



УДК 581.1:631.8

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

М. М. Богдан
провідний інженер
Інституту мікробіології і вірусології
ім. Д.К. Заболотного
Національної академії наук України



Г. Б. Гуляєва
кандидат біологічних наук,
науковий співробітник Інституту
мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
Національної академії наук України



ВПЛИВ КОМПЛЕКСНИХ ХЕЛАТНИХ ДОБРИВ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ ТКАНИН КОРЕНІВ І ЗЕРНОВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Анотація. Дана стаття присвячена вивченню дії позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами на функціональну активність тканин коренів за ферриціанідвідновлювальною і ацидофікуючою її активністю, а також дослідженню активності компонентів антиоксидантних систем: каталази, пероксидази й АТФази тканин коренів та зернової продуктивності рослин пшениці м'якої озимої сорту Смуглянка.

Дослідженнями показано, що позакореневе підживлення комплексними хелатними добривами Фізіоживлін+Р, Брексіл Мікс, Майстер 18.18.18 і Плантафол 5.15.45 регулює метаболізм рослинного організму, в тому числі функціональну здатність тканин коренів, що виявляється в збільшенні ферриціанідвідновлювальної активності тканин коренів, яка відповідає редокс потенціалу клітин й пригніченні ацидофікуючої кореневої активності, яка обумовлена виносом протонів назовні.

Підвищення АТФазної активності тканин коренів є свідченням зростання частки і підтримання активних біосинтетичних і регуляторних процесів за дії хелатованих добрив, зокрема біосинтезу органічних молекул, пов'язаного із активним накопиченням біомаси, що підтверджують наші попередні дані стосовно підвищення фітомаси рослин пшениці.

Визначення активності компонентів антиоксидантної системи: каталази і пероксидази показало підвищення активності каталази (I.II.1.6) за позакореневої обробки добривом Фізіоживлін+Р та збільшення активності пероксидази (I.II.1.7) на 32 % в клітинах коренях відповідно до контрольних рослин.

Встановлено суттєве підвищення зернової продуктивності за позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами: Фізіоживлін+Р, Брексіл Мікс, Майстер і Плантафол, що зріс на 5,9; 6,4; 6,0 і 5,1 ц/га відповідно.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, комплексні хелатні добрива, антиоксидантна активність, функціональна активність тканин коренів, зернова продуктивність.

М. М. Богдан
ведучий інженер Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
Національної академії наук України

В. П. Карпенко
доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор по науковій і інноваційній діяльності
Уманський національний університет садівництва

А. Б. Гуляєва
кандидат біологічних наук, науковий співробітник Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
Національної академії наук України

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ТКАНЕЙ КОРНЕЙ И ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ

Аннотация. Данная статья посвящена изучению действия внекорневой подкормки комплексными хелатными удобрениями на функциональную активность тканей корней в связи с феррицианидвосстанавливающей и ацидофилирующей ее активностью, а также исследованию активности компонентов антиоксидантных систем: каталазы, пероксидазы и АТФазы тканей корней и зерновой продуктивности растений пшеницы мягкой озимой сорта Смуглянка. Исследованиями показано, что внекорневая подкормка комплексными хелатными удобрениями Физиоживлин+Р,

Брексил Микс, Мастер 18.18.18 и Плантафол 5.15.45 регулирует метаболизм растительного организма, затрагивая в том числе функциональную активность тканей корней, что проявляется в увеличении их феррицианидвосстанавливающей активности, соотвествующей редокс потенциалу клеток и угнетении ацидофицирующей корневой активности, которая обусловлена выносом протонов наружу.

Повышение АТФазной активности тканей корней свидетельствует о росте доли и поддержании активных биосинтетических и регуляторных процессов под действием хелатированных удобрений, в частности биосинтеза органических молекул, связанном с активным накоплением биомассы, что подтверждают данные о повышении фитомассы растений пшеницы в этих условиях.

Определение активности компонентов антиоксидантной системы: каталазы и пероксидазы показало повышение активности каталазы (I.II.I.6) при внекорневой обработке удобрением Физюживлин+Р и увеличение активности пероксидазы (I.II.I.7) на 32 % в клетках корней по отношению к контрольным растениям.

Установлено существенное повышение зерновой продуктивности при внекорневой подкормке комплексными хелатными удобрениями: Физюживлин+Р, Брексил Микс, Мастер и Плантафол, которая увеличилась на 5,9; 6,4; 6,0 и 5,1 ц/га соответственно.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, комплексные хелатные удобрения, антиоксидантная активность, функциональная активность ткани корня, зерно продуктивность.

