

УДК 581.17:633.16:632.954

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ КАЛІБРУ 75 І БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Грицаєнко З.М., Карпенко В.П.

Уманський державний аграрний університет, 20305, Умань, вул. Інститутська, 1, E-mail: v-biology @ mail. ru

Наведено результати досліджень з вивчення впливу різних норм гербіциду Калібру 75 і його сумішей із Агатом-25К та Агrostимуліном на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого і формування продуктивності посівів. Встановлено, що за дії гербіциду Калібру 75 (40-60 г/га) з біологічно активними речовинами, значно зростає активність антиоксидантних ферментів, підсилюється проходження фізіолого - біохімічних процесів у рослинах, що в свою чергу впливає на формування продуктивності посівів.

Приведены результаты исследований по изучению влияния разных норм гербицида Калибра 75 и его смесей с Агатом -25К и Агrostимулином на физиолого-биохимические процессы в растениях ярового ячменя и формирование продуктивности посевов. Установлено, что при действии гербицида Калибра 75 (40-60 г/га) с биологически активными веществами, значительно возрастает активность антиоксидантных ферментов, усиливается прохождение физиолого - биохимических процессов в растениях, что в свою очередь влияет на формирование продуктивности посевов.

The results of research about influence of different herbicide rates of Kalibr 75 and its mixture with Agat - 25 K and Agrostimulin on physiologic-biochemical processes in spring barley and formation of crop productivity are shown. It is determined that the effect of Kalibr 75 (40 – 60 gm/ha) with biologically active substances increases antioxidant enzymic activity, intensifies physiologic-biochemical processes in plants that influence on formation of crop productivity.

Сучасний інтенсивний розвиток сільськогосподарського виробництва не можна уявити без використання високоефективних хімічних сполук, у тому числі й гербіцидів. З кожним роком асортимент гербіцидів, які рекомендуються для захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів, значно розширюється і зростає. Серед всього розмаїття гербіцидів найбільш перспективними є похідні сульфонілсечовини, які були відкриті у 1975 році.

Низькі норми витрат, селективність, відсутність леткості, швидке розкладання в ґрунті та ін. забезпечили сульфонілсечовинним препаратам потужний прорив в технологіях захисту сільськогосподарських культур від бур'янів [28]. Однак, маючи високий ступінь селективності, сульфонілсечовинні гербіциди не завжди є нейтральними по відношенню до вирощуваних культур. Тому, дослідження впливу даних препаратів на культурні рослини і бур'яни дозволить розробити екологічно безпечні заходи з їх використання в більш широких масштабах.

Гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні швидко проникати в рослини, де вони піддаються метаболічній трансформації (детоксикації). Значну роль в цих процесах відіграють ферментативні системи. Так, детоксикація похідних сульфонілсечовини відбувається у результаті взаємодії з цитохром P_{450} залежними монооксигеназами, які є не тільки конституційними, але й спроможними до індукції з ферментами, активність яких може посилюватись [18].

Серед однієї з причин, яка зумовлює зміну активності ферментів під дією сульфонілсечовинних гербіцидів, вчені називають продукування активних форм кисню (АФК), які утворюються в результаті діяльності P_{450} – монооксигеназної системи [35]. Для ліквідації АФК (1O_2 – синглетний кисень, $O_2^{\cdot -}$ – супер-оксид аніон радикал, H_2O_2 – перекис водню і $HO^{\cdot}$ – гідроксил радикал) у рослині функціонують специфічні ферментні системи (пероксидаза, каталаза, супероксиддисмутаза, аскорбатоксидаза, глутатіонпероксидаза, глутатіон – S – трансфераза і ін.) та системи антиоксидантів (аскорбінова кислота, глутатіон, токофероли, різні види флаваноїдів). Ці регуляторні системи забезпечують механізми антиоксидантного захисту рослин [12].

Зміни в активності антиоксидантних ферментів у відповідь на продукування АФК вчені спостерігали за дії іонів свинцю, селену та кадмію [3;11], натрій хлоридного засолення [27], під впливом несприятливих факторів довкілля [29], патогенів [5]. Щодо зміни активності ферментів за дії гербіцидів у літературі зустрічається обмежена кількість публікацій. Так, дослідженнями В.Ф.Ладоніна, Н.Б.Проніної [13,14] встановлено, що першою реакцією на дію

гербіцидів є зміна активності пероксидазної системи, яка, очевидно, приймає участь в детоксикації шкідливих для рослини продуктів обміну. Аналогічне припущення висувають і інші вчені [1].

