

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Г. ВАСИН, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-7880-9008,
E-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Н.В. ВАСИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-0485-3281
А.С. ШИШИНА, аспирант, ORCID ID: 0000-0001-7504-6597

А.В. ВАСИН, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-8647-0884
С.Н. КУЛЯСОВ, ORCID ID: 0009-0008-2870-8533, E-mail: kulsn77@mail.ru

ФГБОУ ВО САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
г. КИНЕЛЬ

Цель исследования – дать оценку влияния агротехнологических элементов возделывания (применение удобрений и биопрепаратов) на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность сои в условиях Самарской области. Объектом исследований являлись сорта сои Самер 1, Самер 2, Самер 4. Схема внесения удобрений совместно с посевом: 1 фон – Контроль; 2 фон – $N_5 P_{13} K_{13}$; 3 фон – $N_{10} P_{26} K_{26}$.

Обработки посевов проводились системой Мегамикс и системой Витанол в фазу ветвления, бутонизации и образование бобов. Проведенная сравнительная оценка применения минеральных удобрений и систем биопрепаратов на посевах сои показала, что изучаемые сорта Самер 1, Самер 2, Самер 4 на данных фонах и обработках дают положительные результаты. Все показатели по данным исследования дали наибольший результат на фоне с внесением удобрений $N_{10} P_{26} K_{26}$ на обработке системой Мегамикс и сорте Самер 4, обеспечивая максимальный показатель фотосинтетического потенциала и как следствие – урожайность.

Ключевые слова: соя, препараты Мегамикс, Витанол, фотосинтетическая деятельность.

Для цитирования: Васин В.Г., Васина Н.В., Шишина А.С., Васин А.В., Кулясов С.Н. Влияние агротехнологических элементов возделывания на фотосинтетический аппарат и продуктивность сои в условиях Самарской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 4(48):20-26. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-20-26

INFLUENCE OF AGROTECHNOLOGICAL ELEMENTS OF CULTIVATION ON PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN UNDER CONDITIONS OF SAMARA REGION

V.G. Vasin, N.V. Vasina, A.S. Shishina, A.V. Vasin, S.N. Kulyasov

SAMARA STATE AGRARIAN UNIVERSITY, Kinel

Abstract: *The aim of the study was to evaluate the influence of agrotechnological elements of cultivation (application of fertilizers and biopreparations) on the formation of photosynthetic apparatus and productivity of soybean in the conditions of the Samara region. The object of research were soybean varieties Samer 1, Samer 2, Samer 4. Scheme of fertilizer application together with sowing: 1 background - Control; 2 background - $N_5 P_{13} K_{13}$; 3 background - $N_{10} P_{26} K_{26}$.*

Crops were treated with Megamix and Vitanol at the phase of branching, budding and bean formation. The comparative evaluation of mineral fertilizers and biopreparation systems application on soybean crops showed that the studied varieties Samer 1, Samer 2, Samer 4 on these backgrounds and treatments give positive results. All indicators according to this study gave the

greatest result on the background with fertilizer application N₁₀ P₂₆ K₂₆ on treatment with Megamix system and variety Samer 4, providing the maximum index of photosynthetic potential and as a consequence - yield.

Keywords: Soybean, preparations Megamix, Vitanol, photosynthetic activity.

Введение

Соя – является ценной пищевой, кормовой и технической культурой, достоинства которой всем общеизвестны. Она занимает значимое место в растениеводстве, так как высокорентабельна и перспективна с точки зрения ряда ценных хозяйственных признаков. Важным показателем данной сельскохозяйственной культуры является содержание соевого белка, который в свою очередь по биологической ценности стоит на первом месте среди белков других важнейших сельскохозяйственных культур и по качественным показателям принят за стандарт на растительные белки. Содержание белка в семенах составляет от 37 до 42%, масла 19-22%, углеводов до – 30% [2, 4].

В последнее время все большую актуальность в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и сои, приобретает применение удобрений и биопрепаратов, которые оказывают положительное влияние на качество и количество урожая.

