

СО₂-ГАЗООБМЕН И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ АБРИКОСА И ПЕРСИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕЙСТВИЯ СТЕРОИДНОГО ГЛИКОЗИДА *МОЛДСТИМ* И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЦИНКА И МАРГАНЦА

Георгий ШИШКАНУ, Нина ТИТОВА, Рауца МАЛИНА, Вячеслав ВОРОНЦОВ

Институт генетики и физиологии растений АН Молдовы

Au fost evidențiate particularitățile influenței glicozidei steroidice *Moldstim* și a microelementelor zinc și mangan asupra fotosintezei, respirației, transpirației și recoltei plantelor de cais și piersic de diverse vârste.

The peculiarities of the steroid glycoside *Moldstim* and microelements zinc and manganese effect on photosynthesis, respiration, transpiration and yield of the apricot and peach trees of different ages have been identified.

Процесс фотосинтеза у древесных, а также плодовых культур, происходит в условиях сложного взаимодействия физиологически неоднородного фотосинтетического аппарата кроны с весьма динамичными сочетаниями факторов внешней среды [1-3]. Такие данные представляют особый интерес при разработке методов управления продукционным процессом с целью повышения урожайности плодовых насаждений. Развернувшиеся в этом плане исследования последних лет по влиянию биологически активных соединений натурального происхождения на физиологические функции и устойчивость продукционного процесса растений имеют не только теоретическое, но и практическое значение.

Проведенные нами ранее исследования подвойных сеянцев и однолетних привитых растений абрикоса и персика показали, что эти культуры являются весьма отзывчивыми на применение биорегуляторов нового класса – стероидных гликозидов фуру- и спиростанолового ряда, широко распространённых в растениях, к числу которых относятся *Молдстим*, *Тригонеллозид* и *Мелонгозид*. Эти вещества оказывают стимулирующее действие на метаболизм, ростовые и фотосинтетические процессы, оптимизируют динамику донорно-акцепторных связей, а также повышают качество посадочного материала сеянцев и саженцев. Влияние биологически активного соединения *Молдстим* было наиболее выражено у молодых сильнорослых растений в стимулировании роста листьев и побегов, активизации ключевых ферментов метаболизма и синтеза пигментов, повышении фотосинтетической продуктивности сеянцев и саженцев растений персика, миндаля и абрикоса [4-6]. Наши исследования предыдущих лет [7] показали стимулирующее действие микроэлементов цинка и марганца на фотосинтез и продуктивность плодовых растений, а также на устойчивость их к засухе. Представляло интерес изучения особенностей роста и развития плодовых растений, обработанных натуральными биологически активными соединениями в смеси с микроэлементами – цинком и марганцем.

В задачу работы входило исследование особенностей фотосинтеза, дыхания, транспирации и продуктивности у разных генотипов косточковых плодовых культур (абрикоса и персика) в зависимости от действия стероидного гликозида *Молдстим* в сочетании с микроэлементами – цинком и марганцем.

Материалы и методы

В контролируемых условиях лизиметров изучали фотосинтез и продуктивность растений абрикоса сорта Костюженский разного возраста (вступающих в плодоношение и плодоносящих), трёхлетних неплодоносящих растений абрикоса сорта Надежда, а также шестилетних плодоносящих растений персика сорта Коллинз. В период интенсивного роста (конец мая – июнь) опытные растения опрыскивали 0,025% водным раствором *Молдстима* – стероидного соединения, выделенного из семян перца *Capsicum annuum* L в Институте генетики АН Молдовы [8], а также смесью 0,025% *Молдстима* с 0,05% растворами $MnSO_4$ и $ZnSO_4$. Контролем служили растения, опрысканные водой. В течение вегетации изучали функционирование фотосинтетического аппарата с помощью прибора РТМ – 48А фирмы Bioinstruments S.R.L. [9]. В течение трёх лет проводили учет урожая в опыте и контроле. Данные статистически обрабатывали с применением критерия Стьюдента: результаты достоверны при 0,05% уровне значимости.