Крім пероксидази, важливу роль у детоксикації продуктів метаболізму гербіцидів у рослинах науковці відводять каталазі, активність якої за дії гербіцидів може підвищуватись або знижуватись [7;8;34;37].

Як свідчать інші літературні джерела [19;36], висока активність мультиферментних систем (супероксиддисмутази, аскорбатпероксидази, глутатіонредуктази та ін.) забезпечує детоксикацію АФК і тим самим визначає чутливість рослин до дії гербіцидів, зокрема Параквату, механізм дії якого ґрунтується на утворенні в рослинах супероксидних радикалів.

В останній час увагу вчених все більше привертає питання вивчення механізмів підвищення антиоксидантного захисту рослин. З цією метою пропонується застосовувати регулятори росту рослин [2], препарати мікробіологічного походження [16] та інші як синтетичні, так і природні сполуки. Встановлено, що екзогенні антиоксиданти підвищують стійкість рослин до стресів біотичної і абіотичної природи шляхом активізації антиоксидантного захисту рослин до окисного стресу та інших ефектів, пов'язаних із генерацією АФК [15]. Так, за даними С.П.Пономаренка [21], вітчизняні регулятори росту рослин (Емістим С, Агrostимулін, Зеастимулін та ін.) мають високу антистресову і протекторну активність, яка обумовлена їх дією на відповідні ферменти.

Підсумовуючи літературний матеріал можна відмітити, що реакція антиоксидантних ферментних систем у рослинах на застосування різних видів гербіцидів і біологічно активних речовин (регулятори росту рослин, мікробіологічні та ін. препарати) вивчалась розрізнено, у той же час питання сумісної дії даних препаратів (у бакових сумішах) на активність ферментів у рослинах є практично не вивченим. З огляду на це, завданням наших досліджень було вивчити дію різних норм гербіциду Калібру 75 (похідні сульфонілсечовини), внесених без біологічно активних речовин і в бакових

сумішах із АГАТ-25К та Агростимуліном на активність ферментів (каталаза, пероксидаза, аскорбатоксидаза, поліфенолоксидаза), фізіолого-біохімічні показники (біомаса рослин, площа листового апарату, вміст хлорофілу) і продуктивність посівів ячменю ярого.

Методика

Об'єктами досліджень були рослини ячменю ярого (*Hordeum distichum*) сорту Соборний, гербіцид Калібр 75, в.г. (д.р. – тифенсульфурон-метил, 500 г/кг + трибенурон-метил, 250 г/кг), біопрепарат АГАТ-25К (д.р. – інактивовані бактерії *Pseudomonas aureofaciens* H16 – 2 % і біологічно активні речовини культуральної рідини – 38 %), регулятор росту рослин Агростимулін (д.р. – N - оксид-2,6-диметилпіридин + Емістим С (композиція біологічно активних речовин, одержана шляхом культивування грибів – ендоефітів *Cylindocarpon magnesianum* (IMBF -10004) на синтетичних живильних середовищах) [20;22].

Польові досліді проводили в умовах дослідного поля Уманського ДАУ в сівозміні кафедри біології впродовж 2006–2008 рр. Попередником ячменю ярого була кукурудза на силос. Закладання дослідів виконували в триразовому повторенні рендомізованим методом згідно схеми: без застосування препаратів (контроль I), ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II), АГАТ-25К – 20 мл/га, Агростимулін – 10 мл/га, Калібр 75 у нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га без і сумісно з біологічно активними речовинами (АГАТ-25К, Агростимулін). Внесення препаратів проводили у фазу повного кушіння ячменю ярого з використанням обприскувача ОГН – 600. Витрата робочого розчину – 300 л/га.

Аналізи виконували в лабораторних умовах у відібраних зразках рослин польових дослідів у відповідні фази їх росту і розвитку. Активність ферментів – каталази (КФ.1.11.1.6), пероксидази (КФ. 1.11.1.7), аскорбатоксидази (КФ. 1.10.3.3), поліфенолоксидази (КФ. 1.14.18.1) визначали на початку виходу в трубку і виколошування рослин ячменю за методикою Х.М.Починка [23], наземну біомасу рослин – зважуванням, площу листків – методом висічок [6], суму хлорофілів а+в – у 100 % ацетоні з використанням спектрофотометра

„СРЕСОРD – 2000” за методикою, описаною В.Ф.Гавриленко і Т.В.Жигаловою [4], урожай збирали поділянково суцільним способом комбайном Сампо – 500 і з наступним перерахунком на стандартну вологість та гектарну площу.

