

УДК 631.86:633.11

**ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА ЯРОЇ ПШЕНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН**

**Бунчак О.М.** – к.с.-г.н., докторант,  
Подільський державний аграрно-технічний університет

Представлено теоретичний підхід до вивчення впливу органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на ріст і розвиток рослин, урожайність та якісні показники пшениці ярої сорту Чадо в умовах Західного Лісостепу.

Встановлено, що внесення органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, сприяло збільшенню площі листової поверхні пшениці ярої порівняно з варіантами без їх внесення. У середньому за 2013–2017 рр. найпотужніший листовий апарат формували рослини у варіанті внесення добрива «Біоферм» (10 т/га) із збалансованим умістом тривалентного хрому та обприскування рослин у фазу куціння – початку виходу в трубку рідким органічним добривом «Біохром» (5 л/га). У цьому варіанті площа листової поверхні рослин у фазу куціння була на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га більшою порівняно до контролю, у фазу початку виходу в трубку – на 7,9 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу колосіння – на 18,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Тут відбувалось, відповідно, і найінтенсивніше нагромадження рослинами сухої маси.

Аналіз величини фотосинтетичного потенціалу рослин пшениці ярої показав, що максимальний показник ФП отримано у варіанті з внесенням під основний обробіток ґрунту 10 т/га органічного добрива «Біоферм», виготовленого методом пришвидшеної біологічної ферментації з умістом тривалентного хрому (540 мг/кг), та обприскування рослин під час вегетації рідким органічним добривом «Біохром» у дозі 5 л/га, виготовленого методом кавітації, – 3,3 млн. м<sup>2</sup>/га діб, що на 1,2 млн. м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно до контролю і на 0,9 млн. м<sup>2</sup>/га діб більше порівняно до варіанту з внесенням N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Досліджено, що органічні добрива, виготовлені за новітніми технологіями, значно впливали на врожайність пшениці ярої сорту Чадо.

Так, у варіанті, де під зяблеву оранку вносили органічні добрива «Біоферм» у дозі 10 т/га та виконували позакореневе підживлення рідким органічним добривом «Біохром» (5 л/га), врожайність пшениці ярої на зерно становила 5,13 т/га, що на 1,75 т/га більше, ніж на контролі, й на 0,39 т/га більше, ніж у варіанті, де вносили «Біоактив» у дозі 10 т/га та обприскували рослини під час вегетації рідким органічним добривом «Біохром» в дозі 5 л/га.

Досліджено, що в усі роки досліджень органічні добрива «Біоактив», «Біоферм» 10 т/га та рідке органічне добриво «Біохром» в дозі 5 л/га забезпечили збільшення вмісту тривалентного хрому в зерні ярої пшениці сорту Чадо, порівняно з контролем, на 0,412–0,780 мг/кг.

**Ключові слова:** пшениця яра, «Біоактив», «Біоферм», тривалентний хром, урожайність, якість.

**Бунчак А.М. Формирование урожайности и качественных показателей зерна яровой пшеницы в зависимости от системы питания растений**

Представлен теоретический подход к изучению влияния органических удобрений, изготовленных по новейшим технологиям на рост и развитие растений, урожайность и качественные показатели пшеницы яровой сорта Чадо в условиях Западной Лесостепи.

Установлено, что внесение органических удобрений, изготовленных по новейшим технологиям, способствовало увеличению площади листовой поверхности пшеницы яровой по сравнению с вариантами без их внесения. В среднем за 2013–2017 гг. мощный листовый аппарат формировали растения в варианте внесения удобрения «Биоферм» (10 т/га) со сбалансированным содержанием трехвалентного хрома и опрыскивание растений в фазу куцения – начала выхода в трубку жидким органическим удобрением «Биохром» (5 л/га). В этом варианте площадь листовой поверхности растений в фазу куцения была на 10,4 тыс. м<sup>2</sup>/га больше по сравнению с контролем, в фазу начало выхода в трубку – на 7,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, в фазу колошения – на 18,6 тыс. м<sup>2</sup>/га. Здесь происходило, соответственно, и интенсивное накопление растениями сухой массы.

