

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 20 ΓΕΝΟΤΥΠΩΝ ΡΟΔΙΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

Παυλίνα Δρογούδη¹, Κ. Τσιπουρίδης¹, Ζ. Μιχαηλίδης²

¹ ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δέντρων (Ι.Φ.Δ.), Τ.Θ. 122, 59200 Νάουσα

² ΤΕΙ Θεσσαλονίκης Τ.Θ. 14561, 54101, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Είκοσι γενότυποι ροδιάς, οι οποίοι είχαν συλλεχθεί από διάφορες περιοχές της Ελλάδας και μελετώνται στο Ι.Φ.Δ. Νάουσας, αξιολογήθηκαν ως προς την απόδοση, την αντοχή σε ανοιξιάτικους παγετούς, τις διαστάσεις των φύλλων και τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των καρπών. Τα δεδομένα αναλύθηκαν σε κύριες ορθογώνιες συνιστώσες για τη μελέτη του πολυμορφισμού των χαρακτηριστικών και κατασκευάστηκαν δενδρογράμματα για την ταξινόμηση των γενοτύπων σε ομάδες με βάση το βαθμό ομοιότητας.

Η μελέτη των δενδρογραμμάτων έδειξε την ύπαρξη πολυκλωνικών ποικιλιών καθώς περιπτώσεων ομοζυγωτίας. Μεταξύ των γενοτύπων παρατηρήθηκε σημαντική παραλλακτικότητα, η οποία κατά το μεγαλύτερο μέρος οφείλεται στα χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος του καρπού, το χρώμα δρύπης/καρπού, τα σάκχαρα και τη συγκέντρωση ανθοκυανών. Βρέθηκε σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης των φαινολών και των ανθοκυανών του χυμού και μεταξύ της συγκέντρωσης των ανθοκυανών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας του χυμού.

Εισαγωγή

Η ροδιά (*Punica granatum* L.) είναι δέντρο προσαρμοσμένο στις Μεσογειακές χώρες. Στην Ελλάδα η ροδιά καλλιεργείται ως διάσπαρτη ενώ υπάρχει η προοπτική για συστηματική καλλιέργειά της μιας και η ζήτηση ροδιών στις αγορές του εσωτερικού και εξωτερικού είναι αυξημένη. Η αξιολόγηση του τοπικού γενετικού υλικού θα βοηθήσει στη διατήρησή του και την εύρεση γενοτύπων με επιθυμητά χαρακτηριστικά για εμπορική χρήση ή για διασταυρώσεις. Πρόσφατα αξιολογήσεις γενετικού υλικού ροδιάς εντόπιων πληθυσμών έχουν γίνει στην Ιταλία (Barone *et al.*, 2001), Τυνησία (Mars & Marrakchi, 1999) και στην Τουρκία (Ozkan, 2003), όπου αξιολογήθηκαν επίσης και ελληνικοί γενότυποι (Ozguven *et al.*, 1997).

Τα ρόδια καταναλώνονται φρέσκα και ως χυμός και έχουν σημαντικές θρεπτικές ιδιότητες όπως η σχετικά υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με άλλες οικογένειες φυτών (Halvorsen *et al.*, 2002). Όπως είναι γνωστόν από τη βιβλιογραφία, η παραλλακτικότητα των γενοτύπων ροδιάς ως προς τη συγκέντρωση ανθοκυανών, ασκορβικού οξέος και αντιοξειδωτικών ουσιών δεν έχει μελετηθεί από τους διάφορους ερευνητές.

Στη παρούσα εργασία μελετήθηκε η απόδοση, η σχετική αντοχή των φυτών στον παγετό, οι διαστάσεις των φύλλων και τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των καρπών 20 γενοτύπων ροδιάς που έχουν συλλεχθεί από διάφορες περιοχές της Ελλάδος, παράλληλα με τη διεξαγωγή στο Ι.Φ.Δ. του προγράμματος του Διεθνούς Γραφείου Διατήρησης Φυτικού Γενετικού Υλικού (International Board for Plant Genetic Resources) που αφορούσε τη συλλογή γενετικού υλικού πυρηνοκάρπων. Μελετήθηκε

επίσης, ο πολυμορφισμός των διαφόρων χαρακτηριστικών της ροδιάς και πραγματοποιήθηκε η ταξινόμηση των γενοτύπων σε ομάδες ομοιομορφία.