M. M. Bogdan

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine

V. P. Karpenko

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

A. B. Gulyaeva

PhD, Biology, Researcher officer Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine

EFFECT OF COMPLEX CHELATE FERTILIZER ON ROOT TISSUE FUNCTIONAL ACTIVITY AND PERFORMANCE GRAIN OF WHEAT SOFT WINTER

Abstract. The article is devoted investigations the effects of foliar treatment complex fertilizers with chelates on functional activity in tissues of roots in connection with redox potential of cells and kinetics of release of protons from the root cells, as well as enzymatic activity: catalase, peroxidase, ATPase in tissues of roots and grain productivity of plant winter wheat varieties Smuglanka.

Study shows that non-leaf feeding complex fertilizers chelates Fiziozhivin+P, Breksil Mix, Master 18.18.18 and Plantafol 5.15.45 regulates the metabolism of a plant, including affecting the functional capacity of the tissues of roots, as reflected in the increasing activity of redox potential of cells and inhibition of the kinetics of release of protons from the root cells.

Increasing the ATPase activity of the root tissues indicates a growing share and maintaining active biosynthetic and regulatory of processes under the influence of chelated fertilizers, in particular, of biosynthesis of organic molecules, that associated with increased the biomass of wheat plants according from the data obtained.

Determination of the activity of the antioxidant ferments: catalase and peroxidase showed increased activity of catalase (I.II.I.6) under foliar fertilizer processing Fiziozhivin+P and of peroxidase (I.II.I.7) on 32 % in contrast of the control roots plants.

Our studies have shown increase in grain productivity with by foliar treatment of chelate complex fertilizers: Fiziozhivin+P, Breksil Mix, Master and Plantafol that increased by 5,9; 6,4; 6,0 and 5,1 t/ha, respectively.

Thus, treatment of complex chelate fertilizer improves the functional activity of the tissues of roots, promoting the growth of their potential absorption capacity, supporting high plant energy balance of the body, promotes the resistance of wheat to the effects of pathogenic factors and eventually leads to an increase of grain productivity.

Keywords: winter wheat soft, complex chelate fertilizer, antioxidant activity, the functional activity of the tissues of roots, grain productivity.

Постановка проблеми. Важливим фактором підвищення продуктивності пшениці є поєднання сортових особливостей, забезпечення рослин збалансованою системою живлення й підвищення стійкості до несприятливих абіотичних факторів.

Пшениця м'яка озима – провідна сільськогосподарська культура, яка займає найбільшу частину продовольчого ринку та забезпечує населення земної кулі таким важливим продуктом харчування, як хліб. Тому актуальним є дослідження окремих ланок й систем живлення рослин пшениці м'якої.

Істотній вплив на ріст і розвиток рослин пшениці м'якої і формування структури урожаю має надходження впродовж вегетації доступних сполук елементів живлення, зокрема мікроелементів. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є оптимізація живлення рослин пшениці м'якої за рахунок застосування комплексних хелатних добрив у рідкій і водорозчинній формах. Важливим елементом їх ефективності є використання цих добрив у основні фази розвитку рослин пшениці м'якої (вихід в трубку, колосіння-цвітіння), коли рослина найбільш потребує і активно засвоює елементи живлення.

Позакореневе підживлення рідким і водорозчинними комплексними хелатними добривами в цьому аспекті дає можливість оптимізувати живлення рослин пшениці м'якої на кожному етапі органогенезу. Основними перевагами застосування комплексних хелатних добрив є краща їх біологічна доступність та малі дози внесення.

Більшість сучасних комплексних добрив створені на основі органічних кислот (хелатуючих агентів), а саме: етилендіамінтетраоцтовій (ЕДТА), дистилентріамінпентаоцтовій та гідроксietiлідендифосфонової, які утворюють з мікроелементами комплексонати [1]. Такі комплексні добрива на основі хелатів мікроелементів мають вищу ефективність засвоєння рослинами порівняно з неорганічними солями. Комплексонати мікроелементів надходять в рослини, як із ґрунту так і крізь листковий апарат при позакореневій обробці без змін, і саме в рослині здійснюється руйнування та включення цих мікроелементів у метаболічні процеси рослин пшениці м'якої [8].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результатами наукових досліджень показано, що мікроелементи у формі комплексонатів (хелатів) металів є найбільш доступними для сільськогосподарських рослин [3, 8]. В дослідженнях на рослинах пшениці, обробленими сучасними водорозчинними комплексними добривами показано зростання урожайності, якості зерна, а також розширення білкового спектру за кількісним і якісним складом білків [2]. Показано вплив на чисту продуктивність фотосинтезу й урожайність пшениці озимої [2, 5]. Багато дослідників за останні роки приділяли увагу особливостям і потребам сільськогосподарських рослин у мікроелементах, зокрема дослідженню ефективності використання хелатизованих елементів на продуктивність сільськогосподарських рослин і якість врожаю [8, 9].

