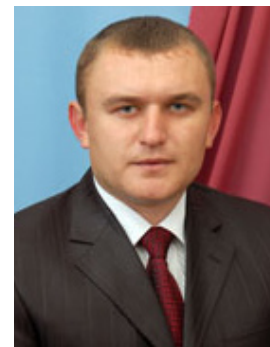




В. П. Карпенко
доктор с.-г. наук, професор,
проректор з наукової
та інноваційної діяльності
Уманського національного
університету садівництва
v-biology@mail.ru

УДК 581.17:633.16:632.954



Р. М. Прутуляк
кандидат с.-г. наук,
доцент кафедри біології
Уманського національного
університету садівництва

ФІЗИОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Анотація. Досліджено вплив різних норм гербіциду Калібр 75 і його сумішей із Агатом-25К та Агростимуліном на перебіг фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого. Встановлено, що за дії гербіциду Калібр 75 (40–60 г/га) з біологічними препаратами у рослинах ячменю значно зростає активність антиоксидантних ферментів та підсилюється проходження фізіолого-біохімічних процесів. У цілому це сприяє активізації проходження у рослинах обмінних процесів, направлених на детоксикацію продуктів метаболізму, індукованих впливом ксенобіотика. Найбільша надземна біомаса, площа листового апарату та найвищий вміст хлорофілу в листках ячменю ярого формуються за дії в посівах гербіциду Калібр 75 у нормі 40 г/га у баковій суміші із біопрепаратом Агат-25К і регулятором росту рослин Агростимулін, при яких забезпечуються найвищі прибавки врожаю.

Ключові слова: фізіологічні зміни, гербіцид, біологічні препарати, ячмінь ярий.

В. П. Карпенко

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности Уманского национального университета садоводства

Р. Н. Прутуляк

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии Уманского национального университета садоводства

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РАСТЕНИЯХ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ПРИ ДЕЙСТВИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. Исследовано влияние разных норм гербицида Калибр 75 и его смесей с Агатом-25К и Агростимулином нахождение физиологических процессов в растениях ячменя ярового. Установлено, что за действия гербицида Калибр 75 (40–60 г/га) с биологическими препаратами, значительно возрастает активность антиоксидантных ферментов и усиливается прохождение физиолого-биохимических процессов. В целом это способствует активизации обменных процессов, направленных на детоксикацию продуктов метаболизма, индуцируемых влиянием ксенобиотика. Наибольшая наземная биомасса, площадь листового аппарата и наивысшее содержание хлорофилла в листьях ячменя ярового формируются при действии в посевах гербицида Калибр 75 в норме 40 г/га в баковой смеси с биопрепаратом Агат-25К и регулятором роста растений Агростимулин, при которых обеспечиваются наивысшие прибавки урожая.

Ключевые слова: физиологические изменения, гербицид, регуляторы биологические препараты, ячмень яровой.

V. Karpenko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation Activity Uman National University of Horticulture

R. Prytulyak

PhD in Agriculture, Associate Professor of Department of Biology of Uman National University of Horticulture

PHYSIOLOGICAL CHANGES IN PLANTS OF SPRING BARLEY UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Abstract. The influence of different norms of herbicide Kalibr 75 and its mixtures with Agat-25K and Agrostymulin on the physiological processes course in the plants of spring barley is investigated. It is determined that under the herbicide Kalibr 75 (40–60 g/ha) with biological preparations, the activity of antioxidant enzymes in the plants of spring barley considerably increases and flowing of physiological-biochemical processes amplifies. On the whole it contributes to activation of exchange processes passing in the plants, directed on detoxication of products of metabolism induced by the influence of xenobiotic. The highest top biomass, area of leaf apparatus and the biggest content of chlorophyll, in the leaves of spring barley are formed in sowings under the action of herbicide Kalibr 75 in the norm 40 g/ha in tank mixture with biopreparation Agat-25K and plant growth regulator Agrostymulin, under which the highest increases in yield are provided.

Keywords: physiological changes, herbicide, biological preparations, spring barley.

