

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОЦЕССОВ ФОТОСИНТЕЗА И ДЫХАНИЯ У РАСТЕНИЙ ГРУШИ,
ОБРАБОТАННЫХ ВЕРБАСКОЗИДОМ**

Титова Нина, *доктор биологических наук, доцент*, Малина Раиса, *научный исследователь*, Бужоряну Николай, *доктор хабилитат, конференциар исследователь*, Скурту Георгий, *Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений АН Молдовы*

As a result of the study of photosynthesis, transpiration and respiration of the leaves, functional features of these processes were revealed during the vegetation period in the late pear varieties Noyabriskaya and Vystavochnaya and Socrovishce of different ages and under different growth conditions. Synchronism of these life-determining growth processes is revealed, revealing the coordination level of the organization of physiological processes, which provides a single rhythm of

seasonal dynamics of development and plant productivity. Studies have shown a close relationship between the realization of the photosynthetic function and epigenetic development processes, the change in the donor and acceptor functions of the leaf. Knowledge of the features of these processes in different species and varieties of fruit plants is necessary for choosing ways to optimize their photosynthetic activity. The study of the effect of the biologically active compound verbaskozid on the photosynthetic activity of young and fruit-bearing pear plants showed that one of such ways is the application of treatment with this preparation as an important and promising in increasing the productivity and yield of pear plants.

Key words: *pear varieties, photosynthesis, transpiration, respiration, productivity, verbaskozid.*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ведущих факторов продуктивности и формирования урожая растений является интенсивность процесса фотосинтеза как основного процесса питания растений [1]. Реализация фотосинтетической функции в растении определяется не только генетическими и биохимическими особенностями хлоропластов листа, но и сложной системой интеграции фотосинтеза со всеми другими функциями растительного организма. Среди них важное значение имеют данные о соотношении дыхания и фотосинтеза, как играющих индикаторную роль в реакциях растений на внешнее воздействие [2]. Общая задача работ в этом направлении заключается в том, чтобы, сочетая потенциальные возможности фотосинтеза и согласуя их с другими важными функциями жизнедеятельности растений, прежде всего с ростом и дыханием, 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 дыхания, и получение максимальной продуктивности растений [3]. Исследования в этом плане проводились в основном на однолетних культурах. Что касается плодовых культур имеется информация в отношении черешни, яблони, абрикоса и персика, отзывчивыми на экзогенное воздействие биологически активных соединений, проявившими себя как стимуляторы процессов фотосинтеза, метаболизма и урожая [4, 5].

Научные данные в таком направлении с растениями груши практически отсутствуют. Такие исследования с целью поиска приёмов регуляции фотосинтетической деятельности растений как основы получения урожая высокого качества у разных сортов груши представляют интерес в теоретическом и практическом плане.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение физиолого-биохимических особенностей разных сортов груши проводили в производственных условиях в промышленном саду в 2015–2016 гг. с 4-5 летними деревьями поздних сортов Ноябрьская и Выставочная и с однолетними растениями сортов Ноябрьская и Сокровище в контролируемых условиях лизиметров Института. После цветения растения груши были обработаны водными растворами Линарозида (в качестве прототипа) и нового биорегулятора Вербаскозида, выделенных из *Linaria vulgaris* Mill. и *Verbascum densiflorum* bertol. Схема опыта: 1 – растения, опрыснутые водой – контроль; 2 – растения, обработанные 0,01% раствором Линарозида; 3,4,5 – растения, опрыснутые разными концентрациями нового препарата – 0,001; 0,01 и 0,025%.

