



В. П. Карпенко
доктор с.-г. наук,
професор, проректор з наукової
та інноваційної діяльності,
Уманський національний університет садівництва
e-mail: v-biology@ukr.net



С. В. Павлишин
аспірант кафедри мікробіології,
біохімії, і фізіології рослин,
Уманський національний
університет садівництва

ПІГМЕНТНА СИСТЕМА ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДУ ПРИМА ФОРТЕ 195 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН ВУКСАЛ БІО ВІТА

Анотація. Наведено результати вегетаційного дослідження щодо формування пігментної системи рослин пшениці полби звичайної сорту Голиковська залежно від дії різних норм гербіциду Пріма Форте 195 та способів використання регулятора росту рослин Вуксал БІО Віта. Встановлено перевагу стосовно комплексного застосування гербіциду і регулятора росту рослин з погляду на позитивну тенденцію у формуванні вмісту хлорофілів а і b, їх суми і співвідношення в листках рослин. В ході проведених досліджень було доведено, що сумісне застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га із регулятором росту рослин Вуксал БІО Віта у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту у нормі 1,0 л/т виявляє позитивний вплив на проходження обмінних процесів у рослинах, що супроводжується активізацією синтезу хлорофілів а і b та в цілому забезпечує зростання їх суми в листках пшениці полби звичайної.

Ключові слова: хлорофіл а і b, сума хлорофілів а + b, гербіцид, регулятор росту рослин, пшениця полба звичайна.

В. П. Карпенко

доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор по науковій та інноваційній діяльності,
Уманський національний університет садівництва

С. В. Павлишин

аспірант кафедри мікробіології, біохімії та фізіології рослин,
Уманський національний університет садівництва

ПИГМЕНТНАЯ СИСТЕМА ПШЕНИЦЫ ПОЛБЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕРБИЦИДА ПРИМА ФОРТЕ 195 И РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ВУКСАЛ БИО ВИТА

Аннотация. Приведены результаты вегетационного опыта по формированию пигментной системы растений пшеницы полбы обыкновенной сорта Голиковская в зависимости от действия различных норм гербицида Прима Форте 195 и способов использования регулятора роста растений Вуксал БИО Вита. Установлено преимущество комплексного применения гербицида и регулятора роста растений на положительную тенденцию в формировании содержания хлорофиллов а и b, их суммы и соотношения в листьях растений. В ходе проведенных исследований было доказано, что совместное применение гербицида Прима Форте 195 в нормах 0,5; 0,6 и 0,7 л/га с регулятором роста растений Вуксал БИО Вита в норме 1,0 л/га на фоне предпосевной обработки семян этим же регулятором роста в норме 1,0 л/т оказывает положительное влияние на прохождение обменных процессов в растениях, сопровождается активизацией синтеза хлорофиллов а и b и в целом обеспечивает рост их суммы в листьях пшеницы полбы обыкновенной.

Ключевые слова: хлорофилл а и b, сумма хлорофиллов а + b, гербицид, регулятор роста растений, пшеница полба обыкновенная.

V. P. Karpenko

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

S. V. Pavlyshyn

Post-graduate Student, Uman National University of Horticulture

PIGMENT SYSTEM OF TRITICUM DICOCCUM BY APPLICATION OF PRIMA FORTE 195 HERBICIDE AND WUXAL BIO VITA PLANT GROWTH REGULATOR

Abstract. Results of a vegetative experiment concerning formation of pigment system of *Triticum dicoccum* of Golikovska variety depending on the effect of various norms of Prima Forte 195 herbicide and methods of using Wuxal BIO Vita plant growth regulator were given. It was established an advantage regarding complex application of herbicide and plant growth regulator in view of the positive tendency in the formation of chlorophylls a and b content, their sum and ratio in the leaves of plants. In the course of the research, it was proved that combined application of Prima Forte 195 herbicide in the norms of 0.5; 0.6 and 0.7 L/ha with Wuxal BIO Vita plant growth regulator in the norm of 1.0 L/ha after pre-sowing seed treatment with the same growth regulator in the norm of 1.0 L/t showed a positive effect on metabolic processes in plants which was accompanied by the activation of synthesis of chlorophylls a and b, and in general, provided an increase in their sum in the leaves of *Triticum dicoccum*. There was found that the highest content of chlorophyll in the leaves was due to the use of the Prima Forte 195 herbicide in combination with the Wuxal BIO Vita treated before seeding the plant growth regulator. So, this tank mix provided an increase of: 1) chlorophyll a content in the leaves compared to a control of 0.22; 0.16 and 0.07 mg/g of raw substances in accordance (norms of herbicide is 0,5; 0.6 and 0.7 liter/hectare); 2) chlorophyll b (norms of herbicide is