Досліджуючи окремі ланки проблеми позакореневого

підживлення дослідники в основному ставлять акцент на дослідженні продуктивності і якості сільськогосподарської продукції та визначенні окремих фізіолого-біохімічних показників. Проте майже відсутні роботи в яких би проводилось комплексне дослідження впливу хелатованих рідких та водорозчинних добрив із вмістом мікроелементів на фізіолого-біохімічні показники стійкості та впливу обробки такими добривами на функціональну активність кореневої системи в зв'язку із продуктивністю.

Мета статті – виявлення особливостей впливу комплексних хелатних добрив на поглинальну здатність тканин коренів, активність компонентів антиоксидантної системи й зернову продуктивність рослин пшениці м'якої сорту Смуглянка.

Методика досліджень. Об'єктом дослідження була пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) короткостеблового сорту Смуглянка. В лабораторних дослідах вивчалась дія позакореневої обробки комплексними хелатними добривами на антиоксидатну і фериціанідвідновлювальну активність тканин коренів пшениці озимої. Рослини пшениці озимої вирощували у фарфорових кюветах, місткістю 400 мл у водному розчині із додаванням 1/2 поживної суміші (ПС) Холленда-Арнона (Х-А) до 14 добового віку за наступною схемою: 1 - 1/2 ПС Х-А + контроль (вода); 2 - 1/2 ПС Х-А + позакоренеve підживлення рідким комплексним добривом Фізіоживлін+Р (0,4 %) з вмістом макро- і мікроелементів (N – 19,1 %, K₂O – 16,5 %, Ca – 8 % MgO – 4,0 %, SO₃ – 6,0 %, B – 0,02 %, Mn – 0,1 %, Zn – 0,01 %, Cu – 0,05 %, Fe – 0,3 %, Mo – 0,01 %, Li – 0,005 %) – мікроелементи в хелатній формі з ЕДТА) + Р (P₂O₅ – 16,0 %); 3 - 1/2 ПС Х-А + позакоренеve підживлення комплексним добривом Брексіл Мікс (0,25 г/л) - (MgO – 6,0 %, Cu – 0,8 %, Fe – 0,6 %, Mo – 0,7 %, Mn – 1,0 %, Zn – 5,0 %) – з LSA (лігносульфонат амонію), хелатним комплексом); 4 - 1/2 ПС Х-А + позакоренеve підживлення комплексним добривом Майстер 18.18.18 (2 г/л) - (загальний N – 18,0 %, нітратний N – 5,1 %, амонійний N – 3,5 %, амідний N – 9,4 %, P₂O₅ – 18,0 %, K₂O – 18,0 %, MgO – 3,0 %, SO₃ – 6,0 %, B – 0,02 %, Mn – 0,03 %, Zn – 0,01 %, Cu – 0,005 %, Fe – 0,07 %) – мікроелементи (Fe, Cu, Mn, Zn) в хелатній формі з ЕДТА); 5 - 1/2 ПС Х-А + позакоренеve підживлення комплексним добривом Плантафол 5.15.45 (2 г/л) - (NO₃-N – 5,0 %, P₂O₅ – 15,0 %, K₂O – 45,0 %, B – 0,02 %, Fe – 0,1 %, Mn – 0,05 %, Zn – 0,05 %, Cu – 0,05 %, Mo – 0,005 %, S – 12,0 %) мікроелементи в хелатній формі з ЕДТА); Повторність у досліді 5-ти кратна.

Каталазну активність визначали титриметричним методом за відновленням перманганату калію, яку виражали у кількості O₂, що утворилося в результаті ферментативної дії за 1 хв на 1 г сирової речовини (мл O₂-г-1-хв-1), а пероксидазну активність – за методом Бояркіна [7] із бензидином і виражали в умовних одиницях на мг сирової маси коренів. Визначення активності ферменту АТФази в тканинах коренів озимої пшениці проводили методом, що оснований на визначенні приросту неорганічного фосфору в середовищі в ході АТФазної реакції. Реакцію починали, додаючи до зразків розчину АТФ у відповідній концентрації та припиняли розчином трихлороцтової кислоти. Оптичну щільність вимірювали за допомогою ФЕК. Активність ферменту визначали за кількістю неорганічного фосфату, відщепленого від аденозинтрифосфату АТФазою та виражали в мкг Р-г-1 сирової речовини · год⁻¹ [7].

Фериціанідвідновлювальну активність (ФВА) визначали за методикою [10, 11]. Кінетику виділення протонів коренями (ацидофікуюча активність клітин коренів) – вимірюючи за допомогою потенціометру зміни рН інкубаційного розчину за певний проміжок часу у перерахунку на кількість протонів, що виділилися. Кількість протонів визначали за від'ємним десятичним логарифмом з подальшим перерахунком на сиру масу коренів на 1 л розчину [6].

