

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΚΕΡΑΣΙΩΝ

Δ. Φανιάδης<sup>1</sup>, Παυλίνα Δρογούδη<sup>2</sup>, Μ. Βασιλακάκης<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124 Θεσσαλονίκη

<sup>2</sup>Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, ΤΘ 122, 59200, Νάουσα

### Περίληψη

Σε καρπούς των ποικιλιών κερασιάς (*Prunus avium* L.) Bigarreau Burlat, Van, Τραγανά Εδέσσης και Μπακιρτζέικα, που συγκομίστηκαν από πέντε πεδινές, ημιορεινές και ορεινές περιοχές της βόρειας Ελλάδας, μελετήθηκαν οι συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών και άλλων ποιοτικών τους χαρακτηριστικών. Επίσης μελετήθηκαν οι μεταβολές των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των καρπών στο δένδρο και της συντήρησής τους στο ψυγείο και στο ράφι.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα και η συγκέντρωση συνολικών φαινολών ήταν μεγαλύτερες (αύξηση 108 και 121 %, αντίστοιχα) στις ποικιλίες Τραγανά και Burlat σε σύγκριση με τις Van και Μπακιρτζέικα. Η περιοχή προέλευσης των καρπών επηρέασε σημαντικά τις συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών στα κεράσια, εκτός από την ποικιλία Van, με τις ορεινές τοποθεσίες να υπερτερούν σε ποιοτικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση αυτών με χαμηλότερο υψόμετρο.

Κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των κερασιών στο δένδρο, η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώθηκε κατά την αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε λευκό και μετά ρόδινο και αυξήθηκε σημαντικά στους κόκκινους καρπούς. Η συγκέντρωση φαινολών αυξήθηκε στο τελευταίο στάδιο ωρίμανσης μόνο στις ποικιλίες Van και Μπακιρτζέικα. Τέλος, βρέθηκαν αλλαγές στις συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών στα κεράσια κατά τη διάρκεια συντήρησής τους στο ψυγείο και στο ράφι, που δεν ήταν ίδιες για όλες τις ποικιλίες.

### Εισαγωγή

Επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν πως η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε φαινολικές ουσίες σχετίζεται με μείωση της εμφάνισης καρκίνου, αθηρογένεσης, καρδιακών παθήσεων κ.α. Τα κεράσια είναι καλή πηγή πρόσληψης φαινολικών ουσιών αφού έχουν καταταγεί πέμπτα, με πρώτο τα κράνα ενώ ως προς την αντιοξειδωτική τους ικανότητα έχουν καταταγεί δεύτερα, με πρώτο την φράουλα, μεταξύ 20 διαφορετικών φρούτων (Vinson *et al.*, 2001).

Είναι γνωστό πως οι ορεινές περιοχές παράγουν καλύτερης ποιότητας κεράσια σε σύγκριση με τις πεδινές περιοχές. Δεν είχε όμως μέχρι τώρα μελετηθεί αν το περιβάλλον επηρεάζει τις συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών που τους δίνουν θεραπευτική αξία, κάτι που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για τη διαφήμιση των κερασιών από αυτές τις περιοχές. Επίσης, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κυριότερης ελληνικής ποικιλίας - Τραγανά Εδέσσης - δεν είχαν έως τώρα μελετηθεί.

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη: α) της επίδρασης της ποικιλίας και του περιβάλλοντος στη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών στα κεράσια, β) της επίδρασης της συντήρησης των κερασιών στην αντιοξειδωτική ικανότητα των κερασιών, και γ) της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών των κερασιών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσής τους στο δένδρο.

