

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΑΛΙΚΥΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΡΠΩΝ ΡΟΔΙΑΣ ΠΟΙΚ. WONDERFUL

Π. Δρογούδη¹, Γ. Παντελίδης¹ και Σ. Βεκιάρη²

¹Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός (ΕΛ.Γ.Ο.) 'ΔΗΜΗΤΡΑ', Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων, Σ.Σ. Ναούσης 38, 59035 Νάουσα

²ΕΛ.Γ.Ο. 'ΔΗΜΗΤΡΑ', Γενική Διεύθυνση Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, Σοφ. Βενιζέλου 1, 14123 Λυκόβρυση Αττική

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση 4-6 ψεκασμών με 0,5 mM ή 1 mM σαλικυλικού οξέος ανά 15 ημέρες πριν τη συγκομιδή στην εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών, την απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών ροδιάς ποικ. Wonderful κατά τη διάρκεια δύο ετών. Οι γραμμές φύτευσης είχαν κατεύθυνση ανατολή-δύση και στη βόρεια, σε σύγκριση με την νότια, πλευρά έκθεσης της κόμης καταγράφηκαν υψηλότερα ποσοστά σκισμένων καρπών και συμπτώματα σκουριάς. Οι ψεκασμοί με σαλικυλικό οξύ μείωσαν το ποσοστό καρπών με συμπτώματα σκουριάς, βελτίωσαν το χρωματισμό των καρπών, αύξησαν τη συγκέντρωση διαλυτών στερεών συστατικών και ανθοκυανών και την αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού. Η επίδραση ήταν μεγαλύτερη στη μεταχείριση 0,5 mM σαλικυλικού οξέος. Ψεκασμοί με σαλικυλικό οξύ δεν επηρέασαν το ποσοστό ηλιοκαμένων ή σκισμένων καρπών, την παραγωγή, το μέγεθος του καρπού, το ποσοστό εδάδιμου μέρους και το ποσοστό χυμού ανά καρπό, και τις συγκεντρώσεις συνολικών φαινολών και του ασκορβικού οξέος.

Λέξεις κλειδιά: *Punica granatum*, φυσιολογικές ανωμαλίες, ηλιοέγκαυμα, σκίσιμο, σκουριά.

Λέξεις κλειδιά: *Punica granatum*, φυσιολογικές ανωμαλίες, ηλιοέγκαυμα, σκίσιμο, σκουριά.

Εισαγωγή

Το σκίσιμο των καρπών και τα ηλιοεγκαύματα αποτελούν τις πιο διαδεδομένες φυσιολογικές ανωμαλίες στη ροδιά προκαλώντας συχνά σημαντικές οικονομικές ζημιές. Η παρουσία της φυσιολογικής ανωμαλίας σκουριάς είναι λιγότερο διαδεδομένη αλλά μπορεί να είναι έντονη σε ποσοστό μέχρι και 70% των καρπών σε ορισμένους οπωρώνες. Εμφανίζεται με την παρουσία καφετιάσματος και σκλήρυνσης του φλοιού του καρπού στον αναπτυσσόμενο καρπό που τον καθιστά ακατάλληλο για πώληση ως νωπό φρούτο. Τα συμπτώματα περιορίζονται στον φλοιό και μοιάζουν με προσβολή από ακάρεα. Συμπτώματα σκουριάς βρέθηκαν σε οπωρώνες που βρίσκονται σε περιοχές με αυξημένη σχετική υγρασία ή μετά από έντονη πτώση της νυχτερινής θερμοκρασίας, λίγα όμως είναι γνωστά για τα αίτια αυτής της ανωμαλίας.