Υλικά και Μέθοδοι

Είκοσι γενότυποι ροδιάς ηλικίας πέντε ετών, διατηρούνται σε συλλογή αξιολόγησης στο Ι.Φ.Δ., σε τυχαιοποιημένες ομάδες των 4 επαναλήψεων, διαμορφωμένοι σε τέσσερις κορμούς και φυτεμένοι σε αποστάσεις 5 x 1,5 μέτρα. Μετά από ανοιξιάτικο παγετό που συνέβη στις 8 Απριλίου, 2003, υπολογίστηκε το ποσοστό νεκρών βλαστών. Σε δύο καλλιεργητικές περιόδους αξιολογήθηκε από ομάδα 15 ατόμων η οπτική εμφάνιση του εξωτερικού και εσωτερικού του καρπού, βαθμολογώντας με άριστα το 10. Επίσης μετρήθηκε το βάρος του εμπορεύσιμου καρπού (12 επαναλήψεις), το ποσοστό χυμού στη δρύπη και στο καρπό, το χρώμα της δρύπης και του καρπού (παραμέτρους L*, a* και b* με το χρωματόμετρο Minolta), τα διαλυτά στερεά συστατικά (ΔΣΣ) και η ογκομετρούμενη οξύτητα (3 επαναλήψεις). Κατά τη διάρκεια μίας καλλιεργητικής περιόδου, μετρήθηκε η απόδοση, το ποσοστό των μη εμπορεύσιμων καρπών (σκισμένων και μικρών) και οι διαστάσεις των φύλλων (μήκος μίσχου και ελάσματος και πλάτος ελάσματος) σε 50 ώριμα φύλλα.

Έγιναν αναλύσεις για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης συνολικών ανθοκυανών, φαινολών και αντιοξειδωτικής ικανότητας σε χυμό πέντε καρπών, και αναλύσεις ασκορβικού οξέος που έγιναν σε δρύπες τριών καρπών, και μετά από συντήρηση ολόκληρων καρπών στους -20 °C. Για την ανάλυση συνολικών ανθοκυανών, 200 μl χυμού διαλύθηκαν σε 5 ml HCl/MeOH (1:99, o/o) και μετά από 24 ώρες στο σκοτάδι μετρήθηκε η απορρόφηση σε σπεκτοφωτόμετρο στους 530 nm και υπολογίστηκε σε mmol cyanidine-3-glucoside/100ml χυμού. Συνολικές διαλυτές φαινόλες μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας το Folin-Ciocalteu αντιδραστήριο και εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος/100ml. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα μετρήθηκε χρησιμοποιώντας την ελεύθερη ρίζα DPPH και εκφράστηκε ως mM AEAC (ascorbic acid equivalent antioxidant capacity) σύμφωνα με τους Gil *et al.*, (2000). Η συγκέντρωση ασκορβικού οξέος μετρήθηκε σύμφωνα με τους Takahama και Oniki (1992).

Αναλύσεις απλής συσχέτισης (correlation analysis), οι αναλύσεις των δεδομένων σε κύριες ορθογώνιες συνιστώσες (principal component analysis) και η ιεραρχική ταξινόμηση απλού δεσμού των γενοτύπων σε ομίλους ομάδων (Single linkage cluster analysis) έγιναν με το στατιστικό πακέτο προγραμμάτων SPSS (Chicago, USA).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Βρέθηκε μεγάλη φαινοτυπική (και πιθανόν γενετική) παραλλακτικότητα σε όλα τα χαρακτηριστικά μεταξύ των 20 γενοτύπων ροδιάς. Το μήκος ελάσματος και μίσχου κυμαινόταν μεταξύ 3,2 και 6,9 εκ. και το μήκος και πλάτος του ελάσματος κυμαινόταν μεταξύ 2,9 και 6,3 και μεταξύ 0,7 και 2,4 εκ., αντίστοιχα. Το ποσοστό ζημιάς βλαστών μετά από ανοιξιάτικο παγετό κυμαινόταν μεταξύ 34 και 100%.

Η απόδοση κυμαινόταν μεταξύ 2 και 17,6 κιλά/δέντρο, το ποσοστό μη εμπορεύσιμων καρπών μεταξύ 26 και 82%, το βάρος του εμπορεύσιμου καρπού μεταξύ 267 και 445 γρ., οι δρύπες αποτελούσαν 52-64 % του καρπού, ο χυμός αποτελούσε 50-61% των δρυπών και 27-37% του καρπού. Ως προς την οπτική εμφάνιση του εξωτερικού και εσωτερικού του καρπού, ως καλύτεροι αξιολογήθηκαν οι γενότυποι 11006, 11009 και 11011.

