

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА РЕГЛАЛГ В СОЧЕТАНИИ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ СЛИВЫ

Титова Нина, *доктор биол. наук*, Бужоряну Николай, *доктор хабилитат с.-х. наук*, Шишкану Георгий, *академик АНМ*, Попович Анна, *научный сотрудник*, Гыскэ Алина, *научный сотрудник стажер*, *Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений, ГУМ*.

The influence of the bioregulator Reglalg with microelements B, Zn, Mn, Mo on growth peculiarities and photosynthesis rate of the plum trees of local varieties Udlinennaia and Superprezident and varieties of foreign selection Stanley and Prezident, introduced in Moldova, was studied. Investigations have shown drought protection and high the stimulatory effect of such treatment on the leaves mass and area, pigment fund, activity of catalase and peroxidase enzymes, photosynthesis rate, net photosynthesis productivity of plum trees studied.

Key words: plum trees, bioregulator Reglalg, microelements B, Zn, Mn, Mo; leaves growth, pigment fund, photosynthesis rate.

ВВЕДЕНИЕ

Важной задачей плодоводства является подборка местных и внедрение интродуцированных сортов, применение агротехнических приемов, направленных на поддержание насаждений в активном физиологическом состоянии на протяжении всего периода эксплуатации.

Одним из приоритетных направлений исследований в этом плане является оптимизация продуктивности растений с помощью использования регуляторов роста, которые обеспечивают метаболизм растений на стабильном уровне вне зависимости от действия неблагоприятных факторов окружающей среды. В этой связи особый интерес представляет изучение действия натуральных биорегуляторов, проявляющих широкий спектр физиологической активности.

Исследование влияния препарата Реглалг, выделенного из биомассы водоросли *Spirogyra sp.*, совместно с микроэлементами B, Zn, Mn и Mo, проведенное нами в плодоносящем саду с поздними сортами сливы местной и зарубежной селекции в 2020 – 2021 г.г., выявило стимулирующее действие такой обработки на формирование и функционирование фотосинтетического аппарата. Это способствовало более полной реализации потенциала растений и активного биосинтеза запасных веществ в плодах сливы [1, 2].

В 2022 году продолжено исследование в этом плане с растениями сливы 4-летнего возраста в контролируемых условиях лизиметров ИГФЗ растений. Вегетационный период 2022 года был жарким. Повышенный термический режим и значительный дефицит осадков способствовали появлению атмосферной и почвенной засух, особенно в период активного роста растений в мае – июне.

Цель работы – комплексное исследование функциональной активности фотосинтетического аппарата молодых растений сливы в засушливых условиях этого года при обработке препаратом Реглалг с микроэлементами.

В задачу исследования входило: определение формирования и функционирования фотосинтетического аппарата поздних сортов; растений сливы в течение вегетационного периода в контролируемых условиях лизиметров; характеристика фонда фотосинтетических пигментов в листьях; изучение активности ключевых ферментов метаболизма пероксидазы и каталазы в листьях; определение чистой фотосинтетической продуктивности листьев сливы в течение вегетации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучали 4 сорта сливы позднего срока созревания: местные сорта Удлиненная и Суперпрезидент и сорта Стенлей и Президент зарубежной селекции, интродуцированные в Молдове. После цветения и далее в период интенсивного роста 11 и 24 мая растения сливы были опрысканы по схеме: контроль – водой, эксперимент – смесью водных 0,05% растворов биологически активного препарата Реглалг и солей микроэлементов B, Zn, Mn и Mo.

В работе использованы методы определения массы и площади листьев и расчеты на их основании чистой продуктивности листьев сливы в течение вегетационного сезона [3]; определение

интенсивности фотосинтеза и дыхания [4]; накопление фотосинтетических пигментов (хлорофиллы *a* и *b*, сумма каротиноидов) в листьях спектрофотометрическим методом в ацетоне [5]; активность оксидоредуктаз пероксидазы и каталазы в листьях [6, 7].

