

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ БАВ НА ФОТОСИНТЕЗ И ТРАНСПИРАЦИЮ РАСТЕНИЙ ГРУШИ

Н.В. Титова, Г.И. Скурту, Н.С. Бужоряну, Н.Е. Мащенко

Институт генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы, Кишинев,
Республика Молдова, nvtmd@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изменения интенсивности фотосинтеза и транспирации в листьях растений груши под влиянием биорегуляторов линарозид и вербаскозид, выделенных из *Linaria vulgaris* Mill. и *Verbascum densiflorum bertol.* Установлено более значительное действие вербаскозида в сравнении с линарозидом на интенсивность, а также на отношение фотосинтез/транспирация, тесно связанного с продуктивностью. Использование вербаскозида является одним из путей оптимизации жизнедеятельности растений груши.

Ключевые слова: фотосинтез, транспирация, растения груши, линарозид, вербаскозид

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-759-763

Введение. Одним из ведущих факторов продуктивности и формирования урожая растений является интенсивность процесса фотосинтеза как основного процесса питания растений, а также сложная система интеграции фотосинтеза со всеми другими функциями растительного организма [Ничипорович, 1982]. Среди них важное значение имеют данные о соотношении фотосинтеза и транспирации, как играющих индикаторную роль в реакциях растений на внешнее воздействие [Амелин, Заикин, 2015]. Общая задача работ в этом направлении заключается в том, чтобы, сочетая потенциальные возможности фотосинтеза и, согласуя их с другими важными функциями жизнедеятельности растений, создавать совершенные производительные системы, хорошо адаптированные к конкретным условиям, где фотосинтетическая функция и потенциальные возможности растения использовались бы наиболее полно и с минимально необходимыми затратами органических субстратов и энергии.

Известно, что применение природных и синтетических регуляторов роста в определенные периоды онтогенеза может обеспечить оптимальную реализацию взаимоотношений роста, фотосинтеза и получение максимальной продуктивности растений [Шевелуха, 1997]. Требования растениеводства связаны одновременно с вопросами защиты окружающей среды от токсического воздействия гербицидов и синтетических регуляторов роста. Поэтому поиску и использованию природных биологически активных веществ (БАВ) в последние годы уделяется особое внимание. Многочисленные исследования в этом плане проводились в основном на однолетних растениях. Что касается плодовых культур, имеется информация в отношении яблони, абрикоса и персика, отзывчивыми на экзогенное воздействие биологически активных соединений, проявивших себя как стимуляторы процессов фотосинтеза, метаболизма и урожайности [Babus, 2012; Титова, Шишкану, 2014]. Такие данные с растениями груши практически отсутствуют. Нами начаты такие исследования с растениями груши [Титова и др., 2016] с целью поиска возможности регуляции жизнеспособности и фотосинтетической деятельности как основы получения урожая высокого качества и повышения его количества, что представляет интерес в теоретическом и практическом плане.

Объект и методы. Исследования проводили в промышленном саду в 2015 – 2017 гг. с 4, 5 и 6- летними деревьями сортов груши Выставочная осеннего срока созревания плодов и поздним сортом Ноябрьская. В течение вегетации проводили измерения фотосинтеза и транспирации в теплые безоблачные дни в 8.00 – 9.30 утра в токе

атмосферного воздуха с помощью прибора LCI (1994, Англия). После цветения растения опрыскивали 0,01% водными растворами биорегуляторов растительного происхождения линарозид и вербаскозид, выделенных в нашем Институте из *Linaria vulgaris* Mill. и *Verbascum densiflorum bertol.*

Статистическая обработка данных, проведенная в программе Excel, показала их достоверность при 0,05% уровне значимости.

