

ОЦЕНКА СОРТОВ И ФОРМ ПЕРСИКА ПО СТЕПЕНИ АКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА: МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Ю.В. ИВАЩЕНКО, кандидат биологических наук

Введение

При выборе решающего направления в отборе плодовых культур по признакам урожайности и продуктивности немаловажное значение имеет учет их фотосинтетического потенциала, базирующегося на ряде функциональных особенностей листового аппарата. Большинство исследований в выявлении потенциала урожайности важнейших сельскохозяйственных культур основываются на изучении регуляторных механизмов листового аппарата [10,19] с применением единичных информационных показателей, таких как хлорофилльный индекс [3,18] или комплекса морфо-физиологических показателей [4,19]. Более углубленные характеристики листового аппарата, как органа фотосинтеза и светоассимилирующего центра получены на основе изучения функций и структуры хлоропластов или нативных тиллакоидов [9,17, 24]. В качестве критерия эффективности функционирования растений или фотосинтетических структур использовали интенсивность фотосинтеза и аттрагирующую способность органов [2,7], скорость электронного транспорта и ассимиляцию CO_2 [1,4,11], что в конечном итоге предусматривает диагностику и отбор перспективных высокопродуктивных генотипов. Среди рекомендуемых объектов и сортимента оцениваемых растений преобладают продовольственные однолетние культуры – пшеница, подсолнечник, ячмень [1,7,16,]. Данные по фотосинтетической активности тканей плодовых культур эпизодические и основываются на измерении особенностей строения тиллакоидов хлоропласта [5]. В последнее десятилетие постепенно расширялись представления об эффективности функционирования фотосинтетических комплексов [9,10], благодаря детальным исследованиям особенностей структуры акцепторной стороны фотосистемы II и всей фотосинтетической цепи.

Более современный подход в решении вопроса о методике оценки продуктивности растений на основе эффективности функционирования комплекса двух фотосистем фотосинтетического аппарата, по разнице величины спектра флуоресценции листьев, предложен для плодовых культур [6]. Использование в качестве теста фотосинтетической активности соотношения долей фотосистемы II и фотосистемы I более информативно по сравнению с различными индексами и коэффициентами работы листа или хлорофиллоносного аппарата на биомассу [13]. Большинство приведенных современных методик оценки фотоактивности пигментного аппарата растений предполагает использование флуоресценции и ее параметров [14]. Немаловажное значение при этом

играет тот факт, что фотоактивность хлорофиллоносных тканей в значительной степени определяет продуктивность работы ассимиляционного аппарата на урожай, свойство, которое еще недостаточно изучено на персике, одной из наиболее распространенных плодовых культур на юге Украины.

В связи с этим цель работы заключалась в выявлении методических аспектов оценки фотосинтетической активности различных сортов персика на основе флуоресцентного анализа его листового аппарата.