Результати та обговорення

Серед ферментів, що входять до складу антиоксидантної системи рослин, велике значення відводиться каталазі і пероксидазі, які відновлюють токсичний для рослин перекис водню до води. Крім того, пероксидази приймають безпосередню участь в синтезі суберину і лігніну, а каталаза – у формуванні порфіринвмісних сполук, у тому числі й хлорофілу [9].

Одержані нами дані свідчать, що гербіцид Калібр 75, внесений у різних нормах як роздільно, так і в бакових сумішах з Агатом-25К і Агросимуліном, сприяв зростанню активності антиоксидантних ферментів – каталази і пероксидази (табл. 1). Так, за дії гербіциду Калібру 75 в нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га активність каталази в листках ячменю ярого на початку виходу в трубку в порівнянні до контролю I підвищувалась відповідно на 24,1; 31,5; 40,3; 48,1 і 28,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 25,6; 27,5; 47,4; 60,6 і 57,5 мкМоль розкладеного гваяколу відповідно до норм препарату і контролю I. При застосуванні гербіциду Калібру 75 в тих же нормах, але в бакових сумішах з Агатом–25К і Агросимуліном активність каталази на 5,0; 8,7; 12,0; 11,0 і 10,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 6,9; 18,1; 14,0; 14,9 і 3,1 мкМоль розкладеного гваяколу перевищувала відповідні показники у варіантах, де гербіцид вносився без біологічно активних речовин.

З одержаних даних видно, що поєднання застосування гербіциду з біологічно активними речовинами зумовлює суттєве підвищення активності каталази і пероксидази, що може свідчити про підвищення рівня детоксикаційних процесів у рослинному організмі, направлених на ліквідацію шкідливих для рослини продуктів метаболізму, індукованих впливом гербіциду (зокрема H_2O_2).

Підвищення активності каталази і пероксидази було відмічене нами також у варіантах з ручними прополюваннями впродовж вегетаційного періоду

(контроль II), АГАТ-25К 20 мл/га та Агростимулін 10 мл/га, що в порівнянні до контролю I складало 10,1; 14,3 і 20,0 мкМоль розкладеного H_2O_2 та 12,8; 17,7 і 22,4 мкМоль розкладеного гваяколу.

Таблиця 1. *Активність антиоксидантних ферментів у листках ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Калібру 75 і його сумішей із біопрепаратом АГАТ-25К та регулятором росту рослин Агростимуліном (початок виходу в трубку, 2008 р.)*

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирої маси за 1 хв	Пероксидаза, мкМоль окисленого гваяколу/г сирої маси за 1 хв	Аскорба- токсидаза, мкМоль окисленої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв	Поліфено- оксидаза, мкМоль окисленої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв
Без застосування препаратів (контроль I)	81,2	82,7	10,1	16,7
Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II)	91,3	95,5	11,0	17,0
АГАТ-25К 20 мл/га	95,5	100,4	10,8	17,9
Агростимулін 10 мл/га	101,2	105,1	10,2	18,5
Калібр 75 30 г/га	105,3	108,3	11,2	18,9
Калібр 75 40 г/га	112,7	110,2	12,1	20,8
Калібр 75 50 г/га	121,5	130,1	15,4	21,7
Калібр 75 60 г/га	129,3	143,3	17,3	23,3
Калібр 75 70 г/га	110,1	140,2	14,2	23,0
Калібр 75 30 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	110,3	115,2	13,5	19,4
Калібр 75 40 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	121,4	128,3	14,7	22,1
Калібр 75 50 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	133,5	144,1	18,1	23,3
Калібр 75 60 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	140,3	158,2	20,3	25,4
Калібр 75 70 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	120,3	143,3	16,4	25,0
НІР ₀₅	8,4	11,3	2,1	2,8

Очевидно, підвищення активності ферментів у контролі II, є наслідком покращення умов росту й розвитку ячменю ярого, які створюються за відсутності конкуренції з боку бур'янів за світло, вологу й поживні речовини, що в цілому підвищує активність обмінних процесів, невід'ємною складовою яких є ферменти. У той же час підвищення активності каталази і пероксидази у варіантах з Агатом-25К і Агростимуліном може свідчити про пряму дію цих біологічно активних речовин на стан антиоксидантних систем, які активізуються у відповідь на АФК, що утворюються в результаті інтенсифікації під впливом препаратів обмінних процесів.