0.5 and 0.6 liter/hectare) of 0.13 and 0.04 mg/g of raw substance; 3) in the norm of 0,7 liter/hectare chlorophyll b content was reduced to 0,02 mg/g of raw substance. The sum of chlorophylls in these variants of the experiment increased to 0.35; 0,20 and 0,05 mg/g of raw substance, respectively. Reducing of the chlorophyll content in the leaves of *Triticum dicoccum* with increasing of herbicide norms, obviously, is a direct effect of the herbicidal agent on inhibition of key physiological and biochemical reactions of the pigment complex of chloroplasts. Herbicides as a physiologically active substances can accumulate with chloroplasts, that, in turn, causes deep infractions both in synthetic processes and in key reactions of photosynthesis.

Key words: chlorophyll a and b, sum of chlorophylls a and b, herbicide, plant growth regulator, *Triticum dicoccum*.

Постановка проблеми. Нині гербіциди і регулятори росту рослин є невід'ємним елементом у технологіях вирощування сільськогосподарських культур [8]. Зокрема, доведено, що регулятори росту посилюють толерантність рослин до дії негативних чинників. Проте їх захисне значення в інтегрованих системах захисту рослин є вивченим недостатньо [13]. Тому, розробка заходів, спрямованих на зниження в посівах негативної дії хімічних речовин, у тому числі й гербіцидів, є нині надзвичайно актуальним завданням [4, 10].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Формування високих врожаїв сільськогосподарських культур є результатом фотосинтезу, у процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні і різноманітні за хімічним складом органічні сполуки [3]. Для проходження фотосинтезу необхідна наявність в клітинах рослин пігментів хлорофілу [11, 12], вмістом яких опосередковано визначається залежність у формуванні врожайності вирощуваної культури. За даними досліджень В. П. Карпенка [7], дія гербіцидів і їх комплексів із біологічними препаратами на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, а звідси – і на процес фотосинтезу зокрема, реально відображає направленість адаптивних змін і пов'язана з формуванням таких важливих показників як вміст хлорофілу, інтенсивність нагромадження органічної речовини.

О. І. Заболотний, А. В. Заболотна [6] констатують, що для зменшення негативного впливу гербіцидів на сільськогосподарські культури доцільно поєднувати їх застосування з біологічними препаратами, під впливом яких посилюються обмінні процеси в рослинах, розвивається потужніша надземна та підземна маса, формується оптимальний фотосинтетичний апарат і збільшується вміст хлорофілу в листках, що в цілому забезпечує зростання врожайності. Доведено, що за сумісного застосування Лінтуру 70 WG з Емістимом С вміст зелених пігментів у

рослинах пшениці ярої зростає в середньому на 15 % у порівнянні з варіантами досліду, де гербіцид вносили без регулятора росту.

Зважаючи на вищевикладене, вивчення динаміки нагромадження хлорофілу в листках рослин має важливе значення, оскільки його рівень впливає на інтенсивність фотосинтезу та інші фізіологічні процеси, що лежать в основі формування високої продуктивності посівів.

Мета статті – дослідити вплив різних норм гербіциду Пріма Форте 195 (0,5; 0,6; 0,7 л/га) і регулятора росту рослин Вуксал БІО Віта (1,0 л/га, 1,0 л/т насіння), використаного в бакових сумішах та для обробки насіння, на формування вмісту хлорофілів а і b, їх суми і співвідношення в листках пшениці полби звичайної.

Методика дослідження. Предметом дослідження слугували рослини пшениці полби звичайної (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.) сорту Голіковська, гербіцид Пріма Форте 195, с.е. (діючі речовини – флорасулам 5 г/л, амініпіралід 10 г/л, 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д 180 г/л), регулятор росту рослин Вуксал БІО Віта (діюча речовина – витяжка з морських водоростей *Ascophyllum nodosum*, азот (N) – 52 г/л, марганець (Mn) – 38 г/л, сірка (S) – 29 г/л, залізо (Fe) – 6,4 г/л, цинк (Zn) – 6,4 г/л).

