

ВПЛИВ ГЕРБІЦИДУ ГРАНСТАР ПРО 75, В.Г., в умовах *in vitro* на проростання насіння щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.)

Мета. Дослідити вплив гербіциду Гранстар Про 75, в.г. (трибенурон-метил, 750 г/кг) на насіння щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.) під час проростання та виявити гербіцидатні властивості, як можливий чинник, що розширяє особливості препарату для забезпечення цільового та раціонального застосування гербіцидів похідних сульфонілсечовини у посівах пшениці з максимальним збереженням врожаю і мінімальним навантаженням на навколишнє середовище. **Методи.** Лабораторний, візуальний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний. **Результати.** Встановлено, що після застосування гербіциду Гранстар Про 75, в.г. з нормами витрати 15 г/га, 20 і 25 г/га в умовах *in vitro* відбувалося стримування схожості насіння щириці звичайної. За даними досліджень, отриманими в умовах *in vitro* у чашках Петрі на фільтрувальному папері, в усіх повторностях третього і четвертого варіантів дослідів, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. з нормами витрати 20 і 25 г/га відповідно, рівень зниження схожості насіння щириці звичайної становив 100%. Зниження схожості насіння щириці звичайної на усіх повторностях варіанту дослідів у чашках Петрі на фільтрувальному папері, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. з нормою витрати 15 г/га, порівняно з контролем становило 83,8%. При цьому, через 30 днів після обробки в умовах *in vitro* на фільтрувальному папері та у ґрунті на варіантах дослідів, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. з нормами витрати 15 г/га, 20 і 25 г/га, проросле насіння було взагалі відсутнє, рівень зниження схожості становив 100%. Сумарний рівень зниження схожості на-

І.М. СТОРЧОУС,
кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна
e-mail: igor_storchous@ukr.net

сіння щириці звичайної у ґрунті був найвищим (76,8%) на четвертому варіанті дослідів, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. з нормою витрати 25 г/га. Проте, порівняно з сумарним показником рівня зниження схожості насіння третього варіанту дослідів у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 20 г/га, зазначений показник четвертого варіанту дослідів покращився на 4,4%. **Висновки.** У результаті застосування гербіциду Гранстар Про 75, в.г. з нормами витрати 15 г/га, 20 і 25 г/га, в умовах *in vitro* в чашках Петрі, як на фільтрувальному папері так і у ґрунті, встановлено зниження рівня схожості насіння щириці звичайної. Гербіцидатні властивості краще проявилися в дослідів, які виконували в умовах *in vitro* на фільтрувальному папері за рахунок безпосереднього контакту гербіциду з об'єктом досліджень, що забезпечило 100% контролю схожості насіння щириці звичайної на варіантах, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. з нормами витрати 20 і 25 г/га. Провідним фактом досліджень в умовах *in vitro* є встановлення чіткої тенденції зниження схожості насіння щириці звичайної у ґрунті, яка прослідковується на 10-й день після обробки гербіцидом. Опосередкований вплив препарату Гранстар Про 75, в.г. з нормами витрати 15 г/га, 20 і 25 г/га на проростання насіння, виявлений під

час досліджень, може вважатися таким, що розширює властивості препарату контролювати бур'яни у найбільш уразливий для них період — проростання насіння.

насіння бур'янів; гербіциди; життєздатність; рівень схожості, похідні сульфонілсечовини

На території України налічується понад 700 видів бур'янів, з них майже 100 видів значною мірою засмічують посіви сільськогосподарських культур. Сеgetальна рослинність знижує ефективність добрив, збільшує витрати енергетичних матеріалів і гербіцидів, внаслідок чого останніми роками загальні втрати в аграрному секторі України від них оцінювалися на суму 2,0—2,5 млрд гривень.

Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур завдає значних збитків сільськогосподарському виробництву як з точки зору недобору врожаю, так і з точки зору погіршення його якості, що спонукає сільськогосподарських виробників до збільшення кількості обробок гербіцидами упродовж вегетаційного сезону. Кількість обприскувань з допустимих одного чи двох разів може збільшуватися до трьох і більше разів за один сезон. Не завжди під час прийняття рішення щодо збільшення обробок враховується життєвий цикл розвитку бур'янів. Життєвий цикл розвитку різних видів бур'янів необхідно не просто враховувати, а знати й розуміти, тому що від нього залежить кількість обприскувань гербіцидами [1]. Відповідно додаткові обробки не завжди сприятимуть зменшенню забур'яненості й проблема залишатиметься актуальною.

Ґрунтові гербіциди проявля-

ють активність лише за наявності достатньої кількості вологи в ґрунті. На їхню дію впливає реакція ґрунтового розчину (рН ґрунту), механічний склад, вміст гумусу. Активність ґрунтових гербіцидів поступово знижується під дією мікроорганізмів ґрунту. Внесення ґрунтових гербіцидів не дає змоги враховувати особливості потенційного засмічення полів бур'янами [2].

Перевагою гербіцидів, що діють через листя, є те, що на період їх внесення можна візуально оцінити ситуацію на полі і за необхідності внести корективи з урахуванням видового складу забур'янення полів [2].