Статистическую обработку полученных данных проводили в Программе EXEL.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфометрические замеры и расчеты площади листа в средней части однолетнего побега у всех сортов проводили через две недели после опрыскивания растений сливы в течение июня-июля. По ширине листа нет существенных отличий между вариантами, но местные сорта несколько превосходят импортные. Длина и площадь листа у сортов местной селекции выше, чем у зарубежных, на 10–11%. Динамика нарастания листовой поверхности у исследуемых растений идентична. У всех сортов обнаружено стимулирующее влияние обработки Реглалгом с микроэлементами. Это показано на примере сорта местной селекции Суперпрезидент и зарубежной Президент (рис. 1).

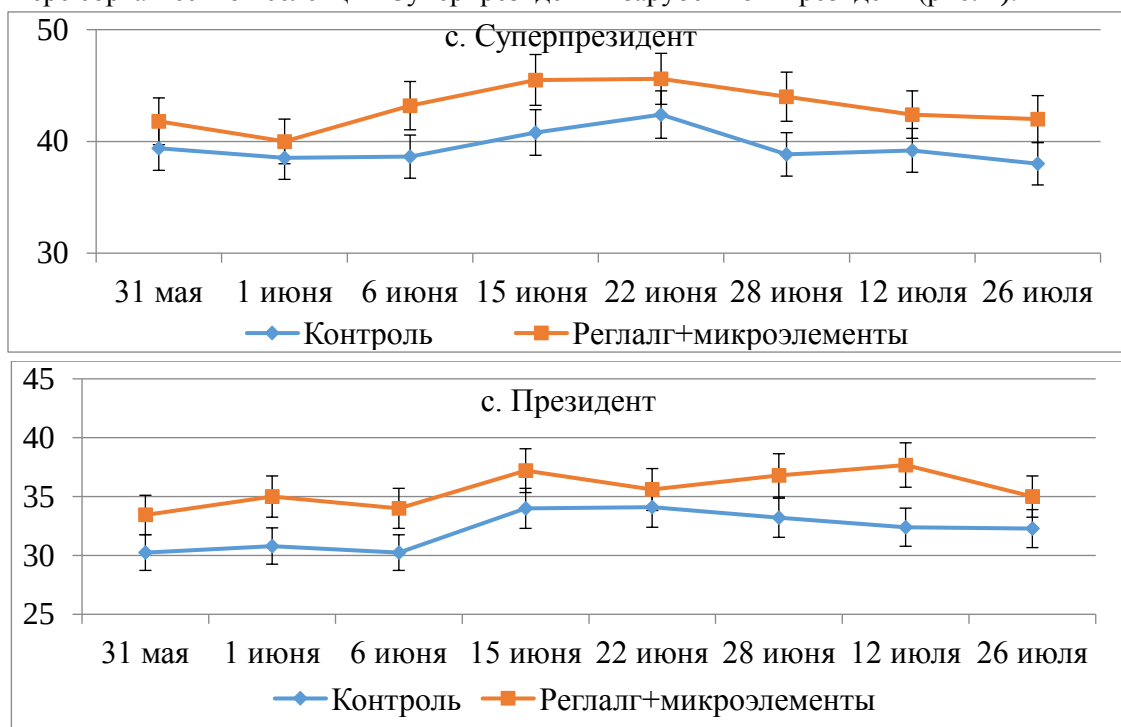


Рис.1. Динамика нарастания площади листа у молодых растений сливы сортов Суперпрезидент (местной селекции) и Президент (зарубежной селекции, индуцированного в Молдове), см².

Сравнение действия внекорневой обработки Реглалгом с микроэлементами на листовую поверхность в разные по климатическим условиям годы и у разных по возрасту растений сливы наглядно демонстрирует таблица 1. В засушливые годы (2020 и 2022) нарастание листовой поверхности у плодоносящих и молодых растений сливы стимулируется такой обработкой и проявляется её протекторное действие.

Таблица 1. Сравнение влияния Реглалга в комбинации с микроэлементами В, Zn, Mn и Mo на площадь листа растений сливы в разные годы (средние значения в см²)

Год	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
Вариант/Сорт	Контроль	Реглалг+микроэлементы	Контроль	Реглалг+микроэлементы	Контроль	Реглалг+микроэлементы
С.Удлиненная	35,85	37,17	42,32	43,96	39,59	43,97
С.Суперпрезидент	31,10	33,50	38,84	39,40	39,68	43,06
С.Президент	30,28	31,60	35,45	35,86	32,16	36,02
С.Стенлей	31,80	32,03	36,40	37,96	34,23	36,13

У молодых растений сортов Удлиненная, Суперпрезидент и Президент это влияние более

значительное (110–113% к контролю).

