



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

УДК 581.4:582.998.16:632.954:631.811.98



Л. Ф. Пидан
аспірант
кафедри біології
Уманського національного
університету садівництва

АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В ЛИСТКАХ СОНЯШНИКА ЗА КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ФЮЗИЛАД ФОРТЕ 150 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ

Анотація. Наведено результати досліджень анатомо-морфологічної будови листкового апарату соняшника. Встановлено, що за дії досліджуваних препаратів у листковому апараті соняшника відбуваються структурні адаптаційні зміни, які супроводжуються збільшенням або зменшенням кількості клітин на поверхні листкової пластинки. На підставі одержаних даних епідермісу листка, їх розмірів та площі можна констатувати про можливість зменшення фітотоксичного впливу гербіциду за рахунок поєднання його застосування із регулятором росту рослин.

Ключові слова: анатомо-морфологічна структура листка, епідерміс, гербіцид, регулятор росту рослин.

З. М. Грицаєнко

доктор сільськогосподарських наук, професор
Уманський національний університет садівництва

Л. Ф. Пидан

аспірант
Уманський національний університет садівництва

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЛИСТЬЯХ ПОДСОЛНЕЧНИКА ЗА КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДА ФЮЗИЛАД ФОРТЕ 150 И РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ РАДОСТИМ

Аннотація. Приведены результаты исследований анатомо-морфологического строения листового аппарата подсолнечника. Установлено, что за действия исследуемых препаратов в листовом аппарате подсолнечника происходят структурные адаптационные изменения, которые сопровождаются увеличением или уменьшением количества клеток на поверхности листовой пластинки. На основании полученных данных эпидермиса листа, их размеров и площади можно констатировать о возможности уменьшения фитотоксичного влияния гербицида за счет сочетания его применения с регулятором роста растений.

Ключевые слова: анатомо-морфологическая структура листа, эпидермис, гербицид, регулятор роста растений.

Z. M. Hrytsaenko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Uman National University of Horticulture

L. F. Pidan

Post-Graduate Student
Uman National University of Horticulture

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN SUNFLOWER LEAF UNDER THE COMPLEX INFLUENCE OF 150 FYUZILAD FORTE HERBICIDE AND PLANT GROWTH REGULATOR RADOSTIM

Abstract. The results of anatomical and morphological structure puff device sunflower studies are presented in the issue. It's distinguished that under the influence of drugs studied in puff device sunflower structural adaptive changes occur, accompanied by an increase or decrease in the number of cells on the surface of the leaf blade. Based on the data obtained leaf epidermis, their size and the area it can be stated about the possibility of reducing phytotoxic herbicide exposure through a combination of its application of plant growth regulators.

Keywords: anatomical and morphological structure of leaf, epidermis, herbicide, plant growth regulator.

Постановка проблеми. Анатомічна будова окремих органів рослини за звичайних умов є стабільною системою, що відображає умови її життєдіяльності. Тому структура епідермісу листка або розміри провідних тканин можуть слугувати одним із критеріїв оцінки належних умов, що складаються у посівах для формування врожаю і його якості [1].

Відомо, що анатомо-морфологічна будова надземних органів, зокрема листкового апарату, залежить від низки екологічних та антропогенних чинників. Тому, вивчаючи дію в посівах засобів захисту рослин особливого значення набуває питання з'ясування механізму дії цих речовин на окремі клітинні й тканинні структури [2-3].

Аналіз останніх досліджень. Нині вченими багатьох країн світу доведено, що гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні нагромаджуватися у зонах із найвищою меристематичною активністю, де вони зумовлюють зміни в балансі ендогенних фітогормонів та інгібують проходження найважливіших фізіолого-біохімічних процесів, які визначають стадії розвитку клітини. Зокрема впливу зазнають такі стадії росту клітини як ембріональна, розтягування та диференціації [4-5].

Проникаючи через епідерміс в тканини листкової пластинки, ксенобіотики зумовлюють зміни в обмінних процесах, що проявляються у зменшенні кількості та

площі клітин епідермісу листка, а також – кількості і площі продохів [6-7].

