

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

**В. М. Судак, А. І. Горбатенко, В. Л. Матюха, А. О. Кулик**

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна

На підставі результатів досліджень, проведених на чорноземних ґрунтах Степу України, доведена пряма залежність між фітосанітарним станом агроценозу і кількістю використаної продуктивної вологи рослинами кукурудзи з шару ґрунту 0–150 см в період сівби - збирання врожаю. Витрати вологи в абсолютно чистих від бур'янів посівах становили 156 мм, на ділянках без видалення бур'янових рослин – 203 мм, а гербіцидному агрофоні – 168–171 мм. Повне або часткове контролювання забур'яненості посівів дозволяє заощадити 320–470 м<sup>3</sup>/га запасів вологи в ґрунті, що відповідає середній місячній кількості опадів, які випали за вегетаційний період кукурудзи в 2018–2019 рр.

За несприятливих гідротермічних умов протягом квітня - травня (2018 р.) мало місце зниження ефективності ґрунтових гербіцидів. У цьому випадку найбільша кількість бур'янів першої хвили (89,1 %) була знищена за рахунок бакової суміші препаратів: Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. У 2019 р. кращі результати показала комбінована технологічна схема контролювання бур'янових рослин, а саме – Дуал Голд, 1,5 л/га (до сівби), Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га (по сходах) та Акріс, 3 л/га (до сівби), Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га (по сходах).

В 2018 р. найвищу врожайність зерна кукурудзи (7,85 т/га) одержано при застосуванні в фазі 3–5 листків у культурі бакової суміші препаратів: Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. Ця комбінація виявилась найкращою, зважаючи на прибутковість виробництва зерна, рентабельність становила 213 %. У 2019 р. врожайність зерна підвищилася внаслідок поєднання ґрунтових і післясходових гербіцидів. Зважаючи на вартість і норми їх витрат на 1 га, за показниками собівартості основної продукції (1579 грн/т) і рентабельності (134 %) кращою виявилася така комбінація препаратів, як Аватар, 2,5 л/га (до сівби) + Прима, 0,5 л/га (по сходах).

**Ключові слова:** бур'яни, гербіцидна система, технічна ефективність, урожайність, рентабельність виробництва.

У сучасному землеробстві Степу збільшуються обсяги застосування хімічних засобів захисту рослин. Поряд із позитивними аспектами цього явища, очевидними є можливі негативні наслідки надмірного пестицидного навантаження, зокрема небезпека забруднення продукції, ґрунтових вод і докільля. У зв'язку з цим, останнім часом відбувається інтенсивний пошук шляхів оптимі-

зації способів, форм і методів інтегрованої системи знищення бур'янів у посівах кукурудзи. Набувають розвитку технологічні схеми, побудовані на основі потужних ґрунтових гербіцидів з подальшим внесенням ефективних післясходових препаратів чи бакових сумішей [1–4].

Водночас нагальними залишаються проблеми, пов'язані з резистентністю та непрог-

### Інформація про авторів:

**Судак Володимир Миколайович**, канд. с.-г. наук, в. о. старшого наукового співробітника, завідувач лаб. захисту рослин, e-mail: sudak.v2017@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6480-5770>

**Горбатенко Андрій Іванович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник лаб. захисту рослин, e-mail: a.gorbatenko2018@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7608-6483>.

**Матюха Володимир Леонідович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лаб. захисту рослин, e-mail: volmat1@yandek.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5657-3524>.

**Кулик Алла Олексіївна**, головний фахівець лаб. економіки, e-mail: alla\_kulik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8366-2397>

нозованими змінами видового складу бур'янів у просторі та часі під впливом хімічних речовин, можливістю зменшення норм використання останніх, доцільністю раціонального поєднання гербіцидів різного спектра дії. Мало вивчені питання щодо вибору токсичних препаратів і їх застосування у сівозміні.

**Мета дослідження** – оцінка агротехнічної та економічної ефективності захисту посівів кукурудзи шляхом використання гербіцидів різного спектра дії.

**Матеріали та методи дослідження.** Роботу проводили на дослідному полі Державної установи Інститут зернових культур НААН (Дніпропетровська обл.). Агротехніка вирощування культур, за винятком досліджуваних прийомів, – загальноприйнята для зони Степу.

