
ΘΕΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΜΠΙΣΙΣΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ABA) ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΟΜΜΕΝΩΝ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΩΝ

Ν. Πομποδάκης^{1,2,3}, Δ. Λυδάκης², Μ. Παπαδημητρίου³ και Α. Δάρρας¹

¹Postharvest Laboratory, Cranfield University, Silsoe, Bedfordshire, MK45 4DT, UK

²Εργαστήριο Μετασυλλεκτικής Τεχνολογίας, ³Εργαστήριο Ανθοκομίας, ΤΕΙ Κρήτης, 71110 Ηράκλειο

Περίληψη

Ένα από τα αίτια της πρόωρης μάρανσης των κομμένων τριανταφύλλων είναι η αύξηση του ρυθμού διαπνοής. Το αμπισισικό οξύ (ABA) ως φυτορρυθμιστική ουσία προωθεί το γηρασμό, ταυτόχρονα όμως ευνοεί το κλείσιμο των στομάτων στα φύλλα μειώνοντας τη διαπνοή. Έχει βρεθεί ότι η συσσώρευση του ABA στα κύτταρα ευνοείται από το υψηλό pH του κυτταροπλάσματος. Στη συγκεκριμένη εργασία μελετήθηκε η δράση του ABA σε διαλύματα συντήρησης κομμένων τριανταφύλλων σε ένα εύρος pH 6-8 με ή χωρίς την προσθήκη σακχαρόζης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ABA, ιδιαίτερα όταν προστέθηκε σε διαλύματα με χαμηλό pH, μείωσε την κάμψη του λαιμού των τριανταφύλλων cv. Black Baccara παρατείνοντας ταυτόχρονα τη διάρκεια παραμονής τους στο ανθοδοχείο. Η προσθήκη 2% σακχαρόζης, παρόλο που έδωσε μια αύξηση στη διατηρησιμότητα του φυλλώματος (μη στατιστικά σημαντική διαφορά), προκάλεσε την εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων. Αυτή η ζημιά περιορίστηκε με την προσθήκη 10^{-5} M ABA. Όμως τα διαλύματα που περιείχαν ABA παρουσιάστηκαν περισσότερο θολά σε σχέση με τους μάρτυρες. Η αύξηση της θολότητας πιθανά οφείλεται σε ουσίες που συσσωρεύονται στα διαλύματα συντήρησης προερχόμενες από τα κομμένα τριαντάφυλλα. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ανάπτυξη μικροοργανισμών που ευνοούν το φράξιμο των ξυλωδών αγγείων των ανθικών στελεχών για το λόγο αυτό, συνιστάται η προσθήκη ενός βακτηριοκτόνου σκευάσματος σε διαλύματα που περιέχουν ABA.

Εισαγωγή

Τα συντηρητικά διαλύματα των δρεπτών ανθέων βελτιώνουν την ποιότητα και αυξάνουν τη διατηρησιμότητα των τρανταφύλλων στο ανθοδοχείο. Σχεδόν πάντα στα διαλύματα συντήρησης περιέχεται ένας υδατάνθρακας (συνήθως σακχαρόζη). Η σακχαρόζη προωθεί σημαντικά την ανάπτυξη του μπουμπουκιού προκαλώντας διόγκωση των κυττάρων στα πέταλα, ενώ ταυτόχρονα παρεμποδίζει τα συμπτώματα γηρασμού, όπως το ξεθώριασμα του χρώματος των πετάλων. Παρόλες όμως τις θετικές επιδράσεις της, η σακχαρόζη μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημιά στα φύλλα των κομμένων τρανταφύλλων κυρίως όταν προστίθεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στα συντηρητικά διαλύματα. Αυτό συμβαίνει σε συνθήκες αυξημένης διαπνοής, λόγω μεγαλύτερης συσσώρευσης σακχαρόζης από το διάλυμα συντήρησης στα φύλλα. Τα φύλλα παρουσιάζουν καστανές κηλίδες μεταξύ των νεύρων που σε προχωρημένο στάδιο γίνονται νεκρωτικές και θρυματίζονται εύκολα (Pompodakis and Joyce, 2003). Αντίθετα, τα πέταλα των ανθέων δεν εμφανίζουν παρόμοια συμπτώματα επειδή έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα οσμωρύθμισης από τα φύλλα (Παπαδημητρίου, 1995).