Досліди виконували з дотриманням вимог вегетаційного методу [5] за схемою: без застосування препаратів (контроль), Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га роздільно й сумісно з Вуксалом БІО Віта у нормі 1,0 л/га, внесених окремо і на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Віта 1,0 л/т. Детальну схему досліду наведено в таблицях.

Аналізи проводили в лабораторних умовах на 3 і 6 добу після посходового внесення препаратів у відібраних зразках листків. Вміст хлорофілів а і b, їх суму і співвідношення визначали спектрофотометричним методом [2].

Основні результати дослідження. У результаті проведених досліджень встановлено (табл. 1), що за викори-

Таблиця 1

Вміст хлорофілів а і b, їх сума і співвідношення у листках пшениці полби звичайної [тільки доба після внесення препаратів, мг/г сухої речовини]

Варіант досліду	Хлорофіл а	Хлорофіл b	Сума хлорофілів	Співвідношення хлорофілів а/b
Без застосування препаратів (контроль)	1,28	0,41	1,69	3,12
Пріма Форте 0,5	1,25	0,37	1,62	3,37
Пріма Форте 0,6	1,17	0,34	1,51	3,44
Пріма Форте 0,7	1,09	0,35	1,44	3,11
Вуксал БІО Віта 1,0	1,52	0,53	2,05	2,86
Пріма Форте 0,5 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,41	0,44	1,85	3,20
Пріма Форте 0,6 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,36	0,41	1,77	3,31
Пріма Форте 0,7 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,29	0,35	1,64	3,69
Фон (Вуксал БІО Віта 1,0) + Вуксал БІО Віта 1,0	1,65	0,58	2,23	2,84
Фон + Пріма Форте 0,5	1,31	0,46	1,77	2,85
Фон + Пріма Форте 0,6	1,27	0,39	1,66	3,26
Фон + Пріма Форте 0,7	1,22	0,42	1,64	2,90
Фон + Пріма Форте 0,5 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,49	0,52	2,01	2,87
Фон + Пріма Форте 0,6 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,43	0,47	1,90	3,04
Фон + Пріма Форте 0,7 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,33	0,37	1,70	3,59
НІР ₀₅	0,14	0,05	0,08	-

стання гербіциду Пріма Форте у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га, внесеного без Вуксалу БІО Віта, вміст хлорофілу а в листках пшениці полби звичайної на третю добу після внесення був на 0,03; 0,11 і 0,19 мг/г сирової речовини відповідно меншим, ніж в контролі. Вміст хлорофілу *b* виявився меншим проти контролю на 0,04; 0,07 і 0,06 мг/г сирової речовини, а сума хлорофілів *a+b* – на 0,07; 0,18 і 0,25 мг/г сирової речовини. На думку науковців [1, 8, 9], зниження вмісту хлорофілу у варіантах досліді з застосуванням зростаючих норм гербіциду, є наслідком підвищення рівня пероксидного окиснення ліпідів у клітинах, у результаті якого може відбуватись гальмування синтезу хлорофілу або ж його руйнування. Водночас у варіантах, де Пріму Форте 195 застосовували разом із Вуксалом БІО Віта, вміст хлорофілів *a*, *b* і їх сума перевищували відповідні показники варіантів без регулятора росту рослин. За внесення Пріми Форте 195 на фоні передпосівної обробки насіння Вуксалом БІО Віта вміст хлорофілів *a* і *b* за норми 0,5 л/га препарату перевищував контроль, проте за норм 0,6 і 0,7 л/га був нижчим за показники в контролі.

За використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5 та 0,6 л/га, внесених сумісно з Вуксалом БІО Віта 1,0 л/т по фоні, вміст хлорофілів *a* і *b* перевищував контрольні показники відповідно на 0,32; 0,21 мг/г сирової речовини. Дещо нижчим вміст хлорофілів був за внесення Пріми Форте 195 0,7 л/га та Вуксалу БІО Віта 1,0 л/га по фоні (перевищення відносно контролю становило 0,01 мг/г сирової речовини). Аналізуючи співвідношення хлорофілів *a/b* можна відмітити тенденцію до його зростання із збільшенням норми гербіциду.

Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів у листках пшениці полби звичайної на шосту добу після внесення препаратів (табл. 2) продемонструвало підвищення вмісту хлорофілів у порівнянні до третьої доби після визначення. Однак, за застосування гербіциду без регулятора росту рослин відмічали зниження вмісту хлорофілів. Так, за використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 і 0,7 л/га вміст хлорофілу а в листках пшениці полби звичайної у відношенні до контролю зменшувався на 0,07; 0,14 і 0,23 мг/г сирової речовини, хлорофілу *b* – на 0,04; 0,07 і 0,12 мг/г сирової речовини, суми хлорофілів *a+b* – на 0,11; 0,21; 0,35 мг/г сирової речовини відповідно. За обробки рослин Вуксалом БІО Віта в нормі 1,0 л/га вміст хлорофілу а зростав порівняно з контролем на 0,2 мг/г сирової речовини, хлорофілу *b* – на 0,12 мг/г сирової речовини, суми хлорофілів

a+b – на 0,32 мг/г сирової речовини.

За сумісного застосування Пріми Форте 195 0,5 – 0,7 л/га з Вуксалом БІО Віта 1,0 л/га вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми із зростанням норми внесення гербіциду знижувалась, проте спостерігали перевищення відносно контролю у варіантах з нормами Пріми Форте 195 0,5 – 0,6 л/га. Так у даних варіантах зростання вмісту хлорофілу а перевищувало контроль на 0,10; 0,04 мг/г сирової речовини. За норми Пріми Форте 0,7 л/га вміст хлорофілу а знижувався на 0,01 мг/г сирової речовини. Хлорофіл *b* у варіанті з нормою гербіциду 0,5 л/га зростав на 0,08 мг/г сирової речовини, проте знижувався за норм 0,5 і 0,6 л/га – на 0,04 і 0,06 мг/г сирової речовини відповідно порівняно з контролем. Сума хлорофілів *a* і *b* зростала у варіанті з нормою Пріми Форте 195 0,5 л/га на 0,18 мг/г сирової речовини, проте за норми 0,6 л/га значення було аналогічним із контролем, а за норми 0,7 л/га – зменшувалось на 0,07 мг/г сирової речовини.

Застосування Вуксалу БІО Віта 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же препаратом у нормі 1,0 л/т збільшувало показники вмісту хлорофілів. Так, хлорофіл а зростав на 0,33 мг/г сирової речовини, хлорофіл *b* – на 0,23 мг/г сирової речовини, сума хлорофілів – на 0,56 мг/г сирової речовини порівняно з контролем.

Використання Пріми Форте 195 у нормах 0,5 та 0,6 л/га на фоні передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин забезпечило зростання вмісту хлорофілу а на 0,03 та 0,01 мг/г сирової речовини відповідно, а за норми 0,7 л/га – зниження на 0,10 мг/г сирової речовини. Хлорофіл *b* зростав за норми 0,5 л/га на 0,02 мг/г сирової речовини, а за норм 0,6 та 0,7 л/га – знижувався на 0,01 та 0,05 мг/г сирової речовини відповідно. Сума хлорофілів за норми гербіциду 0,5 л/га зростала на 0,05 мг/г сирової речовини, за норми 0,6 л/га була аналогічною контролю, а за норми 0,7 л/га – знижувалась на 0,15 мг/г сирової речовини.

Найвищим вміст хлорофілу у листках був за використання гербіциду Пріма Форте 195 сумісно із Вуксалом БІО Віта, внесених на фоні обробки перед сівбою насіння регулятором росту рослин. Так, дана бакова суміш препаратів за норм гербіциду 0,5; 0,6 та 0,7 л/га забезпечила зростання вмісту хлорофілу а в листках порівняно з контролем на 0,22; 0,16 та 0,07 мг/г сирової речовини відповідно; хлорофілу *b* за норм гербіциду 0,5 та 0,6 л/га – на 0,13 та 0,04 мг/г сирової речовини; за норми 0,7 л/га вміст хлорофілу *b* знижувався на 0,02 мг/г сирової речовини. Сума хлорофілів

Таблиця 2

Вміст хлорофілів *a* і *b*, їх сума і співвідношення у листках пшениці полби звичайної (шоста доба після внесення препаратів, мг/г сирової речовини)