Интенсивность фотосинтеза и транспирации определяли в токе атмосферного воздуха с помощью прибора LCI (1994, Англия), интенсивность дыхания определяли манометрически на приборе Варбурга. Образцы отбирали в течение вегетации в основные фенологические фазы роста и развития растений. Достоверность различий между вариантами оценивали по критерию Стьюдента при 0,05% уровне значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования фотосинтетической активности, транспирации и дыхания листьев в течение периода вегетации 2015 г. обнаружены функциональные особенности этих процессов у сортов груши Ноябрьская, Выставочная 4-летнего возраста в промышленном саду. На фоне широкого диапазона вариабельности интенсивности фотосинтеза в течение вегетационного сезона и зависимости от физиолого-морфологических особенностей генотипа,

состояния фотосинтетических органов, донорно-акцепторных соотношений между тканями и органами выявлена высокая отзывчивость фотосинтеза исследуемых растений на обработку новым биологически активным соединением стероидного типа вербаскозид. Была установлена оптимальная концентрация вербаскозида - 0,01%, стимулирующая фотосинтез листьев груши. Действие нового препарата наиболее значительно проявляется в первые 1,5 месяца после опрыскивания, в период активного роста побегов и разворачивания листовой поверхности в июне, начала закладки и роста плодов в июле. На таблице 1 показано влияние исследуемых биологически активных веществ на интенсивность ассимиляции CO_2 листьями сорта Ноябрьская. Таблица 1. Влияние стероидных гликозидов на фотосинтез растений груши с. Ноябрьская ($мкмоль CO_2 \cdot дм^{-2} \cdot с^{-1}$). Сад, 2015 г.

Вариант/Дата	4 июня	18 июня	2 июля	17 июля
Контроль	3,08±0,45	1,85±0,06	1,83±0,60	1,55±0,19
Линарозид 0,01%	2,49±0,45	2,33±0,04	2,55±0,80	2,57±0,16
Вербаскозид 0,001%	1,69±0,36	0,66±0,15	0,32±0,09	2,11±0,02
Вербаскозид 0,01 %	2,32±0,14	3,38±0,35	3,14±0,08	2,94±0,15
Вербаскозид 0,025%	1,84±0,53	0,55±0,09	1,46±0,18	2,10±0,28

У сорта Выставочная в течение всей вегетации также проявляется наиболее значительная стимуляция фотосинтеза под влиянием нового биорегулятора в концентрации 0,01%.

Из литературы известна тесная положительная связь интенсивности фотосинтеза с транспирацией ($r=0,68$) [6]. В наших исследованиях также выявлено, что сезонная динамика процессов фотосинтеза и транспирации листьев груши у всех исследуемых вариантов в основном однотипна. В самые ответственные периоды вегетации выявлено, как и в отношении фотосинтеза, значительное стимулирующее влияние вербаскозида в концентрации 0,01% на транспирационную активность листьев.

Известно, что суждение о продуктивности растений на основе измерений фотосинтеза и дыхания в различных фазах роста является тем более точным, чем точнее удастся определить ход этих важнейших интегральных функций в зависимости от влияния изменчивых внешних факторов [7]. Выявлена положительная корреляция между активностью ростовых процессов в молодых органах и тканях и интенсивностью дыхания в ранние сроки вегетации. Как и в отношении фотосинтеза и транспирации, внекорневое внесение БАВ в этот период меняет состояние растений, в том числе дыхательный метаболизм. При смене донорно-акцепторных функций листа в фазе начала роста плодов груши в июле стимулирующий эффект вербаскозида в концентрации 0,01% наиболее выражен (таб. 2). Это самая ответственная фаза развития, которая происходит при активном участии дыхания во всех преобразовательных процессах и определяет урожайность растений.

Таблица 1. Влияние стероидных гликозидов на дыхание растений груши с. Ноябрьская ($мкл O_2 \cdot час^{-2} \cdot г^{-1}$). Сад, 2015 г.