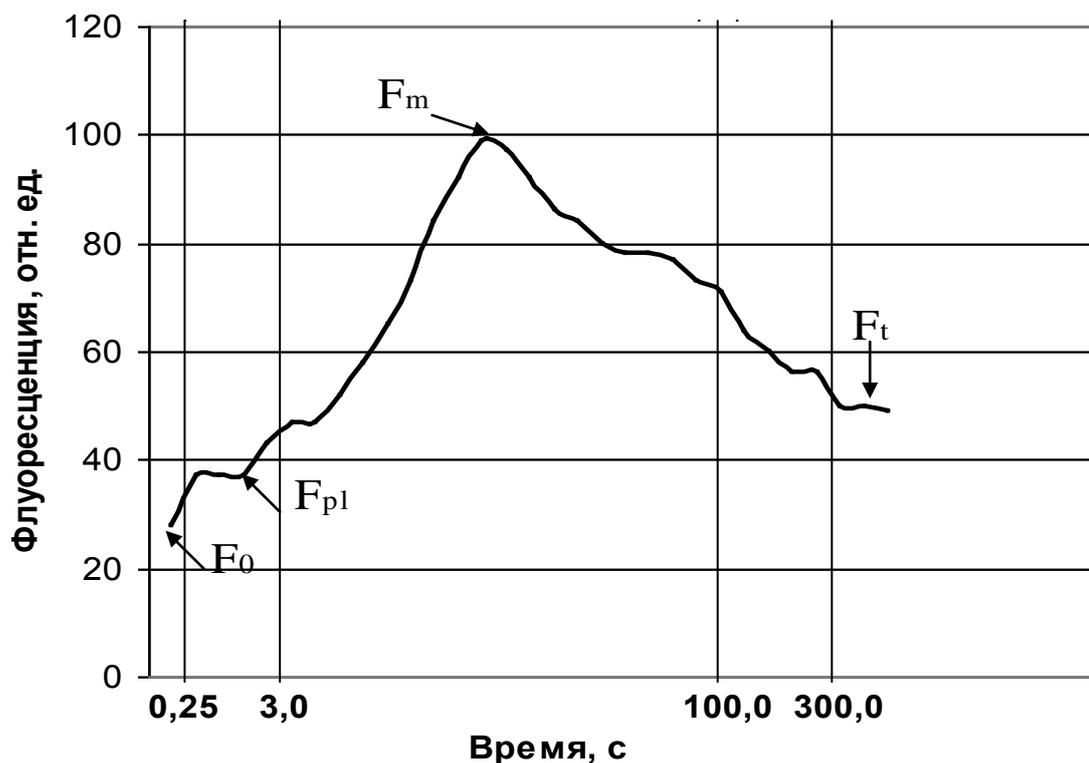
Объекты и методы исследований

Для исследования использованы многолетние растения персика сортов различного эколого-географического происхождения, произрастающие на коллекционном участке Никитского ботанического сада – Национального научного центра (НБС-ННЦ, г. Ялта) в одинаковых климатических и почвенных условиях. Образцы листьев (не менее 8-10 штук с трех коллекционных деревьев) отбирали в несколько этапов: начало формирования плодов (1-2-я декады июня); период наиболее интенсивных метаболических процессов и созревания плодов (1-3-я декады июля); время созревания плодов у основной массы сортов персика и действия повышенной температуры (1-2-я декады августа), прекращение ростовых процессов и усугубление воздушной засухи (1-я декада сентября). Листья срывали в полуденное время (11⁰⁰-13⁰⁰), в период максимальной интенсивности ассимиляционных процессов. После предварительного выдерживания листьев в темноте в течение 20-30 минут в лабораторных условиях производили регистрацию флуоресценции в красной области спектра.

На основании данных портативного прибора «ИФХ-1», разработки центра микроэлектроники, института кибернетики НАНУ (г. Киев), регистрировалась 31 точка, по которым осуществляли построение фотоиндукционной кривой. Фотоиндукционная кривая флуоресценции ФИК нативных листьев обладает несколькими важными свойствами, характеризующими эффективность этапов усвоения поглощенной листьями световой энергии и дальнейшей ее передачи на синтез первичных химических веществ (рис.1). Следует отметить, что кинетика ФИК проявляет немонотонный характер, поэтому полученные ранее закономерности ее изменения и параметры этих изменений связаны с конкретными процессами первичного фотосинтеза, которые указаны в ряде работ по флуориметрии [8,14,20,22].

Один из легко регистрируемых показателей ФИК F_m , косвенно характеризующей величину емкости светопоглащающих структур, способных улавливать и поставлять энергию на реакционные центры фотосинтетических систем листа. Применяется также для объективности интерпретации этих процессов показатель $(F_m - F_o)/F_m$. Поскольку в нативных клетках листьев не весь флуоресцирующий хлорофилл участвует

в фотохимических преобразованиях, процентное отношение фонового уровня его свечения F_0 к максимальному уровню F_m является более существенным и функционально важным показателем, чем взятый отдельно показатель F_m . Из более детальных характеристик ФИК различают показатель $(F_{p1}-F_0)/\Delta F$, связанный с эффективностью прохождения первичных процессов фотосинтеза. Он описан в ряде работ по флуориметрии хлорофилла [9,12], как показатель функционирования



цепи восстановления первичного акцептора электронов.

Рис. 1. Фотоиндукционная кривая флуоресценции нативного листа персика и ее уровни: F_0 – нулевой, фоновый уровень флуоресценции; F_{p1} – промежуточный уровень быстрой фазы кривой, “плато”, указывающей на продолжительность и кинетику начальных фотохимических процессов в листе; F_m – максимальный уровень, соответствующий началу, продуктивных фотосинтетических процессов, фиксации CO_2 и активации ферментов цикла Кальвина; F_t – стационарный уровень флуоресценции, свидетельствующий об установлении стабильного и наиболее интенсивного уровня фотосинтеза; ΔF – переменная флуоресценция, соответствующая разнице максимального и стационарного уровней $(F_m - F_t)$, определяющая способность хлорофиллоносного аппарата к фотосинтезу.

В настоящей работе его применение обусловлено необходимостью установления лимитирующего звена в фотосинтетической цепи преобразования световой энергии в листьях различных сортов персика. Из арсенала показателей ФИК выделяется наиболее информативный - $(F_m - F_t)/F_m$. В данном соотношении присутствует параметр F_t , косвенно свидетельствующий о степени гашения флуоресценции после

фотоиндукционного нарастания свечения до уровня F_m . Вовлечение части пигмент – белковых комплексов и структур в передачу и усвоение световой энергии приводит к уменьшению уровня F_t , что влечет за собой увеличение соотношения $(F_m - F_t)/F_m$. Считается [20], что этот показатель в наибольшей степени характеризует фотохимический потенциал фотосинтезирующего объекта и отражает степень влияния темновых процессов фотосинтеза.

Результаты и обсуждение

Для растений персика характерно наличие двух основных типов плодоносящих побегов – букетные веточки и смешанные побеги. Остальные побеги существенной роли в формировании урожая не играют [6].

