

# ВПЛИВ РІЗНИХ НОРМ ВИТРАТИ

## гербициду Хармоні 75, ВГ на рівень стресу у рослин сої

**Мета.** Встановити оптимально високу ефективність контролювання сходів бур'янів у посівах сої за дворазового внесення гербициду Хармоні 75, ВГ для послаблення стресу у рослин культури. **Методи.** Польовий, лабораторний, кількісно-ваговий, візуальний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний. **Результати.** Встановлено, що одноразове обприскування посівів гербицидом Хармоні 75, ВГ з максимальною нормою витрати з рекомендованої (8,0 г/га) може бути одним із факторів, що індукував стрес у рослин сої, затримуючи інтенсивність фотосинтезу і частково гальмуючи інші фізіологічні процеси (вміст хлорофілів а та б через 5 діб після обприскування знизився (0,8 г/дм<sup>2</sup>) порівняно з даними, одержаними до обприскування (0,9 г/дм<sup>2</sup>)). Дослідженнями встановлено, що дворазове обприскування посівів гербицидом Хармоні 75, ВГ нормою 5,0 г/га, перше — під час фази першого трійчастого листка у рослин сої, друге — на 4-ту добу після першого, з дотриманням часового інтервалу, забезпечувало контроль сходів бур'янів і стримало формування вегетативної маси, середній показник якої був значно меншим порівняно з середнім показником, встановленим на ділянках контрольного варіанту досліду, і становив 15,7% від нього. За результатами досліджень найбільшим за значенням до середнього показника урожайності насіння сої, який одержали на контрольних ділянках посівів, де здійснювали 4 послідовних ручних прополовань посівів впродовж вегетації і повністю знищували сегетальну рослинність, був середній показник урожайності насіння (3,31 т/га або 91,2%), зафіксований на ділянках посівів культури з дворазовою обробкою Хармоні 75, ВГ з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90

**<sup>1</sup>І.М. СТОРЧОУС,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**<sup>2</sup>О.О. ІВАЩЕНКО,**  
доктор сільськогосподарських наук  
<sup>1</sup>Інститут захисту рослин НААН,  
вул. Васильківська, 33, м. Київ,  
03022, Україна,  
e-mail: <sup>1</sup>igor\_storchous@ukr.net,  
<sup>2</sup>herbology@ukr.net

(перша обробка під час фази першого трійчастого листка у рослин сої, друга обробка на 4-ту добу після першої). **Висновки.** Дворазове обприскування гербицидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90 (перший раз — під час фази першого трійчастого листка у рослин сої та другий раз — на 4-ту добу після першого) дає змогу контролювати сходи бур'янів, стримувати формування вегетативної маси, зумовлює послаблений стрес у рослин культури порівняно з разовим внесенням рекомендованої норми, та забезпечує вищу врожайність зерна сої.

**рослини сої; сегетальна рослинність; гербициди; норма витрати; стрес**

У процесі онтогенезу всі рослини зазнають стресів внаслідок впливу різних факторів та різних рівнів інтенсивності. При цьому стреси незначного рівня інтенсивності можуть стимулювати адаптаційні процеси рослин до конкретних умов середовища і сприяти їх більш високій біологічній продуктивності (позитивний, стимуляційний стрес). Стреси високого рівня навпаки здатні пригнічувати розвиток рослин і можуть бути навіть причиною їх загибелі (патологічний). Межа між такими стресами часто буває розпливчастою та залежить

від рівня впливу і початкової стійкості організму рослин.

Необхідно зазначити, що до факторів, які викликають стрес у рослин, належать температура (висока, низька, охолодження, заморожування, перегрів), гідратація (посуха, затоплення), світло (висока інтенсивність, низька інтенсивність), радіація (ультрафіолет,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - та X- випромінювання), магнітне поле (гравітація), наявність солей, важких металів, кислотність середовища, вплив газоподібних токсикантів, пестицидів, збудників хвороб, пошкодження шкідниками, а також механічні пошкодження тощо.

Стресові реакції, які виникають у рослин на дію різних стресорів абіотичної і біотичної природи проявляються у вигляді:

- збільшення вмісту в клітинах активних форм кисню, у т.ч. радикальних форм, посилення пероксидного окиснення ліпідів («окиснювальний стрес», причиною може бути посуха і засолення, низькі і високі температури, дія важких металів, гербицидів, УФ радіації, забруднення повітря, гіпоксії. Значне посилення генерації активних форм кисню викликають біотичні стресори — ураження рослин бактеріями, грибами, мікоплазмами);
- підвищення вмісту іонів кальцію в цитозолі з наступною активацією кальцієвих АТФаз (кальцієвий «спалах» запускає глибокі метаболічні зміни в клітині);
- підкислення цитозолу з подальшою активацією протонних pomp, що повертає рН до вихідного значення;
- виходу з клітин іонів калію (стресова реакція — підви-

- шення проникності мембран);
- падіння мембранного потенціалу (на плазмалемі);
- посилення катаболізму біополімерів і ліпідів;
- нагромадження поліфункціональних низькомолекулярних сполук (пролін, поліаміни, розчинні вуглеводи);
- зниження загальної інтенсивності синтезу біополімерів;
- посилення синтезу стресових білків;
- посилення синтезу і підвищення вмісту стресових фітогормонів та гормоноподібних сполук — абсцизової, жасмонової, саліцилової кислот, етилену;
- гальмування фотосинтезу;
- посилення інтенсивності дихання з наступним пригніченням. Активація альтернативної оксидази, що змінює спрямованість електронного транспорту в мітохондріях;
- гальмування росту.

В умовах незначних змін зовнішніх факторів сталість параметрів функціонування організму рослин підтримується гомеостатичними механізмами. Термін гомеостаз було введено У. Кенноном у 1929 р. Під гомеостазом прийнято вважати стабільність біологічних об'єктів, здатність зберігати сталість свого внутрішнього середовища, підтримувати фізіологічні характеристики у певних межах (межі норми). Гомеостаз забезпечується в клітинах і організмі за рахунок авторегуляції та управління метаболічними процесами. Гомеостазом є стаціонарний рівень обмінних процесів у відносно короткий відривок часу порівняно з періодом розвитку організму. Переведення організму в кількісно й якісно інший стан здатні забезпечити рівні факторів, які виходять за межі фонових, тобто перевищують поріг чутливості. Саме такі фактори умовно можуть бути названі стресовими. Під впливом стресових факторів рослинний організм може переходити від фізіологічно нормального до стресового стану.

Термін «стрес» був перенесений у фізіологію рослин з медичної науки і міцно закріпився в лексиконі фізіології стійкості рослин. Ганс Сельє виявив, що в умовах впливу на організм різноманітних подразників (бактеріальних інфекцій, фармакологічних і хімічних речовин, що спричиняють інтоксикацію, травми, високу та низьку температури, підвищену скелетно-м'язову активність, рентгенівське опромінення, нервово-емоційне потрясіння тощо) спостерігаються не лише специфічна, а й стандартна неспецифічна реакція [1]. Таку реакцію він оцінив як адаптивну відповідь цілісного організму, спрямовану на збереження стабільного стану, й назвав «загальним адаптаційним синдромом». Згідно з уявленнями Г. Сельє, здатність до пристосування є найхарактернішою рисою живих організмів, а адаптація — це завжди результат особливої концентрації зусиль (або напруження). Звідси й походження назви «стрес», або «стресова реакція» («stress» у перекладі з англійської «напруження»). За визначенням Г. Сельє, стрес — це сукупність усіх неспецифічних змін, що відбуваються в організмі в умовах впливу на нього окремих чинників [2, 3].