Разом з тим, обприскування — це складний процес, який вимагає чіткого дотримання регламентів застосування гербіцидів, а також дотримання вимог і правил приготування та застосування робочої рідини. Використання води з якісними параметрами для приготування робочої рідини — основна складова цього процесу. Вода становить 95% (або й більше) розчину, який розпилюється, тому погіршення ефективності пестицидів у більшості випадків напряму пов'язане з якістю води, рівень рН якої не відповідає необхідному, або вона жорстка й містить розчинні солі, органічні речовини, механічні домішки тощо. Для приготування робочого розчину необхідно використовувати тільки чисту воду з оптимальними фізико-хімічними властивостями, наприклад артезіанську. Вода, властивості якої не відповідають вимогам щодо використання її для приготування робочого розчину, буде знижувати технічну ефективність пестицидів та гербіцидів зокрема.

Важливим елементом процесу є дотримання технології обприскування. Порушення технології обприскування призводить до того, що майже 60% робочого розчину не потрапляє на цільовий об'єкт, а відтак знижується не тільки технічна ефективність гербіцидів, а й виникає, зокрема ймовірність впливу на фізіологічний стан насіння бур'янів, яке знаходиться у ґрунті.

Необхідно враховувати і те, що ефективність гербіцидів буде зменшуватися під впливом як природних так і біологічних факторів, зокрема в результаті стікання крапель з листя, змивання їх під час дощу, через поверхневе натягування крапель, випаровування робочого розчину за умов високої температури або низької вологості повітря, також дія гербіцидів слабшатиме через наявність кутикули на листках бур'янів.

Зменшення технічної ефективності гербіцидів у результаті основних причин, зазначених вище, призводитиме до продовження вегетації бур'янів у посівах сільськогосподарських культур та утворення ними повноцінного насіння, яке стане джерелом поповнення запасів «банку насіння» в ґрунті й у подальшому засмічуватиме посіви.

«Банк насіння» бур'янів вважається основним джерелом бур'янової інвазії [3]. Кількість і склад «банку насіння» бур'янів безпосередньо визначає рівень шкідливості сеgetальної рослинності та структуру бур'янових угруповань у наступні вегетаційні сезони і впливає на ефективність заходів контролю бур'янів [4].

«Банк насіння» в ґрунті є одним із етапів життєвого циклу рослини. «Банк насіння», як потенціал регенераційного відновлення, є основною складовою стійкості екосистеми [5]. Він може не лише відображати історію управління сільськогосподарськими угіддями, а й бути використаним для розроблення прогнозу майбутньої динаміки появи бур'янів порівняно з вегетуючими, він є більш наглядним показником для відображення біорізноманіття бур'янів [6—8].

Важливим фактором існування «банку насіння» в ґрунті є формування запасів насіння, яке відбувається внаслідок складної взаємодії внутрішньопопуляційних механізмів регуляції життєвості і чисельності особин у бур'яновому угрупованні, адаптаційних властивостей видів, визначених в насінневій продуктивності та пристосуванні насін-

ня до поширення і фізіологічних особливостей насіння, що визначають життєздатність і тривалість збереження ним схожості.

Насіння бур'янів у ґрунті розподілене нерівномірно, на різній глибині орного шару ґрунту. Відповідно застосування різних способів обробітку ґрунту сільськогосподарських угідь безпосередньо впливає на рівномірність розподілу і призводить до нагромадження насіння бур'янів у ґрунті на різній глибині [9]. Більшість насіння, яке формує «банк насіння» бур'янів у ґрунті, концентрується у верхньому шарі ґрунту [10], відповідно технологічні операції з обробітку верхнього шару ґрунту впливатимуть на їх життєздатність і глибину нагромадження в ґрунті [9]. На сільськогосподарських угіддях без обробітку ґрунту насіння бур'янів в основному концентрується на глибині 0—5 см, за умов здійснення ротаційного обробітку ґрунту — 5—10 см і за традиційного обробітку — 10—15 см [11]. У порівнянні зі звичайним обробітком ґрунту, нульовий обробіток призводив до подвійного збільшення кількості насіння в ґрунті на глибині 0—10 см і сприяв збільшенню бур'янового біорізноманіття [12]. Дослідженнями також встановлено, що традиційний обробіток ґрунту і внесення добрив покращували біорізноманіття та продуктивність бур'янових угруповань [13].

Застосування гербіцидів для контролю сеgetальної рослинності у посівах сільськогосподарських культур залишається основним заходом запобігання й усунення її шкідливості. Проте, застосування гербіцидів призвело до еволюції стійких до них бур'янів і засмічення насінням цих бур'янів ріллі та води, яка використовується для зрошення, що на сьогодні становить велику загрозу продовольчій та екологічній безпеці [14].

Встановлено, що стійкість розвивається за умов, коли гербіцид містить тільки одну активну речовину і його застосовують упродовж тривалого часу. Стійкість до гліфосату сформували, наприклад,

райграс однорічний (жорсткий) (*Lolium rigidum*), плоскуха великоплідна (*Echinochloa oryzoides*), пажитниця багатоквіткова (*Lolium multiflorum* Lam.), злинка ворсистої (*Conyza bonariensis*), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.). Насіння зазначених вище видів бур'янів, стійких до дії гербіцидів, після дозрівання стане джерелом поповнення запасів «банку насіння» в ґрунті й у подальшому засмічуватиме посіви.

Одним із шляхів поповнення запасу «банку насіння» в ґрунті є здатність окремих видів бур'янів, стійких до гербіцидів, уникати дії досходових гербіцидів, що дає їм можливість безперешкодно укорінюватися й вегетувати у посівах до утворення повноцінного насіння. Дослідженнями встановлено, що у насіння бур'янів, стійких до дії гербіцидів, збільшувався стан спокою і відповідно їх сходи з'являлися після того як досходові гербіциди втрачали свою активність. Застосування гліфосату для контролю злинок ворсистої під час пізнього утворення бутонів або під час цвітіння було неефективним, рослини бур'яну мали можливість утворити повноцінне насіння, період спокою якого у ґрунті ставав тривалішим [15].

