

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, СИМБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ СОИ

Е.В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-7012-8267

E-mail: kat782010@mail.ru

О.В. ЛЕУХИНА, аспирант, E-mail: oxana_leukhina@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

В связи с широкомасштабными нарушениями круговорота основных биогенных элементов в искусственных агроценозах особенно важным становится процесс экологизации агропроизводства, реализующий потенциальную продуктивность растений. Экологически сбалансированное землепользование включает, в том числе частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических организмов, гуматами (природными физиологически активными веществами) и микроудобрениями.

Цель исследований состояла в изучении воздействия ризоторфина, гумифулина и микроудобрения оракул мультикомплекс на физиологические процессы и продуктивность растений новых сортов сои. В 2021-2022 гг. проводились исследования на сортах Орлея и Лидер 10.

Установлено: симбиотическая система сои активно функционирует в течение вегетации, начиная с фазы ветвления, и достигает максимального развития к наливу бобов. Развитие ассимиляционной поверхности в условиях высокой влагообеспеченности до 160-190 тыс. м²/га является избыточным и приводит к снижению урожая зерна на 13,0-14,0%. У сортов Орлея, Лидер 10 выявлена наиболее сильная положительная реакция на инокуляцию, гумифулин и их совместное применение во влажных условиях 2022 года. Обработка семян ризобиями и листовые подкормки активизируют физиологические процессы, способствуя росту количества и массы клубеньков, площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза, что в свою очередь при использовании гумифулина приводит к увеличению урожая сухой надземной массы на 17,0-50,0% и урожая зерна на 15,0-53,0%, в случае применения оракула мультикомплекс – на 10,0-56,0% и на 15,0-119,0% соответственно. В среднем за 2 года наибольшая урожайность сухой надземной массы наблюдалась в варианте инокуляция + гумифулин у Орлея 20,6 г/растение, у Лидера 10 – 28,7 г/растение. Максимальная зерновая продуктивность в среднем за 2 года у Лидера 10 при совместном применении инокуляции и гумифулина 15,1 г/растение, у Орлея в варианте с гумифулином 12,6 г/растение.

Ключевые слова: соя, некорневые подкормки, фотосинтетические и симбиотические признаки, продуктивность.

Для цитирования: Головина Е.В., Леухина О.В. Влияние некорневых подкормок на фотосинтетическую деятельность, симбиотическую активность и продуктивность новых сортов сои. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):40-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-40-49

INFLUENCE OF FOLIAR FEEDING ON PHOTOSYNTHETIC AND SYMBIOTIC ACTIVITY AND PRODUCTIVITY OF NEW SOYBEAN VARIETIES

E.V. Golovina, O.V. Leukhina

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *In connection with large-scale violations of the circulation of the main biogenic elements in artificial agrocenoses, the process of greening agricultural production, which realizes the potential productivity of plants, becomes especially important. Environmentally balanced land use includes, among other things, partial or complete replacement of agrochemicals with preparations of symbiotic organisms, humates (natural physiologically active substances) and microfertilizers.*

The purpose of the research was to study the effect of rhizotorphin, humifulin and microfertilizer oracle multicomplex on the physiological processes and productivity of plants of new soybean varieties. In 2021-2022 studies were carried out on the varieties Orleya and Leader 10.

It has been established that the soybean symbiotic system is actively functioning during the growing season, starting from the branching phase and reaches its maximum development by the time the beans are filled. The development of assimilation surface under conditions of high moisture supply up to 160-190 thousand m²/ha is excessive and leads to a decrease in grain yield by 13.0-14.0%. The varieties Orleya, Leader 10 showed the strongest positive reaction to inoculation with humifulin and their combined use in humid conditions in 2022. Seed treatment with rhizobia and foliar feeding activate physiological processes, contributing to an increase in the number and mass of nodules, leaf area, photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis, which in turn, when using humifulin, leads to an increase in the yield of dry above-ground mass by 17.0-50.0% and grain yield by 15.0-53.0%, in the case of using the oracle multicomplex - by 10.0-56.0% and 15.0-119.0%, respectively. On average for 2 years, the highest yield of dry aboveground mass was observed in the variant inoculation + humifulin in Orleya 20.6 g/plant, in Leader 10 - 28.7 g/plant. The maximum grain productivity on average for 2 years in Leader 10 with the combined use of inoculation and humifulin is 15.1 g/plant, in Orleya in the variant with humifulin 12.6 g/plant.

Keywords: soybean, foliar feeding, photosynthetic and symbiotic traits, productivity.

Введение

В настоящее время интенсивные технологии, предусматривающие массированное применение удобрений и пестицидов, замещаются экологически сбалансированным (sustainable) землепользованием. Одним из основных способов достижения этой цели является частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических организмов, гуматами (природными физиологически активными веществами) и микроудобрениями.

Симбиотические взаимодействия с ризобиями играют исключительно важную роль в жизни растений, обеспечивая их азотным питанием. Мутуалистическая природа двухкомпонентных растительно-микробных систем основана на положительных обратных связях партнеров: растения снабжают продуктами фотосинтеза преимущественно те части корня (клубеньки), из которых активно поступает азот. У бобовых системный ответ, регулирующий образование клубеньков, формируется в листьях, что отражает зависимость энергоемких симбиотических процессов от фотосинтеза [1].