Η εφαρμογή εξωγενούς σαλικυλικού οξέος (ΣΟ) στα φυτά μπορεί άμεσα ή έμμεσα να αυξήσει τη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών ουσιών στο φυτό με αποτέλεσμα να αντέχουν περισσότερο σε συνθήκες καταπόνησης (Kang κ.ά., 2003) ή να αυξήσει την ικανότητα συντήρησης ροδιών (Saygar κ.ά., 2011). Όμως η επίδραση του εξωγενούς ΣΟ στις διάφορες φυσιολογικές διεργασίες και την ανάπτυξη αντοχής στις καταπονήσεις δεν είναι πάντα σταθερή και εξαρτάται από τις εφαρμοζόμενες συγκεντρώσεις, τον τρόπο εφαρμογής, το είδος του φυτού αλλά και τη συνολική κατάσταση του φυτού όπως το στάδιο ανάπτυξης, το οξειδωτικό ισοζύγιο των κυττάρων και τον εγκλιματισμό σε προηγούμενη καταπόνηση (Rivas-San Vicente & Plasencia, 2011). Ενώ είναι πολυάριθμες οι μελέτες της επίδρασης προσυλλεκτικής

εφαρμογής ΣΟ σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας και λαχανοκομικά είδη, οι μελέτες που έχουν γίνει σε οπωροφόρα δένδρα είναι σχετικά περιορισμένες (Vatanparast κ.ά., 2012).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων ΣΟ στην απόδοση, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού, και την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών στη ροδιά.

Υλικά και Μέθοδοι

Ο πειραματικός πραγματοποιήθηκε σε εμπορικό οπωρώνα ροδιάς ποικ. Wonderful, που βρίσκεται στο Νεοχώρι Ημαθίας, τα έτη 2011 και 2012. Τα δένδρα ήταν 5 ετών, διαμορφωμένα σε σχήμα δένδρου, υποστηριγμένα με πασσάλους και σύρματα, φυτεμένα σε αποστάσεις 6 m x 2 m και με κατεύθυνση γραμμών ανατολή-δύση. Είκοσι τέσσερα δένδρα επιλέχθηκαν για την ομοιομορφία τους και δέχτηκαν τις μεταχειρίσεις α) ανέκαστος μάρτυρας, β) ψεκασμός με 0,5 mM σαλικυλικού οξέος (ΣΟ), και γ) ψεκασμός με 1,0 mM ΣΟ, με 4 ή 6 ψεκασμοί το έτος 2011 και 2012, αντίστοιχα, ανά 15 ημέρες πριν τη συγκομιδή που πραγματοποιήθηκε στις 13/10/2011 και 08/10/2012.

Δύο με τέσσερις ημέρες πριν το στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας καταγράφηκε σε κάθε πλευρά έκθεσης της κόμης (βόρεινη Β και νότια Ν), ο αριθμός καρπών με συμπτώματα σκουριάς, ηλιοεγκαύματος, σκισμένων και εμπορεύσιμων και υπολογίστηκαν το ποσοστό καρπών με διαφορετικές φυσιολογικές ανωμαλίες. Κατά τη συγκομιδή οι εμπορεύσιμοι καρποί από κάθε πλευρά της κόμης συγκομίστηκαν, καταγράφηκε το βάρος κάθε καρπού και υπολογίστηκε το ποσοστό των καρπών στις διαφορετικές κατηγορίες βάρους. Επίσης υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή και το μέσο βάρος καρπού. Δύο καρποί από κάθε δέντρο μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου μετρήθηκαν το χρώμα του φλοιού (χρωματόμετρο Minolta) και ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού. Σε έξι καρπούς ανά μεταχείριση αφαιρέθηκε με το χέρι η φλούδα από τους σπόρους μετρήθηκε το βάρος του φλοιού, των σπόρων, το βάρος 100 σπόρων, ο χυμός που περιέχεται σε κάθε καρπό, η συγκέντρωση συνολικών διαλυτών στερεών και η ογκομετρούμενη οξύτητα στο χυμό.

