

УДК 634.25:631.526.3:58.032

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-134-101-108

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА ЛИСТЬЕВ ПЕРСИКА В ПРОЦЕССЕ ЗАВЯДАНИЯ

**Анатолий Владимирович Смыков, Ольга Степановна Федорова,
Юлия Александровна Иващенко, Наталья Васильевна Месяц**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: selectfruit@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований по определению засухоустойчивости сортов персика к засухе по водоудерживающей способности листьев и с учетом интенсивности флуоресценции хлорофилла в процессе завядания. Было выявлено, что сорта различно реагировали на засуху. У исследуемых сортов прослеживалась высокая корреляционная зависимость показателей флуоресценции хлорофилла листьев и содержания влаги (0,7 - 0,9). По комплексу показателей выделился сорт Меркурий, который медленнее отдавал влагу, лучше восстанавливал листовую поверхность, характеризовался лучшими фотосинтетическими показателями и является перспективным для выращивания в районах с недостаточным водообеспечением.

Ключевые слова: персик; фотоактивность; устойчивость к засухе; листовая пластинка; тургесцентность

Введение

Плоды персика – ценный продукт питания человека. Мякоть их сочная, ароматная, освежающая, с гармоничным вкусом и высоким содержанием биологически ценных веществ. Плоды используют в свежем виде и перерабатывают на сок, компот, варенье, мармелад, цукаты, а также сушат. Один килограмм свежих плодов содержит 450–500 ккал [10].

Основные зоны промышленного производства персика расположены на территориях умеренного климата между 45° с. ш. и 30° ю. ш. В целом персик культура очень пластичная, благодаря чему широко распространилась во многих странах и континентах мира, хорошо приспособилась к различным климатическим условиям, включая защищенный грунт [2]. Персик относится к засухоустойчивым растениям, но отмечается его требовательность к условиям увлажнения [7, 11]. Учитывая тот факт, что на Южном берегу Крыма абсолютный максимум температуры воздуха составляет 39,0°C, а на почве температуры поднимаются до 47,3°C, растения значительную часть вегетационного периода могут подвергаться воздействию как водного, так и гипертермического стрессора [9].

Одной из основных причин низкой продуктивности и гибели плодовых растений в южных районах является недостаточная их устойчивость к засухе. В связи с особенностями погодных условий юга Крыма первостепенное значение приобретают вопросы водного режима и засухоустойчивости персика. Известно, что во время засухи у растений в начале происходят функциональные нарушения в виде снижения тургесцентности и пожелтения листовой пластинки, а в последующем – опадение значительной части плодов и листьев [5]. При более глубоком нарушении водного режима наблюдаются отклонения в процессе метаболизма, что отрицательно сказывается на общей продуктивности растений [6].

Ряд авторов указывает на необратимые нарушения функционального состояния фотосинтетического аппарата в то время, когда действие стрессового фактора превышает адаптационные способности листового аппарата [1, 14]. Со временем это выражается в виде завядания растений или необратимого повреждения тканей листа. Одним из общепринятых индикаторов состояния растений служит оценка изменений эффективности первичных процессов фотосинтеза в ответ на воздействие окружающей среды [4, 15]. Значение этого показателя определяется важностью фотосинтетической функции в жизни растения и высокой чувствительностью фотосинтетического аппарата к повреждающему воздействию. Нарушение в первичных процессах фотосинтеза вызывает изменение флуоресценции хлорофилла, которое появляется задолго до видимого ухудшения физиологического состояния растения. Измерение флуоресценции хлорофилла считается быстрым и информативным методом, широко используемым для диагностики состояния растений [12, 13]. Исходя из этого, актуальным вопросом является определение изменения функционального состояния листьев в процессе завядания и последующего восстановления тургора тканей.

Целью работы являлось изучение влияния потерь влаги в процессе завядания на интенсивность флуоресценции хлорофилла листьев персика и выявление сортов и форм с высокой потенциальной засухоустойчивостью.