Кукурудзу на зерно (гібрид Хортиця) розміщували після пшениці озимої, восени проводили оранку на глибину 23–25 см. Допосівна підготовка ґрунту включала ранньовесняне закриття вологи зубовими боронами та дві культивачі на глибину 8–10 і 6–8 см. Під першу культивачію вносили мінеральні добрива (нітроамофоску) врозкид в дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , під другу – гербіциди ґрунтової дії згідно зі схемою дослідів обприскувачем ОМ-6 на базі трактора Т-25. Післясходове обприскування посівів проводили в фазі 3–5 листків у культури. Вибір до- і післясходових препаратів – з урахуванням впливу на бур'яни, способу і технологічності застосування, ступеня екологічної безпеки. Повна схема експерименту наведена в аналітичних таблицях 2 і 3.

Визначення забур'яненості посівів здійснювали шляхом підрахунку кількості бур'янів за видовими ознаками на облікових майданчиках площею 0,25–0,50 м<sup>2</sup> у п'ятиразовій повторності по діагоналі ділянок перед внесенням страхових гербіцидів, через 21 день після їх застосування, а також у фазі повної стиглості зерна з одночасним вириванням рослин для зважування у сирому та повітряно-сухому стані.

Технічна (біологічна) ефективність дії препаратів оцінювалась за здатністю післясходових гербіцидів знищувати бур'яни або пригнічувати їх ростові процеси на певних етапах онтогенезу за формулою [5]:

$$E_d = 100 \times (H_1 - H_2) : H_1 (\%), \text{ де}$$

$H_1$  – кількість бур'янів у посівах (шт./м<sup>2</sup>) перед внесенням гербіцидів;

$H_2$  – кількість бур'янів на час прояву максимальної дії гербіцидів (через 20–25 днів після внесення).

Урожайність обліковували методом суцільного виламування качанів без обгортки з усіх ділянок окремо та зважування продукції. Після цього з кожного варіанта відбирали проби масою 5 кг з метою подальшого сушіння і перерахунку урожаю на 14 % вологість [6].

Розрахунки економічної доцільності застосування окремих агроприймів та засобів захисту рослин виконувались за методиками ДУ Інститут зернових культур та Інституту аграрної економіки НААН України [7, 8].

**Результати дослідження.** Важливою біологічною ознакою кукурудзи є посухостійкість. Рослина може тривалий час перебувати у пригніченому стані, зберігаючи здатність відновлювати тургор після випадання дощів. Ця особливість більш виразно проявляється у ранні фази розвитку, до утворення репродуктивних органів. Добре розгалужена коренева система рослини охоплює верхні та нижні шари ґрунту, при цьому вона може засвоювати воду, на відміну від переважної більшості рослин інших культур, за вологості ґрунту, наближеної до ВВ (вологість в'янення рослин). Крім підземних, кукурудза формує повітряні (надземні) корені, які виконують переважно опорну функцію.

Розподіл коренів у ґрунті значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, гібридного складу, площі живлення рослин та агротехнічних прийомів вирощування. На чорноземах звичайних у фазі 5–6 листків коренева система кукурудзи досягає глибини 60 см, а радіус її розповсюдження становить 35–40 см. Ріст рослин в цей період досить інтенсивний і уповільнюється тільки при настанні стадії формування зерна.

Рослини кукурудзи використовують вологу протягом вегетації нерівномірно. За період від сходів до утворення 15-ти листків середньостиглі гібриди витрачають близько 10 % загальної кількості води, від фази 15-ти листків до середини молочної стиглості зер-

на – 70–75 %, від фази молочна стиглість зерна до настання повної стиглості зерна – 15–20 %. Найбільші витрати води мають місце впродовж 30-ти денного критичного періоду, який починається за 10–12 днів до цвітіння волотей і закінчується після наливу зернівки [9].

Між бур'янами і кукурудзою існує гостра конкуренція за обмежені запаси продуктивної вологи у ґрунті, особливо в посушливі роки. Більшість видів бур'янових рослин мають потужну кореневу систему і досить високі транспіраційні коефіцієнти. У щиріці, лободи, однорічних злаків вони варіюють у межах 640–820 одиниць, у багаторічників досягають 1100. За неналежного контролювання бур'яни здатні виносити протягом вегетаційного періоду 800–1200 м<sup>3</sup> води з 1 га орних земель. Зниження урожайності зерна культури при цьому може становити 40–80 % [10].