До складу «банку насіння» в ґрунті належить насіння різного походження: автохтонне — потрапило у ґрунт з генеративних особин видів сучасного фітоценозу; реліктове — з генеративних особин фітоценозу, який існував раніше на даній території; занесене (інвазійне) — потрапило у ґрунт різними способами з інших фітоценозів (вітром, водою, тваринами).

Зменшення кількості насіння у «банку насіння» в ґрунті є визначальним показником контролю однорічних бур'янів і є основною складовою інтегрованого контролю бур'янів (Integrated weed management (IWM)). Інтеграція хімічних і нехімічних заходів контролю сеgetальної рослинності може мінімізувати накопичення неактивного насіння в ґрунті.

Нині все більше науковців схиляються до думки, що регулярне застосування хімічних препаратів призводить до знищення природних екосистем і до подальших спалахів хвороб та розмноження шкідників, 2—5% з яких не були знищені і в подальшому повністю відтворюють чисельність та шкідливість. Це негативно впливає на продовольчу безпеку. Оскільки хімічні пестициди токсичні для живих організмів і поширюються в навколишньому середовищі, їх слід використовувати тільки у крайньому випадку, якщо відсутні ефективні нехімічні альтернативні методи і якщо це економічно обґрунтовано. Інтенсивне зловживання особливо небезпечними хімічними речовинами створює небезпеку для здоров'я населення і майбутнього сільського господарства взагалі [16]. До складу гербіцидів входять надзвичайно сильні біологічно активні речовини, які мають різний період розпаду, що супроводжується «післядією гербіцидів» на довкілля та сільськогосподарській культурі сівозміни.

Інтегрований захист рослин — це не просто набір інструментів і комплексне застосування методів контролю шкідливих організмів. Він охоплює попередження, моніторинг, прогноз, ранню діагностику, які сприяють уповільненню розвитку популяцій шкідливих організмів. Одним із важливих аспектів цього захисту є прийняття обґрунтованих рішень про застосування заходів контролю як з економічної, так і з екологічної точки зору. Програми захисту рослин, які передбачають регулярне застосування хімічних препаратів, — неприємні в рамках інтегрованого захисту рослин. Необхідно віддавати перевагу тактикам попередження і альтернативним методам контролю. Відновлення інтегрованого захисту або ознак інтегрованості існуючих систем захисту від шкідливих організмів, зокрема бур'янів, набуває особливої актуальності в умовах потепління клімату [16].

В інтегрованому захисті рослин основна увага зосереджу-

ється на вирощуванні здорового врожаю за мінімально можливого порушення агроєкосистем і заохочується використання природних методів контролю шкідливих організмів [16].

Основною продовольчою культурою в Україні є пшениця. Для формування високих врожаїв культури необхідно створювати належні умови для її росту і розвитку, незважаючи на генетичний потенціал сучасних сортів пшениці. Реалізація цінних якостей сортів пшениці безумовно залежить від комплексу заходів, які повинні здійснюватися для оптимізації умов вирощування культури на всіх етапах організації. Контроль сеgetальної рослинності у посівах пшениці залишається головним заходом у цьому комплексі реалізації та збереження кількісних і якісних показників урожайності культури. Контроль бур'янів у найбільш уразливий для них період — проростання насіння, має важливе значення, тому що усуває конкуренцію з бур'янами з самого початку росту і розвитку рослин пшениці. Разом з тим, завдяки зниженню схожості насіння та пригніченню сходів під час проростання, бур'яни втрачуть можливість розвиватися, відповідно буде ліквідовано джерело поповнення кількості насіння в «банку насіння». Контроль бур'янів у найбільш уразливий для них період — проростання насіння — є тим заходом, який зменшує як актуальну так і потенційну забур'яненість посівів культури. Основною перевагою заходу знищення бур'янів у період проростання насіння є можливість знизити інтенсивність застосування особливо небезпечних хімічних речовин, які входять до складу гербіцидів, шляхом застосування більш безпечного препарату для довкілля («післядія» та інші побічні ефекти), що має забезпечувати збереження навколишнього середовища, безпеку для здоров'я населення і майбутнього сільського господарства [14, 17].

В основі науково-дослідної роботи є концепція цільового і раціонального застосування гер-

біцидів похідних сульфонілсечовини у найбільш уразливий для шкідливої рослинності період — проростання їх насіння — для контролю та знищення поширених і шкідливих бур'янів (лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна, амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), ваточник сирійський (*Asclepias syriaca* L.), злінка канадська (*Erigeron canadensis* L.)) задовго до того, як вони матимуть можливість утворити повноцінні сходи і створювати конкуренцію рослинам пшениці. Науково-дослідну роботу виконували з метою дослідження впливу гербіцидів похідних сульфонілсечовини на рівень схожості та пригнічення сходів бур'янів під час проростання. Результати досліджень мають стати складовою прийняття обґрунтованих рішень щодо застосування гербіцидів похідних сульфонілсечовини для контролю бур'янів у посівах пшениці, з урахуванням дієвості агротехнічних заходів і ймовірності впливу таких гербіцидів на проростання насіння бур'янів внаслідок прояву гербіцидних властивостей. Водночас дослідження наявності гербіцидних властивостей у гербіцидів похідних сульфонілсечовини у подальшому дасть можливість визначити, яку функцію вони виконують у комплексі заходів щодо зниження потенційної й актуальної забур'яненості полів і відповідно щодо зменшення спроможності бур'янів поповнювати дозрілим насінням «банк насіння» в ґрунті. Разом з тим, дослідження наявності гербіцидних властивостей у гербіцидів похідних сульфонілсечовини спрямоване на турботу про довкілля, зокрема, недопущення застосування гербіцидів, які проявляють «післядію». Досягнення такого результату передбачалося лабораторними дослідженнями з виявлення гербіцидних властивостей щодо проростання насіння щириці звичайної у препарату Гранстар Про 75, в.г. (трибенурон-метил, 750 г/кг) з нормою витрати:

- 15 г/га + ПАР Тренд 90 — 0,1—0,15%, який зареєст-

рований для контролю однорічних і багаторічних дводольних, у тому числі стійких до 2,4-Д бур'янів, у посівах пшениці ярої та ячменю ярого;

- 20—25 г/га + ПАР Тренд 90 — 0,1—0,15%, який зареєстрований для контролю однорічних і багаторічних дводольних, у тому числі стійких до 2,4-Д бур'янів, у посівах пшениці озимої та ячменю озимого [18].

ПАР Тренд 90 створює кращі умови для застосування гербіцидів та підсилює їх активність, водний розчин якого містить 90% етоксилату ізодецилового спирту (альфа-ізодецил-омега-гідроксіполі (оксіетилен)).

Мета. Дослідити вплив гербіциду Гранстар Про 75, в.г. на насіння щириці звичайної під час його проростання та виявити його гербіцидні властивості, як можливого чинника, що розширяє особливості препарату, для забезпечення цільового та раціонального застосування гербіцидів похідних сульфонілсечовини у посівах пшениці з максимальним збереженням врожаю і мінімальним навантаженням на навколишнє середовище.

Матеріали і методи. Щириця звичайна поширена повсюдно. Бур'ян має пряме, розгалужене, опушене, стебло заввишки 20—150 см. Листки яйцеподібно-ромбічні або видовжено-ромбічні, чергові, на черешках. Суцвіття — квітки зібрані в густу коротку волотеподібну китицю зеленого кольору, приквітки з довгим кінцевим вістрям, довші за оцвітину. Корінь — стрижневий, проникає у ґрунт на глибину 135—235 см, а в ширину розгалужується на 75—130 см. Насіння у вигляді плоду, який має сочевицеподібну сім'янку, блискучого, чорного кольору. Розміри у діаметрі становлять 1,0—1,25 мм, товщина — 0,5—0,75 мм. Маса 1000 насінин 0,3—0,4 г. Щириця цвіте в червні — липні. Плодоносить — у липні — жовтні, насіння зберігає життєздатність у ґрунті до 40 років. Сходить бур'ян у рік досягання, має низьку схо-

жість у зв'язку з наявністю періоду спокою, який триває 6—8 місяців. Глибина проростання насіння краща з поверхневих шарів ґрунту (до 3,0 см). Максимальна плодючість становить до 1 млн 70 тис. насінин. Кращими екологічними умовами є температура проростання — мінімальна +6,0 — +8,0, оптимальна +26,0 — +36,0°C. Гіпокотиль має брудно-малинове забарвлення. Щириця звичайна росте на полях, у садах і городах, особливо чисельність її збільшується у вологих місцях [19].

В якості гербіциду похідного сульфонілсечовини використали препарат Гранстар Про 75, в.г. (трибенурон-метил, 750 г/кг) з нормами витрати 15 г/га, 20 і 25 г/га. Оцінку впливу гербіциду Гранстар Про 75, в.г., на насіння щириці звичайної під час його проростання здійснювали у 2021 р. в лабораторних умовах, експрес-методом шляхом проведення послідовних обліків.

Схема досліджень з оцінки впливу гербіциду Гранстар Про 75, в.г., похідного сульфонілсечовини, на проростання насіння передбачала використання зволоженого фільтрувального паперу, а також ґрунту в якості поживного середовища для насіння бур'яну [20].

Дослід у ґрунті здійснювали за оптимальної для мікробіологічних процесів вологості ґрунту, яка становила 60% повної вологості відповідно до методичних рекомендацій [21, 22].

Насіння щириці звичайної, відібране для досліджень, пророщували за двома різними методами, а саме шляхом висівання у чашках Петрі на фільтрувальному папері та у ґрунт. Дослідження здійснювали у чотириразовій повторності. У кожній повторності, рівномірно розподіляючи по всій площі, було висіяно по 100 насінин щириці звичайної. Насіння на повторностях контрольованого варіанту обприскували дистильованою водою. Враховували також процеси, які відбувалися з насінням на початкових фазах розвитку.

Кількість пророслого насіння

шириці звичайної почали підраховувати на 5-ту добу після закладання його на пророщування. Впродовж 15 діб підрахунок повторювали через кожних 5 діб. Останній підрахунок здійснили на 30-ту добу, через 15 діб після попереднього підрахунку. Під час кожного підрахунку видаляли усе проросле насіння. Під час останнього підрахунку, на 30-ту добу, підсумували кількість пророслого насіння і визначили остаточну їх кількість з активною життєздатністю.

