

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΠΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑΣ, ΝΕΚΤΑΡΙΝΙΑΣ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΚΑΙ ΙΑΠΩΝΙΚΗΣ ΔΑΜΑΣΚΗΝΙΑΣ

Γιώργος Παντελίδης και Παυλίνα Δρογούδη
ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων, Τ.Θ. 122, 59200 Νάουσα

Περίληψη

Σε καρπούς 14 ποικιλιών επιτραπέζιας ροδακινιάς και νεκταρινιάς (*Prunus persica*), 8 ποικιλιών Ευρωπαϊκής (*Prunus domestica*) και 4 ποικιλιών Ιαπωνικής (*Prunus salisina*) δαμασκηνιάς, μετρήθηκαν το νωπό βάρος καρπού, το χρώμα σάρκας και φλοιού, η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (ΣΑΙ), χρησιμοποιώντας την ελεύθερη ρίζα DPPH, οι συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών (ΣΦ), ασκορβικού οξέος και συνολικών διαλυτών στερεών και οξέων, καθώς και η τάση μαυρίσματος της σάρκας μόνο στα ροδάκινα και νεκταρίνια. Οι μετρήσεις των αντιοξειδωτικών ουσιών έγιναν σε δύο χρονιές στα δαμάσκηνα. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών βρέθηκαν στις ποικιλίες δαμασκηνιάς Valor και Reine glaupe, και ροδάκινων Caltessi 2000, Maria Bianca και Sun crest. Οι συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών στα δαμάσκηνα ήταν μεγαλύτερες το 2005, σε σύγκριση με το 2004. Η τάση μαυρίσματος της σάρκας των ροδάκινων συσχετιζόταν θετικά με τη συγκέντρωση ΣΦ ($r = 0,907$) και την ΣΑΙ ($r = 0,892$). Σημαντικές θετικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ του χρώματος b^* και της ΣΑΙ ($r = -0,787$) και της συγκέντρωσης ΣΦ ($r = -0,829$) στα ροδάκινα, ενώ στα δαμάσκηνα οι συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών συσχετιζόταν μέτρια με τις παραμέτρους βάρους και χρώματος. Ανάλυση των δεδομένων σε κύριες ορθογώνιες συνιστώσες έδειξε τις συνολικές ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των ποικιλιών.

Εισαγωγή

Υπάρχουν ενδείξεις- όμως από πολύ λίγες και πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες- πως μεταξύ διαφορετικών γενοτύπων οπωροφόρων δένδρων υπάρχει μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα ως προς τη συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών όπως ουσίες και ένζυμα με αντιοξειδωτική ικανότητα. Οι φαινολικές ουσίες που περιέχονται σε φρούτα όπως τα δαμάσκηνα και τα ροδάκινα έχουν σημαντικό ρόλο στη μείωση της εμφάνισης ασθενειών στον άνθρωπο, στην αύξηση της δυνατότητας συντήρησής τους καθώς και την ευπάθειά τους σε μετασυλλεκτικές ασθένειες, πιθανόν λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη α) της επίδρασης του γενοτύπου δαμασκηνιάς και ροδακινιάς στη αντιοξειδωτική ικανότητα, τη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και ασκορβικού οξέος, β) των πιθανόν σχέσεων που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ φυσικών χαρακτηριστικών όπως το βάρος του καρπού, το χρώμα και η συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών στους καρπούς, και γ) της επίδραση της χρονιάς στη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών στους καρπούς.

Υλικά και Μέθοδοι

Καρποί από 14 ποικιλίες επιτραπέζιας ροδακινιάς και νεκταρινιάς και 8 ποικιλίες Ευρωπαϊκής και 4 ποικιλίες Ιαπωνικής δαμασκηνιάς που καλλιεργούνται σε πειραματικό αξιολόγησης του Ινστιτούτου Φυλλοβόλων Δένδρων, συγκομίστηκαν στην έναρξη της ωρίμανσης. Μετρήθηκαν το νωπό βάρος καρπού, οι παράμετροι χρώματος CIELAB

