

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ
ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΥΠΟ ΚΑΛΥΨΗ**



**Σπουδάστρια: Αργειτάκου Δήμητρα
Υπεύθυνος Καθηγητής: Δρ Δημήτριος Βελισσαρίου**

Καλαμάτα, Ιούνιος 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1ο	3
ΤΟΜΑΤΑ	3
Εισαγωγή	3
Βοτανικά χαρακτηριστικά	4
Καλλιεργούμενες ποικιλίες	6
Προϋποθέσεις καλλιέργειας της τομάτας υπό κάλυψη	7
Υπό κάλυψη καλλιέργεια της τομάτας	8
Κεφάλαιο 2ο	12
ΟΙ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	12
Ανακάλυψη και ορισμοί των φυτορρυθμιστικών ουσιών	12
Γενικά	12
Χρονικό της ανακάλυψης	13
Ορισμός, διάκριση και σημασία των φυτορρυθμιστικών ουσιών	15
Ορμόνιασμα	16
Κεφάλαιο 3ο	24
ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΦΥΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ	24
Χειρισμοί ρυθμιστών αύξησης πριν την σπορά	24
Χειρισμοί ρυθμιστών αύξησης κατά τη φυτική αύξηση	25
Αυξίνες	25
Γιββερελλίνες	26
Κυτοκινίνες	28
Αιθυλένιο	28
Επιβραδυντές αύξησης	30
Αντιδιαπνευστικά	32
Συμπεράσματα	33
Κεφάλαιο 4ο	35
ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΑΝΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ	35
Διάρκεια της φυτικής φάσης	35
Μέγεθος ταξιανθίας	36
Αύξηση και εμφάνιση των ανθέων	39
Συσχετισμοί αύξησης και άνθησης	43
Συμμετοχή των πολυαμινών στην ανάπτυξη των ανθέων	49
Κεφάλαιο 5ο	51
ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΘΕΝΟΚΑΡΠΙΚΩΝ ΚΑΡΠΩΝ	51
Γενικά	51

Γενετική παρθενοκαρπία στη τομάτα _____	51
Ενδογενείς ορμόνες και παρθενοκαρπία _____	51
Τεχνητή παρθενοκαρπία στη τομάτα _____	54
Συγκριτική απόδοση των ένσπερμων έναντι των παρθενοκαρπικών καρπών της τομάτας _____	56
Κεφάλαιο 6ο _____	59
ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΩΡΙΜΑΝΣΗ _____	59
Το αιθυλένιο και άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην ωρίμανση της τομάτας _____	59
Χρήση του αιθυλενίου στην καλλιέργεια τομάτας _____	63
Μη ωριμάζουσες μεταλλαγές τομάτας και παραγωγή αιθυλενίου _____	63
Χρήσεις του αιθυλενίου στην γεωργική πράξη _____	64
Μεταβολές των φυτορρυθμιστικών ουσιών της τομάτας μετά τη συγκομιδή _____	65
ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ _____	68
Κεφάλαιο 7ο _____	70
ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ _____	70
Αιθυλένιο και προπυλένιο _____	70
Διαταραχές από άλλους χημικούς παράγοντες _____	70
Διαταραχές της αύξησης των φύλλων _____	72
Επιπτώσεις στη μορφολογία των καρπών _____	72
Πτώση ανώριμων καρπών και πρόληψη _____	73
Κεφάλαιο 8ο _____	75
ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΚΑΡΠΟΔΕΣΗΣ _____	75
Δόνηση _____	75
Σύγκριση δόνησης με χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών για την υποβοήθηση της καρποφορίας _____	77
Μέλισσες γονιμοποίησης για καλλιέργειες θερμοκηπίων, τούνελ και υπαίθρου _____	78
Η βιολογία των μελισσών γονιμοποίησης _____	79
Πλεονεκτήματα των μελισσών γονιμοποίησης _____	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ _____	83

Κεφάλαιο 1ο

ΤΟΜΑΤΑ

Εισαγωγή

Το όνομα τομάτα προέρχεται από το *tomatl* (ή *tumate*) με το οποίο ονόμαζαν το φυτό οι ιθαγενείς του Μεξικού. Επικρατούσε η άποψη ότι η χώρα καταγωγής της ήταν το Περού. Σήμερα γίνεται δεκτό ότι η τομάτα κατάγεται από την περιοχή Vera Cruz-Puebla του Μεξικού. Σ' αυτό συνέβαλαν οι πληροφορίες (ιστορικές, αρχαιολογικές, εθνοβοτανικές) που καταγράφηκαν από τους Jenkins (1948) και Esquinas-Alcazar (1981). Είναι φυτό θερμών περιοχών και γι 'αυτό έχει μεγάλες κλιματικές απαιτήσεις για να αναπτυχθεί και να παράγει ικανοποιητικά. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς θαλασσοπόρους το 1500 από όπου εξαπλώθηκε σ' όλη τη λεκάνη της Μεσογείου αλλά μέχρι και τον 19^ο αιώνα χρησιμοποιούνταν σαν καλλωπιστικό και όχι ως εδώδιμο φυτό αφού οι Ευρωπαίοι θεωρούσαν ότι ο καρπός της τομάτας περιείχε τοξικές ουσίες ανάλογες των δηλητηριωδών γλυκοζιτών που περιείχαν τα φύλλα ή οι καρποί άλλων ειδών της ίδιας οικογένειας. Μετά το ξεπέρασμα αυτής της αντίληψης άρχισε η καλλιέργειά της, αρχικά για νοπή κατανάλωση, αργότερα και για βιομηχανική χρήση. Στην Ελλάδα ήρθε λίγο μετά το 1800 μ.Χ., αλλά εντατικά και σε μεγάλη έκταση καλλιεργήθηκε αμέσως μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο.

Ανεξάρτητα από τη χώρα καταγωγής της, σήμερα είναι γενικά αποδεκτό ότι άμεσος πρόγονος της καλλιεργούμενης τομάτας είναι η κερασόμορφη βοτανική ποικιλία του είδους *Lycopersicon esculentum* δηλαδή το *L. esculentum* var. *cerasiforme* (Καββαδάς, 1956). Υπάρχει όμως και η άποψη ότι πιθανός πρόγονος της τομάτας θα μπορούσε να είναι και το είδος *L. pimpinellifolium*. Και τα δυο προαναφερθέντα είδη απαντιούνται ως αυτοφυή στις χώρες της Κεντρικής Αμερικής και το Μεξικό. Η τομάτα (*L. esculentum*) είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος αλλά μπορεί επίσης να διασταυρωθεί, με

μικρή ή μεγάλη δυσκολία, με όλα τα άλλα είδη του ίδιου γένους για να δώσει υβρίδια. Η ιδιότητά της αυτή συνέτεινε ώστε, τα τελευταία χρόνια, ένας μεγάλος αριθμός επιθυμητών χαρακτηριστικών (γόνοι) να μεταφερθεί και να ενσωματωθεί στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια. Σε αντίθεση με την τομάτα τα άλλα είδη του γένους *Lycopersicon* είναι αυτόστειρα και συνεπώς σταυρογονιμοποιούνται πλήρως με την βοήθεια των μελισσών (Ολύμπιος, 1994).

Η τομάτα καλλιεργείται σε όλα τα μήκη και πλάτη της υφελίου, είτε στην ύπαιθρο είτε σε θερμοκήπια. Κατέχει διεθνώς την τρίτη σε έκταση θέση μετά την πατάτα και τη γλυκοπατάτα, ενώ στην Ελλάδα καταλαμβάνει την δεύτερη σε έκταση θέση μετά την πατάτα. Στη χώρα μας καλλιεργείται χωρίς προβλήματα στην ύπαιθρο όλο το χρόνο, εκτός από το χειμώνα. Μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και αυτή την εποχή με άριστα αποτέλεσμα, εφόσον προσφερθούν οι κατάλληλες συνθήκες με τεχνικά μέσα. Τέτοια μέσα είναι το θερμοκήπιο και το σύστημα κλιματισμού. Καλλιεργείται για τον καρπό της, ο οποίος καταναλώνεται ώριμος ως ακέραιος (νωπός, αποξηραμένος ή σε άλμη), ως πολτός ή ως πάστα. Ακόμη και οι άωροι καρποί της τομάτας συντηρούνται σε άλμη ή ξύδι και καταναλώνονται ως τουρσί (πίκλες).

Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η τομάτα (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) ανήκει στην οικογένεια των σολανωδών (*SOLANACEAE*). Στην οικογένεια αυτή ανήκουν περισσότερα από 1600 είδη. Πολλά από αυτά έχουν μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο, γιατί τα χρησιμοποιεί στη διατροφή του, στη φαρμακοβιομηχανία κ.λ.π. Μεταξύ των γνωστών φυτών της οικογένειας αυτής, εκτός από την τομάτα, είναι η μελιτζάνα, η πιπεριά, η πατάτα, ο καπνός, η μελαντόνα.

Είναι φυτό ποώδες, πολυετές, στις περιοχές μας όμως καλλιεργείται για ένα χρόνο. Η ρίζα του είναι πασσαλώδης και αναπτύσσεται σε βάθος, όταν στο φυτό δεν μεσολαβήσει μεταφύτευση. Γίνεται επιφανειακή και πλάγια όταν

μεσολαβήσει μεταφύτευση. Σ' αυτό οφείλεται κυρίως, η διαφορετική συμπεριφορά του φυτού που προέρχεται από σπόρο και εκείνου που προέρχεται από μεταφύτευση.

Τα φύλλα είναι σύνθετα και – όπως και ο βλαστός – έχουν πολλά τριχίδια, που όταν σπάσουν αφήνουν τη χαρακτηριστική μυρωδιά της τομάτας (Εικόνα 1.1).

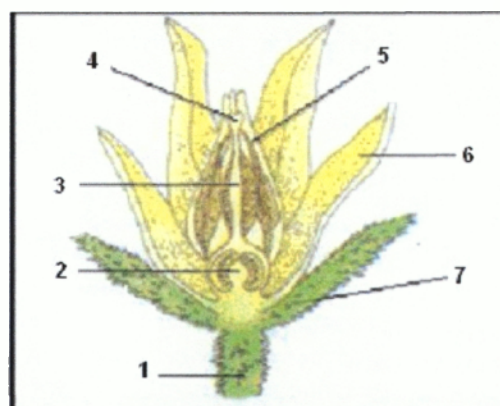
Τα άνθη, κίτρινου χρώματος, σχηματίζουν στεφάνη από 5 συνήθως πέταλα (μπορεί να είναι και 6 ή και περισσότερα) τα οποία ενώνονται στη βάση. Στο εσωτερικό της στεφάνης βρίσκεται το

αρσενικό τμήμα του άνθους, από τους ανθήρες, οι οποίοι σχηματίζουν ένα κωνικό άξονα. Στο κέντρο του άξονα βρίσκεται το θηλυκό τμήμα (ωοθήκη, στύλος, στίγμα) (Εικόνα 1.2). Τα άνθη είναι πολλά μαζί και σχηματίζουν ταξιανθία. Το άνοιγμά τους δεν είναι ταυτόχρονο. Είναι ερμαφρόδιτα και αυτογονιμοποιούνται. Σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται σταυροεπικονίαση και διασταύρωση ποικιλιών. Τα θηλυκά μέρη του άνθους είναι επιδεκτικά γονιμοποίησης με το άνοιγμα του άνθους, ενώ τα αρσενικά μέρη κατά 24-48 ώρες αργότερα. Η γονιμοποίηση (δέσιμο) γίνεται 2 περίπου ημέρες μετά την επικονίαση ή 3-4 ημέρες μετά το άνοιγμα του άνθους.

Ο καρπός είναι ράγα (Εικόνα 1.3). Οριμάζει σε κανονικές κλιματικές συνθήκες 45 περίπου ημέρες μετά τη γονιμοποίηση και σε διπλάσιο ή και περισσότερο χρόνο σε άσχημες κλιματικές συνθήκες. Το κόκκινο χρώμα οφείλεται στη λυκοπίνη, που παράγεται σε



Εικόνα 1.1:
Βλαστός τομάτας όπου διακρίνονται τα τριχίδια



Εικόνα 1.2
Άνθος τομάτας σε τομή: 1.Ποδίσκος, 2.Ωοθήκη, 3.Στύλος, 4.Στίγμα, 5.Ανθήρας, 6.Πέταλα, 7.Σέπαλα

κανονικές θερμοκρασίες και φως. Σε υψηλές θερμοκρασίες και πολύ φως παράγεται κίτρινο χρώμα (καροτίνη). Ο καρπός της τομάτας θεωρείται άριστη τροφή. Είναι πλούσιος σε βιταμίνες A, B₁, B₂, C, D, κυρίως όμως A και C, και άλατα, προπαντός, σιδήρου, ασβεστίου, φωσφόρου, καλίου, ιωδίου, νατρίου, μαγνησίου. Είναι φτωχός σε θερμίδες (176-230 θερμίδες/κιλό) διευκολύνει την πέψη και την αφομοίωση των τροφών και περιέχει ουρικό οξύ.



*Εικόνα 1.3:
Καρπός τομάτας*

Καλλιεργούμενες ποικιλίες

Οι καλλιεργούμενες σήμερα ποικιλίες τομάτας χαρακτηρίζονται από τον τρόπο ανάπτυξης και τη ζωηρότητα του φυτού, το μέγεθος και την εμφάνιση του καρπού.

Ως προς την ανάπτυξη και ζωηρότητα του φυτού διακρίνονται σε συνεχούς και περιορισμένης ανάπτυξης. Στην πρώτη περίπτωση, όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν, ο κεντρικός βλαστός αναπτύσσεται συνεχώς. Στη δεύτερη περίπτωση αυτός σταματά φυσιολογικά την ανάπτυξή του μετά από ορισμένο ύψος. Και στις δύο περιπτώσεις οι πλάγιοι βλαστοί, που εκτυύσσονται στις μασχάλες των φύλλων, ακολουθούν ανάλογους τρόπους ανάπτυξης με τον κεντρικό βλαστό.

Ως προς το μέγεθος του καρπού διακρίνονται σε μεγαλόκαρπες, μεσόκαρπες, μικρόκαρπες και ενδιάμεσων κατηγοριών. Ως προς την εμφάνισή του διακρίνονται σε στρογγυλές, επιμήκεις, λείες, αυλακωτές.

Σήμερα στα θερμοκήπια της χώρας μας καλλιεργούνται τομάτες συνεχούς ανάπτυξης, με καρπό στρογγυλό, λείο, μέσου έως μεγάλου μεγέθους, όπως π.χ. DOMBO, DOMBITO, JOLLY, CARMELLO (GC 204), ROBIN, CARUSO, DOMINGO (617) κ.α. Στο σύνολό του σχεδόν ο σπόρος των ποικιλιών που σήμερα καλλιεργείται είναι προέλευσης εξωτερικού.

Η κάθε ποικιλία έχει δικές της προδιαγραφές, δικές της απαιτήσεις και είναι δοκιμασμένη και προσαρμοσμένη στις συνθήκες της χώρας που παράγεται. Ορισμένες από αυτές έχουν προσαρμοστεί με καλά αποτελέσματα και στις δικές μας περιοχές. Για να εξωτερικεύσει η ποικιλία τα χαρακτηριστικά της και να αποδώσει το μέγιστο των δυνατοτήτων της σε παραγωγή, ποιότητα καρπών κ.λ.π. χρειάζεται να είναι σε κάθε λεπτομέρεια γνωστές οι προδιαγραφές και οι απαιτήσεις της ώστε να καλλιεργηθεί σύμφωνα με αυτές σε κατάλληλες περιοχές και εποχές. Διαφορετικά τα αποτελέσματα, όχι μόνο δεν θα είναι τα αναμενόμενα, αλλά σε πολλές περιπτώσεις θα είναι απογοητευτικά.

Προϋποθέσεις καλλιέργειας της τομάτας υπό κάλυψη

Μέσα στο θερμοκήπιο, που είναι χώρο απομονωμένος από το εξωτερικό περιβάλλον, τα φυτά αναπτύσσονται και παράγουν σε ένα ειδικό και κατ'εξοχήν τεχνητό περιβάλλον, με συνθήκες τελείως διαφορετικές από εκείνες της υπαίθρου. Επομένως για τις καλλιέργειες στο θερμοκήπιο απαιτούνται ειδικές προϋποθέσεις και τακτική.

Οι παράγοντες μέσα στο θερμοκήπιο που ρυθμίζουν και καθορίζουν την ανάπτυξη του φυτού, την παραγωγή και την ποιότητα των προϊόντων είναι πολλοί. Επιδρούν στο φυτό ο καθένας χωριστά, αλλά και σε συνδυασμό, ενώ οι απαιτήσεις του φυτού αλλάζουν συνεχώς ανάλογα με την ηλικία του και τις συνθήκες που επικρατούν. Το αποτέλεσμα της καλλιέργειας εξαρτάται από την επίδραση όλων των παραγόντων και προπαντός από την επίδραση εκείνου που μειονεκτεί, έστω και αν οι άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη και την παραγωγή του φυτού βρίσκονται σε επίπεδα, αν όχι άριστα, τουλάχιστον ανεκτά για το φυτό.

Στο χώρο του θερμοκηπίου οι συνθήκες που επικρατούν δημιουργούνται, αποκλειστικά σχεδόν, από το ίδιο το θερμοκήπιο αλλά και από την παρέμβαση του καλλιεργητή σε αντίθεση με την ύπαιθρο που η παρέμβαση αυτή είναι

ελάχιστη. Για το λόγο αυτό η επιτυχία των καλλιεργειών στο θερμοκήπιο εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από την ικανότητα του καλλιεργητή να διατηρεί, με τα μέσα που διαθέτει, τους διάφορους παράγοντες στο επίπεδο που απαιτούν τα φυτά.

Για την επίτευξη μεγάλης παραγωγής, καλής ποιότητας προϊόντος και συμφέροντος οικονομικού αποτελέσματος στις κηπευτικές καλλιέργειες σε θερμοκήπιο, απαιτείται σωστός προγραμματισμός και διαχείριση, σχολαστικότητα στους χειρισμούς, ειδικές γνώσεις, πείρα, συνεχή ενημέρωση κ.α. Δεν είναι δυνατόν να πετύχουν οι καλλιέργειες αυτές, που συνεχώς χρειάζονται την παρουσία και την παρέμβαση του καλλιεργητή, όταν αυτός δεν γνωρίζει, τουλάχιστον, τα στοιχειώδη σε κάθε φάση της παραγωγικής διαδικασίας.

Το θερμοκήπιο είναι σημαντική και πολυέξοδη επιχείρηση. Πρέπει, θερμοκήπιο και επιχείρηση, να έχουν σχεδιαστεί και μελετηθεί καλά από την αρχή, γιατί κακομελετημένο θερμοκήπιο και επιχείρηση και αδέξιοι χειρισμοί έχουν σαν αποτέλεσμα ευνοϊκές περιοχές να χάνουν το φυσικό πλεονέκτημα του καλού κλίματος και να υστερούν από απόψεως παραγωγής, ποιότητας και δαπανών καλλιέργειας άλλων λιγότερο ευνοϊκών, περιοχών. Τυχόν βελτιώσεις στο θερμοκήπιο μετά την εγκατάσταση του θα είναι δύσκολες, δαπανηρές, επικίνδυνες ή αδύνατες. Γενικά το θερμοκήπιο πρέπει να ανταποκρίνεται στην αποστολή του αξιοποιώντας καλύτερα όλους εκείνους τους παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια, να δέχεται χειρισμούς για την αντιμετώπιση δυσμενών παραγόντων, να επιτρέπει άνετη και σωστή εργασία σε ανθρώπους και μηχανήματα και να είναι οικονομικό.