Під час досліджень застосовували методи: лабораторний — для визначення проростання та кількості сходів бур'яну, динаміки появи сходів, виявлення гербіцидних властивостей гербіциду Гранстар Про 75, в.г. на проростання насіння бур'яну; візуальний — для здійснення фенологічних спостережень; розрахунково-порівняльний — для оцінки рівня впливу на проростання насіння шириці звичайної; математично-статистичний — для статистичної оцінки результатів.

Результати та обговорення.

Враховуючи шкідливість шириці звичайної, високу репродуктивну здатність, невибагливість до екологічних і ґрунтово-кліматичних умов, що сприяє її поширенню та відповідно веде до поповнення «банку насіння» в ґрунті дозрілим насінням, дослідження впливу гербіциду Гранстар Про 75, в.г. на насіння цього бур'яну мають надзвичайну актуальність.

Застосування гербіцидів залишається впродовж тривалого періоду основним способом контролю сеgetальної рослинності, що створює ризики негативного впливу на довкілля, а інтенсивність їх застосування у сільському господарстві наростає з кожним роком. Тому виявлення у гербіцидів додаткових характеристик, які покращують їх механізм дії, а відповідно зменшують шкідливість сеgetальної рослинності у посівах пшениці вкрай важливо.

Результати досліджень впливу препарату Гранстар Про 75, в.г., на насіння шириці звичайної під час його проростання в умовах

in vitro, у чашках Петрі на фільтрувальному папері.

За результатами підрахунку визначено, що у чашках Петрі на фільтрувальному папері у загальному підсумку сумарно, на усіх чотирьох повторностях контрольного варіанту впродовж 30-ти діб сходи появилися у 222 насінин шириці звичайної.

На другому варіанті, у чашках Петрі на фільтрувальному папері, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г., із нормою витрати 15 г/га, за результатами аналізу узагальнених даних чотирьох повторностей встановлено, що порівняно з аналогічними узагальненими даними контрольного варіанту, майже у 84% насінин шириці звичайної схожість насіння була відсутня. Стимування здатності насіння до проростання фіксували уже на 10-ту добу під час підрахунку кількості пророслого насіння. У підсумку на чотирьох повторностях на

10-ту добу проросло лише 4 насінини. Порівняно з даними, отриманими на 5-ту добу, кількість пророслого насіння на 10-ту добу зменшилася у 8 разів. На 15- і 30-ту добу обліків у чашках Петрі на фільтрувальному папері, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. із нормою витрати 15 г/га, насіння шириці звичайної взагалі не зійшло.

За результатами обліків щодо кількості пророслого насіння, які здійснювали через 5, 10, 15 і 30 діб після обробки, у чашках Петрі на фільтрувальному папері встановили, що рівень зниження схожості насіння становив 100% на усіх повторностях третього і четвертого варіантів досліду, де застосовували препарат Гранстар Про 75, в.г. із нормами витрати 20 і 25 г/га відповідно. Насіння шириці звичайної не проявило активної життєздатності, зародкові корені і паростки у них не утворювалися (табл. 1).

1. Вплив гербіциду Гранстар Про 75, в.г. на проростання насіння шириці звичайної (Amaranthus retroflexus L.) in vitro, у чашках Петрі, на фільтрувальному папері (лабораторія гербології Інституту захисту рослин НААН, 2021 р.)

Варіант	Кількість висіяних насінин, шт.	Повторність	Кількість пророслого насіння (шт.) через:				Всього пророслого насіння, шт.	Рівень зниження схожості насіння, %
			5 діб після обробки	10 діб після обробки	15 діб після обробки	30 діб після обробки		
Контроль	100	1	32,0	8,00	5,00	4,00	49,0	—
	100	2	35,0	9,00	5,00	5,00	54,0	—
	100	3	41,0	11,00	4,00	3,00	59,0	—
	100	4	33,0	12,00	8,00	7,00	60,0	—
Всього	400		141,0	40,0	22,0	19,0	222,0	—
Гранстар Про 75, в. г., 15 г/га + ПАР Тренд 90	100	1	10,0	1,0	0,0	0,0	11,0	77,6
	100	2	11,0	2,0	0,0	0,0	13,0	75,9
	100	3	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0	91,5
	100	4	6,0	1,0	0,0	0,0	7,0	88,3
Всього	400		32,0	4,0	0,0	0,0	36,0	83,8
Гранстар Про 75, в. г., 20 г/га + ПАР Тренд 90	100	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	100	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	100	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	100	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Всього	400		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Гранстар Про 75, в. г., 25 г/га + ПАР Тренд 90	100	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	100	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	100	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	100	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Всього	400		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
НІР₀₅		x	6,1	2,4	2,1	2,1	x	x

Результати досліджень впливу препарату Гранстар Про 75, в.г., на насіння шириці звичайної під час його проростання в умовах *in vitro*, у чашках Петрі у ґрунті.

За даними, отриманими під час обліків, встановили, що у ґрунті у загальному підсумку сумарно, на усіх чотирьох повторностях контрольного варіанту впродовж 30-ти діб сходи появилися у 272 насінин шириці звичайної.