Дослідженнями В. П. Карпенка [8] встановлено, що під впливом гербіцидів Ковбой (125-175 мл/га) і Сатіс (100-125 г/га) відбувається зростання площі листків ячменю ярого та кількості продохів на одиниці їх поверхні, що сприяє підвищенню фотосинтетичної активності та продуктивності посівів. Разом з тим, за даними інших авторів [9], гербіцид 2,4-Д у рослинах соняшнику зумовлював потовщення листкової пластинки та сприяв зменшенню числа клітин між судинно-волокнистими пучками.

Літературні джерела також свідчать про вплив на анатомічну і морфологічну будову рослин екзогенних регуляторів росту рослин [6]. Зокрема за дії ТУРу доведено збільшення кількості судинно-волокнистих пучків у томатів [10], Бензіхолу – в тритикалі [11]. Вразі обробки соняшнику регулятором росту рослин Трептолем встановлені зміни в об'ємі клітин стовпчастої паренхіми, які супроводжувались збільшенням розмірів фотосинтезуючої тканини листка – хлоренхіми [5].

На сьогодні не менш важливим залишається вивчення питання сумісної дії на формування анатомічної структури листкового апарату сільськогосподарських культур гербіцидів із регуляторами росту рослин. Однак такі дослідження в науковій літературі є фрагментарними [6, 12]. Зважаючи на це, метою наших досліджень було з'ясувати анатомо-морфологічні зміни у формуванні епідермальної структури листкового апарату соняшника за дії різних норм та способів застосування гербіциду Фюзилад форте 150 і регулятора росту рослин Радостим.

Методика дослідження. Дослідження виконували у 2012 – 2013 рр. у лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва у зразках рослин, відібраних у польових умовах. Повторність дослідів – триразова. У досліді вирощували гібрид соняшника Каньйон, у посівах якого застосовували гер-

біцид класу грамініциди – Фюзилад форте 150 (флуазифоп-П-бутил 150 г/л) у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га – у фазі двох пар справжніх листків як окремо, так і в сумішax із регулятором росту рослин Радостим (Емістим С – 0,3 г/л, калійна сіль альфа-нафтилоцтової кислоти – 1 мг/л та мікроелементи) у нормі 20 мл/га. Для створення фону виконували передпосівну обробку насіння соняшника Радостимом у нормі 250 мл/т та застосовували окремо – шляхом обприскування посівів у нормі 20 мл/га. Детальну схему варіантів дослідів наведено у таблицях.

Анатомо-морфологічні дослідження виконували на системному мікроскопі LEICA – 295 за збільшення 20x і 40x із фіксованою цифровою камерою Leica ICC HD. Відбір зразків для досліджень виконували за методикою З. М. Грицаєнко і А. О. Грицаєнко [13]. Коефіцієнт морфоструктури (Км) розраховували за методикою В. П. Карпенка [6, 8], як відношення кількості клітин епідермісу на одиниці поверхні листка за дії препарату (чи іншого чинника) до кількості клітин епідермісу у варіанті, де дія препарату (чинника) була виключена (контроль).

Статистичну обробку експериментальних даних виконували за методикою Б. А. Доспехова [14].

Результати досліджень. Результати проведених досліджень засвідчили залежність формування показників анатомічної структури епідермісу листкового апарату соняшника як від погодних умов, що склались в роки виконання досліджень, так і від різних норм використання у посівах гербіциду як окремо, так і в бакових сумішax із регулятором росту рослин. Зокрема, якщо в 2012 р. в контролі I, де не використовували препарати, в полі зору мікроскопа нараховувалось 144 клітини епідермісу, то в 2013 р. – 137, відповідно їх площа складала 153 і 174 мкм² (табл. 1, 2). Більша площа клітин епідермісу листків соняшника у 2013 р. узгоджується з кращими погодними умовами для росту і розвитку рослин, зокрема за вологозабезпеченістю.

Таблиця 1

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соняшника за дії гербіциду Фюзилад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза трьох пар справжніх листків, 2012 р.)

