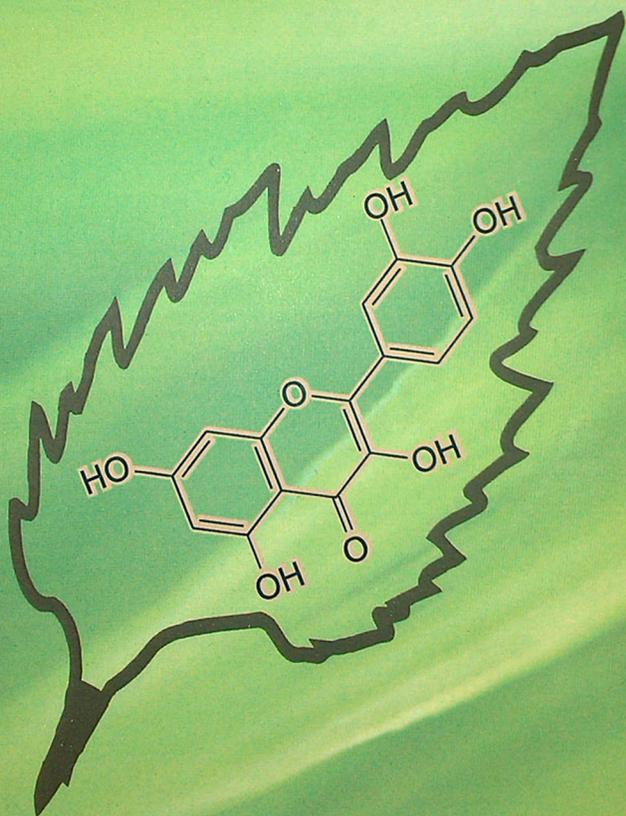


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ:

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ



Москва, 20-25 апреля 2015 года

МАТЕРИАЛЫ IX МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПЛОДОВЫХ ОВОЩАХ

Присс О.П., Калитка В.В.

Таврический государственный агротехнологический университет,
Мелитополь, Украина, тел. +38 050 3229450, olesyapris@gmail.com

Высокая заинтересованность природными фенольными соединениями наблюдается в связи с их высоким содержанием в растительной продукции, потребление которой может снизить риск развития рака, сердечнососудистых и нейродегенеративных заболеваний [1]. Проявление антиоксидантных свойств растительных полифенолов также является важным аргументом для увеличения доли плодов и овощей в питании человека [2]. Концентрация фенольных веществ в овощах зависит от различных биотических и абиотических факторов [3]. На современном уровне развития растениеводства возможно успешное регулирование многих биотических факторов. Управлять абиотическими факторами в условиях открытого грунта практически невозможно. Следовательно, возникает потребность в изучении влияния абиотических факторов на процесс формирования фенольных соединений в тканях овощей, что позволит прогнозировать их биологическую ценность.

Исследования проводили в 2005-2012 годах. Изучали перец «Геркулес F1», томаты «Новичок», огурцы «Маша F1», кабачки «Кавили F1». Плоды выращивали в условиях открытого грунта на капельном орошении, технология общепринятая для зоны Сухой Степи Украины. Сумму фенольных веществ (ФВ) (в мг/100 г сырого веса) определяли по ДСТУ 4373:2005, используя реактив Фолина-Дениса. Цель работы заключалась в установлении влияния гидротермических условий вегетации на фонд фенольных веществ в овощах.

По ежегодным метеоданным рассчитаны суммы активных температур (САТ) выше 10°C периода вегетации, суммы температур периода формирования плодов (10 дней до сбора для тыквенных, 30 для перца и 40 для томатов), гидротермический коэффициент (ГТК), определено количество дней периода вегетации, не соответствующие биологическому минимуму и максимуму исследуемых культур. Для огурцов биологический минимум составляет 15 °С, максимум 32 °С. Для кабачков биологический минимум 16 °С, максимум 35 °С. Для перца и томатов биологический минимум составляет 13°C, максимум 30 °С.

В период исследований, погодные условия характеризовались значительной нестабильностью (табл. 1).

Таблица 1.