Важливу роль в житті рослин відіграє фермент аскорбатоксидаза, який на думку Б.А.Рубіна, М.Є.Ладигіної [24], приймає активну участь в диханні хлоропластів. Крім того, аскорбатоксидаза каталізує окислення аскорбінової кислоти і синтезується у відповідь на високий її вміст. Ріст і розвиток рослин не можливий без активної аскорбатоксидази і високого вмісту відновленої аскорбінової кислоти [32]. В наших дослідженнях аскорбатоксидаза мала високу активність, особливо у варіантах, де Калібр 75 у нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га застосовували сумісно з Агатом–25К і Агростимуліном, зокрема, по відношенню до контролю I активність фермента зростала в 1,3; 1,5; 1,8; 2,0 і 1,6 рази, що, очевидно, є наслідком адаптації рослин до дії досліджуваних препаратів, в основі якої лежить синтез і перетворення аскорбату [10].

Висока активність була характерною і для ферменту поліфенолоксидази. Так, за використання Калібру 75 в нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га активність поліфенолоксидази в порівнянні до контролю I збільшувалась у 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 і 1,4 рази, а при використанні тих же норм препарату в бакових сумішах із біологічно активними речовинами – у 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 і 1,5 рази. Підвищена активність поліфенолоксидази може вказувати на зростання процесів розпаду фенольних сполук, які утворюються в рослинах під впливом сульфонілсечовинних препаратів [17].

При дослідженні активності ферментів у фазу вичолошування рослин ячменю, нами відмічено зниження їх активності у порівнянні до показників, одержаних на початку виходу рослин у трубку (табл.2).

Таблиця 2. *Активність антиоксидантних ферментів у листках ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Калібр 75 і його сумішей із біопрепаратами АГАТ-25К та регулятором росту рослин Агростимуліном (фаза вичолошування, 2008р.)*

Варіант дослідів	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирої маси за 1 хв	Пероксидаза, мкМоль окисленого гваяколу/г сирої маси за 1 хв	Аскорба- токсидаза, мкМоль окисленої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв	Поліфено- оксидаза, мкМоль окисленої аскорбінової кислоти/г сирої маси за 1 хв
Без застосування препаратів (контроль I)	89,5	101,8	7,9	15,1
Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II)	90,6	102,5	8,1	16,6
АГАТ-25К 20 мл/га	94,7	103,4	8,3	16,0
Агростимулін 10 мл/га	98,7	104,5	8,8	17,1
Калібр 75 30 г/га	100,3	106,1	9,1	16,2
Калібр 75 40 г/га	108,4	109,3	10,3	18,1
Калібр 75 50 г/га	117,8	115,4	12,1	20,3
Калібр 75 60 г/га	121,5	128,4	14,1	21,4
Калібр 75 70 г/га	123,3	133,4	15,5	22,3
Калібр 75 30 г/га + АГАТ- 25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	95,5	105,2	8,7	15,3
Калібр 75 40 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	101,2	108,1	9,0	16,9
Калібр 75 50 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	109,3	110,3	10,3	18,1
Калібр 75 60 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	114,1	115,1	12,1	19,0
Калібр 75 70 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	118,4	120,7	13,8	19,3
НІР ₀₅	6,1	4,5	1,8	2,0

Особливо суттєвим це зниження було у варіантах дослідів, де Калібр 75 вносився у бакових сумішах із біологічно активними речовинами, що, можливо,

узгоджується зі стабілізацією детоксикаційних процесів у рослинах, пов'язаних із ліквідацією шкідливих продуктів обміну, в тому числі і АФК.

У той же час активність ферментів каталази і пероксидази в контролі I, у порівнянні з показниками попереднього визначення, зростає (особливо це прослідковувалось по пероксидазі), що вказує на прояв конкурентних взаємовідносин між рослинами ячменю і бур'янами.

Високу активність досліджувані ферменти проявили у фазу виколювання за норми внесення Калібру 75 70 г/га як роздільно, так і в бакових сумішах із біологічно активними речовинами. Так, активність всіх ферментів у варіантах Калібр 75 70 г/га, Калібр 75 70 г/га + АГАТ-25К + Агростимулін перевищувала відповідні показники при нормах внесення Калібр 75 30 – 60 г/га без і сумісно з біологічно активними речовинами

З метою з'ясування, яка з норм гербіциду та його композицій із біологічними препаратами найбільш позитивно впливала на рослини ярого ячменю, нами було проведено вивчення таких фізіолого-біохімічних показників, як формування наземної біомаси рослин, площі листкового апарату і вмісту в листках хлорофілу (табл. 3). Встановлено, що у фазу виколювання біомаса рослин ячменю ярого при застосуванні гербіциду Калібру 75 (30 – 70 г/га) була меншою, ніж в контролі II (ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду), що, очевидно, може свідчити про певний фітотоксичний вплив гербіциду на рослини. При цьому збільшення норм внесення Калібру 75 з 30 до 50 г/га зумовлювало зростання біомаси рослин ячменю ярого (в порівнянні з контролем I), що пов'язано із збільшенням кількості знищених бур'янів у посівах. У той же час, подальше збільшення норм внесення Калібру 75 до 60 і 70 г/га призводило до зменшення біомаси ячменю ярого, особливо в порівнянні до норми внесення Калібру 75 50 г/га, що, можливо, обумовлено посиленням фітотоксичної дії гербіциду на рослини ячменю ярого за цих норм використання препарату.