Υπό κάλυψη καλλιέργεια της τομάτας

Η υπό κάλυψη καλλιέργεια της τομάτας παρουσιάζει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία, ανάμεσα στις κηπευτικές καλλιέργειες. Συνήθως σε μικρές εκτάσεις δεν χρησιμοποιούνται θερμοκήπια μεγάλων διαστάσεων αλλά

τούνελ πλάτους 2,5-3m και ύψους 2m ή ακόμη και μικρότερα (τούνελ 1-1,2m x 1-1,2m)(Εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.4: Καλλιέργεια τομάτας σε μικρά τούνελ

Τα υλικά κάλυψης γενικά των θερμοκηπίων και των τούνελ είναι κυρίως EVA ή PE (Εικόνα 1.5). Το ελάχιστο πάχος αυτών των υλικών είναι 0,15 χιλιοστά. Είναι απαραίτητα τα πλαϊνά ανοίγματα και από τις δύο πλευρές για την εξασφάλιση ικανοποιητικού αερισμού.

Για να πετύχουμε την καλύτερη θέρμανση στα μικρά τούνελ, ιδιαίτερα κατά την πρώτη φάση ανάπτυξης της καλλιέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια επιπλέον κάλυψη εσωτερικά, από πιο ελαφρύ πλαστικό από εκείνο της εξωτερικής επιφάνειας (πάχους 0,05-0,08 χιλιοστών, συνήθως από EVA) ή ένα λεπτό “μη υφασμένο ύφασμα”, απλό και εύκολο στην τοποθέτησή του και το οποίο παρέχει παράλληλα και προστασία από τα έντομα. Αυτή η διπλή κάλυψη-προστασίας είναι σαφές ότι θα προωμίσει τη συλλογή.

Στις υπό κάλυψη καλλιέργειες η πυκνότητα φύτευσης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2-3 φυτά/m² και τούτο για να παρέχεται η δυνατότητα καλού αερισμού και φωτισμού, καθώς και του απαραίτητου χώρου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος. Οι αποστάσεις μεταξύ των σειρών είναι γύρω στα 100-120cm ενώ επί της σειράς γύρω στα 30-40cm. Σε ορισμένες περιπτώσεις στο ανοιχτό χωράφι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τούνελ μικρών διαστάσεων (πλάτος 30-40cm, ύψος 30-40cm), που τοποθετούνται πάνω από τα ήδη εγκαταστημένα φυτά, τα οποία παρέχουν ασφαλώς τη δυνατότητα προώμισης

αλλά και προστασίας από τις απότομες και απροσδόκητες πτώσεις της θερμοκρασίας, στη διάρκεια της άνοιξης. Σημειώνουμε ότι και αυτές οι εγκαταστάσεις θα πρέπει να αερίζονται καθημερινά και επίσης να έχει εφαρμοστεί η εδαφοκάλυψη (Εικόνα 1.6) και ο σταλακτηφόρος σωλήνας πριν



Εικόνα 1.5: Για την κάλυψη του θερμοκηπίου χρησιμοποιούνται πλαστικά φύλλα από EVA ή PE



Εικόνα 1.6: Εφαρμογή εδαφοκάλυψης σε καλλιέργεια τομάτας

τη μεταφύτευση των φυτών και την τοποθέτηση του πλαστικού. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν ειδικές μηχανές οι οποίες τοποθετούν το πλαστικό εδαφοκάλυψης και κάλυψης, αλλά ταυτόχρονα εγκαθιστούν και τα φυτάρια στην οριστική τους θέση. Οι συγκεκριμένες μηχανές κατασκευάζουν σαμάρια έτσι ώστε να δημιουργούνται οι άριστες συνθήκες εδάφους και να αποφεύγονται τα νεροκρατήματα. Σε ότι αφορά τον αερισμό πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι οι θερμοκρασίες στη διάρκεια της ημέρας δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να ξεπερνούν τους 24-26°C γιατί θα δημιουργηθούν προβλήματα στην καρπόδεση ενώ ταυτόχρονα θα αναπτυχθούν και ασθένειες.

Ο σταλακτηφόρος σωλήνας εξασφαλίζει τη σταθερή άρδευση και λίπανση (υδρολίπανση). Εδώ είναι σαφές ότι για τους πρώτους 2-3 σταυρούς θα χρειαστεί και το ορμόνιασμα, μιας και θα είναι δύσκολη έως απαγορευτική η είσοδος των μελισσών. Θυμίζουμε ακόμη ότι οι καλλιέργειες υπό κάλυψη,

ειδικά κατά τη διάρκεια υγρών και βροχερών χρονιών και σε περιοχές με οριακές συνθήκες θερμοκρασίας προσβάλλονται συνήθως λιγότερο από μυκητολογικές ασθένειες (π.χ. περονόσπορο). Πράγματι τα φυτά δεν βρέχονται (από βροχή ή δροσιά) και έτσι αποφεύγεται η δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την εμφάνιση και εξέλιξη των ασθενειών.

Κεφάλαιο 2ο

ΟΙ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Ανακάλυψη και ορισμοί των φυτορρυθμιστικών ουσιών

Γενικά

Για να μεγαλώσει ένα φυτό χρειάζεται φως από τον ήλιο, διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα, νερό και ανόργανα συστατικά, συμπεριλαμβανομένου και του αζώτου από το έδαφος. Από αυτά φτιάχνει την περισσότερη από την ύλη του, μετατρέποντας απλά υλικά σε σύνθετα οργανικά μόρια από τα οποία συντίθενται οι ζώντες οργανισμοί, με μία σειρά πολύπλοκων αλλά πλήρως συντονισμένων διαδικασιών. Το φυτό όμως κάνει πολύ περισσότερα από το να αυξάνει απλώς τη μάζα και τον όγκο του καθώς μεγαλώνει: διαφοροποιεί, αναπτύσσεται και παίρνει τη μορφή του σχηματίζοντας ποικιλία κυττάρων, ιστών και οργάνων. Πως μπορεί ένα απλό κύτταρο, το γονιμοποιημένο ωάριο, να είναι πηγή τόσων ιστών και οργάνων που απαρτίζουν αυτό που είναι γνωστό σαν «κανονικό» φυτό; Πολλές από τις λεπτομέρειες για το πώς ρυθμίζονται αυτές οι διαδικασίες δεν είναι γνωστές, αλλά έχει γίνει σαφές ότι η κανονική ανάπτυξη εξαρτάται από την συνεργασία αρκετών εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων. Οι κύριοι εσωτερικοί παράγοντες που ρυθμίζουν την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού είναι οι φυτομόνες.

Οι όροι αύξηση και ανάπτυξη θα χρησιμοποιηθούν αρκετά στη συνέχεια. Με τον όρο αύξηση (growth) εννοούμε τη μη αναστρέψιμη αύξηση σε μέγεθος, ξηρά ουσία ή πρωτεΐνες (ποσοτική αύξηση). Λέγοντας διαφοροποίηση (differentiation) εννοούμε το σχηματισμό εξειδικευμένων κυττάρων ως προς τη μορφή, το μέγεθος και το περιεχόμενο, δηλαδή ειδικών κυττάρων με ανάλογες υποκυττάρικες δομές και περιεχόμενα, που θα εξυπηρετήσουν τη λειτουργική τους δράση (ποιοτική αύξηση). Με τον όρο

ανάπτυξη (development) εννοούμε αύξηση και διαφοροποίηση, δηλαδή ποσοτική και ποιοτική αύξηση.

Χρονικό της ανακάλυψης

Από την εποχή που η επιστήμη προσπάθησε να ερμηνεύσει τα διάφορα φαινόμενα έγινε πλήρως αποδεκτό ότι στα φυτά υπάρχουν ουσίες που παράγονται και κυκλοφορούν μέσα σε αυτά, ρυθμίζοντας κατάλληλα τις διάφορες λειτουργίες και αντιδράσεις τους στα διάφορα ερεθίσματα του περιβάλλοντος και καθορίζοντας τη μορφολογία του φυτού ή των φυτικών οργάνων. Από το 1758 ο Γάλλος δενδροκόμος Duhamel du Monceau είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο σχηματισμός των ριζών προκαλείται στα φυτά από τον «κατιόντα χυμό» και ότι αν ο χυμός αυτός συγκρατηθεί με ένα χαράκωμα ή ένα σφικτό δέσιμο του φλοιού τότε τις περισσότερες φορές σχηματίζεται πάνω από το δέσιμο ή το χαράκωμα μια διόγκωση από την οποία αρχίζουν και σχηματίζονται οι ρίζες. Στο τέλος του 19^{ου} αιώνα ο Julius Sachs κατέληξε στο συμπέρασμα ότι στα φυτά υπάρχουν «ριζογόνες» καθώς και «ανθογόνες» ουσίες.

Ο Charles Darwin ήταν εκείνος που το όνομά του συνδέθηκε περισσότερο με την υπόθεση της ύπαρξης στο φυτό των ουσιών εκείνων που ρυθμίζουν την αύξηση και την ανάπτυξη. Ο Darwin προσπάθησε να εξηγήσει γιατί τα φυτά στρέφονται προς την κατεύθυνση του φωτός. Έκανε διάφορα πειράματα χρησιμοποιώντας φυτάρια σταριού και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι κάποια ουσία που παράγεται και μετακινείται από την κορυφή προς τη βάση του φυτού προκαλεί την κάμψη του προς το φως.

Μέχρι το 1910 η έννοια της «ορμόνης» είχε καθιερωθεί στην ιατρική και τη φυσιολογία του ανθρώπου και των ζώων αλλά η ανάπτυξη της αντίστοιχης έννοιας για τα φυτά καθυστέρησε για περίπου 25 χρόνια. Το 1909 ο Fitting στην Γερμανία παρατήρησε ότι όταν υδατικό εκχύλισμα γύρης από ορχεοειδή, εφαρμοσθεί σε ανοιχτά άνθη ορχιδέας προκαλεί την πτώση των πετάλων και

τη διόγκωση της ωοθήκης, πράγμα που ακριβώς κάνει και η ίδια η γύρη. Στη Γερμανία επίσης, ο Boysen-Jensen (1910-1913) ανακάλυψε ότι αν κοπεί η κορυφή του κολεόπτιλου της βρώμης και ανάμεσα στα δύο τμήματα παρεμβληθεί ένα λεπτό φύλλο ζελατίνης, το υποτιθέμενο ερέθισμα ή η ουσία που παράγεται στην κορυφή και μετακινείται προς τη βάση του κολεόπτιλου, μπορεί να περάσει μέσα από το φύλλο της ζελατίνης και να προκαλέσει την κάμψη του κολεόπτιλου προς το φως.

Το 1919 ο Paal κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κορυφή του βλαστού είναι ένα φυτορρυθμιστικό κέντρο. Μια ή περισσότερες ουσίες παράγονται σ' αυτήν και μετακινούνται προς τα κάτω μέσα στους φυτικούς ιστούς διαχεόμενες ομοιόμορφα μέσα σ' αυτούς. Αν στη μια πλευρά του φυτού η μετακίνηση προς τα κάτω της ουσίας ή των ουσιών αυτών διαταραχτεί από κάποιο αίτιο, προκαλείται μια ανασχεση της ανάπτυξης στην πλευρά αυτή με αποτέλεσμα την κλίση του φυτού προς την ίδια πλευρά. Το επόμενο και πιο σημαντικό βήμα έγινε το 1926 από το νεαρό τότε F.W.Went που έκανε πειράματα στο εργαστήριο του πατέρα του στην πόλη Utrecht της Ολλανδίας πάνω σε κολεόπτιλα βρώμης. Ο Went αφού έκοψε τις κορυφές των κολεόπτιλων, τις τοποθέτησε πάνω σε φύλλα ζελατίνης έτσι ώστε η ουσία που υπέθετε ότι παράγεται στις κορυφές αυτές να διαχυθεί μέσα στη ζελατίνη. Στη συνέχεια έκοψε τη ζελατίνη σε μικρούς κύβους και τους τοποθέτησε μονόπλευρα πάνω σε κολεόπτιλα που τους είχε αφαιρεθεί η κορυφή, με αποτέλεσμα να προκληθεί κάμψη των κολεόπτιλων αυτών προς την αντίθετη, του σημείου τοποθέτησης, πλευρά. Έτσι έγινε η απομόνωση (αλλά όχι ακόμη και ο προσδιορισμός) της πρώτης φυτορρυθμιστικής ουσίας που ονομάστηκε «αυξίνη». Ο F.W.Went απέδειξε με το πείραμα του ότι στην κορυφή του κολεόπτιλου παράγεται μια ουσία που μπορεί να απομονωθεί και να εξαχθεί και στη συνέχεια να δράσει βιολογικά, να προκαλέσει δηλαδή κάμψη σε ένα κολεόπτιλο που του έχει αφαιρεθεί η κορυφή.

Με την απομόνωση της αυξίνης έγινε πια φανερό ότι υπάρχουν στα φυτά ουσίες που όσον αφορά τη δράση τους είναι αντίστοιχες με τις ορμόνες που υπάρχουν στα ζώα. Οι ουσίες αυτές ονομάστηκαν φυτορμόνες (phytohormones ή

plant hormones) ή ουσίες ανάπτυξης των φυτών (plant growth substances). Σήμερα στη διεθνή βιβλιογραφία επικρατεί για τις ουσίες αυτές ο όρος plant growth regulators και στη γλώσσα μας «φυτορρυθμιστικές ουσίες».

Για 25 χρόνια από την ανακάλυψη του F.W.Went ο όρος «φυτορμόνη» ήταν συνώνυμος με την αυξίνη που το 1934 προσδιορίστηκε ότι είναι το ινδολοξικό οξύ (indoly-3-acetic acid, IAA). Ο ίδιος ο F.W.Went υποστήριξε ότι δεν μπορεί να υπάρξει αύξηση στα φυτά χωρίς την παρουσία της αυξίνης αλλά η άποψη αυτή κλονίστηκε αργότερα με την ανακάλυψη του ρόλου των γιββερελλινών και των κυτοκινινών στην αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών.

Ορισμός, διάκριση και σημασία των φυτορρυθμιστικών ουσιών

Σήμερα, ορίζεται σαν φυτορρυθμιστική ουσία, μια οργανική ουσία που δεν είναι θρεπτικό συστατικό, δεν παρέχει δηλαδή στο φυτό ενέργεια ή απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία και που σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (<1mM) προάγει, παρεμποδίζει ή τροποποιεί ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού (Moore, 1979).

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις φυσικές και τις συνθετικές.

Φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι εκείνες που παράγονται σε ορισμένα μέρη του φυτού και μπορούν από εκεί να μετακινούνται και σε άλλα μέρη προκαλώντας ειδικές βιοχημικές, φυσιολογικές ή μορφολογικές αντιδράσεις. Δρουν τόσο στους ιστούς στους οποίους παράγονται όσο και σε απόσταση από αυτούς. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ακόμη σαν φυτορμόνες εξαιτίας της ομοιότητας, όσον αφορά τη δράση τους στα φυτά, με τις ορμόνες του ανθρώπου και των ζώων.

Οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι φυσικά προϊόντα που παράγονται από τα φυτά και μπορούν με κατάλληλες μεθόδους να εξαχθούν και να προσδιοριστούν.

Συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι ουσίες που παράγονται τεχνητά και μπορεί να μοιάζουν χημικά με τις φυσικές. Δρουν κατά τον ίδιο τρόπο με τις φυσικές δηλαδή σαν χημικοί αγγελιοφόροι μέσα στο φυτό όταν εφαρμοσθούν με τον κατάλληλο τρόπο και στον κατάλληλο χρόνο.

Οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι από τη φύση τους παράγοντες πολύ μεγάλης σημασίας στην ολοκλήρωση των διεργασιών της αύξησης και της ανάπτυξης του φυτού αφού καθορίζουν την αντίδραση του φυτού στις επιδράσεις του φυσικού περιβάλλοντος. Διάφοροι εξωτερικοί παράγοντες μπορεί να προκαλέσουν έντονες αντιδράσεις στα φυτά επιφέροντας αλλαγές στον μεταβολισμό και στην κατανομή των φυσικών φυτορρυθμιστικών ουσιών στα διάφορα φυτικά όργανα. Είναι σήμερα αποδεκτό ότι οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν την με τον ένα ή τον άλλο τρόπο εκδήλωση του γενετικού δυναμικού των φυτών.

Όσον αφορά τις συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες, αυτές έχουν πολύ μεγάλη σημασία για τη σύγχρονη γεωργία δεδομένου ότι παρέχουν με τη δράση τους, που είναι παρόμοια με εκείνη των φυσικών, τη δυνατότητα επιθυμητών στον παραγωγό τροποποιήσεων του μοντέλου παραγωγής των φυτών. Με άλλα λόγια επιτυγχάνεται η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της ποιότητας των παραγομένων φυτικών προϊόντων με ταυτόχρονη μείωση του κόστους παραγωγής.

Ορμόνιασμα

Ο φυτικός οργανισμός σε κανονικές συνθήκες αναπτύσσεται απόλυτα συμμετρικά. Η συμμετρική αυτή ανάπτυξη οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, κυρίως θρεπτικούς, εδαφικούς, κλιματικούς κ.λ.π. και σε ορισμένες χημικές ουσίες, που σε μικροποσότητες επιδρούν καθοριστικά στη φυσιολογική ανάπτυξη του φυτού. Ορισμένες τέτοιες ουσίες, γνωστές σαν φυτορμόνες, προάγουν, επιταχύνουν, επιβραδύνουν, σταματούν ή διαφοροποιούν ορισμένες φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού, όπως π.χ. τη ριζοβολία, την ανάπτυξη,

την καρπόπτωση, την ωρίμανση καρπού, την καρπόδεση κ.λ.π. Πολλές από τις χημικές αυτές ουσίες τις παράγει το ίδιο το φυτό, ενώ άλλες παράγονται βιομηχανικά.

Από τις διάφορες λειτουργίες του φυτού, στην περίπτωση της τομάτας, σημαντικότερη είναι η καρπόδεση και οι χημικές ουσίες, που επιδρούν σ' αυτή και την υποβοηθούν. Και τούτο γιατί, το άνθος κάτω από ορισμένες δυσμενείς συνθήκες δεν μπορεί να σχηματίσει καρπό και συνεπώς το φυτό δεν θα δώσει παραγωγή.



*Εικόνα 2.1:
Άνθος τομάτας μη επικονιασμένο και επικονιασμένο αντίστοιχα*

Είναι γνωστό πως το άνθος της τομάτας είναι αυτογόνιμο και για να σχηματιστεί καρπός, πρέπει να προηγηθεί η επικονίαση και η γονιμοποίησή του (Εικόνα 2.1). Πρέπει δηλαδή να απελευθερωθεί η γύρη από το αρσενικό όργανο του άνθους (ανθήρας), να μεταφερθεί στο θηλυκό όργανο (στίγμα), να συγκρατηθεί από αυτό, να βλαστήσει και να το γονιμοποιήσει. Στην τελευταία φάση κινητοποιούνται ή δημιουργούνται ορμόνες, που επιδρούν στην ανάπτυξη του ωαρίου, που με τη σειρά του παράγει ορμόνες καθοριστικής σημασίας για την καρπόδεση και την εν συνέχεια ανάπτυξη του καρπού. Χωρίς την παραπάνω διαδικασία δεν σχηματίζεται καρπός και το άνθος πέφτει.