Постановка проблеми. 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 гербіци-

дів найперспективнішими є похідні сульфонілсечовини. Низькі норми витрат, селективність, відсутність леткості, швидке розкладання в ґрунті та ін. забезпечили сульфонілсечовинним препаратом потужний прорив у технологіях захисту сільськогосподарських культур від бур'янів. Однак, маючи високий ступінь селективності, сульфонілсечовинні гербіциди не завжди є нейтральними у відно-

шенні до вирощуваних культур. Тому дослідження впливу даних препаратів на культурні рослини і бур'яни дозволять розробити екологічно безпечні заходи з їх використання у ширших масштабах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні швидко проникати у рослини, де вони піддаються метаболічній трансформації. Значну роль у цих процесах відіграють ферментативні системи. Так, детоксикація похідних сульфонілсечовини відбувається в результаті взаємодії з цитохром Р450 – залежними монооксигеназами, які є не тільки конституційними, але й спровокованими до індукції ферментами, активність яких може посилюватись [1].

Серед причин, що зумовлюють зміну активності ферментів під дією сульфонілсечовинних гербіцидів, учені називають продукування активних форм кисню (АФК), які утворюються в результаті діяльності Р₄₅₀-монооксигеназної системи [2]. Для ліквідації АФК ($^1\text{O}_2$ – синглетний кисень, $\text{O}_2^{\cdot-}$ – супер-оксид аніон радикал, H_2O_2 – перекис водню і HO^{\cdot} – гідроксил радикал) у рослині функціонують специфічні ферментні системи (пероксидази, каталаза, супероксиддисмутаза, аскорбатоксидаза, глутатіон – S – трансфераза і ін.) та системи антиоксидантів (аскорбінова кислота, глутатіон, токоферолі, різні види флаваноїдів). Ці регуляторні системи забезпечують механізми антиоксидантного захисту рослин.

Зміни в активності антиоксидантних ферментів у відповідь на продукування АФК вчені спостерігали за дії важких металів, несприятливих чинників навколишнього природного середовища тощо [3, 4]. Щодо зміни активності ферментів за дії гербіцидів у літературі зустрічається обмежена кількість публікацій. Так, дослідженнями В. Ф. Ладоніна і Н. Б. Проніної [5] встановлено, що першою реакцією на дію гербіцидів є зміна активності пероксидазної системи, яка, очевидно, бере участь у детоксикації шкідливих для рослини продуктів обміну. Аналогічне припущення висувують й інші вчені [6].

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

Як свідчать інші літературні джерела [8], 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.

Нині увагу вчених все більше привертає питання вивчення механізмів підвищення антиоксидантного захисту рослин. З цієї метою пропонується застосовувати регулятори росту рослин, препарати мікробіологічного походження та інші як синтетичні, так і природні сполуки. Встановлено, що екзогенні антиоксиданти підвищують стійкість рослин до стресів біотичної і абіотичної природи активізацією антиоксидантного захисту рослин до окисного стресу та інших ефектів, пов'язаних із генерацією АФК [9]. Так, за даними С. П. Пономаренка [10], вітчизняні регулятори росту рослин (Емістим С, Агростимулін, Зеастимулін та ін.) мають високу антистресову і протекторну активність, яка обумовлена їх дією на відповідні ферменти.

Підсумовуючи літературний матеріал, можна зазначити, що реакція антиоксидантних ферментних систем у рослинах на застосування різних видів гербіцидів і біологічних препаратів (регулятори росту рослин, мікробіологічні й ін.) вивчалась розрізнено, у той же час питання сумісної їх дії на активність ферментів у рослинах є практично не вивченим.

Мета статті – з'ясування дії різних норм гербіциду Калібр 75 (похідні сульфонілсечовини), внесених окремо і в бакових сумішах із Агатом-25К та Агростимуліном, на активність ферментів (каталаза, пероксидаза, аскорбатоксидаза, поліфенолоксидаза), фізіологічні показ-

ники (біомаса рослин, площа листового апарату, вміст хлорофілу) і продуктивність посівів ячменю ярого.

Методика дослідження. 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 культивуванням грибів – ендоефітів *Cylindocarpon magnesianum* (IMBF -10004) на синтетичних живильних середовищах).

Польові досліди проводили в умовах дослідного поля Уманського НУС в сівозміні кафедри біології. 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 Агат-25К і Агростимуліном. Внесення препаратів виконували у фазу повного кушіння ячменю ярого.

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 рослин у трубку і виколювання за методикою Х. М. Починка [11], наземну біомасу рослин – зважуванням, площу листків – за допомогою висічок [12], суму хлорофілів а+в – у 100 % ацетоні з використанням спектрофотометра „СРЕCORD-2000” за методикою, описаною В. Ф. Гавриленко і Т. В. Жигаловою [13], урожай збирали подільянок суцільним способом комбайном Сампо – 500 із наступним перерахунком на стандартну вологість та гектарну площу.