Дія стресового фактора на рослинний організм має подвійний ефект: пошкоджуючий та подразнюючий [4]. Пошкодження виявляється у порушенні цілісності мембранних структур, зміні їх властивостей, роз'єднанні процесів дихання й фосфорилування тощо, тоді як стресор-подразник викликає формування ланки захисних реакцій, спрямованих на репарацію пошкодження [5, 6].

Проте, універсального визначення стресу досі немає. Поширеною є точка зору, згідно з якою під стресом розуміють комплекс змін у клітині (організмі), який забезпечує підтримання нативності у той час, коли зовнішні впливи такі, що гомеостатичні механізми вже недостатні для підтримання життєдіяльності, а нові генозалежні пристосування ще не завершені через повільну

їхню реалізацію [7]. Тобто стресовим пропонується вважати стан системи у момент переходу в новий стаціонарний стан. Досліджуючи вплив стресу тривалий період часу, вчені встановили, що втрати врожайності від стресу рослин у світі становлять 65—87% залежно від культури.

Переважна більшість хімічних сполук, які застосовуються в сільському господарстві, є стресовим фактором для рослин культур, пригнічуючи у них гормональну активність. Результатом побічної дії застосування того чи іншого засобу захисту рослин є порушення гомеостазу метаболічних процесів рослинного організму.

Під час обприскування гербіцидами робочий розчин буде потрапляти не лише на рослини бур'янів, а й на рослини культур. Потрапляючи на рослини культури, активні речовини гербіциду можуть викликати стрес, який проявиться у вигляді фітотоксичності. В результаті рослини культур уповільнюватимуть ріст, у них знижуватиметься схожість, скручуватиметься листя, рослини стануть сприйнятливими до ураження хворобами або невразливими до впливу фітопатогенів тощо.

Клітини рослин мають чітку програму свого існування, яка закладена в їх успадкованому генетичному коді. Підтримують реалізацію і повне розкриття такої програми спеціальні білки, які сприймають інформацію зовнішнього середовища. Такі білки відповідальні за функціонування клітини. Завдяки генетичному коду клітина реалізує програму синтезу цілого комплексу регуляторних компонентів, необхідних для повноцінного росту і розвитку рослинного організму. Серед цих компонентів фітогормони, антиоксиданти, каталізatori й інші речовини, необхідні складові клітинного виробництва, без синтезу яких неможливе створення клітиною спектропоглинаючих пігментів і фотосинтезу у цілому. Вплив на рослину несприятливих чинників призводить до хаосу в роботі клітинних компонентів, порушення стабільності і черговості біохіміч-

них процесів у клітинах рослин, до стресу у рослин [8].

Активні речовини гербіцидів, після потрапляння на листову поверхню, транслокуються рослиною, проникаючи усе глибше у клітинні структури, провокуючи формування «вільних радикалів» або активних форм кисню. Сформовані речовини запускають окиснювальні процеси, порушують нормальну роботу клітинних структур, руйнують клітинні оболонки, пошкоджують ДНК. В цілому, це явище назвали «оксидативним стресом». Даний стрес супроводжується синтезом надмірної кількості «стресового етилену», що, у свою чергу, порушує функціонування фізіологічних механізмів у рослинному організмі, а за тривалої дії призводить до поступового зниження продуктивності культури, прихованих втрат врожаю.

Шляхами проникнення гербіцидів у рослини є коренева система і надземні органи рослини. Діючі речовини гербіцидів можуть легко проникати у рослини через кореневу систему, особливо під час внесення їх перед сівбою або під час внесення безпосередньо на ґрунт. Незважаючи на те, що окремі активні речовини можуть бути слабо розчинними у воді, всі вони розчинні в ліпідах, що забезпечує добре проникнення у рослину через кореневу систему. З підвищенням норми витрати інтенсивність надходження токсичних речовин через корені збільшуватиметься [8].

Стрес призводить до змін у метаболізмі, його регуляції та структурних симптомів, які вказують на перебудову у межах анаболічних, катаболічних, амфіболічних та анаплеротичних шляхів, як наприклад, накопичення проліну, в умовах засухи і засоленості, акумуляція манітолу та сорбітолу за водного стресу, утворення білків теплового шоку та інше. Вірогідно, що такі зміни пов'язані у своїй більшості з метаболізмом  $O_2$  — окислювальний стрес внаслідок збільшення супероксидних радикалів та перекису водню [9].

Відомо, що абсцизова кисло-

та (АБК) відіграє провідну роль у проявах життєдіяльності клітин, які супроводжують стрес, конкретно у перетворенні стресорного зовнішнього сигналу у генну експресію. У зв'язку з цим дослідження шляхів включення АБК у реакції-відповіді рослинних клітин на стрес визнають пріоритетним напрямом. Визначено мінімальний поріг АБК у рослині, що є істотним для ранніх подій в генерації електричних сигналів та опосередкування експресії гена Pin 2 (інгібітор протеїнази II) [10]. Функціонування сигнальних систем тісно пов'язане з роботою гормональної системи рослин. Встановлено, що у багатьох випадках посилення синтезу стресових фітогормонів (наприклад АБК) є наслідком індукованої стресором активації сигнальних систем. Водночас передача гормонального сигналу в геном здійснюється за допомогою сигнальних посередників. Тому, як правило, рання реакція на дію стресорів різної природи виявляється майже одночасним збільшенням вмісту в клітинах сигнальних посередників (АФК, інозитолтрифосфат, кальцій), стресових фітогормонів та гормоноподібних сполук (АБК, саліцилова і жасмонова кислоти, етилен).

Необхідно зазначити, що причинами стресу може бути внесення гербіцидів з порушенням регламентів їх застосування. Насамперед це результат завищення норм витрат препаратів, формування складних гербіцидних бакових композицій зі значним перевищенням присутності ПАР, високої температури повітря на час обприскування, дефіциту води у листових пластинках рослин культури на час обприскування, результат післядії заморозків перед проведенням обприскування та інших чинників [11]. Пряма дія ЗЗР — застосування «жорстких» продуктів, багатокомпонентних бакових сумішей, повторне перекриття при обробці, передозування, погано промитий обприскувач та інші технологічні порушення. [12]. Під час обприскування від-

носна вологість повітря має перевищувати 55% (випаровування крапель буде низьким, відповідно поверхня листків буде зволожена достатній період), швидкість вітру — менше 6 км/год.

Обприскування поверхні ґрунту або бур'янів є одним з найпоширеніших способів застосування гербіцидів. Ефективність обприскування гербіцидами підвищується зі зменшенням розміру (діаметра) краплин. Слід враховувати, що дрібні краплини діаметром до 80 мкм можуть легко зноситися вітром за межі поля, а також повторно перекидати уже обприскані рослини культури. Інерційний спосіб нанесення краплин діаметром менше 50 мкм є малоприматним для виробничого застосування [13, 14]. Для приготування водних розчинів гербіцидів традиційно рекомендують використовувати воду з рівнем рН 7 і менше. Розчини гербіцидів необхідно використати не пізніше як через 8 год після приготування [15].

Кожний хімічний препарат по-різному впливає на культури.

Фітотоксичність гербіцидів призводить до сильних пошкоджень культурних рослин і повної втрати їхньої продуктивності. Зниження вмісту хлорофілу у основної культури на 35% і білка на 32% — звичайні явища в умовах накладання водночас кількох негативних факторів один на одного. Це явище одержало назву «гербіцидна вирва». У таких умовах стабілізація функцій життєдіяльності рослинного організму може і не відбутися [8].

Стійкість рослин до стресових факторів залежить від фази онтогенезу. Якщо у стані спокою рослини найбільш стійкі, то в періоди пророщування або формування — найбільш уразливі [16].