За нашими даними до настання фази цвітіння волотей резерви ґрунтової вологи у

кореневмісному шарі ґрунту (0–150 см) у варіантах із захистом кукурудзи від бур'янів в (2, 3, 4) зменшились на 42–46 %, водночас в контролі 1 на фоні природної забур'яненості посівів цей показник досягав 69 %. Простежувалася пряма залежність між фітосанітарним станом агроценозу і кількістю використаної води. Найменші витрати вологи були на абсолютно чистих ділянках (контроль – 2–88 мм), найбільші – у варіанті без видалення бур'янів (144,3 мм). Ділянки з внесенням гербіцидів посідали проміжне положення (90,5–95,6 мм) (табл. 1).

Слід зазначити, що в період з 9 червня по 2 липня 2019 р. утримувалась надзвичайно висока температура повітря – 35–36 °С при відсутності агрономічно корисних дощів. За такої погоди ґрунтова волога витрачалась як на життєзабезпечення рослин кукурудзи, так і на безпосереднє випаровування з поверхні поля капілярним шляхом, а також шляхом конвекції і дифузії.

Так, на час повної стиглості зерна у ко-

### 1. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті та обсяги її використання посівами кукурудзи, шар 0–150 см (середнє за 2018–2019 рр.)

№ п/п	Варіанти дослідів	Запаси продуктивної вологи, мм			Витрати вологи за вегетацію (з ґрунту + опади), мм	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т
		сівба	цвітіння волотей	збирання урожаю		
1	Без видалення бур'янів (контроль 1)	209,4	65,1	6,1	398,0	1809
2	Міжрядний обробіток + ручне прополювання (контроль 2)	209,4	121,4	53,1	351,1	465
3	Акріс, 3л/га (до сівби) + Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен (по сходах)	209,4	118,9	41,1	363,0	496
4	Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га (по сходах)	209,4	113,8	38,5	365,7	509

реневмісному шарі ґрунту вологи було на фоні внесення гербіцидів – 38–41 мм, в чистих посівах – 53 і забур'янених – 6 мм. Враховуючи різницю у показниках між контролем 1 і варіантами 2, 3, 4, можна зробити висновок, що сумарно на ділянках з природною засміченістю посівів з ґрунту використано на 470 м<sup>3</sup>/га більше продуктивної вологи, ніж за повної відсутності бур'янів і на 320–350 м<sup>3</sup>/га більше порівняно з фоном, де застосовували гербіциди. Ці величини відповідають середній місячній кількості опадів за період вегетації кукурудзи у 2018–2019 рр.

Відомо, що ефективність використання вологи посівами кукурудзи оцінюється кое-

фіцієнтом водоспоживання, який являє собою співвідношення сумарних витрат води (з ґрунту + атмосферні опади) протягом вегетації культури до сухої маси її врожаю. Серед варіантів захисту рослин кукурудзи шляхом використання гербіцидів перевагу мала суміш ґрунтового гербіциду Акріс, 3 л/га (до сівби) та післясходових – Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га (по сходах), тут коефіцієнт водоспоживання становив 496 м<sup>3</sup>/т зерна. На ділянці з природною забур'яненістю посівів різко зросло витрачання вологи у розрахунку на одиницю продукції (1809 м<sup>3</sup>/т). Найбільш економно використовувались ґрунтові запаси води у варі-

анті 2 (465 м<sup>3</sup>/т), де бур'яни регулярно знищували від сівби до збирання врожаю кукурудзи.

У 2018 р. ефективність ґрунтових гербіцидів на початку вегетації кукурудзи була порівняно низькою. Рівень забур'яненості посівів на 30-й день після застосування препаратів (25 травня – фаза 3–5 листків у культурі) оцінювався як високий (21–29 шт./м<sup>2</sup>). Це пояснюється особливостями гідротермічних умов третьої декади квітня і травня – для цього періоду були характерні різкі коливання температурного режиму повітря: вдень – до 27–32 °С, вночі – до 4–7 °С, при цьому температура на поверхні ґрунту змінювалась від 52–60 до 2–6 °С. За такої метеорологічної ситуації відбувалося досходове загартування набувнявілого або пророслого насіння бур'янів, тому суттєво зростала його резистентність до гербіцидів.