На другому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 15 г/га, відповідно до узагальнених даних обліків за весь період досліджень встановили, що схожість насіння порівняно з узагальненими даними обліків за аналогічний період, визначених на усіх повторностях контрольного варіанту, була у середньому на рівні 62,1%. За результатами підрахунку, загальна кількість пророслого насіння на усіх повторностях другого варіанту послідовно зменшувалася, починаючи з 10-ї доби обліку, де відзначалося її зменшення майже у 4,3 раза порівняно з аналогічними даними, зафіксованими на 5-ту добу після обробки. На 30-ту добу після обробки, згідно з даними обліків, отриманими на усіх повторностях другого варіанту досліду, фіксували відсутність пророслого насіння шириці звичайної, активна життєздатність насіння бур'яну не спостерігалася, зародкові корені і паростки не утворювалися. Відповідно на 30-ту добу після обробки зниження схожості насіння шириці звичайної становило 100%, насіння не зійшло.

Опрацюючи узагальнені дані чотирьох повторностей третього варіанту, у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. із нормою витрати 20 г/га, встановили, що порівняно з узагальненими даними контрольного варіанту, у середньому у 72,4% насінин шириці звичайної схожість насіння була відсутня. На 5-ту добу після обробки сумарно на чотирьох повторностях цього варіанту проросло 43 насінини, на 10-ту — 25,

на 15-ту — 7 і на 30-ту — 0 насінин. Відповідно рівень схожості насіння шириці звичайної помітно знижувався, починаючи з 15-ї доби після обробки. Загальна кількість пророслого насіння на 10-ту добу після обробки порівняно з загальною кількістю на 5-ту добу після обробки зменшилася в 1,7 раза. При цьому, порівняно з показником рівня зниження схожості насіння, зафіксованим на другому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 15 г/га, показник рівня зниження схожості насіння, встановлений на третьому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 20 г/га, був вищим на 10,3% (табл. 2).

Аналізуючи узагальнені дані з чотирьох повторностей четвертого варіанту, у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. із нормою

витрати 25 г/га, встановили, що порівняно з узагальненими даними контрольного варіанту, майже у 77% насінин шириці звичайної схожість насіння була відсутня. На 5-ту добу після обробки у загальній кількості на чотирьох повторностях цього варіанту проросло 34 насінини, на 10-ту — 21, на 15-ту — 8 і на 30-ту — 0 насінин. Порівняно з показником рівня зниження схожості насіння, зафіксованим на другому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 15 г/га, показник рівня зниження схожості насіння, встановлений на четвертому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 25 г/га, був більшим на 14,7%. Порівняно з показником рівня зниження схожості насіння на третьому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати

2. Вплив гербіциду Гранстар Про 75, в.г. на проростання насіння шириці звичайної (*Amaranthus retroflexus L.*) *in vitro*, у чашках Петрі, у ґрунті (лабораторія гербології Інститут захисту рослин НААН, 2021 р.)

Варіант	Кількість висіяних насінин, шт.	Повторність	Кількість пророслого насіння (шт.) через:				Всього пророслого насіння, шт.	Рівень зниження схожості насіння, %
			5 діб після обробки	10 діб після обробки	15 діб після обробки	30 діб після обробки		
Контроль	100	1	43,0	9,0	7,0	6,0	65,0	—
	100	2	44,0	12,0	9,0	6,0	71,0	—
	100	3	47,0	13,0	8,0	4,0	72,0	—
	100	4	42,0	10,0	7,0	5,0	64,0	—
Всього	400	x	176,0	44,0	31,0	21,0	272,0	—
Гранстар Про 75, в.г., 15 г/га + ПАР Тренд 90	100	1	17,0	5,0	2,0	0,0	24,0	63,1
	100	2	19,0	5,0	3,0	0,0	27,0	61,9
	100	3	20,0	3,0	5,0	0,0	28,0	61,1
	100	4	17,0	4,0	3,0	0,0	24,0	62,5
Всього	400	x	73,0	17,0	13,0	0,0	103,0	62,1
Гранстар Про 75, в.г., 20 г/га + ПАР Тренд 90	100	1	10,0	5,0	2,0	0,0	17,0	73,8
	100	2	11,0	8,0	1,0	0,0	20,0	71,8
	100	3	8,0	7,0	2,0	0,0	17,0	76,4
	100	4	14,0	5,0	2,0	0,0	21,0	67,2
Всього	400	x	43,0	25,0	7,0	0,0	75,0	72,4
Гранстар Про 75, в.г., 25 г/га + ПАР Тренд 90	100	1	10,0	7,0	1,0	0,0	18,0	72,3
	100	2	8,0	6,0	3,0	0,0	17,0	76,1
	100	3	7,0	3,0	2,0	0,0	12,0	83,3
	100	4	9,0	5,0	2,0	0,0	16,0	75,5
Всього	400	x	34,0	21,0	8,0	0,0	63,0	76,8
НІР05		x	3,0	2,3	1,4	0,7	x	x

20 г/га, показник рівня зниження схожості насіння на четвертому варіанті досліду у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 25 г/га, був більшим на 4,4%.

Слід зазначити, що на 30-ту добу після обробки на усіх повторностях другого — четвертого дослідів у чашках Петрі у ґрунті, де застосовували гербіцид із нормами витрати 15 г/га, 20 і 25 г/га відповідно, рівень зниження схожості насіння становив 100%, насіння не зійшло.

Незважаючи на те, що найвищим був показник рівня зниження схожості насіння на варіанті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 25 г/га (76,8%), на варіанті, де застосовували гербіцид із нормою витрати 15 г/га, зафіксовано зниження схожості насіння 62,1%, сходи насіння бур'яну також були відсутні на 30-ту добу обліків.

