

УДК 635.21:632.954(477.4)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.10>

БІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕРБИЦИДІВ НА КАРТОПЛІ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Паєлов О.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства та гербології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Танчик С.П. – д.с.-г.н.,

завідувач кафедри землеробства та гербології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Бабенко А.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства та гербології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Дудка Т.В. – науковий співробітник відділу експертизи на відмінність,

однорідність та стабільність сортів рослин,

Український інститут експертизи сортів рослин

Одним з ключових елементів технології вирощування картоплі виступає система захисту культури від бур'янів. Адже, згідно досліджень, середньорічні світові втрати врожаю картоплі від бур'янів складають 23 %. У зв'язку з цим дана стаття спрямована на дослідження біологічної ефективності гербіциду Стомп Аква (455 г/л Пендиметалін) самостійно та в суміші з Фронт'єр Оптіма (720 г/л Диметенамід-П) проти дводольних та злакових малорічних бур'янів за досходового та раннього післясходового внесення (ВВСН 09-15 картоплі). Провідними підходами щодо вирішення цієї проблеми є проведення польових досліджень для визначення біологічної ефективності гербіцидних варіантів та дисперсійний статистичний метод – для визначення точності та достовірності експериментальної інформації.

Біологічна ефективність досліджуваного препарату Стомп Аква істотно різнилася залежно від норми внесення та часу застосування. Найвища біологічна ефективність проти комплексу бур'янів була за внесення в баковій суміші 2,5 л/га Стомп Аква з 0,8 л/га Фронт'єр Оптіма до сходів картоплі у фазу ВВСН 00 культури і становила 98,0 % через 20 днів після застосування та 91,3 % на період збирання врожаю, що суттєво вище за локальний стандарт – Зенкор Ліквід в нормі 0,75 л/га. Цей варіант забезпечив найкращі структурні показники врожаю картоплі в досліді й найвищу її врожайність на рівні 46,58 т/га. Використання 2,5 л/га Стомп Аква до сходів культури забезпечило нижчу ефективність порівняно з використанням суміші гербіцидів. За цього варіанту ефективність становила, відповідно, 97,6 та 85 % за урожайності 44,22 т/га. Внесення 2,5 л/га Стомп Аква у фазу розвитку картоплі ВВСН 09–15 знизило ефективність препарату до 79,7 % через 20 днів та 83,6 % на період збирання картоплі, проте наявні бур'яни знаходились у неотенічній формі, що дало змогу картоплі конкурувати з ними. Урожайність в цьому варіанті становила 37,88 т/га. За відсутності хімічного контролю забур'яненості на контрольному варіанті в агроценозі картоплі формувался високий рівень присутності бур'янів, що не дозволило утворити високу врожайність, яка становила лише 13,8 т/га.

Ключові слова: бур'яни, маса бур'янів, ґрунтові гербіциди, страхові гербіциди, урожайність.

Pavlov O.S., Tanchyk S.P., Babenko A.I., Dudka T.V. Biological effectiveness of herbicides on potatoes in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine

One of the main elements of the technology of growing potatoes is the system of protecting the crop from weeds. After all, according to research, the average annual global loss of the potato crop from weeds is 23 %. In this regard, this article is aimed at researching the biological effectiveness of the Stomp Aqua herbicide (455 g/l Pendimethalin) separately and in a mixture

with Frontier Optima (720 g/l Dimethenamid-P) against dicotyledonous and annual grass weeds in pre- and post-emergence (BBCH 09-15 potatoes) application. The leading approaches to solving this problem are conducting field studies to determine the biological effectiveness of herbicide options and statistical dispersion method to determine the accuracy and reliability of experimental information.