Основными факторами, которые влияют на урожайность сельскохозяйственных культур, являются плодородие почвы и погодные условия, но не менее важным для формирования урожайности сельскохозяйственных культур является продуктивность фотосинтеза, напрямую зависящая от площади листовой поверхности растений, на которую применение удобрений и биопрепаратов, оказывает существенное влияние [3].

Цель исследования – дать оценку влияния агротехнологических элементов возделывания (применение удобрений и биопрепаратов) на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность сои в условиях Самарской области.

Материалы и методы исследований

Полевой опыт в 2022-2023 гг. закладывался в кормовом севообороте научно-исследовательской лаборатории «Корма» кафедры «Растениеводства и земледелия» ФГБОУ ВО Самарского ГАУ. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточнокarbonатный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием легкогидролизуемого азота 105...127 мг, подвижного фосфора 130...152 мг и обменного калия 311...324 мг на 1000 г почвы, pH – 5,8. Увлажнение естественное. Объектом исследований являлись сорта сои Самер 1, Самер 2, Самер 4.

Всего вариантов в опыте 27. Повторность четырехкратная, площадь делянки 50 м². Агротехника общепринятая для зоны. Норма высева семян сои составила 750 тыс./га. Способ посева рядовой проводился сеялкой AMAZONE D9-25.

Ассимиляционная поверхность листьев определяется контурным методом в компьютерной модификации. Для определения площади контуров берется навеска 1-3 г сырых листьев. Листья расправляются и закладываются в сканер. Программа определяет площадь листьев, сравнивая с эталоном известной площади (2 см). В свежесрезанной массе определяли структуру урожая, выделялась доля листьев, соцветий, стеблей в процентах к массе пробы. Имея данные по облиственности растений и массе растений с 1 м², проводится пересчет площади листьев из см²/м² в м²/га.

Фотосинтетический потенциал и ЧПФ рассчитывается по А.И. Бегишеву, А.А. Ничипоровичу по формуле:

$$\text{ФП} = 0,5 * (\text{Л}_1 + \text{Л}_2) * \text{п} \text{ (тыс. м}^2/\text{га} * \text{дней)},$$

где: Л_1 – площадь листьев в начале определения, тыс. м²/га;
 Л_2 – площадь листьев в конце определения, тыс. м²/га;
 п – число дней в периоде (декаде).

Чистая продуктивность выражается в граммах прироста абсолютно сухой массы на 1 м площади листьев в сутки.

$$\text{ЧПФ} = \frac{V_2 - V_1}{0,5 * (L_1 + L_2) * \pi} \text{ (г/м}^2 \text{ сутки)},$$

- где: V_1 – масса сухого вещества в г/м в начале периода (декады);
 V_2 – масса сухого вещества в г/м в конце периода (декады);
 L_1 – площадь листьев в начале периода (декады), тыс. м²/га;
 L_2 – площадь листьев в конце периода (декады), тыс. м²/га;
 π – число дней в периоде (декаде).

Уборка проводилась поделочно в фазу полной спелости.

В трехфакторном опыте по изучению влияния внесения удобрений и обработок по вегетации препаратами входили:

– внесение удобрений $N_5 P_{13} K_{13}$, $N_{10} P_{26} K_{26}$ и контроль (без внесения удобрений) (фактор А);

– обработка посевов по вегетации препаратами системы Мегамикс (в фазу ветвления и бутонизации – Мегамикс Профи 0,7 л/га + Бор 0,3 л/га; в фазу образования бобов Азот (N) 0,5 л/га + Калий (K) 0,7 л/га) и системы Витанол (в фазу ветвления – Витанол NP 0,2 л/га + Новосил 0,2 л/га; в фазу бутонизации – Витанол PK 0,2 л/га + Новосил 0,2 л/га + Витанол смачиватель 0,5 л/га; в фазу образования бобов – Витанол Микро 0,5 л/га + Новосил 0,2 л/га + Витанол смачиватель 0,5 л/га) (фактор В);

– сорта: Самер 1, Самер 2, Самер 4 (фактор С).