Сравнительный анализ динамики фотоактивности тканей у сортов персика с различными типами побегов показаны в виде изменений коэффициента вариации (K_v), показателей ФИК (рис. 2). По величине колебаний наибольшее варьирование проявляет показатель $(F_{PI} - F_o)/\Delta F$. Как правило, его значение отражает способ функционирования хлорофилл-белкового комплекса, участвующего в передаче энергии к реакционным центрам фотосистем. Наличие значительных колебаний является следствием тесной связи комплексов с функционированием ряда светоиндуцированных ферментов [8]. Поскольку букетные веточки расположены, зачастую, в местах с меньшим или лимитированным поступлением света, то их K_v для большинства исследованных сортов превышает аналогичный показатель у смешанных побегов. Наибольшее значение K_v зафиксировано у сортов Чемпион Ранний, Нарядный Никитский, Великолепный. У сортов Великолепный и Нарядный Никитский широкое варьирование ($K_v=31-34\%$) характерно для обоих типов побега.

Преимущественное варьирование показателя $(F_{PI} - F_o)/\Delta F$ зафиксировано на букетных веточках в пределах 38-47 % у сортов Крымский Фейерверк и Чемпион Ранний. Большинство же исследованных сортов проявили свойство высокого варьирования ($K_v > 18\%$) для обоих типов побега, и при анализе фотоактивности тканей следует учитывать это обстоятельство.

Одним из наиболее информативных показателей в структуре фотосинтетического аппарата является показатель F_m , отражающий относительную величину пула светопоглощающих комплексов.

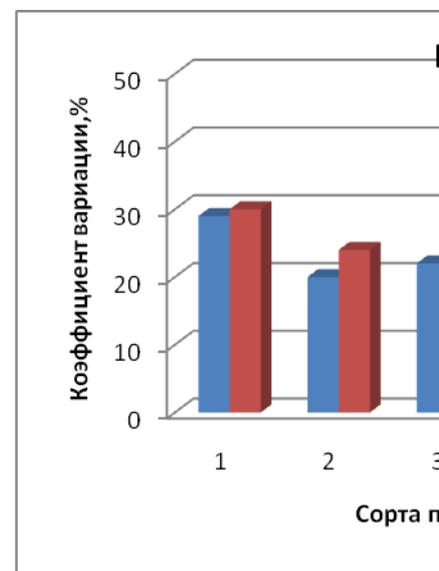
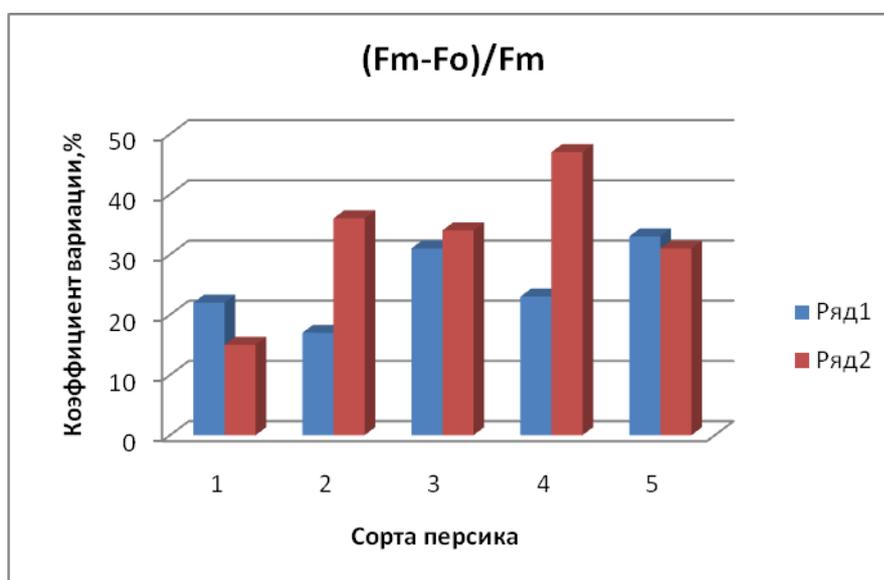
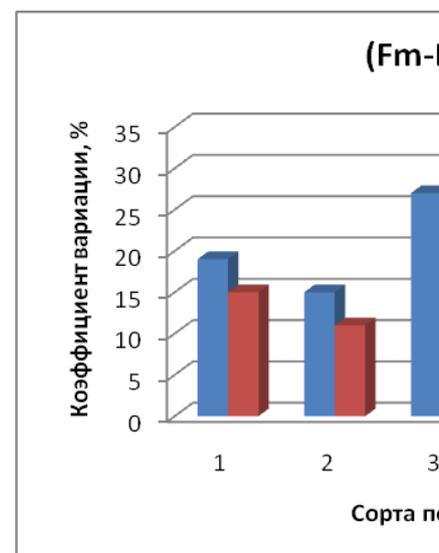
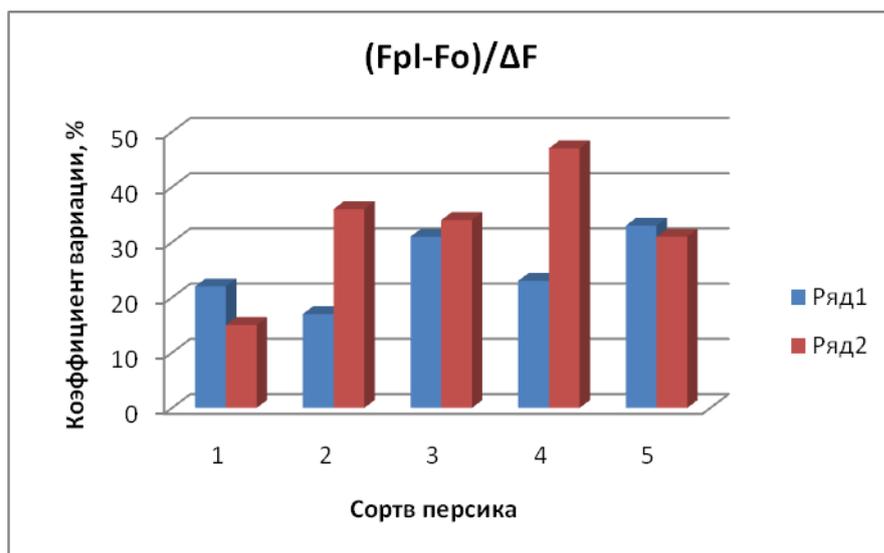