The biological effectiveness of Stomp Aqua varied significantly depending on the application rate and time of application. The highest biological effectiveness against weeds was when applying a tank mixture of 2.5 l/ha Stomp Aqua and 0.8 l/ha Frontier Optima before potato seedlings and was 98.0% 20 days after application and 91.3% before harvest. This is significantly higher than the local standard – Zenkor Liquid at the rate of 0.75 l/ha and provided the best structural indicators of the crop in the experiment and the highest yield – 46.58 t/ha. Application of 2.5 L/ha of Stomp Aqua prior to crop emergence provided lower efficacy compared to application of the herbicide mixture. Under this option, the efficiency was 97.6 and 85%, respectively, with a yield of 44.22 t/ha. Application of 2.5 l/ha of Stomp Aqua in the development phase of BBCH 09–15 potatoes reduced herbicide efficacy to 79.7% after 20 days and 83.6% at harvest. However, the weeds were in a neotenic form, which enabled potatoes to compete with them. The yield in this variant was 37.88 t/ha. In the absence of chemical control of weediness, a high level of the presence of weeds was formed in the potato plantations on the control variant, which prevented the formation of a high yield, which was only 13.8 t/ha.

Key words: weeds, mass of weeds, soil herbicides, post-emergence herbicides, productivity.

Постановка проблеми. Картопля є однією з сільськогосподарських культур з найвищою економічною цінністю та найстійкішим ринковим інтересом [1]. Площі картоплі в Україні зазвичай перебувають в межах 1 млн га зі щорічним виробництвом на рівні 20 млн т. Таким чином, незважаючи на війну в Україні, ця культура є досить затребуваною та популярною серед виробників [2].

Одним з ключових елементів технології вирощування картоплі виступає система захисту культури від бур'янів. Адже, згідно досліджень, середньорічні світові втрати врожаю картоплі від бур'янів складають 23 %. Проте, за гострого недотримання технології вони можуть бути набагато вищими і становити 50–70 % [34]. Ці результати вказують на те, що захист від бур'янів має вирішальне значення для успішного виробництва картоплі та існує постійна потреба в дослідженнях, присвячених контролюванню бур'янів у агроценозі цієї культури [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Конкуренція бур'янів і екологічні стреси на стадії вегетативного росту значно впливають на врожайність. Бур'яни характеризуються найвищим потенціалом зниження врожайності – у середньому на 34 %, тоді як шкідники – на 18 % та хвороби – на 16 % [6, 7, 8, 9]. Урожайність картоплі, як результат присутності бур'янів в аналізі, проведеному Mondani et al. зменшився на 54,8 %, тоді як у дослідженнях Shasrshar et al. – на 61,4–74% [10, 11]. У інших дослідженнях залежно від стану та ступеня забур'яненості втрату врожаю бульби оцінювали на 10–50 % [12, 13, 14] та до 70 % [15, 16].

У контролюванні бур'янів у агроценозі картоплі важливим є врахування гербокритичного періоду культури до бур'янів, коли вона найбільш вразлива до їх впливу. Згідно досліджень Ahmadvand G. та ін. слід використовувати післясходові гербіциди або інші методи боротьби з бур'янами для знищення в період від 19–24 днів після сходів культури до 43–51 дня. Такий підхід дозволить зберегти рівень втрати врожаю нижче 10 % [17]. Натомість, Ciuberkis S. та ін. стверджують, що найбільшу появу в насадженнях картоплі однорічних широколистих, шириці та інших бур'янів (62–86 % від загальної кількості за сезон) спостерігали в період від садіння картоплі до цвітіння. Результати показали, що критичний період відсутності бур'янів, коли конкуренція бур'янів негативно впливає на врожайність, починався з посадки і тривав до 25 днів після цвітіння [18].

У насадженнях картоплі найбільш злісними і поширеними є такі бур'яни: кореневищні (пирій повзучий, хвощ польовий); коренепаросткові (осот рожевий та жовтий, березка польова); ранні ярі (зірочник середній, гірчиця польова, редька дика, лобода біла); пізні ярі (мишій сизий і зелений, щирія звичайна, просо куряче та ін.). Для контролювання синантропних видів необхідно максимально використовувати можливості агротехнічного прийому: це підбір поля, попередника, якісний обробіток ґрунту, розпушування міжрядь. Якщо їх ефективність недостатня, для знищення бур'янів необхідно застосовувати гербіциди [19, 20].