Результаты исследования. Изучение влияния новых биологически активных соединений стероидного типа линарозид и вербаскозид показало высокую отзывчивость фотосинтеза листьев исследуемых сортов груши. Работа была начата с установления оптимальной (по сравнению с концентрациями 0,001% и 0,025%) концентрации линарозида и вербаскозида - 0,01%, стимулирующей газообмен листьев груши [Титова и др., 2016]. Действие этих препаратов наиболее значительно проявляется в первые 1,5 месяца после опрыскивания, в период активного роста побегов и разветвления листовой поверхности в июне и начала закладки и роста плодов в июле.

В наших исследованиях выявлено, что динамика процессов фотосинтеза и транспирации листьев груши обоих сортов в течение вегетации у всех исследуемых вариантов однотипна (табл. 1). На фоне широкого диапазона вариабельности интенсивности фотосинтеза в самые ответственные периоды вегетации в зависимости от физиолого-морфологических особенностей генотипа, состояния фотосинтетических органов, донорно-акцепторных соотношений между тканями и органами обработка растений груши БАВ активизировала ассимиляцию углекислоты и снижала одновременно транспирацию листьев.

В таблице 1 показано влияние исследуемых БАВ на интенсивность ассимиляции CO_2 и транспирации листьями сорта Ноябрьская. Средние значения интенсивности фотосинтеза в утренние часы за всю вегетацию у растений груши, обработанных линарозидом, превышали контроль на 17% и в варианте с вербаскозидом - на 46%. Средние величины интенсивности транспирации у контрольных растений и при обработке линарозидом, несмотря на колебания в разные периоды определений, отличались незначительно. Транспирация листьев растений груши, обработанных вербаскозидом, практически во всех определениях и по среднему значению уступала другим вариантам более чем на 30%. Такое явление описано [Болондинский, Холопцева, 2013] у листьев карельской березы, уступающей по транспирации листьям березы повислой. Как считают авторы, более экономный расход почвенной влаги у карельской березы по сравнению с березой повислой может способствовать сохранению у нее высокого фотосинтеза на начальных этапах засухи.

Таблица 1.
Влияние БАВ на фотосинтез ($\text{мкмоль CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) и транспирацию ($\text{мкмоль H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) 4-летних растений груши сорта Ноябрьская. 2015 г.

Вариант/Дата	24 июня	9 июля	15 июля	29 июля	19 августа	2 сентября	Средние значения
	Фотосинтез						
Контроль	2,11	2,99	2,60	2,30	1,00	0,89	1,98
Линарозид	2,24	3,45	3,30	2,60	1,31	1,00	2,31
Вербаскозид	2,79	4,00	5,26	3,30	0,89	1,10	2,89
	Транспирация						
Контроль	2,70	2,58	1,80	0,79	1,49	0,93	1,71
Линарозид	1,96	4,13	1,52	1,02	0,31	1,56	1,75
Вербаскозид	2,09	2,84	0,81	0,32	0,12	0,19	1,06

Тесная взаимосвязь интенсивности фотосинтеза и транспирации выражается в их положительной корреляционной зависимости: у сорта Ноябрьская в контроле она составляла 0,53; в вариантах с линарозидом и вербаскозидом 0,60 и 0,46 соответственно. Такая высокая позитивная корреляция между фотосинтезом и транспирацией, фотосинтетически активной радиацией, температурой листа и устьичной проводимостью показана у яблони [Nicolae, 2010].

Важной является величина отношения фотосинтеза к транспирации как показатель характера взаимосвязи фотосинтеза со всеми другими физиологическими функциями и биохимическими процессами растительного организма, а также его продуктивности [Рубин, 1974; Шавыркина и др., 2016]. Увеличение отношения интенсивности фотосинтеза к интенсивности транспирации у разных видов и гибридов растений [Болондинский, Холопцева, 2013] свидетельствует, что последние более экономно расходуют влагу, образуя больше сухого вещества на единицу поглощенной воды и более продуктивны, чем контрольные растения.