Важливо зазначити, що під час підрахунку та видалення пророслого насіння візуалізувалася деформація та зміна кольору більшої частини коренів та паростків, що утворилися. За попередньою оцінкою такі деструктивні зміни також могли у подальшому стримувати здатність рослин бур'яну повноцінно рости і розвиватися.

ВИСНОВКИ

У результаті застосування гербіциду Гранстар Про 75, в.г., із розрахунку 15 г/га для обприскування насіння шириці звичайної на фільтрувальному папері у чашках Петрі, на 15- і 30-ту добу обліків зафіксовано 100% відсутність схожості насіння шириці звичайної. Порівняно з контролем зниження схожості насіння у досліді, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. із розрахунку 15 г/га, в середньому було на рівні 62,1%.

Обліками кількості пророслого насіння, які здійснювали через 5, 10, 15 і 30 діб після обробки у чашках Петрі на фільтрувальному папері, встановили, що зниження схожості насіння становило 100% на усіх повторностях третього і четвертого варіантів досліду, де застосовували препарат Гранстар Про 75, в.г. із розрахунку 20 і 25 г/га відповідно. Насіння шириці звичайної не проявило активної життєздатності, зародкові корені і паростки у них не утворювалися.

Внаслідок застосування гербіциду Гранстар Про 75, в.г. із розрахунку 15 г/га, 20 і 25 г/га відповідно на усіх повторностях другого — четвертого дослідів у чашках Петрі у ґрунті рівень зниження схожості насіння становив

100%. У середньому, порівняно з контролем, найвищим був показник рівня зниження схожості насіння на варіанті, де застосовували гербіцид Гранстар Про 75, в.г. із розрахунку 25 г/га — 76,8%.

Під час підрахунку і видалення пророслого насіння візуалізувалася деформація та зміна кольору більшої частини коренів та паростків, що утворилися. За попередньою оцінкою такі деструктивні зміни також могли у подальшому стримувати здатність рослин бур'яну повноцінно рости і розвиватися.

Аналізуючи дані, отримані у ході досліджень в умовах *in vitro*, встановили тенденцію зниження схожості насіння шириці звичайної у ґрунті, тому можна зробити припущення щодо опосередкованого впливу препарату Гранстар Про 75, в.г., з нормами витрати із розрахунку 15 г/га, 20 і 25 г/га, на зменшення проростання насіння.

Фінансування: Дослідження впливу гербіциду Гранстар Про 75, в.г. в умовах *in vitro* на насіння шириці звичайної під час його проростання здійснювали у рамках науково-дослідної роботи 24.03.01.04. П. ДР 0121 U000 119 «Дослідження в умовах *in vitro* та *in vivo* властивостей гербіцидів похідних сульфонілсечовини на





проростання насіння лободи білої, шириці звичайної, амброзії полинолистої, злинки канадської та ваточника сирійського», ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»), та були одним із основних початкових етапів цієї роботи. Дослідження здійснювали у 2021 р. в лабораторних умовах лабораторії гербології Інституту захисту рослин НААН.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Brainard D.C., Mirsky S. Towards a no-till no-spray future? Introduction to a symposium on nonchemical weed management for reduced-tillage cropping systems. *Weed Tech.* 2013. 27 (1), 190-192. DOI: 10.1614/WT-D-12-10001.1
- Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильєв В.П. та ін. Довідник із захисту рослин; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999, 744 с.
- Chauhan B.S., Johnson D.E. The role of seed ecology in improving weed management strategies in the tropics. *Adv Agron.* 2010.105 (1): 221-262. DOI: 10.1016/S0065-2113(10)05006-6
- Taylor K.L., Hartzler R.G. Effect of seed bank augmentation on herbicide efficacy. *Weed Technol.* 2000. 14 (2):261-267. DOI: 10.1614/0890-037X(2000)014[0261:EOSB AO]2.0.CO;2
- González-Alday J., Marrs R.H., Martínez-Ruiza C. Soil seed bank formation during early revegetation after hydroseeding in reclaimed coal wastes. *Ecol. Eng.* 2009. 35(7) 1062-1069. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2009.03.007
- Jones N.E., Maulden K.A. Soil seed bank diversity under integrated and conventional farming systems. *Brighton conference-Weeds.* 1999. 261—266.
- Forcella F. Prediction of weed seedling densities from buried seed reserves. *Weed Research.* 1992. 32(1) 29-38. DOI:10.1111/J.1365-3180.1992.TB01859.X
- Radosevich S., Holt J., Ghersa C. Weed ecology: implications for management. *Weed Ecology Implications for Management.* 1997.
- Carter M.R., Ivany J.A. Weed seed bank composition under three long-term tillage regimes on a fine sandy loam in Atlantic Canada. *Soil Tillage Res.* 2006. 90 (1-2): 29-38. DOI: 10.1016/j.still.2005.08.002
- Khan A.M., Hussain Z., Khan I. et al. Studies on weed seed bank of new developmental farm, Kpk Agricultural University Peshawar, Pakistan. *Pakistan Journal of Weed Science. Research.* 2012. 18 (2):183—189.
- Wang W., Xie X.L., Xie Y.H. et al. Progress in the researches of seed bank in rice paddy fields. *Ecol. Environ. Sci.* 2010. 19 (11): 2758—2763.
- Nakamoto T., Yamagishi J., Miura F. Effect of reduced tillage on weeds and soil organisms in winter wheat and summer maize cropping on Humic Andosols in Central Japan. *Soil & Tillage Res.* 2006. 85 (1-2): 94-106. DOI: 10.1016/j.still.2004.12.004
- Wang N.W., Ge X.L., Li S.D. Impact of tillage and nutrient management on the spring weed community in a winter wheat-summer maize rotation farmland. *Chinese J. Appl. Ecol.* 2017. 28 (3):871 Н- 876.
- Hicks H.L., Comont D., Coutts S.R., Laura Crook L., Hull R., Norris K., Neve P., Childs D.Z., Freckleton R.P. The factors driving evolved herbicide resistance at a national scale. 2018. *Nat Ecol Evol* 2:529-536. DOI: 10.1038/s41559-018-0470-1
- Somerville G.J., Powles S.B., Walsh M.J., Renton M. Modeling the Impact of Harvest Weed Seed Control on Herbicide-Resistance Evolution. 2018. *Weed Science Society of America*, p. 395—403. DOI: 10.1017/wsc.2018.9
- Integrated pest management of major pests and diseases in eastern Europe and the Caucasus. Food and Agriculture Organization of the United Nations Budapest, 2017. 110 p.
- Maclaren C., Storkey J., Menegat A., Metcalfe H., Dehnen-Schmutz K. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. 2020. *A review. Agron Sustain Dev* 40 (4). DOI: 10.1007/s13593-020-00631-6
- Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні*. 2018. Київ: Юніверс медіа. 1039 с.
- Васильєв В.П., Лісовий М.П., Веселовський І.В. та ін. Довідник по захисту польових культур; за ред. В.П. Васильєва, М.П. Лісового. 2-ге вид., перероб. і допов. Київ: Урожай, 1993. 224 с.
- ISO 11269-1:2012 Soil quality — Determination of the effects of pollutants on soil flora — Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth. Technical Committee: ISO/TC 190/SC 4 Biological characterization, 16 p.
- Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
- Методиكي випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