Гуматы содержат аминокислоты, полисахариды, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы, гормоноподобные вещества. Они обладают сорбционными, ионообменными и биологически активными свойствами. Гуматы, являясь природными хелаторами, способны оказывать положительное действие на физико-химические свойства протоплазмы, обмен веществ, фотосинтез и дыхание растений, на деятельность азотфиксирующих микроорганизмов [2, 3].

К преимуществам некорневых подкормок растений микроудобрениями относятся: быстрое регулирование жизнедеятельности растений, исключение фиксации элемента почвой, возможность корректировки питания в определенные периоды вегетации. Фолиарная обработка микроэлементными удобрениями позволяет нивелировать недостаточную активность корневых систем из-за неблагоприятных почвенных условий [4, 5, 6].

Цель исследований – изучение влияния ризоторфина, гумифулина и микроудобрения оракул мультикомплекс на физиологические процессы и продуктивность растений сои.

Материал и методы исследований

В 2021-2022 гг. в полевом опыте исследовались новые сорта сои: Орлея (селекции ФНЦ ЗБК, переданный на государственное сортоиспытание в 2022 году) и Лидер 10 (селекции ООО «АСТ», внесённый в Госреестр селекционных достижений РФ с 2020 года по Центрально-Чернозёмному региону). Предшественник – озимая пшеница. Почва опытных участков тёмно-серая лесная суглинистая, с мощностью гумусового горизонта 30...35 см., влажностью устойчивого завядания 9,7% от объёма почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) 4,3...5,6%, легкогидролизуемого азота (по Кононовой и Тюрину) 6,4...10,1 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) 7...15 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) 6,8...16,5 мг/100 г почвы, сумма поглощённых оснований (по Каплену) 18,5...26,2 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 83...91%, рН солевой вытяжки по Алямовскому) 5,3...6,0, гидролитическая кислотность (по Каплену) 1,7...6,3 мг-экв./100 г почвы. Сорта выращивали на делянках 10 м² в 4-х кратной повторности по принятой для зоны технологии. В опыт включены следующие варианты: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка гумифулином (г), 4. инокуляция и обработка гумифулином (ин + г). Семена перед посевом обрабатывались ризоторфином, содержащим штамм ризобий 634а – 250 г на гектарную норму семян и гумифулином – 300 мл концентрата +12 л воды/т семян. В фазу бутонизации проводилось опрыскивание растений гумифулином 2 л концентрата + 300 л воды/га. В 2021 году изучено действие листовых подкормок микроудобрением оракул мультикомплекс и его применение совместно с инокуляцией в фазы 3-5 тройчатых листьев, бутонизации, формирования бобов. Норма внесения 1 л концентрата + 3,5 л воды/га. В состав удобрения входят N, P, K, S, B, Zn, Cu, Fe, Mn, Mo, Co. Варианты опыта: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка оракулом мультикомплекс (о), 4. инокуляция + обработка оракулом мультикомплекс (ин + о).

В исследованиях осуществляли учёты и наблюдения в соответствии с действующим методическим рекомендациям: отбор проб для анализа в фазы цветения, налива бобов и полного созревания (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1997); изучение динамики формирования и накопления зелёной массы (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. – Краснодар, 2010); изучение фотосинтетической и симбиотической деятельности (Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. 1991.). Математическая обработка данных с целью выявления существенных различий проводилась с помощью дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

В 2021 г. в течение вегетации складывались следующие погодные условия. В мае в период всходов температура была на уровне среднемноголетней, количество осадков превышало среднемноголетние показатели на 21 мм (табл. 1). В июне – августе (фазы ветвление – налив бобов) температура выше среднемноголетней на 3-4°C, а количество осадков оказалось ниже нормы на 13-32 мм.

В 2022 г. в мае температура была на 2-3°C ниже нормы, осадков выпало 121-156% нормы. В связи с этим всходы появились лишь на 16 сутки после посева. В июне – августе в генеративный период (бутонизация – налив бобов) погодные условия были благоприятными для сои: температура выше нормы на 1,5-6°C, увлажнение достаточное. Однако в сентябре во время созревания сложились крайне негативные метеорологические условия: температура ниже нормы на 1,0-4,5°C, увлажнение выше нормы на 300%, что отрицательно повлияло на урожай зерна и его качество.

