостепу України системи захисту посівів квасолі від бур'янів істотно впливали на ріст, розвиток і продуктивність сортів різних груп стиглості. Найбільш виражений ефект гербіцидного контролю виявлено у посушливому 2024 році, коли конкуренція бур'янів за вологу та елементи живлення була найгострішою.

Застосування Пульсар Флекс у фазу ВВСН 13–14 забезпечувало ефективне пригнічення бур'янів: у середньому за 2024–2025 рр. технічна ефективність за норми 1,7 л/га становила 63–65 %, а за норми 2,0 л/га підвищувалася до 73–75 %. Це створювало сприят-

ливіші умови для росту культури, що проявлялося у збільшенні висоти рослин у фазах бутонізації та повного цвітіння на 5–9 см порівняно з контролем.

Гербицидний захист позитивно впливав на формування елементів структури врожаю та якість зерна. За застосування Пульсар Флекс маса 1000 насінин зростала порівняно з контролем, а приріст урожайності у середньому за два роки становив 15,1–16,8 % за норми 1,7 л/га і 19,5–20,9 % за норми 2,0 л/га.

Найвищу агрономічну ефективність у межах досліджу забезпечила гербицидна система із застосуванням Пульсар Флекс у нормі 2,0 л/га. За цієї норми сформовано максимальний рівень контролю бур'янів, найвищі показники росту рослин і врожайності, тимчасом фітотоксичність мала короткочасний і слабо виражений прояв, не впливаючи істотно на кінцеву продуктивність культури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Nchanji E.B., Ageyo O.C. Do Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Promote Good Health in Humans? A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2021. 13(11). 3701 p. DOI: 10.3390/nu13113701.

2. Critical periods for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris*) / O.C. Burnside et al. *Weed Science*. 1998. 46(3). P. 301–306. DOI: 10.1017/S0043174500089451

3. Integration of Cropping Practices and Herbicides Improves Weed Management in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*) / R.E. Blackshaw et al. *Weed Technology*. 2000. 14(2). P. 327–336. DOI: 10.1614/0890-037X(2000)014[0327:IOCPAN]2.0.CO;2

4. Potential Yield Loss in Dry Bean Crops Due to Weeds in the United States and Canada / N. Soltani et al. *Weed Technology*. 2018. 32(3). P. 342–346. DOI: 10.1017/wet.2017.116

5. Weed-induced crop yield loss: a new paradigm and new challenges / P. David et al. *Trends in Plant Science*. 2023. Vol. 28. Issue 5. P. 567–582.

6. How Nutritious Are French Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from the Citizen Science Experiment? / L. Sinković et al. *Plants*. 2024. 13(2). 314 p. DOI: 10.3390/plants13020314

7. A review of breeding objectives, genomic resources, and marker-assisted methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) / T. Assefa et al. *Mol. Breed.* 2019. 39. P. 1–23.

8. Товарне вирощування квасолі звичайної. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/554-tovarne-vyroshchuvannia-kvasoli-zvychainoi.html>

9. Суліханов Б. Нішеві культури. Вісник аграрної науки. 2017. № 4. С. 58–64.

10. Шкатула Ю.М. Вплив гербицидів та стимуляторів росту на забур'яненість та біометричні

показники рослин квасолі. Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 12. С. 205–213.

11. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортів квасолі звичайної за господарсько-цінними ознаками. Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 6. Т. 1. С. 116–124.

12. Naphthalic anhydride increases tolerance of common bean to herbicides / F.H. Krenchinski et al. *Journal of Plant Protection Research*. 2019. 59(3). P. 383–391. DOI: 10.24425/jppr.2019.129754

13. Sharareh Hekmat, Nader Soltani, Christy Shropshire, Peter H. Sikkema. Effect of imazamox plus bentazon on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Crop Protection*. 2008. Vol. 27. Issue 12. P. 1491–1494. DOI: 10.1016/j.cropro.2008.07.008.

14. Gürbüz R., Yentürk Ö. Determination of Minimum Doses of Imazamox for Controlling *Xanthium strumarium* L. and *Chenopodium album* L. in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomy*. 2022. 12(7). 1557 p. DOI: 10.3390/agronomy12071557

15. Effects of climatic variations on the selectivity of S-metolachlor, fomesafen, and imazamox herbicides for common bean genotypes / C.Z.J. Júnior et al. *African Journal of Agricultural Research*. 2025. 21(2). P. 112–122. DOI: 10.5897/AJAR2025.16860

16. Fufa A., Tessema T., Bekeko Z., Mesfin T. Integrated Control of *Verbesina encelioides* in Common Bean Fields in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Weed Biol. Manag.* 2025. 25. e70002. DOI: 10.1111/wbm.70002

17. Виробнича система Clearfield® Plus. URL: https://www.agro.basf.ua/Documents/2021/CLP_CL_Brochure_2021.pdf?utm_source

18. Сучасна періодизація онтогенезу польових культур: навч. посіб. / А.О. Рожков та ін. Харків: ДБТУ, 2024. 306 с.