Основні результати дослідження. 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 беруть безпосередню участь в синтезі суберину і лігніну, а каталаза – у формуванні порфиринвімісних сполук, у тому числі й хлорофілу [14].

Одержані нами дані свідчать, що гербіцид Калібр 75, внесений у різних нормах як роздільно, так і в бакових сумішах з Агатом-25К і Агростимуліном, сприяв зростанню активності антиоксидантних ферментів – каталази і пероксидази (табл. 1). Так, за дії гербіциду Калібр 75 у 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 окисненого гваяколу відповідно до норм препарату і контролю I. При застосуванні гербіциду Калібр 75 у тих же нормах, але в бакових сумішах з Агатом-25К і Агростимуліном 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 окисненого гваяколу перевищувала відповідні показники у варіантах, де гербіцид вносився без біологічних препаратів.

З одержаних даних видно, що поєднання застосування гербіциду з біологічними препаратами зумовлює зростання 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 й H_2O_2 .

Підвищення активності каталази і пероксидази було відмічене нами також у варіантах з ручними прополюваннями впродовж вегетаційного періоду (контроль II), Агат-

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 Агростимулін (початок виходу рослин у трубку)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової маси за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Аскорбатоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.	Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	81,2	82,7	10,1	16,7
Ручні прополювання упродовж 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
<i>HIP</i> ₀₅	8,4	11,3	2,1	2,8

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 окисненого гваяколу. 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 бере активну участь у диханні хлоропластів. Крім того, аскорбатоксидаза каталізує окиснення 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 [15]. 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, у відношенні до контролю I активність ферменту 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.

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 біологічними 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 у рослинах під впливом сульфонілсечовинних препаратів [16].

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).

Особливо відчутним це зниження було у варіантах досліджу, де Калібр 75 вносився у бакових сумішах із біологічними 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, зроста (особливо це простежувалось по пероксидазі), що вказує на прояв конкурентних взаємовідносин між рослинами ячменю і бур'янами.

Високу активність досліджуваних ферментів виявили у фазу вичолошування за норми внесення Калібру 75 70 г/га як роздільно, так і в бакових сумішах із біоло-

Таблиця 2

Активність антиоксидантних ферментів у листках ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Калібр 75 і його сумішей із біопрепаратом Агат-25К та регулятором росту рослин Агростимулін (фаза викалошування)

Варіант досліду	Каталаза, мкМоль розкладеного H ₂ O ₂ /г сирової маси за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової маси за 1 хв.	Аскорба-токсидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.	Поліфено-локсидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової маси за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	89,5	101,8	7,9	15,1
Ручні прополювання упродовж 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
<i>HIP</i> ₀₅	6,1	4,5	1,8	2,0

гічними речовинами. Так, активність всіх ферментів у варіантах Калібр 75 70 г/га, Калібр 75 70 г/га + Агат-25К + Агростимулін перевищувала відповідні показники за норм внесення Калібру 75 30–60 г/га без і сумісно з біологічними речовинами.

З метою з'ясування, яка з норм гербіциду та його композицій із біологічними препаратами найбільш позитивно впливала на рослини ячменю ярого, нами було проведено вивчення таких важливих фізіологічних показників, як формування надземної біомаси рослин, площі листового апарату і вмісту в листках хлорофілу (табл. 3). Встановлено, що у фазу викалошування біомаса рослин ячменю ярого при застосуванні гербіциду Калібру 75 (30 – 70 г/га) була меншою, ніж в контролі II (ручні прополювання упродовж 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 зі збільшенням кількості знижених 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 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 у відношенні 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 біологічними препаратами. Крім того, збільшення біомаси і площі листового апарату ячменю ярого, очевидно, пов'язане з рістстимулювальними властивостями Агростимуліну, під впливом якого підвищується проникність клітинних мембран, підсилюється синтез білків і мітотична активність рослин та із захисними властивостями біопрепарату Агат-25К, який пригнічує розвиток збудників хвороб і подовжує функціональну активність листового апарату [17].