Таблица 1

Агрометеорологические условия, г. Орел

Показатели	Месяцы					$\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$	ГТК= $\frac{\Sigma \text{осадков}}{\Sigma \text{эффект. tt}}$ x 10
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
Средняя температура воздуха за месяц, °С							
Средняя многолетняя	13,8	16,8	18,0	17,0	11,7	1710,0	
2021 г.	13,8	19,8	22,4	20,6	10,4	1966,5	1,95
2022 г.	11,5	19,1	19,1	21,8	9,9	1778,7	2,21
Количество осадков за месяц, мм						Σ осадков	
Среднее многолетнее	51,0	73,0	81,0	63,0	67,0	362,0	
2021 г.	72,1	40,7	51,1	49,8	129,5	382,7	
2022 г.	51,1	52,5	63,5	32,2	111,0	393,6	

Результаты и их обсуждение

В 2021-2022 годах исследовано влияние инокуляции и гумифулина на симбиотическую деятельность сортов Орлея и Лидер 10 (табл. 2). В 2021 году количество клубеньков превышало контроль у Орлея в вариантах с гумифулином и ин + г на 30,0-31,0%, у Лидера 10 в этом году количество клубеньков во всех вариантах ниже контроля. Сухая масса клубеньков в 2021 году выше контроля у Орлея в варианте с инокуляцией на 19,0%, у Лидера 10 – в варианте с гумифулином на 32,0%. В 2022 году в августе, когда растения находились в фазе налива бобов, сложились более благоприятные, чем в 2021 году погодные условия: средняя температура была выше на 1,2°С. В среднем по сортам в 2022 г. количество клубеньков выше в 2,6 раза, масса клубеньков в 4,2 раза. Технологические приемы в 2022 году оказывали положительное воздействие на симбиотические признаки. Количество клубеньков увеличивалось по сравнению с контролем у Орлея на 2,0-11,0%, у Лидера 10 – на 36,0-179,0%; масса клубеньков на 9,0-30,0 % и на 16,0-87,0% соответственно. У Лидера 10 в среднем за 2 года отмечены максимальное количество клубеньков 27,2 шт. в варианте с инокуляцией и масса клубеньков в варианте с гумифулином 210,8 мг.

Таблица 2

Симбиотические признаки сортов сои, налив бобов

Сорт	Вариант	Количество клубеньков			Абсолютно сухая масса клубеньков, мг/растение		
		2021	2022	\bar{x}	2021	2022	\bar{x}
Орлея	Контроль	9,00	24,40	16,70	52,70	194,17	123,44
	Инокуляция	8,30	27,00	17,65	57,80	252,55	155,18
	Гумифулин	11,70	25,90	18,80	45,80	223,33	134,57
	Инокуляция + Гумифулин	11,80	24,80	18,30	41,60	241,96	141,78
Лидер 10	Контроль	11,40	16,00	13,70	67,20	157,97	112,59
	Инокуляция	9,70	44,60	27,15	51,70	310,95	181,33
	Гумифулин	10,80	31,90	21,35	88,70	332,85	210,78
	Инокуляция + Гумифулин	10,70	21,80	16,25	54,90	206,02	130,46
	\bar{x}	10,43	27,05		57,55	239,98	
НСР ₀₅		5,87	3,47		11,68	26,27	

На фотосинтетические признаки сортов сои оказывали влияние, как технологические приемы, так и погодные условия. В более влажном 2022 году площадь листьев выше в 2,2 раза, фотосинтетический потенциал (ФП) – в 1,6 раз, чем в 2021 году (табл. 3). Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в среднем по вариантам на одном уровне: в 2021 г. 6,3 г/м² x сут., в 2022 году 6,0 г/м² x сут. В 2021 году у Орлеи площадь листьев выше в контроле. У Лидера 10 в этом году под воздействием гумифулина площадь листьев возросла на 43,0 % по сравнению с контролем. В 2022 году в зависимости от обработок площадь листьев увеличивалась на 15,0-98,5% у Орлеи и на 7,0-33,5% у Лидера 10. Максимальная ассимиляционная поверхность наблюдалась у Лидера 10 в 2022 году в варианте с гумифулином 167,3 тыс. м²/га. Лидер 10 в среднем за 2 года превзошел Орлею по площади листьев в 1,7 раз.

ФП выше контроля у Орлеи в 2022 году в вариантах с обработкой на 4,0-44,0%; у Лидера 10 в 2021 году в вариантах с инокуляцией и гумифулином, в 2022 году в вариантах с гумифулином и инокуляцией + гумифулин на 6,0-38,5%. Наибольший фотосинтетический потенциал отмечен в 2022 году у Лидера 10 в варианте с гумифулином 3,1 млн. м² x сут./га. Чистая продуктивность фотосинтеза находилась на уровне 4,1-7,6 г/м² x сут. в зависимости от сорта и варианта.

Таблица 3

Фотосинтетические показатели сортов сои

Сорт	Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га, налив бобов			ФП, млн. м ² x сут./га			ЧПФ, г/м ² x сут.		
		2021	2022	\bar{x}	2021	2022	\bar{x}	2021	2022	\bar{x}
Орлея	к	52,01	55,58	53,80	1,51	1,40	1,46	5,69	7,47	6,58
	ин	40,95	73,57	57,26	1,11	1,45	1,28	7,64	7,23	7,44
	г	47,58	63,85	55,72	1,15	1,46	1,31	7,43	6,45	6,94
	ин + г	35,19	110,35	72,77	1,01	2,01	1,51	5,75	6,80	6,28
Лидер 10	к	54,97	125,37	90,17	1,35	2,59	1,97	5,83	4,95	5,39
	ин	55,08	134,07	94,58	1,43	2,40	1,92	5,09	5,30	5,20
	г	78,85	167,31	123,08	1,87	3,12	2,50	6,90	4,11	5,51
	ин + г	53,81	161,76	107,79	1,36	2,79	2,08	5,67	5,86	5,77
	\bar{x}	52,31	114,48		1,35	2,15		6,25	6,02	

