

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ВЕГЕТАТИВНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Д. В. ЧУЙКО, А. Н. БРАГИН, В. А. МИХАЙЛЕНКО

Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева,
г. Харьков, Украина, 62483, e-mail: chuiko93ua@gmail.com

(Поступила в редакцию 09.03.2021)

В статье изучены возможности применения регуляторов роста Фульвیتال Плюс, Экоцим и Квадростим на линиях подсолнечника селекционного и семеноводческого предназначения. Основной проблемой самоопыленных линий является их низкая продуктивность и адаптивность к условиям меняющегося климата. В связи с этим остается актуальным вопрос изучения реакции разных генотипов на воздействие регуляторов роста.

Установлено эффективность применения регуляторов роста на раннеспелых линиях, которые сформировали основную вегетационную массу до периода засухи и высоких температур. Индекс листовой поверхности (ИЛП) у линии Sx808A увеличился до 28 % при обработке Квадростимом. У большинства изученных линий обработка регуляторами роста снижала ИЛП и площадь листа. Что способствовало снижению транспирации воды с растения в экстремальные периоды развития. Отмечено, что Квадростим, независимо от года и условий среды, имел высокие показатели влияния, в то время как Фульвیتال Плюс был более эффективен в годы (2018 и 2020 г.) с более высоким уровнем ГТК в июне (0,7 и 0,8).

Отмечено, что применение регулятора роста Фульвیتال Плюс снижает ИЛП фертильной линии X785B в пределах 0,18–0,45 м² сравнительно контроля. Аналогичное действие регулятора роста Квадростим отмечено на линии X06135B, уменьшение ИЛП наблюдалось за все года исследований в пределах 1,73–3,16 м² (контроль 2,40–3,50 м²), а также у линии ХНАУ1133В под действием изучаемых регуляторов роста. Такой эффект регуляторов роста является функцией защиты растений от недостатка влаги, высоких температур и особенностями генотипа растения.

Ключевые слова: подсолнечник, линии, регуляторы роста растений, индекс листовой поверхности, семеноводство.

The article explores the possibilities of using growth regulators Fulvital Plus, Ecotim and Quadrostim on sunflower lines for selection and seed production. The main problem of self-pollinated lines is their low productivity and adaptability to changing climate conditions. In this regard, the question of studying the response of different genotypes to the effect of growth regulators remains topical.

The effectiveness of use of growth regulators on early maturing lines, which formed the main vegetation mass before the period of drought and high temperatures, was established. The leaf surface index of Sx808A line increased to 28 % when treated with Quadrostim. In most of the studied lines, treatment with growth regulators reduced leaf surface index and leaf area. That contributed to a decrease in transpiration of water from the plant during extreme periods of development. It was noted that Quadrostim, regardless of the year and environmental conditions, had high indicators of influence, while Fulvital Plus was more effective in the years (2018 and 2020) with a higher level of hydro-thermal coefficient in June (0.7 and 0.8).

It is noted that the use of growth regulator Fulvital Plus reduces the leaf surface index of fertile line X785V within 0.18–0.45 m² compared to the control. A similar effect of growth regulator Quadrostim was noted on X06135V line, a decrease in leaf surface index was observed over all the years of research within 1.73–3.16 m² (control 2.40–3.50 m²), as well as in KhNAU1133V line under the influence of the studied growth regulators. This effect of growth regulators is a function of protecting plants from a lack of moisture, high temperatures and peculiarities of plant genotype.

Key words: sunflower, lines, plant growth regulators, leaf surface index, seed production.

Вегетативная поверхность – важный показатель, который прямо пропорционально связан с продуктивностью, урожайностью, качеством семян и способностью растений адаптироваться к изменчивым условиям окружающей среды. Применение регуляторов роста растений (далее – РРР) – это относительно новое направление в семеноводстве, которое требует изучения, наработки для понимания эффективного применения разных РРР, их действующего вещества и индивидуальной реакции генотипа исследуемых линий [1, с. 145; 2, с. 458].