Анализ величины фотосинтетического потенциала растений пшеницы яровой показал, что максимальный показатель ФП получен в варианте с внесением под основ-

ную обработку почвы 10 т/га органического удобрения «Биопроферм», изготовленного методом ускоренной биологической ферментации с содержанием трехвалентного хрома (540 мг/кг), и опрыскивание растений во время вегетации жидким органическим удобрением «Биохром» в дозе 5 л/га, изготовленного методом кавитации, – 3,3 млн. м<sup>2</sup>/га суток, что на 1,2 млн. м<sup>2</sup>/га суток больше по сравнению с контролем и на 0,9 млн. м<sup>2</sup>/га суток больше по сравнению с вариантом с внесением N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>.

Нашими исследованиями установлено, что внесение органических удобрений существенно влияло на формирование чистой продуктивности фотосинтеза растений пшеницы твердой яровой. Так, в среднем за пять лет исследования в фазу кущения – выхода в трубку данный показатель варьировал от 3,2 г/м<sup>2</sup> в сутки (в варианте без применения удобрений) до 5,0 г/м<sup>2</sup> в сутки (в варианте внесения «Биопроферма» – 10 т/га + «Биохрома» – 5 л/га). Доказано, что органические удобрения, изготовленные по новейшим технологиям, значительно повлияли на урожайность пшеницы яровой сорта Чадо.

В варианте, где под зяблевую вспашку вносили органические удобрения «Биопроферм» в дозе 10 т/га и выполняли внекорневую подкормку жидким органическим удобрением «Биохром» (5 л/га), урожайность пшеницы яровой на зерно составляла 5,13 т/га, что на 1,75 т/га больше, чем на контроле, и на 0,39 т/га больше, чем в варианте, где вносили «Биоактив» в дозе 10 т/га и опрыскивали растения во время вегетации жидким органическим удобрением «Биохром» в дозе 5 л/га.

Доказано, что во все годы исследований органические удобрения «Биоактив», «Биопроферм» 10 т/га и жидкое органическое удобрение «Биохром» в дозе 5 л/га обеспечили увеличение содержания трехвалентного хрома в зерне яровой пшеницы сорта Чадо, по сравнению с контролем, на 0,412–0,780 мг/кг.

**Ключевые слова:** пшеница яровая, «Биоактив», «Биопроферм», трехвалентный хром, урожайность, качество.

#### **Bunchak O.M. Formation of yield and quality indices of grain of spring wheat depending on the system of plant nutrition**

*The theoretical approach to the study of the influence of organic fertilizers produced on the basis of the latest technologies on the growth and development of plants, yield and quality indices of the wheat of the spring Chado variety under the conditions of the Western Forest-Steppe is presented.*

*It was established that the introduction of organic fertilizers, manufactured using the latest technologies, contributed to an increase in the area of the leaf surface of wheat in comparison with the variants without their introduction. On average, in 2013–2017, the most powerful leaf apparatus was formed by plants in the version of fertilizer "Bioproperments" (10 t/ha) with a balanced content of tri-chromium and spraying plants in the tillering phase – the beginning of stem elongation with liquid organic fertilizer "Biohrom" (5 l/ha). In this variant, the area of the leaf area of plants in the tillering phase was 10.4 thousand m<sup>2</sup>/ha more compared to the control, in the phase of stem elongation – by 7.9 thousand m<sup>2</sup>/ha, in the earing phase – by 18.6 thousand m<sup>2</sup>/ha. Here also occurred, respectively, the most intense accumulation of dry mass in plants.*

*Analysis of the value of the photosynthetic potential of spring wheat plants showed that the maximum index of AF was obtained in the variant with the application of 10 t/ha of organic fertilizer "Bioproperme", made by the method of accelerated biological fermentation with the content of trivalent chromium (540 mg/kg) and spraying of plants during vegetation with liquid organic fertilizer Biohrom at a rate of 5 l/ha, made by the method of cavitation, – 3.2 million m<sup>2</sup>/ha day, which is 1.2 million m<sup>2</sup>/ha more compared with the control and 0.9 million m<sup>2</sup>/ha more compared to the variant with N120P80K80 application.*

*It was shown that organic fertilizers produced according to the latest technologies significantly influenced the yield of spring wheat of Chado variety.*

*So, in the variant where autumn plowing was combined with the application of "Bioproperme" at a rate of 10 t/ha, and later foliar application of liquid organic fertilizer "Biohrom" (5 l/ha) was carried out, the yield of spring wheat for grain was 5,13 t/ha, which is by 1.75 t/ha more than in the control and by 0.39 t/ha more than in the variant where Bioactiv was used at a rate of 10 t/ha and where plants were sprayed during vegetation with liquid organic fertilizers Biohrom at a rate of 5 l/ha.*