В польових дослідженнях вивчали вплив позакоре-

невого підживлення комплексними хелатними добривами на зернову продуктивність пшениці м'якої озимої. Польові досліди проводили в дослідному сільськогосподарському виробництві Васильківського р-ну, смт. Глеваха, Київської області в 2010-2012 рр. Площа однієї ділянки 10 м². Повторність у досліді 4-х кратна. Ґрунт дослідних полів окультурений, сірий лісовий опідзолений. Агрохімічна характеристика Ґрунту: вміст гумусу – 1,75 %; гідролітична кислотність – 1,6 – 1,8 мг-екв/100 г Ґрунту; рН – 5,9; азоту 80 мг/кг, P₂O₅ – 96 мг/кг, K₂O – 140 мг/кг Ґрунту, вміст валового азоту – 0,2 – 0,5 %; P₂O₅ – 0,15 – 0,30 %; K₂O – 2,0 – 2,5 %; вміст мікроелементів міді 4,8 – 6,0 мг/кг, цинку 8 – 10,6 мг/кг, бору 0,18 мг/кг Ґрунту.

Польові дослідження проводили на фоні мінерального живлення N₉₀P₉₀K₉₀ за наступною схемою: 1 – контроль (вода); 2 – позакоренеve підживлення комплексним хелатним добривом Фізіоживлін+Р (0,4 %); 3 – позакоренеve підживлення комплексним хелатним добривом Бріксіл Мікс (0,5 кг/га при нормі витрати води 200 л/га); 4 – позакоренеve підживлення комплексним хелатним добривом Майстер 18.18.18 (4 кг/га при нормі витрати води 200 л/га); 5 – позакоренеve підживлення комплексним хелатним добривом Плантафол 4.15.45 (4 кг/га при нормі витрати води 200 л/га). Урожай збирали подільнячно суцільним способом комбайном Сампо-500.

Основні результати дослідження. Відомо, що градієнт протонів по обидва боки плазмалемі є суттєвим складником протон-рушійної сили, що бере участь у підтриманні гомеостазу як на рівні клітини, так і на рівні цілого рослинного організму. Обмін поживними речовинами між клітинами кореневих волосків й Ґрунтовым розчином досить складний і багатограний процес, що залежить від багатьох факторів, суттєвим чинником якого є окисно-відновні процеси, що протікають на мембранах клітин [12]. Дослідження окисно-відновної активності клітин коренів пшениці озимої м'якої за дії позакореневої обробки комплексними хелатними добривами показало зміни співвідношення активності двох електрогенних систем клітин коренів: редокс-залежної електрогенної системи і протонної Н-АТФази. Із наведених даних (рис. 1) видно, що ФВА клітин коренів, що є показником мембранного потенціалу, зростала за позакореневої обробки рослин рідким комплексним добривом Фізіоживлін+Р в 2 рази, а за обробки комплексними добривами Брексіл Мікс, Майстер, Плантафол в 1,3 і 1,6 рази відповідно. Протилежна закономірність впливу досліджуваних комплексних добрив була встановлена при вивченні кінетики виділення Н⁺ коренями. Встановлено, що за позакореневої обробки комплексними добривами зменшувалася активність виходу протонів (рис. 2).

За обробки рідким комплексним добривом Фізіоживлін+Р суттєвих змін у кінетиці виходу протонів не спостерігалось. Протилежну дію позакореневої обробки комплексними добривами на ці дві електрогенні системи певним чином можна пояснити їх динамічною взаємодією в підтриманні гомеостазу ростучого кореня.

При обробці добривами Брексіл Мікс, Майстер і Плантафол відбувалося зменшення цього параметра на 23 %, 35 %, 28 % відповідно до контрольних рослин. Таким чином, обробка комплексними добривами діє на функціональну активність тканин коренів, поповнюючи пул протонів та відновлюючи тим самим мембранний потенціал. Потрапляння поживних речовин з листків до клітин коренів, сприяє тим самим, відродженню відновлювальної здатності клітин коренів для підтримання внутрішньоклітинного рН й потенційної поглинальної здатності та високого енергетичного балансу рослинного організму.

Оскільки за дії стресових чинників саме стійкіша рослина буде більш продуктивною, подальші наші дослідження стосувались визначенню активності компонентів антиоксидантної системи. Нашими дослідженнями встановлено підвищення активності каталази за позакоре-

невої обробки комплексними добривами Фізіоживлін+Р на $0,25 \text{ мл O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ (рис. 3).

Поряд з цим активність пероксидази в коренях зростає - на 32 % відповідно (рис. 4).

Відомо, що каталаза відповідає за розкладання перикису та є фактором, що бере участь у регуляції змін фаз аеробних і анаеробних процесів, окислення перекисів

в пероксисомах при фотодиханні. Пероксидаза, також пов'язана з цілим рядом метаболічних перетворень у клітині [12].