19. Мороз О.В., Карпук Л.М. Особливості росту й розвитку сортів квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.) різних груп стиглості за позакоренового підживлення рослин. *Агробіологія*. 2025. № 2. С. 162–171. DOI: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-162-171

20. Методика досліджень агроecosистем / Л.М. Карпук та ін. Біла Церква, 2024. 256 с.

REFERENCES

1. Nchanji, E.B., Ageyo, O.C. (2021). Do Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Promote Good Health in Humans? A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. no. 13(11), 3701 p. DOI: 10.3390/nu13113701.

2. Burnside, O.C., Wiens, M.J., Holder, B.J. (1998). Critical periods for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science*. no. 46(3), pp. 301–306. DOI: 10.1017/S0043174500089451

3. Blackshaw, R.E., Molnar, L.J., Muenzel, H.-H., Saindon, G., Li, X. (2000). Integration of Cropping Practices and Herbicides Improves

- Weed Management in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology. no. 14(2), pp. 327–336. DOI: 10.1614/0890-037X(2000)014[0327:IOCPAH]2.0.CO;2
4. Soltani, N., Dille, J.A., Gulden, R.H. (2018). Potential Yield Loss in Dry Bean Crops Due to Weeds in the United States and Canada. Weed Technology. no. 32(3), pp. 342–346. DOI: 10.1017/wet.2017.116
5. David, P., Horvath, Sharon A., Clay, Clarence, J. Swanton, James, V. Anderson, Wun, S. Chao. (2023). Weed-induced crop yield loss: a new paradigm and new challenges. Trends in Plant Science. Vol. 28, Issue 5, pp. 567–582.
6. Sinkovič, L., Blažica, V., Blažica, B., Meglič, V., Pipan, B. (2024). How Nutritious Are French Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from the Citizen Science Experiment? Plants. no. 13(2), 314 p. DOI: 10.3390/plants13020314
7. Assefa, T., Assibi Mahama, A., Brown, A.V., Cannon, E.K., Rubyogo, J.C., Rao, I.M., Blair, M.W., Cannon, S.B. (2019). A review of breeding objectives, genomic resources, and marker-assisted methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). no. 39, pp. 1–23.
8. Tovarne vyroshhuvannja kvasoli zvyčajnoi' [Commercial cultivation of common beans]. Available at: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/554-tovarne-vyroshchuvannia-kvasoli-zvyčajnoi.html>
9. Supikhanov, B. (2017). Nishevi kultury [Niche crops]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agricultural science]. no. 4, pp. 58–64.
10. Shkatula, Yu.M. (2019). Vplyv herbitsydiv ta stymulatoriv rostu na zaburianenist ta biometrychni pokaznyky roslyn kvasoli [The influence of herbicides and growth stimulants on weediness and biometric indicators of bean plants]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Agriculture and forestry]. VNAU, no. 12, pp. 205–213.
11. Mazur, O.V., Palamarchuk, V.D., Mazur, O.V. (2017). Porivnialna otsinka sortiv kvasoli zvyčajnoi za hospodarsko-tsinnnyy oznakamy [Comparative assessment of common bean varieties by economic and valuable characteristics]. Zbirnyk naukovykh prats. Cilske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Agriculture and forestry]. no. 6, Vol. 1, pp. 116–124.
12. Krenchinski, F.H., Batista de Castro, E., Salomão Cesco, V.J., Belapart, D., Morilha Rodrigues, D., Carbonari, C.A., Velini, E.D. (2019). Naphthalic anhydride increases tolerance of common bean to herbicides. Journal of Plant Protection Research. no. 59(3), pp. 383–391. DOI: 10.24425/jppr.2019.129754
13. Sharareh, Hekmat, Nader, Soltani, Christy, Shropshire, Peter H., Sikkema. (2008). Effect of imazamox plus bentazon on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Crop Protection. Vol. 27, Issue 12, pp. 1491–1494. DOI: 10.1016/j.cropro.2008.07.008.
14. Gürbüz, R., Yentürk, Ö. (2022). Determination of Minimum Doses of Imazamox for Controlling *Xanthium strumarium* L. and *Chenopodium album* L. in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomy. no. 12(7), 1557 p. DOI: 10.3390/agronomy12071557
15. Carlos Zacarias, Joaquim Júnior, Paulo Henrique, Cerutti, Luan Tiago, dos Santos Carbonari, Henrique, de Sá Albino, Jorge Luis, Tejada, Jefferson Luis, Meirelles Coimbra, Antonio Mendes, de Oliveira Neto, Altamir Frederico, Guidolin (2025). Effects of climatic variations on the selectivity of S-metolachlor, fomesafen, and imazamox herbicides for common bean genotypes. African Journal of Agricultural Research. no. 21(2), pp. 112–122. DOI: 10.5897/AJAR2025.16860
16. Fufa, A., Tessema, T., Bekeko, Z., Mesfin, T. (2025). Integrated Control of *Verbesina encelioides* in Common Bean Fields in the Central Rift Valley of Ethiopia. Weed Biol. Manag. 25. e70002. DOI: 10.1111/wbm.70002
17. Vyrobnycha systema Clearfield® Plus [Clearfield® Plus Production System]. Available at: https://www.agro.basf.ua/Documents/2021/CLP_CL_Brochure_2021.pdf?utm_source
18. Rozhkov, A.O., Karpuk, L.M., Poliakov, O.I. (2024). Suchasna periodyzatsiia ontogenezu polovykh kultur: navch. posib. [Modern periodization of ontogenesis of field crops]. Kharkiv, DBTU, 306 p.
19. Moroz, O.V., Karpuk, L.M. (2025). Osoblyvosti rostu y rozvytku sortiv kvasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) riznykh hrup styhlosti za pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn [Features of growth and development of bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) of different maturity groups during foliar fertilization of plants]. Ahrobiolohiia [Agrobiology]. no. 2, pp. 162–171. DOI: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-162-171
20. Karpuk, L.M., Rozhkov, A.O., Shokh, S.S., Filipova, L.M., Pavlichenko, A.A., Kubrak, S.M., Shubenko, L.A., Hlevaskyi, V.I., Titarenko, O.S. (2024). Metodyka doslidzhen ahroekosystem [Methodology of agroecosystem research]. Bila Tserkva, 256 p.