Встановлено, що у відповідь на зміну таких факторів як вологість, температура, вміст кисню, іонів важких металів, хлориду натрію тощо, утворюються специфічні поліпептиди, не характерні для організму у звичних для нього умовах. Вперше утворення білків у сої в умовах теплового шоку (далі — БТШ) виявили Ваг-

nett [17] і Key [18]. Вони отримали назву стресових, а потенційна можливість їх біосинтезу за несприятливих умов визнана загальнобіологічним явищем [19].

Одна з важливих універсальних функцій стресових білків — шаперонна. Шаперони «асистують» при збиранні і розбиранні білків зі складною четвертинною структурою, транспортують інші білки до лізосом і протеосом. Водночас функції шаперонів пов'язані з попередженням агрегації частково денатурованих молекул білків, полегшенням протеолітичної деградації необоротно пошкоджених білкових молекул. Такі функції, зокрема, виконують стресові білки з молекулярною масою 70 kD (умовне позначення — БТШ 70). БТШ 90, експресія якого посилюється за впливу різних стресорів, також задіяний в управлінні процесом деградації білків. Він здатний зв'язуватися з денатурованими білками. Є підстави вважати, що БТШ 90 бере участь у зміні стану факторів регуляції транскрипції інших БТШ. В умовах теплового шоку відбувається зв'язування частини молекул БТШ 90 денатурованими молекулами білків, при цьому через дефіцит вільного БТШ 90 відбувається «розблокування» синтезу інших БТШ.

Нині досліджено умови синтезу і функції у рослин стресових білків з молекулярними масами 101, 45, 32 kD, а також так званих малих БТШ з молекулярною масою менше 30 kD.

Дослідники зазначають — немає сумнівів, що стресові білки важливі для захисту рослин від стресорів різної природи. Одні й ті ж стресові білки можуть нагромаджуватися за дії високих і низьких температур, засолення, посухи тощо. Неспецифічність дії стресорів у даному разі може бути зумовлена однаковою їх спрямованістю на пошкодження білків. Інша причина може полягати в єдиних принципах передачі стресових сигналів, наявності одних і тих же сигнальних посередників, що спричинюють зміни експресії геному. Водночас, на думку багатьох дослідників, утворення

стресових білків не є суто неспецифічною реакцією (такою як, наприклад, збільшення вмісту АФК, концентрації цитозольного кальцію чи активація катаболічного потоку), а належить до так званих проміжних реакцій, що передують виникненню специфічних [20, 21].

До проміжних реакцій, очевидно, належать і реакції, пов'язані з пригніченням фотосинтезу, дихання і росту. На тлі останніх відбувається розвиток специфічних реакцій, що зумовлюють довготривалу адаптацію до конкретних чинників — низьких і високих температур, посухи, засолення, аноксії тощо. Водночас механізми трансформації неспецифічних реакцій в специфічні досі залишаються мало з'ясованими [21].

За даними Мінагрополітики станом на 5 травня 2022 р. в Україні посіяно 335,5 тис. га сої. На початку розвитку, внаслідок повільного росту й низької конкурентоздатності, всі види однорічних і багаторічних бур'янів значною мірою пригнічують рослини сої. Особливо це відчутно проявляється від початку сходів до гілкування (40—50 днів) через неглибоке проникнення коренів, низьку висоту рослин, слабке затінення поверхні ґрунту і повільний ріст. Критичним періодом контролю бур'янів прийнято вважати період від 1 до 3 справжніх листків у культури. Для отримання високих урожаїв насіння застосовують гербіцидів до змикання міжрядь культури. Під час вирощування сої контроль сегетальної рослинності за допомогою обприскування гербіцидами здійснюють і до сходів і після сходів культури.

Економічний поріг шкідливості бур'янів на 1 м<sup>2</sup> становить наявність п'яти злакових однорічних або трьох широколистяних (дводольних) бур'янів. Шкідливість бур'янів у посівах сої посилюється залежно від видового складу, умов вологозабезпеченості, скоростиглості сорту, густоти стояння посіву, потенційної забур'яненості орного шару, заходів догляду за посівами.

Втрати врожаю від шкідливості бур'янів можуть становити 30—50%. Американські дослідники констатують, що втрати врожаю сої, в умовах нехтування заходами контролю такого бур'яну як злинка канадська у посівах, можуть становити майже 83%. Окрім того, бур'ян є осередком для зосередження фітофагів, які призводять до поширення різних інфекційних хвороб. Наприклад, культура може уражатися вірусом жовтої мозаїки.

Незважаючи на селективність дії гербіцидів, вони викликають стрес у рослин сої, змінюючи фізіологічні процеси. У результаті застосування ґрунтових гербіцидів фіксували втрати врожаю сої на рівні 10—15%, після застосування гербіцидів під час фази 1—3 листки у культури — 10—15%, а під час бутонізації — 15—20% [22].

Послабити реакцію рослин культур на хімічну обробку гербіцидами є проблемним питанням. Його дослідження будуть актуальними ще тривалий період щоб знайти оптимальний баланс між регламентом застосування гербіцидів і зменшенням негативного впливу на рослини культури. Раціональні способи уникнення стресів у культурних рослин від застосування гербіцидів доцільно розробляти на основі фізіологічних досліджень. Насамперед важливо зменшити обсяги надходження діючих речовин у тканини молодих рослин культури, що можливо досягти зменшенням норм застосування гербіцидів. Водночас таке зменшення призводить до ослаблення їхньої токсичної дії на сходи бур'янів. Залишається можливість рознести дію препаратів у часі, тобто застосовувати систему послідовних обприскувань дуже малими нормами. Така система здатна забезпечувати надійний захист посівів буряків цукрових від сходів бур'янів і не викликати небажаних хімічних дисстресів у молодих рослин культури та зниження рівня їх біологічної продуктивності [23].

Тому завданням досліджень було встановлення оптимально

високої ефективності гербіцидів під час контролю сходів бур'янів у посівах сої для послаблення стресу у рослин цієї культури. Досягнути такого результату передбачалося шляхом застосування гербіциду Хармоні 75, ВГ із зменшеними нормами витрати та з дотриманням часового інтервалу щодо обприскування посіву культури.

**Мета роботи.** Визначити рівень стресу у рослин сої, спричинений застосуванням гербіциду Хармоні 75, ВГ. Обґрунтувати систему раціонального захисту посівів культури від шкідливості бур'янів за допомогою цього гербіциду, знизивши стресорний фактор. Зменшити рівень хімічного впливу на довкілля і забезпечити необхідний захист посіву від шкідливості бур'янів.

**Матеріали та методи досліджень.** Для успішної вегетації посівів сільськогосподарських культур важливим фактором є сприятливі ґрунтові та кліматичні умови.

Дослідження щодо визначення рівня стресу у рослин сої, спричиненого застосуванням гербіциду Хармоні 75, ВГ, та обґрунтування системи раціонального захисту посівів культури від шкідливості бур'янів за допомогою зазначеного гербіциду, знизивши його стресорний фактор, проводили у 2016–2020 рр. у лабораторії гербології Інституту захисту рослин НААН (ІЗР) та на станції Білоцерківська (Білоцерківський р-н, Київська обл.), що розташована у Правобережному Лісостепу України, у зоні нестійкого зволоження. Клімат — помірно-континентальний.