Результаты и их обсуждение

Исследования, проведенные в 2022-2023 году показали, что соя в сложившихся условиях положительно отзывается на фонах с внесением удобрений и обработками по вегетации.

Все полученные показатели по фонам, обработкам и сортам возрастали в сравнении с контролем.

Нарастание площади листовой поверхности у сортов сои проходила от фазы 3-5 листьев до фазы бутонизации. Размер листовой поверхности увеличивался по мере роста и развития растения (табл. 1).

Наибольшая площадь листьев формировалась в фазу бутонизации на посевах при применении удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$ по сортам и обработкам она составила от 72,73 до 80,57 тыс.м²/га. Наименьшая площадь листьев была получена в фазе 3-5 листа, на контроле (без внесения удобрений) по всем сортам и обработкам, составила 28,04-52,85 тыс.м²/га. В фазу образования бобов уменьшение площади листовой поверхности по фонам, сортам и обработкам составило на 19-20% от фазы бутонизации.

Влияние изучаемых агроприемов на показатель фотосинтетического потенциала растений между сортами было различным. Фотосинтетический потенциал (ФП) с увеличением доз внесения удобрений существенно увеличивался.

На контроле (без внесения удобрений) в период от всходов до 3-5 листа ФП по всем сортам и обработкам составил 511,5-689,8 млн./м²/га дней, на фоне с внесением $N_5P_{13}K_{13}$ – 575,0-780,7 млн./м²/га дней, на фоне с внесением $N_{10}P_{26}K_{26}$ – 688,9-909,5 млн./м²/га дней (табл.2). Удобрения и стимулирующие препараты оказывали положительное влияние на величину данного показателя. Наибольший фотосинтетический потенциал в период всходы - 3-5 листа был получен на фоне с внесением $N_{10}P_{26}K_{26}$ с системной обработкой Мегамикс на сорте Самер 4, и составил 909,5 млн./м²/га дней.

В период 3-5 листа – бутонизация показатели фотосинтетического потенциала были больше, по всем фонам, обработкам и сортам, они увеличились на 2-17%, что в дальнейшем оказало влияние на формирование урожайности сои. Фотосинтетический потенциал не увеличивался от периода бутонизация до образование бобов.

За вегетацию наибольший суммарный показатель получили на фоне с внесением $N_{10}P_{26}K_{26}$ с обработкой системой Мегамикс на сорте Самер 4 – 2851,3 млн./м²/га дней.

Таблица 1

Площадь листовой поверхности сои в среднем за 2022-2023 гг., тыс. м²/га

Доза внесенных удобрений	Обработка по вегетации	Сорта	Фазы		
			3-5 листа	бутонизация	образование бобов
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)	Самер 1	28,04	57,30	46,51
		Самер 2	35,52	59,50	47,34
		Самер 4	35,41	68,71	49,72
	Система Мегамикс	Самер 1	30,40	67,44	47,85
		Самер 2	37,92	67,32	49,81
		Самер 4	38,87	74,42	53,01
	Система Витанол	Самер 1	30,94	67,13	47,54
		Самер 2	37,41	66,01	49,73
		Самер 4	39,41	70,61	54,53
Внесение N ₅ P ₁₃ K ₁₃	Контроль (без обработки)	Самер 1	32,96	64,15	50,42
		Самер 2	42,32	68,84	51,03
		Самер 4	35,91	73,64	55,11
	Система Мегамикс	Самер 1	35,40	68,51	52,01
		Самер 2	45,10	65,70	56,44
		Самер 4	42,21	75,50	58,83
	Система Витанол	Самер 1	37,31	68,20	52,96
		Самер 2	44,63	69,41	57,68
		Самер 4	43,12	74,93	59,45
Внесение N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	Контроль (без обработки)	Самер 1	39,42	72,73	51,04
		Самер 2	48,01	74,91	60,02
		Самер 4	45,60	76,31	60,05
	Система Мегамикс	Самер 1	42,43	76,06	56,31
		Самер 2	50,73	79,01	62,84
		Самер 4	51,81	80,62	64,56
	Система Витанол	Самер 1	42,21	75,52	57,22
		Самер 2	51,85	80,22	61,54
		Самер 4	52,01	80,57	63,83