Στην τομάτα οι εργασίες αυτές (επικονίαση και γονιμοποίηση) διευκολύνονται σημαντικά, γιατί το θηλυκό όργανο (ύπερος) μεγαλώνοντας περνά ανάμεσα στα αρσενικά όργανα (στήμονες) που είναι γύρω του, παίρνει τη γύρη για να γίνει η γονιμοποίηση, και στη συνέχεια να σχηματιστεί ο καρπός. Η γονιμοποίηση γίνεται 30-40 ημέρες μετά τη φύτευση.

Ο καλός καρπός προϋποθέτει άφθονη επικονίαση και σχηματισμό πολλών σπόρων. Εάν τούτο δεν συμβεί, ο καρπός – εφ’ όσον γίνει καρπόδεση – θα υστερεί σε μέγεθος, σχήμα, ποιότητα και ενδεχομένως θα παρουσιάσει παραμορφώσεις, κυρίως, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς.

Κάτω από ακατάλληλες καιρικές συνθήκες, όπως το καλοκαίρι και ιδιαίτερα το χειμώνα δεν γίνεται καρπόδεση. Αυτό συμβαίνει όταν η γύρη δεν μπορεί να απελευθερωθεί από τα αρσενικά όργανα, όταν δεν είναι σε θέση το θηλυκό όργανο να τη συγκρατήσει, όταν δεν μπορεί να βλαστήσει ή, τέλος, όταν το άνθος είναι ελαττωματικό (μικρός ή μεγάλος ύπερος). Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που επηρεάζουν δυσμενώς την καρπόδεση είναι: πολύ ή λίγο φως, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. θερμοκρασίες νύχτας κάτω από 12-13°C έχουν σαν αποτέλεσμα την απώλεια μέρους της παραγωγής, πρώτοι σταυροί, που είναι και το πιο σημαντικό από πλευράς τιμών), μεγάλες διακυμάνσεις και απότομες αλλαγές θερμοκρασιών, πολύ ή λίγη υγρασία, υπερβολικές ή ανεπαρκείς λιπάνσεις, ανισορροπία θρεπτικών στοιχείων, υπερβολικά ποτίσματα, ιώσεις, ασθένειες κ.λ.π. Η ελαττωματική ή παντελής έλλειψη γονιμοποίησης έχει σαν αποτέλεσμα να μην παραχθούν οι απαραίτητες ορμόνες καρπόδεσης με συνέπεια να μην γίνει ή να γίνει φτωχή καρπόδεση με μικρή ή υποβαθμισμένη ποιοτικά παραγωγή. Για να εξασφαλίσουμε το σχηματισμό των καρπών παρεμβαίνουμε συνεπώς με το λεγόμενο ορμόνιασμα (π.χ. με παράχλωρο-φαινοξυακετικό οξύ, με β-ναφθοξυακετικό οξύ κ.α. που ανήκουν στην ομάδα των ουσιών που αποκαλούνται φυτορρυθμιστικές). Η μη ορθή εφαρμογή του ορμονιάσματος μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση των καρπών (π.χ. προεξοχές και σκληρά χωρίσματα στους χώρους της ράγας). Ορισμένες ποικιλίες (υβρίδια) είναι πολύ ευαίσθητες στο ορμόνιασμα συνεπώς θα πρέπει να εφαρμόζεται με ιδιαίτερη

προσοχή για να μην αυξηθεί υπερβολικά ο αριθμός των κακοσχηματισμένων καρπών. Συνήθως αυτά τα υβρίδια επισημαίνονται από τους ίδιους τους οίκους σποροπαραγωγής. Είναι προφανές ότι το ορμόνιασμα γίνεται στους πρώτους 2-3 σταυρούς αφού στη συνέχεια το ανέβασμα των θερμοκρασιών εγγυάται φυσιολογική επικονίαση. Σημειώνουμε ωστόσο ότι εάν δεν ορμονιάσουμε, τα άνθη πέφτουν ή σχηματίζονται καρποί με περιορισμένο αριθμό σπόρων οι οποίοι δεν πρόκειται να ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους. Με νυχτερινές θερμοκρασίες πάνω από 13°C ο σχηματισμός των καρπών προχωράει κανονικά αρκεί αυτές να συνδυάζονται με ημερήσιο αερισμό ο οποίος προκαλεί μια ανεπαίσθητη δόνηση, αρκετή ωστόσο να προκαλέσει σταυρεπικονίαση.

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες παρασκευάζονται βιομηχανικά και στην ουσία αναλαμβάνουν να συμπληρώσουν ή να αντικαταστήσουν το ρόλο των ορμονών, που παράγει το φυτό. Αυτές οι ουσίες διεγείρουν το σχηματισμό καρπών οι οποίοι όταν ωριμάσουν δεν έχουν σπόρους ή διαθέτουν υποτυπώδη σπόρια.

Οι χημικές αυτές ουσίες επιδρούν σε μικροποσότητες και το ευεργετικό τους αποτέλεσμα εξαρτάται από τη σωστή χρήση τους. Πρέπει πάντοτε να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες των παρασκευαστών και ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν, τα τοπικά πειραματικά δεδομένα και την τοπική πείρα. Διαφορετικά η χρησιμοποίησή τους και σε μικρή επιπλέον της κανονικής ποσότητας μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ανωμαλίες στο φυτό και στον καρπό. Στο φύλλωμα δημιουργούνται παραμορφώσεις, περισσότερο ή λιγότερο έντονες, που το καθιστούν προβληματικό στην εκπλήρωση της αποστολής του με όλα τα δυσμενή επακόλουθα στην ανάπτυξη του φυτού και στην παραγωγή. Στον καρπό προκαλείται παραμόρφωση, μαλάκωμα, νερούλιασμα, κούφωμα, κακοχρωματισμός, μειωμένη αντοχή στις μεταχειρίσεις και στις μεταφορές, μικρή διατηρησιμότητα κ.α.

Με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή μας τη χειμερινή, κυρίως, περίοδο η φυσιολογική καρπόδεση είναι προβληματική ιδίως στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες. Ως εκ τούτου η χρησιμοποίηση καρποδετικών ορμονών την εποχή αυτή καθίσταται αναπόφευκτη. Ο κίνδυνος

όμως πρόκλησης ζημιών στα φυτά και στην παραγωγή είναι σοβαρός. Γι' αυτό επιβάλλεται να τηρηθούν με σχολαστικότητα κατά την εφαρμογή οι παρακάτω οδηγίες, για να μειωθούν στο ελάχιστο οι δυσμενείς επιδράσεις των ορμονικών ουσιών:

- Να εφαρμόζονται όσα αναγράφονται στην ετικέτα του προϊόντος χωρίς ποτέ να υπερβαίνονται οι δοσολογίες που συνιστούν οι κατασκευάστριες εταιρείες. Για την ακριβή δοσολογία να χρησιμοποιούνται ογκομετρικές σύριγγες αφού έστω και μικροποσότητες ορμόνης πέρα από την κανονική είναι επιβλαβείς (Εικόνα 2.2).
- Στην Πελοπόννησο, για τις συνηθισμένες ορμόνες που χρησιμοποιούνται, άριστα αποτελέσματα έδωσαν – ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού – δόσεις 1/5 μέχρι 2/3 αυτών που συνιστώνται. Στις πρώτες ταξιανθίες και σε πολύ άσχημο καιρό εφαρμόζονται οι μεγαλύτερες δόσεις. Όσο μεγαλώνει το φυτό και βελτιώνεται ο καιρός, οι δόσεις γίνονται μικρότερες. Όταν σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία σε επίπεδα που να επιτρέπουν τη φυσιολογική καρπόδεση, το ορμόνιασμα διακόπτεται.
- Επιβάλλεται επίσης διακοπή των ορμονικών επεμβάσεων με τη βελτίωση και σταθεροποίηση των καιρικών συνθηκών, δηλαδή από άνοιξη μέχρι φθινόπωρο.
- Αποφεύγεται το ορμόνιασμα σε πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες.
- Αποφεύγεται διπλό ή τριπλό ορμόνιασμα της ταξιανθίας, εκτός αν ειδικοί λόγοι το επιβάλλουν.



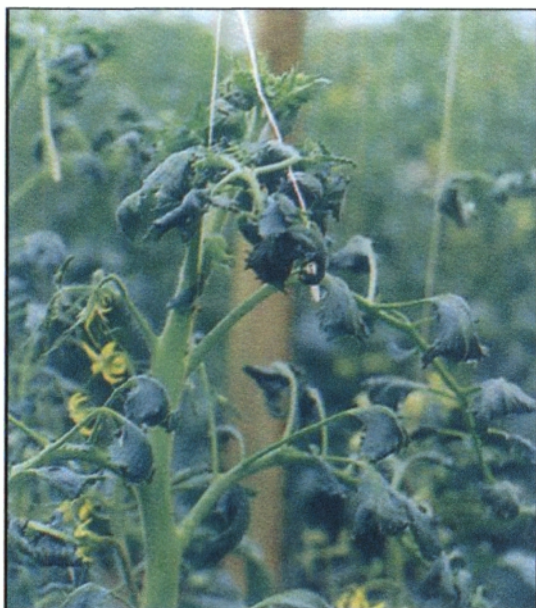
Εικόνα 2.2:
**Παραμόρφωση καρπών
τομάτας από μη ορθή εφαρμογή
των ορμονών**

- Προτιμάται για τη διάλυση της ορμόνης βρόχινο νερό ή αν είναι δυνατό αποσταγμένο και δεν συνιστάται για το σκοπό αυτό η χρήση προβληματικού νερού.
- Το ορμόνιασμα γίνεται τις δροσερές ώρες της ημέρας κυρίως τις απογευματινές, γιατί τις πρωινές, με την εξάτμιση που θα επακολουθήσει, θα αυξηθεί η πυκνότητα του διαλύματος και είναι δυνατόν να δημιουργηθούν προβλήματα.
- Ορμόνιασμα της ταξιανθίας γίνεται όταν σ' αυτή υπάρχουν τουλάχιστον 3-4 άνθη ή 50% περίπου των ανθέων ανοικτά. Όταν δεν υπάρχουν ή υπάρχουν λίγα ανοικτά άνθη, η καρπόδεση δεν είναι καλή, οι καρποί θα γίνουν μικροί ή παραμορφωμένοι και ποιοτικά υποβαθμισμένοι, ή θα γίνουν οι πρώτοι 1-2 καρποί της ταξιανθίας μεγάλοι και οι υπόλοιποι καρποί θα παραμείνουν μικροί.
- Αποφεύγεται επαφή της καρποδετικής ορμόνης με το φύλλωμα και προπαντός με τα νεαρά φύλλα ή άλλα μέρη του φυτού, γιατί μπορεί να τους προκαλέσει παραμορφώσεις ή άλλες βλάβες (Εικόνες 2.3, 2.4). Η ταξιανθία βουτιέται στο δοχείο με την ορμόνη (ποτήρι) ή ψεκάζεται με ψεκαστηράκι κρατώντας την ανάμεσα στα δάκτυλά μας (Εικόνα 2.5).
- Το ψεκαστηράκι να βρίσκεται σε απόσταση όχι μικρότερη από 20-25cm από τα άνθη.
- Να ψεκάζεται το διάλυμα πάνω στην ταξιανθία με όσο γίνεται πιο λεπτή δέσμη σταγονιδίων.



Εικόνα 2.3:
Παραμόρφωση φύλλων από ορμόνη

- Συνίσταται η χρησιμοποίηση του ορμονικού διαλύματος το συντομότερο και η αποφυγή τοποθέτησης αυτού σε μεταλλικό δοχείο.
- Να χρησιμοποιούνται πλαστικά γάντια.
- Επιβάλλεται η διατήρηση, κατά το δυνατόν, των καλύτερων συνθηκών στο περιβάλλον και στο έδαφος του θερμοκηπίου. Καλός αερισμός του θερμοκηπίου για να αποφευχθεί στρωμάτωση και στασιμότητα του αέρα στα φυτά, ισορροπημένη λίπανση, κανονικές αρδεύσεις και καλή υγιεινή κατάσταση του φυτού συμβάλλουν αποφασιστικά στην καλύτερη ανάπτυξη και καρπόδεση των ανθέων.



Εικόνα 2.4:
Παραμόρφωση φύλλων από ορμόνη



Εικόνα 2.5:
Τρόπος ορμονιάσματος

Τέλος στην καρπόδεση μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα και η δόνηση της ταξιανθίας με δονητή ή με άλλο παρόμοιο τρόπο. Στην Πελοπόννησο τη χειμερινή εποχή η δόνηση που εφαρμόζεται στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες φαίνεται πως δεν δίνει ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Ο συνδυασμός όμως ορμονιάσματος και δόνησης στα κλιματιζόμενα θερμοκήπια είναι πρακτική που μπορεί να εφαρμοστεί και να βελτιώσει και την καρπόδεση

και την ποιότητα των καρπών. Σήμερα, ωστόσο υπάρχουν υβρίδια – ελάχιστα διαδεδομένα – τα οποία δένουν σε δύσκολες συνθήκες περιβάλλοντος χωρίς ορμόνιασμα.

Κεφάλαιο 3ο

ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΦΥΤΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ

Χειρισμοί ρυθμιστών αύξησης πριν την σπορά

Πολλοί χειρισμοί σπόρων πριν την σπορά μπορούν να βελτιώσουν το ρυθμό βλάστησης τους, να διατηρήσουν την ομοιομορφία τους και την παραγωγή (Heydecker και Coolbear, 1977). Υπάρχουν δεδομένα για τις διεγερτικές επιδράσεις ενός αριθμού χημικών ρυθμιστών αύξησης. Εφαρμόζοντας στους σπόρους 5% GA επιταχύνουμε το φύτρωμα των σπορόφυτων. Ο Strivastava (1960) ανέφερε αυξήσεις πάνω από το 23% στην βλάστηση που ακολούθησε ύστερα από την τοποθέτηση των σπόρων για 12 ώρες σε GA ή σε ποικιλία συνθετικών αυξινών (naphthaleneacetic acid (NAA), indolepropionic acid (IPA), naphthoxyacetic acid (NOA)). Βελτιώσεις στην βλάστηση, στην αύξηση και στην παραγωγή έχουν επίσης παρατηρηθεί εφαρμόζοντας 24 ώρες πριν την σπορά NOA, 2,4-D chlorophenoxyacetic acid (CPA) και GA (Choudhoury και Singh, 1960).

Η επίδραση του αιθυλενίου στην βλάστηση των σπόρων και ειδικά των ληθαργούντων, περιλαμβάνει πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις της φυτορρυθμιστικής αυτής ουσίας με το φως, το CO₂, τις γιββερελλίνες, τις κυτοκινίνες και άλλους φυσικούς παρεμποδιστές αύξησης. Το αιθυλένιο φαίνεται ότι προωθεί την διακόπτοντας τον λήθαργό τους (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1

Βλάστηση σπόρων τομάτας μέσα σε ώριμο καρπό που προκλήθηκε από εφαρμογή μεγάλης δόσης etherphon. Το παραγόμενο αιθυλένιο ανταγωνίζεται τη δράση των φυσικών παρεμποδιστών που υπάρχουν στον καρπό και παρεμποδίζουν την πρόωρη βλάστηση των σπόρων.

βλάστηση ορισμένων σπόρων

Χειρισμοί ρυθμιστών αύξησης κατά τη φυτική αύξηση

Ένα μεγάλο πλήθος χημικών ουσιών έχει δοκιμαστεί για την ικανότητά του να βοηθά την ανάπτυξη των ανθέων και το δέσιμο των καρπών κάτω από διαφορετικές καταστάσεις. Μερικοί επιθυμητοί εμπορικοί στόχοι για αλλαγές στην φυτική αύξηση έχουν καθιερώσει ποιοι ρυθμιστές αύξησης μπορεί να είναι χρήσιμοι. Υπάρχουν μερικά πειράματα τα οποία μας έχουν δώσει μια καλή εικόνα για τους μηχανισμούς δράσης των ενδογενών ρυθμιστών αύξησης.

Αυξίνες

Η κύρια φυσική αυξίνη που βρέθηκε στην τομάτα είναι παρεμφερής αλλά όχι ταυτόσημη του ινδολοξικού οξέος (IAA) και παράγεται σε ενεργά διαιρούμενα κύτταρα, ειδικά στα επάκρια μεριστώματα και στην κορυφή του βλαστού.

Οι αυξίνες παίζουν κύριο ρόλο στην κυριαρχία της κορυφής. Η αφαίρεση της κορυφής του βλαστού διεγείρει την αύξηση των πλαγίων οφθαλμών. Χρήση του IAA, με την μορφή αλοιφής, στους κομμένους αυτούς βλαστούς έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή αυτής της πλάγιας βλάστησης (Catalano και Hill, 1969). Χρήση του N-m-tolylphthalamic acid, το οποίο περιγράφεται ορισμένες φορές σαν αυξίνη, στην ταξιανθία ενός οποιουδήποτε φυτού καθυστερεί ή εμποδίζει την συνέχιση της αύξησης του βλαστού από τους μασχαλιαίους οφθαλμούς κάτω από την ταξιανθία (Cordner και Hedger, 1959). Άγριες τομάτες-εθελοντές, που παράγονται κάτω από ορισμένες συνθήκες, μπορεί να έχουν έναν τροποποιημένο μεταβολισμό αυξινών. Εμφανίζουν κοντύτερα μεσογονάτια διαστήματα, ψηλόλιγνους μίσχους, μεγαλύτερη αύξηση πλαγίων βλαστών και φτωχή καρπόδεση τον χειμώνα (Calvert, 1974).

Οι τεχνητές αυξίνες χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν το δέσιμο των ανθέων και των καρπών αλλά οι επιδράσεις τους στην φυτική ανάπτυξη είναι σχετικά μικρές (Brown, Jackson και Burlingham, 1968; Younis και El-

Tigani,1977). Η E_A , η R_w , η μίσχου και φύλλου αύξηση μειώθηκαν από την χρήση naphthalene acetic acid (NAA) στις ρίζες, ενώ η F_A και η αναλογία βλαστού/ρίζας δεν επηρεάστηκαν (Πίνακας 3.1).