Τα τελευταία χρόνια η έρευνα στρέφεται στην μελέτη της επίδρασης των φυτορρυθμιστικών ουσιών, όπως το αμπισικό οξύ (ABA), στην βελτίωση της διατηρησιμότητας των κομμένων λουλουδιών. Στα τριαντάφυλλα, το ABA προκαλεί σημαντική μείωση της διαπνοής όταν προστίθεται σε συγκεντρώσεις 10^{-3} - 10^{-5} M στα διαλύματα συντήρησης στο ανθοδοχείο και 10 mg l^{-1} στα προφορτωτικά διαλύματα ενίσχυσης (Barthe *et al.*, 1991). Το ABA μετακινείται μέσα στα κύτταρα ανάλογα με το pH του πρωτοπλάσματος. Μεγαλύτερη συσσώρευση ABA παρατηρείται σε αλκαλικό περιβάλλον. Έτσι αύξηση του pH του διαλύματος θα μπορούσε να προκαλέσει αύξηση του ABA στα φύλλα.

Η παρούσα μελέτη έχει στόχο τη διερεύνηση της συμπεριφοράς του ABA ως συστατικού των διαλυμάτων συντήρησης των κομμένων τριανταφύλλων σε συνδιασμό με την προσθήκη σακχαρόζης. Για την επιλογή του κατάλληλου pH, το ABA δοκιμάστηκε σε διαφορετικά διαλύματα υψηλού pH.

Υλικά και μέθοδοι

Τριαντάφυλλα (*Rosa hybrida* L.) ποικιλίας 'Black Baccara' κόπηκαν στο στάδιο του κλειστού μπουμπουκιού και τοποθετήθηκαν σε γυάλινες φιάλες 500 ml. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θάλαμο σταθερών συνθηκών με θερμοκρασία 20 ± 2 °C και σχετική υγρασία 60 ± 5 %. Ο φωτισμός είχε διάρκεια 12 ώρες ανά 24ωρο και η έντασή του ήταν $28 \mu\text{mol. m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Στο πρώτο πείραμα (προκαταρκτικό), το pH των διαλυμάτων ρυθμίστηκε στο 6, 7 και 8 χρησιμοποιώντας ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικού άλατος. Η τελική συγκέντρωση του ρυθμιστικού διαλύματος ήταν 10 mM για όλα τα pH. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε απεσταγμένο νερό με pH 5.2. Το ABA (2-cis, 4-trans abscisic acid, pKa = 4.8, Sigma Chemical Company) διαλύθηκε σε αιθανόλη και στη συνέχεια προστέθηκε στα διαλύματα στη συγκέντρωση 1×10^{-5} M. Η τελική συγκέντρωση αιθανόλης ήταν 0.1% (v/v). Όταν ο λαιμός του άνθους σχημάτισε γωνία $\geq 90^\circ$, το σύμπτωμα καταγράφηκε σαν κάμψη του λαιμού (bent neck). Έτσι, ανάλογα με την έκταση της κάμψης του λαιμού επιλέχθηκε το pH που έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα.

Στο δεύτερο πείραμα, το pH των διαλυμάτων ρυθμίστηκε στο 6 χρησιμοποιώντας ρυθμιστικό διάλυμα όπως προηγούμενως. Προστέθηκε επίσης 1×10^{-5} M ABA αφού πρώτα διαλύθηκε σε αιθανόλη και 2% σακχαρόζη. Η διατηρησιμότητα και η κάμψη του λαιμού των τριανταφύλλων μετρήθηκε από την ημέρα που τα άνθη τοποθετήθηκαν στα ανθοδοχεία (ημέρα 0). Η καταγραφή της ζημιάς στα φύλλα (νεκρωτικές κηλίδες) που οφειλόταν στην υψηλή συσσώρευση της σακχαρόζης έγινε μετρώντας το ποσοστό του φυλλώματος που είχε υποστεί ζημιά. Η εξής κλίμακα χρησιμοποιήθηκε: 0% = υγιές φύλλωμα, 25% = φύλλα με τις πρώτες κηλίδες μεταχρωματισμού, 50% = περίπου η μισή επιφάνεια έχει καλυφθεί με μεταχρωματισμένες κηλίδες, 75% = οι μεταχρωματισμένες κηλίδες έχουν μετατραπεί σε νεκρωτικές και καλύπτουν πάνω από τη μισή επιφάνεια, 100% = νεκρωτικές κηλίδες καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια. Στο τέλος του πειράματος, η θολότητα των διαλυμάτων συντήρησης μετρήθηκε υποκειμενικά χρησιμοποιώντας την εξής κλίμακα: 1 = διαυγές διάλυμα, 2 = ελαφρώς θολό διάλυμα, 3 = πολύ θολό διάλυμα.