Известно, что с помощью РРР и их производных можно контролировать онтогенез растений. Рядом проведенных исследований учеными разных стран, отмечена рентабельность применения РРР на разных генотипах подсолнечника. Применение РРР для повышения урожайности гибридов и сортов отмечено в статьях Г. А. Медведева, В. В. Повстаной, а исследованиями влияния РРР на линиях отмечено И. И. Клименко и др. [3, с. 19; 4, с. 44; 5, с. 183]. Изучение процесса фотосинтеза и его изменчивости под влиянием РРР отмечено в ряде статей разных ученых [6, с. 2; 7, с. 191; 8, с. 2].

Способность к защите от действия неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, является столь же важным свойством, как и питание и размножение [9, с. 414]. Процесс фотосинтеза у подсолнечника происходит по всей надземной вегетативной вегетирующей поверхности растения, но основным объектом являются листья. Формирование урожая происходит за счет накопления ассимилянтов в период вегетации растений. Протекание фотосинтеза и потенциал его влияния на урожайность, является следствием наличия в листьях достаточного количества хлорофилла *a* и *b*, площади

листовой поверхности, расположения листьев на растении и факторов окружающей среды [10, с. 321; 11, с. 9]. Также в статьях очень часто встречаются высказывания, о пользе увеличения вегетативной поверхности растений как показателя повышения урожая. Однако недостаточно изучены и требуют тщательного анализа. Известно, что в зонах с недостаточным количеством осадков и высокими температурами, с увеличением площади листьев возрастает и коэффициент транспирации воды с растения и сильнее сказывается действие высоких температур. Даже при самых оптимальных условиях среды слишком значительное накопленное количество ассимилянтов приводит к отравлению клеток и самого растения в целом [9, с. 414].

Оптимальными условиями для процесса фотосинтеза сельскохозяйственных культур являются температурный режим в пределах 20–25 °С [12, с. 206] и водный баланс (при чем, для фотосинтеза у растений значение имеет не влажность почвы, а воздуха). Интенсивность фотосинтеза и накопление ассимилянтов у растений резко падают, а процессы метаболизма замедляются при повышении температуры выше 30–33 °С или ее снижении ниже 13–15 °С (так называемый температурный стресс) [13, с. 104]. Так, среди данных литературы известно, что для формирования продуктивной вегетативной поверхности подсолнечника важным является не увеличение индекса листовой поверхности или площади листьев, а их эффективное использование в периоды с благоприятными условиями среды.

Учитывая вышеизложенный анализ научных исследований, погодные условия Левобережной Лесостепи Украины, а также ежегодное повышение среднего показателя температуры и отсутствие осадков в период цветения–налив семян, остается актуальным вопрос исследования взаимодействия новых, мало изученных РРР с разными генотипами подсолнечника.

Основная часть

Исследование проведено в 2018–2020 гг. на опытном поле Харьковского национального аграрного университета им. В. В. Докучаева. Исследования проводили с использованием РРР Фульвیتال Плюс, Экостим и Квадростим на 11 самоопыленных линиях подсолнечника, опрыскиванием по вегетации в фазу 2–5 пар листьев и в фазу формирования «звездочки». Расположение опытных участков и повторности размещали согласно методике полевого опыта [14, с. 72]. Замеры листовой пластинки проводили согласно стандартной методике и последующим вычислением с уже известным коэффициентом:

$$S = -0.1063 - 15.6618 \times L + 17.4572 \times H + 0.574 \times L^2 + 0.0617 \times H^2$$

где S – площадь листовой пластинки, L – длина листа, H – ширина листа [15, с. 398].

Для вегетационного периода 2018 г. характерным было достаточное количество осадков в период посев–всходы (15,9 мм), умеренное их количество во время периода всходы–цветение (43,5 мм) и полное отсутствие во время налива зерна в августе. Температура в период вегетации была выше средней многолетней на 3,9 °С.

2019 г. значился высокими температурными показателями (среднее за период вегетации 20,8 °С, что на 2,2 °С выше средней многолетней температуры) и сильной засухой, на протяжении всего вегетационного периода подсолнечника выпало 107,7 мм осадков, при среднем многолетнем показателе 271,4 мм.