Динамика нарастания массы и площади листа растений сливы в контроле и опыте идентичны: идет рост значений массы в течение июня и июля со значительным преимуществом местных сортов Удлиненная и Суперпрезидент над интродуцированными сортами Стенлей и Президент (рис. 2).

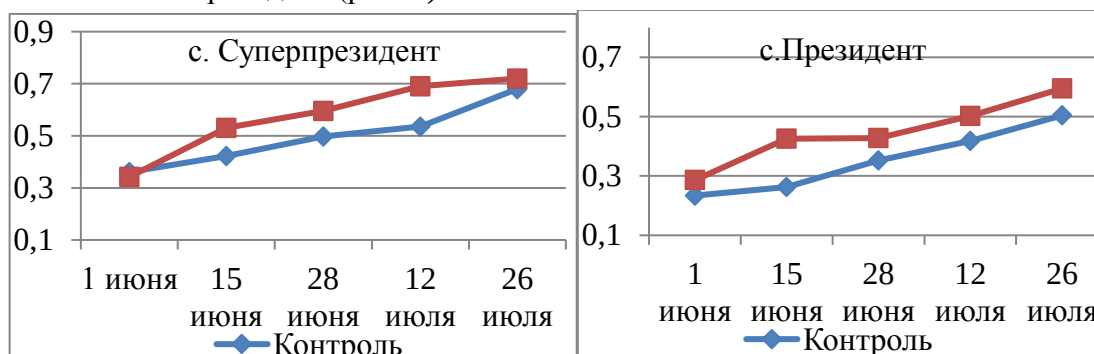


Рис. 2. Действие Реглалга с микроэлементами на сухую массу (г) листа разных сортов сливы.

У всех сортов обнаружено стимулирующее влияние внекорневой обработки растений Реглалгом с микроэлементами. По средним значениям массы листа это наиболее выражено у сортов Президент (в опыте превышение над контролем более 21%) и Суперпрезидент (20%). У сортов Удлиненная и Стенлей эти величины составили 4- 5%.

Сравнение средних значений сухой массы листа (г) сортов сливы по годам показало увеличение этой массы у плодоносящих растений в 2021 году в сравнении с засушливым 2020 годом и значительно более высокие значения массы листьев молодых растений сливы (таб. 2).

Таблица 2. Сравнение влияния Реглалга в комбинации с микроэлементами В, Zn, Mn и Mo на сухую массу листа растений сливы в разные годы (средние значения в г)

Год	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
Вариант/Сорт	Контроль	Реглалг+микроэлементы	Контроль	Реглалг+микроэлементы	Контроль	Реглалг+микроэлементы
С.Удлиненная	0,320	0,340	0,437	0,478	0,585	0,611
С.Суперпрезидент	0,310	0,356	0,384	0,435	0,499	0,576
С.Президент	0,228	0,243	0,414	0,434	0,342	0,447
С.Стенлей	0,278	0,276	0,412	0,435	0,488	0,510

Влияние Реглалга с микроэлементами у молодых растений составило в среднем 112% от контроля, у плодоносящих растений в разные годы эта величина равнялась 106% и 108%.

Обнаружено стимулирующее влияние Реглалга в комбинации с микроэлементами на фотосинтез и дыхание листьев сливы, более выраженное у сортов местной селекции. Так, интенсивность фотосинтеза листьев у сорта Удлиненная в среднем в течение дня 25 июня 2022 года составляла в контроле и опыте 6,53 и 19,73 и у сорта Президент соответственно 21,06 и 24,13 мкмоль $\text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$. Интенсивность дыхания равнялась у разных вариантов сортов Удлиненная и Президент соответственно 5,57 и 9,70; и 13,23 и 24,46 мкмоль $\text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$.

Изучение ферментативной активности листьев, отражающей направленность метаболических процессов и вносящую значительную долю в фотосинтетическую продуктивность листа и растения, также показало стимулирующее влияние Реглалга с микроэлементами. Данные наглядно подтверждает известную в метаболизме взаимозаменяемость [8] активности важнейших оксидоредуктаз пероксидазы и каталазы в листьях разных сортов сливы (рис. 3).