Варіант дослідів	Кількість клітин в полі зору мікроскопу, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	144	13,8	11,1	153	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	95	24,2	11,7	283	0,65
Радостим 20 мл/га	122	17,5	11,3	198	0,84
Фюзилад форте 0,5 л/га	132	16,3	10,6	173	0,91
Фюзилад форте 0,75 л/га	127	20,3	9,0	183	0,88
Фюзилад форте 1,0 л/га	136	15,2	9,7	166	0,94
Фюзилад форте 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	115	16,5	12,8	211	0,79
Фюзилад форте 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	111	20,4	10,9	222	0,77
Фюзилад форте 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	119	16,0	12,6	202	0,82
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	139	14,2	11,4	162	0,96
Фон + Радостим 20 мл/га	117	16,2	12,8	207	0,81
Фон + Фюзилад форте 0,5 л/га	112	16,8	13,0	218	0,77
Фон + Фюзилад форте 0,75 л/га	107	20,6	11,8	243	0,74
Фон + Фюзилад форте 1,0 л/га	116	16,2	12,9	209	0,80
Фон + Фюзилад форте 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	108	17,1	14,0	239	0,75
Фон + Фюзилад форте 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	97	21,0	12,4	260	0,67
Фон + Фюзилад форте 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	113	16,5	13,3	219	0,78
НІР ₀₅	8,0	1,2	0,5	25,4	

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соняшника за дії гербіциду Фюзилад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза трьох пар справжніх листків, 2013 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопу, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	Км
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	137	14,5	12,0	174	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	87	25,5	11,9	303	0,63
Радостим 20 мл/га	115	17,8	12,6	224	0,83
Фюзилад форте 0,5 л/га	129	16,8	11,5	193	0,94
Фюзилад форте 0,75 л/га	125	21,5	9,6	206	0,91
Фюзилад форте 1,0 л/га	134	15,8	11,4	180	0,97
Фюзилад форте 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	113	17,0	13,6	231	0,82
Фюзилад форте 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	110	21,9	11,0	241	0,80
Фюзилад форте 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	117	16,6	13,3	221	0,85
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	132	14,8	12,4	184	0,96
Фон + Радостим 20 мл/га	111	18,0	13,2	238	0,81
Фон + Фюзилад форте 0,5 л/га	109	18,2	13,3	242	0,79
Фон + Фюзилад форте 0,75 л/га	105	22,0	11,2	246	0,76
Фон + Фюзилад форте 1,0 л/га	114	18,0	12,6	227	0,83
Фон + Фюзилад форте 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	102	18,4	13,8	254	0,74
Фон + Фюзилад форте 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	94	22,3	12,8	285	0,68
Фон + Фюзилад форте 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	112	18,2	12,9	235	0,81
НІР _{0,5}	5,0	2,0	0,4	20	

Застосування у посівах соняшника в 2012 р. у фазу двох справжніх листків гербіциду Фюзилад форте 150 в нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га продемонструвало тенденцію до збільшення числа клітини епідермісу на поверхні листка із зростанням норм гербіциду. Особливо це простежувалось за норм препарату 0,75 і 1,0 л/га, де їх кількість відносно контролю зменшувалась на 17 та 8 шт. відповідно. Водночас середня площа однієї клітини в цих варіантах досліджу відносно контролю I зростала на 30 та 14 мкм². За поєднання цих же норм Фюзиладу форте 150 із Радостимом кількість клітин епідермісу листка в полі зору мікроскопа продовжувала зменшуватися, при цьому різниця до контролю I складала 29; 33 і 25 шт. за НІР_{0,5} 8,0 шт. Зменшення кількості клітин епідермісу листків соняшника в цих варіантах досліджу супроводжувалось помітним збільшенням їх розмірів та площі, яка відносно контролю I зростала на 58; 69 та 40 мкм² відповідно і НІР_{0,5} 25,4 мкм².

Одержані дані свідчать, що при створенні в посівах сприятливих умов для росту і розвитку, рослини соняшника формують листковий апарат з клітинами більших розмірів. Це є мезоморфною ознакою, яка характерна для мезофітних рослин.