2020 г., сравнительно с предыдущими, был наиболее обеспеченным по количеству влаги. В период посев–всходы выпало достаточное количество осадков в виде проливных дождей. Так, в мае зафиксировано 108,3 мм осадков, что превысило средние показатели 2018–2019 гг. этого месяца почти в 2,5 раза. В мае 2020 года температура была на 4,6–7,3 °С ниже предыдущих годов и на 2,7 °С – средней многолетней, что привело к задержке развития растений в среднем на 2 недели. Период август–сентябрь был засушливым, количество осадков было минимальным в августе (5,8 мм) и полностью отсутствовали в сентябре. Индекс ГТК в период 2018–2020 гг. исследований указывал на недостаточное количество осадков и высокие температуры в целом за год и варьировал в зависимости от месяца (табл. 1).

Таблица 1. Помесячный гидротермический коэффициент за период исследования, 2018–2020 гг.

Год/месяц	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	ГТК по сумме за период
ГТК 2018	0,3	0,7	0,4	0,0	0,1	0,3
ГТК 2019	0,8	0,2	0,6	0,0	0,2	0,3
ГТК 2020	2,5	0,8	0,4	0,1	0,0	0,7

Анализируя влияние РРР на линии, следует обращать внимание на характеристики генотипа (период созревания, жаро и засухоустойчивость и т.д.). Так, наиболее выраженными адаптивными свой-

ствами характеризовалась стерильная линия Сх808А. ИЛП на контрольном участке в зависимости от года варьировал от 2,64 м² до 3,18 м², а площадь поверхности листа в пределах 194,5–261 см². При этом обработка препаратом Квадростим, в состав которого входит янтарная кислота, стимулирующая накопление биомассы, показатели ИЛП (3,33–4,16 м²) и листовой площади (228,4–293,5 см²) значительно увеличивались независимо от года исследований (табл. 2).

Рассматривая действие РРР на стерильные линии, можно отметить, что в годы (2018–2019 гг.) с низким уровнем ГТК (0,3) действие Квадростима было существенным и характеризовалось снижением площади и ИЛП. Среди изученных генотипов стерильных линий отмечены низкие показатели у линии Сх1010А. Так, ИЛП данной линии варьировал по годам в пределах 0,90–2,24 м² на контрольном участке и существенно уменьшался при действии Квадростим (0,87–1,58 м²) за исключением 2020 года 2,31 м² (контроль 2,24 м²) с достаточным количеством осадков в период всходы–цветение. Такое специфическое действие РРР Квадростим в годы с низким ГТК, по всей видимости, является свойствами полиэтиленгликоля и янтарной кислоты: активизировать защитные функции растений и ускорить накопление ассимилянтов, а уменьшение ИЛП помогает растениям снижать процесс перегрева.

Действие РРР Фульвитал Плюс располагало индивидуальным свойством влияния и зависело от генотипа линии. При этом отмечено, что действие РРР было более эффективным в годы с низким коэффициентом ГТК (2018–19 гг.). Так, у линии Сх1010А на протяжении 2018–2020 гг. наблюдалось снижение площади листьев (87,5–142,0 см²) и аналогично ИЛП (1,08–1,83 м²) в сравнении с контролем (92,6–163,9 см² и соответственно 1,11–2,24 м²). Противоположную характеристику имела линия Сх1012А, площадь листьев у которой увеличивалась за годы исследований до 188,2–233,5 см² (контроль 84,7–208,1 см²).

Таблица 2. Формирование площади и индекса листовой поверхности стерильных у линий подсолнечника под влиянием регуляторов роста растений, 2018–2020 гг.