Объекты и методы исследования

Для эксперимента брали листья трех сортов персика селекции Никитского ботанического сада, включенные в Реестр сортов растений РФ: Крымский Шедевр, Меркурий, Подарок Лике. Они характеризуются комплексом хозяйственно ценных признаков. У сортов Меркурий и Подарок Лике высокая урожайность. По адаптивным показателям сорта Крымский Шедевр и Меркурий отличаются повышенной устойчивостью к курчавости листьев, а сорт Подарок Лике – повышенной морозостойкостью цветковых почек. Регистрацию флуоресценции хлорофилла проводили на портативном флуориметре «Флоротест», разработанном в Украине в 2010 г. Основой измерений являлись показатели кривой индукции флуоресценции хлорофилла (эффект Каутского), полученной на нативных листьях. В ходе экспериментов анализировали общепринятые показатели кривой, такие как начальный уровень флуоресценции (F_0), максимальное (F_m) и квазистационарное (F_{st}) значения индукции флуоресценции. Данные прибора позволили рассчитать переменную флуоресценцию – ($F_v = F_m - F_0$), фотосинтетическую активность (ФА) – $(F_m - F_{st})/F_m$, коэффициент спада флуоресценции – F_m / F_{st} и эффективность первичных реакций фотосинтеза – F_v/F_0 [1, 16]. Показатели потерь влаги в процессе завядания определяли по общепринятой методике [3]. Исследования проводили в третьей декаде сентября 2015 г. и первой декаде августа 2016 г. В сентябре 2015 г. среднесуточная температура воздуха была по данным метеостанции "Никитский сад" 22,4 °С, что на 4,0 °С выше нормы и сумма осадков – 46,4 мм (ниже нормы на 4,6 мм) (табл.1). В августе 2016 г. наблюдали преимущественно жаркую, временами очень жаркую, с осадками погоду. В первой декаде были отмечены суховеи. Средняя температура воздуха за месяц была на 3,2 °С выше нормы и составила 25,8 °С (табл. 2). Максимальная температура достигала 34,2 °С (10 августа). Осадков выпало выше нормы на 49,5 мм, максимальное их количество было 13 августа (35,5 мм).

Таблица 1

**Агрометеорологические показатели условий проведения эксперимента, июль-сентябрь,
г. Ялта, 2015-16 гг.**

Агрометеорологические показатели	Июль		Август		Сентябрь	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Средняя температура воздуха, °С	24	24,8	25,5	25,8	22,4	19,9
Максимальная температура воздуха, °С	32,9	33,4	35,5	34,2	32,4	29,4
Сумма осадков, мм	15,6	57,7	19,4	80,5	46,4	4,5
Минимальная влажность воздуха, %	34	35	20	30	28	33
Максимальная температура на почве, °С	62	60	58	61	56	52
Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм	38 (25 % НВ)	22 (14% НВ)	26 (17 % НВ)	31 (20% НВ)	25 (16 % НВ)	10 (6% НВ)
Сила ветра, м	5/12	6/12	6/13	5/11	5/11	7/14

Результаты и обсуждение

В начале эксперимента листья всех исследуемых объектов были насыщены до 100% влажности. В дальнейшем, все листья подвергались постепенному естественному завяданию в лабораторных условиях при комнатной температуре.

Флуоресценция при физиологически оптимальных температурах испускается преимущественно реакционными центрами хлорофилла *a* фотосистемы-2 (ФС-2) в области длин волн 670–750 нм. Известно, что флуоресценция является неизменным спутником фотосинтеза, и ее уровень зависит от интенсивности фотохимических процессов в обратной пропорции: чем меньше фотохимическая работа, тем выше флуоресценция. Слабая флуоресценция типична для жизнеспособной ФС-2 и сильная – для ослабленной или ингибированной ФС-2 [8].

Проведенные измерения показали (табл. 2, 3), что листья персика в процессе завядания теряют максимальное количество влаги (32,6-55,8 %) в течение 24 часов. Также за этот период завядания зафиксировано сильное варьирование показателя восстановления тургора листьями персика (9-80%). Дальнейший анализ динамики показателей водного режима, в комплексе с показателями флуоресценции листьев, позволил установить существенные различия между сортами персика.