Внесення Калібру 75 в сумішах із Агростимуліном і Агатом – 25К забезпечило зменшення негативного впливу гербіциду на культуру. Так, у

Таблиця 3. Вплив різних норм гербіциду Калібру 75 і його сумішей із біопрепаратом АГАТ-25К та регулятором росту рослин Агростимуліном на формування наземної біомаси, площі асиміляційної поверхні і вмісту хлорофілу в рослинах ячменю ярого (фаза вичолошування, 2006–2008 рр.)

Варіант досліду	Біомаса, г/рослину	% до конт- ролю I	Площа листків, см ² /роsl- ину	% до конт- ролю I	Сума хлоро- філів а+в, мг/г сирої маси	% до конт- ролю I
Без застосування препаратів (контроль I)	4,58	100	70,3	100	1,55	100
Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II)	7,73	168,8	113,2	161,0	2,61	168,4
АГАТ-25К 20 мл/га	5,32	116,2	85,5	121,6	1,83	118,1
Агростимулін 10 мл/га	5,81	126,9	91,3	129,9	1,94	125,2
Калібр 75 30 г/га	5,43	118,6	87,7	124,8	1,86	120,0
Калібр 75 40 г/га	6,32	138,0	95,5	135,9	1,98	127,8
Калібр 75 50 г/га	7,21	157,4	108,3	154,1	2,33	150,3
Калібр 75 60 г/га	6,78	148,0	100,2	142,5	2,10	135,5
Калібр 75 70 г/га	5,63	122,9	85,5	121,6	2,0	129,0
Калібр 75 30 г/га + АГАТ- 25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	6,81	148,7	101,4	144,2	2,12	136,8
Калібр 75 40 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	7,83	171,0	110,8	157,6	2,53	163,2
Калібр 75 50 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	7,75	169,2	109,3	155,5	2,41	155,5
Калібр 75 60 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	7,31	159,6	105,2	149,6	2,25	145,2
Калібр 75 70 г/га + АГАТ-25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	5,98	130,6	90,4	128,6	2,10	135,5
<i>НІР</i> ₀₅	1,3		9,4		0,20	

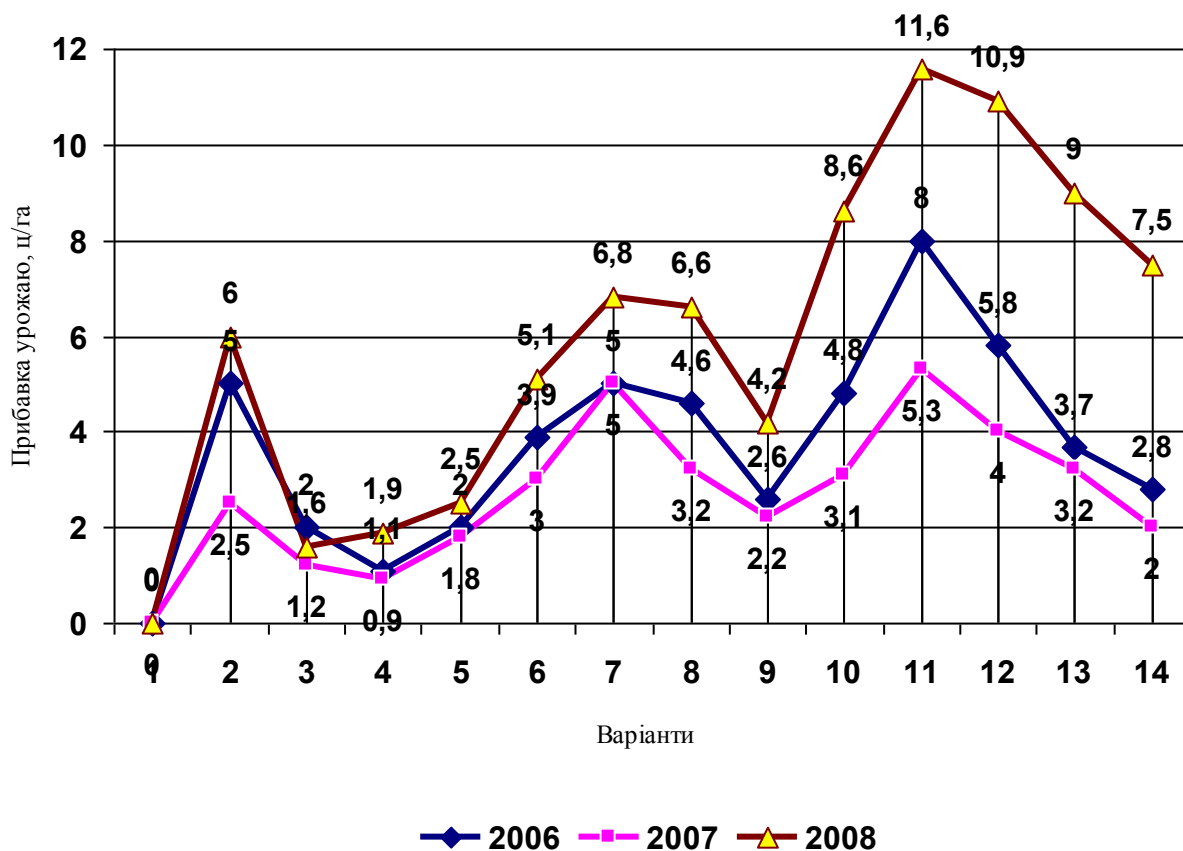
варіантах досліду, де Калібр 75 вносився у нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га сумісно з Агатом-25К і Агростимуліном біомаса рослин ячменю ярого по