Γιββερελλίνες

Οι ενδογενείς γιββερελλίνες είναι πολύ σημαντικές για την αύξηση της τομάτας. Παράγονται στις ρίζες σε ποσότητες που εξαρτώνται από την θερμοκρασία και παίζουν σημαντικό ρόλο στην επέκταση του μίσχου (Reid και Crosier,1971· Menhenett και Wareing,1975). Η χρήση των ενδογενών γιββερελλινών προάγει την επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων με αποτέλεσμα την παραγωγή ψηλότερων φυτών με μεγαλύτερο ξηρό βάρος μίσχου και μικρότερες περιφέρειες μίσχου (Wittwer και Tolbert,1960· Brown, Jackson και Burlingham,1968· Aung και Austin,1970· Saleh και Abdul,1980) και παρακινεί την αποκόλληση του κοτυληδόνα (Aung και Austin,1970). Το GA_3 εφαρμοζόμενο στις ρίζες προκαλεί ελαφριά ύφεση στην F_A , αυξάνει την βλαστού/ρίζα αναλογία, αλλά δεν επηρεάζει την R_w (Πίνακας 3.1). Αυξάνει την E_A , αλλά μόνο σε ποσοστό 0,1% της συγκέντρωσης του CO_2 (Toghoni, Halery και Wittwer,1967) και αντιδρά μεροληπτικά στην αναστολή της αύξησης του βλαστού μειώνοντας την θερμοκρασία της ρίζας (Bugbee και White,1984). Όταν εφαρμόζεται στους μασχαλιαίους οφθαλμούς αυξάνει την ανάπτυξη των πλευρικών βλαστών (Catalano και Hill,1969). Ο ρυθμός της διόγκωσης του φύλλου αυξήθηκε όταν 5μg του γιββερελλινικού οξέος (GA_3) εφαρμόστηκαν στον σπόρο ή όταν χαμηλότερες συγκεντρώσεις εφαρμόστηκαν στις ρίζες του cv. 'Money- Maker' (Brown, Jackson και Burlingham, 1968). Η εφαρμογή του GA_3 σε νάνες ποικιλίες εμπόδισε την διόγκωση των παλιότερων φύλλων ενώ προήγαγε την αύξηση των νεαρότερων ανώριμων φύλλων, επηρεάζοντας ελάχιστα την περιοχή των φύλλων ανά φυτό (Aung και Austin,1970).

Πίνακας 3.1: Επιδράσεις φυτορρυθμιστικών ουσιών στην φυτική αύξηση φυτών τομάτας όταν αυτές εφαρμόστηκαν στις ρίζες τους (cv. 'Michigan-Ohio Hybrid'). (Από τους Tognoni, Halevy και Wittwer, 1967)

Χημική θεραπεία	Συσσωρευση ξηρής μάζας (mg φυτό ⁻¹) σε				Φυλλική περιοχή (cm ² φυτό ⁻¹)	E _A (mgdm ² d ⁻¹)	R _w (mgg ⁻¹ d ⁻¹)	F _A (dm ² g ⁻¹)	Ρίζες/ κορυφή
	21 μέρες								
	Μίσχος	Φύλλα	Ρίζες	Σύνολο					
Καμία (μάρτυρας)	142b*	503a	124a	772a	234a	71a	222a	3.0a	0.19b
GA ₃ (10 ⁻⁴ M)	226a	313b	88bc	629ab	183ab	70a	211ba	2.8b	0.16c
CCC (10 ⁻⁶ M)	69c	325b	101ac	496bc	137b	68a	200cb	2.8b	0.25b
BA (3 x 10 ⁻⁷ M)	7d	14c	22d	44d	8c	35c	84d	2.0c	0.83a
NAA (10 ⁻⁴ M)	57c	250b	98ac	406c	134b	58b	190c	3.2a	0.31b

Όπου E_A: καθαρό ποσοστό αφομοίωσης, R_w: αναλογία περιοχής φύλλων, F_A: σχετικό ποσοστό αύξησης

*Αξίες ακολουθούμενες από διαφορετικά γράμματα μέσα σε μία στήλη είναι σημαντικά διαφορετικές κατά 5%.

Κυτοκινίνες

Η βιοσύνθεση των ενδογενών κυτοκινινών φαίνεται να γίνεται σε μεριστωματικούς ή με μεγάλο δυναμικό αύξησης ιστούς όπως τα νεαρά φύλλα, οι οφθαλμοί, τα μεσογονάτια νεαρών βλαστών, οι αναπτυσσόμενοι σπόροι και καρποί καθώς και οι κορυφές των ριζών και παίζουν κάποιο ρόλο στην ρύθμιση της αύξησης ενός φυτού και στην γήρανση των φύλλων.

Οι εξωγενείς κυτοκινίνες επιδρούν στα φυτά ανάλογα με την θέση και την ποσότητα της εφαρμογής. Όταν εφαρμόστηκε σε υδροκαλλιέργεια κινετίνη στις ρίζες σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του $10^{-8}M$ αναστάλθηκε η συσσώρευση της ξηρής μάζας και η επιμήκυνση του μίσχου. Η εφαρμογή υψηλότερων συγκεντρώσεων είχε σαν αποτέλεσμα την αναστολή της πλευρικής επέκτασης της ρίζας και των σχηματισμό ψευδοκονδύλων στις ρίζες (Wittwer και Dedolph, 1963). Όταν εφαρμόστηκε κινετίνη, με την μορφή λανολίνης, στις μασχάλες των φύλλων των νεαρών τοματών του cv. 'Potentate' παρακινήθηκε η ανάπτυξη πλευρικών οφθαλμών ειδικά όταν ακολούθησε και εφαρμογή με GA_3 . Οι επιδράσεις ήταν εντυπωσιακές σε φυτά που τους είχε αφαιρεθεί η κορυφή, με ή χωρίς την εφαρμογή αυξίνης (IAA) στην κομμένη επιφάνεια (Catalano και Hill, 1969).

Το Benzylaminopurine (benzyladenine) (BA) εφαρμοζόμενο στις ρίζες προκαλεί ύφεση στις περισσότερες παραμέτρους της φυτικής αύξησης επιβραδύνοντας ωστόσο τους βλαστούς περισσότερο από τις ρίζες (Πίνακας 3.1). Εφαρμογή BA στην κορυφή του βλαστού αυξάνει το μέγεθος του ανάλογα με τη συγκέντρωση (Aung και Byrne, 1976).

Αιθυλένιο

Οι μορφολογικές αλλαγές που σχετίζονται με τη δράση του αιθυλενίου, έχουν σχέση, εκτός των άλλων, με την επίδρασή του στην κυτταρική διαίρεση, την αύξηση του μεγέθους των κυττάρων και την μετακίνηση της αυξίνης.

Πάντως το αιθυλένιο δεν φαίνεται να παρεμποδίζει την κυτταρική διαίρεση σε ιστούς που υποκινούνται σε κυτταρική διαίρεση από αυξίνη όπως συμβαίνει με το σχηματισμό των τυχαίων ριζών. Αυτό δείχνει ότι η φυτορρυθμιστική αυτή ουσία δρα κατά διαφορετικό τρόπο πάνω στους διάφορους ιστούς και τα κύτταρα. Δεν επηρεάζει έτσι σημαντικά την σύνθεση του RNA στην επιμηκνόμενη περιοχή πάνω από την κορυφή ούτε παρεμποδίζει την πρωτεϊνοσύνθεση. Επίσης, δεν παρεμποδίζει μόνιμα την αύξηση αλλά την αναστέλλει προσωρινά.

Έχει αποδειχθεί ότι η δράση του αιθυλενίου στους διάφορους ιστούς εντοπίζεται σε ορισμένα κύτταρα που ονομάζονται «κύτταρα στόχοι» (Lieberman, 1979) και χαρακτηρίζονται ανάλογα με τις αντιδράσεις τους στο αιθυλένιο και στην αυξίνη. Τα επιμηκνόμενα κύτταρα των φυταρίων υποκινούνται για επιμήκυνση από την αυξίνη αλλά όχι από το αιθυλένιο ενώ τα κύτταρα των ζωνών αποκόλλησης και των αναπτυσσόμενων καρπών μεγαλώνουν σε μέγεθος υποκινούμενα από το αιθυλένιο αλλά όχι από την αυξίνη.

Η κατάταξη αυτών των «κυττάρων στόχων» αποτελεί μια απλούστευση ενός μάλλον σύνθετου φαινομένου αλληλεπίδρασης φυτορρυθμιστικών ουσιών όπως των γιββερελλινών, των κυτοκινινών και του ABA καθώς επίσης της αυξίνης και του αιθυλενίου.

Ως πηγή αιθυλενίου χρησιμοποιείται μια υδατοδιαλυτή χημική ουσία, το etherphon (2-chloroethyl-phosphonic acid), η οποία έχει μια ποικιλία επιδράσεων στην αύξηση του φυτού. Μειώνει την επιμήκυνση του μίσχου (Bryan, 1970; Phatak, Jaworski και Liptay, 1981) και ίσως προκαλεί επιναστία στα φύλλα (Pisarczyk και Splittstoesser, 1979) αλλά η κύρια χρησιμότητα του είναι να υποκινεί των σχηματισμό νέων ριζών (Bryan, 1970) και να συντονίζει την παραγωγή μιας μοναδικής συγκομιδής ανά σταυρό. Για να μεταφυτευθούν τα σπορόφυτα πιο βόρεια στις ΗΠΑ ραντίζονται προηγουμένως με etherphon για να αναζωογονηθούν οι ρίζες γρηγορότερα επιτρέποντάς τους να εγκατασταθούν καλύτερα από τα μη ραντισμένα φυτάρια (Phatak, Jaworski και Liptay, 1981).

Επιβραδυντές αύξησης

Από τους επιβραδυντές αύξησης, ο πιο σημαντικός εμπορικά είναι ο CCC (αλλιώς γνωστός σαν cycocel ή chlormequat). Η βασική εμπορική χρήση του CCC είναι να μειώνει το ρυθμό επιμήκυνσης του μίσχου ο οποίος μπορεί να είναι ανεπιθύμητα υψηλός το χειμώνα ή σε μία εσωτερική καλλιέργεια, εγκαταστημένη σε στέγαστρο ωρίμανσης. Αποτέλεσμα της χρήσης CCC, είτε αυτό εφαρμόστηκε σε υδροκαλλιέργεια σαν σπρέϋ φυτών είτε σαν διαβροχέας εδάφους, είναι ένα μικρότερο φυτό με κοντύτερα μεσογονάτια διαστήματα, μικρότερο ρυθμό παραγωγής ξηρής μάζας, λιγότερο χοντρά, μικρότερα και σκουρότερα φύλλα (Πίνακας 3.1· Mishra και Pradhan,1972· Wittwer και Tolbert,1960· Salem και Abdul,1980· Abdul, Canhan και Harris,1978· Morgan και Binchy,1968· Bragt,1969). Η C_A μένει ανεπηρέαστη αλλά στις R_W και F_A προκαλείται ελαφριά ύφεση (Πίνακας 3.1). Το δέσιμο των ανθέων και των καρπών συνήθως βελτιώνεται. Οι ρίζες επιβραδύνονται λιγότερο από το βλαστό ή ακόμα και ενισχύονται έτσι ώστε η αναλογία βλαστός/ρίζα να μειώνεται (Πίνακας 3.1· Wittwer και Tolbert,1960· Mishra και Pradhan,1972· Nourai και Harris,1983). Υψηλή συγκέντρωση μπορεί να προκαλέσει κιτρίνισμα των φύλλων λόγω απορύθμισης της χλωροφύλλης ειδικά κατά μήκος του περιθωρίου του φύλλου (Bryan,1970). Συνήθως η φυσιολογική αύξηση συνεχίζεται αργότερα και τα φυτά που έχουν υποστεί χειρισμούς με CCC μπορεί τελικά να φθάσουν στο ίδιο ύψος με αυτά που δεν έχουν υποστεί (Bragt,1969· Younis και El-Tigani,1977).

Η συγκέντρωση της χημικής ουσίας είναι σημαντική. Όταν εφαρμόστηκε συγκέντρωση $10^{-4}M$ σε υδροκαλλιέργεια το ύψος του μεσογονατίου διαστήματος, η αναλογία της ξηρής μάζας βλαστός/ρίζα και η ξηρή μάζα των φύλλων, των μίσχων, των πλευρικών βλαστών και των ριζών μειώθηκαν συγκριτικά με τους ρυθμιστές. Παρόλα αυτά, σε χαμηλότερη συγκέντρωση ($10^{-7}M$) αυτές οι ξηρές μάζες αυξήθηκαν και το μεσογονάτιο μήκος δεν μεταβλήθηκε. Η αναλογία βλαστός/ρίζα μειώθηκε και πάλι (Wittwer και Tolbert,1960).

Σε φυτά ψεκασμένα με CCC παρατηρείται μείωση των ρυθμών διαπνοής. Προφανώς η εφαρμογή κλείνει τα στόματα. Τέτοια φυτά είναι λιγότερο ευαίσθητα στην έλλειψη νερού σε ξηρές συνθήκες (Mishra και Pradhan,1972). Αυτό το έχουν εκμεταλλευτεί εμπορικά στις ΗΠΑ όπου μεγαλώνουν σπορόφυτα στο νότο, για να αποφύγουν τους πρώιμους παγετούς και τα μεταφυτεύουν βόρεια. Τα σπορόφυτα στα οποία έχει εφαρμοστεί CCC ειδικά σε συνδυασμό με daminozide είναι ανθεκτικότερα στην μεταφύτευση (Bryan,1970· Pisarczyk και Splittstoesser,1979). Ο τρόπος δράσης του CCC δεν είναι σαφής, αλλά πολλές από τις επιδράσεις του είναι αντίθετες από αυτές των γιββερελλινών. Πράγματι η χρήση του GA₃ σε φυτά που έχει εφαρμοστεί CCC ή μια συγγενείς ένωση εξουδετερώνει την δράση του CCC (Wittwer και Tolbert 1960· Abdul, Canham και Harris, 1978). Σε μια μελέτη βρέθηκε ότι η παραγωγή των διαχεόμενων γιββερελλινών στις άκρες των βλαστών μειώθηκε από την εφαρμογή του CCC (Abdul, Canham και Harris,1978) αλλά ο Bragt (1969) απέτυχε να ανιχνεύσει τέτοια μείωση. Πιθανώς το CCC ενεργεί αλλάζοντας τον μεταβολισμό των γιββερελλινών.

Το daminozide (επίσης γνωστό ως B-9 ή Alar) είναι ένας επιβραδυντής αύξησης μικρότερης εμπορικής σημασίας όσον αφορά την τομάτα. Οι επιδράσεις του είναι όμοιες με αυτές του CCC αλλά χωρίς την ευεργετική ανθική και καρπική δράση (Abdul, Canham και Harris,1978). Σε μια μελέτη βρέθηκε να έχει επηρεάσει την αναλογία βλαστού/ρίζα λιγότερο από το CCC και καθόλου τη ξηρή μάζα του φυτού ή τον αριθμό των φύλλων (Mishra και Pradhan,1972). Αυξάνει την διάμετρο του μίσχου, μεταβάλλει την εσωτερική ανατομία του φύλλου και σκουραίνει το φύλλωμα (Bryan,1970 Read και Fieldhouse,1970). Είναι αποτελεσματικό στην μείωση της διαπνοής και είναι πιο αποτελεσματικό από το CCC στην αύξηση της αντίστασης των σποροφύτων στην μεταφύτευση, αλλά είναι περισσότερο αποτελεσματικό σε συνδυασμό με CCC (Pisarczyk και Splittstoesser,1979). Μειώνει την κυριαρχία της κορυφής και αυξάνει την διάμετρο του μίσχου ενώ καθυστερεί την άνθηση (Bryan,1970).

Ο τρόπος δράσης του daminizide είναι διαφορετικός από αυτόν του CCC. Δεν επηρεάζει την παραγωγή των ενδογενών γιββερελλινών (Abdul, Canham και Harris,1978) ούτε κλείνει τα στόματα, αλλά μειώνει την διαπνοή και αυξάνει την αντίσταση στην έλλειψη του νερού (Mishra και Pradhan,1972).

Οι Learner και Wittwer (1952) έδειξαν ότι το maleic hydrazide αυξάνει την συγκέντρωση των σακχάρων στις ρίζες και το νερό και ξηρό βάρος των βλαστών, αλλά μειώνει το νερό και ξηρό βάρος των ριζών. Το ύψος δεν επηρεάζεται. Τελικά οι παραγωγές καρπών μειώνονται υποδεικνύοντας μια “επιλεκτική και καθυστερημένα ανασταλτική επιρροή”.

Υπάρχουν και άλλοι επιβραδυντές αύξησης που έχουν μερικές ιδιότητες όμοιες με του CCC και του daminozide και έχουν δοκιμαστεί εμπορικά. Το phenyl mercuric acetate και το 8-hydroxyquinoline μειώνουν την διαπνοή και αυξάνουν την αντίσταση στην έλλειψη νερού (Mishra και Pradhan,1972). Το ancymidol μειώνει το ύψος του φυτού (Abdul, Canham και Harris,1978).

Αντιδιαπνευστικά

Έχει αποδειχθεί ότι από το σύνολο του νερού που απορροφάται από ένα φυτό, μόλις το 1% χρησιμοποιείται για την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού ενώ το υπόλοιπο 99% χάνεται με την λειτουργία της διαπνοής. Έτσι μεγάλο μέρος του διαθέσιμου για άρδευση υδατικού δυναμικού χάνεται από τη διαπνοή παράλληλα με τις απώλειες λόγω της εξάτμισης ή της διήθησης στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Συχνά ο ρυθμός της διαπνοής υπερβαίνει τη δυνατότητα του εδάφους να εφοδιάσει το φυτό με νερό, πράγμα που έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα τη διακοπή της αύξησης. Ο περιορισμός της διαπνοής, όπου αυτός είναι δυνατός, μπορεί να περιορίσει τις ανάγκες των φυτών σε νερό και να σώσει μια καλλιέργεια από ενδεχόμενη καταστροφή.

Διάφορες χημικές ενώσεις έχουν δοκιμαστεί για την τεχνική ρύθμιση της διαπνοής. Οι πιο πολλές προσπάθειες κατευθύνονται στη ρύθμιση του

ανοίγματος των στομάτων στα φύλλα των φυτών, δεδομένου ότι από τα στόματα γίνεται η διαφυγή του νερού προς την ατμόσφαιρα.

Στη σύγχρονη γεωργία σαν αντιδιαπνευστικό ορίζεται κάθε ουσία που όταν εφαρμόζεται σε ένα φυτό μπορεί να περιορίσει τη διαπνοή και κατά συνέπεια την απώλεια νερού από αυτό.

Ο περιορισμός της διαπνοής με τα αντιδιαπνευστικά μπορεί να φτάσει σε ποσοστό μέχρι και 80% και εξαρτάται τόσο από το είδος της ουσίας όσο και από το χρόνο και τον τρόπο εφαρμογής της.

Στην τομάτα χρησιμοποιούνται για αποφυγή shock, καλύτερη αξιοποίηση νερού και αύξηση της παραγωγής.

Συμπεράσματα

Έρευνα έδειξε πως η προσοχή στην συγκομιδή του σπόρου, στην αποθήκευση, στους χειρισμούς πριν την σπορά και οι βλαστικές συνθήκες μπορούν να βελτιώσουν τη βλάστηση. Είναι δύσκολο να εξιδανικεύσουμε τις βλαστικές συνθήκες σε μια καλλιέργεια στην οποία έχει φυτευτεί απευθείας ο σπόρος και συνεπώς στην περίπτωση αυτή μια βελτιωμένη καλλιέργεια θα προκύψει από την ανάπτυξη φυτών ανθεκτικών σε χαμηλές θερμοκρασίες, από θεραπείες πριν την σπορά καθώς επίσης και από τεχνικές ώστε να φυτευτούν οι σπόροι πριν βλαστήσουν.