Варіант досліді	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів	Співвідношення хлорофілів <i>a/b</i>
Без застосування препаратів (контроль)	1,36	0,43	1,79	3,16
Пріма Форте 0,5	1,29	0,39	1,68	3,31
Пріма Форте 0,6	1,22	0,36	1,58	3,39
Пріма Форте 0,7	1,13	0,31	1,44	3,65
Вуксал БІО Віта 1,0	1,56	0,55	2,11	2,84
Пріма Форте 0,5 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,46	0,51	1,97	2,86
Пріма Форте 0,6 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,40	0,39	1,79	3,59
Пріма Форте 0,7 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,35	0,37	1,72	3,65
Фон (Вуксал БІО Віта 1,0) + Вуксал БІО Віта 1,0	1,69	0,66	2,35	2,56
Фон + Пріма Форте 0,5	1,39	0,45	1,84	3,09
Фон + Пріма Форте 0,6	1,37	0,42	1,79	3,26
Фон + Пріма Форте 0,7	1,26	0,38	1,64	3,32
Фон + Пріма Форте 0,5 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,58	0,56	2,14	2,82
Фон + Пріма Форте 0,6 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,52	0,47	1,99	3,23
Фон + Пріма Форте 0,7 + Вуксал БІО Віта 1,0	1,43	0,41	1,84	3,48
<i>HIP</i> ₀₅	0,04	0,04	0,05	-

у даних варіантах досліджу зростала на 0,35; 0,20 та 0,05 мг/г сирої речовини відповідно.

Зменшення вмісту хлорофілу в листках пшениці полби звичайної із збільшенням норми використання гербіциду, очевидно, є прямою дією гербіцидного агента на пригнічення ключових фізіолого-біохімічних реакцій пігментного комплексу хлоропластів, оскільки гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні акумулюватись хлоропластами, що, у свою чергу, зумовлює глибокі порушення як в синтетичних процесах, так і в ключових реакціях фотосинтезу [8].

Висновки. Таким чином, аналізуючи одержані дані вегетаційного досліджу стосовно хлорофілів, їх суми і співвідношення, можна зробити висновок, що сумісне застосування гербіциду Пріма Форте 195 у нормах 0,5; 0,6 та 0,7 л/га із регулятором росту рослин Вуксал БІО Vita у нормі 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння цим же регулятором росту у нормі 1,0 л/т виявляє позитивний вплив на проходження обмінних процесів у рослинах, що супроводжується активізацією синтезу хлорофілів *a* і *b* та в цілому забезпечує зростання їх суми в листках пшениці полби звичайної.

Література

1. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука. 2002. 135 с.
2. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия. 2003. 256 с.
3. Гамаюнова В. В. Формування продуктивності пшениці озимої залежно від умов вирощування в південному степу / В. В. Гамаюнова, І. В. Смірнова. // Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". – 2015. – №4. – С. 46–53.
4. Грицаенко З. М. Забур'яненість посівів тритикале озимого за дії гербіциду Пріма в суміші з регулятором росту рослин Біолан / З. М. Грицаенко, В. П. Карпенко, Р. М. Притуляк. // Збірник наукових праць Уманського НУС. – Умань, 2012. – Ч. І. – Вип. 79. – С. 47–51.
5. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука. 1986. 268 с.
6. Заболотный О. И. Вміст хлорофілу у листках пшениці ярої при застосуванні гербіциду Лінтур 70 WG і регулятора росту рослин Емістим С / О. І. Заболотний, А. В. Заболотна. // Зб. наук. пр. «Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків». – Вип. 17 (том І). – Київ, 2013. – С. 414–418.
7. Карпенко В. П. Фотосинтетична активність посівів ячменю ярого за дії гербіциду і біологічних препаратів / В. П. Карпенко. // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. – 2011. – С. 51–53.
8. Карпенко В. П., Грицаенко З. М., Притуляк Р. М., Полторецкий С. П., Мостов'як І. І., Фоменко О. О. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавель «Сочинський». 2012. – 357 с.
9. Пидан Л. Ф. Фізіологічне обґрунтування застосування гербіцидів і регулятора росту рослин у посівах соняшника в Правобережному Лісостепу України : дис. канд. с.-г. наук : 03.00.12 / Пидан Л. Ф. – Умань, 2017. – 219 с.