Επίσης έγιναν αναλύσεις για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης συνολικών ανθοκυανών, φαινολών, αντιοξειδωτικής ικανότητας και ασκορβικού οξέος σε χυμό που συλλέχθηκε από πέντε καρπούς, μετά από συντήρηση στους -20 °C. Για την ανάλυση των συνολικών ανθοκυανών, 200 μl χυμού διαλύθηκαν σε 5 ml HCl/MeOH (1:99, ο/ο) και μετά από 24 ώρες στο σκοτάδι μετρήθηκε η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 530 nm και υπολογίστηκε σε mmol cyanidine-3-glucoside/100 ml χυμού. Οι συνολικές διαλυτές φαινόλες μετρήθηκαν με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμα γαλλικού οξέος/100 ml. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα μετρήθηκε χρησιμοποιώντας την ελεύθερη ρίζα DPPH και εκφράστηκε ως mM ισοδύναμα ασκορβικού οξέος AEAC (ascorbic acid equivalent antioxidant capacity) σύμφωνα με τους Gil κ.ά. (2000). Η συγκέντρωση ασκορβικού οξέος μετρήθηκε σύμφωνα με τους Takahama & Oniki (1992).

Έγιναν αναλύσεις παραλλακτικότητας (MANOVA, με τρεις παράγοντες τις μεταχειρίσεις σαλικυλικού οξέος, πλευράς της κόμης και έτος συγκομιδής) χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η μεταχείριση ΣΟ μείωσε σημαντικά το ποσοστό καρπών με συμπτώματα σκουριάς (Πίνακας 1). Η χαμηλότερη συγκέντρωση σαλικυλικού οξέος (0,5 mM) μείωσε το ποσοστό καρπών με συμπτώματα σκουριάς κατά 57% και 30%, το έτος 2011 και 2012, αντίστοιχα, σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σαλικυλικού

οξέος (1,0 mM) δεν επηρέασε το ποσοστό καρπών με συμπτώματα σκουριάς το έτος 2011, ενώ προκάλεσε μία τάση μείωσης το έτος 2012. Το ποσοστό σκισμένων καρπών καθώς και με ηλιοεγκαύματα δεν επηρεάστηκε από τη μεταχείριση του ΣΟ.

Η πλευρά της κόμης επηρέασε σημαντικά το ποσοστό καρπών με ηλιοεγκαύματα, σκουριά και σκίσσιμο (Πίνακας 1). Το ποσοστό καρπών με συμπτώματα σκουριάς ήταν μεγαλύτερο στην Β πλευρά, σε σύγκριση με τη Ν πλευρά και τις δύο χρονιές. Η διαφορά μεταξύ της Β και Ν πλευράς ήταν μεγαλύτερη το έτος 2011 (40,4 και 1,5%, στη Β και Ν έκθεση, αντίστοιχα), σε σύγκριση με το έτος 2012 (34,4 και 21,5%, στη Β και Ν έκθεση, αντίστοιχα). Επίσης, η Β πλευρά της κόμης είχε μεγαλύτερο ποσοστό σκισμένων καρπών σε σύγκριση με τη Ν πλευρά της κόμης και τις δύο χρονιές (μέσος όρος αύξησης 66,9% και 50,6%, αντίστοιχα). Το ποσοστό καρπών με ηλιοεγκαύματα ήταν μεγαλύτερο στη Ν πλευρά (38,3% και 29,5 %, το 2011 και 2012, αντίστοιχα) σε σύγκριση με τη Β πλευρά (0% και 15,2%, αντίστοιχα) της κόμης.