*It was found that during all the years of research organic biofertilizers Bioativ and BioProms at a rate of 10 t/ha and Bio Organic liquid fertilizer at a rate of 5 liters per hectare provided an increase in the content of trivalent chromium in wheat grain of Chado variety compared to the control by 0.412–0.780 mg/kg.*

**Key words:** spring wheat, Bioactive, Bioproperm, trivalent chromium, yield, quality.

**Постановка проблеми.** У середині ХХ сторіччя людство відчуло наслідки тотальної «хімізації», які проникли в усі сфери суспільного життя і навколишнього природного середовища. Розуміння зв'язків між властивостями хімікатів та їхнім впливом не тільки на людину, але й на природні біоценози уможливило дослідити поширення та вплив природних і антропогенних токсикантів, а також продуктів їхньої трансформації на екосистеми різного рівня. Серед них чільне місце займають і сполуки хрому.

Вивчення їх впливу на ріст і розвиток рослин, урожайність та якісні показники зерна ярої пшениці в Україні не проводилося [1; 2; 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У ряді країн, а за останні роки й в Україні, значної уваги надають дослідженням і практичному застосуванню тривалентного хрому, який вважають одним з необхідних елементів для повноцінного росту й розвитку рослин, життєдіяльності людей і тварин [4; 5; 6; 7]. Однак для забезпечення організму людей і тварин необхідною кількістю Cr (III) рослинні продукти повинні бути вирощені на ґрунтах з умістом необхідної кількості Cr<sup>+3</sup>, а раціон тварин необхідно збагачувати цим мікроелементом [8].

Тому для забезпечення науково обґрунтованого балансу елементів життєдіяльності, в тому числі й тривалентного хрому, в кормах для тварин, птиці, в продуктах харчування для людей, в адаптивно-ландшафтних технологіях вирощування польових культур необхідно вносити органічні добрива з умістом тривалентного хрому.

Наукових досліджень із виробництва і застосування органічних добрив з умістом тривалентного хрому в технологіях вирощування сільськогосподарських культур в Україні ніхто не виконував. З огляду на актуальність цієї проблеми нами розроблено технологію виробництва органічних добрив з відходів шкіряного виробництва та осаду очисних споруд методом біологічної ферментації зі збалансованим вмістом мікроелементу Cr<sup>+3</sup> і технологію виробництва рідкого органічного добрива «Біохром» методом кавітації. Вивчення їх впливу на формування продуктивності агроценозу, врожайність та якісні показники ярої пшениці є своєчасним [8; 9].

**Постановка завдання. Мета дослідження** – вивчити вплив органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями, на ріст і розвиток рослин та якісні показники зерна, урожайність пшениці ярої сорту Чадо в умовах Західного Лісостепу.

Польові й лабораторні дослідження виконано впродовж 2013–2017 рр. на дослідному полі Подільського державного аграрно-технічного університету. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важкосуглинкового гранулометричного складу – характеризується такими агрохімічними показниками: рН – 6,5-6,8, вміст гумусу (за Тюрінім) – 4,12-4,34%, забезпечення азоту, що легко гідролізується (за Корифільдом) – 116-124 мг/кг, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 86-91 мг/кг, обмінного калію (за Чиріковим) – 127-168 мг/кг ґрунту. Загальна площа ділянки – 60 м<sup>2</sup>, облікова – 45 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок систематичне за чотириразового повторення.

У досліді вивчали вплив органічного добрива «Біопроферм» (вміст Cr<sup>+3</sup> 540 мг/кг) та регулятора рідкого органічного добрива «Біохром» (вміст Cr<sup>+3</sup> 5,4 мг/л), отриманих за розробленою і запатентованою нами технологією [9], на ріст і розвиток рослин, урожайність та якісні показники пшениці ярої сорту Чадо. Органічні добрива «Біопроферм» і «Біоактив» та мінеральні добрива у формі N<sub>120</sub> P<sub>80</sub> K<sub>80</sub> вносили під основний обробіток ґрунту, «Біохром» – під час вегетації пшениці ярої сорту Чадо.

Погодні умови в роки дослідження відрізнялись між собою, що дало змогу оцінити вплив регуляторів росту на ріст й розвиток рослин ярої пшениці.