Територія станції розміщена на Придніпровському плато Правобережної височини. Рельєф місцевості — рівнинний. Основною ґрунтоутворюючою породою є лес. Глибина залягання лесових відкладень варіює від 4 до 18 м. Переважають ґрунти чорноземного типу, поверхневі, середньоглибокі малогумусні різного ступеня вилугуваності, з виразною природною структурою та добрим забезпеченням елементами живлення. Ґрунт дослід-

ного поля — чорнозем типовий вилугуваний велико-пилувато-середньо-суглинкового механічного складу, з глибиною гумусового горизонту 100–120 см із вмістом гумусу в орному (0–30 см) шарі — 3,9%, що характерно для малогумусних чорноземів. Агрохімічні показники: глибина гумусового горизонту — 50–60 см; карбонати Ca і Mg залягають на глибині 50–65 см; гідролітична кислотність — 1,5–1,8 мг-екв./100 г ґрунту; вміст лужно гідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 120–140 мг/кг, нітратного — 14,2–19,6 мг/кг, рухомого фосфору й обмінного калію (за Чиріковим) — 180–240 і 90–120 мг/кг ґрунту відповідно; кислотність ґрунту нейтральна або близька до нейтральної.

Основним джерелом зволоження ґрунту є атмосферні опади, які впродовж року випадають нерівномірно. Найбільше їх випадає у вигляді дощів під час теплої пори року, особливо в середині літа (липень). В окремі роки влітку спостерігався бездошовий період, що негативно позначався на рості та розвитку сільськогосподарських культур. За даними Білоцерківської метеорологічної станції сума ефек-

тивних температур (вище 10°C за вегетаційний період) становила 2500–2800°C, кількість опадів за рік — 521 мм. Середня багаторічна температура повітря дорівнювала +7,4°C (узагальнені дані за останні 25 років).

Для характеристики погодних умов упродовж досліджень використовували показники середньомісячної температури повітря та кількості опадів за даними Білоцерківської метеорологічної станції (табл. 1, 2).

Відповідно до даних, зазначених у таблиці 1, показники температури повітря за роками досліджень мали чітку тенденцію до зростання у порівнянні до середніх багаторічних показників.

Випадання атмосферної вологи в основному відбувалося у формі опадів. Опади під час досліджень були нерівномірними, особливо у другій половині літа і на початку осені. У таких умовах для оптимальної вегетації велике значення мала здатність орного шару ґрунту утримувати необхідні для посівів сої обсяги доступної вологи після попередніх опадів.

Під час досліджень застосовували: польовий метод — для визначення видового складу і кіль-

### 1. Динаміка середньодобової температури (°C) за вегетаційний період (метеостанція, м. Біла Церква)

Роки досліджень	Місяці року					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2016	11,9	15,1	20,3	21,8	20,2	14,8
2017	10,0	14,6	19,7	21,0	21,7	16,6
2018	12,9	18,4	20,4	21,1	23,4	16,7
2019	11,7	17,8	24,5	20,3	21,5	16,3
2020	10,2	12,4	22,9	22,7	22,2	17,8
Середня багаторічна температура, °C	7,8	14,9	18,3	20,0	18,8	13,9

### 2. Динаміка опадів (мм) за вегетаційний період (метеостанція, м. Біла Церква)

Роки досліджень	Місяці року					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2016	44,2	103,6	21,6	42,0	26,8	7,2
2017	20,8	20,0	16,4	41,7	41,8	26,0
2018	8,8	30,1	92,6	84,5	24,2	32,5
2019	38,1	58,0	43,4	35,8	12,9	17,9
2020	26,6	128,2	56,5	38,1	14,5	16,2
Середні багаторічні опади, мм	17,0	53,0	76,0	84,0	63,0	47,0

кості бур'янів, динаміки появи їх сходів, встановлення біологічної ефективності дії систем захисту від небажаної рослинності; лабораторний — для визначення впливу показників рН середовища на проростання насіння бур'янів; кількісно-ваговий — для визначення забур'яненості посівів, встановлення параметрів росту і розвитку рослин бур'янів та урожайності посівів сої; візуальний — для здійснення фенологічних спостережень; розрахунково-порівняльний — для оцінки рівня врожайності та якості одержаного урожаю; математично-статистичний — для статистичної оцінки результатів.

#### Результати та обговорення.

Дослідження були спрямовані на вивчення особливостей застосування у посівах сої сорту Олена (табл. 3) гербіциду Хармоні 75, ВГ (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг). Відповідно до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, рекомендована норма витрати — 6,0—8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, максимальна кількість обробок — одна.

Під час досліджень 2016—2020 рр. у посівах сої сорту Олена переважали однорічні дводольні бур'яни, видовий склад яких наведено у таблиці 4. Необхідно зазначити, що на варіантах дослідів з третього по п'ятий застосовували гербіцид Хармоні 75, ВГ + ПАР Тренд 90 з різними нормами витрати, два рази послідовно, тобто здійснювали дворазову обробку (першу обробку здійснили під час фази першого трійчастого листка у рослин сої, другу — на

### 3. Схема досліджу застосування гербіциду Хармоні 75, ВГ у посівах сої сорту Олена, станція Білоцерківська, Білоцерківський р-н, Київська обл.

№ з/п	Варіант досліджу	Норма витрати, г/га, л/га
1	Контроль забур'янений	-
2	Контроль виробничий — обприскування під час фази формування 2-х справжніх трійчастих листків у рослин сої	Хармоні 75, ВГ, 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90
3	Дворазова обробка. Перша обробка під час фази першого трійчастого листка у рослин сої. Друга обробка на 4-ту добу після першої	Хармоні 75, ВГ, 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90
4	Дворазова обробка. Перша обробка під час фази першого трійчастого листка у рослин сої. Друга обробка на 4-ту добу після першої	Хармоні 75, ВГ, 4,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90
5	Дворазова обробка. Перша обробка під час фази першого трійчастого листка у рослин сої. Друга обробка на 4-ту добу після першої	Хармоні 75, ВГ, 3,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90 та Хармоні 75, ВГ, 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90
6	Контроль (проведення 4-х послідовних ручних прополювань посівів впродовж вегетації)	4 послідовних ручних прополювань

4-ту добу після першої). Середній показник чисельності сходів бур'янів на ділянках посівів сої контрольного варіанту, що переважали у посівах сої, становив 77,8 шт./м<sup>2</sup> (табл. 4).

Порівнявши дані чисельності бур'янів, отримані з третього по п'ятий варіанти дослідів після обприскування, з аналогічними даними, визначеними на другому варіанті досліджу, встановили, що найбільшою ефективність була на третьому варіанті досліджу (Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90), де їх загибель становила 62,9% (табл. 4). Цей середній показник більший на 6,8% за середній показник другого варіанту досліджу, де застосовували Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 8,0 г/га + ПАР Тренд 90, тобто з максимальною нормою витрати з рекомендованою, за рахунок ефективнішого контролю лободи білої (*Chenopodium album* L.) та гібридної (*Chenopo-*

*dium hybridum* L.), ромашки непахучої (*Tripleurospermum inodorum* L.), гірчака березковидного (*Polygonum convolvulis* L.) та інших бур'янів (рис. 1). Незначно відрізняються дані, одержані під час досліджень на ділянках сої четвертого варіанту досліджу (Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 4,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90) порівняно з другим варіантом досліджу на 2,5%, ефективнішим був контроль лободи білої та гібридної, ромашки непахучої та деяких інших бур'янів. Ефективність контролю бур'янів на ділянках п'ятого варіанту досліджу (Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 3,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд та через 4 доби Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР) становила 53,3%, що було нижче порівняно з даними третього варіанту досліджу в 1,2 раза внаслідок зниження ефективності контролю лободи білої і лободи гібридної та деяких інших бур'янів.