Таблица 2

Изменения показателей флуоресценции листьев персика и водного режима в течение различных периодов завядания (30 сентября 2015 г.)

Режим увядания	F_0	F_m	F_{st}	$F_v (F_m - F_0)$ A	F_v / F_0 B	$\Phi A (F_m - F_{st}) / F_m$ C	F_m / F_{st} D	Содержание влаги в листе, % E	% восстановления листьев
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Крымский Шедевр									
До насыщения	373,3	1621,3	505,7	1248	3,34	0,69	3,21		
После насыщения	304	1237,3	368	933,3	3,07	0,7	3,36	100	
8 ч потери влаги	416	1573,3	506,7	1157,3	2,78	0,68	3,1	86,6	
24 ч потери влаги	213,3	576	304	362,7	1,70	0,47	1,89	67,4	
После восстановления	218,7	512	240	293,3	1,34	0,53	2,13		77
Кoeffициент корреляции: AE – 0,76; BE – 0,97; CE – 0,94; DE – 0,96									
Меркурий									
До насыщения	400	1717,3	560	1317,3	3,29	0,67	3,07		
После насыщения	282,7	1210,7	352	928	3,28	0,71	3,44	100	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8 ч потери влаги	464	1893,3	581,3	1429,3	3,08	0,69	3,26	86	
24 ч потери влаги	282,7	778,7	346,7	496	1,75	0,55	2,25	62,9	
После восстановления	389,3	1061,3	421,3	672	1,73	0,6	2,52		71
Коэффициент корреляции: AE – 0,58; BE – 0,96; CE – 0,96; DE – 0,97									
Подарок Лике									
До насыщения	309,3	1349,3	442,7	1040	3,36	0,67	3,05		
После насыщения	330,7	1296	410,7	965,3	2,92	0,68	3,16	100	
8 ч потери влаги	389,3	1493,3	469,3	1104	2,84	0,69	3,18	76	
24 ч -//-	272	629,3	528	357,3	1,31	0,16	1,19	50,9	
После восстановления	181,3	261,3	202,7	80	0,44	0,22	1,29		19
Коэффициент корреляции: AE – 0,77; BE – 0,89; CE – 0,86; DE – 0,87									

В третьей декаде сентября 2015 г. в ходе исследования определили, что у сорта Крымский Шедевр максимальные показания фотосинтетической активности ФА и коэффициент спада флуоресценции были при полном насыщении влагой (0,7 и 3,36 соответственно), а максимальная эффективность первичных реакций фотосинтеза отмечена еще до насыщения влагой (3,34). При снижении влажности листьев на 13,4 % через 8 часов все показатели флуоресценции уменьшаются на 3-9 %. За 24 часа завядания листья сорта Крымский Шедевр потеряли 32,6 % влаги и показатели флуоресценции упали на 32-44 %. Такие потери влаги оказались не критическими и листья восстановили тургор на 77 %.

У сорта Меркурий механизм действия фотосинтетического аппарата в стрессовой ситуации аналогичный с сортом Крымский Шедевр. Максимальные показания фотосинтетической активности ФА и коэффициент спада флуоресценции были при полном насыщении влагой (0,71 и 3,44 соответственно), а максимальная эффективность первичных реакций фотосинтеза отмечена еще до насыщения влагой (3,29). Через 8 часов потери влаги листьев составили 14 %, а показатели флуоресценции уменьшились на 3-6 %. За 24 часа листья сорта Меркурий потеряли 37,1 % влаги и снизили фотосинтетическую активность, коэффициент спада флуоресценции и эффективность первичных реакций фотосинтеза на 22-46 %. Восстановление тургора тканей после стрессового завядания было высоким – 71 %.