Вариант/Дата	4 июня	18 июня	2 июля	17 июля	31 июля
Контроль	178,50	179,33	127,5	129,20	178,90
Линарозид 0,01%	70,68	66,71	74,01	175,23	153,60
Вербаскозид 0,001%	198,72	78,53	70,13	77,90	148,49
Вербаскозид 0,01 %	186,36	119,3	185,17	217,77	183,40
Вербаскозид 0,025%	126,86	67,76	168,80	145,80	159,79

У 5-летних растений груши исследуемых сортов в 2016 году также выявлена высокая отзывчивость фотосинтеза на обработку вербаскозидом в плодоносящем саду. Действие препарата наиболее значительно проявляется в период усиления запроса на ассимилянты: активного роста побегов и разворачивания листовой поверхности в июне, начала закладки и роста плодов в июле–августе (рис. 1). Было установлено преимущество обработанных вербаскозидом растений над контролем на 20–40%.

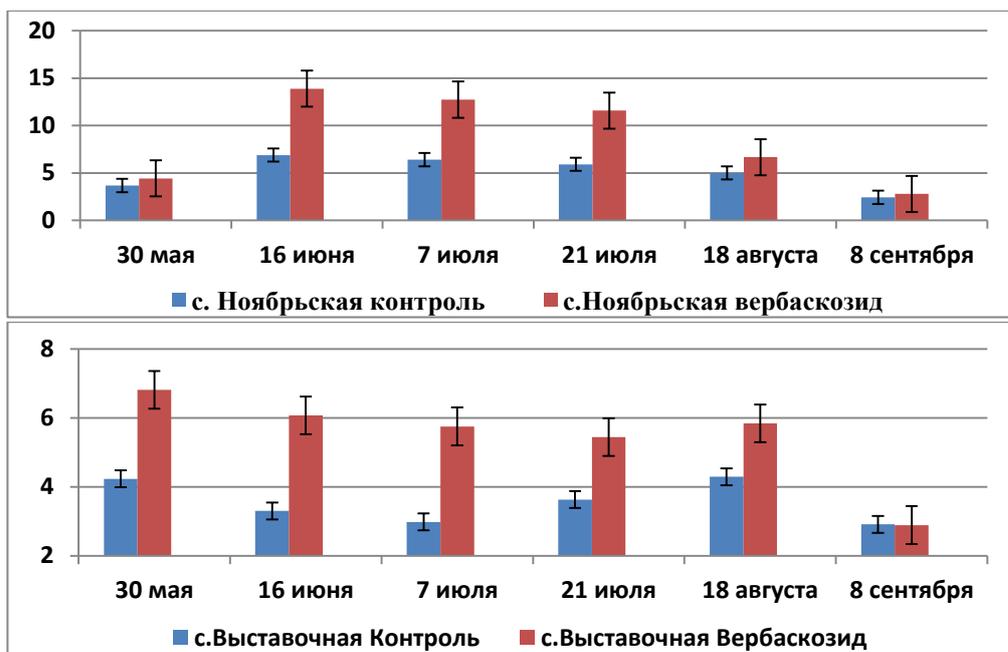


Рис. 1. Динамика фотосинтетической активности листьев груши при действии вербаскозида ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$), Сад, 2016 г.

В 2016 году, более благоприятном в сравнении с 2015 годом по погодным условиям, интенсивность фотосинтеза листьев груши значительно выше, чем в предыдущем году.

Сезонная динамика процессов фотосинтеза и транспирации листьев груши у всех исследуемых вариантов однотипна. Известная тесная положительная связь интенсивности фотосинтеза с транспирацией [6], отражающей эффект использования транспирационной воды на ассимиляцию единицы CO_2 , подтвердилась и в этом году. Характерно повышение отношения фотосинтез:транспирация в 3-4 раза у растений груши под влиянием вербаскозида по сравнению с контролем, которое свидетельствует о повышении накопления сухого вещества на единицу поглощенной воды, что подтвердилось при расчетах чистой продуктивности фотосинтеза.

Выявлена синхронность процессов фотосинтеза, транспирации и дыхания, что обеспечивает единый ритм сезонной динамики роста, развития растений и их продуктивность.

