

## ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΟΦΘΑΛΜΩΝ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΩΝ ΡΟΔΙΑΣ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ

Π. Δρογούδη<sup>1</sup>, Σ. Βέμμος<sup>2</sup>, Π. Τσιάντας<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ΕΛΓΟ ‘ΔΗΜΗΤΡΑ’, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων, Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Νάουσας, ΣΣ Νάουσας 38, 59 035 Νάουσα. Email: drogoudi@otenet.gr

<sup>2</sup>Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Δενδροκομίας, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αντοχή βλαστών και οφθαλμών των ποικιλιών ροδιάς ‘Wonderful’, ‘No 116/17’, ‘Acco’, ‘Ερμιόνη’ και ‘Ανδρομάχη’, σε χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του ληθάργου και εξόδου από το λήθαργο. Η εκτίμηση της ζημιάς έγινε με τη μέθοδο οπτικής παρατήρησης στους οφθαλμούς, και διαρροής ηλεκτρολυτών και τετραζολίου στους βλαστούς. Η αντοχή στο ψύχος αυξήθηκε από το Νοέμβριο μέχρι τις αρχές Φεβρουαρίου και κατόπιν μειώθηκε. Στις 30 Νοεμβρίου (είσοδος στο λήθαργο) η μέγιστη θερμοκρασία που προκάλεσε 10% ζημιά (LT10) στους οφθαλμούς ήταν -5,3 °C, μειώθηκε στους -17,0 °C κατά τη διάρκεια του ληθάργου (Ιανουάριος) και κατόπιν αυξήθηκε στους -0,8 °C κατά την έξοδο από τον λήθαργο (Μάρτιος). Οι τιμές LT10 ήταν χαμηλότερες στους βλαστούς (μέθοδο ηλεκτρολυτών και τετραζολίου) σε σύγκριση με του οφθαλμούς (οπτική παρατήρηση). Η ποικιλία ‘Wonderful’ και ‘No 166/17’ είχαν μικρότερη αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες κατά την είσοδο των οφθαλμών στο λήθαργο. Οι συγκεντρώσεις σακχαρόζης, γλυκόζης, φρουκτόζης, μαννιτόλης και συνολικών σακχάρων στο βλαστό είχαν μεγαλύτερες τιμές το Δεκέμβριο και Ιανουάριο, δείχνοντας πως η αύξηση στο οσμωτικό δυναμικό των κυττάρων έχει σημαντικό ρόλο στην αντοχή στον παγετό. Οι συγκεντρώσεις σακχάρων συσχετίστηκαν με τις τιμές LT10 συνολικά αλλά όχι σε κάθε ημερομηνία μέτρησης.

Λέξεις κλειδιά: Άμυλο, ζημιά από παγετό, ποικιλίες, σάκχαρα

### Εισαγωγή

Οι Levin (2006) και Sheets κ.ά. (2004) μετά από τοπικές παρατηρήσεις στον αγρό, αναφέρουν πως θερμοκρασίες μέχρι -12 °C κατά τη διάρκεια του χειμώνα μπορεί να μην προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στη ροδιά. Στην μόνη εργασία όπου έγινε εργαστηριακή μελέτη της αντοχής της ροδιάς σε χαμηλές θερμοκρασίες, οι Ghasemi Soloklui κ.ά. (2012) αναφέρουν πως η ελάχιστη θερμοκρασία που προκαλεί 50% ζημιά σε βλαστούς

(LT50), όπως εκτιμήθηκε με τη μέθοδο της διαρροής ηλεκτρολυτών, ήταν  $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  το Νοέμβριο,  $-20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  τον Ιανουάριο και  $-12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  το Μάρτιο, σε επτά Ιρανικές ποικιλίες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν: α) να καθοριστούν οι κρίσιμες θερμοκρασίες που μπορεί να προκαλέσουν ζημιά σε οφθαλμούς και βλαστούς ροδιάς σε διαφορετικά φαινολογικά στάδια και να συσχετιστούν με αλλαγές στις συγκεντρώσεις σακχάρων και αμύλου στους βλαστούς, και β) να μελετηθούν πιθανόν διαφορές στην αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα.