к-контроль, ин – инокуляция, г - гумифулин, ин + г – инокуляция+ гумифулин

Урожай сухой надземной массы в среднем по сортам в 2022 году составил 21,87 г/растение, что выше на 29,0% по сравнению с 2021 годом (16,99 г/растение) (табл. 4). Максимальная урожайность сухого вещества отмечена в 2022 году в варианте инокуляция + гумифулин у Орлеи 25,54 г/растение, у Лидера10 30,26 г/растение. В среднем за 2 года надземная масса выше в варианте с инокуляцией у Орлеи на 1,9%, у Лидера 10 на 25,3 %, в варианте инокуляция + гумифулин – на 16,8% и 50,2 % соответственно. В среднем за 2 года наибольшая урожайность сухой надземной массы наблюдалась в варианте инокуляция + гумифулин у Орлеи 20,6 г/растение, у Лидера 10 28,7 г/растение.

Урожай зерна в среднем по сортам в 2021 году и в 2022 году приблизительно на одном уровне 11,96 г/растение и 11,79 г/растение. В среднем за 2 года Лидер 10 превзошел Орлею по зерновой продуктивности на 26,0%. Максимальная урожайность наблюдалась у Лидера 10 в 2022 году в варианте с инокуляцией 16,97 г/растение, а за 2 года в варианте инокуляция

+ гумифулин – 15,11 г/растение. Технологические приемы способствовали росту урожая зерна в среднем за 2 года у Орлея на 28,0-53,0%, у Лидера 10 – на 15,0-38,0%.

Таблица 4

Продуктивность сортов сои

Сорт	Вариант	Сухая надземная масса, г/растение. Налив бобов			Масса зерна, г/растение		
		2021	2022	\bar{x}	2021	2022	\bar{x}
Орлея	к	17,25	15,55	16,40	9,43	7,00	8,22
	ин	14,05	19,37	16,71	11,98	9,44	10,71
	г	12,05	15,83	13,94	14,91	10,18	12,55
	ин+г	15,55	25,54	20,55	10,66	10,43	10,55
Лидер 10	к	16,35	21,82	19,09	11,38	10,50	10,94
	ин	20,59	23,98	22,29	11,78	16,97	14,38
	г	12,94	22,57	17,76	9,91	15,23	12,57
	ин + г	27,1	30,26	28,68	15,64	14,58	15,11
	\bar{x}	16,99	21,87		11,96	11,79	
	НСР ₀₅				2,42	1,36	

к-контроль, ин – инокуляция, г - гумифулин, ин + г – инокуляция+ гумифулин

В 2022 г. изучено влияние микроудобрения оракул мультитехнологический комплекс на продукционный процесс сортов Орлея и Лидер 10. Симбиотическая система сои активно функционировала в течение вегетации, начиная с фазы ветвления, и достигала максимального развития к наливу бобов. Так количество и масса клубеньков в фазу бутонизации составили в среднем 16,5 шт. и 40,1 мг, в налив бобов – 26,7 шт. и 236,7 мг (рис. 1, 2). У Орлея наибольшее количество (36,1 шт. в фазу цветения) и масса клубеньков (283,6 мг в налив бобов) наблюдались в варианте инокуляция + оракул; у Лидера 10 в налив бобов – в варианте с инокуляцией 44,6 шт. и 310,95 мг соответственно. Инокуляция и оракул мультитехнологический комплекс оказывали положительное влияние на симбиотические признаки в период бутонизация – налив бобов у обоих сортов.