Результаты и их обсуждение

Проведенные в 2008 году в условиях лизиметров исследования трёхлетних саженцев абрикоса сорта Костюженский, вступающих в плодоношение, и неплодоносящих растений сорта Надежда выявили, что эффект от действия *Молдстима* в смеси с цинком и марганцем зависит от сорта, возраста растений и нагрузки плодами. Интенсивность фотосинтеза, дыхания и транспирации, как индикаторные показатели реакции растений на внешние воздействия, у опытных растений, как правило, превышали эти величины в контроле в 1,3–1,5 раза (табл.1).

Особый интерес представляют данные учета урожая как интегрального показателя фотосинтеза, метаболизма и адаптационного потенциала растений, вступающих в плодоношение. В конце июня учитывали количество плодов на одном растении, среднюю массу одного плода и общую массу урожая с исследуемых саженцев (рис.1). Масса плода у разных вариантов отличалась незначительно, но по количеству плодов и, следовательно, по общему урожаю варианты располагались в такой последовательности: *Молдстим* + Mn > *Молдстим* + Zn > контроль. Урожай плодов на одном растении в опыте превышал контроль в 1,4 – 1,7 раза. Это согласуется с обнаруженной у яблони положительной корреляцией интенсивности фотосинтеза с процессами плодоношения [10].

Таблица 1

Влияние *Молдстима* и микроэлементов на газообмен трёхлетних растений абрикоса, 2008 г.

Показатели/ Варианты	Фотосинтез, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	Дыхание, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	Транспирация, мг H ₂ O·м ⁻² ·с ⁻¹	Фотосинтез, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	Дыхание, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	Транспирация, мг H ₂ O·м ⁻² ·с ⁻¹
	Сорт Костюженский			Сорт Надежда		
5 июня						
Контроль	5,33	2,00	23,80	9,10	2,05	38,60
Молдстим+Zn	5,90	1,80	25,70	9,70	2,40	40,70
Молдстим+Mn	9,00	4,10	32,70	10,40	1,60	41,30
26 июня						
Контроль	3,30	2,30	23,50	5,16	1,36	23,30
Молдстим+Zn	3,67	2,15	19,90	6,63	1,53	36,50
Молдстим+Mn	5,37	2,67	27,50	7,35	1,75	32,40

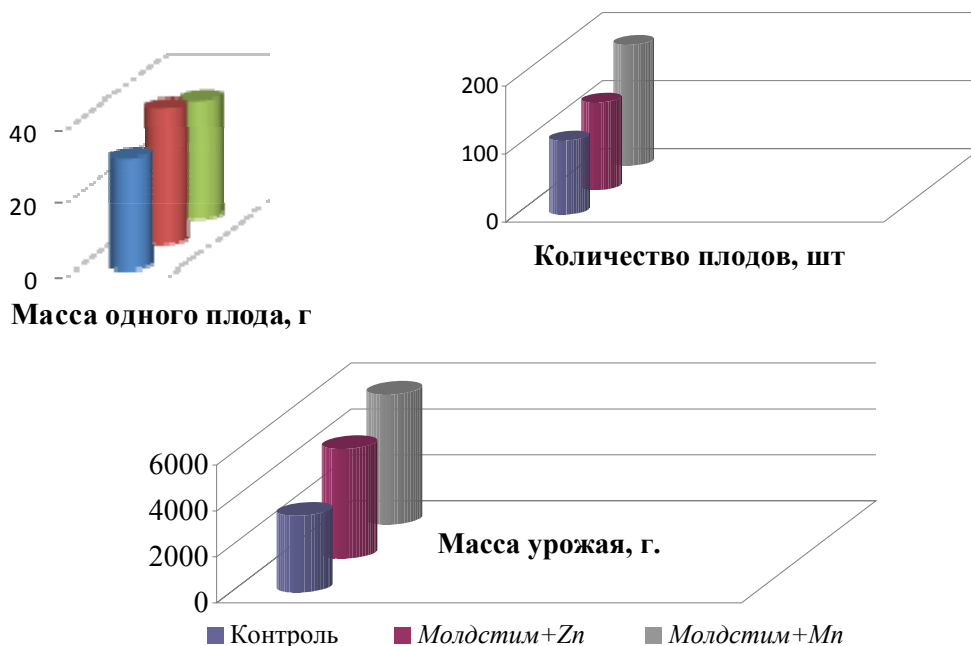
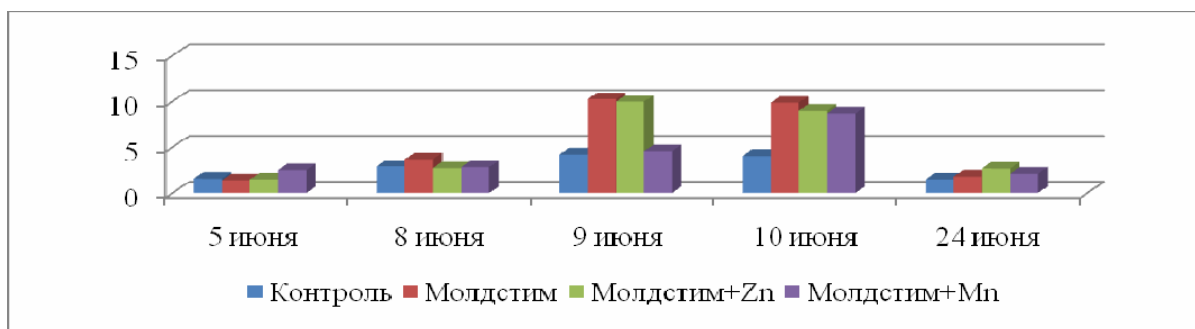