Таблица 2

Фотосинтетический потенциал (ФП) посевов сои в среднем за 2022-2023 гг., млн./м²/га дней

Доза внесенных удобрений	Обработка по вегетации	Сорта	Период			ΣФП
			всходы-3-5 листа	3-5 листа-бутонизация	бутонизация-образование бобов	
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)	Самер 1	511,5	596,4	786,3	1894,2
		Самер 2	606,9	665,4	747,4	2019,6
		Самер 4	619,0	728,1	828,4	2175,5
	Система Мегамикс	Самер 1	532,6	684,5	805,5	2022,5
		Самер 2	628,1	736,4	819,7	2184,1
		Самер 4	678,8	792,1	891,7	2362,6
	Система Витанол	Самер 1	541,4	686,4	802,0	2029,8
		Самер 2	654,4	723,9	809,7	2187,9
		Самер 4	689,8	770,3	874,2	2334,3

<i>Продолжение таблицы 2</i>						
Внесение N ₅ P ₁₃ K ₁₃	Контроль (без обработки)	Самер 1	575,0	678,9	801,5	2055,4
		Самер 2	740,4	778,0	839,0	2357,3
		Самер 4	629,0	767,1	901,4	2297,4
	Система Мегамикс	Самер 1	619,8	727,2	843,2	2190,2
		Самер 2	775,1	788,5	854,4	2418,0
		Самер 4	739,1	824,0	939,9	2502,9
	Система Витанол	Самер 1	652,9	738,2	847,1	2238,1
		Самер 2	780,7	798,0	889,0	2467,6
		Самер 4	754,4	826,3	940,6	2521,3
Внесение N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	Контроль (без обработки)	Самер 1	688,9	784,6	865,9	2339,3
		Самер 2	839,6	860,2	943,7	2643,5
		Самер 4	798,4	853,1	953,3	2604,7
	Система Мегамикс	Самер 1	787,8	828,7	925,5	2541,9
		Самер 2	836,6	859,6	943,9	2640,1
		Самер 4	909,6	926,4	1015,3	2851,3
	Система Витанол	Самер 1	738,7	823,9	928,7	2491,2
		Самер 2	906,6	923,9	991,6	2822,1
		Самер 4	909,5	927,8	1010,3	2847,6

Величина урожайности определяется не только размерами фотосинтезирующей поверхности, но и чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧПФ).

Наиболее высокая в исследованиях чистая продуктивность фотосинтеза в среднем между фонами, сортами и обработками составила 5,154 г/м²/сутки (табл. 3). Увеличение доз внесения удобрений с контроля до N₁₀P₂₆K₂₆ повышало площадь листовой поверхности (80,6 тыс.м²/га), что не обеспечивало дальнейшего роста чистой продуктивности фотосинтеза.