Агротехніка вирощування пшениці ярої – загальноприйнята для умов Західного Лісостепу України. Супутні дослідження і спостереження виконано за загальноприйнятими методиками [10; 11].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Формування врожаю пшениці ярої – складний процес, який залежить від факторів навколишнього природного середовища і біологічних особливостей росту й розвитку рослин.

Чільне місце при цьому належить процесам формування площі листової поверхні. Про залежність врожайності зерна від величини асимілюючої поверхні зазначають ряд дослідників [12].

У своїх працях А.А. Ничипорович, Ф.М. Куперман, В.В. Базалій тощо вказують на те, що інтенсивний ріст вегетативних органів рослин значною мірою залежить від кліматичних та біологічних умов, зокрема, забезпечення використання ними води, поживних речовин і вуглекислоти повітря в процесі акумуляції сонячної енергії [12; 13; 14].

Формування врожаю пшениці ярої – складний процес, який залежить від факторів навколишнього природного середовища та біологічних особливостей росту й розвитку рослин.

У середньому за роки дослідження найпотужніший листовий апарат формували рослини у варіанті, де вносили добриво «Біоферм» (10 т/га) зі збалансованим умістом тривалентного хрому та обприскували рослини у фазу кушіння – початку виходу в трубку рідким органічним добривом «Біохром» у дозі 5 л/га. У фазу кушіння культури площа листової поверхні рослин була на 10,8 тис. м<sup>2</sup>/га більшою порівняно до контролю, у фазу початку виходу в трубку – на 8,1 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу колосіння – на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га більшою. Отже, серед варіантів досліду найважливішими факторами, що впливають на формування асиміляційної поверхні пшениці ярої, є поживний режим ґрунту, який значно поліпшували органічні добрива зі збалансованим умістом тривалентного хрому. На період фази колосіння культури оптимальна площа листової поверхні становила 47,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

Показник фотосинтетичного потенціалу досяг у цьому варіанті 3,2 млн м<sup>2</sup>/га діб, що сприяло найінтенсивнішому нагромадженню сухих речовин порівняно з контролем.

Пшениця яра як продукт харчування для багатьох країн світу є другою культурою після озимої пшениці і становить близько 10% від її площі, а світове виробництво зерна сягає 30–35 млн тонн [14; 15].

Ця культура становить інтерес для зернового господарства насамперед як сировина для макаронних виробів, а також для хлібопечення як поліпшувач борошна м'якої пшениці. В Україні яра тверда пшениця поряд з озимою є провідною продовольчою культурою, а її вирощування є економічно виправданим, оскільки виключає необхідність увезення високоякісного зерна та забезпечення сировиною потреб макаронної промисловості [14; 15].

Сучасні сорти пшениці твердої ярої вітчизняної селекції можуть в умовах виробництва забезпечити урожайність на рівні 4,0–6,0 т/га, але цей потенціал далекий від реалізації через недостатнє поширення культури в структурі посівних площ господарств та недосконалість технології вирощування [15].

Досліджено, що органічні добрива, виготовлені за новітніми технологіями, значно впливали на урожайність пшениці ярої сорту Чадо (табл. 1).

Таблиця 1

**Врожайність пшениці ярої сорту Чадо залежно від внесення органічного добрива «Біоферм» із вмістом тривалентного хрому (2013–2017 рр.)**

Варіант досліджу	Урожайність, т/га					Середнє значення	Приріст	
	2013	2014	2015	2016	2017		т/га	%
Без добрив – контроль	2,90	3,42	3,26	3,55	3,76	3,38	-	-
Внесення N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	3,58	3,90	3,75	4,27	4,32	3,96	0,58	17,2
Внесення N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + «Біохром» – 5 л/га	4,00	4,36	4,12	4,68	4,57	4,35	0,97	31,8
Внесення «Біоактив» – 10 т/га	3,94	4,48	4,12	4,76	4,80	4,58	1,20	35,5
Внесення «Біоактив» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га	4,38	4,82	4,53	4,93	5,06	4,74	1,36	40,2
Внесення «Біоферм» – 10 т/га	4,44	4,64	4,50	5,32	5,13	4,81	1,43	42,3
Внесення «Біоферм» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га	4,68	5,16	4,85	5,60	5,38	5,13	1,75	51,9
НІР <sub>05</sub>	0,37	0,30	0,38	0,29	0,26			