У сорта Подарок Лике максимальная эффективность первичных реакций фотосинтеза отмечена еще до насыщения влагой (3,36), а показания фотосинтетической активности ФА и коэффициент спада флуоресценции были максимальными через 8 часов завядания при потерях влаги 24 % (0,69 и 3,18 соответственно). За 24 часа завядания сильно снизилось содержание влаги в листьях (на 49,1 %) и показатели флуоресценции резко упали на 55-76 %. Восстановление тургора тканей было низким – 19 %.

В первой декаде августа 2016 г. в результате опыта определили, что у всех исследуемых сортов Крымский Шедевр, Меркурий и Подарок Лике максимальные показатели флуоресценции были при полном насыщении влагой. У сорта Крымский Шедевр через 8 часов завядания влажность листьев снизилась на 30,6 %, а все показатели флуоресценции уменьшились на 4-13 %. За 24 часа завядания листья потеряли 55,8 % влаги и показатели флуоресценции резко упали на 50-63 %. Листья восстановили тургор очень слабо – 9 %.

Таблица 3

Изменения показателей флуоресценции листьев персика и водного режима в течение различных периодов завядания (8 августа 2016 г.)

Режим увядания	F_0	F_m	F_{st}	$F_v(F_m - F_0)$ A	F_v / F_0 B	$\Phi A (F_m - F_{st}) / F_m$ C	F_m / F_{st} D	Содержание влаги в листе, % E	% восстановления листьев
Крымский Шедвр									
До насыщения	560	1781,3	576	1221,3	2,18	0,68	3,09		
После насыщения	704	2245,3	538,7	1541,3	2,19	0,76	4,17	100	
8 ч потери влаги	565,3	1669,3	458,7	1104	1,95	0,73	3,64	69,4	
24 ч потери влаги	746,7	1557,3	1024	810,6	1,09	0,34	1,52	44,2	
После восстановления	341,3	368	336	26,7	0,08	0,09	1,1		9
Коэффициент корреляции: AE – 0,78; BE – 0,82; CE – 0,73; DE – 0,82									
Меркурий									
До насыщения	384	1813,3	522,7	1429,3	3,72	0,71	3,47		
После насыщения	453,3	2176	544	1722,7	3,8	0,75	4	100	
8 ч потери влаги	421,3	1765,3	474,7	1344	3,19	0,73	3,72	80,2	
24 ч потери влаги	565,3	2101,3	549,3	1536	2,72	0,74	3,83	60,7	
После восстановления	522,7	1568	592	1045,3	2	0,62	2,65		80
Коэффициент корреляции: AE – 0,52; BE – 0,89; CE – 0,29; DE – 0,33									
Подарок Лике									
До насыщения	384	1813,3	522,7	1429,3	3,72	0,71	3,47		
После насыщения	517,3	2037,3	480	1520	2,94	0,76	4,24	100	
8 ч потери влаги	336	1205,3	378,7	869,3	2,59	0,69	3,18	73,8	
24 ч -//-	362,7	1066,7	394,7	704	1,94	0,63	2,7	51,3	
После восстановления	320	565,3	400	245,3	0,77	0,29	1,41		25
Коэффициент корреляции: AE – 0,88; BE – 0,91; CE – 0,82; DE – 0,87									

У сорта Меркурий был отмечен очень медленный процесс потери влаги листьями. За 24 часа потери составили 39,3 %. Показатели флуоресценции листьев также снижались постепенно. Эффективность первичных реакций фотосинтеза при потере влаги листьями 19,8 % снизилась на 16 %, а при потере влаги 39,3 % – на 28,4 %. Фотосинтетическая активность ΦA и коэффициент спада флуоресценции при завядании листьев остались на том же уровне, что и при полном насыщении листьев влагой. Восстановление тургора тканей было высоким – 80 %.

У сорта Подарок Лике через 8 часов завядания при потере влаги 26,2 % резко уменьшился коэффициент спада флуоресценции на 25 %. Фотосинтетическая активность и эффективность первичных реакций фотосинтеза в листьях при этом снизились только на 9-11 %. При потере влаги на 48,7 % показатели флуоресценции уменьшились на 17-36,3 %. Восстановление тургора тканей у сорта составило 25 %.