Зменшення ж площі клітин на одиниці поверхні листка з одночасним збільшенням їх кількості може свідчити про створення в посівах менш сприятливих умов для росту і розвитку рослин, які складаються за підвищених норм використання препаратів. При цьому рослини формують дрібноклітинні листки, характерні для ксерофітів [8].

Результати анатомічних досліджень застосування гербіциду Фюзилад форте 150 у тих же нормах, але на фоні обробленого перед сівбою насіння регулятором росту рослин Радостим у нормі 250 мл/т відрізнялись

також істотним зменшенням кількості клітин епідермісу на поверхні листка за одночасного зростання їх розмірів та площі. Так, у цих варіантах досліджу різниця в кількості клітин до контролю I складала 32; 37 і 28 шт. за НІР_{0,5} 8,0 шт., а площа однієї клітини епідермісу листка соняшника у порівнянні до контролю I збільшувалась на 65; 90 та 56 мкм² відповідно за НІР_{0,5} 25,4 мкм².

Подальші дослідження засвідчили, що найбільша площа однієї клітини епідермісу за меншого їх числа формувалась у варіантах досліджу комплексного використання препаратів по сходах. Фюзилад форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га + Радостим у нормі 20 мл/га на фоні обробленого перед сівбою Радостимом насіння у нормі 250 мл/т, де кількість клітин у відношенні контролю I зменшувалась на 36; 47 і 31 шт. за одночасного збільшення їх площі на 86; 107 та 66 мкм². Такі зміни в анатомічній структурі листків, вочевидь, є наслідком покращення умов вологозабезпечення і мінерального живлення, внаслідок зняття конкуренції з боку бур'янів у результаті дії гербіцидного агента, та активізації проходження у рослинах обмінних процесів на фоні дії регулятора росту рослин.

Підтвердженням цьому можуть бути дані, одержані у варіанті із ручними прополюваннями (контроль II), де за відсутності бур'янів у посівах соняшника формувались більші за розмірами клітини епідермісу, ніж в контролі I, де бур'яни були присутні.

Дослідження анатомо-морфологічних змін у листках соняшника в 2013 році показали аналогічну залежність формування анатомічної структури епідермісу від застосування норм препаратів та способів їх використання.

Так, застосування гербіциду окремо, в сумішах з регулятором росту рослин та на фоні обробки насіння

перед сівбою регулятором росту рослин засвідчило зменшення кількості клітин епідермісу на поверхні листка соняшника відносно контролю I, проте їх площа відносно контролю значно збільшувалась.

Зокрема, у варіантах Фюзилад форте 150 за норм 0,5; 0,75 і 1,0 л/га перевищення площі однієї клітини епідермісу відносно контролю I складало 19; 32 і 6 мкм². За цих же норм гербіциду внесених в суміші з Радостимом у нормі 20 мл/га – 57; 67 і 47 мкм², а за посходового внесення цих же композицій на фоні обробки перед сівбою насіння Радостимом у нормі 250 мл/т – 80; 111 і 61 мкм² за НІР_{0,5} 20,0 мкм².

Одержані нами дані, узгоджуються з даними експериментів В. П. Карпенка [6], в яких зазначається, що за поєднання гербіциду і регулятора росту у тканинах рослин активізується проходження детоксикаційних процесів (зростає активність антиоксидантних ферментів і вміст основних антиоксидантів, знижується рівень пероксидного окиснення ліпідів), які на молекулярному рівні зумовлюють зміни в проходженні фізіологічних процесів росту і ділення клітини.

Переконаливим підтвердженням вищезазначеного є встановлений нами коефіцієнт морфоструктури, який у варіантах Радостим 250 мл/т (обробка насіння) + Фюзилад форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно з Радостимом 20 мл/га (обробка посівів) становив 0,67 – 0,78 у 2012 р. та 0,68 – 0,81 у 2013 р. Чим нижче значення Км, тим оптимальний за анатомо-морфологічною структурою формується листковий апарат, характерний для високопродуктивних рослин мезоморфного типу.