Расчет отношения интенсивности фотосинтеза к интенсивности транспирации листьев в течение вегетационного сезона показывает особенности этих процессов у разных сортов груши при обработке БАВ (табл. 2). У осеннего сорта Выставочная величина отношения к началу сентября во время созревания плодов значительно снижается в контроле и в варианте с вербаскозидом, тогда как у позднего сорта Ноябрьская в сентябре листья активно фотосинтезируют, особенно в варианте с вербаскозидом, и отношение фотосинтез/транспирация остается высоким. Средние значения отношения за весь вегетационный период наглядно отражают стимулирующее влияние БАВ и разную реакцию исследуемых сортов груши на их действие.

Таблица 2.

Влияние БАВ на отношение интенсивности фотосинтеза к интенсивности транспирации в листьях 4-летних растений груши. 2015 г.

Вариант/Дата	24 июня	9 июля	15 июля	29 июля	19 августа	2 сентября	Средние значения
Сорт	с. Ноябрьская						
Контроль	0,78	1,16	1,44	2,91	0,67	0,95	1,31
Линарозид	1,14	0,83	2,17	2,55	4,22	0,64	1,92
Вербаскозид	1,33	1,41	6,49	10,31	7,41	5,79	5,45
Сорт	с. Выставочная						
Контроль	1,65	0,95	0,78	1,07	2,03	0,87	1,22
Линарозид	1,52	0,48	0,78	0,39	0,83	1,01	0,84
Вербаскозид	1,87	5,15	0,78	5,12	3,83	0,65	2,90

В следующем году продолжено исследование изменения фотосинтеза и транспирации листьев пятилетних растений груши под влиянием вербаскозида. Средние значения интенсивности фотосинтеза превышали контроль у сорта Ноябрьская на 77% и у сорта Выставочная – на 60%. Средние величины транспирации в утренние часы у сорта Ноябрьская в контроле составляли $1,78 \text{ мкмоль } \text{H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и в опыте с вербаскозидом $2,18 \text{ мкмоль } \text{H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. У сорта Выставочная нет значительных различий между вариантами: они равнялись соответственно в контроле $1,30 \text{ мкмоль } \text{H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и $1,23 \text{ мкмоль } \text{H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ у растений, опрыснутых вербаскозидом. Величина отношения фотосинтез/транспирация в течение вегетации и их средние значения у обоих сортов выше в вариантах с вербаскозидом (табл. 3) и более выражено в июне - июле, в другие сроки варианты близки между собой. Вошедшие в пору

плодоношения 5-летние растения груши отличались от 4-летних растений более высокими значениями отношения фотосинтез/транспирация.

Более высокая фотосинтетическая деятельность листьев пятилетних растений груши, обработанных препаратом вербаскозид, а также увеличение отношения фотосинтез/транспирация способствовали повышению урожайности у сорта Ноябрьская на 22% и у сорта Выставочная – на 12%.

Таблица 3.

Изменение отношения интенсивности фотосинтеза к интенсивности транспирации в листьях 5-летних растений груши под влиянием вербаскозида. 2016 г.

Вариант/Дата	30 мая	16 июня	7 июля	21 июля	18 августа	8 сентября	Среднее
Сорт	с. Ноябрьская						
Контроль	0,68	6,19	3,51	5,91	6,67	3,51	4,41
Вербаскозид	0,74	16,53	8,9	4,78	7,16	1,76	6,64
Сорт	с. Выставочная						
Контроль	1,72	2,52	1,75	3,66	4,01	3,51	2,86
Вербаскозид	1,53	6,60	2,98	9,22	4,87	3,32	5,57

В 2017 году продолжено изучение фотосинтеза и транспирации у этих сортов груши шестилетнего возраста. Фотосинтез в течение всего вегетационного периода у всех исследуемых растений в контроле уступал фотосинтезу в варианте с вербаскозидом. Так, средние значения интенсивности ассимиляции CO_2 у сорта Ноябрьская в контроле и опыте с вербаскозидом равнялись 7,75 и 8,10 и у сорта Выставочная 10,56 и 11,98 $\text{мкмоль CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ соответственно. Интенсивность транспирации у всех растений была в пределах 3,11 – 3,50 $\text{мкмоль H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Отношение фотосинтеза к транспирации у сорта Выставочная у всех растений составило в среднем 3,70 и у сорта Ноябрьская в контроле 2,60 и у растений, опрыснутых вербаскозидом, 3,15. Это стимулировало урожайность растений груши у сорта Ноябрьская более чем на 13% в сравнении с контролем.