Гидротермические условия вегетации плодов

Показатели	Культура	Год							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
САТ периода вегетации, °С	Перец	2501,1	2322,5	2176,1	2056,9	1870,5	2169,2	2419,4	2319,2
	Томат	2887,3	2794,2	3143,7	2893,9	2909,3	3293,6	2927,1	2838,8
	Огурец	1113,9	1051,4	1065,4	1018,3	979,1	899,7	759,6	1308,6
	Кабачок	1910,4	1365,5	1439,3	1355,8	1261,1	1370,2	1188,4	1253,3
САТ периода формирования плодов, °С	Перец	663,3	654,6	802,2	772,3	624,9	700,8	662,4	636,4
	Томат	871,2	880,5	893,4	896,5	821,1	803,6	819,4	827,1
	Огурец	191,9	195,2	175,8	142,4	203,4	180,7	163,0	223,9
	Кабачок	254,4	184,5	163,8	217,0	208,2	201,4	145,4	185,2
Количество осадков, мм	Перец	210,8	203,0	47,0	68,6	77,3	141,2	136,3	37,4
	Томат	214,8	275,6	69,4	171,9	126	250,9	238,0	144,4
	Огурец	6,2	57,1	29,1	92,5	35,3	14,8	69,6	34,7
	Кабачок	21,7	59,1	52,3	10,3	50,4	16,3	56,1	16,9
ГТК	Перец	0,84	0,87	0,22	0,33	0,41	0,65	0,56	0,16
	Томат	0,74	0,99	0,22	0,59	0,43	0,76	0,81	0,51
	Огурец	0,06	0,54	0,28	0,91	0,36	0,15	0,92	0,27
	Кабачок	0,11	0,43	0,36	0,08	0,40	0,12	0,47	0,13
Количество дней температурой ниже минимальной для культуры	Перец	14	15	2	13	11	10	12	9
	Томат	25	39	19	37	36	27	32	15
	Огурец	21	30	11	18	26	15	18	4
	Кабачок	30	38	22	15	36	20	22	24
Количество дней температурой выше максимальной для культуры	Перец	40	43	62	38	40	55	49	58
	Томат	43	43	79	51	50	61	51	69
	Огурец	7	10	22	19	6	15	8	33
	Кабачок	3	1	15	17	2	18	9	20

Как видно из табл. 1, самые сложные условия формирования у кабачков (ГТК не превышает 0,47). Учитывая различия в длительности периода вегетации и формирования плодов, существенны также различия между обеспеченностью теплом и влагой между исследуемыми культурами.

Среди изученных плодов, наибольшая сумма фенольных веществ характерна для перца, минимальная для кабачка (рис. 1).

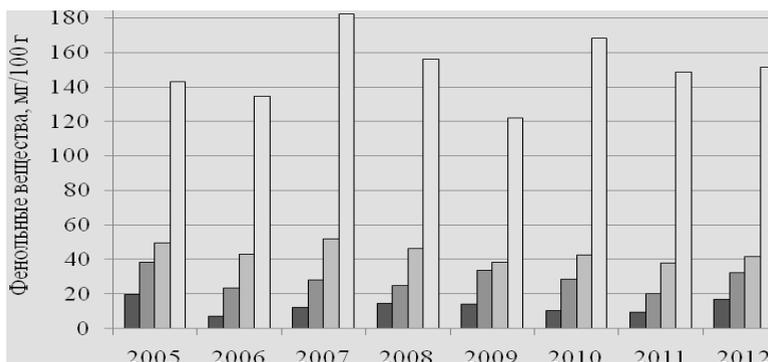


Рис. 1. Содержание фенольных веществ в овощах (слева направо): кабачки, $НСР_{05}=0,86$; огурцы, $НСР_{05}=2,35$; томат, $НСР_{05}=1,92$; перец, $НСР_{05}= 6,36$.

Среднее содержание фенольных соединений в перце составляет 150,7 мг/100 г. Вариативность по годам средняя, коэффициент вариации $V=12,50$. Наибольшее количество фенолов накапливается в плодах в годы с наибольшей суммой температур в период формирования и созревания плодов (2007, 2010). Это подтверждается и сильной прямой корреляцией между указанными показателями: $r=0,80$. Изучая влияние неблагоприятных температур на пасленовые овощи, испанские исследователи установили, что тепловой стресс вызывает накопление фенольных соединений в растении путем активации их биосинтеза и ингибирования окисления [4]. Таким образом, реализуется фенольный механизм защиты растения от теплового стресса. Достоверное влияние на формирование пула полифенолов имеют количество дней с температурами выше и ниже биологического оптимума. И если содержание ФВ прямо коррелирует с количеством дней выше биологического максимума ($r=0,73$), то с количеством дней, ниже биологического минимума корреляция обратная ($r=-0,71$). Очевидно, что частые отклонения от температурного оптимума для перца истощают фенольный механизм защиты от теплового стресса.

В томатах также наблюдается средняя вариативность пула ФВ ($V=11,44$) по годам. Среднее содержание ФВ 45,20 мг/100 г. Определяющее влияние на формирование фенольных соединений в плодах томата имеет САТ периода формирования и созревания

плодов ($r=0,77$). Корреляция с другими гидротермическими факторами недостоверна. Осадки достоверно не влияют на концентрацию полифенольных соединений в обоих пасленовых плодах. Нивелирования влияния осадков в определенной степени объясняется применением капельного орошения для компенсации недостатка влаги в течение всего периода вегетации.