Dalovic та ін. вказують, що на дослідних ділянках із внесенням гербіцидів урожай картоплі був на 32 % вищим відносно контролю. Як наслідок, підвищена увага приділяється створенню ефективних методів боротьби з бур'янами, які можуть включати гербіциди, суміші гербіцидів, додавання ад'ювантів та інтеграцію механічних і хімічних методів [11, 14].

Ґрунтове внесення гербіцидів є одним з найефективніших в контролюванні малорічних бур'янів у насадженнях картоплі, особливо за умов достатнього зволоження та використання бакових сумішей декількох діючих речовин. Гербіцидні суміші є сучасною практикою боротьби з бур'янами, оскільки вони зменшують застосування гербіцидів [23, 24]. В дослідженнях Baranowska A. та ін. високу ефективність проти малорічних бур'янів як перед змиканням рядків, так і перед збиранням бульб картоплі показали варіанти з внесенням сумішей гербіцидів: Команд 480 EC 0,2 л/га + Дисперсій Афалон 450 SC 1,0 л/га та Стомп 400 SC 3,5 л/га + Дисперсій Афалон 450 SC 1,0 л/га [25].

Особливо проблемним є контроль у насадженнях картоплі таких бур'янів як види гірчаків, які за рахунок крупного насіння можуть давати сходи після внесення ґрунтових гербіцидів. У дослідженнях Gitsopoulos T. K. суміш метрибузину та просульфокарбу в нормах 320 + 3200 г д. р./га забезпечила найкращий контроль гірчака перцевого (47 %) та гречки татарської (87 %), порівняно з іншими гербіцидами – метрибузином або пендиметаліном, які застосовувалися окремо [26].

Таким чином, наведений огляд літератури вказує на важливість хімічного контролю бур'янів у насадженнях картоплі незважаючи на ефективність механічного обробітку. Важливим у цьому аспекті є дослідження саме досходового застосування гербіцидів.

Постановка завдання. Мета досліджень – визначити біологічну ефективність гербіциду Стомп Аква (455 г/л Пендиметалін) самостійно та в суміші з Фронт'єр Оптіма (720 г/л Диметенамід-П) проти дводольних та злакових малорічних бур'янів за досходового та раннього післясходового внесення (ВВСН 09-15 картоплі).

Дослідження з визначення ефективності гербіциду Стомп Аква проти однодольних та дводольних малорічних бур'янів у насадженнях картоплі проводилися в 2022–23 рр. в умовах ТОВ «Прінс». Для цього було закладено польовий дрібноділянковий дослід за наступною схемою (табл. 1). Попередником картоплі в дослідженнях була пшениця озима.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений темно-сірими опідзоленими середньосуглинковими ґрунтами. Вміст гумусу в орному шарі 2,07 % (за Тюрнімом), мінерального азоту – 11,2 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 25 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), обмінного калію – 8,9 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), рН сольової витяжки – 6,8–7,0, сума увібраних основ – 15,8 мг-екв./100 г ґрунту, рівноважна щільність ґрунту – 1,2–1,3 г/см³. Ґрунти характеризуються високим вмістом рухомого фосфору та середнім забезпеченням азоту й калію.

Таблиця 1

Схема дослідів з дослідження ефективності гербіциду Стомп Аква

№	Варіанти дослідів	Час обробки	Норми витрати препаратів кг/га
1	Контроль	-	-
2	Стомп Аква	Обприскування ґрунту на ранніх стадіях розвитку (ВВСН 09–15)	2,5
3	Стомп Аква + Фронт'єр Оптіма	Обприскування ґрунту після посадки до появи сходів культури	2,5 + 0,8
4	Стомп Аква	Обприскування ґрунту після посадки до появи сходів культури	3,5
5	Зенкор Ліквід	Обприскування ґрунту після посадки до появи сходів культури	0,75
6	Зенкор Ліквід	Обприскування ґрунту на ранніх стадіях розвитку (ВВСН 09–15)	0,5

Розрахунок біологічної ефективності досліджуваних гербіцидів використовували проводили за методикою Трибеля [27].