відношенню до контролю I зростала відповідно до норм препарату на 2,23; 3,25; 3,17; 2,73 і 1,40 г, площа листків – на 31,1; 40,5; 39,0; 34,9 і 20,1 см². Зокрема, у варіантах Калібр 75 40 і 50 г/га + Агростимулін + Агат – 25К біомаса рослин була рівною та дещо перевищувала відповідний показник у контролі II, що дає підставу стверджувати про зниження фітотоксичного впливу даних норм препаратів на рослини ячменю ярого за внесення їх у сумішах із біологічно – активними речовинами. Крім того, збільшення біомаси і площі листового апарату ячменю ярого, очевидно, пов'язане з рістстимулюючими властивостями Агростимуліну, під впливом якого підвищується проникність клітинних мембран, підсилюється синтез білків і мітотична активність рослин [31] та із захисними властивостями біопрепарату АГАТ-25К, який пригнічує розвиток збудників хвороб і продовжує функціональну активність листового апарату [25].

Важливим показником, який відображає потужність розвитку фотосинтетичного апарату, є вміст хлорофілу [30]. Як встановлено нашими дослідженнями, найвищий вміст хлорофілу в листках ячменю ярого було відмічено у варіантах із застосуванням Калібру 75 в бакових сумішах із біологічними препаратами. Ці дані підтверджують припущення про те, що за дії регуляторів росту затримується руйнування хлорофілів і білків, що в свою чергу, продовжує життєдіяльність листового апарату в онтогенезі [26]. Позитивний вплив на вміст хлорофілу в листках ячменю ярого за дії в посівах бакових сумішей гербіцидів і регуляторів росту рослин відмічали й інші вчені [33].

Залежно від впливу досліджуваних препаратів на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та погодніх умов в роки проведення досліджень, у варіантах досліду формувалась різна продуктивність посівів ячменю ярого (рис. 1). Так, найвищу прибавку зерна було одержано у варіанті Калібр 75 в нормі 40 г/га сумісно з біопрепаратом АГАТ-25К і Агростимуліном у 2008 р., що складало по відношенню до контролю I 11,6 ц/га, дещо меншу у 2006 р. – 8,0 ц/га і найменшу в 2007 р. – 5,3 ц/га. Одержані дані узгоджуються з

показниками, одержаними за дії бакової суміші гербіциду Калібр 75 в нормі 40 г/га сумісно з біологічно активними речовинами на проходження основних



НІР₀₅ 2,11 ц/га(2006р.), 2,98 ц/га(2007р.), 1,95 ц/га(2008р.)