Линия (фактор А)	Площадь листовой поверхности, см ²				Среднее по фактору А	Индекс листовой поверхности, м ²				Среднее по фактору А
	Вариант обработки (фактор В)					Вариант обработки (фактор В)				
	1*	2	3	4		1	2	3	4	
2018 год										
Сх808А	261,3	250,2	277,9	292,9	270,6	2,64	3,34	3,79	4,02	3,45
Сх808А/Х1002Б	184,2	213,1	158,3	170,2	181,5	2,32	2,52	1,90	1,95	2,17
Сх1010А	163,9	142,0	148,4	134,4	147,2	1,99	1,73	1,77	1,58	1,77
Сх1012А	187,3	188,2	200,6	172,7	187,2	2,26	2,26	2,22	1,92	2,16
Сх1002А	166,2	156,2	161,1	142,6	156,5	2,17	1,64	1,59	1,44	1,71
Среднее по фактору В	192,6	189,9	189,3	182,6		2,28	2,30	2,25	2,18	
НСР 0,05 по фактору АВ – 15,74; А – 7,87; В – 7,04						НСР 0,05 по фактору АВ – 0,035; А – 0,018; В – 0,016				
2019 год										
Сх808А	194,5	223,7	175,9	228,4	205,6	2,95	3,22	2,49	3,33	3,00
Сх808А/Х1002Б	178,1	194,3	138,7	144,1	163,8	2,48	2,41	1,95	2,04	2,22
Сх1010А	92,6	87,5	72,8	78,4	82,8	1,11	1,08	0,85	0,91	0,99
Сх1012А	84,7	153,0	132,7	85,3	113,9	0,90	1,56	1,33	0,87	1,16
Сх1002А	143,5	143,8	139,6	116,3	135,8	1,74	1,81	1,70	1,43	1,67
Среднее по фактору В	138,7	160,5	132,0	130,5		1,84	2,02	1,67	1,71	
НСР 0,05 по фактору АВ – 10,10; А – 5,05; В – 4,52						НСР 0,05 по фактору АВ – 0,035; А – 0,018; В – 0,016				
2020 год										
Сх808А	261,0	256,5	250,3	293,5	265,3	3,18	3,46	3,46	4,16	3,57
Сх808А/Х1002Б	319,3	293,8	318,9	344,7	319,2	4,17	3,83	3,82	4,14	3,99
Сх1010А	161,9	130,3	150,4	165,7	152,1	2,24	1,83	1,87	2,31	2,06
Сх1012А	208,1	233,5	261,3	235,0	234,5	2,49	2,68	2,99	2,75	2,73
Сх1002А	257,9	257,9	263,5	244,5	255,9	3,10	3,24	3,16	2,95	3,11
Среднее по фактору В	241,6	234,4	248,9	256,7		3,04	3,01	3,06	3,26	
НСР 0,05 по фактору АВ – 35,39; А – 17,69; В – 15,83						НСР 0,05 по фактору АВ – 0,035; А – 0,018; В – 0,016				

*1. Контроль; 2. Фульвитал Плюс; 3. Екостим; 4. Квадростим.

При обработке РРР Экостим, в состав которого входит вытяжка штамма гриба-эндифита из растения *Panax Ginseng M.*, отмечено что, наиболее эффективным было его применение в 2019 гг. и характеризовалось снижением ИЛП и площади листа у большинства изученных линий. Стоит отметить, что влияние РРР Экостим способствовало увеличению площади листа у линии Сх1012А за все годы в пределах 132,7–263,5 см² относительно представленного контроля. Основной проблемой применения таких РРР является сильная чувствительность их к условиям среды. При высоких или низких температурах действие таких препаратов замедляется.

Влияние РРР на фертильные линии подсолнечника сопровождалось снижением площади и индекса листовой поверхности у большинства изученных линий. Показатели варьировали в зависимости от погодных условий года, генотипа линии и РРР. Так, у линии Х06135В в период 2018–2019 гг., с низким показателем ГТК (0,3) отмечено увеличение ИЛП (2,87–3,28 м²) и площади листовой поверхности (196,0–246,6 см²) при обработке Фульвитал Плюс (контроль ИЛП 4,40–3,23 м² и соответственно 166,0–236,3 см² площадь листьев).

У линии Х785В в 2018 г. при обработке Экостимом и Квадростимом происходило повышение площади листьев от 134,9 до 137,0 см² в зависимости от РРР (контроль 117,0 см²), а также ИЛП 1,74–1,89 м² (контроль 1,20 м²). В 2019 году данная линия характеризовалась повышением площади листьев при действии тех же РРР 107,7–127,7 см² (контроль 10,6 см²), а ИЛП значительно увеличивался при действии Экостим 1,72 м² (контроль 1,33 м²) (табл. 3).

