

ВПЛИВ ТРИБЕНУРОН-МЕТИЛУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА МОРФО-БІОЛОГІЧНІ ОЗНАКИ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

ІЛЬЧЕНКО А.С. – аспірант

<https://orcid.org/0000-0001-8526-4168>

ВАРЕНИК Б.Ф. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-1147-6621>

Селекційно-генетичний інститут

Національного центру насінництва та сортовивчення

Постановка проблеми. Однією із головних проблем для всіх сільськогосподарських культур залишається засміченість посівів бур'янами. З кожним роком методи контролю небажаної рослинності вдосконалюються, на зміну механічним способам дедалі частіше приходять хімічні. Для збільшення виробництва насіння соняшнику важливо зменшити вплив факторів, які зумовлюють зниження врожаю, використовуючи інноваційні технології з догляду за посівами у комплексі з високопродуктивними гібридами [1; 2].

Доведено, що найефективніше контролюють більшість бур'янів у посівах основних сільськогосподарських культур ALS-інгібуючі гербіциди, дія яких призводить до порушення процесу метаболізму у рослинах. Ацетолактазсинтаза (ALS), яку ще називають ацетогідроксидсинтаза (AHAS), – це перший фермент у біосинтезі трьох життєво-важливих амінокислот у рослин: валіну, лейцину та ізолейцину. Цей фермент зустрічається тільки у рослинах і деяких бактеріях, у зв'язку з чим ці гербіциди відносно безпечні для тварин, людини та всього довкілля [3].

Нині існує кілька груп гербіцидів, які інгібують фермент AHAS: сульфонілсечовини (SU), імідазоліони (IMI), триазолопірамідіни (TP), піримідиніл-оксі-бензоати (PTB) та сульфоніламіно-карбоніл-триазоліони (SCT) [4; 9]. Головною перевагою при використанні ALS-інгібуючих гербіцидів є їхня відносна нетоксичність для ссавців, низькі норми внесення, широкий спектр контролю бур'янів [5]. Гербіциди сульфонілсечовинної та імідазолінової груп знайшли широке застосування для контролю бур'янів у посівах соняшнику.

Стойкі до сульфонілсечовини рослини соняшнику були виявлені у популяціях диких видів соняшнику ANN-KAN і ANN-PUR у Канзасі, США. У 2002 році шляхом інтрогресії генів стійкості були створені перші самозапилені лінії SURES-1 і SURES-2, які були стійкими до трибенурон-метилу. Ознака толерантності успадковується за домінантним типом, оскільки гібридні рослини виявляють повну стійкість до сульфонілсечовини в F₁ [6–8].

Нині існує низка інноваційних технологій вирощування соняшнику із використанням ALS-інгібуючих гербіцидів: Clearfield, Clearfield plus, ExpressSun, Sumo. Агротехнології Clearfield та Clearfield plus є поєднанням гербіцидів (Євро-Лайтнінг, Євро-Лайтнінг плюс, Каптора, Пульсар, Пульсар плюс та

інші), до складу яких входять діючі речовини імазапір та імазамокс із класу імідазоліонів, і гібридів із генетичною стійкістю до них.

Технології ExpressSun та Sumo також поєднують гербіциди (Експрес, Гранстар Про 75 в.г., Камео та інші) з діючою речовиною трибенурон-метил з класу сульфонілсечовини зі стійкими до цих гербіцидів гібридами. Застосування цих агротехнологій створює можливість ефективно контролювати великий спектр бур'янів у післясходовий період соняшнику [9].

На відміну від гербіцидів імідазолінової групи, гербіциди сульфонілсечовинної групи дешевші у своєму використанні, але виявляють менший вплив на вовчок і деякі види бур'янів [10].

При використанні будь-яких гербіцидів потрібно чітко дотримуватися рекомендованого регламенту їхнього застосування, інакше можна спровокувати низку морфо-біологічних порушень у розвитку культурної рослини. Не варто забувати, що фітотоксична дія гербіцидів залежить і від таких факторів як вологість, температура, механічні властивості ґрунту, вміст гумусу, кількість опадів тощо.

За використання гербіцидів на рослинах соняшнику часто спостерігаються такі морфо-біологічні зміни: пожовтіння, опіки та деформації листової пластини, відставання у рості рослин, ураження точки росту, що може призвести до повної загибелі рослин. Також дослідженнями виявлені зміни форми кошику, непередбачене галушення, деформування або взагалі редукування [11].