(L^* , 0 = μαύρο, 100 = λευκό; $-a^*$ = πράσινο, $+a^*$ = κόκκινο; $-b^*$ = μπλε, $+b^*$ = κίτρινο) στη σάρκα και στο φλοιό και η συγκέντρωση συνολικών διαλυτών στερεών και οξέων στους καρπούς. Επίσης, σε δείγματα της σάρκας των καρπών μετρήθηκαν η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, με την χρήση της ελεύθερης ρίζας DPPH, και η συγκέντρωση συνολικών φαινολών με το αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu, όπως περιγράφεται στην εργασία των Drogoudi και Tsirouridis (2007). Η συγκέντρωση ασκορβικού οξέος μετρήθηκε μόνο στη σάρκα των δαμάσκημων με τη χρήση ανακλασίμετρου της εταιρείας Merck. Η τάση καφετιάσματος της σάρκας ροδάκινων μετρήθηκε σύμφωνα με τους Cheng και Crisosto (1995), υπολογίζοντας την διαφορά απορρόφησης στους $A_{420\text{nm}}$ μετά από 0 και 1 ώρα στους 30°C . Οι μετρήσεις χημικών χαρακτηριστικών στα δαμάσκηνα έγιναν δύο χρονιές. Αναλύσεις απλής συσχέτισης (correlation analysis) και αναλύσεις των δεδομένων σε κύριες ορθογώνιες συνιστώσες (principal component analysis) έγιναν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS (Chicago, USA).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Οι ποικιλίες ροδακινιάς και νεκταρινιάς είχαν χρώμα φλοιού από λιγότερο (Maria Bianca) ως περισσότερο (Caltessi 2000) κόκκινο, και ήταν λευκόσαρκες (Maria Bianca και Caltessi 2000) ή κιτρινόσαρκες (υπόλοιπες ποικιλίες) (Πίνακας 1). Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα κυμάνθηκε μεταξύ 1,4 και 7,1 mg ισοδύναμα ασκορβικού οξέος g^{-1} ξ.β., οι συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών μεταξύ 0,7 και 2,6 mg ισοδύναμα γαλλικού οξέος g^{-1} ξ.β., και η τάση καφετιάσματος μεταξύ 6,5 και 67,5 ($\Delta A_{420\text{nm}} \times 1000$). Μεγαλύτερες τιμές αντιοξειδωτικών ουσιών και τάσης καφετιάσματος είχαν οι ποικιλίες Caltessi 2000, Maria Bianca και Sun Crest. Η συγκέντρωση συνολικών φαινολών συσχετιζόνταν θετικά με τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα ($r = 0,991$) και την τάση καφετιάσματος ($r = 0,907$), δείχνοντας πως φαινολικές ουσίες προσδίδουν σημαντική αντιοξειδωτική ικανότητα καθώς και συμβάλλουν στο καφέτιασμα της σάρκας. Επίσης, η παράμετρος χρώματος b^* συσχετιζόνταν αρνητικά με την συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα ($r = -0,787$) και την συγκέντρωση συνολικών φαινολών ($r = -0,829$), δείχνοντας πως το άσπρο χρώμα της σάρκας μπορεί να αποτελέσει ένδειξη για μεγαλύτερη θρεπτική ωφελιμότητα και τάση καφετιάσματος του καρπού.

Η Ευρωπαϊκή ποικιλία δαμάσκημων Valor και η Ιαπωνική ποικιλία Angelino είχαν το μεγαλύτερο νωπό βάρος καρπού (μέσος όρος 76,7 g), ενώ το υποκείμενο Feher Besztercei (20,0 g) και η Ευρωπαϊκή ποικ. Čačanska rodna είχαν το μικρότερο βάρος καρπού (29,6 g) (Πίνακας 1). Το χρώμα του φλοιού των δαμάσκημων κυμάνθηκε από κίτρινο (Washington) έως σκούρο ιώδες (President), και της σάρκας των καρπών από κίτρινο (Laroda) μέχρι κόκκινο (Calita). Καρποί από τις Ευρωπαϊκές ποικιλίες Valor και Reine glaude είχαν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών (5,2 και 4,2 mg g^{-1} ξ.β., αντίστοιχα) και συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (17,8 και 11,4 mg ασκ. g^{-1} ξ.β., αντίστοιχα), που ήταν μέχρι και 3,7 και 4,6 φορές, αντίστοιχα, μεγαλύτερες σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες (Σχήμα 1). Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος βρέθηκαν στις ποικιλίες Valor και Laroda (μέσος όρος 10,1 $\text{mg } 100^{-1}$ g φ.β.), που ήταν μέχρι και 3,9 φορές μεγαλύτερες, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Οι Blažek και συνεργάτες (2004) επίσης αναφέρουν πως η ποικιλία Valor έχει πολύ καλά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Οι συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα ήταν συνήθως μικρότερες το 2004, σε σύγκριση με το 2005. Το 2004 η μέση 24ωρη θερμοκρασία από Μάιο μέχρι και Αύγουστο ήταν μικρότερη κατά 1,1 $^\circ\text{C}$, σε σύγκριση με το 2005. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα συσχετιζόνταν θετικά με τη συγκέντρωση συνολικών φαινολών ($r = 0,812$), και ασκορβικού οξέος ($r = 0,882$), ενώ παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην εργασία