Рис.1. Влияние *Молдстима* и микроэлементов на урожай абрикоса сорта Костюженский (расчет на одно растение), 30.06.2008.

В 2009 году в лабораторных условиях исследовали фотосинтез у четырехлетних растений абрикоса сорта Костюженский на отделенных листьях с черешками, на листьях побегов, помещенных в воду, а также в естественных условиях в лизиметрах. Несмотря на различия абсолютных значений, во всех случаях особенности газообмена и транспирации у опытных растений и в контроле сохранялись. Кривые, отражающие динамику фотосинтеза, дыхания и транспирации в июне, у всех растений имели одинаковую направленность, совпадавшую с изменением температуры воздуха, относительной влажности (ОВВ) и освещенности (рис.2). Во время интенсивного роста листьев и плодов абрикоса в середине июня, через 2 недели после обработки, действие стероидного гликозида *Молдстим* и его смеси с микроэлементами было наиболее выраженным. Так, 10 июня, когда максимальные дневные температуры не превышали 25-26 °С, интенсивность фотосинтеза в контроле составила 4,05 мкмоль $\text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, тогда как при действии *Молдстима*, *Молдстима* с цинком и *Молдстима* с марганцем она равнялась 9,85; 9,00 и 8,70 мкмоль соответственно. Затем к концу июня, во время продолжающейся атмосферной засухи, когда различия между вариантами были незначительными, стимулирующее действие *Молдстима* и его сочетаний с микроэлементами сохранялось.