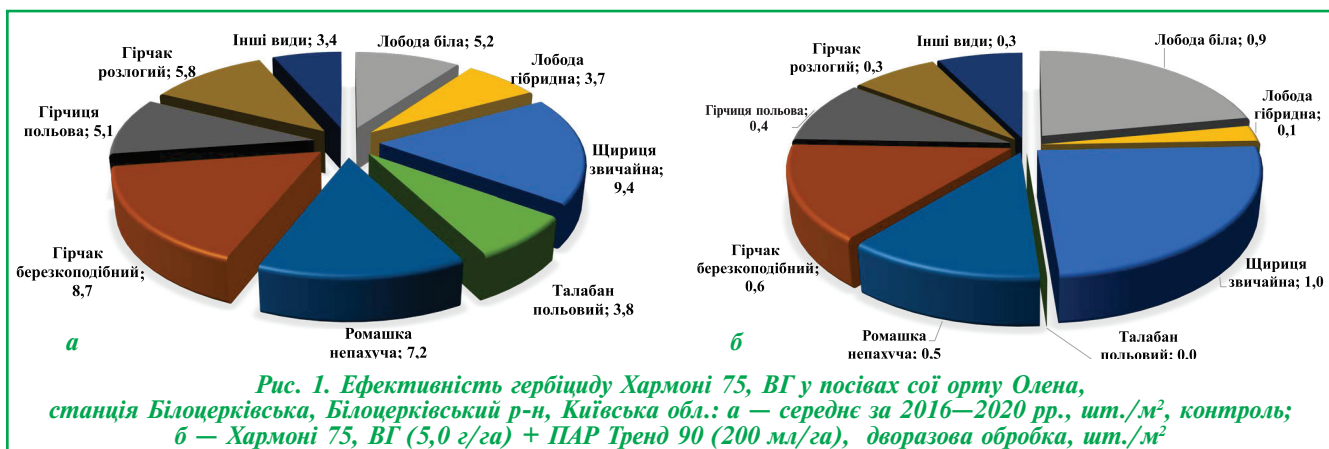


Рис. 1. Ефективність гербіциду Хармоні 75, ВГ у посівах сої сорту Олена,

станція Білоцерківська, Білоцерківський р-н, Київська обл.: а — середнє за 2016—2020 рр., шт./м<sup>2</sup>, контроль; б — Хармоні 75, ВГ (5,0 г/га) + ПАР Тренд 90 (200 мл/га), дворазова обробка, шт./м<sup>2</sup>

4. Ефективність застосування гербіциду Хармоні 75, ВГ через 10 діб після останнього обприскування у посівах сої сорту Олена, станція Білоцерківська, Білоцерківський р-н, Київська обл. (середнє за 2016–2020 рр.)

Види бур'янів	Варіанти дослідів													
	1	2			3			4			5			
	шт./м <sup>2</sup>	шт./м <sup>2</sup> до обприскування	шт./м <sup>2</sup> після обприскування	% ефективність	шт./м <sup>2</sup> до обприскування	шт./м <sup>2</sup> обприскування	% ефективність	шт./м <sup>2</sup> до обприскування	шт./м <sup>2</sup> після обприскування	% ефективність	шт./м <sup>2</sup> до обприскування	шт./м <sup>2</sup> після обприскування	% ефективність	
Лобода біла	5,2	6,4	1,3	80,0	7,1	0,9	86,0	4,8	0,8	84,0	6,2	1,7	73,0	
Лобода гібридна	3,7	2,6	0,3	90,0	3,3	0,1	96,0	4,9	0,3	93,0	3,7	0,7	82,0	
Щириця звичайна	9,4	11,3	1,2	89,0	12,4	1,0	92,0	10,6	0,9	92,0	9,8	0,4	86,0	
Талабан польовий	3,8	2,5	0,1	98,0	4,6	0	100,0	3,8	0	100,0	4,1	0,2	95,0	
Ромашка непахуча	7,2	8,4	1,1	87,0	6,5	0,5	92,0	4,2	0,4	91,0	6,6	0,9	86,0	
Гірчак березковидний	8,7	7,2	0,9	88,0	8,9	0,6	93,0	9,1	0,9	90,0	6,7	1,1	85,0	
Гірчиця польова	5,1	4,8	0,2	96,0	6,1	0,4	97,0	5,5	0,2	96,0	6,0	0,4	93,0	
Просо півняче	13,6	12,5	14,3	-	14,2	15,6	-	13,4	14,7	-	14,5	16,8	-	
Мишій сизий	11,9	9,6	11,4	-	10,3	11,8	-	9,8	11,9	-	11,2	13,4	-	
Гірчак розлогий	5,8	3,7	0,3	96,0	7,4	0,3	96,0	4,6	0,2	95,0	5,9	0,5	91,0	
Інші види	3,4	2,7	0,4	87,0	4,1	0,3	93,0	3,4	0,4	89,0	3,7	0,5	86,0	
<b>Всього</b>	<b>77,8</b>	<b>71,7</b>	<b>31,5</b>	<b>56,1</b>	<b>84,9</b>	<b>31,5</b>	<b>62,9</b>	<b>74,1</b>	<b>30,7</b>	<b>58,6</b>	<b>78,4</b>	<b>36,6</b>	<b>53,3</b>	
НІР <sub>0,05</sub>	6,3													

Гербіцид Хармоні 75, ВГ (тифенсульфурон-метил, 750 г/кг), з нормою витрати 6,0–8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90 рекомендовано застосовувати для знищення бур'янів (2–6 листків) на ранніх фазах розвитку. Чутливими до дії цієї активної речовини є такі основні бур'яни: канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik.), види щириць (*Amaranthus* spp.), падалиця ріпаку (*Brassica napus* L.) і соняшнику (*Helianthus annuus* L.), види лободи (*Chenopodium* spp.), види жабрію (*Galeopsis* spp.), види ромашки (*Tripleurospermum* spp.), види гірчаків (*Polygonum* spp.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), сухоребрик лікарський (*Sisymbrium officinalis* (L.) Scop.), зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.) та інші. Середньо-чутливими є амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) (2 листки), осот польовий (*Cirsium arvense* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), осот жовтий (*Sonchus asper* (L.) Hill) та інші. Стійкість до дії гербіциду проявляють березка польо-

ва (*Convolvulus arvensis* L.), види молочаю (*Euphorbia* spp.), галінсога дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.).

Діюча речовина тифенсульфурон-метил поглинається листям бур'янів і переміщується до точок росту, в результаті зупиняється поділ клітин пагонів і коренів. Гербіцид пригнічує фермент АЛС (ацетолактатсинтазу) і зупиняє ріст рослин.

Обліки бур'янів у посівах сої та оцінку ефективності дії гербіциду здійснювали згідно з «Методика випробувань і застосування пестицидів» (за редакцією проф. С.О. Трибеля, 2001 р.) [24].

Фізіологічний стан рослин сої оцінювали за наявністю молекул хлорофілу *a* та *b* у листках рослин за методикою Т.Н. Годнева в інтерпретації О.П. Осипової [25, 26].

Важливе значення для життєдіяльності рослин відіграють фотосинтезуючі пігменти. Тому під час досліджень визначали вміст хлорофілів *a* та *b* у листках сої до та після застосування гербіциду. Вміст хлорофілів *a* та *b* вважають однією із характеристик потужності процесу фотосинтезу вищих рослин.

Згідно з одержаними даними

на другому варіанті дослідів, де застосовували гербіцид з максимальною нормою витрати з рекомендованої, вміст хлорофілів через 20 діб після обприскування, порівняно з даними, отриманими до застосування, зріс у 1,6 раза (табл. 5). При цьому, на третьому — шостому варіантах дослідних ділянок концентрація суми хлорофілів *a* та *b* у листових пластинках сої через 20 діб після обприскування зросла в 1,9 раза, порівняно з даними, отриманими до застосування Хармоні 75, ВГ. Важливо зазначити, що на контрольному варіанті дослідів концентрація суми хлорофілів *a* та *b* у листових пластинках сої через 20 діб зросла в 1,3 раза.