10. Позакорене́ве живлення рослин — джерело амінокислот [Електронний ресурс] // Пропозиція. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-zhyvlennya-roslyn-dzherelo-aminokyslot>.
11. Р'ябчун Н. І. Спосіб визначення вмісту хлорофілу в листках пшениці озимої / Н. І. Р'ябчун, О. С. Погорелов, О. М. Четверик. // Селекція насінництва. – 2011. – №99. – С. 139–143.
12. Р'ябчун Н. І. Фотосинтез та врожайність зернових культур [Електронний ресурс] / Н. І. Р'ябчун // Пропозиція. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://propozitsiya.com/ua/fotosintez-ta-vrozhaynist-zernovih-kultur>.
13. Трибель С. О. Сучасний стан хімічного методу захисту рослин / С. О. Трибель, О. О. Стригун, О. М. Гаманова. // Карантин і захист рослин. – 2014. – №1. – С. 1–4.
14. Удовенко Г. В. Методи оцінки устійливості рослин к неблагоприятным условиям среды / Г. В. Удовенко. – Л.: Колос, 1976. – 318 с.

References

1. Andryanova Yu. E., Tarchevsky I. A. Chlorophyll and plant productivity. – M.: Nauka, 2000. 135 p.
2. Gavrilenko V. F. Zhygalova Ti V. Large practical course on photosynthesis. M.: Academia, 2003. 256 p.
3. Hamaiunova V. V. Productivity formation of winter wheat depending on growth conditions in southern steppe / V. V. Hamaiunova, I. V. Smirnova // Collection of scientific works of National Scientific Centre "Institute of Agriculture of National Academy of Agrarian Sciences". – 2015 – No.4. – P. 46-53.
4. Hrytsaienko Z. M. Infestation of sowing of winter triticale under using of Prima herbicide in a mixture with Biolan plant growth regulator / Z. M. Hrytsaienko, V. P. Karpenko, R. M. Prytuliak. // Collection of scientific works of Uman NUH. – Uman, 2012. – P. I. – Iss. 79. – P. 47-51.
5. Zhurbitsky Z. I. Theory and practice of a vegetative method. M.: Nauka. 1986. 268 p.
6. Zabolotnyi O. I. Content of chlorophyll in the leaves of spring wheat by application of Lintur 70 WG herbicide and Emistym C plant growth regulator / O. I. Zabolotnyi, A. V. Zabolotna. // Collection of scientific works of "Scientific works of Institute of bioenergetic crops and sugar beets." – Iss. 17 (volume I). – Kyiv, 2013. – P. 414-418.
7. Karpenko V. P. Photosynthetic activity of spring barley crops under application of herbicide and biological preparations / V. P. Karpenko. // Materials of All-Ukrainian scientific conference of young scientists. – 2011. – P. 51-53.
8. Karpenko V. P., Hrytsaienko Z. M., Prytuliak R. M., Poltoretskyi S. P., Mostoviyak I. I., Fomenko O. O. Biological bases of integrated action of herbicides and plant growth regulators; ed. by V. P. Karpenko. Uman: Publisher "Sochinskyi". 2012. 357 c.
9. Pidan L. F. Physiological substantiation of application of herbicides and plant growth regulator in sunflower crops in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine: diss. of Cand. of Agricultural sciences: 03.00.12 / Pidan L. F. – Uman, 2017. – 219 p.
10. Out-root nutrition of plants as a source of amino acids [Electronic resource] // Propozitsiya. – 2016. – Mode access to the resource: <http://propozitsiya.com/ru/pozakoreneve-zhyvlennya-roslyn-dzherelo-aminokyslot>.
11. Riabchun N. I. Method of determining the content of chlorophyll in the leaves of winter wheat / N. I. Riabchun, O. S. Pogorielov, O. M. Chetveryk. // Selection and seed production. – 2011. – No.99. – P. 139-143.
12. Riabchun N. I. Photosynthesis and yield of grain crops [Electronic resource] / N. I. Riabchun // Propozitsiya. – 2013. – Mode access to the resource: <http://propozitsiya.com/ua/fotosintez-ta-vrozhaynist-zernovih-kultur>.
13. Trybel S. O. Current state of chemical method for plants protections / S. O. Trybel, O. O. Stryhun, A. M. Hamanova. // Quarantine and plant protection. – 2014 – No.1. – P. 1-4.
14. Udoenko G. V. Methods of estimation of the resistance of plants to unfavourable environmental conditions / G. V. Udoenko – L. Kolos, 1976. – 318 p.