

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΦΛΟΙΟ ΚΑΙ ΣΑΡΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΕ 46 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΔΑΜΑΣΚΗΝΙΑΣ

Π. Δρογούδη και Παντελίδης Γ.

ΕΛΓΟ ‘ΔΗΜΗΤΡΑ’, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, ΣΣ Νάουσας 38, 59 035 Νάουσα
Email: drogoudi@otenet.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραλλακτικότητα σε ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών και στη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών σε ιστούς φλοιού και σάρκας από 18 ποικιλίες Ευρωπαϊκής και 28 ποικιλίες Ιαπωνικής δαμασκηνιάς που διατηρούνται στην Ελληνική Τράπεζα Γενετικού Υλικού, στη Νάουσα, στις οποίες περιλαμβάνονταν και οκτώ Ελληνικής προέλευσης ποικιλίες Ευρωπαϊκής δαμασκηνιάς. Έγιναν αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών καρπών (νωπό βάρος καρπού, παράμετροι χρώματος CIELAB L, a* και b*, διαλυτά στερεά συστατικά και ογκομετρούμενη οξύτητα), καθώς και μετρήσεις αντιοξειδωτικών ουσιών σε φλοιό και σάρκα (συνολικές φαινόλες και αντιοξειδωτική ικανότητα, χρησιμοποιώντας τις μεθόδους DPPH⁺ και FRAP). Βρέθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα σε όλα τα μελετώμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Οι καρποί των Ιαπωνικών ποικιλιών είχαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών κυρίως στο φλοιό αλλά και στη σάρκα, σε σύγκριση με τις Ευρωπαϊκές ποικιλίες. Η συγκέντρωση συνολικών φαινολών, ήταν από 2 μέχρι 15 φορές μεγαλύτερη στο φλοιό σε σύγκριση με τη σάρκα, όμως ανά μερίδα φρούτου κυμαίνονταν σε επίπεδα παρόμοια με αυτά της σάρκας, γιατί ο φλοιός αποτελεί μικρό μέρος της καταναλισκόμενης ποσότητας. Οι οψιμότερης ωρίμανσης ποικιλίες ήταν περισσότερο γλυκές. Η ευρέως καλλιεργούμενη ποικιλία Black Amber ξεχώρισε για τις ιδιαίτερα υψηλές τιμές αντιοξειδωτικών ουσιών, καθώς και οι Ελληνικής προέλευσης ‘Ασβεστοχωρίου’ και ‘Γλυκά Σκοπέλου’.

Λέξεις κλειδιά: Αντιοξειδωτική ικανότητα, Ελληνικές ποικιλίες δαμασκηνιάς, φαινολικές ουσίες, *Prunus domestica*, *Prunus salicina*

Εισαγωγή

Τα δαμάσκηνα είναι σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών για τον άνθρωπο έχοντας παρόμοιες συγκεντρώσεις με αυτές που συναντώνται σε μικρούς καρπούς (Δρογούδη και Βασιλακάκης, 2014). Ο γενότυπος επηρεάζει σημαντικά τη συγκέντρωση

αντιοξειδωτικών ουσιών, ενώ υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία στο μέγεθος καρπού και το χρώμα του φλοιού και της σάρκας των δαμάσκηνων (Drogoudi κ.ά., 2012). Λίγα είναι γνωστά για την παραλλακτικότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών Ελληνικών ποικιλιών δαμασκηλιάς. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και η συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών σε ιστό φλοιού και σάρκας σε 46 ξενικές και Ελληνικές ποικιλίες δαμασκηλιάς.

