

CZU: 581.132:634.13: 634.22

[http://doi.org/10.59295/sum6\(166\)2023_12](http://doi.org/10.59295/sum6(166)2023_12)

ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА РЕГЛАЛГ В СОЧЕТАНИИ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА ПИГМЕНТНЫЙ ФОНД РАСТЕНИЙ ГРУШИ И СЛИВЫ

Нина ТИТОВА, Алина ГЫСКЭ, Николай БУЖОРЯНУ,

Молдавский Государственный Университет

Было изучено влияние биорегулятора Реглалг с микроэлементами В, Zn, Mn, Mo на пигментную систему листьев различных местных сортов и сортов зарубежной селекции груши и сливы, интродуцированных в Молдове. Выявлена защита против засухи и значительное стимулирующее влияние такой обработки на содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях исследуемых плодовых растений.

Ключевые слова: растения груши и сливы, биорегулятор Реглалг, микроэлементы В, Zn, Mn, Mo, листья, пигментный фонд.

THE EFFECT OF REGLALG IN COMBINATION WITH MICROELEMENTS ON THE PIGMENT FUND OF PEAR AND PLUM PLANTS

The influence of the bioregulator Reglalg with microelements B, Zn, Mn, Mo on the leaf pigment system of local species and species of foreign selection of pear and plum trees, introduced in Moldova, was studied. Investigations have shown drought protection and a high stimulatory effect of such treatment on the content of chlorophylls and carotenoids in the leaves of the studied fruit plants.

Keywords: pear and plum trees, bioregulator Reglalg, microelements B, Zn, Mn, Mo; leaves, pigment fund.

Введение

Исследования фотосинтетической деятельности растений в агроценозе должны включать изучение ассимиляционного аппарата и прежде всего пигментов — хлорофилла и каротиноидов, как основных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки. Количественное их содержание в листьях зависит от жизнедеятельности организма, его генетической природы. Поэтому при физиологических исследованиях оно может быть использовано как физиологический показатель, характеризующий онтогенетические, возрастные и генетические особенности растений. Количество пигментов отражает реакцию растительного организма на условия произрастания и адаптивные приспособления к действию различных факторов среды — освещенности, температуры и влажности [1].

В литературе накоплено значительное количество данных о существенной роли фитогормонов в ответе растений на стрессовые воздействия и в процессе их адаптации как регуляторов метаболизма [2]. Это послужило значительным стимулом для поиска синтетических и природных соединений, проявляющих такое же регуляторное действие и обеспечивающих оптимальную реализацию генетического потенциала растений.

Наши исследования предыдущих лет [3] показали стимулирующее действие микроэлементов цинк и марганец на фотосинтез, продуктивность, а также на устойчивость к засухе плодовых растений. Представлял интерес изучения особенностей физиологических процессов, определяющих фотосинтетическую продуктивность и урожайность плодовых растений, обработанных натуральными биологически активными соединениями в смеси с различными микроэлементами.

В задачу работы входило комплексное исследование количественных и качественных характеристик пигментного комплекса растений, особенностей формирования пигментного фонда листьев у разных генотипов плодовых культур (груша и слива) в зависимости от действия натурального препарата Реглалг, выделенного из биомассы водоросли рода *Spirogyrasp* [4], в сочетании с микроэлементами бор, цинк, марганец и молибден.

Материал и методы

Исследования проводили в 2016 – 2017 г.г. с растениями груши сортов Выставочная осеннего срока созревания плодов и поздним сортом Ноябрьская 5- и 6-летнего возраста в плодоносящем саду Научно практического Института Плодоводства и Пищевых технологий Молдовы, а также в 2018-2019 г. г. трех - четырехлетними растениями поздних сортов груши Ноябрьская и Сокровище в лизиметрах Института генетики, физиологии и защиты растений.

В 2020 - 2022 годах проводили исследования с деревьями поздних сортов сливы: сорта местной селекции Удлиненная и Суперпрезидент, выведенные в Молдавском НИИ Плодоводства [5,6], а также с двумя интродуцированными в Молдове сортами сливы: Стенлей американской и Президент английской селекции.