των Gil *et al.* (2002). Δεν βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών των καρπών στα δαμάσκηνα.

Πίνακας 1: Παράμετροι χρώματος L^* , a^* και b^* στη σάρκα και στο φλοιό, συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (ΣΑΙ) (mg ασκορβικού οξέος g^{-1} ξ.β.), συγκέντρωση συνολικών φαινολών (ΣΦ) (mg γαλλικού οξέος g^{-1} ξ.β.) και τάση καφετιάσματος ($\Delta A_{420nm} \times 1000$) στη σάρκα, σε 14 ποικιλίες ροδακινιάς και νεκταρινιάς.

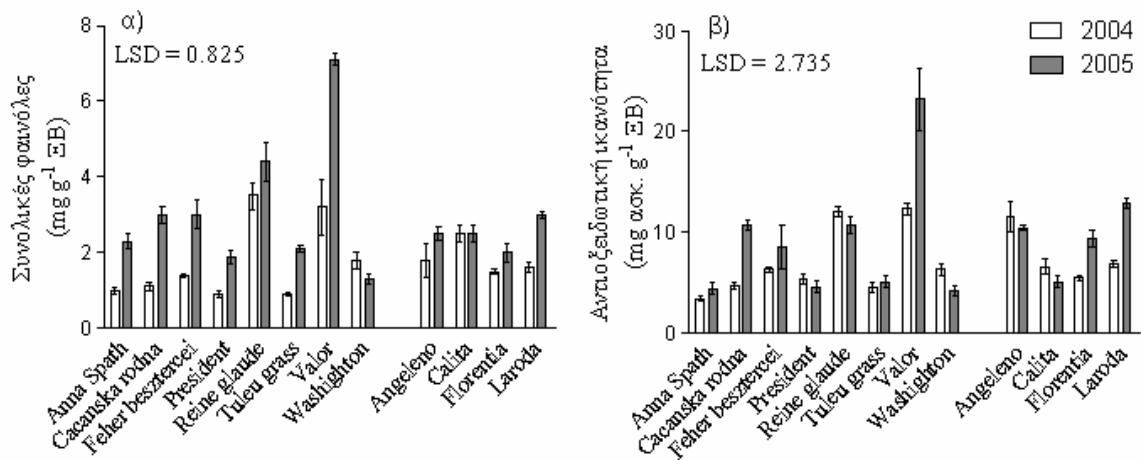
		Σάρκα			Φλοιό			ΣΑΙ	ΣΦ	Τάση καφετ.
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*			
Ροδάκινα	June Gold	69,6	0,2	44,2	56,6	20,7	23,8	3,2	1,17	15,0
	Maria Bianca	70,2	-0,6	2,8	62,8	19,2	10,0	7,1	2,56	67,5
	Spring Belle	72,4	-3,1	37,8	63,7	19,6	31,6	3,5	1,25	33,5
	Spring Crest	66,9	5,5	39,3	47,9	24,0	14,3	2,4	0,87	18,5
	Sun Crest	66,9	5,5	39,3	63,8	19,7	31,6	5,8	2,10	53,0
	Symphony	68,8	6,0	41,5	55,8	24,4	21,2	1,4	0,59	9,5
Νεκταρινία	Andrianna	73,1	3,3	34,1	46,8	34,4	15,7	2,8	1,21	40,0
	Big Top	71,0	-4,8	39,2	48,2	30,8	15,3	1,9	0,79	6,5
	Caltessi 2000	69,2	9,7	3,8	49,5	35,6	8,9	6,1	2,35	47,0
	Fantasia	63,8	13,5	36,1	54,0	34,5	23,2	3,2	1,13	12,5
	Red Gold	67,0	6,2	40,0	54,7	26,4	25,5	3,5	1,30	40,0
	Rita Star	71,0	0,3	39,6	48,4	33,5	16,8	3,1	1,12	16,5
	Star Sun Glo	62,2	12,0	40,9	50,1	30,3	22,6	2,0	0,66	7,5
	Venus	66,7	5,8	39,7	47,9	33,4	16,3	2,2	0,93	17,0