Λεπτομερής γνώση της φυτικής αύξησης της τομάτας εξασφαλίζει την δυνατότητα να μεγαλώσει η αύξηση και κατά συνέπεια η παραγωγή. Σε αντιπαράθεση, στην περιοχή του θερμοκηπίου όπου η παραγωγή διατρέχει κίνδυνο, οι καλλιεργητές εφαρμόζουν σύνθετα ερευνητικά πορίσματα σε μια πρωτοποριακή κλίμακα για να εξασφαλίσουν εκτός εποχής υψηλής ποιότητας προϊόντα. Τα συστήματα ελέγχου των υπολογιστών μπορούν τώρα να χρησιμοποιηθούν για να μεταβάλλουν τον αερισμό, την θερμοκρασία της ρίζας, τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, την θρεπτική αξία του νερού και των μετάλλων ανάλογα με τις απαιτήσεις των φυτών. Σύντομα θα είναι διαθέσιμη η

οικονομική ρύθμιση της υγρασίας, η αυτόματη παρακολούθηση της φωτοσύνθεσης καθώς και η υδατική και θρεπτική κατάσταση της καλλιέργειας. Οι καλλιεργητές χρειάζονται πρότυπα για να μπορέσουν να προβλέψουν τις συνέπειες της χρήσης τέτοιων τεχνικών μέσων ελέγχου προκειμένου να επιτύχουν την ιδανική αύξηση και χρήση ενέργειας, αλλά είναι ακόμα ασαφής η πληροφορία της ανταπόκρισης της αύξησης στην αλληλεπίδραση των περιβαλλοντικών και άλλων παραγόντων προκειμένου να κατασκευαστεί ένα ορθό πρότυπο. Το επίπεδο του διαθέσιμου ελέγχου για τις εδαφικές καλλιέργειες είναι σχετικά χαμηλό αλλά τα μοντέλα θα προσφέρουν μεγάλη βοήθεια στην πρόβλεψη της αύξησης και της παραγωγής κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές, εδαφικές και υδατικές συνθήκες.

Κεφάλαιο 4ο

ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΑΝΘΗΣΗ

ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ

Πληροφορίες σχετικά με το ρόλο των ρυθμιστών αύξησης στον έλεγχο της άνθησης στην τομάτα έχουν προκύψει από μελέτες των επιδράσεων των ενώσεων που εφαρμόστηκαν στα φυτά και από την σχέση ανάμεσα στα επίπεδα των ενδογενών ρυθμιστών αύξησης και σε συγκεκριμένες όψεις της ανθικής ανάπτυξης.

Διάρκεια της φυτικής φάσης

Αν και δεν είναι σαφές πόσο διαρκεί η αλλαγή από την φυτική στην αναπαραγωγική ανάπτυξη, στα σπορόφυτα μπορεί να επηρεάζεται από την χρήση ρυθμιστών αύξησης. Οι παρατηρήσεις που έχουν γίνει αφορούν περισσότερο τις συνέπειες στον χρόνο της μακροσκοπικής εμφάνισης των μπουμπουκιών των ανθέων ή του ανοίγματός τους παρά στην έναρξη της άνθησης στη κορυφή του βλαστού. Διαφορές στο χρόνο ανοίγματος του πρώτου άνθους που οφείλεται στη χρήση των ρυθμιστών αύξησης τις περισσότερες φορές δεν υπερβαίνει τις μερικές ημέρες και ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία.

Οι Wittwer και Bukovac (1962) παρατήρησαν ότι όταν εφαρμόστηκε kinetin στις ρίζες των σπορόφυτων τομάτας που αναπτύχθηκαν σε υδροκαλλιέργεια καθυστέρησε την άνθηση και αύξησε τον αριθμό των σχηματιζόμενων φύλλων κάτω από την πρώτη ταξιανθία.

Η χρήση του GA₃ στα νεαρά σπορόφυτα μπορεί να προκαλέσει μια αύξηση στον αριθμό των φύλλων που σχηματίζονται κάτω από την πρώτη ταξιανθία (Bukovac, Wittwer και Teubner, 1957· Rappaport, 1957· Wittwer και

Tolbert,1960) αλλά παρατηρούνται διαφορές στην αύξηση αυτή ανάλογα με την ποικιλία (Aung και Austin,1970). Το άνοιγμα του πρώτου άνθους μπορεί να καθυστερήσει, να προαχθεί ή και να μην επηρεαστεί καθόλου από την χρήση του GA₃. Αυτό εξαρτάται από τον γονότυπο της τομάτας και τις πειραματικές συνθήκες (Bukovac, Wittwer και Teubner,1957· Aung και Austin,1970). Διαφορά στον χρόνο ανοίγματος του άνθους μπορεί να οφείλεται σε ενέργεια που έγινε μετά την έναρξη της ανάπτυξης των ανθέων παρά κατά τη στιγμή της έναρξης. Οι Brown, Jackson και Burlingham (1968) βρήκαν ότι ο χειρισμός των φυτών με GA₃ μπορεί να επιφέρει μια αύξηση ή μείωση στον χρόνο μεταξύ της εμφάνισης του μπουμπουκιού του άνθους και της καρπόδεσης η οποία εξαρτάται από το ποσό και την μέθοδο της εφαρμογής του ρυθμιστή αύξησης.

Η χρήση του επιβραδυντή αύξησης, chlormequat chloride, μπορεί να προκαλέσει μείωση του αριθμού των σχηματιζόμενων φύλλων κάτω από την πρώτη ταξιανθία (Wittwer και Tolbert,1960· Abdul, Canham και Harris,1978) και κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να προκαλέσει πρώιμη άνθηση (Wittwer και Tolbert,1960· Mishra και Pradhan,1972). Οι Wittwer και Tolbert (1960) παρατήρησαν ότι η έναρξη της άνθησης καθυστέρησε από την εφαρμογή του chlorphonium chloride και έμεινε ανεπηρέαστη από τη χρήση AMO1618. Οι ενώσεις αυτές δεν παρουσίασαν σημαντικές επιδράσεις στον αριθμό των φύλλων που σχηματίζονται κάτω από την πρώτη ταξιανθία.

Μέγεθος ταξιανθίας

Η χρήση των ρυθμιστών αύξησης στα φυτά της τομάτας μπορεί να επηρεάσει το μέγεθος της παραγόμενης ταξιανθίας. Παρατηρήσεις αυτών των επιδράσεων συνήθως περιορίζονται στην πρώτη ή δεύτερη σχηματιζόμενη ταξιανθία.

Υπάρχουν αποδείξεις ότι και οι κυτοκινίνες και οι αυξίνες έχουν την δυνατότητα να αυξήσουν το μέγεθος της ταξιανθίας. Οι Menary και Van

Staden (1976) ανέφεραν ότι η εφαρμογή κυτοκινίνης για μια περίοδο μιας εβδομάδας στο ριζικό σύστημα φυτών που αναπτύσσονται υδροπονικά έχει σαν αποτέλεσμα μια σημαντική αύξηση στον αριθμό των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας. Οι Wittwer και Bukovac (1962) παρατήρησαν αυξήσεις στον αριθμό των ανθέων ύστερα από ψεκασμούς με indole-3-acetic acid και άλλες αυξινών.

Πίνακας 4.1: Αποτελέσματα της εφαρμογής σκίασης και της χρήσης του chlormequat chloride (CCC) στην αύξηση της πρώτης ταξιανθίας και στο υπόλοιπο του βλαστικού συστήματος των φυτών της τομάτας του cv.Eurocross BB. Εφαρμογή του CCC (64 mg Γ¹) σαν διαβροχέα εδάφους σε φυτά που αναπτύσσονται σε θερμοκήπιο και προσδιορισμός των ξηρών βαρών τους 15 ημέρες μετά.

(Σύμφωνα με Nourai και Harris,1983)

	Φυτά σκιαζόμενα		Φυτά μη σκιαζόμενα		Σπουδαιότητα της επίδρασης του CCC
	Χωρίς CCC	Με CCC	Χωρίς CCC	Με CCC	
Ξηρό βάρος της πρώτης ταξιανθίας (mg)	27	43	65	72	P<0,01
Ξηρό βάρος του υπολοίπου βλαστικού συστήματος (mg)	4147	3554	7820	6280	P<0,01

Γενικά, η εφαρμογή GA₃ έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των ανθέων που σχηματίζονται στην ταξιανθία, αλλά οι επιδράσεις του ποικίλουν ανάλογα με την ποικιλία και την ποσότητα ή τη συγκέντρωση του εφαρμοζόμενου ρυθμιστή αύξησης (Bukovac, Wittwer και Teubner,1957· Brown, Jackson και Burlingham,1968· Aung και Austin,1970· Abdul, Canham και Harris,1978· Abdul και Harris,1978). Οι επιδράσεις μπορεί επίσης να ποικίλουν ανάμεσα στις ταξιανθίες του ίδιου φυτού. Οι Aung και Austin

(1970) ανακάλυψαν ότι στην ποικιλία της τομάτας Campell El η χρήση GA_3 σε χαμηλή συγκέντρωση ($10^{-7}M$) δεν είχε καμία εμφανή επίδραση στον αριθμό των ανθέων των τριών πρώτων ταξιανθιών αλλά προκάλεσε μια αύξηση στον αριθμό των ανθέων της τέταρτης ταξιανθίας.

Η χρήση των επιβραδυντών αύξησης μπορεί να προκαλέσει αυξήσεις στον αριθμό των ανθέων των ταξιανθιών. Οι Wittwer και Tolbert (1960) παρατήρησαν ότι η εφαρμογή του (2-bromoethyl) trimethylammonium bromide σαν διαβροχέα εδάφους αυξάνει τον αριθμό των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας. Όμοια δραστηριότητα έδειξε και το chlormequat chloride εφαρμοζόμενο κι αυτό σαν διαβροχέας εδάφους (Abdul, Canham και Harris, 1978) προκαλώντας μια αύξηση του ξηρού βάρους της ταξιανθίας (Nourai και Harris, 1983) (Πίνακας 4.1). Η χρήση του chlormequat chloride βρέθηκε να είναι λιγότερο αποτελεσματική στην αύξηση του αριθμού των ανθέων αν στα φυτά εφαρμόζεται ταυτόχρονα και GA_3 (Abdul, Canham και Harris, 1978). Αυτό συμφωνεί με την υπόθεση ότι το chlormequat chloride επιδρά στην αύξηση του αριθμού των ανθέων εμποδίζοντας τη σύνθεση των ενδογενών γιββερελλινών. Οι Wittwer και Tolbert (1960) παρατήρησαν ότι μια ποικιλία από συγκεντρώσεις του chlormequat chloride όταν εφαρμοστεί στις ρίζες των φυτών στις υδροκαλλιέργειες αντί για έδαφος, προκαλεί μόνο μειώσεις στον αριθμό των ανθέων της ταξιανθίας. Ο Tiessen (1962) δουλεύοντας με την ποικιλία της τομάτας Fireball, δεν παρατήρησε καμία επίδραση του chlormequat chloride ή του (allyl) trimethylammonium bromide στον αριθμό των σχηματιζόμενων ανθέων της πρώτης ταξιανθίας όταν αυτά εφαρμόστηκαν σαν διαβροχείς εδάφους ή σαν σπρέι φυλλώματος. Μείωση στον αριθμό των ανθέων οφειλόμενη σε εφαρμογή του chlormequat chloride με ψεκασμό παρατηρήθηκε από τους Mishra και Pradham (1972). Οι Read και Fieldhouse (1970) βρήκαν ότι το daminozide (Alar), εφαρμοζόμενο σαν σπρέι φυλλώματος, προάγει τις διακλαδώσεις των ταξιανθιών και αυξάνει τον αριθμό των ανθέων ανά ταξιανθία σε συγκεκριμένες ποικιλίες τομάτας. Οι Abdul, Canham και Harris (1978) δουλεύοντας με μια ακαθόριστη ποικιλία δεν

παρατήρησαν καμία ανθική αντίδραση στην χρήση αυτού του επιβραδυντή αύξησης.

Αύξηση και εμφάνιση των ανθέων

Αναλύσεις των ενδογενών κυτοκινίνων έχουν δείξει το σημαντικό ρόλο τους στην ανάπτυξη και την διατήρηση των ανθέων. Οι Menary και Van Staden (1976) έδειξαν ότι οι μειώσεις του αριθμού των ανθέων που έφθασαν σε άνθηση σε φωσφορικά ελλιπή φυτά τομάτας συνοδεύτηκαν από μειώσεις της δραστηριότητας των κυτοκινίνων στις ριζικές εκκρίσεις που συλλέχθηκαν από τα φυτά. Οι Leonard και Kinet (1982) παρατήρησαν μια μεγαλύτερη μείωση της δραστηριότητας της κυτοκινίνης σε εκχυλίσματα των ταξιανθιών φυτών που ανάπτυχθηκαν σε συνθήκες φωτός που προκάλεσε μια υψηλή επίπτωση απώλειας ανθέων.

Τοπικές εφαρμογές κυτοκινίνων στην ταξιανθία μπορούν να ευνοήσουν την ανάπτυξη των ανθέων. Ο Kinet και οι συνεργάτες του έδειξαν ότι σε φυτά που αναπτύσσονται σε καθεστώς χαμηλού φωτός η αύξηση της ταξιανθίας ευνοήθηκε και η επίπτωση της απώλειας ανθέων μειώθηκε από την χρήση του N⁶-benzyladenine σε συνδυασμό είτε με GA₃ ή είτε με μείγμα GA₃ και GA₇ (Kinet, 1977b· Kinet και al., 1978). Όταν κυτοκινίνη ή γιββερελλίνη εφαρμόστηκε μόνη της οι επιδράσεις που προκλήθηκαν ήταν μικρές και ο Kinet οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι η δράση του benzyladenine ήταν να κατευθύνει την μεταφορά των αφομοιωμένων στην ταξιανθία ενώ οι γιββερελλίνες την ίδια στιγμή ενθαρρύνουν την αύξηση των ανθικών οργάνων. Υπάρχουν στοιχεία ότι ουσίες αύξησης δρουν διαδοχικά. Όταν η γιββερελλίνη εφαρμόστηκε πριν το benzyladenine η προαγωγή της ανθικής ανάπτυξης ήταν πολύ μικρότερη από όταν το benzyladenine εφαρμόστηκε πρώτο ή από όταν οι ουσίες αύξησης εφαρμόστηκαν ταυτόχρονα (Kinet et al., 1978).

Στοιχεία της σημασίας των γιββερελλινών στον έλεγχο της αύξησης και ανάπτυξης των ανθικών οργάνων βρέθηκαν δουλεύοντας με ποικίλα είδη τομάτας. Σε ποικιλίες χαρακτηριζόμενες από αντικανονική ή κατασταλαμμένη

αύξηση των στημόνων, η εφαρμογή GA₃ προάγει την ανάπτυξη του στήμονα σε φυσιολογικά επίπεδα (Phatak et al.,1966· Sawhney και Greyson,1973). Στην ‘stamenless-2’ μεταλλαγή που μελετήθηκε από τους Sawhney και Greyson (1973) η εφαρμογή του GA₃ είχε σαν αποτέλεσμα την επαναφορά της κατά μήκος αύξησης των στημόνων στο κανονικό και τη μείωση ή την αποτροπή της απώλεια των λοβών του ανθήρα. Ομοίως, στον κοντό ανθήρα, στις παρθενοκαρπικές (‘sha-pat’) μεταλλάξεις, η εφαρμογή του GA₃ προάγει την ανάπτυξη του ανθήρα και αυξάνει τη ποσότητα της παραγόμενης βιώσιμης γύρης (Marcelli et al.,1979).

Αυτά τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά της διαφοράς των μεταλλαγών από τα φυσιολογικά είδη σε κάποια όψη του μεταβολισμού της γιββερελλίνης όπου προκύπτει ένα χαμηλό περιεχόμενο γιββερελλινών στους στήμονες ή ανικανότητα στην χρησιμοποίησή τους. Ο Sawhney (1974) ανέφερε ότι τα άνθη και τα φυτικά όργανα της “stamenless-2” μεταλλάξης περιέχουν χαμηλότερα επίπεδα εκχυλιζόμενων γιββερελλινών από τα αντίστοιχα όργανα των άγριου τύπου φυτών. Δεν αμφισβητείται ότι ο έλεγχος της ανάπτυξης συγκεκριμένων οργάνων του άνθους οφείλεται σε συγκεκριμένες ουσίες αύξησης ή ομάδες ουσιών αύξησης. Μελέτες με άλλα είδη αλλά και με την τομάτα υπέδειξαν έναν ρόλο των γιββερελλινών στην ανάπτυξη όλων των ανθικών οργάνων. Η χρήση GA₃ σε φυσιολογικούς τύπους τομάτας μπορεί να προκαλέσει αυξήσεις στον αριθμό των σχηματιζόμενων σέπαλων, πέταλων και καρπόφυλλων, καθώς και αυξήσεις στο μέγεθος της ωοθήκης (Sawhney και Greyson,1971).

Στοιχεία που αφορούν τον ρόλο των γιββερελλινών στην απώλεια των ανθέων συγκρούονται με το γεγονός ότι αναφέρθηκαν μειώσεις αλλά και αυξήσεις της επίπτωσης απώλειας ως απάντηση στην εφαρμογή αυτών των ουσιών αύξησης. Οι γιββερελλίνες ήταν αποτελεσματικές στην μείωση της απώλειας ανθέων όταν εφαρμόστηκε benzyladenine τοπικά στην ταξιανθία (Kinet,1977· Kinet et al,1978). Ο Kinet (1977b) ανέφερε ότι το GA₃, όταν εφαρμόστηκε μόνο του, προκάλεσε μικρή αύξηση στην αύξηση του βάρους της ταξιανθίας και επιτάχυνε την απώλεια ανθέων. Ο Nourai (1980) βρήκε ότι η

τοπική χρήση GA₃ στη ταξιανθία φυτών που αναπτύσσονται σε χαμηλού φωτός καθεστώς προκαλεί μια αύξηση στην απώλεια ανθέων που συνοδεύεται από αύξηση του μήκους του βλαστικού συστήματος (πίνακας 4.2). Προφανώς η γιββερελλίνη μεταφέρεται μέσω της ταξιανθίας σε άλλα μέρη του βλαστού όπου και επηρεάζει την αύξηση. Οι Brown, Jackson και Burlingham (1968) παρατήρησαν ότι η χρήση GA₃ στην τομάτα είχε σαν αποτέλεσμα την αποκόλληση των μπουμπουκιών των ανθέων. Όπου η αποκόλληση των μπουμπουκιών έλαβε χώρα συνοδεύτηκε από αύξηση του μήκους του μίσχου και των φύλλων. Οι Leonard και Kinet (1982) ανέλυσαν τα επίπεδα των

Πίνακας 4.2: Συνέπειες του χειρισμού της πρώτης ταξιανθίας με GA₃ στην επίπτωση απώλειας ανθέων και στο ύψος του βλαστού. (Αφορά φυτά της τομάτας του εν. Eurocross BB που αναπτύσσονται σε καθεστώς περιορισμένου φωτός.)

(Σύμφωνα με Nourai, 1980).