Таблица 3. Формирование площади и индекса листовой поверхности фертильных у линий подсолнечника под влиянием регуляторов роста растений, 2018–2020 гг.

Линия (фактор А)	Площадь листовой поверхности, см ²				Среднее по фактору А	Индекс листовой поверхности, м ²				Среднее по фактору А
	Вариант обработки (фактор В)					Вариант обработки (фактор В)				
	1*	2	3	4		1	2	3	4	
2018 год										
Х06135В	236,3	246,6	193,9	218,4	223,8	3,23	3,28	2,59	2,91	3,00
Х06134В	116,1	124,9	102,4	97,9	110,3	1,25	1,26	0,96	1,00	1,12
Х785В	117,0	114,1	134,9	137,0	125,7	1,65	1,20	1,74	1,89	1,62
Х1010Б	157,8	157,8	151,5	154,7	155,4	2,01	1,91	1,84	1,84	1,90
Х1012Б	172,8	172,7	169,0	144,1	164,7	1,99	1,93	1,79	1,56	1,82
ХНАУ1133В	153,2	125,2	134,0	129,9	135,6	2,12	1,47	2,08	1,88	1,89
Среднее по фактору В	158,9	156,9	147,6	147,0		2,04	1,84	1,83	1,85	
НСР 0,05 по фактору АВ – 10,55; А – 5,27; В – 4,31						НСР 0,05 по фактору АВ – 0,153; А – 0,077 В – 0,063				
2019 год										
Х06135В	166,0	196,0	188,7	115,0	166,4	2,40	2,87	2,84	1,73	2,46
Х06134В	142,8	123,2	138,4	137,0	135,3	1,81	1,59	1,86	1,76	1,75
Х785В	101,6	87,5	127,7	107,7	106,1	1,33	1,15	1,72	1,26	1,37
Х1010Б	65,8	69,0	62,9	48,4	61,5	0,74	0,82	0,73	0,57	0,71
Х1012Б	169,7	142,8	88,6	63,7	116,2	1,83	1,45	0,91	0,64	1,21
ХНАУ1133В	165,5	96,4	123,8	119,0	126,2	2,35	1,10	2,06	1,86	1,84
Среднее по фактору В	135,2	119,1	121,7	98,5		1,74	1,50	1,69	1,30	
НСР 0,05 по фактору АВ – 7,49; А – 3,74; В – 3,06						НСР 0,05 по фактору АВ – 0,120; А – 0,060; В – 0,049				
2020 год										
Х06135В	282,2	244,8	257,6	248,3	258,2	3,50	3,14	3,21	3,16	3,25
Х06134В	211,9	199,8	180,8	167,3	190,0	2,66	2,41	2,27	1,92	2,32
Х785В	192,3	170,2	192,4	176,5	182,8	2,58	2,14	2,50	2,16	2,34
Х1010Б	148,9	151,3	160,0	174,0	158,5	2,03	1,97	2,13	2,29	2,10
Х1012Б	257,2	257,4	306,5	299,1	280,1	2,83	2,84	3,47	3,47	3,15
ХНАУ1133В	175,7	176,3	168,0	144,2	166,0	3,00	2,61	2,97	2,51	2,77
Среднее по фактору В	211,4	200,0	210,9	201,6		2,77	2,52	2,76	2,58	
НСР 0,05 по фактору АВ – 32,01; А – 16,00; В – 13,07						НСР 0,05 по фактору АВ – 0,379; А – 0,190; В – 0,155				

*1. Контроль; 2. Фульвитал Плюс; 3. Экостим; 4. Квадростим.

Стоит отметить, что влияние РРР на фертильные линии было более значимым чем на стерильные за все годы исследований. Исключением Экостим, его влияние на ИЛП в 2020 году было незначи-

тельным, согласно многофакторному дисперсионному анализу. Это, скорее всего, является стрессовым действием низких температур в период первой обработки.

Среди изученных нами РРР стоит отметить, что обработка фертильных линий подсолнечника Квадростимом имела более выраженный эффект действия, который проявлялся уменьшением ИЛП и площади листовой поверхности. Такая особенность возможна благодаря полиэтиленгликолю и его свойствами связывать активную воду в растении таким образом снижая потерю воды в периоды ее нехватки.