После цветения и далее в период интенсивного роста (май) опытные растения опрыскивали 0,05% водным раствором биопрепарата Реглалг, 0,05% раствором смеси солей микроэлементов (борная кислота, цинк сернокислый, марганец сернокислый, молибден сернокислый) и смесью Реглалга со смесью микроэлементов, контроль - растения, опрыснутые водой.

Через 2 недели после обработки и далее в течение вегетации в основные фенологические фазы роста и развития растений определяли морфологические и фотосинтетические параметры листьев [7]. Особое внимание было уделено определению содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллы а и б, сумма каротиноидов) в листьях спектрофотометрическим методом в ацетоне [8].

Статистическая обработка данных в программе, результаты достоверны при 0,05% уровне значимости.

Результаты

Динамика содержания хлорофиллов и каротиноидов у EXCEL исследуемых растений однотипна, что подтверждает наличие единого типа стратегии накопления пигментов в листьях груши. Некорневая обработка биопрепаратом Реглалг стимулирует синтез составляющих пигментного фонда листьев: хлорофилла а, хлорофилла б, соответственно суммы хлорофиллов и суммы каротиноидов. Уже через 2 недели проявилось влияние Реглалга на содержание фотосинтетических пигментов в листьях груши (рис. 1). У сорта Ноябрьская вариант с Реглалгом превышал контроль по сумме хлорофиллов более чем на 20%. Далее в течение вегетации различия между опытными вариантами и контролем изменяются, но средние значения по всем показателям за весь сезон, как видно из табл. 1, находятся в тех же пределах.

Рис. 1. Содержание пигментов в листьях груши сорта Ноябрьская через 2 недели после обработки Реглалгом(мг·дм⁻²). 2017 г.

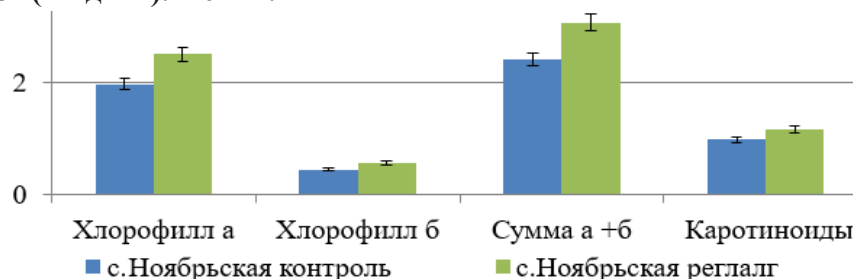


Таблица 1. Влияние БАВ на содержание составляющих пигментного фонда листьев груши, (мг·дм⁻²), в среднем за вегетационный период 2017 г.

| Сорт | Вариант | Хлорофилла | Хлорофилл б | Суммаа+б | Каротиноиды |
|----------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| С. Ноябрьская | Контроль | 3,23 ± 0,16 | 0,84 ± 0,04 | 4,06±0,20 | 1,30 ± 0,06 |
| | Реглалг | 3,45 ± 0,17 | 0,86 ± 0,05 | 4,33 ± 0,25 | 1,43± 0,08 |
| С. Выставочная | Контроль | 3,16 ± 0,16 | 0,82 ± 0,05 | 3,98 ± 0,19 | 1,35 ± 0,07 |
| | Реглалг | 3,22 ± 0,16 | 0,87 ± 0,05 | 4,09 ± 0,21 | 1,38 ± 0,08 |

Исследовали трехлетние растения поздних сортов груши Ноябрьская и Сокровище в лизиметрах Института генетики, физиологии и защиты растений. Сумма хлорофиллов а и б под влиянием Реглалга у сорта Ноябрьская превышает контроль на 22%, в вариантах Реглалг+микроэлементы и сумма микроэлементов соответственно на 15% и 6%. У сорта Сокровище опытные варианты превышали контроль соответственно на 8%, 26% и 3%. Самыми эффективными вариантами были у с. Ноябрьская Реглалг и у с. Сокровище Реглалг+микроэлементы. В течение вегетации эти значения изменяются, но влияние опрыскивания сохраняется. Исследование выявило высокую корреляцию массы листьев и содержания в них хлорофилла, в особенности у опытных вариантов: у с. Ноябрьская $r = 0,55 - 0,68$, у с. Сокровище $r = 0,57 - 0,79$.