Так, у варіанті, де під зяблеву оранку вносили органічні добрива «Біоферм» у дозі 10 т/га та виконували позакореневе підживлення рідким органічним добривом «Біохром» (5 л/га), урожайність пшениці ярої на зерно становила 5,13 т/га, що на 1,75 т/га більше, ніж на контролі, і на 0,39 т/га більше, ніж у варіанті, де вносили «Біоактив» у дозі 10 т/га та обприскували рослини під час вегетації рідким органічним добривом «Біохром» в дозі 5 л/га. У цьому варіанті найбільша врожайність пшениці ярої на зерно 5,6 т/га була в найбільше сприятливому 2016 році, а найменша – 4,68 т/га в найменш сприятливому за кліматичними умовами 2015 році.

До біохімічних та фізичних показників якості зерна пшениці відносяться вміст білка, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів та зольних елементів, клейковина натуральна, скловидність та маса 1000 зернівок.

Білок – один із найважливіших складників зерна пшениці. Його вміст у зерні м'якої ярої пшениці коливається від 14 до 16% та 15–18% твердої і клейковини – 28–40%, що відповідає новому стандарту України ДСТУ 37-68-2009 «Пшениця. Технічні умови», який введений у дію з 1 липня 2009 р.

За даними І.М. Кодриєва (1970), амплітуда коливань вмісту білка в зерні під впливом факторів, що не піддаються регулюванню (сонячна радіація, опади, вологість повітря, температура), сягає 11%, а тих, що регулюються (агротехніки), – 8%. На якість зерна пшениці ярої впливають практично всі агротехнічні прийоми її вирощування, особливо система удобрення.

Результати наших досліджень показують, що показники якості зерна, в т.ч. вміст у зерні тривалентного хрому залежали від системи удобрення та визначалися погодними умовами вегетаційного періоду. Встановлено, що досліджувані фактори впливали на агрофізичні й агрохімічні властивості ґрунту, ріст і розвиток рослин змінювали кількісний і якісний врожай пшениці ярої.

Результати досліджень показали, що на варіантах, де вносили органічне добриво «Біоферм» та рідке органічне добриво «Біохром», найбільше покращувалися якісні показники зерна ярої пшениці сорту Чадо (табл. 2).

Таблиця 2

**Якісні показники зерна ярої пшениці в залежності від внесених добрив  
(2013-2017 рр.)**

№ п/п	Варіант	Вміст білка %	Вміст клейковини %	Скловидність %	Натура зерна г/л	Вміст Cr <sup>+3</sup> в зерні ярої пшениці, мг/кг
1	Без добрив – контроль	14,6	34,3	53	728	0,462
2	Внесення N <sub>120</sub> P <sub>86</sub> K <sub>86</sub>	15,4	35,0	62	740	0,509
3	Внесення N <sub>120</sub> P <sub>86</sub> K <sub>86</sub> + «Біохром» – 5 л/га	15,8	35,3	68	742	0,796
4	Внесення «Біоактив» – 10 т/га	16,0	35,2	70	736	0,727
5	Внесення «Біоактив» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га	16,2	35,6	72	741	0,874
6	Внесення «Біопроферм» – 10 т/га	16,1	35,4	74	742	0,921
7	Внесення «Біопроферм» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га	16,3	35,8	76	747	1,242

Проведеним нами дослідженням встановлено, що якість зерна пшениці ярої сорту Чадо за комплексом показників якості була дещо вищою порівняно з контролем на всіх варіантах, де вносилися мінеральні та органічні добрива «Біоактив», «Біопроферм» та «Біохром». Так, уміст білка був на 1,4–1,7%, уміст клейковини – на 0,9–1,5%, скловидність – на 17–23%, натура зерна – на 8–19 г/л більше контролю. Одним з основних показників, який характеризує якість, є вміст білка в зерні.

На варіанті з внесенням органічних добрив «Біоактив» 10 т/га уміст у зерні білка становив 16% або 1,4% більше контролю, а на варіанті з внесенням органічних добрив «Біопроферм» 10 т/га – 16,1% або на 1,5% більше контролю. Найвищий уміст білка – 16,3%, або на 1,7% більше контролю, був на варіанті, де вносили під основний обробіток по 10 т/га органічного добрива «Біопроферм», а під час вегетації у фазу кушіння рослини ярої пшениці обприскували рідким органічним добривом «Біохром» – 5 л/га.