Διακύμανση βρέθηκε και μεταξύ του χρώματος της δρύπης (L^* , 14-35; a^* , 11-21; b^* , 6-15), και του καρπού (L^* , 48-76; a^* , 0-42; b^* , 27-43). Δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ παραμέτρων χρώματος (L^* , a^* , b^*) της δρύπης και του καρπού, δείχνοντας πως το εξωτερικό χρώμα του καρπού δεν αποτελεί ένδειξη για τα χρωματικά χαρακτηριστικά της δρύπης.

Ως προς τα χημικά χαρακτηριστικά του χυμού βρέθηκε πως τα ΔΣΣ κυμαινόταν μεταξύ 14 και 17 %, τα ολικά οξέα στα 0,2 έως 2,4 g κιτρικού οξέος/100ml, η συγκέντρωση ανθοκυανών στα 43 έως 72 mmol cyanidine-3-glucoside/100ml, φαινολών στα 23 έως 70 mg γαλλικού οξέος/100ml, ασκορβικού οξέος στα 1,3 έως 5,2 mg/100g, και η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα στα 10 έως 25 mM AΕΑC. Μεταξύ των χημικών χαρακτηριστικών που παρουσίασαν σημαντική συσχέτιση και με $r > 0,6$ ήταν η συγκέντρωση ανθοκυανών και η αντιοξειδωτική ικανότητα χυμού ($P=0,002$; $r=0,626$), η συγκέντρωση φαινολών και ανθοκυανών ($P < 0,001$; $r=0,799$) και η συγκέντρωση ανθοκυανών και ΔΣΣ ($P=0,002$; $r=0,615$). Η υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα των τροφών σχετίζεται με χαμηλά επίπεδα καρδιακών νοσημάτων και καρκίνων και συνεπώς η ύπαρξη ανθοκυανών στο χυμό των σπόρων προσδίδουν υψηλή ωφελιμότητα.

Η ανάλυση των δεδομένων σε κύριες ορθογώνιες συνιστώσες έγινε διότι μεταξύ των διαφόρων χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν, παρατηρήθηκαν σημαντικές συσχετίσεις, που μπορούσαν να οδηγήσουν σε εσφαλμένα συμπεράσματα και για να προσδιοριστούν κατά συνιστώσα, τα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν περισσότερο στην εμφάνιση της ολικής παρατηρούμενης παραλλακτικότητας των δεδομένων (πίνακας 1). Η πρώτη κύρια ορθογώνια συνιστώσα εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό (33%) της συνολικής παρατηρούμενης παραλλακτικότητας συνεισφέροντας σ' αυτό θετικά το μήκος ελάσματος, το μήκος φύλλου και πλάτος ελάσματος, το βάρος του καρπού, το χρώμα της δρύπης L^* και b^* και η συγκέντρωση οξέων και αρνητικά κυρίως το ποσοστό χυμού/ καρπό, τα ΣΔΔ, η συγκέντρωση ανθοκυανών και η αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού. Η πρώτη κύρια συνιστώσα ξεχωρίζει το γενότυπο 11006, σε σχέση με τους 11002, 11003, 11009 και 11010, ο οποίος έχει μεγάλα φύλλα, μεγάλο μέγεθος καρπού, φωτεινό χρώμα ράγας, μικρό ποσοστό χυμού στον καρπό και χυμό με υψηλή οξύτητα, χαμηλά ΔΣΣ, χαμηλή συγκέντρωση ανθοκυανών και μικρή αντιοξειδωτική ικανότητα. Στην δεύτερη ορθογώνια συνιστώσα (εξηγεί το 16% της παραλλακτικότητας), υπερτερούν περισσότερο τα χαρακτηριστικά χρώματος του καρπού, το ποσοστό ζημιάς από παγετό, ενώ στην τρίτη συνιστώσα (εξηγεί το 13% της παραλλακτικότητας), τα χαρακτηριστικά μεγέθους των φύλλων καθώς και η συγκέντρωση φαινολών στο χυμό.

Με τη βοήθεια των δένδρογραμμάτων βρέθηκε η ύπαρξη περιπτώσεων ομοζυγωτίας και ετεροζυγωτίας καθώς και ξεχώρισαν ομάδες γενοτύπων με σχετική ομοιομορφία (Σχήμα 1). Γενότυποι με μεγάλη ομοιότητα χαρακτηριστικών ήταν οι 11012 και 11016, οι 11014 και 11018, οι 11002 και 11005, και οι 11009 και 11010. Γενότυποι που δεν ταξινομήθηκαν σε καμία από τις ομάδες, ήταν ο 11006 και ο 11029.