Коэффициенты корреляции между показателями A, B, C, D и E у всех сортов в 2015 г. были высокие – от 0,58 до 0,97, а в 2016 г. – от 0,52 до 0,91, за исключением взаимосвязи DE = 0,33 у сорта Меркурий. Построено также уравнение множественной регрессии по трем сортам за 2015 – 2016 гг. Между этими показателями: $E = 22,58 - 0,02 A + 17,28 B - 65,85 C + 24,69 D$. Наиболее высокие коэффициенты регрессии (b) наблюдали у признаков: B (17,28), C (–65,85) и D (24,69). Коэффициент множественной регрессии составил $R = 0,84$, а коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,70$, который обозначает долю изменчивости содержания влаги в листе (E) от воздействия факторов A, B, C, D. В процентном выражении $0,70 \times 100\% = 70\%$ означает, что

изменчивость (вариабельность) E на 70% связана с факторами A , B , C , D . В соответствии с критерием Фишера $F_{\text{факт}} 7,8 > F_{\text{теорет}} 3,18$ при уровне значимости $p = 0,05$, что показывает достоверность коэффициента множественной детерминации R^2 .

Кривая индукции флуоресценции хлорофилла (ИФХ) отображает функциональное физиологическое состояние всей цепочки фотосинтеза и кинетику его различных звеньев (рис.).