Features of yield formation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties of different maturity groups under weed control systems

Moroz O., Karpuk L.

The article presents the results of a study on the effectiveness of weed control systems in common bean crops under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The growth, development, and yield formation of common bean varieties belonging to different maturity groups were investigated depending on herbicide application.

Field experiments were conducted in 2024–2025 at the experimental site of TDV “Terezyne” (Bila Tserkva district, Kyiv region). The soil of the experimental field was classified as podzolized medium-loamy chernozem. The experiment was two-factorial: factor A included the common bean varieties ‘Apex’ (medium-early) and ‘Bukovynka’ (mid-season), while factor B comprised weed control systems: untreated control, Pulsar Flex at 1.7 L/ha, and Pulsar Flex at 2.0 L/ha applied at growth stages BBCH 13-14.

The results showed that herbicide application reduced weed infestation, improved plant growth,

promoted the development of a larger leaf area, and increased crop productivity. On average over 2024–2025, weed control efficiency reached 63–65 % at the rate of 1.7 L/ha and 73–75 % at the rate of 2.0 L/ha. Under herbicide treatment, plant height at the budding and full flowering stages exceeded the control by 5–9 cm. Pulsar Flex had a positive effect on the formation of yield components and thousand-seed weight.

The highest grain yield was obtained with Pulsar Flex applied at 2.0 L/ha: on average over two years, it reached 2.66 t/ha for the 'Apex' variety and 2.45 t/ha for 'Bukovynka', exceeding the control by 20.9 %

and 19.5 %, respectively. Herbicide phytotoxicity was short-term and weakly expressed and did not result in a significant decrease in crop productivity.

Thus, the application of Pulsar Flex at BBCH stages 13–14 is an effective component of common bean cultivation technology under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, with the rate of 2.0 L/ha providing the highest agronomic efficiency.

Key words: common bean, variety, weeds, herbicide application, Pulsar Flex, growth and development, yield.



Copyright: Мороз О.В., Карпук Л.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Мороз О.В.

Карпук Л.М.

<https://orcid.org/0009-0001-3954-0536>

<https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>