### Υλικά και Μέθοδοι

Ετήσιοι βλαστοί ροδιάς κόπηκαν από δένδρα των ποικ. ‘Wonderful’, ‘No 116/17’, ‘Acco’, ‘Ερμιόνη’ και ‘Ανδρομάχη’ ηλικίας 5-10 ετών που βρίσκονταν στη Νάουσα και Αλεξάνδρεια Ημαθίας. Δειγματοληψίες έγιναν από Ιανουάριο μέχρι και Μάρτιο 2012 (τρεις φορές), και από Νοέμβριο 2013 μέχρι Μάρτιο 2014 (έξι φορές). Οι βλαστοί μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο και τοποθετήθηκαν σε ψυγρόλoutτρο (RE204 Lauda, Konigshofen, Germany), όπου η θερμοκρασία μειώνονταν κατά  $3^{\circ}\text{C}$  ανά ώρα και διατηρούταν για 30 min σε θερμοκρασίες από  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ανάλογα με την εποχή που γινόταν η μέτρηση. Υπολογίστηκε η θερμοκρασία στην οποία: α) το 10% των οφθαλμών νεκρώθηκαν μετά από οπτική παρατήρηση (LT10<sub>οπτ</sub>), με βάση των μεταχρωματισμό των ιστών, β) το 10% της μείωσης της αγωγιμότητας (LT10<sub>ηλεκ</sub>) με τη μέθοδο διαρροής ηλεκτρολυτών, και γ) το 10% των βλαστών νεκρώθηκαν, με τη δοκιμή τετραζολίου (LT10<sub>τετρ</sub>), μετά την εφαρμογή των δεδομένων σε διπλή σιγμοειδή καμπύλη του μοντέλου Richard (Sekozawa κ.ά., 2003).

Κατά το δεύτερο πειραματικό έτος έγιναν αναλύσεις των σακχάρων σακχαρόζης, γλυκόζης, φρουκτόζης και μαννιτόλης, και αμύλου σε δείγματα βλαστών που ξεχωρίστηκαν πριν από την έκθεση τους σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι αναλύσεις των σακχάρων έγιναν με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας (HPLC) και του αμύλου με ενζυμική μέθοδο (Vemmos, 1999).

### Αποτελέσματα και Συζήτηση

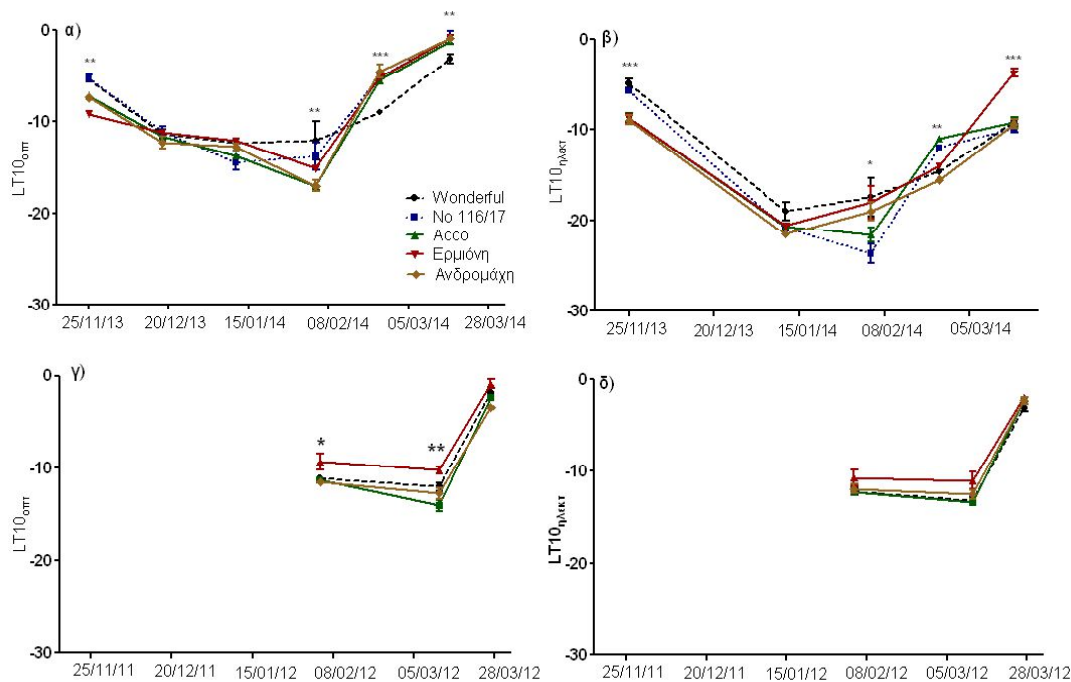
Η αντοχή στο ψύχος αυξήθηκε από το Νοέμβριο μέχρι τις αρχές Φεβρουαρίου και κατόπιν μειώθηκε (Σχήμα 1α,1β). Στις 30 Νοεμβρίου η μέγιστη θερμοκρασία που προκάλεσε 10% ζημιά με οπτική παρατήρηση (LT10<sub>οπτ</sub>) ήταν  $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , κατά τη διάρκεια του ληθάργου (Ιανουάριος) ήταν  $-17,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  και κατά την έξοδο από το λήθαργο (Μάρτιος) ήταν  $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (μέσος όρος τιμών των δύο ετών).