Метою роботи було дослідити вплив трибенурон-метилу на урожайність насіння, вміст олії в насінні та низку морфо-біологічних ознак гібридів соняшнику.

Матеріали та методика. Дослідження проводили у 2019 році в умовах державного підприємства «Експериментальна база «Дачна» СГП – НЦНС Біляївського району Одеської області. Було використано 18 гібридів соняшнику, стійких до трибенурон-метилу: Бастард, Бізон, Буг, Трістан, Бастіон, Бар'єр селекції Селекційно-генетичного інституту; Равелін і Феномен – Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН; Альдазор, Рекольд селекції НВП «Агро-Ритм»; П64LE99 і П64LE25 – DuPont Pioneer; Саксон та Альфа – Elite Select; ST-12004 – Strube; HC 2652 – NS SEME; Субару – Syngenta; КСФ 902 – Caussade semences, а також простий гібрид Віват – нестійкий до трибенурон-метилу в якості контролю.

Для оцінки стійкості гібридів соняшника до трибенурон-метилу проводили обприскування рослин у фазі трьох справжніх листків у ранковий період. Обробка проводилася гербіцидом Гранстар Про 75 в.г. фірми DuPont (д.р. трибенурон-метил, 750 г/кг) в дозі 25 г/га за допомогою обприскувача Spray MASTER – 2000, що дозволило рівномірно нанести гербіцид на листову пластину та точку росту рослин соняшника. Повторність досліду – триразова, площа ділянок – 10 м², розміщення ділянок рендомізоване. Дослід закладався у двох варіантах, в обох варіантах провели міжрядну обробку, посіви в досліді були незабур'янені.

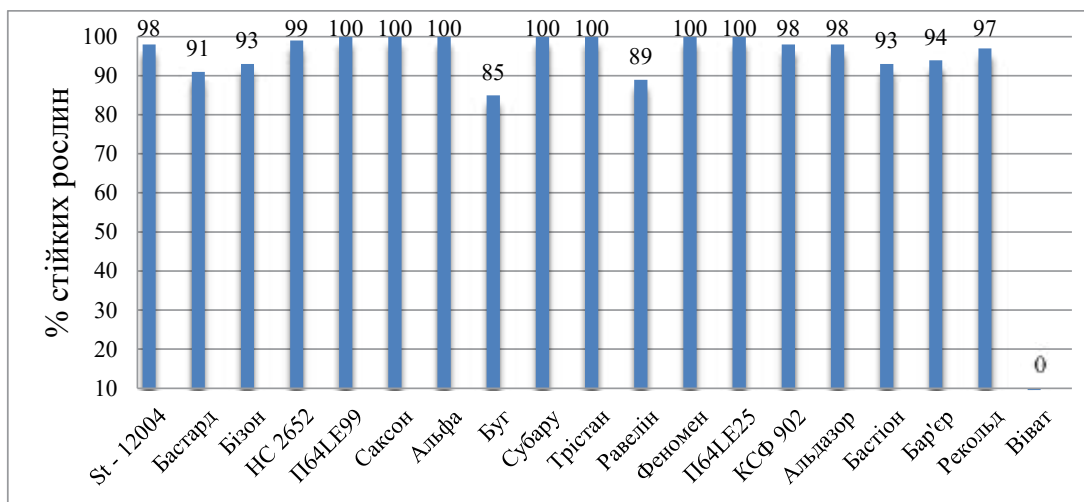
- 1 варіант (контроль) без обробки гербіцидом;
- 2 варіант – оброблені гербіцидом Гранстар Про 75 в.г.

Оцінювали стійкість гібридів до трибенурон-метилу на 14-й день після обробки рослин гербіцидом. Підраховувалася кількість стійких рослин і ті, що загинули (нестійкі) після обробки трибенурон-

метилом. Нестійкі рослини мають такий фенологічний вияв як припинення росту, некроз тканин та ураження точки росту. Рослин із проміжним характером ураження у наших дослідах не спостерігалось, що виражається в хлорозі та незначній некротичності тканин рослин.