Якщо порівняти дані, які були отримані через 20 діб після обприскування по усіх варіантах, то відмінність між ними незначна. Різниця даних між контролем та третім — шостим варіантами дослідів через 20 діб після обприскування становить 0,5 г/дм<sup>2</sup>, а між даними другого варіанту та даними третього — шостого варіантів становить 0,3 г/дм<sup>2</sup>.

Враховуючи, що на другому варіанті дослідів вміст хлорофілів *a* та *b* через 5 діб після обприскування знизився (0,8 г/дм<sup>2</sup>)

**5. Динаміка вмісту суми хлорофілів *a* та *b* у листках рослин сої сорту Олена, (г/дм<sup>2</sup>) у процесі застосування гербіциду Хармоні 75, ВГ, станція Білоцерківська, Білоцерківський р-н, Київська обл. (середнє за 2016–2020 рр.)**

Варіанти досліджу	Строки відбору зразків листків			
	до обприскування	через 5 діб після обприскування	через 10 діб після обприскування	через 20 діб після обприскування
1	0,9	1,0	1,1	1,2
2	0,9	0,8	1,0	1,4
3	0,9	1,2	1,3	1,7
4	0,9	1,2	1,3	1,7
5	0,9	1,2	1,4	1,7
6	0,9	1,2	1,4	1,7
HIP <sub>0,05</sub>	0,11			

порівняно з даними, отриманими до обприскування (0,9 г/дм<sup>2</sup>), можна зробити припущення, що застосування гербіциду з максимальною нормою витрати з рекомендованої, може бути одним із факторів, які індукують стрес у рослин сої. Особливо виразно це прослідковується у порівнянні з аналогічними даними, які одержали на третьому — шостому варіантах дослідних ділянок, де вміст хлорофілів *a* та *b* зростав, а саме через 5 діб після обприскування зріс з 0,9 до 1,2 г/дм<sup>2</sup> або на 33,3%. На третьому — шостому варіантах дослідних ділянок тенденція зростання вмісту хлорофілів *a* та *b* зберігалася і через 10 діб після обприскування.

Аналізуючи дані досліджень, встановили, що зі зменшенням норми витрати гербіциду, вегетативні органи рослин культури менше зазнають стресу, а тому їх ріст і розвиток відбувається стандартно. У той час як застосування гербіциду з максимальною нормою витрати з рекомендованої впливало на рослини сої, сповільнюючи певним чином поділ клітин меристеми через інгібування їхнього метаболізму і викликаючи зміни у структурі клітинної стінки, що в подальшому впливало негативно на їх ріст і розвиток.

Разом з тим, концепція перебігання стресу включає реакцію рослин на цей стрес, яка передбачає чотири фази, а саме:

I — фаза відповіді — реакція тривоги (початок стресу). Вона проявляється у відхиленні від функціональної норми, зниженні життєздатності;

II — фаза відновлення, що включає в себе процеси адаптації, репарації і ефект досягнення підвищеної стійкості;

III — фаза виснаження. Настає, якщо інтенсивність стресового впливу надто висока, перевищує адаптаційні можливості. Вона закінчується хронічною хворобою або загибеллю;

IV — фаза регенерації — часткове або повне відновлення фізіологічної функції після припинення дії стресора і за умови, що uszkodження було не надто сильним [27].

Погодні умови із настанням літніх місяців і відносно регулярні опади під час проведення досліджень у 2016–2020 рр. сприяли успішній вегетації рослин сої. Зімкнення листків у міжряддях посівів відбувалося відповідно

до фаз органогенезу. В результаті істотно змінювався світловий режим самих посівів, що дало можливість рослинам культури посилювали свій домінуючий вплив у агроценозах. Можна констатувати, під час вегетації сої впродовж досліджень погодні умови і відносно регулярні опади забезпечили активний ріст і розвиток рослин у посівах, що сприяло прояву конкурентоздатності сої.

У ході досліджень також визначали вагу сирої маси надземних вегетативних органів рослин бур'янів у посівах сої. На ділянках посівів сої контрольного варіанту досліджу, де знищення сегетальної рослинності не здійснювалося і бур'яни успішно вегетували й проходили всі етапи органогенезу, на час проведення обліків, у кінці другої декади липня, середній показник накопичення сирої маси надземних вегетативних органів рослин бур'янів становив 2253,0 г/м<sup>2</sup> (табл. 6). Середній показник маси однорічних дводольних видів бур'янів був на рівні 69,5% (1565,0 г/м<sup>2</sup>) від цієї загальної маси, а однодольних видів бур'янів (переважно злаки) — 30,5% (688,0 г/м<sup>2</sup>).

На час обліків на десяту добу після отаннього обприскування на ділянках посівів сої другого варіанту досліджу, де застосовували гербіцид Хармоні 75, ВГ, 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд

**6. Показники маси бур'янів і урожайність насіння посівів сої сорту Олена за застосування гербіциду Хармоні 75, ВГ, станція Білоцерківська, Білоцерківський р-н, Київська обл. (середнє за 2016–2020 рр.)**

Варіанти досліджу	Маса бур'янів, г/м <sup>2</sup>			Урожайність насіння, т/га	Вологість насіння, %
	всього	у т. ч.			
		дводольні	однодольні		
Контроль	2253,0	1565,0	688,0	0,84	23,7
Одна обробка Хармоні 75, ВГ, 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90	722,0	368,0	354,0	2,74	23,5
Дворазова обробка Хармоні 75, ВГ, 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90	354,0	185,0	169,0	3,31	23,4
Дворазова обробка Хармоні 75, ВГ, 4,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90	511,0	268,0	243,0	3,01	23,4
Дворазова обробка перша — Хармоні 75, ВГ, 3,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90; друга — Хармоні 75, ВГ, 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90	816,0	418,0	398,0	2,61	23,5
4 послідовних ручних прополювань	-	-	-	3,63	23,4
HIP <sub>0,05</sub>	132	-	-	0,21	0,17

90 (з максимальною нормою витрати з рекомендованої) чисельність бур'янів істотно зменшилася. Середній показник за 2016—2020 рр. маси бур'янів на цих варіантах дослідів становив 722,0 г/м<sup>2</sup>. З них середній показник маси однорічних дводольних видів бур'янів був на рівні 51,0% цієї загальної маси. Середній показник сирої маси бур'янів на ділянках другого варіанту дослідів становив 32,0% аналогічного показника, який був зафіксований на ділянках контрольного варіанту дослідів.

На ділянках посівів сої дослідів, де здійснювали дворазову обробку гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, маса надземних вегетативних органів рослин бур'янів у середньому за роки досліджень становила 354,0 г/м<sup>2</sup>. Цей середній показник значно менший порівняно з середнім показником, який був встановлений на ділянках контрольного варіанту дослідів, і становить 15,7% від нього.

На ділянках посівів сої дослідів, які обробляли дворазово гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 4,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, під час обліків середній показник накопичення сирої маси бур'янів за роки

досліджень становив 511,0 г/м<sup>2</sup> або 22,7% аналогічного показника, встановленого на ділянках контрольного варіанту дослідів. При цьому, він був на рівні 70,8% середнього показника маси бур'янів, який зафіксовано на ділянках посівів сої варіанту дослідів, де здійснювали одну обробку гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90.

Показники накопичення сирої маси бур'янів на ділянках посівів сої, які обприскували послідовно гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 3,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, та на 4-ту добу з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, за період 2016—2020 рр. мали тенденцію до збільшення. Середній показник на цих дослідних ділянках становив 36,2% середнього показника за даний період, зафіксованого на ділянках контрольного варіанту дослідів. Разом з тим, середній показник маси бур'янів на ділянках посівів сої, які обробляли послідовно гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 3,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, та на 4-ту добу з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, на 13,0% перевищив середній показник, визначений у ході досліджень на ділян-

ках дослідів, де здійснювали одну обробку гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90.