### Υλικά και Μέθοδοι

Συλλέχθηκαν ώριμοι καρποί κερασιάς των ποικιλιών Τραγανά Εδέσσης, Μπακιρτζέικα, Β. Burlat και Van από οπωρώνες των περιοχών Παλιάμπελα Κολινδρού, Μακροχώρι Βέροιας, Άρνισσα Εδέσσης και Γιαννακοχώρι και Ροδοχώρι Νάουσας. Μετρήθηκαν το βάρος, το χρώμα (χρωματόμετρο Minolta), τα συνολικά διαλυτά στερεά (ΣΔΣ) και τα συνολικά οξέα ( $n=30$ ). Κεράσια στα οποία αφαιρέθηκε ο ποδίσκος και ο πυρήνας τοποθετήθηκαν στους  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  για να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας και της συγκέντρωσης συνολικών φαινολών. Αμέσως μετά τη συγκομιδή (ημ. 0) καρποί συντηρήθηκαν σε σακούλες πολυαιθυλενίου στο ψυγείο ( $1-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) για δύο ημέρες και μετά στο ράφι για μία ημέρα (ημ. 3) ή συντηρήθηκαν για τέσσερις ημέρες στο ψυγείο και μία ημέρα στο ράφι (ημ. 5) και μετρήθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους τις ημ. 3 και 5. Επίσης, κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των κερασιών στο δένδρο, συλλέχθηκαν πράσινα, άσπρα και ροζ χρώματος κεράσια των οποίων μετρήθηκαν τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά.

Περίπου 1 g δείγματος λειοτριβήθηκε με 8 ml μεθανόλης 80% (v/v) και φυγοκεντρήθηκε στα 10000 g για 10 λεπτά στους  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Στο υπερκείμενο μετρήθηκαν αμέσως η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, χρησιμοποιώντας την ελεύθερη ρίζα DPPH<sup>+</sup> και εκφράστηκε ως mg ισοδύναμης αντιοξειδωτικής ικανότητας ασκορβικού οξέος σύμφωνα με τους Gil και συνεργάτες (2000), και η συγκέντρωση συνολικών φαινολών, χρησιμοποιώντας το Folin-Ciocalteu αντιδραστήριο. Οι αναλύσεις έγιναν σε τρεις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση και τρεις καρπούς για κάθε δείγμα. Έγιναν αναλύσεις παραλλακτικότητας (one way ANOVA) και απλής συσχέτισης χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS 12 (SPSS Inc., Chicago Illinois, USA).

### Αποτελέσματα και Συζήτηση

Βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των τεσσάρων ποικιλιών όταν συγκομίστηκαν από το Γιαννακοχώρι. Η αντιοξειδωτική ικανότητα και η συγκέντρωση συνολικών φαινολών ήταν μεγαλύτερες στις ποικιλίες Τραγανά και Burlat (108 και 121 55 % περισσότερο, αντίστοιχα) σε σύγκριση με τις Van και Μπακιρτζέικα (Πίν. 1). Οι ποικιλίες διέφεραν στο μέσο βάρος καρπού με την ακόλουθη φθίνουσα σειρά Μπακιρτζέικα (11,4 g)>> Τραγανά (10,5 g)>> Burlat και Van (9,5 g) και τα ΣΔΣ με την ακόλουθη σειρά Τραγανά (18,0 %) >> Μπακιρτζέικα και Van (15,6 %) >> Burlat (13,5 %). Επίσης τα κεράσια της ποικιλίας Burlat είχαν περισσότερο κόκκινο χρώμα (μεγαλύτερα  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ ) σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Οι τιμές συνολικών φαινολών που βρέθηκαν για τις ποικιλίες Β. Burlat και Van συμφωνούν με αποτελέσματα άλλων ερευνητών (Gonçalves *et al.*, 2004ab; Gao and Mazza, 1995).