Условия проведения опыта

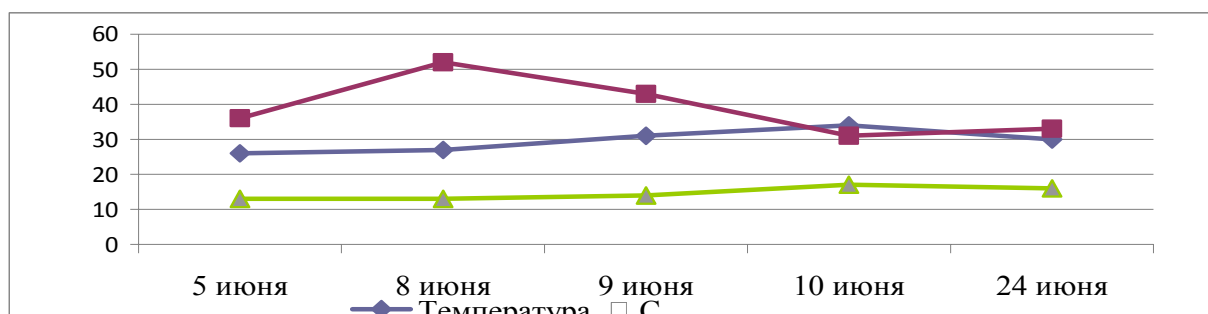


Рис.2. Влияние *Молдстима* и микроэлементов на интенсивность фотосинтеза листьев четырёхлетних растений абрикоса сорта Костюженский (мкмоль $\text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$), 2009 г.

Динамика определявшихся одновременно с фотосинтезом дыхания и транспирации однотипна и в значительной мере следует за изменениями температуры, относительной влажности воздуха и освещенности. Различия между контролем и опытными вариантами по дыханию (табл. 2) были незначительными, что подтверждает данные О.А. Семихатовой и О.В.Заленского [11] о том, что процесс фотосинтеза более чувствителен к внешним воздействиям, чем дыхание. Транспирация листьев в опыте, как правило, превышала контроль в среднем на 25-30%, что свидетельствует о стимулировании *Молдстимом* устьичной проводимости и тем самым усилении усвоения CO_2 .

Таблица 2

Влияние Молдстима и микроэлементов на дыхание и транспирацию листьев четырёхлетних растений абрикоса сорта Костюженский, 2009 г.

Показатели	Дата	Контроль	Молдстим	Молдстим +Zn	Молдстим + Mn
Дыхание, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	5.06.09	1,00	0,90	1,55	1,56
	8.06.09	1,90	1,76	1,25	1,26
	9.06.09	2,42	2,90	2,83	2,03
	10.06.09	2,82	2,90	2,90	2,05
	24.06.09	1,58	0,60	0,95	0,95
Транспирация, мг Н ₂ О·м ⁻² ·с ⁻¹	5.06.09	5,50	7,65	6,52	9,41
	8.06.09	12,40	12,00	7,10	8,14
	9.06.09	11,65	36,65	34,20	24,20
	10.06.09	58,45	48,55	51,80	47,95
	24.06.09	7,85	10,20	14,85	10,30

Мониторинг влияния стероидного гликозида *Молдстим* в сочетании с микроэлементами цинком и марганцем на фотосинтетический и дыхательный газообмен и транспирацию у растений абрикоса был продолжен в 2010 году на плодоносящих пятилетних растениях абрикоса сорта Костюженский (табл.3). В условиях нарастающей засухи с середины июня и в июле 2010 года действие *Молдстима* не проявлялось или даже снижало эти процессы по отношению к контролю. Однако применение этого препарата совместно с цинком или марганцем в большинстве определений способствовало повышению ассимиляции углекислоты на 30-50 % и транспирации в наиболее жаркий период почти вдвое по отношению к контролю.

Таблица 3

Влияние Молдстима и микроэлементов на газообмен пятилетних растений абрикоса сорта Костюженский, 2010 г.

Показатели	Дата	Контроль	Молдстим	Молдстим + Zn	Молдстим + Mn	Температура воздуха, °С
Фотосинтез, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	23 июня	5,10	3,76	7,70	6,00	27 - 28
	5 июля	10,53	8,80	7,10	9,67	26 - 28
	21 июля	5,16	4,80	6,63	6,60	33 - 34
Дыхание, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	23 июня	3,56	2,40	2,10	2,20	
	5 июля	3,07	2,67	2,12	2,38	
	21 июля	3,63	3,63	2,67	3,10	
Транспирация, мг Н ₂ О·м ⁻² ·с ⁻¹	23 июня	13,36	5,70	19,60	7,22	
	5 июля	32,40	32,00	15,00	23,80	
	21 июля	11,16	11,12	23,00	23,40	

Параметры газообмена листьев растений абрикоса и персика в условиях ярко выраженной атмосферной засухи значительно отличаются (рис.3). Такие показатели CO₂-газообмена, как видимый фотосинтез – ВФ, темновое дыхание – ТД, фотодыхание – ФД и истинный фотосинтез – ИФ, у листьев персика были выражены в больших значениях, чем у листьев абрикоса, что свидетельствует о большей устойчивости растений персика к засухе.