На досліджуваних варіантах № 3, 4 та 5 було проведено по два обліки забур'яненості – через 20 днів після внесення препаратів та перед збиранням культури, а у варіантах 2 та 6 додатково був проведений облік перед внесенням препаратів. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою програми «Statistica 10». Урожайність картоплі визначали у фазу повної стиглості культури методом суцільного збирання з кожної ділянки окремо.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення досліджень з визначення ефективності препарату Стомп Аква було закладено варіант із його внесенням після сходів картоплі з нормою 2,5 л/га, порівняно з локальним контролем – Зенкор Ліквід з нормою 0,5 л/га. Для цього було проведено облік забур'яненості перед внесенням препаратів на гербіцидних варіантах та контролі. На цей період середня чисельність бур'янів становила від 73,8 до 96,8 шт./м². Домінуючими видами були лобода біла, галінсога дрібноквіткова та гірчак беззковидний. Також у агроценозі були присутні просо куряче, паслін чорний та щиряця звичайна (табл. 2).

Таблиця 2

Видовий склад та чисельність бур'янів перед внесенням препаратів на ранніх стадіях розвитку культури (ВВСН 09–15), шт./м²

№ варіанту	Гірчак беззковидний	Лобода біла	Галінсога дрібноквіткова	Просо куряче	Гірчак шорсткий	Щиряця звичайна	Всього
1	9,5	15,0	11,5	13,8	6,0	16,0	71,8
2	14,50	17,8	15,3	17,3	9,3	21,3	96,8
6	15,3	11,8	10,3	22,3	8,8	25,0	93,25

У таблиці 3 наведено біологічну ефективність гербіцидів, виражену в відсотках з врахуванням зміни забур'яненості на контролі. За внесення 3,5 л/га Стомп Аква досходово та 2,5 л/га післясходово біологічна ефективність проти одно- та дводольних бур'янів становила, відповідно, 97,6 та 79,7 % через 20 днів. Різниця

між цими варіантами складала 17,9 відсоткових пунктів на користь ґрунтового внесення, що пояснюється переростанням деяких екземплярів бур'янів на момент післясходового внесення препарату. Зокрема, відмічено гіршу ефективність проти пасльону чорного, гірчака березковидного та галінсоги дрібноквіткової.

Внесення бакової суміші 2,5 л/га Стомп Аква + 0,8 л/га Фронт'єр Оптіма до сходів картоплі забезпечувало найвищу ефективність в досліді – 98,0 %, що, проте, статистично не відрізнялося від варіанту з внесенням 3,5 л/га Стомп Аква самостійно. Суміш краще контролювала гірчак шорсткий та щирцю звичайну. Локальний контроль – Зенкор Ліквід, внесений досходово в нормі 0,75 л/га, забезпечував достовірно нижчу ефективність – 83,6 %, а післясходове використання цього препарату в нормі 0,5 л/га забезпечувало найнижчу ефективність проти бур'янів у досліді – 73,7 %. Зокрема, цей варіант показав низьку ефективність проти пасльону чорного (табл. 3).

Таблиця 3

Біологічна ефективність гербіцидів, %

№ варіанту	Гірчак березковидний		Лобода біла		Галінсога дрібноквіткова		Просо куряче		Паслін чорний		Гірчак шорсткий		Щирця загнута		Всього	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ВВСН 00																
3	100,0	95,6	98,1	97,8	90,0	84,6	100,0	93,6	100,0	81,7	97,9	90,2	100,0	95,9	98,0	91,3
4	100,0	89,0	99,1	94,5	90,4	84,2	100,0	90,0	100,0	63,8	95,7	87,4	98,3	91,4	97,6	85,8
5	90,8	83,5	94,6	83,7	86,9	77,8	81,2	64,7	50,0	17,1	82,4	71,9	99,1	89,3	83,6	69,7
ВВСН 09–15																
2	78,8	80,8	88,1	94,5	75,3	84,7	83,1	81,6	56,7	65,0	84,6	86,4	91,1	92,5	79,7	83,6
6	71,0	68,2	79,1	79,1	75,3	78,4	75,3	68,2	42,1	48,3	88,5	90,3	84,8	86,7	73,7	74,1
НіР ₀₅	4,5	3,8	2,9	3,8	3,5	3,3	8,2	7,4	10,1	9,9	5,3	5,3	4,8	4,8	3,7	7,9

Примітка: 1 – облік через 20 днів після внесення гербіцидів, 2 – облік на період збирання культури.