Υλικά και Μέθοδοι

Καρποί συγκομίστηκαν στο στάδιο φυσιολογικής ωριμότητας από 18 ποικιλίες Ευρωπαϊκής (*Prunus domestica*) και 28 ποικιλίες Ιαπωνικής (*Prunus salicina*) δαμασκηλιάς που βρίσκονται στο Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, όπου διατηρείται η Ελληνική Τράπεζα Γενετικού Υλικού για τα δαμάσκηνα. Μεταξύ των ποικιλιών Ευρωπαϊκής δαμασκηλιάς ήταν και οι Ελληνικής καταγωγής ποικιλίες ‘Ασβεστοχωρίου’ από τη Μακεδονία, ‘Πραούστι’ από τη Σαμοθράκη, ‘Μπαρδάκι στρογγυλό’ και ‘Μπαρδάκι μακρόστενο’ από τη Φθιώτιδα και ‘Μαύρα Σκοπέλου’ (ή ‘Γλυκά Σκοπέλου’ ή Ατζέν Σκοπέλου’), ‘Ξινά Σκοπέλου’ (ή Αγιωργήτικο’) και ‘Αυγάτη’ από τη Σκόπελο.

Καταγράφηκε ο χρόνος ωρίμανσης και σε δείγματα που μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο μετρήθηκε το νωπό βάρος καρπού, οι παράμετροι χρώματος CIELAB L, a* και b* σε σάρκα και φλοιό, τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ), η ογκομετρούμενη οξύτητα (Ο.Ο.), η συγκέντρωση συνολικών φαινολών και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα χρησιμοποιώντας τις μεθόδους DPPH+ (TAC_{DPPH}) και FRAP (TAC_{FRAP}), σε ιστούς σάρκας και φλοιού (Παντελίδης, 2011). Επίσης, υπολογίστηκε η συγκέντρωση συνολικών φαινολών ανά μερίδα φρούτου, θέτοντας πως 100 g καρπού αποτελούνται από 89,5 g σάρκας και 5,8 g φλοιού (Cosmulescu κ.ά., 2015). Έγιναν αναλύσεις παραλλακτικότητας (One-Way ANOVA) και απλής συσχέτισης (correlation analysis), χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο προγραμμάτων SPSS (Chicago, USA).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Βρέθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα σε όλα τα μελετώμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 1). Η συγκέντρωση συνολικών φαινολών ήταν από 2,2 μέχρι 14,6 φορές υψηλότερη στο φλοιό (κυμάνθηκε μεταξύ 152,1 και 1797,3 mg 100⁻¹ g), σε σύγκριση με τη σάρκα (κυμάνθηκε μεταξύ 55,9 και 352,3 mg 100⁻¹ g) (Πίνακας 1, Σχήμα 1). Η συγκέντρωση συνολικών φαινολών ανά μερίδα φρούτου κυμαίνονταν σε επίπεδα λίγο μεγαλύτερα από αυτά που βρέθηκαν στη σάρκα (μεταξύ 57,1 και 409,2 mg 100⁻¹ g), δείχνοντας πως, αν και ο φλοιός έχει σημαντικά υψηλή συγκέντρωση συνολικών φαινολών, όμως δεν αυξάνει σημαντικά τη συνολική συγκέντρωση φαινολών ανά μερίδα φρούτου, γιατί αποτελεί μικρό μέρος της καταναλισκόμενης ποσότητας.

Η ευρέως καλλιεργούμενη ποικιλία στην Ελλάδα ‘Black Amber’, καθώς και η ‘Red Ace’ ξεχώρισαν για τις ιδιαίτερα υψηλές τιμές αντιοξειδωτικών ουσιών, που είναι σε επίπεδα παρόμοια ή ξεπερνούν αυτά πολλών μικρών ή τροπικών φρούτων (Δρογουδί και Βασιλακάκης 2014). Οι καρποί των Ευρωπαϊκών ποικ. δαμασκηνιάς ‘Αυγάτη’, ‘Μπαρδάκι στρογγυλό’ και ‘Μπαρδάκι ελλειπτικό’ ήταν κίτρινου χρώματος και είχαν σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών (Σχήμα 1) και αντιοξειδωτικής ικανότητας σε φλοιό και σάρκα (δεδομένα δεν παρουσιάζονται), ενδιάμεσες ήταν οι τιμές για την ‘Πραούστι’, ενώ η ‘Ασβεστοχωρίου’ είχε σχετικά υψηλή συγκέντρωση συνολικών φαινολών στο φλοιό.