Рівень олійності в насінні визначали експрес методом із застосуванням приладу ЯМР (ядерно-магнітний резонатор) Newport Oxford Instruments, Buckinghamshire, England [12]. Отримані дані статистично обробляли за методикою Б.О. Доспехова за t-критерієм окремо по кожному гібриду [13].

Результати досліджень. Оцінювали гібриди з генетичною стійкістю до гербіциду з діючою речовиною трибенурон-метил, що дозволило виділити найкращі генотипи. Толерантність гібридів соняшнику до трибенурон-метилу визначали на 14-й день після обробки рослин соняшника гербіцидом Гранстар Про 75 в.г. На рисунку 1 відображені результати проведеної нами оцінки толерантності гібридів до трибенурон-метилу.



$$HCP_{0,05} = 1,11$$

Рис. 1. Рівень толерантності гібридів соняшника до трибенурон-метилу

Гібрид Віват висіяли в якості нестійкого контролю для перевірки надійності використаного нами гербіциду, в результаті обробки яким всі рослини цього гібриду загинули. Відносно невисокий рівень стійкості показали гібриди Буг (85%) і Равелін (89%). Обидва гібриди є трілінійними, та лише один батьківський компонент із трьох є стійким до трибенурон-метилу, що пояснює втрату 15% та 11% рослин соняшнику у цих гібридів.

Високий рівень толерантності показали гібриди ST-12004 – 98%, Бастард – 91%, Бізон – 93%, КСФ 902 – 98%, Бастіон – 93%, Бар'єр – 94% і Рекольд – 97% із незначними втратами, які можуть бути пов'язані із засміченістю насіння, генетичною чистотою гібридів і рівнем гібридності. Повну стійкість до трибенурон-метилу (100%) показали такі гібриди: П64LE99, Саксон, Альфа, Субару, Трістан, Феномен, П64LE25 та НС 2552.

З результатів статистичної обробки можна зробити висновок, що досліджені гібриди тією чи іншою мірою (85%–100%) були стійкими до гербіциду Гранстар Про 75 в.г. Різниця між варіантами була несуттєва. Наші спостереження за особливостями росту й розвитку рослин соняшнику у період вегетації дали можливість встановити ступінь впливу гербіциду на основні морфо-біологічні показники рослин соняшнику в онтогенезі. Після обробки дослідженого матеріалу трибенурон-метилом ми спостерігали певні зміни в розвитку рослин соняшнику (табл. 1).

Тривалість періоду «сходи – цвітіння» залишилася без змін у таких гібридів як Бастард, КСФ 902 та Альдазор. В інших гібридів спостерігається тенденція до скорочення періоду «сходи – цвітіння» від 1 (П64LE99, Саксон, Буг, Субару, П64LE25) до 5 днів за виключенням специфічної реакції гібридів Альфа, Феномен і Бастіон, які показали достовірне скорочення тривалості цього періоду.

Таблиця 1 – Морфо-біологічні ознаки гібридів соняшнику без і після обробки гербіцидом

Гібрид	Період «сходи-цвітіння»				Висота рослини, см				Діаметр кошика, см			
	обр. герб.	б/обр.	+/- від контролю	t* фак	обр. герб.	б/обр.	+/- від контролю	t* фак.	обр. герб.	б/обр.	+/- від контролю	t* фак
ST-12004	53	56	-3	3,02	160	152	8	2,00	22,2	19,2	3,0	2,38
Бастард	58	58	0	0,00	155	165	-10	2,69	14,8	16,3	-1,5	1,13
Бізон	58	60	-2	1,94	150	168	-18	7,57	14,8	16,0	-1,2	0,58
НС 2652	55	59	-4	3,46	155	157	-2	0,44	16,2	14,3	1,9	3,05
П64LE99	58	59	-1	1,73	157	159	-2	0,82	16,8	18,2	-1,4	1,32
Саксон	59	60	-1	0,76	153	160	-7	2,43	17,0	15,8	1,2	0,70
Альфа	55	60	-5	4,44	154	151	3	1,90	17,2	15,8	1,4	1,60
Буг	58	59	-1	1,11	160	163	-3	0,95	16,2	17,0	-0,8	1,55
Субару	58	59	-1	0,46	162	163	-1	0,26	17,3	18,7	-1,4	4,84
Трістан	57	59	-2	0,96	141	133	8	1,60	17,8	16,3	1,5	2,60
Равелін	56	58	-2	3,46	160	154	6	0,96	17,0	14,8	2,2	1,98
Феномен	58	61	-3	5,20	148	145	3	1,13	16,3	16,2	0,1	0,12
П64LE25	59	60	-1	1,15	153	156	-3	1,41	16,2	17,8	-1,6	1,39
КСФ 902	58	58	0	0,00	142	151	-9	1,79	17,7	15,8	1,9	0,95
Альдазор	58	58	0	0,00	149	164	-15	2,98	17,0	17,3	-0,3	0,76
Бастіон	57	61	-4	6,93	145	162	-17	7,36	13,0	16,2	-3,2	2,71
Бар'єр	54	57	-3	3,05	144	146	-2	0,57	14,3	15,7	-1,4	1,51
Рекольд	57	59	-2	1,39	148	163	-15	3,51	16,3	16,2	0,1	0,28
Віват	**	56	-	-	**	159	-	-	**	17,3	-	-