Οι τιμές LT10<sub>οπτ</sub> και LT10<sub>ηλεκ</sub> ήταν υψηλότερες στις ποικιλίες Wonderful’ και ‘No116/17’ κατά την είσοδο στο λήθαργο (28/11/2013) που δείχνει μικρότερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες (Σχήμα 1α,1β). Κατά την έξοδο από το λήθαργο οι ‘Wonderful’ και ‘No 116/17’ είχαν χαμηλότερη τιμή LT10<sub>οπτ</sub>, σε σύγκριση με τις

υπόλοιπες μελετούμενες ποικιλίες. Στο τέλος Μαρτίου του 2013 η ‘Ερμιόνη’ είχε την υψηλότερη τιμή  $LT10_{\eta\lambda\epsilon\kappa}$ , ενώ η ίδια ποικιλία είχε υψηλότερη τιμή  $LT10_{\sigma\pi\tau}$  στις 13/1/2012 και 1/3/2012, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μελετούμενες ποικιλίες (Σχήμα 1γ, 1δ).

Οι συγκεντρώσεις γλυκόζης, φρουκτόζης και μαννιτόλης στο βλαστό ήταν μεγαλύτερες κατά το Δεκέμβριο και Ιανουάριο (Σχήμα 2), δείχνοντας πως η αύξηση στο οσμωτικό δυναμικό των κυττάρων μπορεί να έχει σημαντικό ρόλο στην αντοχή στον παγετό στη ροδιά, όπως αυτό είναι γνωστό και για άλλα είδη δένδρων.

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στις συγκεντρώσεις αμύλου και οι μέσες τιμές ήταν μικρότερες σε σύγκριση με τα σάκχαρα (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Πιθανόν στη ροδιά το άμυλο να μην αποτελεί σημαντικό αποθηκευτικό υδατάνθρακα ούτε να παίζει ιδιαίτερο ρόλο στην έξοδο από το λήθαργο.