Οι καρποί των Ιαπωνικών ποικιλιών είχαν μεγαλύτερο βάρος (39%), και υψηλότερη συγκέντρωση συνολικών φαινολών στο φλοιό και ανά μερίδα φρούτου (37% και 27%, αντίστοιχα), TAC_{DPPH} στο φλοιό και σάρκα (33% και 24%, αντίστοιχα) και TAC_{FRAP} (39% και 16%, αντίστοιχα) από τις Ευρωπαϊκές ποικιλίες (Πίνακας 1).

Οι συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών στο φλοιό και τη σάρκα συσχετιζόνταν θετικά μεταξύ τους ($p=0.001$; $r=0,602$) (Πίνακας 2). Στατιστικώς σημαντικές, αλλά όχι ισχυρές, συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ της ημερομηνίας συγκομιδής και του δείκτη ωριμότητας ($p=0.001$, $r=0,543$), ΔΣΣ ($p=0.001$, $r=0,543$), και Ο.Ο. ($p=0.001$, $r=0,493$), δείχνοντας πως οι οψιμότερης ωρίμανσης ποικιλίες ήταν και περισσότερο γλυκές. Είναι η πρώτη φορά που γίνεται αναφορά στην ύπαρξη θετικής συσχέτισης μεταξύ χρόνου ωρίμανσης και ΔΣΣ στη δαμασκηνιά, ενώ παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν στη ροδακινιά (Drogoudi κ.ά., 2016; Cantin κ.ά., 2010; Dirlewanger κ.ά., 1999) και βερικοκιά (Drogoudi κ.ά., 2008; Ruiz and Egea, 2008).

Πίνακας 1. Μέση (ελάχιστη – μέγιστη) τιμή του μέσου βάρους καρπού (g), των παραμέτρων χρώματος L, a* και b* σε φλοιό (ΦΛ) και σάρκα (ΣΑ), διαλυτών στερεών συστατικών (ΔΣΣ), ογκομετρούμενης οξύτητας (Ο.Ο.), ΔΣΣ/Ο.Ο., συγκέντρωσης συνολικών φαινολών (mg ισοδ. γαλλικού οξέος /100 g νωπού βάρους), αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH (TAC_{DPPH}) και FRAP (TAC_{FRAP}) σε ΦΛ και ΣΑ, από 18 Ευρωπαϊκές και 28 Ιαπωνικές ποικιλίες δαμασκηνιάς.

	Ευρωπαϊκές ποικιλίες	Ιαπωνικές ποικιλίες
	Μέση (Ελάχιστη – Μέγιστη)	Μέση (Ελάχιστη – Μέγιστη)
Βάρος καρπού	50,8 (18,4 - 101,7)	83,2 (28,0 - 151,0)
L- ΦΛ	37,3 (22,5 - 57,4)	35,1 (19,7 - 59,7)
a*- ΦΛ	9,9 (-2,2 - 21,5)	13,0 (-2,9 - 28,3)
b*- ΦΛ	7,8 (-11,7 - 44,9)	4,7 (-10,0 - 36,2)
L- ΣΑ	51,4 (37,4 - 59,0)	55,2 (38,6 - 66,1)
a*- ΣΑ	6,0 (-0,9 - 34,2)	4,3 (-1,4 - 23,8)

b*- ΣΑ	23,1 (7,7 - 37,1)	21,3 (8,3 - 44,3)
ΣΔΣ	15,3 (11,5 - 19,2)	14,2 (8,5 - 20,5)
Ο.Ο.	1,2 (0,5 - 1,9)	1,3 (0,8 - 1,9)
ΔΣΣ/Ο.Ο.	15,8 (6,7 - 35,1)	11,9 (6,1 - 21,7)
Συν.Φαιν- ΦΛ	575,4 (110,2 - 984,6)	925,3 (273,9 - 1797,3)
TAC _{DPPH} - ΦΛ	578,0 (277,9 - 1135,7)	865,4 (235,4 - 1535,8)
TAC _{FRAP} - ΦΛ	274,6 (136,4 - 393,1)	388,3 (191,2 - 659,9)
Συν.Φαιν- ΣΑ	129,9 (55,9 - 220,9)	158,5 (63,3 - 352,3)
TAC _{DPPH} - ΣΑ	121,2 (30,8 - 187,9)	160,3 (66,9 - 343,9)
TAC _{FRAP} - ΣΑ	63,3 (47,2 - 85,3)	75,0 (44,8 - 133,6)
Συν.Φαιν/ Μερίδα	143,2 (57,1 - 233,1)	195,5 (88,1 - 409,2)