Активність ферменту каталази зростає при обробці Брексілом Мікс і Пантафолом на $0,17 \text{ мл O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ і залишилась на рівні контрольних рослин при обробці Майстером. Пероксидазна активність (див. рис. 4) при

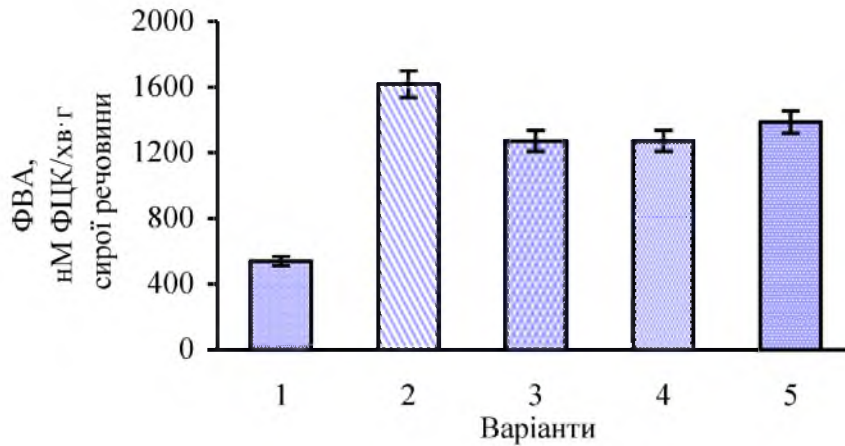


Рис. 1. ФВА клітин коренів рослин озимої пшениці за дії позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами: 1 - контроль (вода); 2 - Фізіоживлін+Р; 3 Брексіл Мікс; 4 - Майстер; 5 - Пантафол

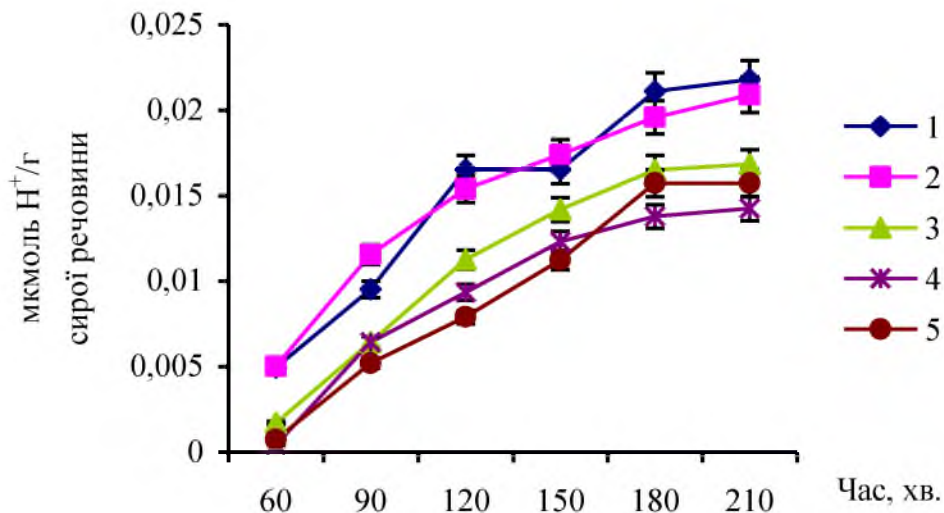


Рис. 2. Ацидофікуюча активність клітин коренів рослин пшениці озимої за дії позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами: 1 - контроль (вода); 2 - Фізіоживлін+Р; 3 Брексіл Мікс; 4 - Майстер; 5 - Пантафол

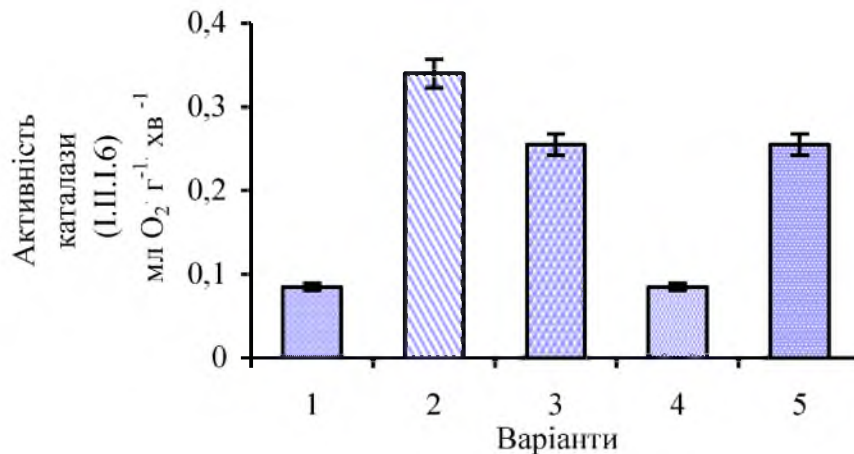


Рис. 3. Вплив позакореневої обробки комплексними хелатними добривами на каталазну активність клітин коренів рослин пшениці м'якої озимої: 1 - контроль (вода); 2 - Фізіоживлін+Р; 3 Брексіл Мікс; 4 - Майстер; 5 - Пантафол