Αποτελέσματα

Στο πρώτο πείραμα, η έκταση της κάμψης του λαιμού (bent neck) ήταν μικρότερη όταν τα τριαντάφυλλα τοποθετήθηκαν στο pH 6 (Σχήμα 1). Αυτή η θετική επίδραση του pH 6 δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με το μάρτυρα (pH 5.2) και το pH 7. Ήταν όμως σημαντική σε σχέση με το pH 8. Γενικά, το φαινόμενο της κάμψης του λαιμού ήταν περισσότερο έντονο στα αλκαλικά διαλύματα (pH 7 και 8). Η κάμψη του λαιμού ήταν 100% στο pH 8 και διέφερε στατιστικά από τα υπόλοιπα επίπεδα pH. Το αμπισικό οξύ (ABA) φαίνεται ότι περιορίσει σημαντικά το συγκεκριμένο σύμπτωμα στο μάρτυρα και σε pH 6. Όμως, σε pH 7 και 8, το ABA δεν είχε καμία επίδραση λόγω της αυξημένης ευαισθησίας των τριανταφύλλων στο συγκεκριμένο επίπεδο pH (Σχ. 1).

Στο δεύτερο πείραμα, η προσθήκη 10^{-5} M ABA και 2% σακχαρόζης αύξησε τη διατηρησιμότητα των ανθέων και του φυλλώματος (Πίνακας 1). Η επιμήκυνση της ζωής των ανθέων με την προσθήκη του ABA οφειλόταν κυρίως στη μείωση της κάμψης του λαιμού. Αντίθετα, παρόλο που η σακχαρόζη παρέτεινε τη ζωή του φυλλώματος στο ανθοδοχείο, αύξησε την κάμψη του λαιμού και προκάλεσε σημαντική ζημιά στο φύλλωμα των τριανταφύλλων. Αυτές οι δύο αρνητικές επιδράσεις της σακχαρόζης περιορίσαν σημαντικά την ποιότητα του ανθέων και του φυλλώματος αντίστοιχα. Στα τριαντάφυλλα που περιείχαν σακχαρόζη, η κάμψη του λαιμού περιορίστηκε σημαντικά από τη προσθήκη ABA. Επίσης, η ζημιά στο φύλλωμα που προήλθε από την αυξημένη συσσώρευση σακχαρόζης ήταν πιο έντονη στα διαλύματα που δεν περιείχαν ABA όμως η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η προσθήκη σακχαρόζης δεν επέδρασε σημαντικά στη διατηρησιμότητα του άνθους. Στο τέλος του πειράματος παρατηρήθηκε αυξημένη θολότητα, όπως μετρήθηκε υποκειμενικά (Επίπεδα Θολότητας), στα διαλύματα που περιείχαν ABA (Πίνακας 1). Η αύξηση της θολότητας από την προσθήκη ABA ήταν στατιστικά σημαντική.