Закключение. Изучение влияния биологически активного соединения вербаскозида на фотосинтетическую деятельность молодых плодоносящих растений груши показало, что одним из путей оптимизации жизнедеятельности растений является применение обработки этим препаратом как важного и перспективного в повышении продуктивности и урожайности растений груши.

Литература

Амелин А.А., Заикин В. Потенциальные возможности фотосинтеза растений вида *Fagopyrum esculentum* Mill. и их реализация в процессе селекции // Тез. Докл. VIII съезда ОФР. – Петрозаводск, 2015. – С. 34.

Болондинский В.К., Холопцева Е. С. Исследование фотосинтеза и транспирации у карельской березы и березы повислой // Труды Карельского научного центра РАН. – 2013. – № 3. – С. 173–178.

Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 7–33.

Рубин Б.А. О некоторых физиологических аспектах проблемы продуктивности растений // Сельскохозяйственная биология. – 1974. – Т. 12, № 2. – С. 165–175.

Титова Н.В., Шишкану Г.В. Исследование влияния натуральных стероидных гликозидов на продуктивность растений абрикоса // Матер. Годичного собрания ОФР, ч.1. – Калининград, 2014. – С. 357–360.

Титова Н.В., Бужоряну Н.С., Скурту Г.И., Машенко Н.Е. Особенности фотосинтеза растений груши при действии натуральных биологически активных соединений // Mater. confer. şt. «Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice».- Chişinău, 2016. – P. 359–364.

Шавыркина М.А., Чекалин Е.И., Князев С.Д. Роль интенсивности фотосинтеза и транспирации листьев в формировании продуктивности смородины черной // Вестник Орловского Гос. Агр. Университета. – 2016. – Т. 58, № 1. – С. 38–41.

Шевелуха В.Г. Современные проблемы гормональной регуляции живых систем и организмов // Регуляция роста и развития растений: Тез. докл. 1V межд. конфер., М., 1997. – С. 3–4.

Babuc Vasile. Pomicultura. – Chişinău: T. Centrală, 2012. – 664 p.

Nicolae I. Research regarding the diurnal dynamics of some physiological processes in *Malus domestica* Borkh. // Oltenia. Studii şi comunicări. Şt. Naturii. – 2010. – V. 26, No.1. – P. 67–72.

Nicolae Ion. Research regarding the diurnal dynamics of some physiological processes in *Malus domestica* Borkh. // Oltenia. Studii comunicări. t. Naturii. – 2010. – V. 26, No.1. – P. 67–72.

INFLUENCE OF NATURAL BAS ON PHOTOSYNTHESIS AND TRANSPIRATION OF PEAR PLANTS

N.V. Titova, Gh. I. Skurtu, N.S. Buzhoryanu, N.E. Maschenko

Institute of Genetics, Physiology and Protection of Plants of the Academy of Sciences of Moldova, Kishinev, Moldova, nvtmd@mail.ru

Abstract. The results of changes in the intensity of photosynthesis and transpiration in leaves of pear plants under the influence of bioregulators linaroside and verbascoside isolated from *Linaria vulgaris* Mill. and *Verbascum densiflorum bertol.* are presented. A more significant effect of verbascoside in comparison with linaroside on the intensity, as well as on the ratio of photosynthesis/transpiration, is closely related to productivity. The use of verbascoside is one of the ways to optimize the life of pear plants.

Keywords: *photosynthesis, transpiration, pear plants, linaroside, verbascoside*