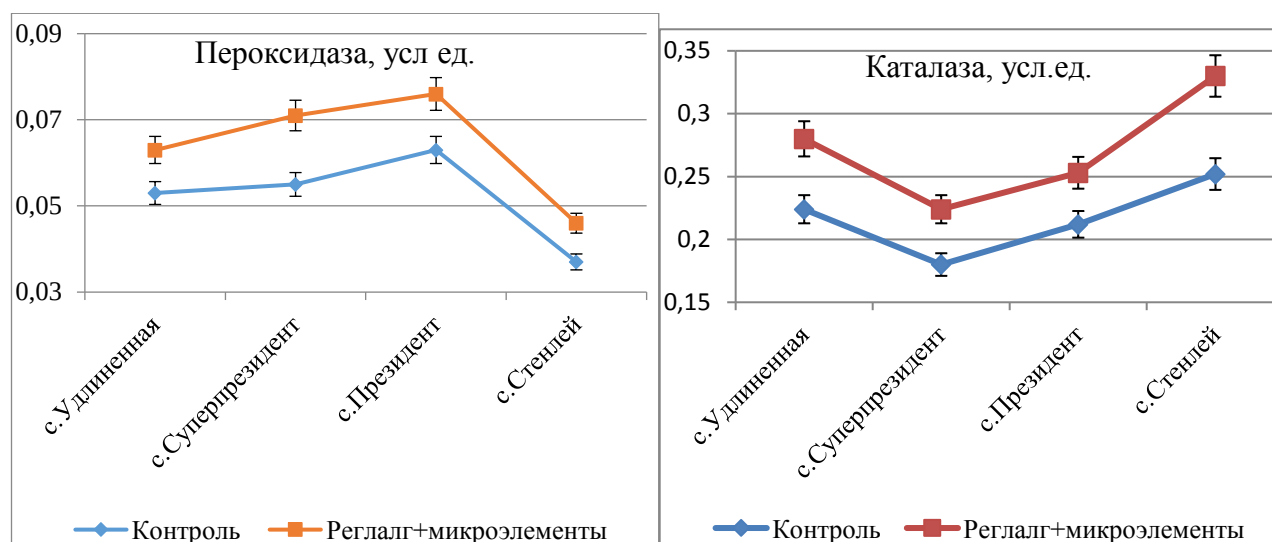


Рис.3. Активность пероксидазы и каталазы в листьях разных сортов сливы, обработанных Реглалгом с микроэлементами (средние значения за период вегетации 2022 года).

В процентном отношении по пероксидазе, каталазе и их сумме влияние обработки было высоким у всех сортов (в пределах 119-123% к контролю).

В исследовании фотосинтетической деятельности растений является необходимым изучение ассимиляционного аппарата и прежде всего пигментов – хлорофилла и каротиноидов, как основных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки. Динамика накопления зеленых пигментов у всех сортов и вариантов идентична. Средние значения суммы хлорофиллов *a* и *b* у сортов Удлиненная и Суперпрезидент при обработке Реглалгом совместно с микроэлементами превышали контроль на 7-8% (таб. 3).

Таблица 3. Влияния Реглалга в комбинации с микроэлементами B, Zn, Mn и Mo на содержание фотосинтетических пигментов в листьях молодых растений сливы (средние значения в мг·дм⁻²)

Пигменты Вариант/Сорт	Сумма хлорофиллов		Сумма каротиноидов	
	Контроль	Реглалг+микроэлементы	Контроль	Реглалг+микроэлементы
С.Удлиненная	4,68 ± 0,23	5,02 ± 0,25	1,57 ± 0,07	1,59 ± 0,09
С.Суперпрезидент	5,00 ± 0,25	5,42 ± 0,27	1,67 ± 0,08	1,72 ± 0,08
С.Президент	4,09 ± 0,20	4,75 ± 0,24	1,47 ± 0,07	1,57 ± 0,09
С.Стенлей	5,19 ± 0,26	5,50 ± 0,27	1,78 ± 0,09	1,73 ± 0,08

Самой эффективной обработка была у сорта Президент (116% от контроля и самой низкой у сорта Стенлей (94% к контролю). У молодых растений сливы содержание хлорофиллов в листьях в контроле в среднем ниже опыта на 6%. Сумма хлорофиллов в листьях молодых растений выше в 1,25 раз, чем у плодоносящих.