З'ясовано, що в усі роки досліджень органічні добрива «Біоактив» «Біопроферм» 10 т/га та рідке органічне добриво «Біохром» у дозі 5 л/га забезпечили збільшення вмісту тривалентного хрому в зерні ярої пшениці сорту Чадо порівняно з контролем на 0,412–0,780 мг/кг.

Встановлено, що у варіанті, де вносили восени під зяблеву оранку 10 т/га органічного добрива «Біопроферм» і під час вегетації обприскували рослини рідким органічним добривом «Біохром» у дозі 5 л/га, в зерні культури був найвищий уміст тривалентного хрому – 1,242 мг/кг.

**Висновки і пропозиції.** Отже, на основі виконаного нами дослідження встановлено, що застосування органічного добрива «Біопроферм» та рідкого органічного добрива «Біохром» позитивно впливає на ріст і розвиток рослин пшениці ярої впродовж усього періоду їх вегетації, забезпечило приріст площі листової поверхні рослин. У фазу кушіння вона була на 10,4 тис. м<sup>2</sup>/га більшою порівняно до контролю, у фазу початку виходу в трубку була більшою на 7,9 тис. м<sup>2</sup>/га, у

фазу колосіння – на 18,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Показник фотосинтетичного потенціалу досяг у цьому варіанті 3,3 млн м<sup>2</sup>/га діб, що сприяло найінтенсивнішому нагромадженню сухих речовин порівняно з контролем, і що забезпечує збільшення врожайності на 1,43–1,75 т/га або 42,3–51,9% порівняно з контролем і отримання зерна ярої пшениці з вмістом необхідної кількості тривалентного хрому.

Нами будуть продовжені дослідження з вивчення післядії внесених органічних добрив на урожайність наступних культур у сівозміні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хенинг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормление сельскохозяйственных животных. Москва : Колос. 1976. 360 с.
2. Іскра Р.Я., Влізло В.В., Федорук Р.С. Хром у живленні тварин : монографія. Київ : Аграр. наука, 2014. 312 с.
3. Anderson R.A. Nutritional factors influencing the glucose/insulin system: Chromium. *Journal of American College Nutrition*. 1997. V. 16. P. 404–410.
4. Іскра Р.Я., Влізло В.В. Особливості функціонування системи антиоксидантного захисту в еритроїдних клітинах і тканинах свиней за дії хром хлориду. *Український біохімічний журнал*. 2013. Т. 85. № 3. С. 96–102.
5. An evaluation of the protective role of  $\alpha$ -tocopherol on free radical induced hepatotoxicity and nephrotoxicity due to chromium in rats / R. Balakrishnan et al. *Indian J Pharmacol*. 2013. Vol. 45. № 5. P. 490–495.
6. Cr (VI) і іммобілізація Cr (III) відпочиваючими клітинами *Pseudomonas aeruginosa* ССТСС АВ93066: спектроскопічний, мікроскопічний та баланс маси аналіз *Environ Sci Pollut Res Int.* / С. Кан та ін. 2017. Лют. № 24 (6). 5949–5963.
7. Кабата-Пендіас А., Пенди Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Москва : Мир, 1989. 439 с.
8. Виробництво та використання органічних добрив / за ред. І.А. Шувар. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 596 с.
9. Патент на корисну модель № 85187 «Спосіб отримання органічних добрив нового покоління із збалансованим вмістом тривалентного хрому» / О.М. Бунчак та ін. 2013. бюл. № 21.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1980. 207 с.
11. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник / О.А Рожков та ін. Харків : Майдан, 2016. Книга 1. 300 с.
12. Куперман Ф.М., Андриенко С.С. Физиология кукурузы. Москва : изд-во Московского университета, 1959. 186 с.
13. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. Москва, 1965. 47 с.
14. Базалій В.В. Формування продуктивності зерна ярої м'якої і твердої пшениці, за різних строків сівби в умовах півдня України : зб. Міжнародної конференції (10–11.06.2016р.) «Онтогенез-стан проблеми та перспектива вивчення рослин в культурних та природних ценозах». Херсон, 2016. С. 73–75.
15. Усов О.С., Манько К.М. Особливості формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від попередника та основної обробітку ґрунту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 70–75.