Storchous I., ORCID: 0000-0002-4370-9381
Institute of Plant Protection of NAAS,
Vasylkivska st., 33, Kyiv, Ukraine, 03022,
e-mail: igor_storchous@ukr.net

Influence of herbicide Granstar Pro 75, w.g., in vitro conditions on the seed growth of *Amaranthus retroflexus* L.

Goal. Investigate the herbistatic properties of the herbicide Granstar Pro 75, w.g., regarding its effect on the germination of *Amaranthus retroflexus* L. seeds, to ensure targeted and rational use in wheat crops, with maximum preservation of the crop and minimal environmental impact. **Methods.** Laboratory, visual, computational and comparative, mathematical and statistical. **Results.** It was established that after using the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with consumption rates of 15.0 g/ha, 20.0 g/ha and 25.0 g/ha in in vitro conditions

there was inhibition of the germination of the seeds of common sedum. According to research data obtained under in vitro conditions in Petri dishes on filter paper, in all repetitions of the third and fourth versions of the experiment, where the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with consumption rates of 20.0 g/ha and 25.0 g/ha, respectively, the level of reduction in the germination of seeds of common sedum was 100.0%. The level of reduction of the germination of the seeds of common styrica in all repetitions of the experiment variant in Petri dishes on filter paper, where the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with a consumption rate of 15.0 g/ha, compared to the control was 83.8%. At the same time, 30 days after treatment in vitro on filter paper and in the soil in the variants of experiments where the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with consumption rates of 15.0 g/ha, 20.0 g/ha, and 25.0 g/ha, there were no germinated seeds at all, the level of reduction in germination was 100.0%. The total level of reduction of the germination of the seeds of common sedum in the soil was the highest in the fourth variant of the experiment, where the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with a consumption rate of 25.0 g/ha — 76.8%. However, compared to the total indicator of the decrease in germination of seeds of the third variant of the experiment in the soil where the herbicide was applied with a consumption rate of 20.0 g/ha, the specified indicator of the fourth variant of the experiment improved by 4.4%. **Conclusions.** According to the data of the research, it was found that the level of germination of the seeds of the common milkweed was reduced due to the use of the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with consumption rates of 15.0 g/ha, 20.0 g/ha and 25.0 g/ha, in vitro conditions in Petri dishes both on filter paper and in soil. At the same time, herbicidal properties were better manifested in the experiments that were performed in vitro on filter paper due to direct contact of the herbicide with the object of research, which ensured 100.0% control of the germination of the seeds of common sedum in the variants where the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with consumption rates of 20.0 g/ha and 25.0 g/ha. The leading fact of the in vitro research is the establishment of a clear tendency to decrease the germination of the seeds of common sedum in the soil, which is observed on the 10th day after treatment with the herbicide, which gives grounds to record the indirect effect of the herbicide Granstar Pro 75, w.g., with consumption rates of 15.0 g/ha, 20.0 g/ha and 25.0 g/ha, for seed germination. Accordingly, compliance with the regulations for the use of this drug, as well as other requirements for the introduction of herbicides, taking into account the presence of herbicidal properties, can help reduce the chemical load on the environment.

weed seeds; herbicides; viability; similarity level; sulfonylurea derivatives

Надійшла до редакції: 21.06.2022.

Прийнята до друку: 27.09.2022.

Надруковано й онлайн опубліковано: грудень 2022.

* Відповідно до статті 4 Закону України «Про пестициди і агрохімікати»: «Використання залишків пестицидів і агрохімікатів, термін реєстрації яких закінчився, проводиться протягом двох років».

У Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (<https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html>), зареєстровано ряд гербіцидів з різними торговими назвами препаратів, але з вмістом діючої речовини трибенурон-метил, 750 г/кг.