* $t_{0,05} = 4,30$ при $df = 2$

** – всі рослини загнули

В той же час вплив гербіциду на висоту рослин соняшнику був різноспрямованим. Практично всі вони показали неістотно зменшення висоти рослин, крім гібридів ST – 12004 та Трістан, у яких спостерігається несуттєве збільшення висоти рослин на 8 см, у гібриду Равелін – на 6 см, у гібридів Альфа та Феномен – на 3 см. Тільки у гібридів Бастіон і Бізон спостерігалось достовірне зменшення висоти рослин на 17 та 18 см відповідно.

Щодо діаметра кошика, то дія гербіциду на цю ознаку також була різноспрямована. Ми спостерігали тенденцію до його зменшення у гібридів Бас-

тіон на 3,2 см; П64LE25 – на 1,6 см; Бастард – на 1,5 см; П64LE99, Субару та Бар'єр – на 1,4 см; Бізон – на 1,2 см. Достовірне зменшення показав тільки гібрид Субару. Практично не змінився діаметр кошика у гібридів Рекольд і Феном, різниця між варіантами досліду у яких становить 0,1 см. Несуттєве збільшення діаметру спостерігалось у гібридах ST – 12004 (3 см), НС 2652 (1,9 см), Саксон (1,2 см), Альфа (1,4 см), Трістан (1,5 см) і Равелін (2,2 см). Дані (табл. 2) показують, що трибенурон-метил вплинув (різноспрямовано) на урожайність насіння та вміст олії в насінні соняшнику.

Таблиця 2 – Урожайність та рівень олійності гібридів соняшника без і після обробки гербіцидом

Гібрид	Урожайність, т/га				Олійність, %			
	обр. герб.	б/обр.	+/- від контролю	t* фак.	обр. герб.	б/обр.	+/- від контролю	t* фак.
ST – 12004	1,15	1,36	-0,21	1,81	46,7	45,8	0,9	0,42
Бастард	0,89	1,32	-0,43	2,38	48,8	47,9	0,9	1,47
Бізон	0,73	0,94	-0,21	1,80	45,1	43,8	1,3	1,50
НС 2652	0,99	0,95	0,04	0,26	44	44,2	-0,2	0,34
П64LE99	2,28	2,08	0,20	0,79	46,3	47,1	-0,8	0,63
Саксон	2,52	1,67	0,85	6,37	47,3	47,2	0,1	0,06
Альфа	2,30	2,88	-0,58	4,91	50,5	50,1	0,4	0,50
Буг	1,45	1,76	-0,31	1,06	47,5	48,6	-1,1	0,86
Субару	1,44	1,68	-0,24	1,65	49,9	48,2	1,7	1,33
Трістан	0,88	1,49	-0,61	4,65	51,3	53,2	-1,9	1,48
Равелін	0,68	1,32	-0,64	4,48	44,2	45,0	-0,8	0,22
Феномен	1,63	1,97	-0,34	0,41	49,9	51,0	-1,1	1,05
П64LE25	2,53	2,81	-0,28	2,23	51,1	51,7	-0,6	0,90
КСФ 902	2,02	2,32	-0,30	1,10	50,6	49,4	1,2	0,66
Альдазор	2,60	2,04	0,56	4,42	49,9	50,0	-0,1	0,07
Бастіон	0,85	1,07	-0,22	0,94	43,9	44,1	0,2	0,20
Бар'єр	1,40	1,54	-0,14	0,70	44,6	45,0	-0,4	0,74
Рекольд	1,31	1,73	-0,42	5,98	45,4	47,0	-1,6	1,89
Віват	**-	1,80	-	-	**-	51,2	-	-