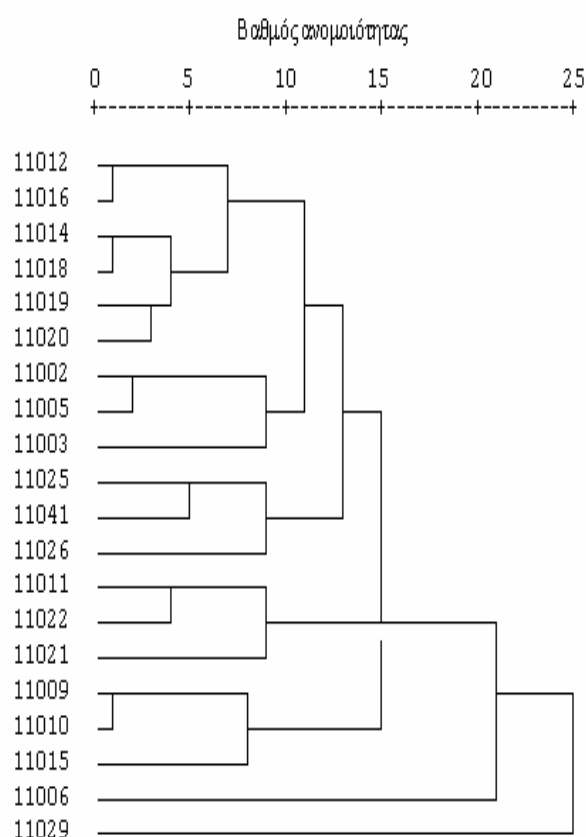
Βιβλιογραφία

Barone, E., Caruso, T., Marra, F.P., Sottile, F., 2001. Preliminary observations on some Sicilian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. J. Am. Pom. Soc. 55:4-7

- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A., 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agr. Food Chem.* 48:4581-4589
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S.F., Wold, A.B., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L.F., Moskaug, J.O., Jacobs, D.R., Blomhoff, R., 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J. of Nutrition.* 132:461-471
- Mars, M., Marrakchi, M., 1999. Diversity of pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm in Tunisia. *Genetic resources and crop evolution* 46:461-467.
- Ozguven, A.I., Tatli, H., Coskun, M., Daskan, Y., 1997. Fruit characteristics of some Mediterranean and Aegean pomegranate varieties under ecological conditions of Adana, Turkey. *Acta Hort.* 441:345-349.
- Ozkan, Y., 2003. Determination of pomological characteristics of Niksar district pomegranates (*Punica granatum* L.) of the Tokat province. *Acta Hort.* 598:199-203.
- Takahama, U., Oniki, T., 1992. Regulation of peroxidase-dependant oxidation of phenolics in the apoplast of spinach leaves by ascorbate. *Plant Cell Physiol.* 33:379-387.

Πίνακας 1. Συνεισφορά των χαρακτηριστικών στις πρώτες τρεις κύριες συνιστώσες. Τιμές $\geq 0,6$ θεωρούνται σημαντικές και τονίζονται.

	Όμιλοι		
	1	2	3
%Ζημιά Παγετό	-0,35	-0,60	0,30
Μήκος Φύλλου	0,68	-0,13	0,59
Μήκος Ελάσμ.	0,66	-0,10	0,60
Πλάτος Ελάσμ.	0,65	-0,20	0,51
Εμφάνιση	0,56	0,58	0,33
Απόδοση	0,17	-0,22	0,13
%ΕμπορΚαρποί	0,03	-0,55	-0,30
Βάρος καρπού	0,71	-0,21	-0,19
%Χυμό/Καρπό	-0,79	-0,14	-0,02
%Χυμό/Δρύπη	-0,23	0,62	0,03
L* καρπού	0,59	-0,61	-0,33
a* καρπού	-0,54	0,69	0,32
b* καρπού	0,59	-0,66	-0,24
L* δρύπης	0,66	0,48	-0,03
a* δρύπης	0,41	0,31	0,30
b* δρύπης	0,67	0,52	0,06
ΔΣΣ	-0,82	-0,25	0,06
Οξέα	0,71	0,08	0,04
Ανθοκυάνες	-0,72	-0,24	0,31
Φαινόλες	-0,50	-0,24	0,67
Αντιοξ. Ικαν.	-0,68	0,18	-0,24
Ασκορβικό	-0,43	0,09	-0,33



Σχήμα 1. Δενδρόγραμμα ταξινόμησης 20 ελληνικών γενοτύπων ροδιάς σε ομίλους ομάδων