Висновки. Застосування в посівах соняшника гербіциду Фюзилад форте 150 у нормах 0,75 – 1,0 л/га за різних способів використання регулятора росту рослин Радостим в значній мірі впливає на формування анатомо-морфологічної структури листового апарату соняшника. Проте найбільш помітні зміни в анатомічній структурі листків, що проявляються в збільшенні розмірів та площі клітин епідермісу, відмічаються за комплексного застосування в посівах гербіциду Фюзилад форте 150 у нормах 0,75 і 1,0 л/га сумісно із Радостимом у нормі 20 мл/га на фоні обробки насіння перед сівбою Радостимом у нормі 250 мл/т. У цих варіантах досліду формуються найнижчі показники Км, що свідчить про позитивний вплив даної суміші на формування листового апарату соняшника.

Література

1. Грицаенко З. М. Теоретичне обґрунтування дії гербіцидів на чутливі і стійкі до них рослини залежно від умов їх застосування та розробка екологічно-безпечних заходів боротьби з бур'янами / З. М. Грицаенко, А. О. Грицаенко // 36. наук. пр., присвячений 100 річчю з дня народження С. С. Рубіна. – Умань: УСГА, 2000. – С. 142-147.
2. Мусатенко Л. І. Ріст і розвиток рослин та проблеми їх регуляції / Л. І. Мусатенко, В. К. Яворська // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – Київ, 2001. – Том 1. – С. 269-281.
3. Грицаенко З. М. Вплив гербіцидів групи комбінованих препаратів на анатомічну будову епідермісу листків ярого ячменю / З. М. Грицаенко, В. П. Карпенко // 36. наук. праць, присвячений 100-річчю з дня народження С. С. Рубіна. – Умань: УСГА, 2000. – С. 148-151.
4. Herdi F. The effect of dicamba on the petiole tissues of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) / F. Herdi // Acta phytopathol. et entomol. Hung. – 1986. – № 1 – 2. – P. 21.
5. Рогач Т. І. Особливості морфогенезу та продуктивності соняшнику за дії Трептолему / Т. І. Рогач // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К.: Логос, 2009. – С. 680-686.
6. Карпенко В. П. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / В. П. Карпенко, З. М. Грицаенко, Р. М. Пritуляк [та. ін] за ред. В. П. Карпенка. – Умань: Видавець «Сочинський», 2012. – С. 357 с.