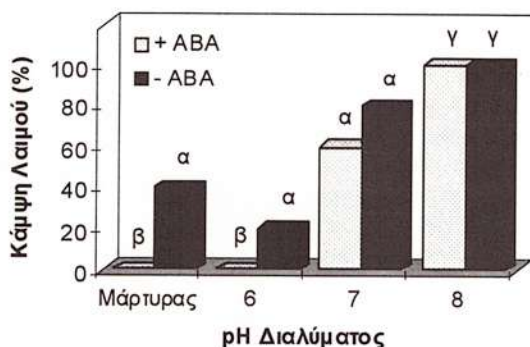
Συζήτηση-Συμπεράσματα

Όπως φάνηκε με βάση τον βαθμό εμφάνισης της κάμψης λαιμού, τα κομμένα τριαντάφυλλα παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία σε αλκαλικά διαλύματα συντήρησης (pH 7 και 8). Σε υψηλό pH, η παρουσία βακτηρίων στα διαλύματα συντήρησης μπορεί να προκαλέσει φράξιμο των ξυλωδών αγγείων του βλαστού και έλλειψη υγρασίας στη περιοχή του λαιμού (van Doorn, 1997). Συνεπώς, η χρήση αλκαλικών διαλυμάτων δεν ενδείκνυται για τη συντήρηση δρεπτών ανθέων λόγω της παρουσίας βακτηρίων, παρόλο που το ενδογενώς παραγόμενο ABA αυξάνεται σε υψηλό pH (Wilkinson and Davies, 1997). Σε χαμηλότερο pH διαλύματος (pH 6), που η ανάπτυξη βακτηρίων είναι περιορισμένη, το ABA παρέτεινε τη ζωή στο ανθοδοχείο των κομμένων τριανταφύλλων. Αυτό οφείλεται στο κλείσιμο των στομάτων των φύλλων και στον περιορισμό της διαπνοής. Το ABA επίσης σε διαλύματα που περιείχαν σακχαρόζη περιορίσει σημαντικά την κάμψη του λαιμού αλλά και τη ζημιά στα φύλλα (leaf drying ή leaf crisping). Παρά το γεγονός όμως ότι το ABA επέδρασε θετικά στην ποιότητα και την διατηρησιμότητα των κομμένων τριανταφύλλων, αύξησε τη θολότητα των διαλυμάτων συντήρησης. Αυτό οφείλεται στο ότι το ABA μπορεί να προάγει την κατάρρευση των κυτταρικών μεμβρανών κυρίως στα πρώτα εκατοστά του κομμένου βλαστού που έχει σαν συνέπεια τη συσσώρευση ουσιών όπως υδατάθρακες και αμινικά οξέα στο διάλυμα συντήρησης των κομμένων τριανταφύλλων. Οι ουσίες αυτές δρουν ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη βακτηρίων, μυκήτων και ζυμών στα

διαλύματα συντήρησης. Για το λόγο αυτό, συνιστάται η προσθήκη ενός βακτηριοκτόνου σκευάσματος σε διαλύματα που περιέχουν ABA.

Βιβλιογραφία

- Barthe, P., Vaillant, V. and Gudin, S., 1991. Definition of indicators of senescence in the rose: Effect of the application of plant hormones. *Acta Hort.* 298: 61-68.
- Παπαδημητρίου, Μ., 1995. Επίδραση προ- και μετασυλλεκτικών χειρισμών στη διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων τριανταφυλλιάς των ποικιλιών 'Sonia' και 'Madelon'. Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, 81-82.
- Pompodakis, N. E. and Joyce D. C., 2003. ABA analogue effects on vase life and leaf crisping of cut 'Baccara' roses. *Aust. J. Exp. Agric.* 43: 425-428.
- van Doorn, W. G., 1997. Water relations of cut flowers. *Hortic. Rev.* 18: 1-85.
- Wilkinson, S. and Davies, J.W., 1997. Xylem sap pH increase: a drought signal received at the apoplastic face of the guard cell that involves the suppression of saturable abscisic acid uptake by the epidermal symplast. *Plant Physiol.* 113: 559-573.



Εικόνα 1. Επίδραση της προσθήκης ABA και του pH των διαλυμάτων διατήρησης στη κάμψη του λαιμού δρεπτών τριανταφυλλών cv. Black Baccara. Μέσοι όροι (n=10) με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά (*Duncan*, $p=0.05$).

Πίνακας 1. Επίδραση του ABA (10^{-5} M) και της σακχρόζης (2% [v/w]) στη διατηρησιμότητα (ημέρες), την κάμψη λαιμού, την ξήρανση του φυλλώματος δρεπτών τριανταφυλλών cv. Black Baccara και στην θολότητα των διαλυμάτων συντήρησης.

Συστατικά Διαλυμάτων	Διατηρησιμότητα (ημέρες)		Κάμψη Λαιμού (%)	Ζημιά Φύλλων (%)	Επίπεδο Θολότητας
	Άνθος	Φύλλα			
<u>Χωρίς Σακχαρόζη</u>					
-ABA	8,8 αβ	10,4 α	60αβγ	0,0 α	1,0 α
+ABA	8,8 αβ	11,2 α	40 αγ	0,0 α	2,4 β
<u>Με Σακχαρόζη</u>					
-ABA	8,9 α	11,2 α	100 β	30,0 β	1,2 αγ
+ABA	10,0 β	12,0 α	20 γ	20,0 β	1,6 γ

Μέσοι όροι (n=10) με διαφορετικά γράμματα διαφέρουν σημαντικά (*Duncan*, $p=0.05$).