Рис. 2. Варьирование показателей фотосинтетической активности листьев персика в зависимости от сорта (1 – Гагаринский, 2 – Крымский Фейерверк; 3 – Великолепный; 4 – Чемпион Ранний; 5 – Нарядный Никитский) и типа побега (Ряд 1 – смешанный побег; Ряд 2 – букетная веточка).

В среднем для всех сортов значение K_b определяется в пределах 18-22%, что является достаточно высоким. По максимуму K_b (46%) выделяются букетные веточки сорта Чемпион Ранний. В основном высокому варьированию показателя F_m подвержены листья, расположенные на букетных веточках. В приемлемых интервалах для анализа фотоактивности K_b (до 20%) находятся показатели листового аппарата смешанных побегов сорта Великолепный, Крымский Фейерверк, Чемпион Ранний, Нарядный Никитский. Поэтому наиболее объективная характеристика фотоактивности по показателю F_m может вестись на листьях смешанных побегов. Вероятно, большой разброс фотоактивности букетных веточек связан с сортовыми особенностями растений и недостаточной сформированностью фотосинтетического аппарата в этот период исследований. Более надежными, судя по диаграммам распределения варьирования по сортам и типам побегов, позволяющими характеризовать фотоактивность, являются показатели $(F_m - F_o)/F_m$ и $(F_m - F_t)/F_m$. Размах варьирования по первому показателю для обоих типов побега лишь у некоторых сортов превышал 20 %, а для большинства сортов K_b колебался в пределах 8-13 %.

Несколько выше K_b у сортов персика для показателя $(F_m - F_t)/F_m$. Однако за исключением сорта Великолепный, у которого K_b для смешанных побегов составлял 27%, а букетных веточек – 34%, все остальные располагались на уровне, который не превышал 20%. В некоторых случаях высокая степень варьирования может свидетельствовать о недостаточной стабильности в функционировании фотосинтетического аппарата. Данные по урожайности сортов персика (табл. 1) в определенной мере соответствует этому. Так, к примеру, сорт Великолепный, проявивший по нескольким показателям фотоактивности высокую степень варьирования, по сравнению с более стабильным сортом Нарядный Никитский, является в 5 раз менее урожайным. Также более урожайный сорт Крымский Фейерверк превалирует над другими сортами не только по урожайности, но и по стабильности показателей фотоактивности листового аппарата.

При сравнительном анализе фотоактивности тканей листьев персика необходимо использовать показатели $(F_m - F_o)/F_m$ и $(F_m - F_t)/F_m$, полученные от смешанных побегов. В оценке сортов с преимущественным плодоношением на букетных веточках, необходим поиск периода наиболее стабильного в функционировании листьев этого типа побега. Важной информационной характеристикой при отборе сортов персика по фотоактивности является ее динамика в процессе созревания плодов (табл. 2).

При сравнении использовали два наиболее изученных по свойствам фотосинтетического аппарата [15] сорта персика Бархатистый и Советский. На протяжении периода измерений значения показателя F_m соответствовало характеру изменений, происходящих с формой ФИК.

Таблица 1

Урожайность сортов персика, находящихся в коллекционных насаждениях (ЮБК, 2007 г.)

№	Сорт	Средняя масса плодов, г	Среднее количество плодов на дереве, шт	Урожайность, кг/дер
1.	Чемпион Ранний	128	45	5,76
2.	Нарядный Никитский	96	275	26,4
3.	Советский	90	100	6,0
4.	Лаг-Санагян	86	115	9,9
5.	Бекетовский	90	94	8,4
6.	Мечта	100	210	21
7.	Краса Кавказа	133	18	2,4
8.	Зердаби	154	55	8,4
9.	Гагаринский	116	40	4,6
10.	Крымский Фейерверк	75	150	11,3
11.	Великолепный	107	48	5,1

У сорта Бархатистый наибольшее значение показателя F_m зафиксировано во 2-3-й декадах июня, так же, как и у сорта Советский, но нарастание к его максимуму у сорта Бархатистый происходило в среднем в 1,4 раза стремительнее, чем за аналогичный период у сорта Советский. Судя по показателю F_m , к моменту созревания плодов (3-я декада июня – 1-я декада августа) пигментная светопоглощающая система листа у обоих сортов персика максимально подготовлена к обеспечению фотосинтеза световой энергией.