Рис.1 Прибавка врожаю зерна ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Калібру 75 і його бакових сумішей із біопрепаратом АГАТ – 25К та регулятором росту рослин Агростимуліном:

1. Без застосування препаратів (контроль І);
2. Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль ІІ);
3. Агат–25 К 20 мл/га;
4. Агростимулін 10 мл/га;
5. Калібр 75 30 г/га;
6. Калібр 75 40 г/га;
7. Калібр 75 50 г/га;
8. Калібр 75 60 г/га;
9. Калібр 75 70 г/га;
10. Калібр 75 30 г/га + Агат–25 К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га;
11. Калібр 75 40 г/га + Агат–25 К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га;
12. Калібр 75 50 г/га + Агат–25 К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га;
13. Калібр 75 60 г/га + Агат–25 К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га;
14. Калібр 75 70 г/га + Агат–25 К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га.

фізіолого-біохімічних процесів у рослинах ячменю ярого, які забезпечували зростання стійкості рослинного організму до стресових факторів та підвищували конкурентну здатність культури до бур'янів.

Таким чином, експериментальний матеріал дає підставу зробити висновки: гербіцид Калібр 75, внесений у нормах 30 – 70 г/га, суттєво впливає на проходження основних фізіолого–біохімічних процесів у рослинах ячменю ярого; найбільша активізація антиоксидантних процесів відбувається за сумісної дії гербіциду із біологічно активними речовинами, що свідчить про підсилення проходження в рослинах обмінних процесів, направлених на детоксикацію продуктів метаболізму, індукованих впливом ксенобіотика; найбільша наземна біомаса, площа литкового апарату та найвищий вміст хлорофілу в листках ячменю ярого формуються за дії в посівах гербіциду Калібру 75 в нормі 40 г/га у баковій суміші із біопрепаратом АГАТ-25К і регулятором росту рослин Агросимуліном, при яких забезпечуються найвищі прибавки врожаю.

Список літератури

1. Богданова Н. Е., Козина Е. И. Влияние диамета Д и 2М-4Х на окислительные ферменты некоторых клеточных структур пшеницы и мари белой // Химизация и защита растений. – Новосибирск, 1979. – С. 68 – 76.
2. Вержук В. Г., Мурашев С. В., Бурмистров Л. А. Усиление защитных свойств растений с использованием нового регулятора роста // Межд. конференция «Современная физиология растений от молекулы до экосистем»: материалы докладов, 18 – 24 июня 2007 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия. – Сыктывкар, 2007. – Ч.2. – С. 63 – 64.
3. Воробець Н. М., Пацула О.І. Функціонування ферментів глутатіонового циклу в насінні квасолі при проростанні за дії іонів свинцю та селену в різних концентраціях // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – **34**, № 4. – С. 326-331.
4. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. – М. : «Academia», 2003. – С. 46 – 57.
5. Граскова И. А., Владимирова С. В., Рихванов Е. Г., Войников В.К. Зависимость активности пероксидазы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили от вирулентности штаммов бактерий и степени устойчивости растений / // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – **35**, № 1. – С. 35 – 42.
6. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних досліджень рослин і ґрунтів. – К.: ЗАТ „Нічлава”, 2003. – С.17 – 19.

7. Грицаєнко З.М., Карпенко В.П. Активність окисно – відновних ферментів в рослинах ярого ячменю з підсівом і без підсіву конюшини при дії гербіцидів // Зб. наук. праць Уманської СГА. – Умань, 1998. – С. 87 – 89.
8. Грицаєнко З.М., Макаринський О.Ю. Реакція антиоксидантних ферментних систем рослин гороху на застосування гербіцидів і регуляторів росту // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2003. – С. 36 – 39.
9. Капустян А. В., Жук И. В. Реакция антиоксидантных систем пшеницы на высокотемпературный стресс // Межд. конференция «Современная физиология растений от молекулы до экосистем»: материалы докладов, 18 – 24 июня 2007 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия. – Сыктывкар, 2007. – Ч.2. – С. 171 – 172.
10. Карпенко В. П. Вміст аскорбінової кислоти й активність аскорбатоксидази в листках ячменю ярого за дії суміші гербіцидів // Збірник наукових праць Уманського ДАУ. – Умань, 2007. – Вип. 64. – С. 14 –20.
11. Корзюк О. В. Изменения активности антиоксидантной системы злаковых культур при воздействии ионов кадмия // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: мат. V межд. науч. конф., г. Минск, 28 – 30 ноября 2007. – Минск : Право и экономика, 2007. – С. 108.
12. Коцюбинська Н.П. Загальні механізми адаптації рослин до негативних чинників різного походження // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т. 2. – С. 60 – 66.
13. Ладонин В. Ф., Пронина Н. Б. Влияние каталазы на активность пероксидазы из листьев ячменя и гороха, обработанных 2,4 – Д // Химия в сельском хозяйстве. – 1976. – № 10. – С. 55-57.
14. Ладонин В.Ф., Пронина Н. Б. Влияние 2,4-Д на оксидазную и пероксидазную активность в листьях ячменя и гороха // Физиология и биохимия культурных растений – 1977. – Т.9. – Вып. 3. – С. 249 – 253.
15. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия не благоприятных факторов среды на растительный организм // Межд. конференция «Современная физиология растений от молекулы до экосистем»: материалы докладов, 18 – 24 июня 2007 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия. – Сыктывкар, 2007. – Ч.2. – С. 239-240.
16. Луценко Э. К., Марушко Е. А. Индуцированные Агатам-25К цитофизиологические изменения у проростков ржи в условиях засоления // Межд. конференция «Современная физиология растений от молекулы до экосистем»: материалы докладов, 18 – 24 июня 2007 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия. – Сыктывкар, 2007. – Ч.2. – С. 243 – 244.