Обработка растений Реглалгом с микроэлементами оптимизирует формирование, нарастание и функционирование листовой поверхности, что позволяет дать характеристику фотосинтетической продуктивности единицы площади листа за определенный период вегетации. Влияние внекорневой обработки у молодых и плодоносящих растений проявилось в большей степени у сорта Суперпрезидент (соответственно 139 и 150% по отношению к контролю). Рис.4 показывает, что средние значения чистой продуктивности за вегетационный сезон у интенсивно растущих неплодоносящих растений (2022г.) всех сортов значительно превышали такие величины у плодоносящих деревьев.

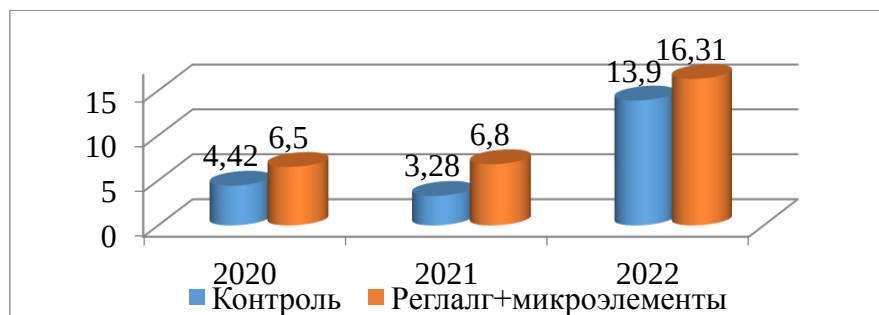


Рис.4. Сравнение средних значений чистой продуктивности фотосинтеза листьев молодых растений сливы с плодоносящими в разные годы ($\text{мг} \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что обработка молодых растений сливы препаратом растительного происхождения Реглалг в комплексе с микроэлементами В, Zn, Mn и Mo является эффективным способом стимулирования роста и фотосинтеза, что способствует более полной реализации их потенциальной продуктивности. Такая обработка является защитным средством в засушливый период вегетации. Выявлены особенности нарастания массы и площади листьев, активности ключевых ферментов метаболизма пероксидазы и каталазы, накопления фотосинтетических пигментов, интенсивности фотосинтеза и дыхания, а также чистой продуктивности фотосинтеза листьев поздних местных сортов сливы Удлиненная и Суперпрезидент и сортов зарубежной селекции Стенлей и Президент, интродуцированных в Молдове.

Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы 20.80009. 5107.18 «Целенаправленное формирование иммунной системы и качества плодов поздних сортов сливы, предназначенных для длительного хранения», финансируемой Национальным Агентством по Исследованиям и Развитию.

Библиография:

1. Титова, Н.; Попович, А. Оценка стимулирующего действия Реглалга в сочетании с микроэлементами у разных сортов сливы. În: Mater. confer. şt. intern. „Genetica, fiziologia şi ameliorarea plantelor”, (Ediția a VII) ,Chişinău, 4-5 oct.2021, p. 108-111.
2. Титова, Н.В.; Гавюк, Л.; Бежан, Н.; Гыскэ, А. Фотосинтетическая продуктивность растений сливы. În: Confer. şt. naţ. cu part. Intern. „Ştiinţa în nordul Republicii Moldova: probleme realizări, perspective”, Bălţi, 2022, c. 138-142.
3. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. В: Физиология фотосинтеза. – Москва: Наука, 1982. – С. 7-33.
4. Балаур, Н.С.; Воронцов, В.А.; Клейман, Э.И.; Тон, Ю.Д. Новая технология покомпонентного мониторинга CO_2 -газообмена у растений. В: Физиология растений, 2009, т. 56, №3. – С 486 – 470.
5. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. // Биохимические методы в физиологии растений. Москва: Колос, 1971, - С. 154-170.
6. Ермаков, А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. Москва: Агропромиздат, 1987, 430 с.
7. Chance, B.; Machely, A. Assay of catalase and peroxidase. In: Methods Enzymol., 1995, 2, p. 764-775.
8. Семихатова, О.А. Энергетика дыхания у растений в норме и при экологическом стрессе. XLIII Тимирязевское чтение. - Ленинград: Наука, 1990. - 73 с .