Як відомо, ґрунтові гербіциди найкраще проявляють свою дію за помірно теплої погоди з температурою повітря 15–20 °С і вологістю ґрунту понад 20 %. Вологий ґрунт – необхідний чинник для прояву фітотоксичності хлорацетамідів, оскільки діючі речовини препаратів активні виключно в ґрунтового розчині. Повна відсутність продуктивних опадів, висока температура повітря і суховій протягом перших 10–12 днів після внесення гербіцидів призвели до швидкої втрати вологи з верхнього шару ґрунту, що унеможливило належне контролювання першої хвилі бур'янів.

Натомість в 2019 р. з 15 по 20 квітня випала майже місячна норма опадів (28 мм), що дало можливість якісно заробити гербіциди в ґрунт шляхом допосівної культивування поля. Достатня зволоженість верхнього (0–10 см) шару ґрунту та періодичні дощі різної інтенсивності (від 1–2 до 20–25 мм) 3, 9, 11, 12, 22 травня сприяли суттєвому підвищенню фітотоксичної дії препаратів. Кількість вегетуючих бур'янів за 30-ти денної експозиції дорівнювала 4,0–6,4 шт./м<sup>2</sup>.

Певні відмінності за роками спостерігалися і щодо видового складу бур'янів на час застосування післясходових гербіцидів. Так, у 2018 р. в агроценозі домінували: лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 31,8 %, тонконогові (мишій зелений (*Setaria viridis* P. B.)), просо півняче (*Echinochloa crusgalli* (L.) pal.

*Beauv*) – 29,9 %, амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – 26,1 %. В умовах 2019 р. переважали щиріця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) (58 %) та злакові однорічники (23 %).

Залежно від погодних умов, особливостей проростання насіння бур'янів та їх видового складу ефективність гербіцидів щодо контролю фітосанітарного стану посівів упродовж перших 45–50 днів після сівби кукурудзи за роками різнилась. В 2018 р. найбільшу кількість бур'янів першої хвилі (у відносних величинах) було знищено за рахунок бакової суміші страхових препаратів Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га, внесених у фазі 3–5 листків у культурі. Їх технічна ефективність проти усіх біогруп бур'янів становила 89,1 % (табл. 2). Діючі речовини, що є складовими бакових сумішей гербіцидів, швидко адсорбуються листками, пагонами і кореневою системою бур'янових рослин, що зумовлює пригнічення і зупинку ростових процесів у чутливих видів. Повна загибель бур'янів відбувається протягом 10–15 діб після обробки хімічними препаратами – залежно від структури угруповання, погодних умов і фази розвитку. Основні візуальні симптоми впливу – поступове знебарвлення тканин і деформація стебла, що супроводжується засиханням рослини.

Водночас, за даними обліків, проведених у 2019 р., виокремлено технологічні суміші, що містять як досходові, так і післясходові препарати (Дуал Голд, 1,5 л/га + Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га, Акріс, 3 л/га + Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га). Частка знешкоджених засмічувачів при їх використанні досягала 98–100 %.

Особливістю 2019 р. була висока строкатість появи сходів бур'янів у часовому вимірі і формування специфічного різновікового угруповання, в якому окремі екземпляри суттєво відрізнялись між собою за фазами розвитку і біометричними показниками. Як наслідок, під час обробки токсичними речовинами посівів кукурудзи мало місце явище так званого «вегетативного укриття», коли більш розвинуті широколисті рослини верхнього ярусу (щиріця звичайна) захищали від прямого контакту з робочим розчином низь-

2. Контроль розвитку бур'янів шляхом використання хімічних препаратів різного спектра дії

№ п/п	Варіант досліджу	Строк обліку кількості бур'янів за роками								Технічна ефективність гербіцидів, % (перша хвиля бур'янів)	
		перед внесенням післясходових гербіцидів, шт./м <sup>2</sup>		на 21 день після внесення післясходових гербіцидів, шт./м <sup>2</sup>		фаза повної стиглості зерна					
		2018 р.	2019 р.	2018 р.	2019 р.	2018 р.		2019 р.			
						шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	2018 р.	2019 р.
Контроль											
1	Без видалення бур'янів (контроль 1)	42,4	102,4	79,2	180,0	115,2	1249,9	186,4	988,5	-	-
2	Міжрядний обробіток + ручне прополювання (контроль 2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Грунтові та післясходові гербіциди											
3	Аватар, 2,5 л/га + Прима, 0,5 л/га	28,8	6,4	8,0	0,3	24,0	69,1	8,8	56,9	72,2	95,3
4	Дуал Голд, 1,5 л/га + Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га	24,8	5,6	5,6	-	14,4	46,3	7,2	50,7	77,4	100,0
5	Примекстра Голд, 3,5 л/га + Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га	25,6	6,4	7,2	0,3	17,6	68,3	8,8	55,8	71,9	95,3
6	Акріс, 3 л/га + Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га	21,6	4,0	4,8	0,1	15,2	43,4	4,0	34,7	77,8	97,5
Післясходові гербіциди											
7	Фронт'єр Оптіма – 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га	36,8	133,6	4,0	9,8	8,8	22,6	14,2	62,3	89,1	92,7
8	Стеллар, 0,8 л/га + Акріс, 1,5 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га	25,6	146,4	5,6	8,6	11,2	37,8	10,9	60,4	78,1	94,1
9	Акріс, 1,5 л/га + Кельвін Плюс, 0,3 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га	41,6	132,0	8,8	13,2	21,6	42,8	15,2	81,0	71,8	90,0