	Συγκέντρωση του GA ₃			
	Nil	6 x 10 ⁻⁶ M	6 x 10 ⁻⁵ M	6 x 10 ⁻⁴ M
Ποσοστό απώλειας ανθέων της πρώτης ταξιανθίας	59	73	87	100
Ύψος στελέχους (mm) 15 ημέρες μετά την εφαρμογή του GA₃	482	521	663	771

ενδογενών γιββερελλινών στις ταξιανθίες φυτών που αναπτύχθηκαν σε ευνοϊκές και δυσμενείς συνθήκες φωτός. Βρήκαν υψηλά επίπεδα της δραστηριότητας των γιββερελλινών σε συνθήκες οι οποίες συνέβαλλαν στην απώλεια ανθέων και οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι οι γιββερελλίνες δεν είναι περιοριστικός παράγοντας των πρώιμων σταδίων της ανάπτυξης του άνθους. Η παρατήρησή τους αυτή άφησε αναπάντητη την ερώτηση: κατά πόσο

η απώλεια ανθέων μπορεί να οφείλεται στα υψηλά επίπεδα γιββερελλινών των ανθικών ιστών; Οι Abdala και Verkerk (1970) έδειξαν ότι στα φυτά που μεγαλώνουν σε υψηλές θερμοκρασίες (35°C ημέρας, 21°C νύχτας) η απώλεια των ανθέων μειώνεται αν η πρώτη ταξιανθία εμβαπτιστεί σε διάλυμα GA₄ και GA₇. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι κάτω από αυτές τις συνθήκες η δράση των γιββερελλινών έχει σαν συνέπεια να προαχθεί η καρπόδεση παρά να επηρεαστεί η απώλεια των μπουμπουκιών των ανθέων αφού οι μειώσεις στον αριθμό των απωλειών των ανθέων συνοδεύτηκαν από αντίστοιχες αυξήσεις στον αριθμό των σχηματιζόμενων παρθενοκαρπικών καρπών.

Χρήση των επιβραδυντών αύξησης σε φυτά τομάτας έχει σαν αποτέλεσμα την προαγωγή της αύξησης ξεχωριστών ανθέων και την μείωση της επίπτωσης της απώλειας ανθέων σε δυσμενής συνθήκες φωτός. Στις ενώσεις που δρουν κατά αυτόν τον τρόπο περιλαμβάνονται οι chlormequat chloride, ancymidol και chlorphonium chloride (Abdul, Canham και Harris, 1978· Nourai και Harris, 1983).

Υπάρχουν στοιχεία ότι η αποκόλληση των ανθέων της τομάτας ελέγχεται από την εμφάνιση ενός ανασταλτικού αποκόλλησης στους ανθικούς ιστούς. Οι Roberts, Schindler και Tucker (1984) βρήκαν ότι ο διαχωρισμός στην ζώνη αποκόλλησης των ανθικών εκφύτων επισπεύσθηκε από την αφαίρεση του άνθους από τον ποδίσκο. Μέρος αυτού του προβλήματος αποδόθηκε στην αυξημένη παραγωγή αιθυλενίου αλλά η προαγωγή της αποκόλλησης οφειλόταν στο ότι η αφαίρεση των ανθέων ήταν ακόμα εμφανής όταν μειώθηκε η παραγωγή του ενδογενούς αιθυλενίου από χειρισμό των ιστών με aminoethoxyvinyl glycine. Η αποκόλληση των εκφύτων που προέρχονται από ποδίσκους και περιλαμβάνουν τη ζώνη αποκόλλησης μπορεί να καθυστερήσει από την χρήση ινδολυλοξικού οξέος (indole acetic acid) στην κορυφή. Αποτυχία της γονιμοποίησης συχνά ακολουθείται από ανθική αποκόλληση και έχει υποδειχθεί ότι αυτό προκαλείται από μείωση του επιπέδου ενός ανασταλτικού αποκόλλησης. Είναι πιθανό οι αλλαγές στο επίπεδο ενός τέτοιου ανασταλτικού να παίζουν επίσης ρόλο στη ρύθμιση της απώλειας ανθέων που βρίσκονται στο στάδιο του μπουμπουκιού πριν το άνοιγμα του άνθους.

Όπου καλλιεργούνται καθορισμένοι ή θαμνώδης τύποι τομάτας υπάρχει ενδιαφέρον για την προαγωγή της αποκόλλησης των ανθέων με σκοπό να περιοριστεί ο αριθμός των σχηματιζόμενων ανθέων και έτσι να αυξηθεί το μέγεθος τους (Veliath και Ferguson, 1972). Αν τα άνθη παραχθούν όψιμα ο χρόνος για να αναπτυχθούν σε εμπορεύσιμους καρπούς ίσως είναι ανεπαρκής. Η αφαίρεση αυτών των ανθέων μπορεί να αποτρέψει την ανάπτυξη καρπών που δεν θα μπορέσουν να ωριμάσουν. Στους ρυθμιστές αύξησης που δραστηριοποιούνται σαν παράγοντες μη άνθησης περιλαμβάνονται οι ethephon, daminozide και το 2,3-dichloroisobutyrate-N-dimethylamino succinamic acid (Veliath και Ferguson, 1973).

Συσχετισμοί αύξησης και άνθησης

Στην τομάτα, ο σχηματισμός και η αύξηση των βλαστών και των φύλλων συνεχίζεται ενώ το φυτό ανθίζει και παράγει καρπούς. Οι συσχετισμοί αύξησης μεταξύ των μερών του βλαστικού συστήματος αποδεικνύονται εύκολα και ο ανταγωνισμός ο οποίος μπορεί να λάβει χώρα μεταξύ της φυτικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης έχει λάβει ειδική προσοχή.

Υπάρχουν στοιχεία ότι η ανθική ανάπτυξη υπόκειται να συσχετίσει την αναστολή και των δύο, φυτικών και αναπαραγωγικών μερών του βλαστικού συστήματος (πίνακας 4.3). Ο Lake (1967) έδειξε ότι όταν κατά την αύξηση επικρατούν συνθήκες περιορισμένου φωτός, η ανάπτυξη των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας μπορεί να προαχθεί με την αφαίρεση της κορυφής αύξησης του πρώτου συμποδίου. Η κορυφή περιλαμβάνει αναπτυσσόμενα φύλλα, βλαστούς και υψηλότερες ταξιανθίες και θεωρείται ότι η πρώτη ταξιανθία υπόκειται σε ανταγωνισμό με αυτά τα διαφορετικά όργανα και μέρη. Ο Murneek (1926) παρατήρησε ότι η παρουσία καρπών σε ένα φυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του μεγέθους της ταξιανθίας και απώλεια των μπουμπουκιών των ανθέων. Οι μελέτες του De Zeeuw (1954) και των Leopold

Πίνακας 4.3: Συσχετισμοί αύξησης και άνθησης στην τομάτα (συνέπειες της αφαίρεσης διαφορετικών μερών του φυτού).

Μέρη φυτού που αφαιρέθηκαν	Συνέπειες στην άνθηση	Παραπομπή
Ανώριμα φύλλα	Πρώιμη έναρξη της ταξιανθίας, αύξηση στο μέγεθος της ταξιανθίας και των ξεχωριστών ανθέων, μείωση της επίπτωσης απώλειας ανθέων	De Zeeuw (1954), Leopold και Lam (1960), Hussey (1963b), Saito και Ito (1974), Kinet (1977b), Abdul και Harris (1978)
Διασταλμένοι κοτυληδόνες	Καθυστερήση στην έναρξη της ταξιανθίας	Hussey (1963b)
Διασταλμένα φύλλα	Μείωση στο μέγεθος των ξεχωριστών ανθέων, αύξηση της επίπτωσης απώλειας ανθέων	Saito και Ito (1974), Russell και Morris (1982b)
Ρίζες	Καμία εμφανής συνέπεια ή μείωση της επίπτωσης απώλειας ανθέων	Cooper (1971), Nourai (1980)
Καρποί	Αύξηση στο μέγεθος της ταξιανθίας και μείωση της απώλειας ανθέων	Murneek (1926)
Κορυφή του "sympodial" βλαστού	Προαγωγή της ανάπτυξης της πρώτης ταξιανθίας σε μη ευνοϊκό περιβάλλον	Lake (1967)
Νεαροί επάκριοι βλαστοί	Αύξηση του αριθμού ανθέων, μείωση της επίπτωσης απώλειας ανθέων	Aung και Kelly (1966), Hartmann (1978), Nourai και Harris (1983)

και Lam (1960) ήταν μεταξύ των πρώτων που έδειξαν ότι η ανάπτυξη του άνθους μπορεί να προαχθεί από την αφαίρεση των νεαρών αναπτυσσόμενων φύλλων. Η ανθική ανάπτυξη μπορεί επίσης να προαχθεί και από την αφαίρεση των νεαρών επάκριων βλαστών (Hartmann, 1978 Nourai και Harris, 1983).

Πολλοί από τους συσχετισμούς αύξησης που παρατηρήθηκαν στη τομάτα μπορούν να εξηγηθούν από τον εσωτερικό ανταγωνισμό του φυτού για τις αφομοιώσεις. Οι Russel και Morris (1983) βρήκαν ότι η πρώτη ταξιανθία και η κορυφή του βλαστού λαμβάνουν το κύριο μέρος της αφομοιωμένης προμήθειας τους από την ίδια πηγή φύλλων. Κατέληξαν έτσι στο συμπέρασμα ότι η ταξιανθία υπόκειται σε ανταγωνισμό με την κορυφή του βλαστού όταν η αφομοιώσιμη προμήθεια είναι μικρή.

Ο Hussey (1963b) βρήκε ότι η αφαίρεση των δυο πρώτων φύλλων του φυλλώματος σε ένα στάδιο όπου είναι ακόμα σημαντικοί αφομοιωτές επισπεύδει την έναρξη της ταξιανθίας σε σπορόφυτα μεγαλωμένα σε καθεστώς περιορισμένου φωτός-υψηλής θερμοκρασίας (25°C). Αφαίρεση των φύλλων προκαλεί επίσης ένα αυξημένο ρυθμό μεγέθυνσης του επάκριου μεριστώματος του βλαστού που προηγείται της έναρξης της ταξιανθίας. Αυτές και άλλες παρατηρήσεις συμφωνούν με την υπόθεση ότι το επάκριο μερίστωμα και τα νεαρά φύλλα βρίσκονται σε ανταγωνισμό για αφομοιώσεις που προέρχονται από τους κοτυληδόνες. Φαίνεται ότι η έναρξη της ταξιανθίας εξαρτάται από την αφομοιωμένη προμήθεια στο επάκριο μερίστωμα και ότι οι υψηλές θερμοκρασίες δρουν στο να εκτρέψουν τις αφομοιώσεις μακριά από τη κορυφή και προς την κατεύθυνση των αναπτυσσόμενων φύλλων. Η πρώτη ταξιανθία σχηματίζεται κατά τον χρόνο που τα ανώτερα φύλλα αναπτύσσονται στον κύριο βλαστό. Αφαίρεση των φύλλων μπορεί ακόμα και να προάγει το σχηματισμό και την ανάπτυξη ξεχωριστών ανθέων. Ο Kinet (1977b) έδειξε ότι η απώλεια ανθέων που λαμβάνει χώρα σε συνθήκες χαμηλού φωτός μπορεί να αποτραπεί από την αφαίρεση των νεαρών αναπτυσσόμενων φύλλων ακριβώς κάτω από την ταξιανθία.

Οι Leopold και Lam (1960) υπέδειξαν ότι η ανθική ανάπτυξη μπορεί να επηρεάζεται από τα νεαρά φύλλα όχι μόνο γιατί δρουν σαν ανταγωνιστικά

υπόβαθρα για τις αφομοιώσεις αλλά και λόγω της παραγωγής ρυθμιστών αύξησης. Αυτοί οι δύο ρόλοι δεν είναι απαραίτητως ξεχωριστοί αφού οι ρυθμιστές αύξησης μπορούν να ελέγξουν την υπόβαθρη δραστηριότητα των ιστών (Bowen και Wareing, 1971). Οι Abdul και Harris (1978) παρατήρησαν ότι ο αριθμός των σχηματιζόμενων ανθέων στη πρώτη ταξιανθία μειώθηκε από την χρήση GA_3 και αυξήθηκε από την αφαίρεση των νεαρών φύλλων. Τα νεαρά φύλλα έδειξαν να είναι πηγές διαχεόμενων γιββερελλινών και φαίνεται ότι η αφαίρεση φύλλων ίσως επηρεάζει τον αριθμό των ανθέων κατεβάζοντας τα επίπεδα των γιββερελλινών στα φυτά. Σε φυτά που έχει γίνει εφαρμογή GA_3 ή έχουν αναπτυχθεί σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας, η αφαίρεση φύλλων δεν έχει καμία επίδραση στην αύξηση του αριθμού των ανθέων. Η παραγωγή των γιββερελλινών στα φύλλα φυτών που αναπτύσσονται σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας είναι μικρότερη από αυτή στα φύλλα φυτών που αναπτύσσονται σε συνθήκες κανονικής θερμοκρασίας.

Η αφαίρεση του διογκωμένου κοτυληδόνα από τα σπορόφυτα της τομάτας μπορεί να καθυστερήσει την έναρξη της πρώτης ταξιανθίας (Husssey, 1963) ενώ αντιθέτως η αφαίρεση των φύλλων του διογκωμένου φυλλώματος μπορεί να αναστείλει την ανάπτυξη ξεχωριστών ανθέων και να παρακινήσει την απώλεια ανθέων (Russel και Morris, 1982· Saito και Ito, 1974). Αυτές οι επιδράσεις οφείλονται στην εξάρτηση της ανθικής ανάπτυξης από τις αφομοιώσεις φωτός που λαμβάνουν χώρα στους διογκωμένους ή μερικώς διογκωμένους κοτυληδόνες και φύλλα.

Η σχέση μεταξύ της ανθικής ανάπτυξης και της αύξησης της ρίζας στην τομάτα έχει λάβει μικρή προσοχή και οι συνέπειες της αφαίρεσης ριζών κατά την ανθική ανάπτυξη είναι δύσκολο να ερμηνευθούν λόγω της αλληλοεξάρτησης της αύξησης της ρίζας και όλων των πλευρών της αύξησης του βλαστού. Οι Cooper και Hurd (1968) έδειξαν ότι οι ρίζες βρίσκονται σε ανταγωνισμό με την ταξιανθία για τις αφομοιώσεις και ότι γι' αυτό το λόγο ο περιορισμός της αύξησης της ρίζας ευνοεί την αύξηση της ταξιανθίας. Ο Cooper (1971) δεν παρατήρησε καμία επίδραση του κλαδέματος της ρίζας στην αύξηση της ταξιανθίας. Ο Nourai (1980) μελέτησε την επίδραση της

αφαίρεσης ριζών από ριζωμένα μοσχεύματα τομάτας που είχαν αναπτυχθεί σε αεριζόμενο θρεπτικό διάλυμα κάτω από συνθήκες χαμηλού φωτός. Οι ρίζες κλαδεύονταν καθημερινά έτσι ώστε να διατηρούνται στο ένα τρίτο περίπου του μήκους των μη κλαδεμένων μαρτύρων. Αυτή η εργασία είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της επίπτωσης απώλειας των ανθέων στις αναπτυσσόμενες ταξιανθίες αλλά ταυτόχρονα μειώθηκε η αύξηση και αλλού στο βλαστικό σύστημα. Οι παρατηρήσεις αυτές είναι σύμφωνες με την άποψη ότι η αφαίρεση ριζών ευνοεί την ανάπτυξη της ταξιανθίας μειώνοντας τη σχετική αναστολή που ασκείται από άλλα μέρη του βλαστικού συστήματος.

Ερμηνεύοντας τις επιδράσεις των ρυθμιστών αύξησης στην άνθηση είναι συχνά δύσκολο να διακρίνουμε την απευθείας δράση των χημικών ουσιών στην πλευρά της άνθησης και των σχετικών επιδράσεων που μεσολαβούν των αντιδράσεων αύξησης και λαμβάνουν χώρα κάπου αλλού στο φυτό. Αυξήσεις στον αριθμό των ανθέων που οφείλονται στην εφαρμογή του 2,3,5-triiodobenzoic acid (Zimmerman και Hitchcock, 1949) ίσως είναι παραδείγματα τέτοιων συγγενικών επιδράσεων. Αυτές οι ενώσεις όχι μόνο προάγουν την ανθική ανάπτυξη αλλά επίσης αναστέλλουν την αύξηση συμποδιακού βλαστού ο οποίος είναι υπεύθυνος για την συνέχιση της αύξησης του κύριου βλαστικού άξονα (Gorter, 1949· Cordner και Herger, 1959). Ο De Zeeuw (1956) δεν παρατήρησε καμία προαγωγή της ανάπτυξης της ταξιανθίας ως αντίδραση στην εφαρμογή triiodobenzoic acid ή N-m-tolylphthalamic acid σε αποφυλλωμένα φυτά από τα οποία είχε αφαιρεθεί ο συμποδιακός βλαστός. Ανέφερε επίσης ότι τα χημικά προκαλούν προσποιητή ανθική ανάπτυξη μέσω των επιδράσεων τους στα νεαρά αναπτυσσόμενα φύλλα. Οι μορφακτίνες, παράγωγα του fluorene-9-carboxylic acid, μπορούν να επιτύχουν ανθικές αντιδράσεις στην τομάτα όμοιες με αυτές που προκαλεί το triiodobenzoic acid (Gauss, 1970) και είναι πιθανό αυτές οι ενώσεις να δρουν επίσης, κατά μέρος τουλάχιστον, διαμέσου των συσχετισμών της αύξησης με το ριζικό σύστημα.

Οι Wittwer και Aung (1969) ανέφεραν επιδράσεις ποικίλων επιβραδυντών αύξησης εφαρμοζόμενων σε φυτά τομάτας και παρατήρησαν ότι δεν υπήρχε κανένας γενικά συσχετισμός μεταξύ των επιδράσεων στη φυτική

αύξηση και των επιδράσεων στην άνθηση. Αυτό δεν αποκλείει τη πιθανότητα ορισμένοι επιβραδυντές να εμποδίζουν την αύξηση σε μέρη του ριζικού συστήματος δρώντας με εκτροπή των μεταβολιτών ή των ουσιών αύξησης προς την κατεύθυνση της αναπτυσσόμενης ταξιανθίας. Οι Nourai και Harris (1983) έδειξαν ότι αυξήσεις στο ξηρό βάρος της πρώτης ταξιανθίας που οφείλονταν στην εφαρμογή chlormequat chloride συνοδεύτηκαν με μειώσεις στην αύξηση του ξηρού βάρους του υπολοίπου βλαστικού συστήματος (Πίνακας 4.1). Οι επιβραδυντές αυξήσεις ancymidol και chlormequat chloride προάγουν επίσης την αύξηση των ανθέων όταν εφαρμοστούν σε συγκεντρώσεις αποτελεσματικές στη μείωση της αύξησης του ύψους του βλαστικού συστήματος (Abdul et al.,1978 Nourai και Harris,1983).