Біологічна ефективність гербіцидів перед збиранням культури суттєво різнилася залежно від досліджуваних варіантів. Відмічено відмінну дію проти злакових та дводольних малорічних бур'янів за досходового внесення бакової суміші гербіцидів Стомп Аква 2,5 л/га + Фронт'єр Оптіма 0,8 л/га – 91,3 %. На високому рівні цей варіант контролював щирцю звичайну – 95,9 %, гірчак березковидний – 95,6, просо куряче – 93,6 та гірчак шорсткий – 90,2 %. Галінсогу дрібноквіткову та паслін чорний ця суміш контролювала на рівні, відповідно, 84,6 та 81,7 %. Внесення 3,5 л/га Стомп Аква без гербіциду партнера в цілому знижувало його ефективність до 85,8 %, проте, це зниження було в межах найменшої істотної різниці досліду. Гіршим тут був контроль лободи, гірчаків та пасльону чорного. Проте, обидва вищевказані варіанти суттєво переважали локальний контроль – Зенкор Ліквід, ефективність проти бур'янів в якому становила лише 69,7 % (табл. 3).

Внесення Стомп Аква післясходово в нормі 2,5 л/га забезпечило загальну ефективність проти бур'янів на рівні 83,6 %, що достовірно не відрізнялося від досходового внесення цього препарату. Зенкор Ліквід внесений в нормі 0,5 л/га післясходово, в цілому перевершував досходове використання цього препарату на 11,6 в. п., що вище за НіР₀₅, проте достовірно поступався решті варіантів.

Маса бур'янів, визначена під час останнього обліку перед збиранням картоплі, на контрольному варіанті становила в середньому 1726,2 г/м². Серед досліджуваних варіантів найбільша маса бур'янів – 422,7 г/м², була за внесення Зенкор Ліквід післясходою в нормі 0,5 л/га. Внесення Стомп Аква 2,5 л/га післясходою суттєво зменшувало масу бур'янів до 361,1 г/м². Проте, слід відмітити, що основну масу бур'яни сформували вже перед завершенням вегетації картоплі, коли шкода для формування врожаю була мінімальною. Досходове внесення гербіцидів забезпечило меншу масу бур'янів порівняно з післясходовим. Найменшим цей показник був за внесення суміші гербіцидів Стомп Аква 2,5 л/га + Фронт'єр Оптіма 0,8 л/га – 145 г/м². За досходового внесення 3,5 л/га Стомп Аква без гербіциду партнера цей показник становив 215 г/м². Використання 0,75 л/га Зенкор Ліквід маса бур'янів становила 290,2 г/м² (табл. 4).

Таблиця 4

Маса бур'янів перед збиранням картоплі, г/м²

№ варіанту	Гірчак березко-видний	Лобода біла	Галинсога дрібно-квіткова	Просо кураче	Паслін чорний	Гірчак шорсткий	Щириця загнута	Всього
1 (к)	192,9	354,1	281,1	288,6	267,9	164,7	176,9	1726,2
ВВСН 00								
3	9,1	20,0	39,5	17,8	39,9	10,0	8,7	145,0
4	31,5	52,5	43,8	26,5	24,5	12,9	23,4	215,0
5	41,9	68,2	57,0	44,2	31,8	16,7	30,4	290,2
ВВСН 09–15								
2	74,5	67,4	61,7	46,2	50,5	18,2	42,6	361,1
6	82,0	74,1	67,9	50,8	55,6	45,5	46,8	422,7
НіР₀₅	27,2	30,4	29,6	24,5	22,12	17,6	18,2	44,9

Середня урожайність картоплі на дослідних варіантах становила від 13,18 т/га на контрольному до 46,58 на кращому. Всі гербіцидні варіанти як за показниками структури врожаю, так і за урожайністю суттєво переважали контроль. Середня маса бульб картоплі найвищою – 120,8 г була на варіанті з комбінованим застосуванням гербіцидів Стомп Аква 2,5 л/га + Фронт'єр Оптіма 0,8 л/га. Тут був зафіксований і найвищий урожай бульб – 46,58 т/га. За досходового застосування 3,5 л/га Стомп Аква показники структури врожаю бульб картоплі були нижчим, проте це зниження було в межах похибки, але показник урожайності достовірно поступався попередньому варіанту, оскільки було зібрано лише 44,22 т/га бульб. Вищевказані варіанти за всіма показниками урожайності суттєво переважали локальний стандарт Зенкор Ліквід, внесений до сходів культури в нормі 0,75 л/га (табл. 5).