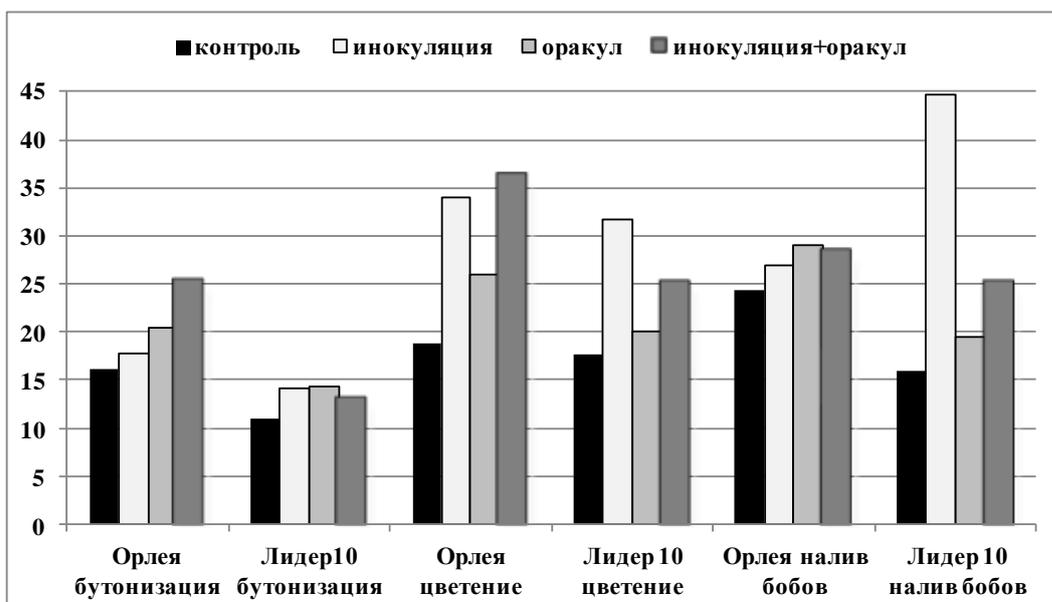


Рис. 1. Количество клубеньков на растении сои. 2022 год

У Орлея наиболее выраженная реакция симбиотической системы на технологические приемы отмечена в фазы бутонизация и цветение в варианте с совместным применением

инокуляции и гумифулина, когда количество клубеньков возросло по сравнению с контролем на 56,0% и 91,0%, масса клубеньков – на 111,0% и 137,0% соответственно. Для Лидера 10 оптимальным оказался вариант с инокуляцией, в котором в фазы цветения и налива бобов количество клубеньков увеличивалось на 79,0% и 179,0%, масса клубеньков – на 68,0% и 97,0% соответственно.

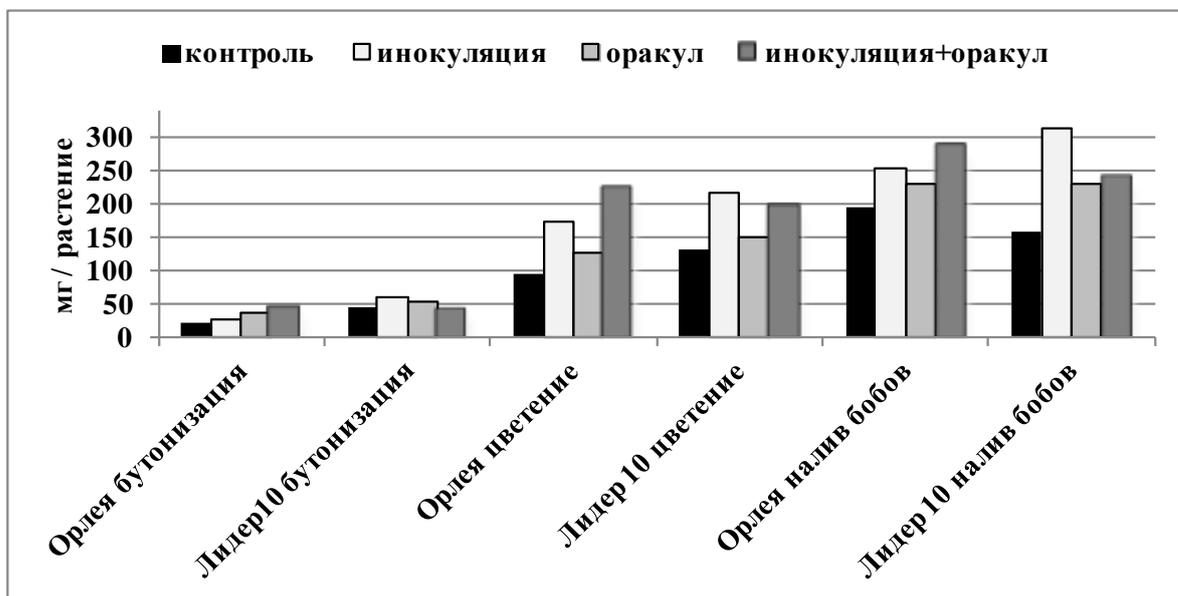


Рис. 2. Сухая масса клубеньков на корнях сортов сои. 2022 год

Увеличение площади листьев под воздействием инокуляции и листовых подкормок оракулом мультикомплекс в 2022 году у сорта Орлея проявилось уже на стадии бутонизации: площадь листьев по сравнению с контролем возросла на 10,0-36,0% (рис. 3). В налив бобов у Орлеи эффект технологических приемов составил 32,0-61,0%. Максимальная площадь листьев отмечена в варианте с оракулом мультикомплекс 89,7 тыс. м²/га.

У Лидера 10 положительная реакция на инокуляцию и оракул мультикомплекс наблюдалась позднее в налив бобов. Наиболее эффективным для этого сорта оказалось совместное применение инокуляции и микроудобрения. Площадь листьев в этом варианте составила 194,0 тыс. м²/га, что выше по сравнению с контролем на 55,0 %.