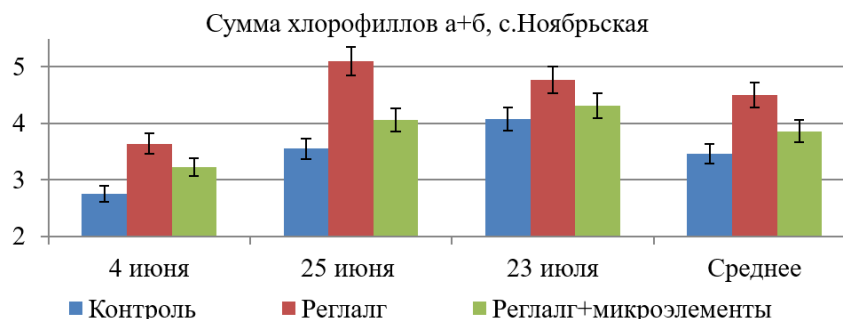
Таблица 2. Влияние Реглалга и микроэлементов на сумму хлорофиллов а+б (мг·дм⁻²) у растений груши. 2018 год.

| Variant/ Data | 13 июня | 26 июня | 12 июля | 16 августа |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| с. Ноябрьская | | | | |
| Контроль | 3,92±0,19 | 4,27±0,21 | 4,49±0,22 | 4,45±0,23 |
| Реглалг | 4,79±0,24 | 4,84±0,25 | 4,60±0,23 | 4,52±0,24 |
| Реглалг + микроэлементы | 4,50±0,22 | 4,67±0,23 | 4,96±0,24 | 4,43±0,21 |
| Микроэлементы | 4,15±0,24 | 4,41±0,22 | 4,76±0,23 | 4,75±0,22 |
| с. Сокровище | | | | |
| Контроль | 4,20±0,21 | | 4,49±0,22 | 4,65±0,23 |
| Реглалг | 4,53±0,24 | | 4,78±0,22 | 5,04±0,25 |
| Реглалг+микроэлементы | 5,28±0,26 | | 4,96±0,24 | 5,16±0,26 |
| Микроэлементы | 4,32±0,21 | | 4,76±0,23 | 4,52±0,22 |

У обоих исследуемых сортов сумма каротиноидов в контроле ниже, чем в опыте в среднем на 5-7%, за исключением варианта Реглалг+микроэлементы у с. Сокровище, превышающего контроль на 16% как и по содержанию хлорофилла.

Дальнейшее изучение влияния Реглалга и микроэлементов в следующем году на содержание составляющих пигментного фонда проявилось также через две недели (4 июня) после опрыскивания (рис. 2).

Рис. 2. Влияние Реглалга и микроэлементов на сумму хлорофиллов а+б (мг·дм⁻²) у груши, 2019 г.



Сумма хлорофиллов а и б под влиянием двух обработок Реглалгом превышала контроль на 22% и в варианте Реглалг+микроэлементы на 17%. Исследование выявило высокую корреляцию массы листьев и содержания в них хлорофилла, в особенности у опытных вариантов: $r = 0,55 - 0,80$. Сумма каротиноидов в контроле ниже, чем в опыте с Реглалгом в среднем на 12%. Использование Реглалга с микроэлементами стимулировало накопление каротиноидов в листьях груши в среднем более чем на 20%. Это может способствовать дополнительному поглощению света и защите молекул хлорофилла от необратимого окисления [9].