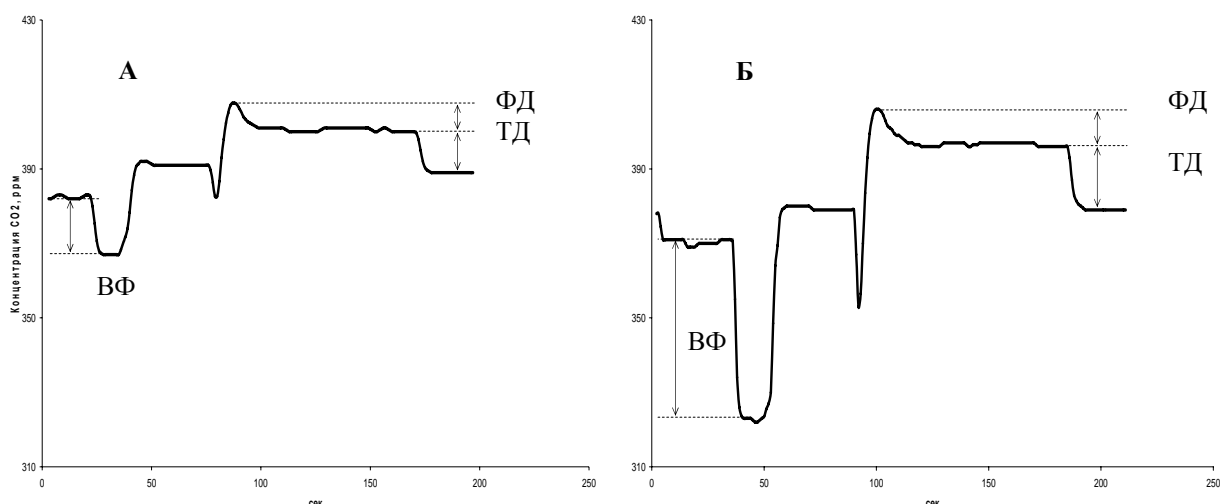


Рис.3. Кинетика CO₂-газообмена листьев косточковых культур в условиях атмосферной засухи: А – абрикос, Б – персик.

Реакция плодоносящих растений персика сорта Коллинз на обработку *Молдстимом* в сочетании с цинком отличалась от реакции абрикоса тем, что только в первые две недели после опрыскивания значения интенсивности фотосинтеза, дыхания и в особенности транспирации значительно превышали контроль. В дальнейших определениях в жаркий период всего июня и в начале июля такого влияния не установлено (табл.4).

Таблица 4

Влияние Молдстима и микроэлементов на газообмен листьев шестилетних растений персика сорта Коллинз, 2010 г.

Показатели	Дата	Контроль	Молдстим	Молдстим + Zn	Температура воздуха, °C
Фотосинтез, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	15 июня	2,07	2,02	9,57	30 -32
	25 июня	16,56	16,30	10,60	24 - 25
	8 июля	18,07	13,20	6,10	28 - 29
Дыхание, мкмоль CO ₂ ·м ⁻² ·с ⁻¹	15 июня	2, 08	1,80	3,20	
	25 июня	2,86	3,60	2,40	
	8 июля	3,48	3,20	2,60	
Транспирация, мг H ₂ O·м ⁻² ·с ⁻¹	15 июня	6,70	6,10	31,15	
	25 июня	35,80	37,40	24,00	
	8 июля	50,11	2,60	16,00	