Это характеризует особенности фотосинтетической деятельности и продуктивности плодового растения. Как видно из рис. 3, в период интенсивных ростовых процессов в растениях, когда листовой аппарат становится особенно активным донором для растущих плодов, наиболее четко проявилось стимулирующее действие вербаскозида на фотосинтез и донорно-акцепторные отношения в регуляции продукционных процессов. В процентном отношении к контролю такое влияние наиболее выражено в интенсивности фотосинтеза по сравнению с дыханием и транспирацией.

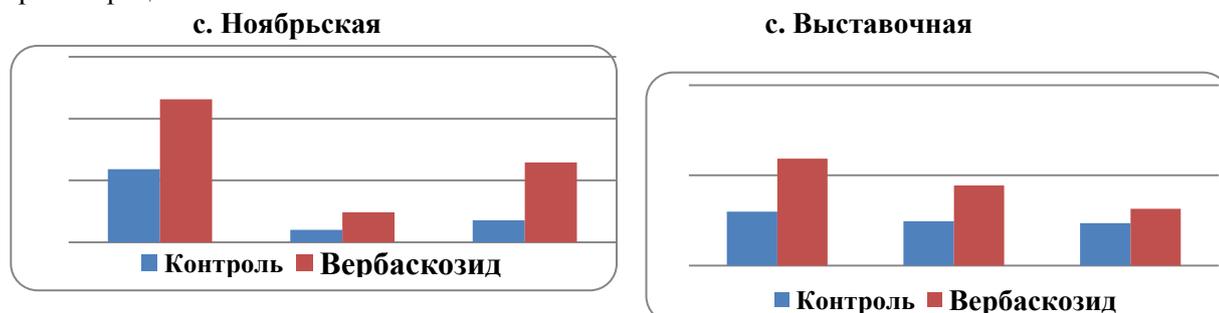


Рис. 3. Влияние вербаскозида на фотосинтез ($\text{мкмоль CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$), транспирацию ($\text{мкмоль H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) и дыхание ($\text{мкл O}_2 \cdot 10^{-2} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$) 5-летних растений груши. Июль 2016.

Количество побегов, листьев на побеге и листьев на дереве у опытных и контрольных растений отличалось не столь значительно, но более высокая фотосинтетическая деятельность листьев растений груши, обработанных препаратом вербаскозид, способствовала повышению урожайности в среднем на 12%-14%.

Важной составляющей частью работы является изучение однолетних растений груши сортов Ноябрьская и Сокровище в контролируемых условиях лизиметров. Они также оказались отзывчивыми на некорневую обработку вербаскозидом. Определение интенсивности фотосинтеза, транспирации и дыхания через 10-14 дней после опрыскивания показало их значительное стимулирование этим соединением (рис. 4).