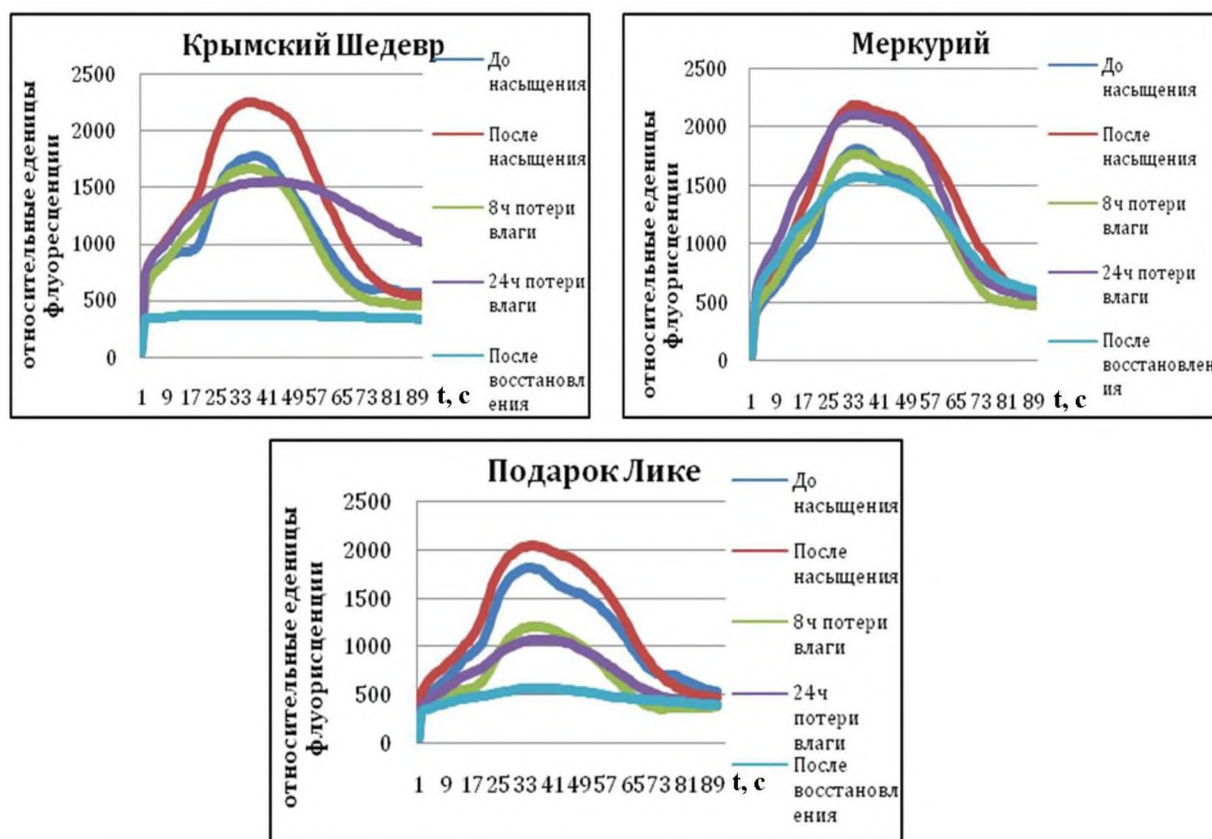


Рис. Индукционные кривые сортов персика Крымский Шедевр, Меркурий и Подарок Лике при увядании листьев, 2016 г.

Все изменения в любом звене фотосинтеза приводят к изменению формы кривой ИФХ. По форме этой кривой и отдельных ее участков можно наглядно проследить степень влияния на растение, как основных факторов окружающей среды, так и эндогенных факторов.

У исследуемых сортов в 2016 г. завядание листьев через 8 часов вызывало снижение амплитуды кривой ИФХ, в сравнении с полным насыщением влагой листьев. Последующие потери влаги через 24 часа у сорта Меркурий привели к повышению кривой ИФХ, а у сортов Крымский Шедевр и Подарок Лике к снижению, что связано с негативным влиянием понижения общего содержания воды в листьях на передачу световой энергии по системе электрон-транспортная цепь. После частичного восстановления тургора листьями у сортов Крымский Шедевр и Подарок Лике кривая ИФХ стала очень низкой.

Выводы

Исследование флуоресценции хлорофилла листьев персика за 2015-16 гг. показало, что сорта селекции НБС-ННЦ различно реагировали на засуху. У исследуемых сортов прослеживалась высокая корреляционная зависимость показателей флуоресценции

хлорофилла листьев и содержания влаги (0,7-0,9). Сорт Подарок Лике был очень чувствительным к потерям влаги в листьях, плохо восстанавливался и при снижении содержания воды характеризовался низкой фотосинтетической активностью. Показатели сорта Крымский Шедевр очень варьировали по годам исследований. Это свидетельствует о зависимости устойчивости растений от климатических условий произрастания. Сорт Меркурий медленнее отдавал влагу, лучше восстанавливал листовую поверхность и характеризовался лучшими фотосинтетическими показателями. Он является перспективным для выращивания в районах с недостаточным водообеспечением.

Список литературы

1. *Брайон О.В., Корнеев Д.Ю., Снегур О.О., Китаев О.И.* Инструментальное изучение фотосинтетического аппарата с помощью индукции флуоресценции хлорофилла // Методические указания. – Киев, 2000. – 11 с.
2. *Витковский Л.В.* Плодовые растения мира – СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 592 с.
3. *Еремеев Г.Н., Лищук А. И.* Отбор засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений // Методические указания. – Ялта: ГНБС, 1974. – 18 с.
4. *Иващенко Ю.В., Смыков А.В.* Исследования свойств фотосинтетического аппарата сортов персика в течение вегетации растений // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2005. – № 91. – С. 63-68.
5. *Кушниренко М. Д.* Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. – Кишинев: Штиинца, – 1962. – 48 с.
6. *Лищук А. И.* Эколого-физиологические особенности плодовых культур. – М., 1990. – 192 с.
7. *Лищук А. И., Пилькевич Р. А.* Полевой метод оценки устойчивости к засухе и высоким температурам // Интенсификация селекции плодовых культур: сб. научн. тр. – Ялта, 1999. – Т. 118. – С. 113-116
8. *Лысенко В.С., Вардуни Т.В., Соьер В.Г., Краснов В.П.* Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применение метода // Фундаментальные исследования. Биологические науки. – 2013. – №4– С. 112-120.
9. Метеорологический бюллетень за 2015-2016 гг. (Агрометеорологическая станция «Никитский сад»).
10. *Смыков А.В.* Сравнительная оценка сортов и взаимосвязь признаков у персика // Международная научно-практическая конференция, посвященная 160-летию со дня рождения И.В. Мичурина: Инновационные технологии продуктов здорового питания. – Мичуринск, 2015. – С. 44-50.
11. *Федорова О.С., Смыков А.В., Иващенко Ю.А., Иващенко Ю.В.* Устойчивость к засухе и фотоактивность листового аппарата сортов персика в условиях Южного берега Крыма // Материалы VIII Международной научно-практической конференции: Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты). – Ялта, 2018. – С. 131-132.
12. *Яковлева О.В., Талипова Е.В., Кукарских Г.П., Кренделева Т.Е., Рубин А.Б.* Изучение параметров флуоресценции хлорофилла в листьях травянистых растений, растущих в разных экологических условиях // Биофизика. – 2005, – Т. 50. – №6. – С. 1112-1119.
13. *Adams W.W., Demming-Adams B.* Chlorophyll fluorescence as a tool to monitor plant response to the environment // In: Papageogiou G., Govindjee (eds) Chlorophyll a fluorescence: a signature of photosynthesis /Advances in photosynthesis and respiration / Springer, Dordrecht. –