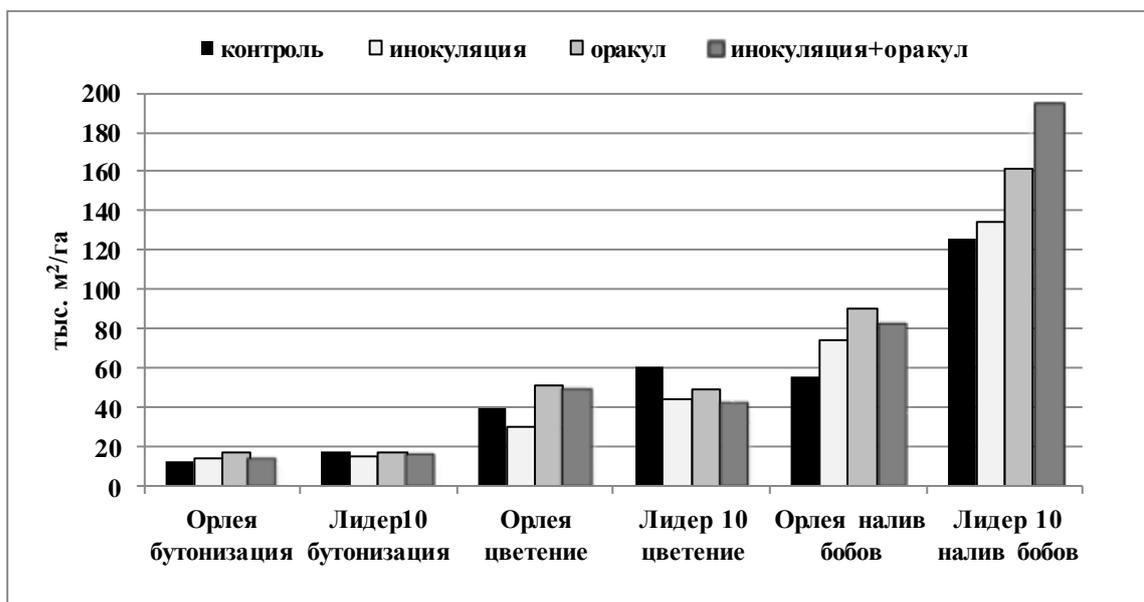


Рис. 3. Площадь листьев сортов сои, тыс. м²/га. 2022 год

Фотосинтетический потенциал у Орлеи колебался от 1,4 м² х сут. /га в контроле до 2,0 м² х сут. /га в варианте с оракулом мультикомплекс (рис. 4). При совместном применении инокуляции и микроудобрения фотосинтетический потенциал составил 1,9 м² х сут. /га. У Лидера 10 максимальный фотосинтетический потенциал наблюдался в варианте с инокуляцией и листовыми подкормками 3,1 м² х сут. /га, что выше контроля на 18,0%.

Чистая продуктивность фотосинтеза у Орлеи изменялась от 5,5 г/м² х сут. в контроле до 7,7 г/м² х сут. в варианте с инокуляцией, у Лидера 10 – от 4,1 г/м² х сут. в контроле до 5,3 г/м² х сут. в варианте с инокуляцией (рис. 5). Технологические приемы повышали чистую продуктивность фотосинтеза на 11,0-25,0%.

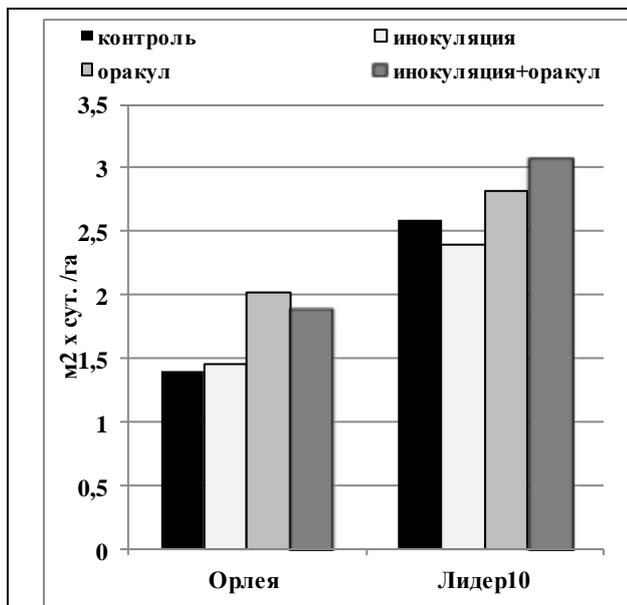


Рис. 4. Фотосинтетический потенциал сортов сои, м² х сут. /га. 2022 год

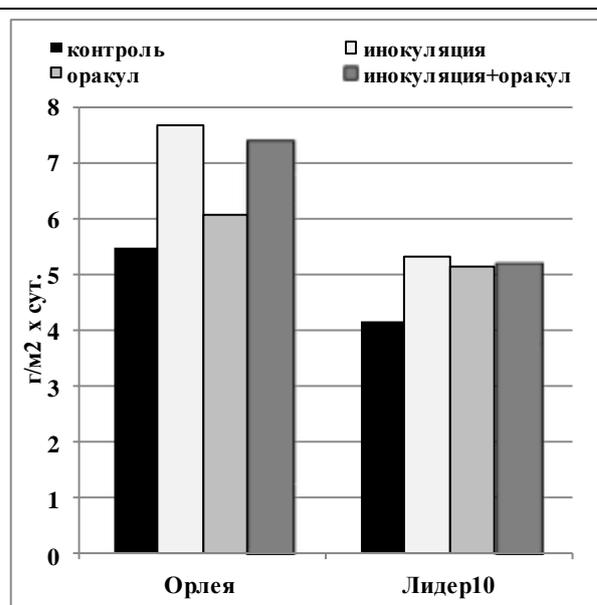


Рис. 5. Чистая продуктивность фотосинтеза сортов сои за период цветения – наливу бобов, г/м² х сут. 2022 год