корослі бур'яни (мишій зелений). Цим, частково, можна пояснити досить велику залишкову кількість тонконогових видів, виживання яких при застосуванні виключно післясходових гербіцидів у середньому дорівнювало 26,3 %.

По деяких позиціях простежувалися закономірності, що характерні для всього періоду досліджень. Зокрема, серед ґрунтових гербіцидів кращі результати відносно контролювання розвитку бур'янів одержані при застосуванні препарату Акріс (3 л/га), до складу якого входить діюча речовина диметенамід-П. Розчинність її у 3–5 разів вища, ніж у ацетохлору та S-метолахлору, що робить диметенамід-П більш ефективним при знищенні проростків бур'янів.

Відмічено високу чутливість гербіцидів відносно фаз росту і розвитку тонконогових однорічних видів. Тобто рослини, які на час обприскування гербіцидами мали висоту понад 10 см, набували резистентності, тому вплив хімічних речовин істотно знижувався.

Так, опади упродовж літа провокували повторну забур'яненість посівів кукурудзи. Більшою мірою це стосувалося 2018 р., меншою – 2019 р. внаслідок тривалих бездошових періодів (наприклад, з 9 липня до 4 серпня). Як з'ясувалось, чисельність рослин

протягом другої половини вегетації найкраще контролюють системи захисту, що передбачають післясходове внесення бакових сумішей хімічних речовин, які поєднують вегетативну і ґрунтову стримуючу дію (варіант 7, 8). На цих ділянках до настання фази повної стиглості зерна з'явилося додатково, якщо порівнювати з попереднім обліком, у середньому 4,0–4,6 шт./м<sup>2</sup> бур'янів. Загальна маса їх (повітряно-сухий стан) корелювала з кількісними показниками на час збирання урожаю.

В умовах 2018 р. найвищу врожайність зерна кукурудзи (7,85 т/га) одержано при застосуванні в фазі 3–5 листків такої суміші препаратів, як Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. Означена комбінація виявилася найкращою з огляду прибутковості виробництва – рентабельність становила 213 % (табл. 3). Одержанню високих результативних показників сприяли відносно низькі дози їх внесення (зменшення загальної вартості штучних препаратів).

У 2019 р. кращі результати за урожайністю зерна кукурудзи одержані у разі поєднання в баковій суміші ґрунтових і страхових гербіцидів (варіант 3–6). Позитивна синергія різних за механізмом і тривалістю

### 3. Ефективність використання гербіцидів в посівах кукурудзи

№ п/п	Технологічна система захисту посівів	Урожайність зерна, т/га		Собівартість зерна, грн/т		Рівень рентабельності, %	
		2018 р.	2019 р.	2018 р.	2019 р.	2018 р.	2019 р.
<b>Контроль</b>							
1	Без видалення бур'янів	2,12	2,27	3056	3275	38	13
2	Міжрядний обробіток + дворазове ручне прополювання	7,96	7,14	1388	1778	203	108
<b>Досходові та післясходові гербіциди</b>							
3	Аватар, 2,5 л/га + Прима, 0,5 л/га	7,09	6,72	1387	1579	204	134
4	Дуал Голд, 1,5 л/га + Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га	7,48	6,81	1432	1710	194	116
5	Примекстра Голд, 3,5 л/га + Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га	7,21	6,77	1566	1777	169	108
6	Акріс, 3 л/га + Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га	7,66	6,98	1547	1792	172	106
<b>Післясходові гербіцидів</b>							
7	Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га	7,85	6,53	1345	1678	213	120
8	Стеллар, 0,8 л/га + Акріс, 1,5 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га	7,79	6,68	1359	1653	210	123
9	Акріс, 1,5 л/га + Кельвін Плюс, 0,3 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га	7,60	6,40	1417	1745	197	112
НІР <sub>0,5</sub>		0,30	0,27	–	–	–	–