2004. – Vol. 19. – P. 583-604.

14. *Bilger W., Schreiber U., Lange O.L.* Determination of leaf heat resistance: Comparative investigation of chlorophyll fluorescence changes and tissue necrosis methods // *Ecologia*. – 1984. – Vol. 63. – P. 256–262.

15. *Smykov A.V., Ivashchenko Yu.V., Ivashchenko Yu.A., Fedorova O.S.* Photosynthetic activity of peach leaf in connection with drought tolerance AgroSym-2016. Book of abstracts: VII International scientific agriculture symposium (Jahorina, October 06-09 2016) – Bosnia and Herzegovina, 2016. – P. 246.

16. *Stirbet A., Govindjee.* On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and Photosystem II: Basics and applications of the OJIP fluorescence transient, *J. Photochem. // Photobiol. B: Biol.* – 2011. – P. 1–22.

Статья поступила в редакцию 30.04.2019 г.

Smykov A.V., Fedorova O.S., Ivashchenko Yu.A., Mesyats N.V. Chlorophyll fluorescence intensity of peach leaves in the wilting process // *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.* – 2020. – № 134. – P. 101-108.

The article presents the results of studies to determine the drought resistance of peach cultivars to drought by the water-holding capacity of the leaves and taking into account the chlorophyll fluorescence intensity in the wilting process. It was found that cultivars responded differently to drought. In the studied cultivars, a high correlation dependence of the chlorophyll fluorescence indices of the leaves and the moisture content (0.7–0.9) was traced. On a set of indicators Merkurij cultivar was marked out, it gave away moisture more slowly, restored the leaf surface better, was characterized by better photosynthetic indicators and is promising for cultivation in areas with insufficient water supply.

Key words: *peach; photoactivity; resistance to drought; leaf plate; turgidity*

УДК 634.11:631.81.095.337:581.14

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-134-108-113

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ В ПЛОДОНОСЯЩЕМ САДУ

**Надежда Никаноровна Горб, Дилявер Рашидович Усейнов,
Эдем Фахриевич Челебиев**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
Отделение "Крымская опытная станция садоводства" Республика Крым,
Симферопольский район, с. Маленькое
E-mail: Dilik.um@bk.ru

В статье представлены данные по изучению влияния некорневого водорастворимого минерального удобрения Новатэк Солуб К-Макс 10-5-30 на продуктивность, массу и размер плода в зависимости от нормы внесения препарата, а так же показатели ростовой активности деревьев яблони районированного сорта Крымское.

Получение высоких показателей прибавки урожая от внесения препарата Новатэк свидетельствует о том, что он является активным стимулятором повышения продуктивности яблони. Применение данного минерального удобрения рекомендуется для включения в отраслевой регламент возделывания яблони в качестве одного из элементов технологии.

Ключевые слова: *яблоня; сорт; микроэлементы; внекорневое внесение; удобрения; продуктивность*