Πίνακας 1. Ποσοστό (%) καρπών ροδιάς με συμπτώματα ηλιοεγκαύματος, σκουριάς και σχισίματος από τη νότια (Ν) ή βόρεια (Β) πλευρά της κόμης των δένδρων καθώς και συνολικά στο δένδρο, τα έτη 2011 και 2012.

| | 2011 | | | 2012 | | |
|--------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | Μάρτυρας | 0,5mM ΣΟ | 1,0mM ΣΟ | Μάρτυρας | 0,5mM ΣΟ | 1,0mM ΣΟ |
| Ηλιοέγκαυμα | | | | | | |
| Ν-πλευρά | 40,2 ±5,3 | 32,5 ±2,6 | 42,1 ±8,5 | 33,0 ±2,3 | 26,9 ±3,2 | 28,6 ±2,4 |
| Β-πλευρά | 0 | 0 | 0 | 13,9 ±2,1 | 11,4 ±2,1 | 20,5 ±4,8 |
| Συνολικά | 22,8 ±2,6 | 19,8 ±4,9 | 21,9 ±4,2 | 23,3 ±1,3 | 21,0 ±2,6 | 25,4 ±2,6 |
| Σκουριά | | | | | | |
| Ν-πλευρά | 2,1 ±2,1 | 2,3 ±2,3 | 0,0 ±0,0 | 25,3 ±2,4 | 17,4 ±2,7 | 21,9 ±5,1 |
| Β-πλευρά | 57,3 ±16,7 | 17,4 ±5,8 | 30,0 ±9,4 | 41,1 ±3,6 | 32,2 ±5,4 | 29,8 ±5,4 |
| Συνολικά | 23,3 ±3,6 | 10,1 ±3,6 | 22,4 ±4,7 | 30,2 ±3,2 | 22,9 ±3,2 | 24,9 ±5,0 |
| Σκισμένα | | | | | | |
| Ν-πλευρά | 54,6 ±7,4 | 52,7 ±3,7 | 58,1 ±6,5 | 47,0 ±6,4 | 42,9 ±5,7 | 48,3 ±8,8 |
| Β-πλευρά | 74,0 ±11,1 | 68,8 ±12,2 | 81,4 ±7,6 | 73,8 ±7,0 | 48,5 ±9,7 | 54,9 ±13,5 |
| Συνολικά | 62,0 ±7,6 | 55,4 ±1,6 | 68,8 ±5,0 | 53,5 ±5,0 | 45,4 ±5,9 | 49,8 ±9,8 |

Πίνακας 2. Τιμές *p* για τις επιπτώσεις των μεταχειρίσεων σαλικυλικού οξέος και έκθεσης της κόμης στην εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών.

| | 2011 | | | 2012 | | |
|-------------|-------|--------|-------------|-------|--------|-------------|
| | ΣΟ | Πλευρά | ΣΟ Χ Πλευρά | ΣΟ | Πλευρά | ΣΟ Χ Πλευρά |
| Ηλιοέγκαυμα | 0,503 | <0,001 | 0,503 | 0,171 | <0,001 | 0,239 |
| Σκουριά | 0,111 | <0,001 | 0,083 | 0,050 | 0,001 | 0,741 |
| Σκισμένα | 0,743 | 0,016 | 0,949 | 0,183 | 0,054 | 0,409 |

Η μεταχείριση ΣΟ δεν επηρέασε την παραγωγή, τον αριθμό συγκομιζόμενων καρπών, το ποσοστό καρπών με διαφορετικό νωπό βάρος, το ποσοστό εδώδιμου μέρους ανά καρπό, το ποσοστό χυμού ανά καρπό και το νωπό βάρος 100 σπόρων.

Το έτος 2011 οι μετρήσεις χρώματος του φλοιού του καρπού έγιναν στη βάση του καρπού, ενώ το έτος 2012 έγιναν στην κόκκινη πλευρά του καρπού. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ψεκασμού με ΣΟ το έτος 2011, ενώ το έτος 2012 βρέθηκε πως τα δένδρα που είχαν ψεκαστεί με ΣΟ είχαν καρπούς με μικρότερες τιμές στην παράμετρο L* (μεγαλύτερη φωτεινότητα) και μεγαλύτερες στην παράμετρο a* (αύξηση του κόκκινου χρώματος), δείχνοντας πως βελτιώθηκε ο χρωματισμός των καρπών ή μειώθηκε η σκουριά (δεδομένα δεν παρουσιάζονται).