впливу, а також за ступенем фітотоксичності діючих компонентів сприяла належному знищенню бур'янової рослинності та формуванню урожайності на рівні 6,72–6,98 т/га. За показниками собівартості основної продукції (1579 грн/т) і рентабельності виробництва (134 %) ефективною була наступна комбінація препаратів: Аватар, 2,5 л/га (до сівби) + Прима, 0,5 л/га (по сходах).

На природному фоні (без видалення бур'янів) урожайність зерна дорівнювала 2,12–2,27 т/га, рентабельність виробництва – 13–38 %. Тобто виключення заходів знищення бур'янів з технології є неприйнятним через ризики повторного обнасення бур'янових рослин і критичного підвищення потенційної засміченості ріллі, а також істотного зниження економічної ефективності вирощування кукурудзи.

### **Висновки**

Дослідженнями встановлена пряма залежність між фітосанітарним станом агроценозу і кількістю використаної продуктивної вологи рослинами кукурудзи з шару ґрунту 0–150 см в період сівби - збирання врожаю. Витрати її на абсолютно чистих посівах становили 156 мм, ділянках без видалення бур'янів – 203, при застосуванні гербіцидів – 168–171 мм. Повне або часткове контролювання забур'яненості посівів дає можливість заощадити 320–470 м<sup>3</sup>/га вологозапасів, що відповідає середній місячній кількості опадів, які випадали впродовж вегетаційного періоду кукурудзи в 2018–2019 рр.

Ефективність тестованих систем хімічного захисту посівів кукурудзи значною мірою визначалась гідротермічними умовами

впродовж квітня - травня. Висока температура повітря, відсутність агрономічнокорисних дощів і сухої призвели до пересихання верхнього шару ґрунту та зниження фітотоксичності досходових гербіцидів. У цьому випадку (2018 р.) найбільшу кількість бур'янів першої хвилі (89,1 %) було знищено завдяки використанню бакової суміші післясходових препаратів: Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. За сприятливої погоди для прояву токсичних властивостей ґрунтових гербіцидів (2019 р.) перевагу мали наступні поєднання хімічних препаратів для контролю шкідливих видів на перших етапах органогенезу кукурудзи: Дуал Голд, 1,5 л/га (до сівби), Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га (по сходах) та Акріс, 3 л/га (до сівби), Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га (по сходах) – технічна ефективність становила 98–100 %.

В умовах 2018 р. найвищу врожайність зерна кукурудзи (7,85 т/га) було одержано при застосуванні в фазі 3–5 листків у культури бакової суміші таких препаратів, як Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. Ця комбінація виявилась найкращою – рентабельність становила 213 %. У 2019 р. за рахунок поєднання ґрунтових і післясходових гербіцидів добилися помітного підвищення урожайності зерна кукурудзи. Зважаючи на вартість і норми витрати препаратів у розрахунку на 1 га, за показниками собівартості основної продукції (1579 грн/т) і рентабельності (134 %) ефективною була комбінація таких препаратів, як Аватар, 2,5 л/га (до сівби) + Прима, 0,5 л/га (по сходах).

### **Використана література**

1. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ: Світ, 2001. 235 с.
2. Циков В. С., Матюха Л. П., Ткаліч Ю. І. Захист зернових культур від бур'янів у Степу України. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2012. 207 с.
3. Шевченко М. С., Шевченко С. М., Деревенець-Шевченко К. А., Швець Н. В. Техногенний рівень землеробства і асоціативна мілнливність бур'янів в агроценозах. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 1. С. 83–92.
4. Шевченко М. С., Шевченко О. М. Технологічні засоби підвищення продуктивності с.-г. культур на основі регулювання забур'яненості. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. 2008. № 35. С. 63–69.
5. Методика проведення польових дослідів по визначенню забур'яненості та ефективності засобів її контролювання в агрофітоценозах / Є. М. Лебідь та ін.; Ін-т зерн. госп-ва УААН. 2008. 11 с.
6. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Є. М. Лебідь та ін.; Ін-т зерн. госп-ва УААН. 2008. 27 с.
7. Нормативно-методичний довідник по обґрунтуванню виробничих затрат в зерновому господарстві Степу України / А. В. Черенков та ін.; ДУ Інститут зернових культур НААН. Дніпро, 2017. 243 с.
8. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / за ред. О. М. Шпичака. Київ: ІАЕ, 2003. 484 с.
9. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, селекція. Дніпропетровськ: Изд-во Зоря, 2003. 296 с.