Найкритичнішими фазами розвитку сої є фази 4—6 листків, бутонізація та формування бобів. За даними наукових досліджень встановлено, що хлорофіли є носіями адаптивних властивостей фотосинтезуючих структур рослин за несприятливих умов довкілля. Існує більш тісна кореляція врожаю із вмістом суми пігментів, ніж з поверхнею надземних органів рослин. Продуктивність фотосинтетичного апарату визначається вмістом пігментів у фотосинтетичних органах [28].

Головною характеристикою адаптації фотосинтетичного апарату до умов довкілля є вміст хлорофілу у фотосинтезуючих тканинах рослин. Об'єктивніше уявлення про ефективність поглинання сонячної енергії фотосинтетичною поверхнею і роль хлорофілу в адаптивному, а тому й у продукційному процесі дає показник відношення маси пігменту до площі або одиниці площі органа, що його містить. Він визначає ефективність поглинання сонячної енергії фотосинтезуючою поверхнею і характеризує роль хлорофілу в продукційному процесі [29, 30].

Додатково слід зауважити, що стресові умови негативно впливають на формування продуктивних бобів і насіння в них та в цілому на рослини, що безпосередньо позначається на формуванні продуктивності рослин сої.

Як зазначалося вище, застосування гербіциду з максимальною нормою витрати з рекомендованої, Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, негативно вплинуло на показники концентрації суми хлорофілів *a* та *b* у листках, що можна пов'язати з індукуванням хімічного стресу у рослин сої. У підсумку така негативна дія вплинула на показники урожайності на-



сіння культури (табл. 6). До чинників, які негативно вплинули на урожайність та вологість насіння сої, можна віднести і вегетування у посівах спільно з культурою сегетальної рослинності.

Аналізуючи показники урожайності насіння культури, встановили, що на ділянках посівів сої шостого варіанту дослідів, де повністю знищували сегетальну рослинність шляхом прополювання, у середньому вона становила 3,63 т/га, а рівень вологості — 23,4%.

На ділянках посівів сої контрольного варіанту дослідів без прополювання внаслідок високої конкуренції з бур'янами, середній показник урожайності насіння культури становив 0,84 т/га, а рівень вологості — 23,7%. Відповідно різниця між середніми показниками дослідів з прополюванням і контрольного варіантів без прополювання становить 2,79 т/га або 4,3 раза.

Внаслідок застосування гербіциду Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, тобто з максимальною нормою витрати з рекомендованої, на ділянках варіанту дослідів контроль виробничий (система захисту від бур'янів така як в умовах виробництва), середній показник рівня урожайності насіння становив 2,74 т/га, вологість — 23,5%. Середній показник

урожайності насіння сої на дослідних ділянках, де здійснювали дворазову обробку гербіцидом з різними нормами витрати (перша — Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 3,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90; друга — Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90), був на рівні середнього показника, визначеного під час досліджень на варіаті дослідів, де вносили гербіцид Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, відхилення були незначними і становили 4,7%, вологість була однаковою.

Найближчим за значенням до середнього показника урожайності насіння сої, який отримали на ділянках посівів варіанту дослідів з прополюванням, був середній показник урожайності насіння, зафіксований на ділянках посівів культури, які дворазово обприскували гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, а саме — 3,31 т/га або 91,2% (рис. 2). Відносно високим був середній показник урожайності насіння, визначений на ділянках посівів сої, які були дворазово оброблені гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 4,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, він був вищим на 0,27 т/га або майже на 10,0% від середнього показникового, встановленого на

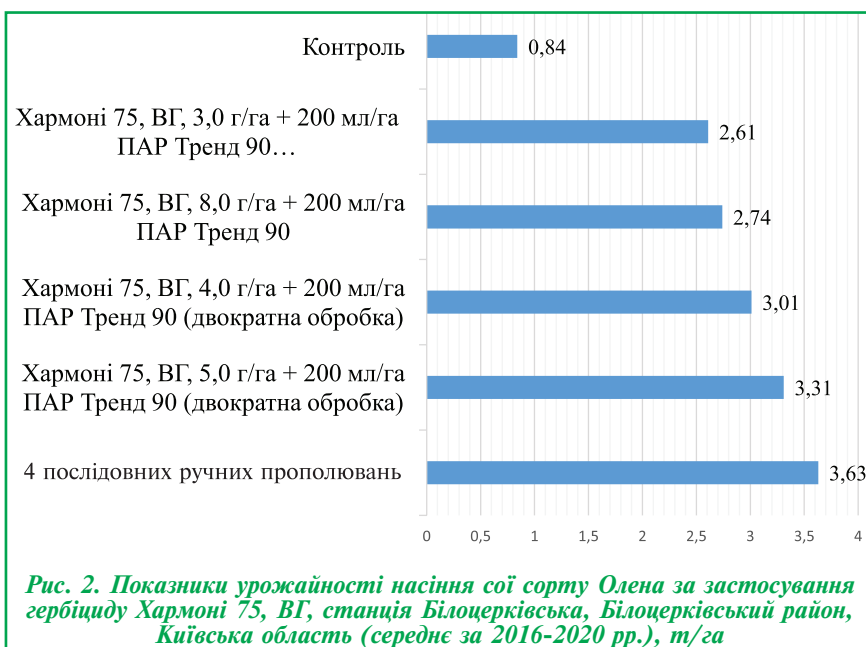
ділянках варіанту дослідів, де застосовували гербіцид Хармоні 75, ВГ з нормою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90.

### ВИСНОВКИ

У результаті обприскування посівів гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з номою витрати 8,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90 під час фази формування 2-х справжніх трійчастих листків у рослин сої, тобто з максимальною нормою витрати із рекомендованої, вміст хлорофілів *a* та *b* через 5 діб після обприскування знизився (0,8 г/дм<sup>2</sup>) порівняно з даними, отриманими до обприскування (0,9 г/дм<sup>2</sup>). Застосування гербіциду з максимальною нормою витрати з рекомендованої може бути одним із факторів, який індукував стрес у рослин сої, затримуючи інтенсивність фотосинтезу і частково гальмуючи інші фізіологічні процеси. Особливо виразно це прослідковується у порівнянні з аналогічними даними, які одержали на варіантах дослідних ділянок, які обробляли гербіцидом Хармоні 75, ВГ двічі з різними нормами витрати, а саме: 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90; 4,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90; 3,0 г/га та 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90. Вміст хлорофілів *a* та *b* через 5 діб після обприскування зріс з 0,9 до 1,2 г/дм<sup>2</sup> або на 33,3%. На цих варіантах дослідних ділянок тенденція зростання вмісту хлорофілів *a* та *b* зберігалася і через 10 діб після обприскування.

На ділянках посівів сої, які двічі обприскували гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, перше — під час фази першого трійчастого листка у рослин сої, друге — на 4-ту добу після першого, маса надземних вегетативних органів рослин бур'янів у середньому за роки досліджень становила 354 г/м<sup>2</sup>. Цей середній показник значно менший порівняно з середнім показником, який був встановлений на ділянках контрольного варіанту дослідів, і становить 15,7% від нього.