Показатель F_m дает представление о потенциальных возможностях пигментной системы, но не об эффективности ее дальнейшего функционирования. Это подтверждается динамикой показателя $(F_m - F_o)/F_m$, который более объективно, по сравнению с показателем F_m отражает вклад в фотосинтетические преобразования функционально активного хлорофилла. Максимально этот показатель возрастает у анализируемых сортов в конце июня и начале июля, но в дальнейшем, до созревания плодов, остается практически неизменным. Если учесть, что показатель F_m , доля которого в показателе $(F_m - F_o)/F_m$ составляет во все анализируемые периоды более 50% для обоих сортов персика, то зафиксированное потенциальное преимущество его в показателях F_m у сорта Бархатистый в течение созревания плодов не реализуется.

Объективно функционирование фотосинтетического аппарата раскрывается на основе изменений в первичных процессах переноса и

передачи хлорофилл-белковыми комплексами уловленной световой энергии листьями, о чем свидетельствует показатель $(F_{pi}-F_o)/\Delta F$. Чем меньше значение этого показателя, тем более продуктивно расходуется поглощенная энергия [12]. У сорта Бархатистый значение показателя уменьшается к началу (1-я декада июля) почти на 80% по сравнению с 1-й декадой июня, и лишь незначительно ухудшается (65-67%) в период созревания плодов (3-я декада июня). Менее динамично развивается этот процесс у сорта Советский, снижаясь на 40-59% от начала июня до середины июля. К моменту созревания плодов у этого сорта (1-я декада августа) показатель $(F_{pi}-F_o)/\Delta F$ увеличивается и практически соответствует по значению изначальному периоду измерения (1-я декада июня). В методическом аспекте важно, что в колебаниях показателя $(F_{pi}-F_o)/\Delta F$ отмечаются два лимитирующих периода, соответственно, 2-я декада июня и 2-я декада августа. В это время статистически значимо превышение по указанному показателю листьев сорта Бархатистый над листьями сорта Советский.

Качественные изменения, происходящие на уровне фотосинтетического аппарата в течение созревания плодов, будут неполными без анализа показателя $(F_m-F_t)/F_m$, который в этот период у обоих сортов имеет два максимума. Однако, если первый максимум одинаково проявляется в середине июня (2-я декада), то второй у сорта Бархатистый смещен ближе к середине августа (2-я декада) в отличие от июльского среднедекадного его увеличения у сорта Советский. Фактически это может означать, что во время, соответствующее первому максимуму, процессы эффективной передачи усвоенной энергии направлены на формирование урожая или накопление вегетативной массы.

Таблица 2

Динамика показателей фотоиндукционной кривой флуоресценции листьев персика в процессе созревания плодов

Показатели фотоиндукционной кривой	Величина показателей ФИК в различные периоды вегетации, отн. ед.							
	июнь		июль			август		сентябрь
	I декада	II декада	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада	I декада
с. Бархатистый								
F_m	11±3	26±4	30±5	39±6	39±6	14±2	22±6	20±4
$(F_m-F_o)/F_m$	58±7	70±2	67±5	61±5	60±3	58±8	67±6	53±5
$(F_{pi}-F_o)/\Delta F$	1,1±0,2	0,3±0,1	0,2±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,6±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1
$(F_m-F_t)/F_m$	23±5	58±4	47±9	36±6	35±2	35±2	46±7	31±3
с. Советский								
F_m	12±1	19±2	22±3	30±7	36±3	11±2	13±2	24±2
$(F_m-F_o)/F_m$	61±3	69±2	66±2	59±6	60±4	58±7	61±4	63±2
$(F_{pi}-F_o)/\Delta F$	0,7±0,1	0,4±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,4±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1	0,4±0,1
$(F_m-F_t)/F_m$	36±3	42±3	31±2	43±8	35±6	31±6	27±2	34±6

В этот же период зафиксированы различия между исследуемыми сортами персика в значениях показателя $(F_m - F_t)/F_m$ и чем они больше, тем эффективнее функционирует фотосинтетический аппарат в отношении усвоения энергии. У листьев сорта Бархатистый в этот период превалирование показателя над листьями сорта Советский достигает 1,2-1,4 единиц. Последующие увеличения значений показателя $(F_m - F_t)/F_m$ (второй максимум) могут объясняться, по-видимому, активацией эффективности функционирования фотосинтетического аппарата, которая в этот период обусловлена повышением температуры окружающей среды. Изучение динамики показателей ФИК листьев двух сортов персика Бархатистый и Советский в течение созревания плодов показывают, что функциональное состояние их фотосинтетического аппарата может изменяться в зависимости от сортовых особенностей, периодов метаболических и температурных нагрузок, что очень важно при выборе интегральной характеристики потенциальной продуктивности растений, в том числе и по фотоактивности листового аппарата.