Таблица 3

Чистая продуктивность фотосинтеза сои в среднем за 2022-2023 гг., г/м²/сутки

Доза внесенных удобрений	Обработка по вегетации	Сорта	Период			Средняя ЧПФ
			всходы-3- 5 листа	3-5 листа- бутонизация	бутонизация- образование бобов	
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)	Самер 1	3,513	4,243	4,712	4,156
		Самер 2	4,305	4,367	4,244	4,305
		Самер 4	3,401	4,332	4,937	4,223
	Система Мегамикс	Самер 1	4,865	4,411	4,956	4,744
		Самер 2	4,632	4,789	4,897	4,773
		Самер 4	3,511	4,712	5,638	4,620
	Система Витанол	Самер 1	4,534	4,344	4,575	4,451
		Самер 2	4,976	4,685	4,496	4,686
		Самер 4	3,645	4,699	4,377	4,274
Внесение N ₅ P ₁₃ K ₁₃	Контроль (без обработки)	Самер 1	4,612	4,511	4,060	4,428
		Самер 2	4,211	4,745	5,403	4,820
		Самер 4	4,002	4,843	5,641	4,829
	Система Мегамикс	Самер 1	4,921	5,175	4,857	4,951
		Самер 2	4,422	4,982	5,532	4,945
		Самер 4	4,843	4,716	5,076	4,845
	Система Витанол	Самер 1	4,535	5,147	4,712	4,831
		Самер 2	4,566	4,723	4,789	4,659
		Самер 4	4,757	4,754	4,954	4,855

Продолжение таблицы 3

Внесение N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	Контроль (без обработки)	Самер 1	4,770	5,423	4,733	4,942
		Самер 2	4,712	4,201	5,112	4,780
		Самер 4	5,111	4,059	4,636	4,635
	Система Мегамикс	Самер 1	4,876	5,664	4,822	5,154
		Самер 2	4,887	3,819	5,211	4,639
		Самер 4	5,343	4,654	4,887	4,961
	Система Витанол	Самер 1	4,845	5,599	4,734	5,059
		Самер 2	4,633	3,612	5,221	4,522
		Самер 4	5,278	4,247	4,786	4,770

В 2022-2023 годах в среднем по фонам, на всех обработках и сортах средняя урожайность составила от 1,24 до 1,64 т/га. На фонах с внесением удобрений урожайность существенно превышала показатели в сравнении с контролем (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность сои в среднем за 2022-2023 гг.

Доза внесенных удобрений	Обработка по вегетации	Сорта	Урожайность, т/га		Средняя урожайность по сортам, т/га	Средняя урожайность по обработкам, т/га
			2022 г.	2023 г.		
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)	Самер 1	1,31	1,09	1,12	1,24
		Самер 2	1,19	0,88		
		Самер 4	1,50	0,81		
	Система Мегамикс	Самер 1	1,36	1,25	1,30	
		Самер 2	1,30	1,13		
		Самер 4	1,55	1,18		
	Система Витанол	Самер 1	1,29	1,27	1,31	
		Самер 2	1,30	1,29		
		Самер 4	1,54	1,19		
Внесение N ₅ P ₁₃ K ₁₃	Контроль (без обработки)	Самер 1	1,41	1,26	1,36	1,45
		Самер 2	1,30	1,41		
		Самер 4	1,60	1,19		
	Система Мегамикс	Самер 1	1,51	1,59	1,52	
		Самер 2	1,36	1,60		
		Самер 4	1,68	1,40		
	Система Витанол	Самер 1	1,51	1,38	1,46	
		Самер 2	1,50	1,37		
		Самер 4	1,72	1,23		
Внесение N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	Контроль (без обработки)	Самер 1	1,54	1,41	1,47	1,64
		Самер 2	1,35	1,60		
		Самер 4	1,62	1,31		
	Система Мегамикс	Самер 1	1,63	1,96	1,74	
		Самер 2	1,45	1,78		
		Самер 4	1,89	1,79		
	Система Витанол	Самер 1	1,60	1,91	1,72	
		Самер 2	1,44	1,97		
		Самер 4	1,72	1,63		

НСП_{об.} = 0,47 0,42
 НСП_А = 0,16 0,14
 НСП_В = 0,16 0,14
 НСП_С = 0,16 0,14
 НСП_{АВ} = 0,27 0,24
 НСП_{АС} = 0,27 0,24
 НСП_{ВС} = 0,27 0,24

Урожайность на сорте Самер 1 на фонах и обработках изменялась от 1,60 т/га до 1,80 т/га, на Самере 2 – 1,04-1,71 т/га, Самере 4 от 1,16 т/га до 1,81 т/га. У всех сортов на фонах с внесением удобрений значимую прибавку получили при применении обработок препаратами в системе Мегамикс и Витанол. Таким образом, на фоне $N_{10}P_{26}K_{26}$ по обработкам сорт Самер 1 в сравнении с контролем (без внесения удобрений) дал прибавку на 34,4%, Самер 2 на 35,6%, Самер 4 – 26,9%.