При существенно меньшем содержании ФВ в тыквенных овощах (12,9...28,7 мг/100г), их концентрация значительно варьирует по годам ($V = 20,6$ для огурцов и 24,7 для кабачков). Такую значительную вариативность содержания полифенолов можно объяснить более низким, по сравнению с пасленовыми овощами, содержанием других биологически активных соединений (аскорбиновая кислота, каротиноиды). Эти соединения также принимают участие в нейтрализации активных форм кислорода (АФК), генерируемых при воздействии неблагоприятных условий, но их вариативность ниже [5, 6]. По-видимому, для тыквенных овощей, фенольные соединения, играют ведущую роль в защите тканей от влияния негативных абиотических факторов.

Наибольшее количество фенолов накапливается в плодах тыквенных овощей в годы с минимальным количеством осадков при больших значениях суммы активных температур. Между САТ, САТ за 10 дней до сбора плодов и количеством ФВ установлена прямая достоверная зависимость для огурцов ($r=0,62; 0,57$). Для плодов кабачка САТ всего периода вегетации имеет незначительное влияние на формирование суммы полифенолов. Сильное влияние на формирование фенольных веществ кабачков проявляет САТ за 10 дней до сбора: $r=0,70$. Между количеством осадков и фондом ФВ установлено сильную обратную связь: $r=-0,72$ для огурца; $r=-0,62$ для кабачка, что, возможно, объясняется более коротким периодом вегетации, чем у пасленовых культур.

Выводы. Определяющее влияние на накопление фенольных соединений в плодах перца и томата имеет сумма активных температур периода формирования и созревания плодов ($r=0,77...0,80$). Для плодов огурца и кабачка кроме суммы активных температур периода формирования плодов ($r=0,57...0,70$), значительное влияние имеют осадки ($r=-0,62...-0,72$).

Список литературы.

1. Dietary polyphenols and the prevention of diseases / A. Scalbert, C. Manach, C. Morand [et al.] // Critical reviews in food science and nutrition. – 2005. Vol. 45. – P. 287– 306.
2. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products / Y. S. Velioglu , G. Mazza , L. Gao, B. D. Oomah // J. Agric.

Food Chem. – 1998. – Vol. 46, № 10. – P. 4113–4117.

3. The effect of environmental conditions on nutritional quality of cherry tomato fruits: evaluation of two experimental Mediterranean greenhouses / M. A. Rosales, L. M. Cervilla, E. Sánchez-Rodríguez [et al.] // J. Sci. Food Agric. – 2011. – Vol. 91(1). – P. 152-162.
4. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants / R. M. Rivero, J. M. Ruiz, P. C. García [et al.] // Plant Sci. – 2001. – Vol. 160, №2. – P. 315– 321.
5. Gill S. S. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants / Sarvajeet Singh Gill, Narendra Tuteja // Plant Physiol. Biochem. – 2010. – Vol. 48, №12. – P. 909– 930.
6. Прісс О.П. Формування антиокислювального комплексу гарбузових плодів під впливом абіотичних факторів / О.П. Прісс, В.В. Калитка // Науковий вісник НУБіП України. – 2013. – Вип. 183, ч. 1. – С. 58–64.

УДК 663.253.34 : 664.8.03 : 635.753

ДИНАМИКА ФЕНОЛЬНИХ ВЕЩЕСТВ ЗЕЛЕНИ ПЕТРУШКИ ПРИ ХРАНЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНТИОКСИДАНТОВ

Прісс О.П., Кулик А.С.

Таврический государственный агротехнологический университет,
Мелитополь, Украина, тел.+380978860043, e-mail: alina_potapenko@ukr.net

Зеленные культуры богаты витамином С, каротиноидами и фенольными соединениями [1]. Особенно высокое содержание полифенолов в петрушке. В частности, в ней обнаружены флавоны – апигенин (апиин), флавонолы – кемпферол [2], флавоноиды и фенилпропаноиды – кумарины [3]. Однако, в послеуборочный период происходит постепенный распад полифенольных соединений. Эффективность же хранения зеленных овощей в значительной степени зависит от стабильности их фенольного комплекса [4, 5]. Наличие полифенолов обуславливает устойчивость овощей к физиологическим и микробиологическим факторам при хранении. Замедлением естественного процесса распада полифенолов под действием ферментов, можно продлить срок хранения растительного сырья. Для уменьшения потери фенолов при хранении используют холодильное хранение в сочетании с другими мерами [4, 5].

Целью исследований было изучение динамики фенольных соединений зелени петрушки при хранении в питательной среде с антиоксидантами.