Для выявления особенностей фотоактивности листового аппарата была проведена регистрация показателей ФИК на расширенном ассортименте персика (табл. 3) в период созревания плодов.

Таблица 3

Основные показатели фотоактивности тканей листьев персика в период созревания плодов

№	Сорт	Показатели ФИК, отн. ед			
		F_m	$(F_m - F_o)/F_m$	$(F_m - F_t)/F_m$	$(F_{pl} - F_o)/\Delta F$
1.	Спринголд	125±24	64±4	56±9	0,13±0,03
2.	Мечта	95±24	63±8	51±7	0,14±0,03
3.	Гармония	87±17	62±5	49±7	0,16±0,03
4.	Юбилейный Ранний	97±17	59±6	54±5	0,17±0,03
5.	Sun German	74±20	54±10	42±6	0,22±0,05
6.	Назели	94±21	53±7	49±8	0,19±0,04
7.	Бархатистый	70±25	56±13	39±10	0,28±0,12
8.	Лаг-Санагян	57±19	59±7	48±9	0,24±0,08
9.	Ферганский Белый	102±28	66±9	52±9	0,20±0,10

По показателю F_m выделяются контрастные сорта Спринголд и Ферганский Белый, обладающие наиболее высокими его значениями, а также сорт Лаг-Санагян, проявивший самую низкую способность к светопоглощению. Остальные сорта ранжированы по среднему значению показателя F_m следующим образом: Юбилейный Ранний, Мечта, Назели, Гармония, Sun German, Бархатистый. Высокая способность к светопоглощению у сортов Спринголд и Ферганский Белый, также дополняется наличием большой доли (более 60%) фотосинтетически активного хлорофилла (показатель $(F_m - F_o)/F_m$). Отмечается меньшая доля фотосинтетически активных молекул хлорофилла у сортов Назели и Бархатистый по сравнению с другими сортами. Четкой связи между

значениями F_m и $(F_m - F_o)/F_m$ у большинства исследованных сортов не отмечено. Вероятно, механизм формирования фотосинтетической активности ассимиляционного аппарата к моменту созревания плодов складывается на основе факторов, доминирующих по влиянию над сортовыми особенностями. На проявление фотоактивности также сказывается влияние темновых реакций, отраженных в значениях показателя $(F_m - F_t)/F_m$. У сортов Спринголд, Ферганский Белый и Юбилейный Ранний наличие относительно большего количества поступившей в реакционные центры энергии (повышенное значение F_m) и активной доли молекул хлорофилла (>60%) успешно реализуется в дальнейших темновых процессах запасаения энергии. Более половины (52-56%) энергетических ресурсов, поступающих от поглощения светособирающим комплексом листьями указанных сортов, используется здесь в темновых реакциях, о чем свидетельствуют значения показателя $(F_m - F_t)/F_m$.

Высокий потенциал фотосинтетической активности поддерживается также наличием комплексов способных эффективно передавать энергию на уровне первичного акцептора электронов. Разница в степени этой эффективности, которая фиксируется на основе показателя $(F_{pl} - F_o)/\Delta F$, для контрастных сортов составляет 50-53%. Поэтому наиболее информативными из всех показателей фотоактивности тканей является показатель эффективности функционирования структур участвующих в восстановлении первичного акцептора электронов. На основе значений этого показателя выделены перспективные сорта: Спринголд, Юбилейный Ранний, Ферганский Белый. В отношении других сортов из-за высокой вариабельности большинства показателей фотоактивности ассимиляционного аппарата не удастся однозначно ранжировать их по степени потенциальной продуктивности.

Из мутантных форм персика, полученных А.В. Смыковым [6] от облучения почек сорта Советский, который является контрольным для них, ранжированы и выделены представители с контрастными свойствами (табл. 4).

Таблица 4

Фотоактивность тканей мутантных форм персика в период экстремальных условий среды произрастания (август-сентябрь, 2001 г.)

№	Сорт, форма	Показатели ФИК, отн. ед			
		F_m	$(F_m - F_o)/F_m$	$(F_m - F_t)/F_m$	$(F_{pl} - F_o)/\Delta F$
1.	Ф 39-199	20±8	80±11	32±6	0,83±0,10
2.	Ф 37-12	16±5	57±8	21±4	0,67±0,09
3.	Ф 37-16	23±2	75±4	36±6	0,43±0,04
4.	Ф 36-227	24±6	80±5	29±4	0,82±0,06
5.	Ф 40-14	28±2	90±8	36±11	0,23±0,11
6.	Ф 34-224	30±5	90±3	51±15	0,37±0,08
7.	Ф 64-164	22±8	77±8	28±7	0,66±0,07
8.	Ф 40-16	19±2	79±4	24±6	0,97±0,11

9.	с. Советский	20±4	71±5	26±3	0,77±0,06
----	--------------	------	------	------	-----------