Урожайность в среднем за два года по обработкам на всех фонах показала следующие результаты – в контроле (без обработки) урожайность составила от 1,12 до 1,47 т/га, при применении обработки препаратами в системе Мегамикс – от 1,30 до 1,74 т/га, при обработке системой Витанол – 1,31-1,72 т/га.

На фоне в контроле (без внесения удобрений), при обработке по вегетации препаратами системы Мегамикс средняя урожайность по сортам превысила на 0,18 т/га, по сравнению контроля (без обработки), с повышением 1,30 т/га.

Системно применяемые препараты существенно превышают урожайность, так, на фоне внесения удобрений $N_5P_{13}K_{13}$ в среднем по сортам, наибольший показатель получили при обработке системой Мегамикс – 1,52 т/га, наименьший показатель был на контроле (без обработки), составил 1,36 т/га, при статистически достоверном превышении 0,16 т/га.

На фоне с внесением удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$ средняя урожайность на контроле (без обработки) составил 1,47 т/га, с обработкой системой Мегамикс – 1,74 т/га, и с обработкой препаратами системы Витанол – 1,72 т/га, обеспечивая достоверную прибавку 0,27 т/га и 0,25 т/га. На данном фоне применение системы обработки препаратами Мегамикс обеспечивали наибольшую урожайность в сравнении с другими вариантами.

Максимальная урожайность в среднем по всем сортам и обработкам получена на фоне с внесением удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$, составила 1,60 т/га.

Заключение

Таким образом, проведенная сравнительная оценка применения минеральных удобрений и систем биопрепаратов на посевах сои показала, что изучаемые сорта Самер 1, Самер 2, Самер 4 на данных фонах и обработках дают положительные результаты. Все показатели по данным исследования дали наибольший результат на фоне с внесением удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$ на обработке системой Мегамикс и сорте Самер 4, обеспечивая максимальный показатель фотосинтетического потенциала и как следствие – урожайность.

Литература

1. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Зиангирова Л.М. Испытание гуминовых препаратов на сое в условиях Приморского края // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10. – С. 42-50.
2. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3 (35). – С. 12-19. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179
3. Никитишен В.И., Терехова Л.М., Личко В.И. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза растений в различных условиях минерального питания // Агрохимия. – 2019. – № 8. – С. 35-43.
4. Сельское хозяйство в России. 2019: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2019. – 91 с.
5. Сулейменов А.Б., Сапаров А.А., Сапаров Г.В., Садуахас А.М. Агрохимическая оценка плодородия почв Агропарка Онтустик. // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1. – С. 50-61.

References

1. Butovets E.S., Luk'yanchuk L.M., Ziangirova L.M. Testing of humic preparations on soybean under Primorsky Krai conditions // *Vestnik KrasGAU*. - 2020. - № 10. - Pp. 42-50
2. Zotikov V.I. Domestic breeding of leguminous and grain crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. - 2020. - № 3 (35). - Pp. 12-19.
3. Nikitishen V.I., Terekhova L.M., Lichko V.I. Formation of assimilation apparatus and photosynthetic productivity of plants under different conditions of mineral nutrition // *Agrokhimiya*. - 2019. - № 8. - Pp. 35-43
4. Agriculture in Russia. 2019: Stat. collection / Rosstat. Moscow, 2019. - 91 p.
5. Suleimenov A.B., Saparov A.A., Saparov G.V., Saduakhas A.M. Agrochemical assessment of soil fertility of Ontustik Agropark // *Pochvovedenie i agrokhimiya*. - 2020. - № 1. - Pp. 50-61