У Орлеи сухая надземная масса в среднем составила 20,42 г/растение, у Лидера 10 – 25,67 г/растение, что на 5,25 г/растение больше (рис. 6). Максимальная надземная масса у обоих сортов отмечена в варианте с совместным применением инокуляции и микроудобрения оракул мультикомплекс 24,29 г/растение у Орлеи и 29,22 г/растение у Лидера 10. Прибавка в результате применения технологических приемов составила у Орлеи 24,6-56,0%, у Лидера 10 – 9,9-33,9%.

Инокуляция и некорневые подкормки микроудобрением оракул мультикомплекс оказывали положительное влияние на урожай зерна (рис. 7). У Орлеи зерновая продуктивность в вариантах с технологическими приемами возрастала на 35,0-119,4%, достигая 9,44-15,36 г/растение; у Лидера 10 – на 39,2-61,6% и составила 14,62-16,97 г/растение.

У Лидера 10 в 3 и 4 вариантах (с гумифулином и оракулом мультикомплекс) урожайность ниже на 13,0-14,0% по сравнению с 2-м вариантом (с инокуляцией). Это происходит вследствие оттока питательных веществ на развитие мощного ассимиляционного аппарата и формирование высокой массы вегетативных органов. Площадь листьев у Лидера 10 в вариантах с гумифулином и оракулом мультикомплекс достигала 162-194 тыс. м²/га, а сухая надземная масса – 27,7-30,3 г/растение (табл. 3, 4; рис. 3, 6). Ранее нами установлено в избыточно влажные, холодные годы развитие площади листьев выше 120-140 тыс. м²/га приводит к снижению урожая зерна [7, 8].

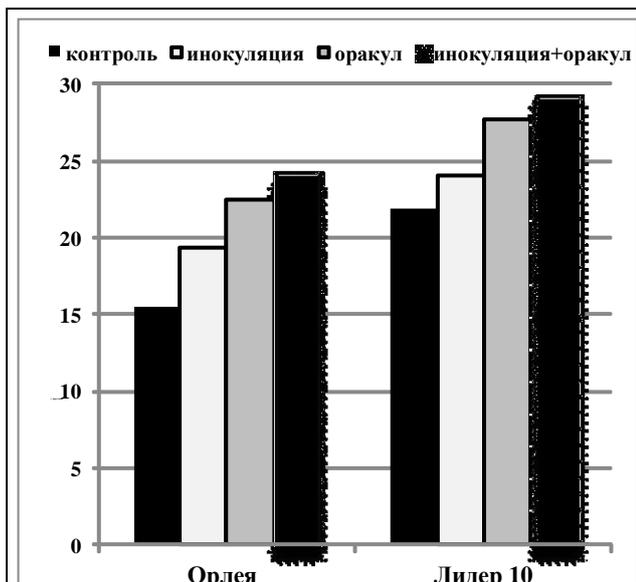


Рис. 6. Сухая надземная масса сортов сои, г/растение. Налив бобов, 2022 год

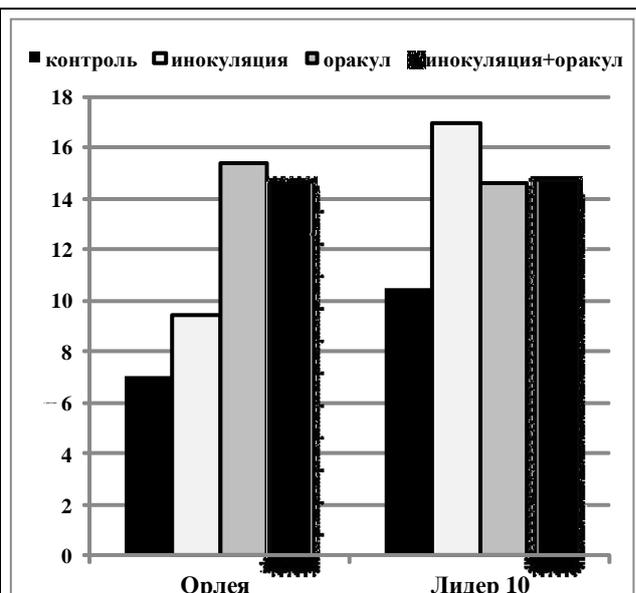


Рис. 7. Урожай зерна сортов сои, г/растение. 2022 год

Заключение

Симбиотическая система сои активно функционирует в течение вегетации, начиная с фазы ветвления, и достигает максимального развития к наливу бобов.