Внесення досліджуваних гербіцидів після сходів культури забезпечувало нижчий приріст урожайності бульб картоплі порівняно з ґрунтовим застосуванням, що свідчить про важливість усунення конкуренції з бур'янами саме на початкових етапах росту та розвитку рослин картоплі.

Таким чином, враховуючи проведені дослідження, найкращим варіантом як у контролі малорічних одно та дводольних бур'янів, так і в урожайності є варіант з внесенням бакової суміші.

Таблиця 5

**Урожайність та структура врожаю бульб картоплі
залежно від досліджуваних варіантів, т/га**

№ варіанту	Середня маса бульби, г	Кількість бульб під кущем, шт.	Урожайність, т/га	Надбавка урожаю, +/- % до контролю
1 (к)	60,2	4,6	13,18	-
ВВСН 00				
3	120,8	8,1	46,58	253,3
4	117,6	7,9	44,22	235,5
5	105,9	7,6	38,31	190,6
ВВСН 09–15				
2	106,1	7,5	37,88	187,4
6	100,8	7,2	34,55	162,1
НіР ₀₅	3,9	0,2	1,1	-

Висновки та перспективи подальших досліджень. В Лівобережному Лісо-степу України на темно-сірих опідзолених середньо суглинкових ґрунтах для контролю малорічних дводольних та злакових бур'янів в агроценозі картоплі з ефективністю 98,0 % через 20 днів після застосування та 91,3 % на період збирання врожаю рекомендується внесення бакової суміші гербіцидів Стомп Аква (**455 г/л Пендиметалін**), 2,5 л/га та Фронт'єр Оптіма (**720 г/л Диметенамід-П**), 0,8 л/га, що дозволяє сформувати урожайність бульб картоплі на рівні 46,58 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- King J. C., Slavin J. White potatoes, human health, and dietary guidance. *Advances in Nutrition*. 2013. Vol. 413, Iss. 3. P. 393–401.
- Сільське господарство України – 2022. *Статистичний збірник*. Державна служба статистики України, 2023. 162 с. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/S_gos_22.pdf
- Бур'яни та заходи боротьби з ними / Ю. П. Манько, І. В. Веселовський, Л. В. Орел, С. П. Танчик. Київ : Учбово-метод. Центр Мінагропрому України, 1998. 240 с.
- Umiyati, U., Kurniadie, D., Anjarsari, I.R.D. Biodiversity of weeds in potato (*Solanum tuberosum*) in Pangalengan and Cikajang sub-districts of Indonesia. *Potato Journal*. 2023. T. 50. Vol. 1. P. 66–76.
- Potential potato yield loss from weed interference in the United States and Canada. / Z. A. Ganie et al. *Weed Technology*. 2023. Vol. 37, Iss. 1, P. 21–24. DOI 10.1017/wet.2023.5
- Fernandes-Quintanilla C., Quadranti M., Kudsk P., Bàrberi P. Which future for weed science? *Weed Research*. 2008. Vol. 48. P. 297–301.
- Merga B., Dechassa N. Growth and productivity of different potato cultivars. *J. Agric. Sci.* 2019. No. 11. P. 528–534.
- Studies on efficacy of different herbicides against weeds in potato crop in Peshawar / Hussain Z. et al. *Pak. J. Bot.* 2013. No. 45. P. 487–491.
- Kebede G., Sharma J. J., Dechassa N. Evaluation of chemical and cultural methods of weed management in potato (*Solanum tuberosum* L.) in Gische District, North Shewa, Ethiopia. *J. Nat. Sci. Res.* 2016. No. 6. P. 28–47.
- Mondani F., Golzardi F., Ahmadvand G., Ghorbani R., Moradi R. Influence of weed competition on potato growth, production and radiation use efficiency. *Notulae Scientia Biologicae*. 2011. T. 3, Vol. 3. P. 42–52.