Важливим показником, який відображає потужність розвитку фотосинтетичного апарату, є вміст хлорофілу. Як встановлено нашими дослідженнями, найвищий вміст хлорофілу в листках ячменю ярого було відмічено у варіантах із застосуванням Калібру 75 у 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. Позитивний вплив на вміст хлорофілу в листках ячменю ярого

Вплив різних норм гербіциду Калібр 75 і його сумішей із біопрепаратом Агат-25К та регулятором росту рослин Агростимулін на формування надземної біомаси, площі асиміляційної поверхні і вмісту хлорофілу в рослинах ячменю ярого (фаза виходу з сівки)

Варіант досліджу	Біомаса, г/рослину	Площа листків, см ² /рослину	Сума хлорофілів а+в, мг/г сирової маси
Без застосування препаратів (контроль I)	4,58	70,3	1,55
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	7,73	113,2	2,61
Агат-25К 20 мл/га	5,32	85,5	1,83
Агростимулін 10 мл/га	5,81	91,3	1,94
Калібр 75 30 г/га	5,43	87,7	1,86
Калібр 75 40 г/га	6,32	95,5	1,98
Калібр 75 50 г/га	7,21	108,3	2,33
Калібр 75 60 г/га	6,78	100,2	2,10
Калібр 75 70 г/га	5,63	85,5	2,0
Калібр 75 30 г/га + Агат -25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	6,81	101,4	2,12
Калібр 75 40 г/га + Агат -25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	7,83	110,8	2,53
Калібр 75 50 г/га + Агат -25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	7,75	109,3	2,41
Калібр 75 60 г/га + Агат -25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	7,31	105,2	2,25
Калібр 75 70 г/га + Агат -25К 20 мл/га + Агростимулін 10 мл/га	5,98	90,4	2,10
<i>HIP</i> ₀₅	1,3	9,4	0,20

за дії в посівах бакових сумішей гербіцидів і регуляторів росту рослин відмічали й інші вчені [18].

Залежно від впливу досліджуваних препаратів на фізіологічні зміни в рослинах та погодних умов в роки проведення досліджень, у варіантах досліджу формувалась різна продуктивність посівів ячменю ярого. Разом з тим найвищу прибавку зерна було одержано у варіанті Калібр 75 в нормі 40 г/га сумісно з Агат-25К і Агростимуліном, що складало у відношенні до контролю I 8,3 ц/га. Одержані дані узгоджуються з показниками, одержаними за дії бакової суміші гербіциду Калібр 75 в нормі 40 г/га сумісно з біологічними речовинами на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого, які забезпечували зростання стійкості рослинного організму до стресових чинників та підвищували конкурентну здатність культури до бур'янів.

Висновки. Гербіцид Калібр 75, внесений у нормі 30–70 г/га, значно впливає на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого. Найбільша активізація антиоксидантних процесів відбувається за сумісної дії гербіциду із біологічними речовинами, що свідчить про підсилення проходження в рослинах обмінних процесів, направлених на детоксикацію продуктів метаболізму, індукованих впливом ксенобіотика. Найбільша надземна біомаса, площа литкового апарату та найвищий вміст хлорофілу в листках ячменю ярого формуються за дії в посівах гербіциду Калібр 75 у нормі 40 г/га у баковій суміші із біопрепаратом Агат-25К і регулятором росту рослин Агростимулін, при яких забезпечуються найвищі прибавки врожаю.

Література

1. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода / О. Г. Полесская. – М., 2007. – 139 с.

2. Foyer C. H. The function of inter and intracellular glutathione transport systems in plants / C. H. Foyer, F. L. Theodoulou, S. Delrot // Trends in plant Science. – 2001. – Vol. 6 (10). – P. 486–492.

3. Корзюк О. В. Изменения активности антиоксидантной системы злаковых культур при воздействии ионов кадмия / О. В. Корзюк // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: мат. V между. науч. конф., г. Минск, 28–30 ноября 2007. – Минск: Право и экономика, 2007. – С. 108.

4. Таран Н. Ю. Вторичный оксидный стресс как элемент загаловної адаптивності відповіді рослин на дію несприятливих факторів довкілля / Н. Ю. Таран, О. А. Оканенко, Л. М. Бацмасова, М. М. Мусієнко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – № 1. – С. 3–14.

5. Ладонин В. Ф. Влияние 2,4-Д на оксидазную и пероксидазную активность в листьях ячменя и гороха / В. Ф. Ладонин, Н. Б. Пронина // Физиология и биохимия культурных растений – 1977. – Т.9. – Вып. 3. – С. 249–253.

6. Богданова Н. Е. Влияние диамета Д и 2М-4Х на окислительные ферменты некоторых клеточных структур пшеницы и мари белой / Н. Е. Богданова, Е. И. Козина // Химизация и защита растений. – Новосибирск, 1979. – С. 68–76.