Πίνακας 2. Τιμές συσχέτισης (*r*) μεταξύ των παραμέτρων: ημερομηνία συγκομιδής, συγκέντρωση συνολικών φαινολών, TAC_{DPPH} και TAC_{FRAP}, σε ιστό φλοιού (ΦΛ) και σάρκας (ΣΑ), ΔΣΣ, ΟΟ και ΔΣΣ/ΟΟ.

	Ημερ.Συγκ	ΣυνΦαιν- ΦΛ	TAC _{DPPH} - ΦΛ	TAC _{FRAP} - ΦΛ	ΣυνΦαιν- ΣΑ	TAC _{DPPH} - ΣΑ	TAC _{FRAP} - ΣΑ	ΔΣΣ (%)	ΟΟ (%)	ΔΣΣ/ΟΟ
Ημερ.Συγκ	1									
ΣυνΦαιν-ΦΛ	-.343(*)									
TAC _{DPPH} -ΦΛ	-.340(*)	.932(**)	1							
TAC _{FRAP} -ΦΛ	-.343(*)	.976(**)	.882(**)	1						
ΣυνΦαιν-ΣΑ	ns	.602(**)	.536(**)	.520(**)	1					
TAC _{DPPH} -ΣΑ	ns	.562(**)	.462(**)	.510(**)	.890(**)	1				
TAC _{FRAP} -ΣΑ	ns	.612(**)	.581(**)	.534(**)	.944(**)	.877(**)	1			
ΔΣΣ (%)	.493(**)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1		
ΟΟ (%)	-.499(**)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-.337(*)	1	
ΔΣΣ/ΟΟ	.543(**)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	.686(**)	-.835(**)	1

Βιβλιογραφία

- Cantín, C.M., Gogorcena, Y., Moreno, M.A., 2010. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *Euphytica* 171:211-226.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I., Nour, V., Botu, M., 2015 Total phenolic, flavonoid distribution and antioxidant capacity in skin, pulp and fruit extracts of plum cultivars. *J. Food Bioch.* 39:64-69.
- Dirlewanger, E., Moing, A., Rothan, C., Svanella, L., Pronier, V., Guye, A., Plomion, C., Monet, R. 1999. Mapping QTLs controlling fruit quality in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Theor. Appl. Genet.* 98:18-31.
- Drogoudi, P., Pantelidis, G.E., Goulas, V., Manganaris, G.A., Ziogas, V., Manganaris, A., 2016. The appraisal of qualitative parameters and antioxidant contents during postharvest peach fruit ripening underlines the genotype significance. *Postharvest Biol. Technol.* 115:142-150
- Drogoudi, P.D., Pantelidis, G., Papachatzis, A., 2012. Fruit physical and chemical characters in twelve European and Japanese plum genotypes during two harvesting years. *Acta Hort.* 968:193-196.
- Drogoudi, P.D., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C., Karayiannis, I., 2008. Physical characters and antioxidant, sugar and mineral nutrient contents in fruit from 29 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids. *J. Agric. Food Chem.* 56:10754–10760.
- Ruiz, D., Egea, J. 2008. Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm. *Euphytica* 163:143–158.
- Δρογούδη Π, και Μ. Βασιλακάκης, 2014. Αντιοξειδωτικές ουσίες σε φρούτα (νωπά και αποξηραμένα) και ξηρούς καρπούς. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 4:60-73.
- Παντελίδης, Γ., 2011. Μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την ανάπτυξη του πυρήνα και η επίδραση ρυθμιστών αναστολής παραγωγής ή δράσης αιθυλενίου στην μετασυλλεκτική ζωή του ροδάκινου. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.