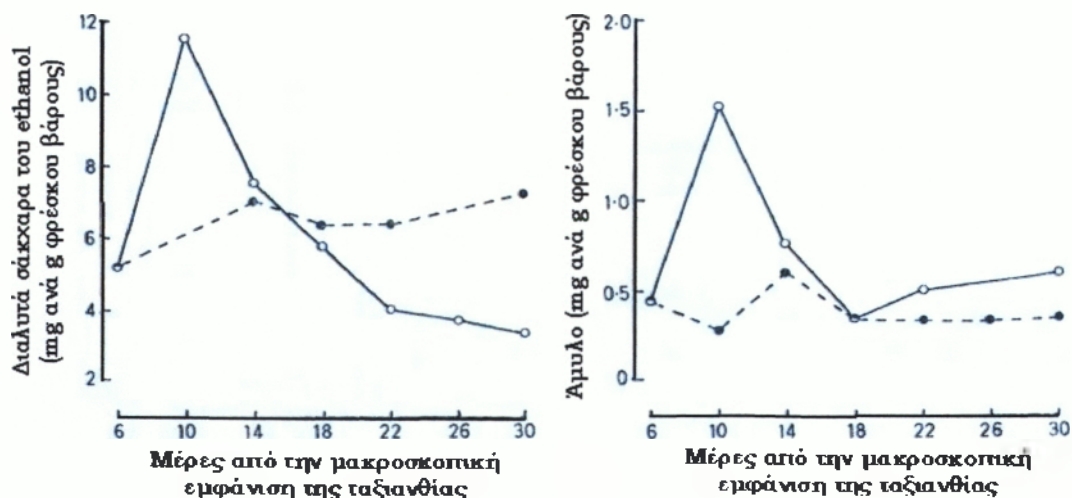
Στοιχεία ότι το chlormequat chloride μπορεί να επηρεάσει την άνθηση επεμβαίνοντας στον μεταβολισμό των γιββερελλινών παρουσιάστηκαν από τον

Διάγραμμα 4.1: *Επιδράσεις των ρυθμιστών αύξησης στα διαλυτά σάκχαρα και στο άμυλο που περιέχονται στις ταξιανθίες φυτών τομάτας που αναπτύσσονται σε συνθήκες χαμηλής ακτινοβολίας. Έξι μέρες μετά την μακροσκοπική εμφάνιση της ταξιανθίας εφαρμόστηκαν οι ρυθμιστές αύξησης benzyladenine (BA) και GA₄₊₇.*

λ = έλεγχοι φυτών που δεν έχουν εφαρμοστεί BA και GA₄₊₇

μ = έλεγχοι φυτών που έχουν εφαρμοστεί BA και GA₄₊₇

(Σύμφωνα με Kinet et al.,1978)



Abdul et al. (1978). Παρατήρησαν αξιοσημείωτες μειώσεις στα επίπεδα των διαχεόμενων γιββερελλινών στις κορυφές των βλαστών σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής chlormequat chloride και βρήκαν ότι η εφαρμογή GA₃ στα φυτά μείωσε τις επιδράσεις του chlormequat chloride στην αύξηση του αριθμού των ανθέων. Μειωμένα επίπεδα των ενδογενών γιββερελλινών μπορεί να είναι υπεύθυνα για την μειωμένη αύξηση της κορυφής του βλαστού και για μια ανακατανομή των μεταβολιτών υπέρ της ταξιανθίας που αναπτύσσεται από κάτω.

Το απόθεμα των μεταβολιτών που φθάνει στα άνθη μπορεί να έχει επηρεαστεί όχι μόνο από το ρυθμό της παραγωγής και της χρησιμοποίησης τους σε άλλα μέρη του βλαστικού συστήματος αλλά επίσης και από διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στα ίδια τα άνθη. Ο Kinet et al. (1978) έδειξαν ότι η τοπική εφαρμογή κυτοκινίνης και γιββερελλίνης στη πρώτη ταξιανθία φυτών που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού προκάλεσε μια αύξηση στην αύξηση του ξηρού βάρους της ταξιανθίας και μια μείωση στην αύξηση των αναπτυσσόμενων φύλλων πάνω από αυτή. Στις τέσσερις μέρες που ακολούθησαν την εφαρμογή των ουσιών αύξησης, τα επίπεδα των διαλυτών σακχάρων και του αμύλου στη ταξιανθία αυξήθηκαν έντονα σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής (διάγραμμα 4.1).

Συμμετοχή των πολυαμινών στην ανάπτυξη των ανθέων

Από πολλούς ερευνητές έχουν βρεθεί υψηλά επίπεδα ORNdc σε αναπτυσσόμενες ωοθήκες τομάτας. Εφαρμογή του παρεμποδιστή της σύνθεσης πολυαμινών DFMO μπλοκάρει αυτή την ανάπτυξη ενώ, αν μαζί με το DFMO εφαρμοστεί και putrescine, η ανάπτυξη των ωοθηκών γίνεται κανονικά. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της ωοθήκης και της καρπόδεσης, παρατηρείται τριπλασιασμός της δραστηριότητας του ενζύμου ORNdc. Η αύξηση της δραστηριότητας συσχετίζεται με τον διπλασιασμό της συγκέντρωσης της putrescine αλλά οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις των spermidine και spermine

δεν φαίνεται να επηρεάζονται. Τελικά όμως όλες οι μεταβολές των επιπέδων συγκέντρωσης των πολυαμινών ή των σχέσεων μεταξύ τους δεν πρέπει να σχετίζονται υποχρεωτικά με τις αλλαγές στη μορφολογία των ανθικών μερών των φυτών. Μόνο σε μία στις τέσσερις περιπτώσεις μεταλλαγών με αλλαγή της μορφολογίας των ανθικών μερών, αποδεικνύεται σημαντική αύξηση των επιπέδων συγκέντρωσης της putrescine και της ARGdc στα άνθη και στα παλιότερα φύλλα αλλά όχι και στα νεότερα φύλλα.

Κεφάλαιο 5ο

ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΘΕΝΟΚΑΡΠΙΚΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

Γενικά

Ο όρος “παρθενοκαρπία” εισήχθη αρχικά από τον Noll (1902) για να δείξει τις άσπορες συνθήκες των καρπών. Η παρθενοκαρπία στην τομάτα μπορεί να προκύψει φυσικά ή να προκληθεί τεχνητά (Gustafson,1942). Η φυσική παρθενοκαρπία προκύπτει από γενετικά αίτια και μπορεί να είναι υποχρεωτική (σαν αποτέλεσμα της γενετικής στειρότητας και της απαιτούμενης φυτικής αναπαραγωγής) ή προαιρετική (έκφραση της παρθενοκαρπίας που εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες). Η γενετική (φυσική) παρθενοκαρπία μπορεί επίσης να είναι είτε υποκινούμενη, απαιτώντας κάποια ερεθίσματα όπως ανεπιτυχής γονιμοποίηση, είτε αποτέλεσμα αγενούς πολλαπλασιασμού όπου δεν απαιτείται τέτοιο κίνητρο. Η τεχνητή παρθενοκαρπία αποδίδεται στην εισαγωγή της καρπόδεσης με τεχνητές μεθόδους. Μπορεί να προκύψει από την εφαρμογή εκχυλισμάτων γύρης, νεκρών γυρεόκοκκων ή ποικίλων χημικών περιλαμβανομένων των ρυθμιστών αύξησης.

Γενετική παρθενοκαρπία στη τομάτα

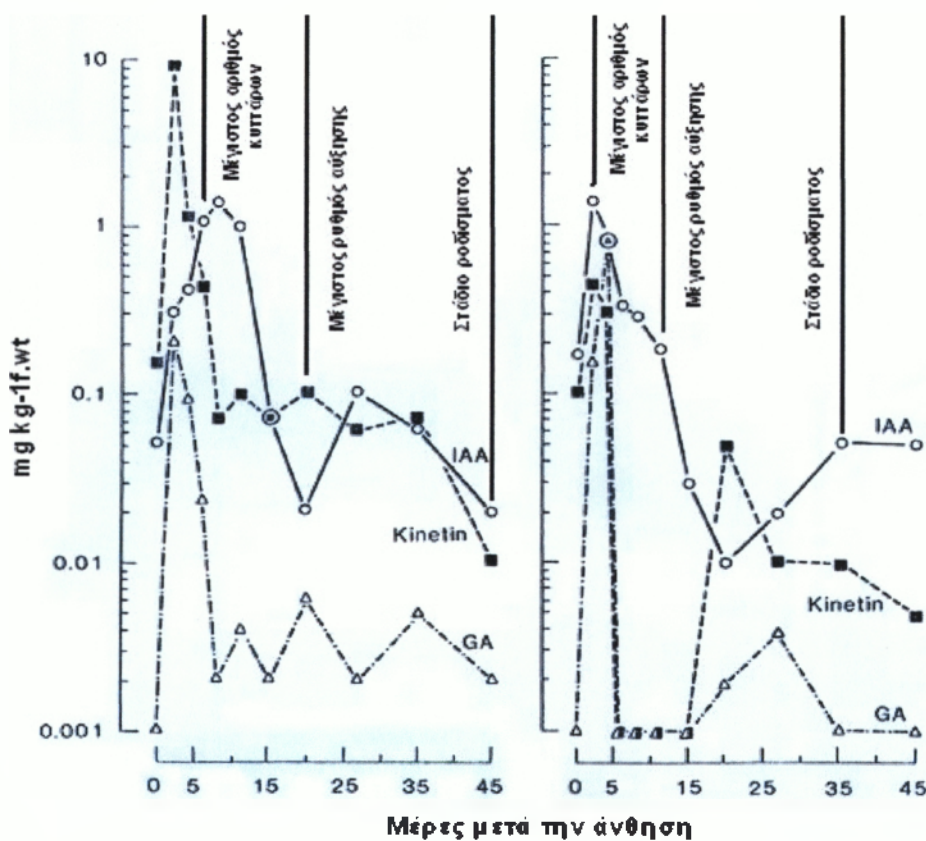
Ενδογενείς ορμόνες και παρθενοκαρπία

Η σχέση μεταξύ της παρθενοκαρπίας και των επίπεδων των ενδογενών ορμονών στη τομάτα ερευνήθηκε συγκρίνοντας το παρθενοκαρπικό (‘sha-pat’)

και το ένσπερμον ισότοπο του εν. 'Ventura' (Marelli et al.,1978·Διάγραμμα 5.1). Κατά την άνθηση, οι ωθήκες του sha-pai περιέχουν τρεις φορές περίπου τη συγκέντρωση αυξίνης των ένσπερμων ωθηκών. Η συγκέντρωση της αυξίνης αυξάνεται στο μέγιστο δύο ημέρες μετά την άνθηση στις παρθενοκαρπικές ωθήκες και οκτώ ημέρες στις ένσπερμες ωθήκες, συμπίπτοντας με τη διακοπή της κυτταρικής διαίρεσης και την έναρξη της κυτταρικής μεγέθυνσης στους δύο γονότυπους. Μετά την πρώτη εβδομάδα της

Διάγραμμα 5.1: Αλλαγές στο επίπεδο των ενδογενών ορμονών (IAA ο, kinetin ■ και GA Δ) σε (α) ένσπερμους ή (β) παρθενοκαρπικούς καρπούς του εν. 'Ventura' κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού.

(Σύμφωνα με Marelli et al.,1978· Marelli,1981)



ανάπτυξης, οι ένσπερμοι καρποί γενικά παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα αυξίνης από αυτά των παρθενοκαρπικών καρπών. Οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν μια δεύτερη αύξηση της αυξίνης που αρχίζει 20 ημέρες μετά την άνθηση και κορυφώνεται περίπου μια εβδομάδα μετά. Αυτό οφείλεται κυρίως

στην αύξηση της αυξίνης στους σπόρους (Varga και Bruinsma,1976). Η βαθμιαία αύξηση της αυξίνης στους άσπορους καρπούς μπορεί να οφείλεται στον εκφυλισμό των ωαρίων. Μια σαφή συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του ελεύθερου IAA στην ωοθήκη και του ποσοστού της παρθενοκαρπίας βρέθηκε σε μια ποικιλία, 69/215-224, που παράγει παρθενοκαρπικούς καρπούς σε υψηλές θερμοκρασίες (Musehold,1972). Καμία σαφή σχέση μεταξύ του δεσμευμένου IAA και της παρθενοκαρπίας δεν βρέθηκε.

Οι συγκεντρώσεις ουσιών που μοιάζουν με γιββερελλίνες στους παρθενοκαρπικούς καρπούς, κατά την άνθηση, είναι όμοιες με αυτές στους ένσπερμους καρπούς. Μέσα σε τέσσερις ημέρες, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν μια ιδιαίτερα υψηλότερη συγκέντρωση από αυτή των ένσπερμων καρπών. Ταυτόχρονα με αυτή την σχετικά μεγάλη αύξηση της δραστηριότητας που μοιάζει με αυτή των γιββερελλινών στους παρθενοκαρπικούς καρπούς παρουσιάζεται και ένας πιο γρήγορος ρυθμός αύξησης των καρπών. Στους φυσιολογικούς καρπούς, το νωπό βάρος αυξάνεται τέσσερις ημέρες μετά την άνθηση. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί σε αυτό το σημείο είναι πέντε φορές βαρύτεροι. Μετά τη πρώτη εβδομάδα, οι ένσπερμοι καρποί εμφανίζουν ένα πιο γρήγορο ρυθμό αύξησης από τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Ο γρήγορος αρχικός ρυθμός αύξησης των παρθενοκαρπικών καρπών αποδίδεται σε ένα μεγάλο αριθμό κυττάρων στο τοίχωμα του καρπόφυλλου. Το υψηλό επίπεδο GA στην παρθενοκαρπική ωοθήκη μπορεί να οδηγήσει σε ένα πιο γρήγορο ρυθμό αύξησης λίγο μετά την άνθηση, ενδεχομένως εμποδίζοντας τη γονιμοποίηση και οδηγώντας σε παρθενοκαρπία (Marcelli et al.,1979). Πράγματι, οι παρακινούμενοι από το GA παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν λιγότερα αλλά μεγαλύτερα κύτταρα από τους ένσπερμους καρπούς (Büniger-Kibler και Bangerth,1983). Επομένως, η αύξηση της ωοθήκης ίσως είναι ο παράγοντας που ευθύνεται για την έκφραση της παρθενοκαρπίας αφού η αύξηση των παρθενοκαρπικών καρπών αρχίζει πριν την γονιμοποίηση (βλέπε Philouze,1938a). Παρόλα αυτά, οι ένσπερμοι καρποί εμφανίζουν δύο μέγιστες συγκεντρώσεις GA στις 20 και στις 35 ημέρες μετά την άνθηση, ενώ οι παρθενοκαρπικοί καρποί μόνο μία 27 ημέρες μετά την

άνθηση. Στους παρθενοκαρπικούς καρπούς, το μέγιστο της αυξίνης ακολούθησε μερικές ημέρες μετά το μέγιστο της γιββερελλίνης.

Ως ενδογενείς κυτοκίνινες έχουν αναγνωριστεί οι N-6-(Δ -2-2-isopentenyl)adenine(2iPA), N-6-(Δ -2-2-isopentenyl)adenosine(2iPAR), Zeatin και Zeatin riboside και οι αναλογίες τους που μεταβλήθηκαν με την ανάπτυξη των καρπών (Abdel- Rahman et al.,1975· Marelli,1981). Η συγκέντρωση της κυτοκινίνης και στους δύο, παρθενοκαρπικούς και ένσπερμους καρπούς, κορυφώνεται κατά την διάρκεια της πρώτης εβδομάδας μετά την άνθηση, αλλά αυτή των ένσπερμων καρπών ήταν 20 φορές υψηλότερη (Marelli,1981). Κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου η δραστηριότητα της κυτταρικής διαίρεσης στους ένσπερμους καρπούς είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή στους άσπορους καρπούς.

Και τα δυο ισότοπα, και το N-6-(Δ -2-2-isopentyl)adenine(2iPA) αλλά και το N-6-(Δ -2-2-isopentyl)adenosine(2iPAR), ευθύνονται για την μεγαλύτερη παρατηρούμενη δραστηριότητα της κυτοκινίνης κατά τη διάρκεια των πρώτων τεσσάρων ημερών μετά την άνθηση. Μεταξύ των 10 και 45 ημερών μετά την άνθηση, οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα κυτοκινινικής δραστηριότητας από τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Ενδεχομένως, η μεταφορά της κυτοκινίνης στους καρπούς ελέγχεται από την υπόβαθρη δραστηριότητα των σπόρων (Varga και Bruinsma,1976).

Τα επίπεδα των ενδογενών ορμονών στους τεχνητά παρθενοκαρπικούς καρπούς είναι χαμηλότερα σε IAA και ABA αλλά υψηλότερα σε GA από τους αυτά των ένσπερμων καρπών. Οι ρυθμοί αύξησης των παρθενοκαρπικών καρπών δεν συσχετίζονται ούτε με τις εκχυλιζόμενες (Sjut και Bangerth,1983) αλλά ούτε και με τις διαχεόμενες ορμόνες (Sjut και Bangerth,1984).

Τεχνητή παρθενοκαρπία στη τομάτα

Μια πρόιμη προσέγγιση της μελέτης του ελέγχου της παρθενοκαρπίας στην τομάτα έγινε με την εφαρμογή ποικίλων ρυθμιστών αύξησης. Ήταν

πιθανό παρατηρώντας τις επιδράσεις των αυξινών, γιββερελλινών και άλλων ουσιών αύξησης στην καρπόδεση να κατανοηθούν οι ενδογενής έλεγχοι. Πολλά από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των ρυθμιστών αύξησης συγκρούονται λόγω της χρήσης διαφορετικού γενετικού υλικού, διαφορετικών μεθόδων εφαρμογής των ρυθμιστών αύξησης και των διαφορετικών χρόνων εφαρμογής. Η εφαρμογή αυξινών έδειξε πολλές φορές ότι προκαλεί παρθενοκαρπία στη τομάτα. Κατά την μελέτη αυτή ο Gustafson (1937) ανέφερε ότι οι κανονικού μεγέθους παρθενοκαρπικοί καρποί αναπτύχθηκαν όταν εφαρμόστηκε στους ύπερους indole-3n-propionic acid, phenylacetic acid, IAA και IBA. Σε σύγκριση με το IAA και το 4-chlorophenoxyacetic acid (4-CPA) μια συνθετική αυξίνη παράγει μεγαλύτερο καρπό με 20% περισσότερα κύτταρα από αυτά των ένσπερμων καρπών (Bünger- Kibler και Bangerth,1983). Οι Osborne και Went (1953) βρήκαν ότι το 2-narthoxyacetic acid ενώ κάτω από μέτριες θερμοκρασίες και υψηλή ένταση φωτός είναι ένας αποτελεσματικός υποστηρικτής της παρθενοκαρπικής καρπόδεσης, δεν προκάλεσε παρθενοκαρπία με συνέπεια σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες ημέρας ή νύχτας ειδικά όταν η ένταση του φωτός ήταν χαμηλή.

Το γιββερελλινικό οξύ αποδείχθηκε ότι παρακινεί παρθενοκαρπική καρπόδεση στην τομάτα όταν εφαρμόζεται απευθείας στο ανοιχτό άνθος (Wittwer et al.,1957). Παρόλο που το GA είναι πιο ενεργό από το IAA σε χαμηλές συγκεντρώσεις (5-10% σε λανολίνη) στο να παρακινεί παρθενοκαρπική καρπόδεση, οι καρποί που παρακινούνται από το GA έχουν λιγότερα κύτταρα και μικρότερο καρπικό βάρος από τους ένσπερμους καρπούς (Bünger- Kibler και Bangerth,1983).