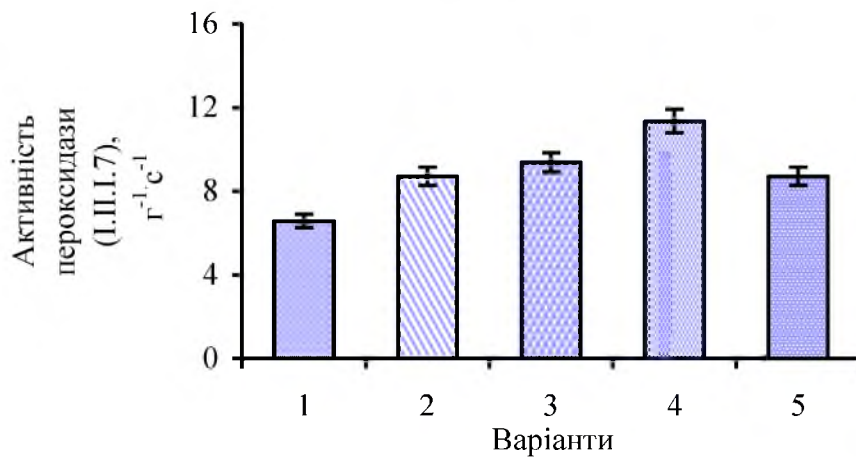


Рис. 4. Вплив обробки комплексними хелатними добривами на ферментативну активність пероксидази клітин коренів пшениці м'якої озимі: 1 - контроль (вода); 2 - Фізіоживлін+Р; 3 - Брексіл Мікс; 4 - Майстер; 5 - ПЛантафол

позакореневій обробці Брексіл Міксом і ПЛантафолом підвищилася з 2,14 до 2,8 г⁻¹ · с⁻¹. Але, активні метаболічні процеси: поглинання й вихід речовин, підтримання гомеостазу, біосинтез органічних молекул і.т.д. відбуваються із затратою енергії, що запасена в макроорганічних фосфатних зв'язках молекул АТФ, розщеплення яких відбувається за участі специфічних ферментів – АТФаз [12]. Визначення АТФазної активності в коренях показало підвищення активності ферменту при позакореневій обробці Фізіоживліном+Р, Брексіл Міксом, Майстером і ПЛантафолом на 111, 142, 47 й 16 мкг Р · г⁻¹ сир. ваги · г⁻¹ (рис. 5).

Отже, підвищення АТФазної активності за обробки комплексними добривами свідчить про активні метаболічні процеси в рослинних тканинах, зокрема біосинтез органічних молекул, пов'язаний із активним накопиченням біомаси, що підтверджують наші попередні дані стосовно підвищення фітомаси рослин пшениці й у підсумку їх господарської продуктивності. Позакореневе підживлення комплексними добривами Фізіоживлін+Р, Брексіл Мікс, Майстер, ПЛантафол сприяло наростанню маси кореневої системи на 21,2; 3,5; 6,2 й 5,3 % відповідно (табл. 1). Причому найбільший стимулюючий ефект на ріст кореневої системи зазнали рослини пшениці за обробки добривом Фізіоживлін. За ступенем стимулюючої дії на ріст маси листків добрива можна розташувати у наступній послідовності: Фізіоживлін> ПЛантафол> Брексіл Мікс> Майстер. В свою чергу це сприяло зростанню сирової загальної маси рослин пшениці озимі з найбільшим ефектом від обробки Фізіоживліном на 0,54 г й Майстром на 0,27 г. Можна передбачити, що такий

рістстимулюючий ефект викликаний дією комплексних добрив на ферментативну активність й фітогормональний статус рослинного організму, що й сприяло поліпшенню поглинаючої функції коренів і функціонального стану фотосинтетичного апарату на початкових етапах росту рослин пшениці м'якої озимі. Покращення ростових процесів сприяло кращому розвитку і підвищенню стійкості рослин та спрямування потоку асимілятів на формування кращого урожаю порівняно із контрольними рослинами.

За даними польових дослідів що до структури урожаю за позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами встановлено поліпшення структурних показників урожаю: довжини колосу, кількість колосків і зерен в колосі, та маси 1000 зерен [4] й суттєве підвищення зернової продуктивності пшениці озимі. Показано суттєве збільшення урожаю зерна (табл. 2) за позакореневої обробки комплексними хелатними добривами: Фізіоживлін+Р, Брексіл Мікс, Майстер і ПЛантафол, що зріс на 6,0; 6,4; 5,4 і 5,6 ц/га відповідно.

Висновки. Встановлено, що позакоренева обробка комплексними хелатними добривами сприяє зростанню мембранного редокс-потенціалу (феричіанідвідновлювальної активності) та супроводжується підвищенням АТФазної та пероксидазної активності тканин коренів рослин пшениці озимі.