Τα συνολικά διαλυτά στερεά αυξήθηκαν στην μεταχείριση 0.5 mM ΣΟ1 (16,8%) σε σύγκριση με τον μάρτυρα και το ΣΟ2 (μέσος όρος 16,3%). Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του χυμού, όταν μετρήθηκε με τη μέθοδο FRAP και DPPH, ήταν μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις σαλικυλικού οξέος σε σύγκριση με το μάρτυρα (Πίνακας 3).

Συμπεραίνεται πως ιδιαίτερα η μεταχείριση με 0,5 mM ΣΟ βελτίωσε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της ροδιάς.

Πίνακας 3. Συγκέντρωση ανθοκυανών, συνολικών φαινολών, ασκορβικού οξέος και αντιοξειδωτική ικανότητα σε ρόδια που ψεκάστηκαν με 0,5 mM ή 1,0 mM ΣΟ.

| | Μάρτυρας | 0,5 mM ΣΟ | 1.0 mM ΣΟ |
|---|----------|-----------|-----------|
| Ανθοκυάνη- Delph-3-5-digluc (mg L ⁻¹) | 12,7 b | 28,0 a | 23,5 a |
| Ανθοκυάνη- Cyan-3-5-digluc (mg L ⁻¹) | 39,4 ab | 51,1 b | 107,4 a |
| Ανθοκυάνη- Delph-3-gluc (mg L ⁻¹) | 3,8 | 6,0 a | 2,8 b |
| Ανθοκυάνη- Cyan-3-O-gluc (mg L ⁻¹) | 7,6 c | 13,5 b | 22,2 a |
| Συν. φανόλες (mg ισοδ. γαλλικού 100mL ⁻¹) | 242,8 | 248,8 | 245,3 |
| Αντιοξ. Ικαν. (mg ισοδ. ασκορβ, 100mL ⁻¹) | 245,0 a | 260,6 b | 243,4 ab |
| Ασκορβικό οξύ (mg 100mL ⁻¹) | 2,14 | 2,27 | 2,06 |

Μέσοι όροι με το ίδιο γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα ΕΣΠΑ 2007-2013 και το έργο με κωδικό 13SMEs2009. Συντονιστής του έργου ήταν η εταιρία «Ελληνική Αγορά Α.Ε.». Εκφράζουμε ευχαριστίες στον παραγωγό κ. Φώτη Βλάχο για την παραχώρηση του οπωρώνα του και την άποψη συνεργασίας του.

Βιβλιογραφία

- Vatanparast, G. □, Mirdehghan, S.H. □ □, Karimi, H. R. □ and Vazifeshenas, M.H. 2012. Foliar application of salicylic acid, methyl jasmonate and potassium sulfate on photosynthetic characteristics and fruit quality of pomegranate. Iran Agric. Res. 31: No 2.
- 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. Agric. Food Chem. 48: 4581–4589.
- Kang, G.Z., Wang, C.H., Sun, G.C. and Wang, Z.X. 2003. Salicylic acid changes activities of H₂O₂-metabolizing enzymes and increases the chilling-tolerance of banana seedlings. Env. Exp. Bot. 50: 9–15.
- Rivas-San Vicente, M. and Plasencia, J. 2011. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. J. Exp. Bot. 62: 3321-38.
- Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Diaz-Mula, H.M. and Serrano, M. 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. Postharv. Biol. Technol. 60: 136–142.
- Takahama, U. and Oniki, T. 1992. Regulation of peroxidase-dependant oxidation of phenolics in the apoplast of spinach leaves by ascorbate. Plant Cell Physiol. 33: 379-387.

Διάλογος με τους συνέδρους επί της εισήγησης της Π. Δρογούδη
(δεν υπήρξαν ερωτήσεις)