17. Макеева – Гурьянова Л. Т., Спиридонов Ю. Я., Шестаков В. Г. Сульфонилмочевины – новые перспективные гербициды. – М., 1989. – 49 с.
18. Мережинський Ю.Г. Мордерер Є.Ю. Сучасні досягнення та перспективи розвитку досліджень по проблемі фізіології дії гербіцидів // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т.1. – С. 345 – 361.
19. Мерзляк М. Н. Активированный кислород и жизнедеятельность растений // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 9. – С. 20 – 26.
20. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні. – К. : Юні вест Медіа, 2008. – 447 с.
21. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений на основе N – оксидов производных пиридина (физико-химические свойства и биологическая активность). – Київ : Техніка, 1999. – 272 с.
22. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т.1. – С. 375-378.
23. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. – К. : Наукова думка, 1976. – С. 165 – 178.
24. Рубин Б. А., Ладыгина М. Е. Физиология и биохимия дыхания растений. – М. : Изд – во Моск. ун – та., 1974. – 512 с.
25. Савченко Г. І., Кузьмич М. К., Кирилюк В. П., Щербина О. З. Високоєфективний біофунгіцид // Захист рослин. – 2003. – № 11. – С. 18 – 20.
26. Сакало В. Д., Пономаренко С. П., Курчий В. М. Регуляція емистимом С і бетастимулином метаболізму сахарози і продуктивності сахарної свеклы // Агрохімія. – 2001. – № 10. – С. 49 – 55.
27. Стороженко В. О., Шадчина Т. М. Активність супероксиддисмутази в хлоропластах листків ярої пшениці за умов натрійхлоридного засолення ґрунту // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – **36**, № 4. – С. 315 – 319.
28. Сульфонилмочевины в России (информация) // Защита и карантин растений. – 2004. – № 2. – С. 42.
29. Таран Н. Ю., Оканенко О. А., Бацмасова Л. М., Мусієнко М.М. Вторинний оксидний стрес як елемент загальної адаптивності відповіді рослин на дію несприятливих факторів довкілля // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – **36**, № 1. – С. 3 – 14.

30. Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений. – 1980. – 27. – Вып. 2. – С.341 – 347.
31. Терек О. І. Розвиток вчення про ріст рослин у Львівському національному університеті імені Івана Франка // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – С. 405 – 411.
32. Чупахина Г. Н. Система аскорбиновой кислоты растений. – Калининград, 1997. – 120 с.
33. Ямалеева А. А., Ташков Р. Ф., Ямалеев А. М., Сакаева А. Г. Физиолого-биохимические исследования растений ячменя и пшеницы при гербицидном стрессе // Вестник РАСХН. – 2004. – № 3. – С. 40 – 42.
34. Declaire M. M., Honorez Y. P., Van Rocy G.V. Activite des peroxydase, catalase et glycolate oxydase apres traitement avec divers herbicides // Weed Res. – 1982. – 22, № 2. – P. 85-88.
35. Foyer C.H., Theodoulou F. L., Delrot S. The function of inter and intracellular glutathione transport systems in plants // Trends in plant Science. – 2001. – Vol. 6 (10). – P. 486 – 492.
36. Shaaltiel Y., Gressel J. Multienzyme oxygen radical detoxifying system correlated with paraguat resistance in Conyza bonariensis // Pestic. Biochem and physiol. – 1986. – 26, № 1. – P. 22-28.
37. Srinivasan P.S., Sakharam Rao Effect of dowpon on certain enzyme activites in cynodon dactylon pers // Indian J. Agr. Chem. - 1975. – 8, № 1-2. – P. 117 – 120.