10. Іващенко О. О. Пріоритетні напрями досліджень з проблем сучасної гербології. *Особливості забур'я-*

*нення посівів і захист від бур'янів у сучасних умовах.* Київ: Світ, 2000. С. 3–7.

### References

1. Ivashchenko, O. O. (2001). *Buriany v ahrofitotsenozakh* [Weeds in agrophytocenoses]. Kyiv: Svit. 235 p. [in Ukrainian]
2. Tsykov, V. S., Matiukha, L. P., Tkalich, Yu. I. (2012). *Zakhyst zernovykh kultur vid burianiv u Stepu Ukrainy* [Protection of grain crops from weeds in the Steppe of Ukraine]. Dnipropetrovsk: Nova ideolohiia. 207 p. [in Ukrainian]
3. Shevchenko, M. S., Shevchenko, S. M., Derevenets-Shevchenko, K. A., Shvets, N. V. (2019). Man-made level of agriculture and associative variability of weeds in agrocenoses. *Zernovi kultury* [Grain Crops], 3, 1. 83–92. [in Ukrainian]
4. Shevchenko, M. S., Shevchenko, O. M. (2008). Technological means of increasing crop productivity on the basis of weed control. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of Grain Farming NAAS], 35, 63–69. [in Ukrainian]
5. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., Matiukha, L. P., Shevchenko, M. S. et al. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv po vyznachenniui zaburianenosti ta efektyvnosti zasobiv yikontroliuvannia v ahrofitotsenozakh* [Methods of field experiments to determine weed infestation and the effectiveness of its control in agrophytocenoses], 11 p. [in Ukrainian]
6. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., Pashchenko, Yu. M., Shevchenko, M. S. et al. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu* [Methods of conducting field experiments with corn]. 27 p. [in Ukrainian]
7. Cherenkov A. V. et al. (2017). *Normatyvno-metodychnyi dovidnyk po obgruntuvan-niu vyrobnychykh zatrat v zernovomu hospodarstvi Stepu Ukrainy* [Normative-methodical reference book on substantiation of production costs in the grain economy of the Steppe of Ukraine]. Dnipro: SI Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine. 243 p. [in Ukrainian]
8. *Formuvannia normatyvnykh vytrat i dokhodiv ta balansy silskohospodarskoi produktsii v Ukraini ta inshykh krainakh svitu* [Formation of regulatory costs and revenues and balances of agricultural products in Ukraine and other countries]. (2003). / O. M. Shpychaka (Ed.). Kyiv: IAE. 484 p. [in Ukrainian]
9. Tsykov, V. S. (2003). *Kukuruzna: tekhnolohiya, hybrydy, semena* [Corn: technology, hybrids, seeds]. Dnepropetrovsk: Zoria. 296 p. [in Ukrainian]
10. Ivashchenko, O. O. (2000). *Priorytetni napriamy doslidzhen z problem suchasnoi herbologii. Osoblyvosti zaburianennia posiviv i zakhyst vid burianiv u suc-hasnykh umovakh* [Priority areas of research on the problems of modern herbology. Features of crop weeding and protection against weeds in modern conditions.]. Kyiv: Svit. 3–7. [in Ukrainian]

УДК633.15 : 632. 954

**Судак В. Н., Горбатенко А. И., Матюха В. Л., Кулик А. А. Эффективность применения за гербицидов в технологии выращивания кукурузы.**

*Зерновые культуры. 2020. Т. 4. № 2. С. 363–371.*

*Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина*

На основании результатов исследований, проведенных на черноземных почвах Степи Украины, доказана прямая зависимость между фитосанитарным состоянием агроценоза и количеством использованной продуктивной влаги растениями кукурузы (слой почвы 0–15 см) в период посев - уборка урожая. Расходы влаги в абсолютно чистых от сорняков посевах составляли 156 мм, на участках без удаления сорняков – 203 и гербицидном агрофоне – 168–171 мм. Полный или частичный контроль засоренности посевов позволяет экономить 320–470 м<sup>3</sup>/га почвенных влагозапасов, что соответствует среднемесячному количеству осадков за вегетационный период кукурузы (2018–2019 гг.).