7. Грицаенко З. М. Реакция антиоксидантных ферментных систем рослин гороху на застосування гербіцидів і регуляторів росту / З. М. Грицаенко, О. Ю. Макаринський // 36. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2003. – С. 36–39.

8. Shaaltiel Y. Multienzyme oxygen radical detoxifying system correlated with paraquat resistance in *Coryza bonariensis* / Y. Shaaltiel, J. Gressel // Pestic. Biochem and physiol. – 1986. – № 1. – P. 22–28.

9. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов среды на растительный организм / А. С. Лукаткин // Между. 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.

10. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин / С. П. Пономаренко, А. А. Анишин, З. М. Грицаенко. – Київ, 2011. – 40 с.

11. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – С. 165–178.

12. Методи біологічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаенко З. М., Грицаенко А. О., Карпенко В. П. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. – С. 17–19.

13. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова. – М.: «Academia», 2003. – С. 46–57.

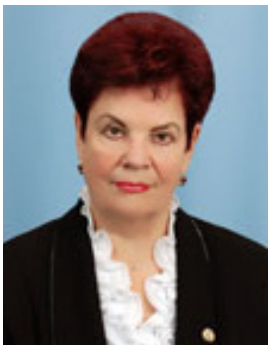
14. Капустян А. В. Реакция антиоксидантных систем пшеницы на высокотемпературный стресс / А. В. Капустян, И. В. Жук // Между. конференция «Современная физиология растений от молекулы до экосистем»: материалы

докладов, 18–24 июня 2007 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия. – Сыктывкар, 2007. – Ч.2. – С. 171–172.
 15. Чупахина Г. Н. Система аскорбиновой кислоты растений / Г. Н. Чупахина. – Калининград, 1997. – 120 с.
 16. Сульфонилмочевины – новые перспективные гербициды / Макеева-Гурьянова Л. Т., Спиридонов Ю. Я., Шестаков В. Г.. – М., 1989. – 49 с.
 17. Кирсанова Е. В. Изучение эффективности использования биопрепаратов на зерновых, зернобобовых и крупяных культурах / Е. В. Кирсанова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5. – Т. 32. – С. 111–116.
 18. Ямалева А. А. Физиолого-биохимические исследования растений ячменя и пшеницы при гербицидном стрессе / А. А. Ямалева, Р. Ф. Ташков, А. М. Ямалеев, А. Г. Сакаева // Вестник РАСХН. – 2004. – № 3. – С. 40–42.

References

1. Bogdanova N.E., Kozina E.I. Influence of diamet D and 2M-4X on oxidative enzymes of some cellular structures of wheat and lambsquarters. Khimizatsiya i zashchita rasteniy. Novosibirsk, 1979; 68–76.
 2. Chupakhina G.N. Sistema askorbinovoy kisloty rasteniy [System of ascorbic acid of plants]. Kaliningrad, 1997. 120 p.
 3. Foyer C.H., Theodoulou F.L., Delrot S. The function of inter and intracellular glutathione transport systems in plants. Trends in plant Science. 2001; 6(10): 486–492.
 4. Gavrilenko V.F., Zhygalova T.V. Bol'shoy praktikum po fotosintezu [Big practice on photosynthesis]. Moscow: 'Academia', 2003. 46–57.
 5. Hrytsaenko Z.M., Hrytsaenko A.O., Karpenko V.P. Metody biologichnykh doslidzhen' roslyn i gruntiv [Methods of biological researches of plants and soils]. Kyiv: ZAT 'Nichlava', 2003. 17–19.
 6. Hrytsaenko Z.M., Makarynsky O.Yu. The reaction of antioxidant enzyme systems of pea plants on the application of herbicides and growth regulators. Zb. nauk. prats' Umanskogo DAU. 2003; 36–39.
 7. Kapustyan A.V., Zhuk I.V. The reaction of antioxidant enzyme systems of wheat on high temperature stress. Mezhd. Konferentsiya 'Sovremennaya fiziologiya rasteniy ot molekuly do ekosistem' (International Conference 'Modern plant