Πίνακας 2: Νωπό βάρος καρπού (BK) (g), παράμετροι χρώματος L^* , a^* και b^* στη σάρκα και στο φλοιό, συνολικά διαλυτά στερεά (ΣΔΣ) (%) και συγκέντρωση ασκορβικού οξέος (ΑΟ) ($mg\ 100^{-1}$ g ξ.β.) σε ποικ. Ευρωπαϊκής και Ιαπωνικής δαμασκηλιάς.

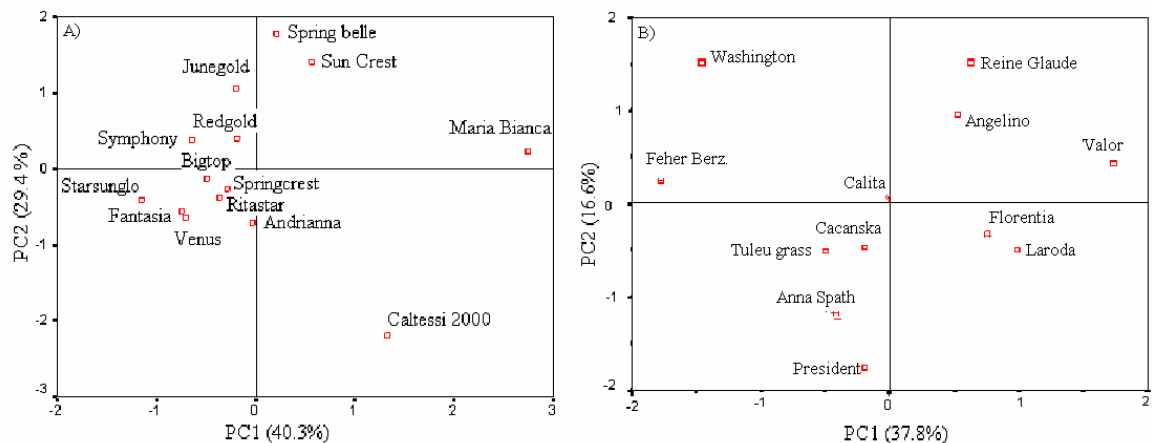
		BK	Σάρκα			Φλοιός			ΣΔΣ	ΑΟ
			L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*		
Prunus domestica	Anna Spath pitesti	44,2	51,9	-3,6	26,3	39,9	14,2	-12,1	16,6	3,9
	Čačanska rodna	29,6	55,1	-6,3	24,4	33,8	12,7	-2,5	14,9	4,9
	Fehér besztercei	20,0	45,0	4,7	22,9	65,4	-1,7	12,4	14,2	3,1
	President	59,3	54,0	5,6	29,3	43,9	11,8	-23,3	18,6	3,3
	Reine glaude	73,4	53,6	-2,8	13,7	33,0	17,0	-2,8	11,7	5,2
	Tuleu grass	42,3	46,0	-3,8	23,2	35,1	16,0	-4,4	15,4	4,0
	Valor	76,8	53,1	2,2	23,4	36,1	8,6	-16,1	18,5	10,5
	Washington	60,9	47,7	1,4	19,2	55,0	-8,4	21,8	13,5	2,6
P. salisina	Angeleno	76,5	62,3	1,5	12,4	32,3	5,2	-13,5	12,4	6,6
	Calita	71,2	50,4	5,4	26,7	28,4	10,7	-9,0	12,0	3,0
	Florentia	63,9	58,2	4,4	30,0	31,2	22,7	-3,9	13,7	5,7
	Laroda	60,0	60,6	4,2	32,8	27,9	12,1	-8,6	14,5	9,7