Учет урожая у молодых плодоносящих растений абрикоса и персика показал (табл.5), что обработка *Молдстимом* в сочетании с микроэлементами цинком и марганцем стимулировала увеличение массы плодов и всего урожая, как и у вступающих в плодоношение растений в трёхлетнем возрасте. У растений абрикоса, обработанных *Молдстимом*, увеличивалась масса одного плода в среднем на 12%, у персика – на 18% в сравнении с контролем. Общая масса урожая на одном растении абрикоса в варианте с *Молдстимом* превышала контроль на 16%; у растений, обработанных *Молдстимом* с цинком и с марганцем – на 18% и на 43% соответственно. У растений персика урожай на одном растении в контроле составил около 4,9 кг; в вариантах с *Молдстимом* и с *Молдстимом* в смеси с цинком – 6,13 и 6, 57 кг соответственно.

Таблица 5

**Влияние Молдстима и микроэлементов на урожай растений абрикоса и персика
(расчет на одно растение). Июнь – июль 2010.**

Вариант	Количество плодов, шт	Масса одного плода, г	Масса урожая, г	Количество плодов, шт	Масса одного плода, г	Масса урожая, г
	Абрикос, с. Костюженский			Персик с. Коллинз		
Контроль	52	44,3	2304	59	82,6	4873
Молдстим	54	49,6	2678	63	97,3	6130
Молдстим+Zn	53	51,5	2730	55	119,5	6573
Молдстим+Mn	60	55,1	3306			

Заклучение

В результате проведенных исследований выявлено, что растения абрикоса и персика характеризуются высокой отзывчивостью на действие биологически активного соединения стероидного типа натурального происхождения *Молдстим*, а также его сочетания с микроэлементами цинком и марганцем. Показаны особенности фотосинтетической функции, дыхания и транспирации растений абрикоса и персика, характерные для разных видов, сортов, разного возраста растений и в разных погодных условиях и влияние на них *Молдстима* и его сочетания с микроэлементами цинк и марганец. Использование этих соединений оптимизирует газообмен и транспирацию растений и способствует существенному повышению урожайности.

Литература:

1. Ромашко Я. Д., Тихвінська В.Д. Фотосинтез і дихання яблуні. - Киев: Наукова думка, 1964. - 176 с.
2. Шишкану Г.В. Фотосинтез яблони. - Кишинев: Штиинца, 1973. - 292 с.
3. Шишкану Г. В., Титова Н.В. Фотосинтез плодовых растений. - Кишинев: Штиинца, 1985. - 232 с.
4. Șișcanu Gh., Piscorscaea V., Titova N., Chintea P. Răspunsul fotosintetic al plantelor pomicole la aplicarea preparatului Moldstim. // Bul. AȘM, s. Șt. vieții, 2006, № 2, p.21-25.
5. Шишкану Г.В., Титова Н.В., Пынтя М. Действие Молдстима на рост и фотосинтез растений персика // Cercetări în pomicultură. - Chișinău, 2007, v.6, p.222-225.
6. Шишкану Г.В., Титова Н.В. Стероидные гликозиды как регуляторы фотосинтеза сеянцев плодовых растений // Lucrări șt. Univ. Agrară din Moldova, 2008, v.166 p.30-34.
7. Titova N., Șișcanu Gh. Microelements as photosynthesis regulation in peach trees // Proc. XIth Int. Photosynthesis Congress. - Budapest, 1998, p.3777-3780.
8. Chintea P., Balașova N., Mamedov M., Pișnaia O. Procedeu de tratare a semințelor de ardei. MD 2203 G2 2003.07.31.
9. Балаур Н.С., Воронцов В.А., Клейман Э.И., Тон Ю.Д. Новая технология покомпонентного мониторинга CO₂-газообмена у растений // Физиология растений, 2009, т.56, №3, с.486-470.
10. Fujii J.A., Kennedy R.A. Seasonal changes in the photosynthetic rate in apple trees. A comparison between fruiting and nonfruiting trees // Plant Physiol., 1985, v.78, №3, p.519-524.
11. Семихатова О.А., Зеленский О.В. Об изучении газообмена в исследованиях продукционного процесса растений // Ботан.журн., 1979, т.64, №1, с.3-9.

Prezentat la 13.04.2011