7. Грицаенко З. М. Биологические процессы в растениях и почве при разных условиях применения гербицидов и разработка оптимальных приемов их использования в посевах сельскохозяйственных культур в зоне Центральной Лесостепи УССР: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. с.-х. наук: спец. 06.01.01 – «Общее земледелие» / З. М. Грицаенко. – Кишинев, 1990. – 34 с.
8. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів / В. П. Карпенко // Мат. Всеукр. наук. конференції молодих учених. – Умань, 2008. – Ч. 1. С 17 – 19.
9. Herdi Ferenc. A napraforgo (*Helianthus annuus* L.) lomblevelenek 2,4-D hatasara betkovetkezett szoveti elvaltozasa / Ferenc Herdi // Novenytormeles. – 1980. – S. 215 – 226
10. Ваганов А. П. Роль препарата ТУР и микроэлементов в регулировании водного режима у растений томатов / А. П. Ваганов, Н. И. Кулик // Регуляция водного обмена растений : VII Всесоюз. симпозиум, 8-11 сент. 1981 г.: материалы симпозиум. / отв. ред. И. Г. Шматко. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 58-60.
11. Ритвинская Е. М. Влияние новых регуляторов роста на устойчивость к полеганию растений тритикале / Е. М. Ритвинская, В. П. Деева, Р. Г. Гафуров // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: IV междунар. науч. конф., 26-28 октября 2005 г.: материалы конф. – Минск, 2005. – С. 202.
12. Грицаенко З. М. Анатомічні зміни в будові фотосинтезуючого апарату рослин ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстару і біостимулятора росту Емістима С / З. М. Грицаенко, В. П. Карпенко // 36. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2006. – Вип. 62. – Ч. 1.
13. Грицаенко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаенко, А. О. Грицаенко, В. П. Карпенко – К.: «Нічлава». – 2003. – С. 130 – 132.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Grytsaenko Z. M. Theoretical substantiation of action herbicides on susceptible and resistant plants to them depending on the conditions of their use and development of environmentally friendly measures to combat weeds / Z. M. Grytsaenko, A. O. Grytsaenko // Coll. Science. Pr., dedicated to the 100 th anniversary of S. Rubin. – Uman: UAA, 2000. – P. 142-147 .
2. Musatenko L. Plant growth and development and problems of regulation / LI Musatenko, V. K. Jaworski // Plant Physiology in Ukraine at the turn of the millennium – Kyiv, 2001. – Part 1. – P. 269-281 .
3. Grytsaenko Z. M. Effect of herbicides combined drugs to anatomical structure of the epidermis of leaves of spring barley / Z. M. Grytsaenko, V. P. Karpenko // Coll. Science. works dedicated to the 100th anniversary of S. Rubin. – Uman: UAA, 2000. – P. 148-151 .
4. Herdi F. The effect of dicamba on the petiole tissues of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) / F. Herdi // Acta phytopathol. et entomol. Hung. – 1986. – № 1 – 2. – P. 21.
5. Rogach T. I. Peculiarities of morphogenesis and productivity of sunflower action Treptolemu / T. I. Rogach // Plant Physiology : problems and prospects. - K.: Logos, 2009. – P. 680-686 .
6. Karpenko V. P. Biological basis of integrated action herbicides and plant growth regulators / V. P. Karpenko, Z. M. Grytsaenko, R. M. Prytulyak [and. etc.] ed. V. P. Karpenko. – Uman: Publisher «Sochi», 2012. – 357 p.
7. Grytsaenko Z. M. Biological processes in plants and soils in terms of application herbicides and development optimalnyh priyemov s Using a posevah selkhozayaystvennyh crops in the zone of Central Lvsostepy the USSR: Author. Thesis. Obtaining sciences. Doctor degree. agricultural sciences specials. 06.01.01 – «GENERAL zemledelye» / ZM Hrytsaenko. – Chisinau, 1990. – 34 p.
8. Karpenko V. P. The value of the anatomical structure of plants in the study of the mechanism of action of herbicides / V. P. Karpenko // Math. All-Ukrainian. Science. conference of young scientists. – Uman, 2008. – Part 1. P 17 – 19.
9. Herdi Ferenc. A napraforgo (*Helianthus annuus* L.) lomblevelenek 2,4-D hatasara betkovetkezett szoveti elvaltozasa / Ferenc Herdi // Novenytormeles. – 1980. – P. 215 – 226.
10. Vaganov A. P. Role preparations TOUR and minerals in regulation of water regime in plants tomatov / A. P. Vaganov, N. I. Kuliik // Rehulyatsyya water metabolism of plants: VII Vsesoyuz. sympoz., Sept. 8-11. 1981 g.: sympoz materials. / Otv. Ed. IG Shmatko. – K.: Naukova Dumka, 1984. – P. 58-60.
11. Rytvynskaya E. M. Effect new growth regulators on lodging for stability triticale plants / E. M. Rytvynskaya, Deeva V. P., R. G. Gafurov // Rehulyatsyya growth, development and productivity of plants: IV Internat. scientific. Conf., 26-28 October 2005 g.: Conf materials. – Minsk, 2005. – P. 202.
12. Grytsaenko Z. M. Anatomical changes in the structure of the photosynthetic apparatus of plants under the influence of spring barley combined use of herbicide granstar and growth biostimulator Emistim C / Z. M. Grytsaenko, V. P. Karpenko // Coll. Science. Uman State Agrarian University works. – Uman, 2006. –Vol. 62. – Part 1.
13. Grytsaenko Z. M. Methods of biological and agrochemical research of plants and soil / Z. M. Grytsaenko, A. O. Grytsaenko, V. P. Karpenko - K.: «Nichlava.» – 2003. – P. 130 – 132.
14. Technique of field experiences. Moskov: Agropromizdat, 1985, 351 p (in Russian).