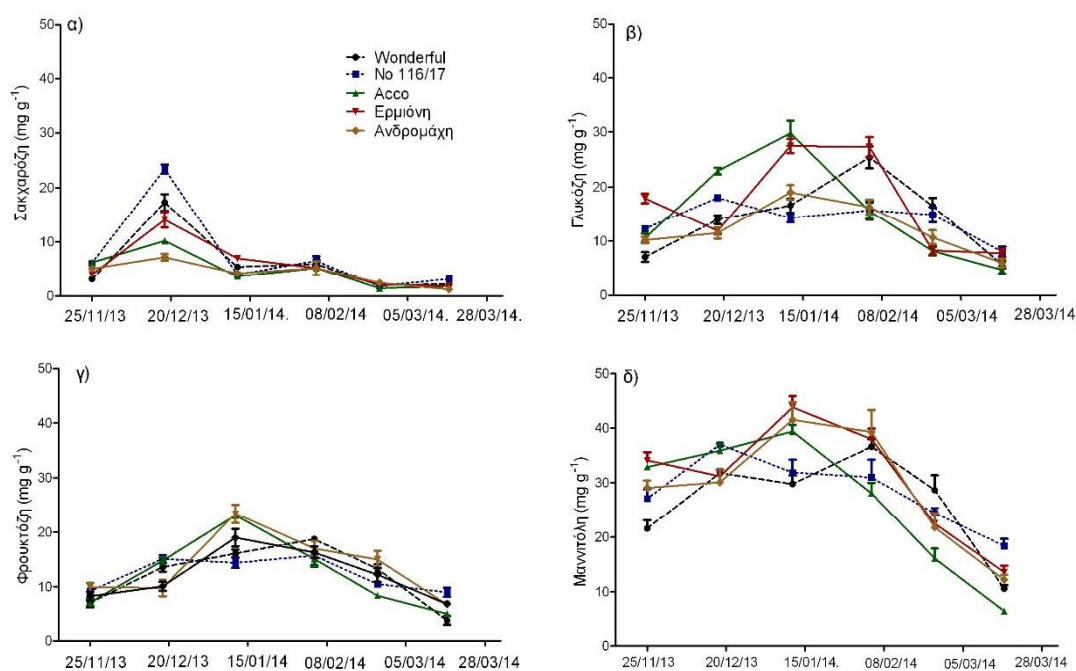


Σχήμα 1: Τιμές α)  $LT10_{\sigma\pi\tau}$  την περίοδο 2013-2014, β)  $LT10_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau}$  την περίοδο 2013-2014, γ)  $LT10_{\sigma\pi\tau}$  το έτος 2012, και δ)  $LT10_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau}$  το έτος 2012, στις ποικιλίες ροδιάς ‘Wonderful’, ‘No 116/17’, ‘Acco’, ‘Ερμιόνη’ και ‘Ανδρομάχη’.

Βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των σακχάρων και  $LT10$  συνολικά (Πίνακας 1), αλλά όχι σε κάθε ημερομηνία μέτρησης ξεχωριστά (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Η συγκέντρωση αμύλου δεν συσχετιζόταν με τις  $LT10$ .

Πίνακας 1. Συντελεστές συσχέτισης Pearson ( $r$ ) μεταξύ των συγκεντρώσεων διαφορετικών σακχάρων, αμύλου και LT10<sub>οπτ</sub>, LT10<sub>ηλεκ</sub> και LT10<sub>τετρ</sub>.

	Σακχαρόζη	Γλυκόζη	Φρουκτόζη	Μαννιτ.	ΣυνΣάκχ.	Άμυλο	LT10 <sub>οπτ</sub>	LT10 <sub>ηλεκ</sub>	LT10 <sub>τετρ</sub>
Σακχαρ.	1								
Γλυκόζη	ns	1							
Φρουκτ.	ns	<b>0,872**</b>	1						
Μαννιτ.	0,462*	<b>0,841**</b>	<b>0,799**</b>	1					
ΣυνΣάκχ.	0,546**	<b>0,913**</b>	<b>0,878**</b>	<b>0,960**</b>	1				
Άμυλο	-0,383*	-0,480**	ns	-0,392*	-0,468**	1			
LT10 <sub>οπτ</sub>	-0,380*	<b>-0,703**</b>	<b>-0,731**</b>	<b>-0,819**</b>	<b>-0,808**</b>	ns	1		
LT10 <sub>ηλεκ</sub>	-0,427*	-0,626**	<b>-0,836**</b>	-0,628**	<b>-0,707**</b>	ns	<b>0,798**</b>	1	
LT10 <sub>τετρ</sub>	-0,575*	-0,662**	<b>-0,803**</b>	<b>-0,776**</b>	<b>-0,763**</b>	ns	<b>0,790**</b>	<b>0,839**</b>	1



Σχήμα 2. Μεταβολές στη συγκέντρωση α) σακχαρόζης, β) γλυκόζης, γ) φρουκτόζης, και δ) μαννιτόλης, σε διαφορετικές ποικιλίες ροδιάς κατά τη διάρκεια εισόδου και εξόδου από το λήθαργο.

Οι LT10 ήταν χαμηλότερες όταν υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των ηλεκτρολυτών και τη μέθοδο τετραζολίου στους βλαστούς σε σύγκριση με την οπτική αξιολόγηση των οφθαλμών (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται).

#### Βιβλιογραφία

- Ghasemi Soloklui, A.A., Ershadi, A., Fallahi, E. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. HortScience 47:1-5.
- Levin, G.M. 2006. Pomegranate Roads: A Soviet Botanist's Exile from Eden. In Baer, B.I. (ed.), Floreant Press, Forestville, CA. pp. 150-183.
- Sekozawa, Y., Sugaya, S., Gemma, H., Iwahori, S. 2003. Cold tolerance in 'Kousui' japanese pear and possibility for avoiding frost injury by treatment with n-propyl dihydrojasmonate. HortScience 38:288-292.
- Sheets, M.D., Du Bois, M.L., Williamson, J.G. 2004. The Pomegranate <http://edis.ifas.ufl.edu/MG056>.
- Vemmos, S.N. 1999. Carbohydrate content of inflorescent buds of defruited and fruiting pistachio (*Pistacia vera* L.) branches in relation to biennial bearing. J. Hortic. Sci. Biotech. 74:94–100.