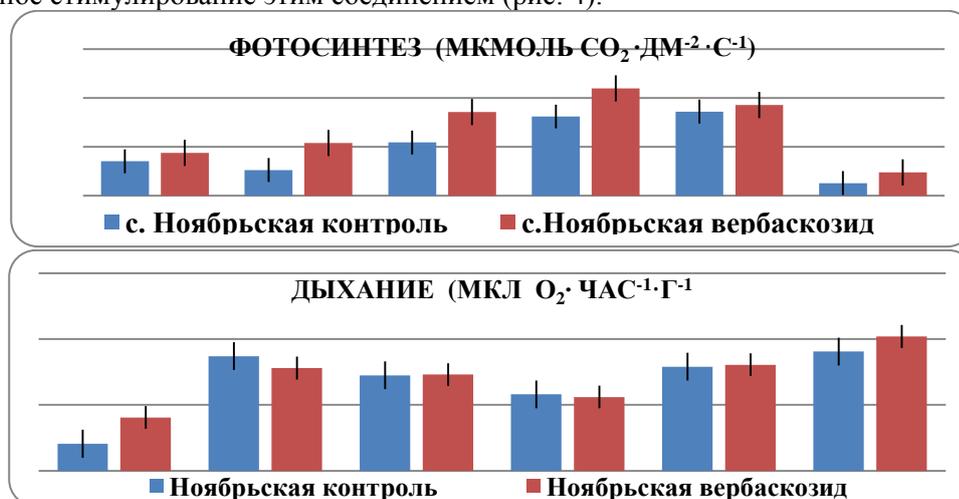


Рис. 4. Динамика интенсивности фотосинтеза ($\mu\text{моль CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) и дыхания ($\mu\text{моль CO}_2 \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$) листьев растений груши, обработанных вербаскозидом. Лизиметры. 2016 г.

Сравнение фотосинтеза и дыхания листьев груши при обработке вербаскозидом в разные годы показало что коррелятивная связь интенсивности дыхания в 2015-2016гг. довольно низкая ($r = +0,26$), тогда как при обработке вербаскозидом она составляет $+ 0,42$. Несмотря на разные условия в годы исследования влияние вербаскозида было стабильно стимулирующим.

Коррелятивная связь интенсивности фотосинтеза в листьях контрольных растений груши в разные годы исследования была высокой и составила $+0,77$. В опытном варианте с вербаскозидом эта связь ещё выше ($+0,80$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. В результате исследования фотосинтеза, транспирации и дыхания листьев были выявлены функциональные особенности этих процессов в течение периода вегетации у поздних сортов груши Ноябрьская и Выставочная и Сокровище разного возраста и в разных условиях произрастания.
2. Выявлена синхронность этих жизнеопределяющих процессов роста, раскрывающий координационный уровень организации физиологических процессов, что обеспечивает единый ритм сезонной динамики развития и продуктивность растений.
3. Исследования показали тесную связь реализации фотосинтетической функции с эпигенетическими процессами развития, сменой донорной и акцепторной функций листа.
4. Знание особенностей этих процессов у разных видов и сортов плодовых растений необходимо для выбора путей оптимизации их фотосинтетической деятельности.
5. Изучение влияния биологически активного соединения вербаскозида на фотосинтетическую деятельность молодых и плодоносящих растений груши показало, что одним из таких путей является применение обработки этим препаратом как важного и перспективного в повышении продуктивности и урожайности растений груши.

Библиография:

1. Ничипорович, А.А. *Физиология фотосинтеза и продуктивность растений*. В: Физиология фотосинтеза. Москва: Наука, 1982, с. 7-33.
2. Семихатова, О.А.; Заленский, О.В. *Сопряженность процессов фотосинтеза и дыхания*. В: Физиология фотосинтеза. Москва: Наука, 1982, с. 130-143.
3. Шевелуха, В.Г. *Современные проблемы гормональной регуляции живых систем и организмов*. В: Регуляция роста и развития растений. Тез. докл. IV межд. конфер. Москва, 1997, с. 3-4.
4. Babuc, V. *Pomicultura*. Chişinău: Tipografia Centrală, 2012. 664 p.
5. Титова, Н.В.; Шишкану, Г.В. *Исследование влияния натуральных стероидных гликозидов на продуктивность растений абрикоса*. В: Матер. Годичного собрания ОФР, ч.1. Калининград, 2014, с. 357-360.

6. Амелин, А.В.; Заикин, В.В. *Потенциальные возможности фотосинтеза растений вида *Fagopyrum esculentum* Mill. и их реализация в процессе селекции*. В: Тез. докл. VIII Съезда ОФР «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропологических воздействий». Петрозаводск, 2015, с. 34.

7. Żelawski, W. *Uptake and evolution of carbon dioxide and accumulation of organic substance in Scot Pine (*Pinus silvestris* L.) seedling*. In: Bull.Acad.Polon Sci., Ctr.sci.biol., v. XX, № 10, Varsovie, 1972, pp. 747-753.