По показателю F_m выделяются формы Ф 34-224 и Ф 40-14, обладающие несколько повышенной светопоглощающей способностью, которая в 1,5 раза превалирует над показателями сорта Советский. Оставшаяся часть форм по величине F_m ничем не отличается от контроля и, следовательно, не выделяется по количеству светопоглощающих элементов. Дальнейший анализ фотосинтетической активности форм персика показывает, что вовлеченность хлорофиллоносного аппарата в продуктивные процессы фотосинтеза довольно высокая. У большинства форм, как и у контроля, показатель $(F_m - F_0)/F_m$ достигает 75-80%. Это может означать, что значительная часть хлорофилла у форм находится в активном состоянии, и лишь у формы Ф 37-12 этот показатель превышает чуть более половины (57%) из всего количества светопоглощающих молекул хлорофилла. Такой факт можно интерпретировать, как повышенную чувствительность фотосинтетического аппарата и его хлорофиллсодержащих мембран к внешним факторам среды. Наличие высокого уровня фоновой флуоресценции (уровень F_0) характерно для листьев подвергшихся воздействию температурного стресса или же в результате блокирования цепи транспорта электронов между фотосистемами [8,21,23]. Более существенное влияние на фотоактивность фотосинтетического аппарата оказывает состояние комплексов, участвующих в процессе передачи поглощенной энергии к реакционным центрам двух фотосистем листа. Их состояние косвенно отражено в значениях показателя $(F_{pl} - F_0)/\Delta F$. Чем ниже его значение, тем меньше количество комплексов находится в фотосинтетически неактивном состоянии. Из табл. 4 видно, что у форм Ф 34-224 и Ф 40-14 преимущество, основанное на повышенном содержании пула светопоглощающих элементов (F_m) и более интенсивной вовлеченностью хлорофилл-пигментных комплексов в процессе первичной передачи энергии $((F_m - F_0)/F_m)$, реализуется и в более эффективном (в 2,1-3,3 раза) по сравнению с контролем транспорте энергии.

Большинство мутантных форм, как и исходный сорт Советский проявляют по анализируемому показателю более низкую способность к фотоактивности, чем выделенные формы, что, вероятно свидетельствует о лимитирующем звене в структуре фотосинтетического аппарата. По показателю $(F_m - F_t)/F_m$ большинство форм приближены по свойствам к сорту Советский. Выделяются формы Ф 34-224 и Ф 37-16. У этих форм световая энергия более эффективно в 1,5-2 раза по сравнению с контролем и другими формами, используется в темновых реакциях фотосинтеза. У формы Ф 34-224 высокая фотоактивность подтверждается комплексом свойств, начиная с потенциально высокого пула светопоглощающих комплексов и заканчивая продуктивным распределением поглощенной энергии в фотохимических реакциях фотосинтеза. Форма Ф 37-12 также является перспективной по фотоактивности, поскольку ее пигментный

аппарат, не обладая преимуществом в светопоглощении, все же функционирует на поздних этапах первичных процессов фотосинтеза наиболее продуктивно.

Выводы

Определение фотосинтетической активности тканей интактных листьев сортов и форм персика во время вегетации является одной из важных характеристик механизма формирования потенциальной продуктивности растений. Методически это свойство объективно оценивается на основе анализа свойств фотосинтетического аппарата, включающих флуориметрические параметры процессов поглощения световой энергии, ее передачи на комплексы по транспорту и дальнейшей эффективной утилизации в темновых реакциях. Принципы оценки фотоактивности предусматривают определение наиболее информативного периода анализа показателей, который в условиях проводимых экспериментов выделен, как время созревания плодов. Отбор материала также включает его дифференциацию по расположению на различных типах плодовых побегов. В практическом отношении выделены сорта и мутантные формы персика, обладающие высокой степенью фотоактивности листового аппарата, что позволяет расширить селекционные возможности в создании сортов интенсивного типа со стабильной реальной продуктивностью.

Выявленная информативность показателей фотоактивности позволяет продолжить исследования по изменению свойств фотосинтетического аппарата в условиях повышенной температуры и засухи.

Список литературы

1. Алиев Д.А., Керимов С.Х., Гулиев Н.М., Ахмедов А. А. Особенности метаболизма углевода у генотипов пшеницы, контрастных по фотосинтетическим признакам // Физиол. раст. – 1996. – Т. 43, № 1. – С. 49–56.
2. Беденко В.П., Сидоренко О.И. Взаимосвязь показателей фотосинтеза с зерновой продуктивностью у различных генотипов пшеницы и эгилопса // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1994. – Т. 26, № 4. – С. 360–367.
3. Воронин П.Ю., Ефимцев Е.И., Васильев А.А., Ватковский О.С., Мокроносов А.Т. Проективное содержание хлорофилла и биоразнообразие растительности основных ботанико-географических зон России // Физиол. раст. – 1995. – Т. 42, № 2. – С. 295–302.
4. Воронин П.Ю., Макеев А.В., Гукасян И.А., Васильев А.А., Терентьев Е.В., Мокроносов А.Т. Хлорофилльный индекс и ежегодный

фотосинтетический сток углерода в сфагновые ассоциации // Физиол. раст. – 1997. – Т. 44. № 1 – С. 31–39.