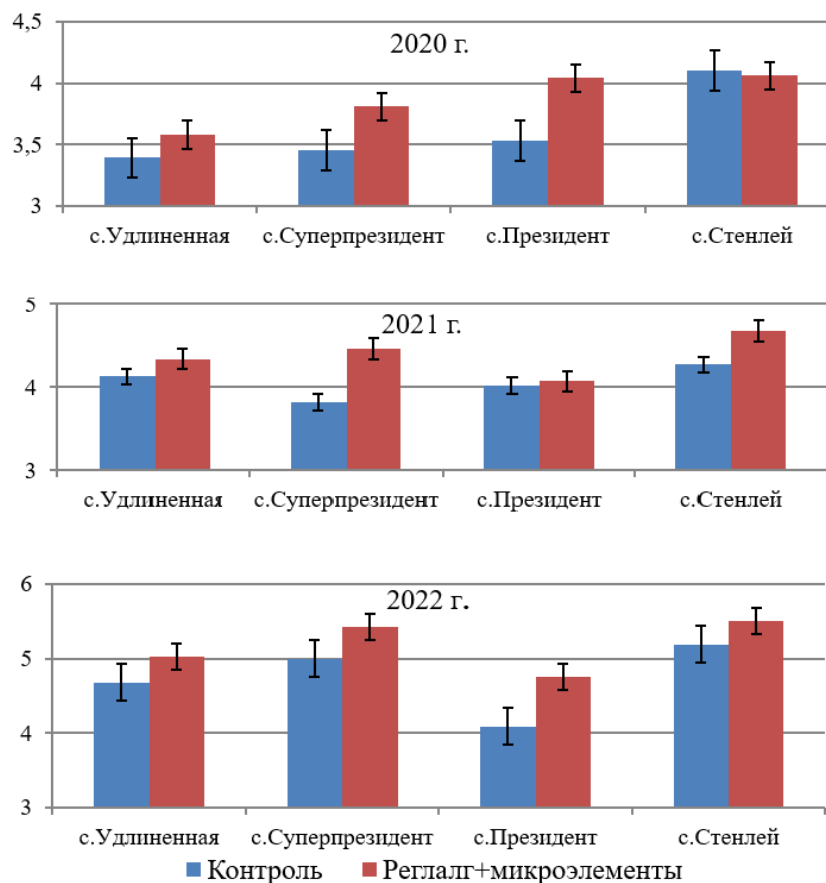
Исследование влияния препарата Реглалг совместно с микроэлементами В, Zn, Mn и Mo, проведенное нами в плодоносящем саду с поздними сортами сливы в 2020 – 2021 гг., и в 2022 году с растениями сливы 4-летнего возраста в контролируемых условиях лизиметров, выявило стимулирующее действие такой обработки на формирование и функционирование фотосинтетического аппарата. Это способствовало более полной реализации потенциала растений и активного биосинтеза запасных веществ в плодах сливы [10].

Сезонная динамика хлорофиллов и каротиноидов у исследуемых растений практически не отличалась. Содержание ассимиляционных пигментов в листьях сливы в засушливых условиях 2020 года было на 15-20% ниже, чем в более благоприятном 2021 году (рис.3). В наиболее засушливый период вегетации в июне 2020 года различия между вариантами были также существенны. Этому способствовала более высокая влажность листьев у растений сливы, обработанных Реглалгом с микроэлементами. Эти отличия от контроля составляли 2-3 %, что являлось особенно важным при засухе, так как по данным П. А Генкель [11] снижение содержания воды в листьях даже на 0,9 % могло изменять баланс ауксинов и ингибиторов в сторону ингибиторов.

В 2021 году было установлено значительное преимущество варианта Реглалг+микроэлементы над контролем у всех сортов сливы, но наиболее выражено у местного сорта Суперпрезидент. Содержание хлорофилла в среднем за весь период вегетации превышало контроль на 20%. Что касается каротиноидов различия между опытом и контролем составляла 18 %. У всех других сортов этот процент составил 3-4%.