* $t_{0,05} = 4,30$ при $df = 2$

** – всі рослини загинули

У всіх гібридах, за винятком НС 2652, ПР64LE99, Саксон та Альдазор, спостерігається тенденція до зниження урожайності. Гібриди Трістан, Равелін та Альфа знизили урожайність на 0,61, 0,64 та 0,58 т/га відповідно. Крім того, трибенурон-метил практично не вплинув на урожайність гібриду НС 2652, різниця була незначною та становила 0,04 т/га. Трибенурон-метил найбільше вплинув на гібрид Саксон, у якого урожайність зросла від 1,67 т/га до 2,52 т/га із достовірною різницею 0,85 т/га. Прибавка врожаю також спостерігається у гібридів П64LE99 – 0,20 т/га та Альдазор – 0,56 т/га.

Висвітлено вплив трибенурон-метилу на вміст олії в насінні досліджуваних гібридів. У гібридів Бар'єр і Рекольд цей показник знизився несуттєво на 1,8 та 1,6% відповідно. У той же час у Субару та Бізона вміст олії в насінні неістотно збільшився на 1,7 та 1,3%. Практично не змінився цей показник у гібридів НС 2652, Саксон, Альфа та Бастіон.

Висновки. Після обробки гербіцидом Гранстар Про 75 в.г. з діючою речовиною трибенурон-

метил у рослин соняшнику спостерігаються певні зміни морфо-біологічних ознак. Найбільші зміни спостерігалися в урожайності насіння та висоті рослин, практично не змінилися тривалість періоду «сходи – цвітіння», діаметр кошика та рівень олійності насіння соняшнику. Кращі гібриди соняшнику вітчизняної селекції (Саксон, Альфа, Трістан і Феномен) мають однаковий ступінь стійкості до трибенурон-метилу при їх порівнянні із кращими зарубіжними зразками.

Трибенурон-метил не впливає негативно на гібриди соняшнику. Спостерігали лише специфічну реакцію певних гібридів за деякими ознаками. Достовірні зміни за однією із ознак показали гібриди Бізон (висота рослини), Субару (діаметр кошика), Феномен (період «сходи – цвітіння»), Саксон, Трістан, Равелін та Альдазор (урожайність). За двома ознаками достовірні зміни спостерігали у гібридів Альфа (період «сходи – цвітіння» та урожайність) та Бастіон (період «сходи – цвітіння» та висота рослин).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kaya Y. Current situation of sunflower broomrape around the world. *Proc. 3rd International Symposium on Broomrape (Orobancha spp.) in sunflower*. 3-6 June. Spain, 2014. P. 9–18.

2. Kaya Y., Jovic S., Miladinovic D. Technological Innovations in Major. *World Oil Crops*. 2012. Vol. 1. P. 85–129.

3. Duggleby R.G., Pang S.S. Acetohydroxyacid synthase. *J Biochem Mol Biol*. № 33. 2000. P. 1–36.

4. Dimitrijevic A., Imerovski I., Miladinovic D., Jovic S., Malidza G., Surlan-Momirovic G., Miklic V. Laboratory method for detection of tribenuron-methyl resistant sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Proc of 18th International Sunflower Conference*, Mar del Plata, Argentina, 2012. P. 518–523.

5. Park K.W., Kolkman J.M., Mallory-Smith C.A. Point mutation in acetolactate synthase confers sulfonylurea and imidazolinone herbicide resistance in spiny annual sow-thistle [*Sonchus asper (L.) Hill*]. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012. P. 303–309.

6. Jovic S., Malidza G., Hladni N., Gvozdenovic S. New sunflower hybrids tolerant of tribenuron-methyl. *Proc. 17th Int. Sunfl. Conf.*, Cordoba, Spain, 2008. P. 505–508.

7. Miller J., Al-Khatib K. Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2 resistant to tribenuron herbicide. *Crop Science*. 2004. Vol. 44. P. 1037–1038.

8. Орлов А.И. Подсолнечник: биология, выращивание, борьба с болезнями и вредителями. 2013. С. 367–382, 401.