5. Заморський В.В., Обіход Л.С., Цирта В.С. Продуктивність яблуні на вегетативних підщепах у Лісостепу // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 2. – С. 23–24.

6. Интенсификация селекции плодовых культур: Сб. научн. трудов. – Ялта, 1991. – Т. 118. – 216 с.

7. Караваев В.А., Солнцев М.К., Юрина Т.П., Юрина Е.В., Кукушкина М.А., Екобена Ф.А. Люминесцентные показатели и фотосинтез листьев пшеницы в условиях различного минерального питания // Физиол. раст. – 1997. – Т. 44.- № 1 – С. 20–23.

8. Карапетян Н.В., Бухов Н.Г. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений // Физиол. раст. – 1986. – Т. 33, Вып. 5. – С. 1013–1026.

9. Корнеев Д.Ю., Кочубей С.М. Изучение Q_B – восстанавливающих комплексов фотосистемы 2 с помощью индукции флуоресценции хлорофилла // Физиол. раст. – 2000. – Т. 32, № 1 – С. 20–24.

10. Кочубей С.М. Физико-химические процессы фотосинтеза: история исследований и современное состояние // Физиол. и биох. культ. раст. – 1996. – Т.28, № 1-2. – С. 73–88.

11. Кукушкин А.К., Тихонов А.Н. Лекции по биофизике фотосинтеза растений. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 320 с.

12. Куфрик Г.И., Корнеев Д.Ю., Кочубей С.М. Изучение пространственного расположения комплексов фотосистемы 2, вызываемых фосфолированием мембранных белков хлоропластов мезофилла кукурузы // Физиол. и биох. культ. раст. – 1997. – Т. 29, № 6. – С. 413–418.

13. Моргун В.Н., Сурдо В.А., Белоног Н.П. Сравнение энергетической эффективности фотосинтеза растений: сходство тенелюбивых видов и высокоурожайных сортов // Физиол. раст. – 1997. – Т. 44, № 6. – С. 847–853.

14. Нестеренко Т.В., Сидько Ф.Я. О количественном описании медленной индукции флуоресценции хлорофилла в онтогенезе листьев высших растений // Физиол. раст. – 1993. – Т. 40, № 1. – С. 10–15.

15. Смыков А.В., Лукьянова Н.М., Иващенко Ю.В. Оценка особенностей фотосинтетического аппарата в диагностике продуктивности плодовых культур // Основные направления и методы селекции семенных культур: Сб. междун. научно-метод. конфер.– Орел, 2001. – С. 88–89.

16. Стасик О.О., Григорюк И.А. Влияние высокотемпературного стресса на водный режим, фотосинтез и фотодыхание в листьях проростков разных по засухоустойчивости сортов озимой пшеницы // Физиол. и биох. культ. раст. – 2000. – Т. 32, № 3. – С. 171–178.

17. Таран Н.Ю. Каротиноїди фотосинтетичних тканин за умов посухи // Физиол. и биох. культ. раст. – 1999. – Т. 31, № 6. – С. 414–422.

18. Цельникер Ю.Л., Малкина И.С. Хлорофилльный индекс как показатель годичной аккумуляции углерода древостоями леса // Физиол. раст. – 1994. – Т. 41, № 3. – С. 325–330.

19. Чайка М.Т., Кабашникова Л.Ф., Климович А.С., Михайлова С.А. Физиологические аспекты формирования фотосинтетического аппарата хлебных злаков, определяющие их продуктивность и устойчивость к внешним воздействиям // Физиол. и биох. культ. раст. – 1995. – Т. 27. - № 1-2. – С. 77–85.

20. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C_3 и C_4 растений: механизмы и регуляция. – М.: Мир, 1986. – 598 с.

21. Bilger W., Schreiber U. Chlorophyll luminescence as an indicator of stress-induced damage to the photosynthetic apparatus. Effects of heat-stress in isolated chloroplasts // Photosynth. Res. – 1990. – 25, № 3. – P. 161–171.

22. Buschmann C. Fluoreszenz und Wärmeabstrahlung bei Pflanzen in der Photosyntheseforschung // Naturwissenschaften. - 1986. - 73. - S. 691–699.

23. Sinsawat V., Fracheboud Y., Stamp P. Actlimation of Photosynthesis to heat strees in mixie (*Zea mays* L.) Seedlings developed under high growth temperature // Bulg. G. Plant Physiol. – 1998. – P. 284.

24. Tsonev T., Simidjcev I., Georgieva K., Velikova V., Yordanov Y., Cseh Z., Garab G. Heat – induced changes in the chlorophyll fluorescence of pea chloroplast // Докл. Болг. АН. – 2000. – Т. 53, № 6. – С. 99–102.

Valuation of peach varieties and forms according to the degree of photosynthesis apparatus activities: methodical aspects

Ivashchenko Yu.V.

Data about leave photoactivity of peach varieties and forms according to the dimension of fluoremtric indexes has been given. The most favourable periods for making diagnostics and selection of the plants perspective in their potential productivity has been determind. Recommendations for using the most informative fluoremtric indexes in the valuation of photoactivity of photosynthesis apparatus have been given.