Η δυσδιάστατη διασπορά των μέσων υπολογιζόμενων τιμών των γενότυπων ροδακινιάς και δαμασκηλιάς για τις δύο κύριες συνιστώσες (Σχήμα 2) έδειξε ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Για τα ροδάκινα και νεκταρινία θετικές τιμές στον όμιλο 1 (PC1) δείχνουν ποικιλίες με υψηλή θρεπτική ωφελιμότητα (πχ Maria Bianca και Caltessi 2000). Στα δαμάσκηνα θετικές τιμές στον όμιλο 1 (PC1) δείχνουν ποικιλίες με

μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα, ασκορβικό οξύ και τιμή L στη σάρκα (Valor and Laroda). Θετικές τιμές στον όμιλο 2 δείχνουν ποικιλίες με μικρότερες τιμές b στο φλοιό (Washington, Reine Glaude και Angelino).



Σχήμα 1: Συγκέντρωση συνολικών φαινολών (A) και συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (B) στη σάρκα των καρπών 12 ποικιλιών δαμασκηνιάς, τα έτη 2004 και 2005.



Σχήμα 2. Δυσδιάστατη διασπορά των μέσωσ υπολογιζόμενων τιμών των ποικιλιών ροδακινιάς (A) και δαμασκηνιάς (B) για τις δύο κύριες συνιστώσες.

Βιβλιογραφία

Blažek J, Vávra R and Pištěková I (2004) Orchard performance of new plum cultivars on two rootstocks in a trial at Holovousy in 1998-2003. Hort. Sci. (Prague) 31:37-43.

Cheng GW and Crisosto CH (1995) Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120: 835-838.

Drogoudi PD and Tsiouridis C (2007) Effects of cultivar and rootstock on the antioxidant content and physical characters of clingstone peaches. Sci. Hort. 115:34-39.

Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Kader AA (2002) Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin c contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. J. Agric. Food Chem. 50: 4976-4982.

ANTIOXIDANT CONTENT AND PHYSICAL CHARACTERS IN FRUIT FROM DIFFERENT PEACH, NECTARINE, EUROPEAN AND JAPANESE PLUM CULTIVARS

Georgios Pantelidis and Pavlina D. Drogoudi

Pomology Institute, National Agricultural Research Foundation, PO Box 122, 38 R.R. Station, 59200 Naoussa, Greece

Abstract

Measurements of fruit fresh weight, color, total antioxidant capacity, using the radical DPPH, total phenolic, ascorbic acid and total soluble and acid contents were made in 14 peach and nectarine, 8 European and 4 Japanese plum, cultivars. The browning potential in peach was also measured. Measurements of antioxidant compounds were made during two years, in plum cultivars. In peach fruit, the total phenolic content ranged between 0.7 and 2.6 mg gallic acid equivalent g^{-1} dw, total antioxidant capacity between 1.4 and 7.1 mg ascorbic acid equivalent g^{-1} dw, and browning potential between 6.5 and 67.5 ($\Delta A_{420\text{nm}} \times 1000$). In plum fruit, the ascorbic acid content varied between 2.6 and 10.5 mg 100 g^{-1} dw in 2005, and considerable variation was found in the total phenolic content and antioxidant capacity in 2004 (0.9 – 3.5 mg g^{-1} dw and 3.4 – 17.5 mg g^{-1} dw, respectively), and 2005 (1.1 – 7.2 mg g^{-1} dw and 3.8 – 18.7 mg g^{-1} dw, respectively). Greater values of total phenolic content and total antioxidant capacity were found in Caltessi 2000, Maria Bianca and Sun Crest peach cultivars, and Valor, and Reine Glaude plum cultivars. The browning potential in peach flesh was positively correlated with the total phenolic content ($r = 0.907$) and total antioxidant capacity ($r = 0.892$). The b^* color parameter was negatively correlated with total antioxidant capacity ($r = -0.787$), and total phenolic content ($r = -0.829$) in peach, suggesting that white colored flesh may indicate for greater phytonutrient content and browning potential. There were no significant correlations between fruit physical and chemical characters in plums. The similarity among cultivars was examined using a principal component analyses.