Развитие ассимиляционной поверхности в условиях высокой влагообеспеченности до 160-190 тыс. м²/га является избыточным и приводит к снижению урожая зерна на 13,0-14,0%.

У сортов Орлея, Лидер 10 выявлена наиболее сильная положительная реакция на инокуляцию, гумифулин и их совместное применение во влажных условиях 2022 года.

Обработка семян ризобиями и листовые подкормки активизируют физиологические процессы, способствуя росту количества и массы клубеньков, площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза, что в свою очередь при использовании гумифулина приводит к увеличению урожая сухой надземной массы на 17,0-50,0 % и урожая зерна на 15,0-53,0%, в случае применения оракула мультикомплекс – на 10,0-56,0% и на 15,0-119,0% соответственно.

В среднем за 2 года наибольшая урожайность сухой надземной массы наблюдалась в варианте инокуляция + гумифулин у Орлея – 20,6 г/растение, у Лидера 10 – 28,7 г/растение. Максимальная зерновая продуктивность в среднем за 2 года у Лидера 10 при совместном применении инокуляции и гумифулина – 15,1 г/растение, у Орлея в варианте с гумифулином – 12,6 г/растение.

Литература

1. Kinkema M., Scott P.T., Gresshoff P.M. Legume nodulation: successful symbiosis though short- and long-distance signaling // *Funct. Plant Biol.*, 2006. – N 33. – P. 707-721.
2. Поддубный В.Л. Гуматы – средство решения проблем в летний период // *Зерно*, 2015. - № 01(106). – С. 34-36.
3. Müller-Wegener U. Interaction of humic substances with biota // In: *Humic substances and their role in the environment*, edited by Frimmel, F.H. and Christman, R.F. John Wiley & Sons Limited, 1988. - P. 179-192.
4. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // *Известия СПбГАУ*. – 2019. – № 1 (54). – С. 44-52.
5. Маржохова М.Х., Кашукоев М.В. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями (обзор) // *Масличные культуры*. – 2022. – Вып. 2 (190). – С. 77-88.
6. Леухина О.В., Головина Е.В. Отзывчивость новых сортов сои на применение некорневой подкормки // *Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных*

- культур в условиях импортозамещения». Орел, 2022. С. 61-69. (Электронный ресурс: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49956479>).
7. Головина Е.В., Зеленев А.А. Физиологические особенности сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях ЦЧР // *Аграрная наука*. – 2020. – № 11-12. – С. 89-96. DOI. org/ 10.32634/0869-8155-2020-343-11-89-96.
8. Головина Е.В. Фотосинтетическая деятельность сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях ЦЧР//*Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2021. – № 3 (39). – С. 41-49. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-41-49.

References

1. Kinkema M., Scott P.T., Gresshoff P.M. Legume nodulation: successful symbiosis though short- and long-distance signaling/ *Funct. Plant Biol.*, 2006, no. 33, pp. 707-721.
2. Poddubnyi V.L. Gumaty - sredstvo resheniya problem v letnii period [Humates - a means of solving problems in summer]. *Zerno*, 2015, no. 01(106), pp. 34-36. (In Russian)
3. Müller-Wegener U. Interaction of humic substances with biota // U. Müller-Wegener/ In: *Humic substances and their role in the environment*, edited by Frimmel, F.H. and Christman, R.F. John Wiley & Sons Limited, 1988, pp. 179-192.
4. Osipov A.I., Shkrabak E.S. Rol' nekorneвого pitaniya v povyshenii produktivnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [The role of foliar nutrition in improving crop productivity]. *Izvestiya SPbGAU*, 2019, no. 1 (54), pp. 44-52. (In Russian)
5. Marzhokhova M.Kh., Kashukoev M.V. Effektivnost' nekornevoi podkormki soi mikroudobreniyami (obzor) [Efficiency of foliar feeding of soybeans with microfertilizers (review)]. *Maslichnye kul'tury*, 2022, 2 (190), pp. 77-88. (In Russian)
6. Leukhina O.V., Golovina E.V. Otyzvchivost' novykh sortov soi na primenenie nekornevoi podkormki [Responsiveness of new soybean varieties to foliar application]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Osobennosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh importozameshcheniya»* [Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists "Peculiarities of breeding and seed production of agricultural crops in the context of import substitution"]. Орел, 2022. pp. 61-69. (In Russian) (Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49956479>).
7. Golovina E.V., Zelenov A.A. Fiziologicheskie osobennosti sortov soi severnogo ekotipa, vzdelyvaemykh v usloviyakh TsChR [Physiological characteristics of soybean varieties of the northern ecotype cultivated in the conditions of the Central Chernozem Region]. *Agrarnaya nauka*. 2020, no. 11-12, pp. 89-96. (In Russian). DOI. org/ 10.32634/0869-8155-2020-343-11-89-96.
8. Golovina E.V. Fotosinteticheskaya deyatelnost' sortov soi severnogo ekotipa, vzdelyvaemykh v usloviyakh TsChR [Photosynthetic activity of soybean varieties of the northern ecotype cultivated in the conditions of the Central Chernozem Region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2021, no. 3 (39), pp. 41-49. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-41-49.