Встановлено, що найближ-





чим за значенням до середнього показника урожайності насіння сої, отриманого на контрольних ділянках посівів варіанту досліду, які прополювали для повного знищення сегетальної рослинності, був середній показник урожайності насіння, зафіксований на ділянках посівів культури, де застосовували дворазове обприскування гербіцидом Хармоні 75, ВГ, з нормою витрати 5,0 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, перше — під час фази першого трійчастого листка у рослин сої, друге — на 4-ту добу після першого, а саме 3,31 т/га або 91,2%.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12. Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів («Захист рослин»). Герботологія — сегетальна рослинність в агроценозах («Герботологія») № ДР 0116U003534.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. Москва: Медгиз, 1960, 254 с.
2. Александров В.Я., Кислюк И.М. Реакция растений на тепловой шок: физиологический аспект. *Цитология*. 1994. 36, № 1, С. 5—59.
3. Селье Г. На уровне целого организма. Москва: Наука, 1972. 122 с.
4. Урманцев Ю.А., Гудсков Н.Л. Проблема специфичности и неспецифичности ответных реакций растений на повреждающие воздействия. *Журн. Общей биол.* 1986, XLVII, С. 337—349.
5. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. Москва: Наука. 1982. 279 с.
6. Ланина Л.П., Строгонов Ю.П. Локализация солей в клетках в связи с приспособлением растений к условиям засоления. *Успехи совр. биол.* 1979. 88. № 1, с. 93—107.
7. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. Биофизический подход. Москва: Изд-во Моск. ун-та. 1993. 144 с.
8. Сторчоус І.М. Фітотоксичність ЗЗР: причини виникнення та критерії оцінки ураження посівів. 2020. URL: <https://www.grow-how.in.ua/fitotoksychnist-zzr-prychyny-vnyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/>
9. Гродзіньський А.М., Кваша В.В., Кострома О.Ю., Головка Е.А. Генетична активність екометаболітів вищих рослин і ґрунтових мікроорганізмів у зв'язку з аделопатією. Київ: Доп. АН УРСР Сер. Б. № 8. 1985. С. 61—64.
10. Ceccato D.V., Bertero H.D., Batlla D. & Galati B. Structural aspects of dormancy in guinea (*Chenopodium guinea*): importance and possible action mechanisms of the seed coat. *Seed Science Research* 25. 2015. 267—275.
11. Іващенко О.О. Стреси культурних рослин — потенційні резерви продуктивності. 2019. URL: <https://www.agronom.com.ua/stresy-kulturnyh-roslyn-potentsijni-rezervy-produktivnosti/>
12. Пересунка В. Як підвищити стійкість рослин до стресів? 2022. URL: <https://www.agronom.com.ua/yak-pidvyshhyty-stijkist-roslyn-do-stresiv/>
13. Dwyer L.M., Tollenaar M. Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivar, 1959. To 1988. *Can. Plant Sci.* 1989. 69 №1. P. 81—91.
14. Harder D.B., Sprague C.L., & Renner K.A. Effect of soybean row width and population weed, crop yield, and economic return. *Weed Technology* 21. 2007. 744—752.
15. Ізубенко В.В. Влияние норм расхода и размера капель раствора на эффективность 2М-4Х при монодисперсном опрыскивании льна-долгунца. Автореф. дис. канд. биол. наук. Москва: ТСХА, 1973. 21 с.
16. Удовенко Г.В., Драганцев В.А., Волкова А.М. и др. Реакция разных генотипов яровой пшеницы на засуху при различных температурных режимах вегетации. *С.-х. биология*. 1988. 3. № 1, С. 60—68.
17. Barnett Th., Altschuler M., McDaniel C.N., Mascarenhas J.P. Heat shock induced proteins in plant cells. *Dev. Genet.* 1980. 1, P. 331—340.
18. Key J.L., Lin C.Y., Chen Y.M. Heat shock proteins of higher plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 1981. 78, p. 3526—3530.
19. Блехман Г.И. Синтез белка в условиях стресса. *Успехи совр. биол.* 1988. 103. № 3, С. 340—353.
20. Кулаева О.Н. БТШ и устойчивость растений к стрессу. *Соровский образоват. журн.* 1997. № 2, С. 5—13.
21. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень. Харків: Держ. Ун-т ім. В.В. Докучаєва. 2001. 171 с.
22. Ткаченко Ю.А., Позднєв А.В. Живлення сої та вплив стресових чинників на врожайність. 2021. URL: <https://www.agronom.com.ua/zhyvlyennya-soyi-ta-vplyv-stresovyh-chnnykiv-na-vrozhajnist>
23. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Проблеми стресів у рослин і способи їх розв'язання. *Вісник аграрної науки*. № 7. 2019. С. 27—35. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk2019-07-04>
24. Методики випробування і застосування пестицидів; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 447 с.
25. Осипова О.П. Об извлекаемости хлорофилла из зелёных растений. Москва: ДАН СССР, 57. № 8, 1947. С. 799—801.
26. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. Биохимические методы в физиологии растений. 1971. С. 154—170.
27. Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В., Белявская Н.А., Недуха Е.М. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях; под ред. Е.Л. Кордюм. Киев: Наукова думка, 2003. 277 с.
28. Таран Н.Ю. Каротиноиды фотосинтетических тканей в условиях засухи. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1999. № 6. С. 414—422.
29. Макрушин М.М., Макрушина Е.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Физиология растений. Винница: Нова книга. 2006. 413 с.
30. Третьяков Н.Н., Карнаухов Т.В., Паничкин Л.А. Практикум по физиологии растений. Москва: Агропромиздат. 1990. 271 с.

<sup>1</sup>Storchous I.,  
<sup>2</sup>Ivaschenko O.

<sup>1</sup>Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,  
e-mail: <sup>1</sup>igor\_storchous@ukr.net,  
<sup>2</sup>herbology@ukr.net

### The effect of different consumption rates of the herbicide Harmony 75, VG on the level of stress in soybean plants

**Goal.** To establish the optimally high efficiency of weed control in soybean crops with a two-time application of the herbicide Harmony 75, VG to relieve stress in crop plants. **Methods.** Field, laboratory, quantitative-weighting, visual, calculation-comparative, mathematical-statistical. **Results.** It was established that a one-time spraying of crops with the herbicide Harmony 75, VG with the maximum consumption rate from the recommended (8.0 g/ha) could be one of the factors that induced stress in soybean plants, delaying the intensity of photosynthesis and partially inhibiting other physiological processes (chlorophyll content a and b 5 days after spraying decreased (0.8 g/dm<sup>2</sup>) compared to the data obtained before spraying (0.9 g/dm<sup>2</sup>)). Research has established that two-time spraying of crops with the herbicide Harmony 75, VG at a rate of 5.0 g/ha, the first — during the phase of the first triple leaf in soybean plants, the second — on the 4<sup>th</sup> day after the first, with observance of the time interval, ensured seedling control weeds and restrained the formation of vegetative mass, the average indicator of which was significantly lower compared to the average indicator established in the plots of the control version of the experiment, and was 15.7% of it. According to the results of the research, the average seed yield was the closest in value to the average yield of soybean seeds, which was obtained in the control plots of crops, where 4 consecutive manual weeding of crops was carried out during the growing season and the segetal vegetation was completely destroyed (3.31 t/ha or 91.2%), recorded on the plots of crops with a two-time treatment of Harmony 75, VG with a rate of consumption of 5.0 g/ha + 200 ml/ha of PAR Trend 90 (the first treatment during the phase of the first triple leaf in soybean plants, the second treatment at 4 — that day after one). **Conclusions.** Two-time spraying with the herbicide Harmony 75, VG, with a rate of consumption of 5.0 g/ha + 200 ml/ha of surfactant Trend 90 (the first time — during the phase of the first triple leaf in soybean plants and the second time — on the 4<sup>th</sup> day after the first) makes it possible to control the emergence of weeds, restrain the formation of vegetative mass, causes reduced stress in crop plants compared to a one-time introduction of the recommended rate, and ensures a higher yield of soybean seeds.

**soybean plants; segetal vegetation; herbicides; cost rate; stress**

Надійшла 17.05.2022 р.