9. Harbour H.D., Edwards M.T., Rupp R.N., Meredith J.H., Hoelt E.H. Dupont ExpressSun trait with Pioneer 63N81. NuSun sunflower hybrid and Dupont herbicides systems. *Proc. North Central Weed Sci. Soc.* Abst. 62 p.

10. Evcı G., Pekcan V., Ibrahim Yilmaz M., Kaya Y. The resistance breeding for IMI and SU herbicides for weed and broomrape parasite control in sunflower production. *Plant Science*. 2012. P. 6–11.

11. Присяжнюк О.И., Димитров С.Г. Аномалии развития корзины подсолнечника при применении гербицида Евро-Лайтнинг. *Земледелие и защита растений*. 2015. № 1. С. 51–54.

12. AOCs. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 5th Edition, Dr. David Firestone (ed.) AOCs Press, Champaign.

13. Firestone D. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 5th ed.; AOCs Press: Champaign, IL, USA, 1998. 54 p.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Колос, 1979. 416 с.

REFERENCES:

1. Kaya Y. (2014). *Current situation of sunflower broomrape around the world*. *Proc. 3rd International Sym-*

posium on Broomrape (*Orobancha spp.*) in sunflower. 3-6 June. Spain. P. 9–18 [in English].

2. Kaya Y., Jovic S., Miladinovic D. (2012). *Technological Innovations in Major*. *World Oil Crops*. Vol. 1. P. 85–129 [in English].

3. Duggleby R.G., Pang S.S. (2000). *Acetohydroxyacid synthase*. *J Biochem Mol Biol*. № 33. P. 1–36 [in English].

4. Dimitrijevic A., Imerovski I., Miladinovic D., Jovic S., Malidza G., Surlan-Momirovic G., Miklic V. (2012). *Laboratory method for detection of tribenuron-methyl resistant sunflower (Helianthus annuus L.)*. *Proc of 18th International Sunflower Conference*, Mar del Plata, Argentina. P. 518–523 [in English].

5. Park K.W., Kolkman J.M., Mallory-Smith C.A. (2012). *Point mutation in acetolactate synthase confers sulfonylurea and imidazolinone herbicide resistance in spiny annual sow-thistle [Sonchus asper (L.) Hill]*. *Canadian Journal of Plant Science*. P. 303–309 [in English].

6. Jovic S., Malidza G., Hladni N., Gvozdenovic S. (2008). *New sunflower hybrids tolerant of tribenuron-methyl*. *Proc. 17th Int. Sunfl. Conf.*, Cordoba, Spain. P. 505–508 [in English].

7. Miller J., Al-Khatib K. (2004). *Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2 resistant to tribenuron herbicide*. *Crop Science*. Vol. 44. P. 1037–1038 [in English].

8. Orlov A.I. (2013). *Podsolnechnik: biologiya, vyrashchivanie, borba s boleznyami i vreditelyami [Sunflower: biology, cultivation, disease and insects control]*. Kiev, Ukraine [in Russian].

9. Harbour H.D., Edwards M.T., Rupp R.N., Meredith J.H., Hoelt E.H. (2007). *Dupont ExpressSun trait with Pioneer 63N81. NuSun sunflower hybrid and Dupont herbicides systems*. *Proc. North Central Weed Sci. Soc.* Abst. 62 p. [in English].

10. Evcı G., Pekcan V., Ibrahim Yilmaz M., Kaya Y. (2012). *The resistance breeding for IMI and SU herbicides for weed and broomrape parasite control in sunflower production*. *Plant Science*. P. 6–11 [in English].

11. Prisyazhnyuk O.I., Dimitrov S.G. (2015). *Anomalii razvitiya korziny podsolnechnika pri primenenii gerbitsida Evro-Laytning [Anomalies in the development of the sunflower head when using the herbicide Euro-Lightning]*. *Zemledelie i zashchita rasteniy. Agriculture and plant protection*. № 1, 51–54 [in Russian].

12. AOCs. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 5th Edition, Dr. David Firestone (ed.) AOCs Press, Champaign [in English].

13. Firestone D. (1998). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 5th ed.; AOCs Press: Champaign, IL, USA. 54 p. [in English].

14. Dospikhov B.A. (1979). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. Moskva : Kolos. 416 s. [in English].