Показано, що позакореневе підживлення комплексними добривами із вмістом хелатів мікроелементів, активуючи ферментативну активність антиоксидантних ферментів сприяє розвитку стійкості рослин пшениці до впливу патогенних факторів.

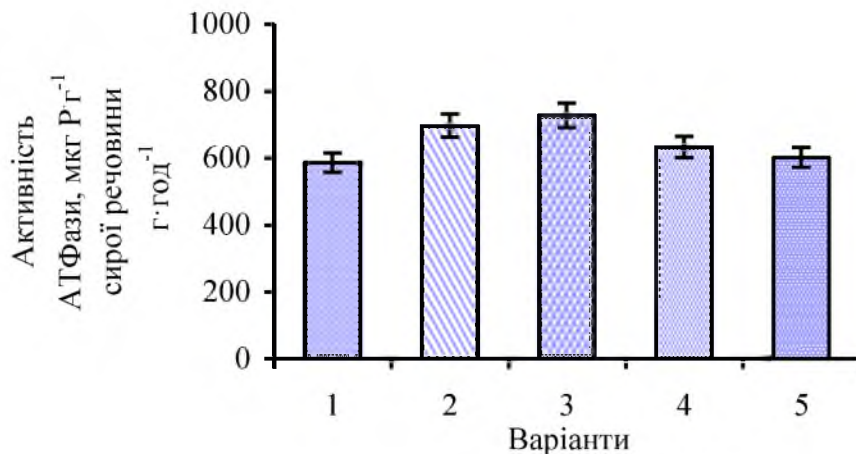


Рис. 5. Вплив позакореневої обробки комплексними хелатними добривами на АТФазну активність коренів пшениці озимі: 1 - контроль (вода); 2 - Фізіоживлін+Р; 3 - Брексіл Мікс; 4 - Майстер; 5 - ПЛантафол

Таблиця 1

Вплив позакореневого підживлення комплексними хелатними добривами на початкові етапи росту рослин пшениці м'якої озимої

Варіант	Маса сирі речовини 10 рослин, г				
	листки	% до контролю	корені	% до контролю	загальна маса
Контроль (вода)	1,63±0,04	-	1,13±0,02	-	2,76±0,11
Фізіоживлін+Р	1,93±0,05*	118,4	1,37±0,03*	121,2	3,30±0,13*
Брексіл Мікс	1,67±0,05	102,4	1,17±0,02*	103,5	2,84±0,11
Майстер 18.18.18	1,83±0,05*	112,3	1,20±0,03*	106,2	3,03±0,12*
Плантафол 5.15.45	1,77±0,04*	108,5	1,19±0,02*	105,3	2,96±0,12*

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Таблиця 2

Вплив комплексних хелатних добрив на урожайність рослин пшениці м'якої озимої сорту Смуглянка

Варіанти	Урожайність, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	% до контролю
Контроль (вода)	46,2±0,93	-	-
Фізіоживлін+Р	52,2±1,0*	6,0	112,9
Брексіл Мікс	52,6±1,1*	6,4	113,8
Майстер 18.18.18	51,6±1,1*	5,4	111,7
Плантафол 5.15.45	51,8±1,0*	5,6	112,1

Примітка. * – різниця достовірна при $P \leq 0,05$

Встановлено, що позакоренево підживлення комплексними добривами із вмістом хелатів мікроелементів Фізіоживлін+Р, Плантафол 5.15.45, Брексіл Мікс та Майстер 18.18.18 призводять до підвищення зернової продуктивності озимої пшениці на 11,7-13,8 % відповідно контролю.