Οι περιοχές συγκομιδής των κερασιών μπορούν να χαρακτηριστούν σύμφωνα με το υψόμετρό τους ως πεδινές (Κολινδρός, Μακροχώρι), ημιορεινές (Γιαννακοχώρι) και ορεινές (Ροδοχώρι, Άρνισσα). Βρέθηκε πως σε όλες τις ποικιλίες, εκτός από τη Van, στις ορεινές τοποθεσίες τα κεράσια έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα και φαινόλες σε σύγκριση με αυτά από χαμηλότερο υψόμετρο (Πίνακας 1). Η έλλειψη διαφορών στη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών στην ποικιλία Van μπορεί να οφείλεται σε χαρακτηριστικό της ποικιλίας ή/ και το ότι οι μελετούμενες περιοχές (Γιαννακοχώρι και Ροδοχώρι) είχαν σχετικά μικρή διαφορά ως προς το υψόμετρο. Διαφορές βρέθηκαν και στο βάρος, το χρώμα και ΣΔΣ των κερασιών μεταξύ των περιοχών κυρίως για τις ποικιλίες Τραγανά και Μπακιρτζέικα (Πίν. 1). Οι Gonçalves και συνεργάτες (2004a) βρήκαν μεγάλες διαφορές στη συγκέντρωση φαινολών και ανθοκυανών στα κεράσια που συγκομίστηκαν δύο χρονιές, με μεγαλύτερες τιμές φαινολών τη πιο ζεστή χρονιά και το αντίστροφο όσο αφορά τις ανθοκυάνες.

Πίνακας 1: Βάρος (g), παράμετροι χρώματος  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ , διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) (%), συνολικές φαινόλες (mg γαλλικού οξέος 100 g<sup>-1</sup> φβ) και συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (mg ασκορ. 100 g<sup>-1</sup> φβ) στις ποικιλίες κερασιάς Bigarreau Burlat, Van, Τραγανά και Μπακιρτζέικα από τις περιοχές Κολινδρού, Γιαννακοχωρίου, Μακροχωρίου, Ροδοχωρίου και Άρνισσας. Διαφορετικό γράμμα υποδηλώνει στατιστικά σημαντική ( $p < 0,005$ ) διαφορά.

Ποικιλίες	Περιοχές	Βάρος	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Δ.Σ.Σ.	Φαινόλες	Αντιοξ.Ικαν.
Big. Burlat	Γιαν/χώρι	9,7	32,1	28,7	-1,56	13,5 b	212,3 a	184,2
	Κολινδρός	10,1	32,0	30,4	-0,59	15,5 a	153,8 b	135,7
Van	Γιαν/χώρι	9,2	29,1	24,1 a	-4,17 a	15,6 b	91,7	65,0
	Ροδοχώρι	8,8	28,7	17,3 b	-6,76 b	19,7 a	103,1	79,3
Τραγανά	Γιαν/χώρι	10,5 a	29,3 a	18,7 a	-6,23 a	18,0	196,5 b	168,0 b
	Μακροχώρι	7,4 b	27,9 b	14,5 bc	-7,64 bc	17,8	143,4 c	120,8 c
	Ροδοχώρι	9,9 a	27,7 b	15,0 b	-7,22 b	17,1	265,4 a	209,3 a
	Άρνισσα	7,0 b	28,1 b	11,8 c	-8,27 c	18,3	212,7 b	175,4 b
Μπακιρτζέικα	Γιαν/χώρι	11,4 a	28,5 b	20,6 b	-4,95	15,5	104,2 b	93,5 b
	Ροδοχώρι	10,2 b	31,2 a	25,8 a	-3,53	15,7	197,2 a	138,6 a
	Άρνισσα	7,9 c	30,2 a	20,9 b	-5,47	15,7	179,7 a	145,5 a

Πίνακας 2. Μεταβολές στη συγκέντρωση συνολικών φαινολών και συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των κερασιών. Διαφορετικό γράμμα υποδηλώνει στατιστικά σημαντική ( $p < 0,005$ ) διαφορά.

	Συνολικές φαινόλες (mg 100 g <sup>-1</sup> φβ)				Συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (mg ασκ. 100 g <sup>-1</sup> φβ)			
	Πράσινο	Λευκό	Ροζ	Κόκκινο	Πράσινο	Λευκό	Ροζ	Κόκκινο
Big. Burlat	253,8	263,3	209,0	212,3	169,8	165,3	146,7	184,2
Van	57,0 a	59,0 a	62,1 a	91,7 b	82,5 a	40,7 b	19,3 c	78,2 a
Τραγανά	181,9	205,3	191,3	196,5	158,2 a	144,5 a	47,8 b	168,0 a
Μπακιρτζέικα	74,8 a	68,6 a	70,7 a	104,2 b	84,1 ab	61,8 b	32,9 c	93,5 a

Κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των κερασιών στο δένδρο βρέθηκαν μεταβολές στις συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών (Πίν. 2). Η συγκέντρωση συνολικών φαινόλων αυξήθηκε από τους ρόδινους στους κόκκινους- ώριμους καρπούς στις ποικιλίες Van και Μπακιρτζέικα, ενώ δεν βρέθηκαν σημαντικές αλλαγές στις ποικιλίες Burlat και Τραγανά. Η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώθηκε σημαντικά κατά την αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε λευκό και μετά ρόδινο και αυξήθηκε σημαντικά στους κόκκινους καρπούς. Οι αλλαγές ήταν πάλι λιγότερο έντονες στην Burlat. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τους Serrano και συνεργάτες (2005), οι οποίοι βρήκαν πως οι συνολικές φαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώθηκαν κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης του κερασιού και μετά αυξήθηκαν εκθετικά με την ωρίμανση του καρπού. Στην παρούσα εργασία βρέθηκε πως οι αλλαγές στη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των κερασιών ήταν μικρότερες στις ποικιλίες Burlat και Τραγανά, οι οποίες είχαν και τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Κατά τη διάρκεια συντήρησης των κερασιών στο ψυγείο για δύο ή τέσσερις ημέρες και μετά μία ημέρα στο ράφι βρέθηκαν μεταβολές στις συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών που δεν ήταν ίδιες για όλες τις ποικιλίες. Οι συνολικές φαινόλες αυξήθηκαν στις ποικιλίες Τραγανά και Van την ημ. 5 σε σύγκριση με την ημ. 3 και την ημ. 0, στη Μπακιρτζέικα μειώθηκαν την ημ. 5 και 3 σε σύγκριση με την ημ. 0, ενώ στη Burlat δεν επηρεάστηκαν από τη συντήρηση (δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Όσον αφορά την αντιοξειδωτική ικανότητα, αυτή αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης στη ποικιλία Burlat, μειώθηκε στην Τραγανά, ενώ δεν επηρεάστηκε στις Van και Μπακιρτζέικα (δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Οι Gonçalves και συνεργάτες (2004b) βρήκαν επίσης διαφορετική επίδραση της συντήρησης στο ψυγείο για 30 ημέρες μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών. Για παράδειγμα, βρήκαν πως κατά τη διάρκεια της συντήρησης οι συνολικές φαινόλες αυξήθηκαν στις ποικιλίες B. Burla και Saco, ενώ μειώθηκαν στις ποικιλίες Van και Summit.

Στην παρούσα εργασία, βρέθηκε καλή θετική συσχέτιση μεταξύ της αντιοξειδωτικής ικανότητας και της συγκέντρωσης φαινόλων ( $r^2 = 0,943$ ). Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και από τους Serrano και συνεργάτες (2005).

#### Βιβλιογραφία

- Gao, L. and Mazza, G., 1995. Characterization, quantification and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries. *J. Agric. Food Chem.* 43:343-346.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and Kader, A.A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agr. Food Chem.* 48:4581-4589.
- Gonçalves, B., Landbo, A., Knudsen, D., Silva, A.P., Moutinho-Pereira, J., Rosa, E. and Meyer, A., 2004a. Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of cherries (*Prunus avium* L.). *J. Agric. Food Chem.* 52:523-530.
- Gonçalves, B., Landbo, A.K., Let, M., Silva, A.P., Rosa, E. And Meyer, A.S., 2004b. Storage affects the phenolic profiles and antioxidant activities of cherries (*Prunus avium* L.) on human low-density lipoproteins. *J. Sci. Food Agr.* 84:1013-1020.
- Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S. and Valero, D., 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *J. Agric. Food Chem.* 53:2741-2745.
- Vinson, J.A., Su, X., Zubik, L. and Bose, P., 2001. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J. Agric. Food Chem.* 49: 5315-5321.