При неблагоприятных гидротермических условиях в апреле - мае 2018 г. наблюдали снижение эффективности почвенных гербицидов. В этом случае самое большое количество сорняков первой волны (89,1 %) было уничтожено за счет баковой смеси следующих страховых препаратов: Фронтьер Оптима, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. В 2019 г. лучшие результаты были получены в случае применения комбинированных технологических схем контроля сорняков: Дуал Голд, 1,5 л/га (до посева), Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га (по всходам) и Акрис, 3 л/га (до посева), Кельвин Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га (по всходам).

В 2018 г. самая высокая урожайность зерна кукурузы (7,85 т/га) была получена при использовании (фаза 3–5 листьев культуры) баковых смесей препаратов: Фронтьер Оптима, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. Эта комбинация оказалась самой лучшей, рентабельность составляла 213 %. В 2019 г. наблюдалось повышение урожайности при сочетании почвенных



и послевсходовых гербицидов. Учитывая стоимость и нормы расхода их на 1 га, лучшие результаты показала комбинация следующих препаратов: Аватар, 2,5 л/га (до посева) + Прима, 0,5 (по всходам) (себестоимость основной продукции – 1579 грн/т, рентабельность – 134 %).

**Ключевые слова:** сорняки, гербицидная система, техническая эффективность, урожайность, рентабельность производства.

UDC 633.15 : 632. 954

**Sudak V. M., Horbatenko A. I., Matiukha V. L., Kulyk A. O. The effectiveness of applying herbicides in-corn growing technology.**

*Grain Crops. 2020. 4 (2). 363–371.*

*State Institution Institute of Grain Crops of the NAAS, 14, Volodymyr Vernadsky Str., Dnipro, 49027, Ukraine.*

Studies conducted on the chernozems of the steppe zone of Ukraine have revealed a direct relationship between the phytosanitary condition of an agricultural ecosystem and the amount of productive moisture used by corn plants from the 0 to 150 cm soil layer during the period from sowing to harvest. In absolutely clean crops, corn plants used soil water to the 156 mm depth, while in the plots from which the weeds were not removed soil water was used to 203 mm and on the herbicide-treated soil to 168–171 mm depth. Full or partial control of weediness of crops makes it possible to save 320–470 m<sup>3</sup>/ha moisture reserves, which is equal to the average monthly precipitation that fell during the growing season (2018–2019).

Effectiveness of the tested crop chemical protection systems was to a large extent determined by the hydrothermal conditions in April - May. High air temperature, lack of agronomically useful rains and dry winds caused drying out of the upper soil layer and decreased phytotoxicity of pre-emergence herbicides. In this case (2018), the largest percentage of the first wave weeds (89.1 %) was destroyed by a tank mixture of crop protection agents contained in Frontier Optima (0.8 l/ha + Stellar (0.8 l/ha) + Metolat (0.8 l/ha). In favorable weather, to ensure manifestation of toxicological properties of soil herbicides (2019), the following combined technological schemes for harmful species control in the first stages of corn organogenesis had an advantage: Dual Gold (1.5 l/ha) (before sowing), Stellar (1.25 l/ha) + Metolat (1.25 l/ha) (after emergence of seedlings) and Acris (3 l/ha) (before sowing), Kelvin Plus (0.35 kg/ha) + Hasten (1 l/ha) (after emergence of seedlings). The technical efficiency of the herbicide application reached 98–100 %.

In 2018, the highest yield of corn grain (7.85 t/ha) in the protected plots was obtained after application (in the phase of development of 3–5 corn leaves) of the following tank mixture: Frontier Optima (0.8 l/ha) + Stellar (0.8 l/ha) + Metolat (0.8 l/ha). This combination turned out to be the most effective in terms of cost effectiveness of grain production, providing a profitability of 213 %. In 2019, we managed to increase the yields by combining soil and crop protection herbicides. Given the cost and consumption rate of the herbicides used per 1 ha, a combination of synthetic agrochemicals Avatar (2.5 l/ha) (before sowing) + Prima (0.5 l/ha) (after emergence of seedlings) was the best in terms of the main product cost (1579 UAH/t) and profitability (134 %).

**Key words:** weeds, herbicidal system, technical efficiency, productivity, profitability of production.