physiology from molecules to ecosystems'). Syktyvkar, 2007; 2, p. 171–172.
 8. Kirsanova E.V. Studying of the efficiency of the use of biological preparations of cereals, legumes and grouts crops. Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011; 5, Vol. 32: 111–116.
 9. Korzyuk O.V. Changes in the activity of the antioxidant system of cereal crops under the influence of cadmium ions. Regulyatsiya rosta, razvitiya i produktivnosti rasteniy. V mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya. (Regulation of growth, development and productivity of plants. V International Scientific Conference). Minsk: Pravo i ekonomika, 2007, 108 p.
 10. Ladonin V.F., Pronina N.B. Influence of 2,4-D on the oxidase and peroxidase activity in leaves of barley and peas. Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy. 1977; 9(3): 249–253.
 11. Lukatkin A.S. Oxidative stress as a universal link of actions of adverse environmental factors on the plant body. Mezhd. Konferentsiya 'Sovremennaya fiziologiya rasteniy ot molekuly do ekosistem' (International Conference 'Modern plant physiology from molecules to ecosystems'). Syktyvkar, 2007; 2, p. 239–240.
 12. Makeeva-Gur'yanova L.T., Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G. Sul'fonil-mocheviny – novye perspektivnye gerbitsydy [Sulfonylureas – new perspective herbicides]. Moscow, 1989. 49 p.
 13. Pochynok Kh.N. Metody biokhemoskogo analiza rasteniy [Methods of plants biochemical analysis]. Kyiv: Naukova dumka, 1976. 165–178.
 14. Poleskaya O.G. Rastitel'naya kletka i aktivnye formy kisloroda [Plant cell and reactive oxygen species]. Moscow, 2007. 139 p.
 15. Ponomarenko S.P., Anishyn A.A., Hrytsaenko Z.M. Regulyatory rostu roslyn [Plants growth regulators]. Kyiv, 2011. 40 p.
 16. Shaaltiel Y., Gressel J. Multienzyme oxygen radical detoxifying system correlated with paraguay resistance in Conyza bonariensis. Pestic. Biochem and physiol. 1986; 1: 22–28.
 17. Taran N.Yu., Okanenko O.A., Batsmasova M., Musienko M.M. Secondary oxide stress as part of the general adaptability of plant response to the action of unfavorable environmental factors. Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy. 2004; 1: 3–14.
 18. Yamaleeva A.A., Tashkov R.F., Yamaleev A.G., Sakaeva A.G. Physiological and biochemical studies of barley and wheat plants under the herbicidal stress. Vestnik RASKHN. 2004; 3: 40–42.



З. М. Грицаєнко
 доктор с.-г. наук, професор,
 завідувач кафедри біології
 Уманського національного
 університету садівництва

УДК 581.45:633.12:631.811.98



А. А. Даценко
 аспірант кафедри біології
 Уманського національного
 університету садівництва
 adatsienko86@mail.ru

АНАТОМІЧНА СТРУКТУРА ЕПІДЕРМІСУ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ГРЕЧКИ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Анотація. Представлено результати досліджень з вивчення дії різних норм мікробіологічного препарату Діазобактерин (150, 175, 200 мл) та способів застосування регулятора росту рослин Радостим (обробка насіння перед сівбою – 250 мл/т, обприскування посівів – 50 мл/га) на анатомічну структуру епідермісу листкового апарату. Встановлено, що мікробіологічний препарат, внесений як роздільно, так і в сумішах із регулятором росту рослин, накладає істотний відбиток на формування анатомічної структури листкового апарату рослин гречки. Зокрема, за сумісного використання препаратів простежується зменшення числа клітин епідермісу на одиниці поверхні листка, але при цьому значно зростає їх площа (на 27 – 31 %). Все це свідчить про покращення умов росту і розвитку рослин гречки, як за рахунок стимулювальних властивостей біопрепаратів, так і поліпшення умов азотного живлення з боку бактеріального препарату, що у цілому зумовлює формування оптимальної за структурою та продуктивністю листкового апарату. Представлені результати є основою для біологічно обґрунтованого використання препаратів у технологіях вирощування гречки.

Ключові слова: регулятор росту рослин, мікробіологічний препарат, гречка, анатомічна структура, епідерміс.

З. М. Грицаєнко

доктор сільськогосподарських наук, професор Уманського національного університету садівництва

А. А. Даценко

аспірант Уманського національного університету садівництва

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЭПИДЕРМИСА ЛИСТОВОГО АППАРАТА ГРЕЧИХИ ПРИ ДЕЙСТВИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению действия различных норм микробиологического препарата Диазобактерин (150, 175, 200 мл) и способов применения регулятора роста растений Радостим обработка