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. Но стимулирующее влияние обработки растений Реглалгом с микроэлементами на пигментную систему молодых растений сливы в процентном отношении сохраняется. Сумма хлорофиллов в листьях молодых растений выше в 1,25 раз, чем у плодоносящих (рис. 3).

Рис. 3. Средние значения содержания хлорофиллов а+б за вегетацию 2020, 2021 и 2022 г.г.(мг·дм⁻²).



Содержание каротиноидов в листьях всех исследуемых сортов у контрольных (1,62) и опытных (1,65 мг·дм⁻²) растений в среднем близки. Сравнение результатов изменения фонда каротиноидов в листьях сливы под влиянием обработки растений препаратом Реглалг в комплексе с микроэлементами в годы исследований 2020, 2021 и 2022 показали близкую картину.

Заключение

В результате проведенных исследований выявлено, что растения груши и сливы характеризуются высокой отзывчивостью на действие биологически активного препарата Реглалг в сочетании с микроэлементами бор, цинк, марганец и молибден. Показаны особенности накопления хлорофиллов а и б, а также каротиноидов в листьях груши и сливы, характерные для разных видов, сортов, разного возраста растений в разных погодных условиях и стимулирующее влияние на них Реглалга с микроэлементами. Такая обработка способствует формированию защитных реакций в накоплении пигментов в листьях плодовых растений в ответ на стрессовые факторы окружающей среды.

Библиографические ссылки:

1. Горышина Т. К. *Об основных линиях адаптивных структурных изменений фотосинтетического аппарата листа у растений в природных местообитаниях.* В: *Экология*, 1988, №.6, с. 8-15.
2. Кулаева О. Н. *Фитогормоны как регуляторы активности генетического аппарата и синтеза белка у растений.* В: *Новые направления в физиологии растений.* М., 1988, с.62-84.
3. Titova N., Șișcanu Gh. *Microelements as photosynthesis regulators in peach trees.* В: *Proc. XIth Intern. Photosynthesis Congress.* Budapest, 1998, p. 3777-3780.
4. *The Certification AANo.0448 for utilization in the Republic of Moldova agriculture of the stimulator of growth Reglalg, The State Center for Certification of Chemical and Biological Means of Plant Protection and Growth Regulators,* 12 February 2003.
5. Журавель А., Рапча М., Короид А., Грацкан С., Магер М. *Слива.* Кишинев, 2007, 246 с.
6. Журавель А., Козмик Р. *Новые районированные в Республике Молдова сорта сливы местной селекции.* В: *Современное садоводство*, 2014, №1, с. 1-6.
7. Ничипорович А. А. *Физиология фотосинтеза и продуктивность растений.* В: *Физиология фотосинтеза.* М.: Наука, 1982, с. 7-33.
8. Шлык А. А. *Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев.* В: *Биохимические методы в физиологии растений.* М.: Наука, 1977, с. 154-163.
9. Полевой В. В. *Физиология растений.* М.: Высшая школа, 1989, с. 77-78.
10. Титова Н. В., Гавюк Л., Бежан Н., Гыскэ А. *Фотосинтетическая продуктивность растений сливы.* В: *Confer. șt. naț. cu part. Intern. Conferința „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective”* Bălți, Moldova, 20-21 mai 2022, p. 138-141.
11. Генкель П. А. и др. *Некоторые аспекты засухоустойчивости и регуляции роста растений абрикоса при действии засухи.* В: *VI между. симп. по абрикосу.* Ереван, 1978, с. 98-101.

Примечание: 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.

Данные об авторах:

Нина ТИТОВА, доктор биол. наук, ведущий сотрудник, Институт генетики, физиологии и защиты растений, Молдавский Государственный Университет.

E-mail: nvtmd@mail.ru

Тел.: 060737053

Алина ГЫСКЭ, научный сотрудник, стажер, Институт генетики, физиологии и защиты растений, Молдавский Государственный Университет.

Николай БУЖОРЯНУ, доктор хабилитат с-хоз. наук, директор проекта, Институт генетики, физиологии и защиты растений, Молдавский Государственный Университет.

Представлено 22.09.2023