11. Sharshar A. A. H., Hassanein E.H., Omayma S., Mona S.M.Y., El-Gamal A. M. Determination of the critical period for weed control on potato (*Solanum tuberosum* L.) crop. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2015. T. 4, Vol. 2. P. 240–249.
12. Azadbakht A., Akbar M. T., Ghavidel A. The effect of chemical and non-chemical control methods on weeds in potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation in Ardabil Province, Iran. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2017. T. 15, Vol. 4. P. 1359–1372.
13. Gugala M., Zarzecka K., Dołęga H., Sikorska A. Weed Infestation and Yielding of Potato under Conditions of Varied Use of Herbicides and Bio-Stimulants. *J. Ecol. Eng.* 2018. No. 19. P. 191–196.
14. Walkowiak, R., Podsiadłowski, S. & Czajka, M. The effect of integrated tillage of light soil on potato yields. *Biometrical Letters*. 2017. T. 54, Vol. 2. P. 187–201.
15. Zarzecka K. Evaluation of different methods of potato weed control Part II. Relationships between weed infestation and yielding. *Acta Sci. Pol., Agricultura*. 2004. T. 3, Vol. 2. P. 195–202.
16. Zarzecka K., Gugala M., Sikorska A., Grzywacz K., Niewęglowski M. Marketable Yield of Potato and Its Quantitative Parameters after Application of Herbicides and Biostimulants. *Agriculture*. 2020. T. 10, Vol. 49. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020049>
17. Ahmadvand G., Mondani F., Golzardi F. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. *Scientia Horticulturae*. 2009. Vol. 121, Iss. 3, P. 249–254. DOI 10.1016/j.scienta.2009.02.008
18. Ciuberkis S., Bernotas S., Raudonius S., Felix J. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. *Weed Technology*. 2007. Vol. 21, Iss. 3. P. 612–617. DOI 10.1614/WT-06-101.1
19. Optimization of planting geometry and weed control improves the productivity of potato under poplar-based agroforestry system / B. Parija et al. *Agroforestry Systems*. 2023. T. 97. Vol. 6. P. 1055–1069. DOI:10.1007/s10457-023-00847-x
20. Корпіта Г., Шувар І., Дудар О. Захист посівів картоплі від бур'янів в умовах Західного Лісостепу України. Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Агрономія». 2022. № 26. С. 63–66. <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.159>
21. Dalovic I., Milošević D., Macák M., Týr Š. Impact of weed control on potato infestation and yield. *Research Journal of Agricultural Science*. 2008. T. 40. Vol. 1. P. 385–388.
22. Effect of soil and water characteristics on yield and properties of 'Spunta' potatoes. Al-Hamed S. A. et al. *Chil. J. Agric. Res.* 2017. No. 77. P. 250–256.
23. Marketable yield of potato and its quantitative parameters after application of herbicides and biostimulants / K. Zarzecka. *Agriculture (Switzerland)*. 2020. Vol. 20, Iss. 2. DOI 10.3390/agriculture10020049
24. Studies on efficacy of different herbicides against weeds in potato crop in Peshawar / Hussain Z. et al. *Pak. J. Bot.* 2013. No. 45. P. 487–491.
25. Efficacy of herbicides in potato crop / A. Baranowska et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2016. Vol. 17, Iss. 1. P. 82–88. DOI 10.12911/22998993/61194
26. Gitsopoulos T. K., Damalas C. A., Georgoulas I. Herbicide mixtures for control of water smartweed (*Polygonum amphibium*) and wild buckwheat (*Polygonum convolvulus*) in potato. *Weed Technology*. 2014. Vol. 28, Iss. 2, P. 401–407.
27. Трибель С. О., Бабич А. Г., Бабич О. А. Методики випробування пестицидів. Київ, 2011. 54 с.