Література

- Алвін А. Хелатуючий агент ЕДТА - потрібна умова для високоякісного добрива / А. Алвін // Пропозиція. — 2008. — № 8. — С. 52-53 — [Електронний ресурс] — Режим доступу до журналу: http://agrofiled.com/wp-content/uploads/2013/02/xelatujuchij_agent_edta_propozicja_8_2008.pdf - Назва з екрану.
- Бикін А.В. Роль оптимізації живлення та удобрення пшениці озимої шляхом позакореневого підживлення на фоні твердих добрив у підвищенні якості зерна, борошна і хліба в умовах правобережного Лісостепу України / А.В. Бикін, Н.П. Бордюжа, В.І. Ярешко [та ін.] // Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. — 2010. — Вип. 149. — С. 96—108.
- Битюцкий Н.П. Комплексоны в регуляции питания растений микроэлементами / Н.П. Битюцкий, А.С. Кашченко. — СПб. — 1996. — 216 с.
- Богдан М.М. Влияние комплексных удобрений на показатели структурного анализа озимой пшеницы / М.М. Богдан // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. — Серия «Биология, химия». Том 25 (64). — 2012. № 3. — С. 11—15.
- Бордюжа Н.П. Вплив позакореневого підживлення на чисту продуктивність фотосинтезу верхніх ярусів листків озимої пшениці / Н.П. Бордюжа // Наукові доповіді НУБіП, 2011. — 2 (24). — [Електронний ресурс] — Режим доступу до журналу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11bnp.pdf. — Назва з екрану.
- Вахмистров Д.Б. Переходной процесс при индукции протонного насоса корневыми клетками / Д.Б. Вахмистров, О.Эн До // Физиология растений. — 1993. — Т. 40, № 1. — С. 100—105.
- Воскресенская О.Л. Большой практикум по биоэкологии : учеб. пособие / О.Л. Воскресенская, Е.А. Алябышева, М.Г. — Йошкар-Ола, Мар. гос. ун-т, Ч. 1. — 2006. — 107 с.
- Санін Ю.В. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами / Ю.В. Санін, Е.А. Санін // Агробізнес сьогодні - №6 (229). — 2012 [Електронний ресурс] — Режим доступу до журналу: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/964-2012-04-02-12-40-00.html> — Назва з екрану
- Карасюк І.М. Вивчення способів застосування мікроелементів у рослинництві в умовах Лісостепу України/ І.М. Карасюк, М.Ю. Хомчак, О.М. Хомчак // 36. наук. праць. Уманського ДАУ. Ч. 1. Агрономія. — Вип. 61. — Умань, 2005. — С. 55—63.
- Новак В.А. Феррицианидредуктазная активность листьев элоиды и ее связь с энергетическим метаболизмом / В.А. Новак, А.И. Миклашевич //

Физиология растений. — 1984. — Т. 31, № 3. — С. 489—495.

- Новак В.А. Клеточный уровень АТФ, транспорт калия и электрические характеристики плазмалеммы элоиды при действии феррицианида / В.А. Новак, Н.Г. Иванкина // ДАН СССР. — 1986. — 286, № 2. — С. 498—501.
- Физиология растений : учебник для студ. вузов / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. — М. : Владос, 2005. — 463 с.

References

- Alvin A. Chelating agent EDTA - a condition required for high fertilizer. Proposal, 2008, № 8, pp. 52—53. Available at http://agrofiled.com/wp-content/uploads/2013/02/xelatujuchij_agent_edta_propozicja_8_2008.pdf - Name of the screen. (in Ukrainian).
- Bykin A.V., Boryduzha N.P., Yaresko V.I. [et al.]. Role optimize power and fertilization of winter wheat by foliar feeding on a background of solid fertilizers to improve the quality of grain, flour and bread in terms of right-bank Ukraine forest. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2010, V.149, pp. 96—108. (in Ukrainian).
- Bitytsky N.P., Kashchenko A.S. (1996) Chelators in the regulation of plant nutrition trace elements. - St. Petersburg, 1996. 216 p. (in Russian).
- Bogdan M.M. Influence of complex fertilizers on the performance of the structural analysis of winter wheat. Scientific notes of Taurida National University V.I. Vernadsky. Series «Biology, chemistry», V. 25 (64), 2012, № 3, pp. 11—15. (in Ukrainian).
- Boryduzha N.P. (2011). Effect of foliar application on the net productivity of photosynthesis upper layers of leaves of winter wheat. Scientific reports NUBiP, 2011, 2 (24). Available at http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11bnp.pdf. Name of the screen. (in Ukrainian).
- Vakhmistrov D.B., O En Do Transition process in the induction of proton pump root cells. Plant Physiology, 1993, 40, № 1, pp. 100—105. (in Russian).
- Voskresenskaya O.L., Alyabyshva M.G. (2006). Large workshop on bioecology: studies. Manual. - Yoshkar-Ola, March. state. University Press, Part 1, 2006, 107 p. (in Russian).
- Sanin U.V., Sanin E.A. Features foliar feeding crops micronutrients Agribusiness today, №6 (229), 2012. Available at <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/964-2012-04-02-12-40-00.html> Name of the screen. (in Ukrainian).
- Karasuk I.M., Homchak M.Y., Homchak O.M. Learning ways to use trace elements in plant under steppes of Ukraine. Collection. Science. works. Uman State Agrarian University. Part 1, Agriculture, Vol. 61, Uman, 2005, pp. 55—63. (in Ukrainian).
- Novak V.A., Miklashevich A.I. Ferricyanide reductase activity leaves Elodie and its relation to energy metabolism. Plant Physiology, 1984, 31, № 3, pp. 489—495. (in Russian).
- Novak V.A., Ivankina N.G. Cellular ATP levels, potassium transport and the electrical characteristics of the plasma membrane by the action of Elodie ferricyanide. DAN USSR, 1986, 286, № 2, pp. 498—501. (in Russian).
- Yakushkina N.I., Bahtenko E.J. (2005). Plant physiology: a textbook for students. Universities. Moscow, Vlados, 2005, 463 p. (in Russian).