Заключение

Среди изученных линий отмечена стерильная раннеспелая линия Сх808А, у которой независимо от погодных условий года формировались высокие показатели ИЛП (контроль 2,64–3,18 м²) и которые увеличивались при действии РРР. При чем наиболее выраженным было действие РРР Квадростим 3,33–4,16 м². За годы исследований установлено что формирование вегетационной поверхности при действии РРР может варьировать зависимо от погодных условий года, генотипа растения и самого регулятора. Снижение ИЛП является естественным защитным процессом, который активизируется при обработке РРР.

Снижение вегетативных показателей отмечено у линии Х1012Б в года с низким уровнем ГТК 0,3 (2018–2019 гг.) при обработке РРР Квадростим. Так, ИЛП в 2018 году снижался до 27,5 %, а в 2019 году уменьшение ИЛП почти в три раза меньше контроля. При этом в 2020 году с достаточным количеством осадков на первых этапах развития, данная линия формировала более крупную листовую пластинку 299,1 см² (контроль 257,2 см²). Также отмечалось увеличение ИЛП до 22,6 м² как на участке регулятора Квадростим и аналогично Экостима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк, Ю. І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого / Ю. І. Буряк, О. В. Чернобаб, Ю. С. Огурцов, І. І. Клименко // Селекція і насінництво. – 2015. – №. 107. – С. 145–153.
2. Чуйко, Д. В. Формирование вегетационной поверхности листьев на семеноводческих посевах под влиянием регуляторов роста / Д. В. Чуйко, А. Н. Брагин // Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в практику сельского хозяйства». – 2019. – С. 458–461.
3. Медведев, Г. А. Влияние регуляторов роста на урожайность гибридов подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области / Г. А. Медведев, Н. Г. Екатериничева, С. А. Чижиков // Орошаемое земледелие. – 2018. – №. 4. – С. 19–22.
4. Повстаной, В. В. Влияние удобрений на продуктивность подсолнечника на обыкновенном чернозёме Западного Предкавказья / В. В. Повстаной // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2008. – №. 1. – С. 44–46.
5. Клименко, І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику / І. І. Клименко // Селекція і насінництво. – 2015. – №. 107. – С. 183–188.
6. Шаповал, О. А. Влияние регуляторов роста растений и доз NPK на фотосинтетическую деятельность растений подсолнечника / О. А. Шаповал, Р. М. Алиев-Лещенко // Плодородие. – 2014. – №. 1 (76). – С. 2–4.
7. Сендецький, В. М. Влияние элементов технологии выращивания на фотосинтетическую и семенную продуктивность посевов подсолнечника / В. М. Сендецький. //Агробіологія. – 2018. – №. 1. – С. 191–201.
8. Яблонская, Е. К. Применения регулятора роста растений, иммунизатора-препарата фурулан при возделывании подсолнечника в Краснодарском крае / Е. К. Яблонская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 121. – С. 1–23.
9. Полевой, В. В. Физиология растений: Учеб. для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.
10. Благовещенская, М. З. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / М. З. Благовещенская – М.: Колос, – 1984. – С. 367.
11. Троц, В. Б. Фотосинтез и продуктивность совместных посевов подсолнечника с высокобелковыми растениями / В. Б. Троц // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 65. – №. 3. – С. 9 – 13.
12. Журавлева, В. В. Проблемы моделирования фотосинтеза: анализ лимитирующих факторов и моделей / В. В. Журавлева, В. В. Казаев // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике «МАК-2016». «Математическое моделирование в экологии, агроэкологии и природопользовании» – 2016. – С. 206 – 208.
13. Иконникова, В. В. Влияние различных агрометеорологических условий на фотосинтез гороха // В. В. Иконникова / Культура народов Причерноморья. – 2013. – № 265. – С. 104–107.
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Специальная селекция и семеноводство полевых культур: учебное пособие // под ред. В. В. Кириченко. – Х.: ИР им. В. Я. Юрвева НААН Украины, 2010. – 462 с.