Τα β-NOA, 4-CPA (ή PCPA), όπως επίσης και το 2,4-D χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της καρπόδεσης στις τομάτες δίνοντας ταυτόχρονα άσπερμους καρπούς και καλύτερη παραγωγή, ιδιαίτερα σε καλλιέργειες εκτός εποχής (θερμοκήπια και υπαίθριες) όταν οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι απαγορευτικές για τη φυσιολογική γονιμοποίηση.

Υποστηρικτές της παρθενοκαρπικής καρπόδεσης στην τομάτα είναι και άλλες ενώσεις όπως το chlorflurenol 74050 (CME 74050) (Jain και

Mukherjee,1980). Οι συνήθεις χρησιμοποιούμενοι ρυθμιστές αύξησης, οι προτεινόμενες συγκεντρώσεις αυτών και οι οδηγίες χρήσης τους συνοψίζονται στο πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1: Κοινώς χρησιμοποιούμενα χημικά για την παρακίνηση της καρπόδεσης.

Χημική ουσία	Συνιστώμενη ποσότητα	Σχόλια
4-Chlorophenoxyacetic acid	15-50ppm	Μια χαμηλή δόση (15ppm) συνίσταται για θερμοκηπιακή καλλιέργεια (Weaver,1972). Στο θερμοκήπιο και στο χωράφι, η εφαρμογή πρέπει να γίνει με τη μορφή ψιλού σπρέι στις ταξιανθίες όταν τα άνθη είναι ανοιχτά. Στο χωράφι, το διάστημα μεταξύ των εφαρμογών πρέπει να είναι 10-15 ημέρες, αλλά δεν πρέπει να γίνονται περισσότεροι από 5 ψεκασμοί ανά περίοδο. Εφαρμογές σε ξεχωριστά άνθη πρέπει να γίνονται μόνο μια φορά (Thomas,1982).
2-(3-chlorophenoxy) propionic acid	25-40ppm	Αυτό συνίσταται μόνο για θερμοκηπιακή καλλιέργεια (Thomas,1982)

Συγκριτική απόδοση των ένσπερμων έναντι των παρθενοκαρπικών καρπών της τομάτας

Παρόλη την έλξη της χρησιμοποίησης της παρθενοκαρπίας για την βελτίωση της καρπόδεσης κάτω από λιγότερο ιδανικές συνθήκες, υπάρχουν

προβλήματα. Ποικίλες δυσμορφίες καρπών συχνά συνοδεύουν τη παρθενοκαρπική παραγωγή καρπών. Για παράδειγμα, οι άσποροι καρποί που παράγονται κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες συχνά παθαίνουν ένα είδος δυσμορφίας (Asahira, Hosoki και Shinya, 1982) όπως και οι καρποί που παρακινούνται από ρυθμιστές αύξησης (Osborne και Went, 1953). Η παρθενοκαρπική καρπόδεση μπορεί επίσης να συνοδεύεται από πρήξιμο ή χαλαρότητα (Rylski, 1979).

Γενικά οι καρποί των γενετικά παρθενοκαρπικών φυτών έχουν νωπό βάρος το μισό (1/2) ή τα δύο τρίτα (2/3) του βάρους των ένσπερμων καρπών (Falavigna, Badino και Soressi, 1978· Mapelli et al., 1978), μολονότι έχει παρατηρηθεί μερικοί παρθενοκαρπικοί καρποί να είναι οι ίδιοι (Philouze, 1983a) ή ακόμα και μεγαλύτεροι από τους ένσπερμους (Osborne και Went, 1953). Ωστόσο, το περιβάλλον και το γενετικό υπόβαθρο μπορούν να επηρεάσουν το σχετικό μέγεθος των καρπών. Ο Philouze και ο Maisonneuve (1978b) παρατήρησαν ότι σε εαρινές και καλοκαιρινές καλλιέργειες, τα βάρη των ένσπερμων και άσπερων καρπών του 'Severianin' ήταν τα ίδια, ενώ σε φθινοπωρινές καλλιέργειες οι άσποροι καρποί ζύγιζαν σημαντικά λιγότερο. Ένα πλεονέκτημα που συχνά δίδεται στη παρθενοκαρπική ύλη είναι η πρωιμότητα. Ο Lin, ο George και ο Splittstoesser (1984) έδειξαν ότι η έκφραση της παρθενοκαρπίας που ελέγχεται από το γονίδιο *pat-2* συνδέεται με την καθορισμένη συνήθεια αύξησης και/ή την πρωιμότητα διαμέσου ποικίλων ενεργειών. Ωστόσο, ο μέσος όρος των παρθενοκαρπικών φυτών που φέρει το *pat-2* γονίδιο ανθίζει 1-2 ημέρες αργότερα από τα μη παρθενοκαρπικά φυτά (Philouze, 1984).

Το περιεχόμενο των καρπών σε στερεά έχει τρομερή σημασία στη βιομηχανική επεξεργασία της τομάτας. Έχει βρεθεί ότι οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν υψηλότερα διαλυτά στερεά (Falavigna, Badino και Soressi, 1978) και υψηλότερα σάκχαρα (Dryanovska, 1975) αλλά χαμηλότερο περιεχόμενο σε οξύ (Janes, 1941) από τους ένσπερμους καρπούς. Πάνω από κάθε μελέτη για να επιτύχει μια ποικιλία θα πρέπει να αποδώσει καλά. Η απόδοση εξαρτάται από το γενετικό υπόβαθρο της παρθενοκαρπίας. Σήμερα η σύγκριση της

παραγωγής μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών φυτών δεν έχει ολοκληρωθεί. Ωστόσο, εάν δεν συνδυαστούν η υψηλή απόδοση και τα υψηλής ποιότητας χαρακτηριστικά σε παρθενοκαρπικά υβρίδια κάτω από δυσμενής συνθήκες αύξησης, η δυνατή αξία της παρθενοκαρπίας στη καλλιέργεια της τομάτας δεν θα επιτευχθεί.

Κεφάλαιο 6ο

ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ & ΩΡΙΜΑΝΣΗ

Το αιθυλένιο και άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην ωρίμανση της τομάτας

Ο μηχανισμός με τον οποίο το αιθυλένιο παρακινεί την αναπνοή, τη συσσώρευση του mRNA και τη σύνθεση των ενζύμων είναι άγνωστος. Είναι πιθανό να διασκορπίζεται σε μια ή περισσότερες από τις μεμβράνες του κυττάρου του φυτού και να επηρεάζει τη περατότητα ή τη μεταφορά των μικρών μορίων τα οποία με την σειρά τους διεγείρουν σημαντικές ρυθμιστικές διαδικασίες. Ωστόσο, υπάρχουν στοιχεία για ειδικές δεσμευτικές θέσεις του αιθυλενίου οι οποίες πιστεύεται ότι με τη παρουσία του αιθυλενίου παρακινούν μια αντίδραση ένωσης η οποία μεταβάλλει την δραστηριότητα των βιοχημικών δρόμων που απαιτούνται για την ωρίμανση. Αυτό ίσως επίσης παρακινεί το mRNA και την σύνθεση πρωτεϊνών. Οι δεσμευτικές θέσεις του αιθυλενίου έχουν απομονωθεί και μερικά χαρακτηριστεί σε διάφορους φυτικούς ιστούς, περιλαμβανομένου και του καρπού της τομάτας.

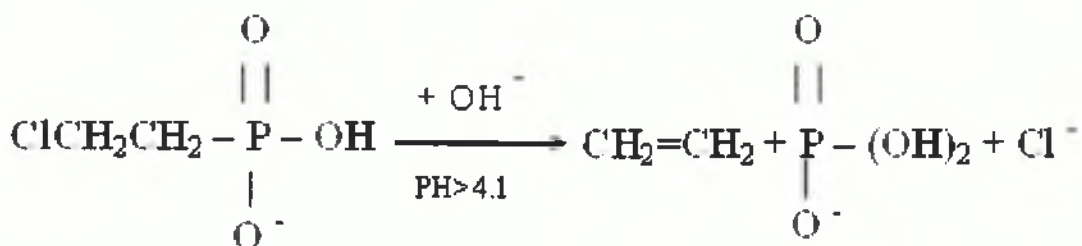
Υπάρχουν διάφορες ενστάσεις στην πρόταση ότι το αιθυλένιο είναι ο μοναδικός παρακινήτης της ωρίμανσης. Καταρχήν υπάρχουν στοιχεία ότι ορισμένες ενώσεις στους καρπούς, που μπορεί να προέρχονται από το φυτό γονέα, καθυστερούν την ωρίμανση μειώνοντας την ευαισθησία στο αιθυλένιο. Ως εδώ το κατώτερο επίπεδο του απαιτούμενου αιθυλενίου για να παρακινηθεί η ωρίμανση των ώριμων-πράσινων τοματών είναι χαμηλότερο στους κομμένους καρπούς συγκριτικά με αυτούς που παραμένουν πάνω στο φυτό (Sawamya, Knegt και Bruinsma,1978). Δεύτερον, οι ανώριμες τομάτες δεν ωριμάζουν εύκολα σαν αντίδραση στο προστιθέμενο αιθυλένιο. Τρίτον, αν το αιθυλένιο παρακινεί την ωρίμανση και προωθεί τη δικιά του σύνθεση είναι δύσκολο να καταλάβουμε πως η ωρίμανση θα μπορούσε ποτέ να ξεκινήσει,

εκτός κι αν απαιτείται η ανάμειξη το λιγότερο ενός συμπληρωματικού παράγοντα. Επιπλέον, η γίν τομάτα, η οποία ωριμάζει ατελώς, δεν συνθέτει αιθυλένιο και δεν έχει κλιμακτηριακή αναπνοή. Όταν αυτοί οι καρποί τοποθετηθούν στο αιθυλένιο, μια κλιμακτηριακή αναπνοή παρακινείται αλλά ο καρπός και πάλι δεν ωριμάζει κανονικά. Αυτό υποστηρίζει την πρόταση ότι το αιθυλένιο μπορεί να προκαλεί την κλιμακτήριο αλλά επίσης υποδεικνύει ότι και μερικοί άλλοι παράγοντες εκτός από το αιθυλένιο είναι απαραίτητοι για να προχωρήσει η ωρίμανση.

Μια ή περισσότερες από τις άλλες φυσικά απαντώμενες ομάδες των ρυθμιστών αύξησης του φυτού (π.χ. αυξίνες, γιββερελλίνες, κυτοκινίνες ή επιβραδυντές όπως το abscisic acid) μπορεί να επηρεάσουν την ωρίμανση, είτε εμποδίζοντας την σύνθεση του αιθυλενίου, είτε ανταγωνιζόμενες τη διεγερτική επίδραση του αιθυλενίου, είτε ελέγχοντας άλλες σημαντικές αντιδράσεις. Υπάρχουν στοιχεία ότι οι εφαρμογές γιββερελλινών και κυτοκινίνων μπορούν μερικές φορές να καθυστερήσουν όψεις της ωρίμανσης ενώ το abscisic acid μπορεί να τις επιταχύνει (McGlasson, Wade και Adato, 1978). Ωστόσο, παρόλο που παρατηρούνται χαρακτηριστικές αλλαγές στους ρυθμιστές αύξησης κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (McGlasson, Wade και Adato, 1978· McGlasson και Franklin, 1979) καμία από αυτές δεν φαίνεται καθαρά να σχετίζεται με τη φυσική ρύθμιση της διαδικασίας.

Ο χειρισμός της ωρίμανσης έχει εμφανώς εμπορικό ενδιαφέρον. Ωστόσο, είναι ευκολότερο να διεγείρεις την ωρίμανση από ότι να την επιβραδύνεις. Η καλύτερη μέθοδος για να προαχθεί η ωρίμανση είναι να εφαρμοστεί σε κομμένους ώριμους-πράσινους καρπούς αέριο αιθυλένιο ή να ψεκαστούν τα φυτά πριν τη συγκομιδή με τη συνθετική ένωση που παράγει αιθυλένιο, το ethephon (2-chloroethanesulphonic acid, επίσης καλούμενο ethrel). Αυτό το χημικό μαζεύεται από το φυτό και σε PH 4.1 και πάνω (μια κατάσταση που συναντάται στο κυτόπλάσμα) διαλύεται και παράγει αιθυλένιο (Εικόνα 6.1) Αυτό διεγείρει την ωρίμανση των ώριμων καρπών. Γενικά, το ethephon εφαρμόζεται αρκετές ημέρες πριν τη μηχανική συγκομιδή των τοματών που μεγαλώνουν στο χωράφι ή στο τέλος εποχής στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Ωστόσο, όπως παρατηρήθηκε παραπάνω, οι ανώριμοι καρποί δεν ωριμάζουν εύκολα σαν αντίδραση στο αιθυλένιο. Η εφαρμογή του ACC επίσης διεγείρει την παραγωγή αιθυλενίου αλλά δεν είναι οικονομικά εναλλακτικό του ethephon.



Εικόνα 6.1: Παραγωγή αέριου αιθυλενίου από το ethephon

Χειρισμοί που μειώνουν το ρυθμό του μεταβολισμού ή παρεμβαίνουν στην σύνθεση ή δράση του αιθυλενίου μπορούν να καθυστερήσουν ή να εμποδίσουν την ωρίμανση. Έτσι, μειώνοντας την θερμοκρασία επιβραδύνεται και ο ρυθμός ωρίμανσης. Ωστόσο, αυτό μπορεί να αποτρέψει την πλήρη ανάπτυξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών όπως το χρώμα και η γεύση, και κάτω από τους 12,5°C μπορούν να προκύψουν ζημιές από το κρύο. Μειωμένη θερμοκρασία σε συνδυασμό με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (π.χ. 90% N₂, 5% CO₂, 5% O₂) έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για να καθυστερήσουν την ωρίμανση των ώριμων-πράσινων καρπών της τομάτας αλλά η τελική ποιότητα δεν είναι πάντα υψηλή. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η σύνθεση του αιθυλενίου είναι σημαντικά μειωμένη. Αξίζει να σημειωθεί σ' αυτή την αναφορά ότι το τελικό βήμα στο βιοσυνθετικό μονοπάτι του αιθυλενίου απαιτεί O₂. Μειωμένες συγκεντρώσεις οξυγόνου παρεμποδίζουν την δράση του αιθυλενίου στην ωρίμανση των καρπών, ακόμα και σε περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις της φυτορρυθμιστικής αυτής ουσίας (>100 ppm) πράγμα που αξιοποιείται στην πράξη με την επίτευξη ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, χαμηλής περιεκτικότητας σε O₂ σε ψυγείο αποθήκευσης καρπών.

Την δράση του αιθυλενίου ανταγωνίζεται επίσης το CO₂ και τα ιόντα Ag⁺. Το CO₂ συγκεντρώνεται στους μεσοκυττάριους χώρους των ιστών και δρα σαν φυσικός παρεμποδιστής. Ο Ag που χρησιμοποιείται για την παρεμπόδιση της γήρανσης των ανθέων είναι πιθανό να αντικαθιστά τον Cu των μεταλλοπρωτεϊνών στο σχηματισμό των συμπλόκων αιθυλενίου-υποδοχέα με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση του σχηματισμού του συμπλόκου. Επίσης τα ιόντα αργύρου που διεισδύουν μέσα στον ώριμο-πράσινο καρπό, (Hobson et al.,1984) πιθανώς παρεμποδίζουν τους υποδοχείς του αιθυλενίου, καθώς και οι αναλογίες του βυνιλικού αμινοξικού οξέος όπως το AVG και το AOA (επιβραδυντές της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου) χρησιμοποιούνται πειραματικά για να επιβραδύνουν την ωρίμανση. Ωστόσο, ο άργυρος και οι αναλογίες του βυνιλικού αμινοξικού οξέος είναι τοξικοί και δεν έχουν καμία εμπορική σημασία. Έτσι, δυστυχώς, δεν υπάρχει καμία ολοκληρωτικά ικανοποιητική μέθοδος για παρατεταμένη αποθήκευση των φρέσκων τοματών που να διατηρεί την υψηλή ποιότητα των καρπών. Η καλύτερη προσέγγιση αυτού του προβλήματος είναι πιθανώς με την συμβατική αναπαραγωγή ή την μηχανική γενετική. Μέχρι τώρα, η χρήση των μη ωριμάζοντων μεταλλαγών δεν έχει φέρει σημαντικές εξελίξεις.

Η εικόνα που προκύπτει από τις προαναφερθείσες παρατηρήσεις είναι ότι οι καρποί έχουν ένα βασικό πρόγραμμα ανάπτυξης το οποίο είναι κάτω από γενετικό έλεγχο. Η κλιμακτηριακή αναπνοή μπορεί να τροφοδοτεί την ωρίμανση αλλά δεν την ξεκινάει. Το αιθυλένιο που παράγεται φυσικά, παρακινεί την ωρίμανση αλλά και άλλες ουσίες των καρπών μπορεί επίσης να εμπλέκονται στον έλεγχό της. Τελικά τα κύτταρα των ώριμων-πράσινων καρπών ξεκινούν μία πολύπλοκη ακολουθία μακρομοριακών αλλαγών οι οποίες αποκορυφώνονται κατά την κατάλυση των γεγονότων ωρίμανσης. Ο συντονισμός της συμπεριφοράς ωρίμανσης περιλαμβάνει και τις δύο επικοινωνίες, και μεταξύ των κυτταρικών τμημάτων και από κύτταρο σε κύτταρο. Δεν είναι πλήρως κατανοητό πως το αιθυλένιο δουλεύει αλλά φαίνεται να ενεργεί σαν επιταχυντής και συντονιστής της ωρίμανσης. Μεταξύ

άλλων πραγμάτων παρακινεί το mRNA και την παραγωγή ενζύμων και προάγει την δική του σύνθεση.

Έτσι η ωρίμανση περιλαμβάνει μια περίπλοκη και λεπτά ισορροπημένη ακολουθία βιοσυνθετικών όπως επίσης και αποσυνθετικών ενεργειών, περιλαμβανομένης της έκφρασης των γονιδίων ωρίμανσης, οι οποίες συνεχίζουν μέχρι τη στιγμή κατανάλωσης. Αυτή η άποψη έρχεται σε έντονη αντίθεση με την προγενέστερη ιδέα ότι η ωρίμανση οφειλόταν σε αποτυχία της οργάνωσης των ιστών που οδηγούσε σε εκφυλισμό των κυττάρων. Η ποιότητα του τελικού προϊόντος μπορεί να ποικίλει σημαντικά ανάλογα με την ποικιλία, τις ασθένειες, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και των μεθόδων παραγωγής, συγκομιδής και χειρισμού.

Χρήση του αιθυλενίου στην καλλιέργεια τομάτας

Μη ωριμάζουσες μεταλλαγές τομάτας και παραγωγή αιθυλενίου

Υπάρχουν μεταλλαγές κλώνων τομάτας που δείχνουν μια διαφοροποίηση στην ικανότητα ωρίμανσης σε σχέση με την παραγωγή αιθυλενίου (μεταλλαγές τομάτας rin και nor). Οι μεταλλαγές αυτές αναπτύσσουν τους καρπούς τους κανονικά και φθάνουν σε κανονικό μέγεθος και στον ίδιο χρόνο με τα άλλα φυτά του κλώνου πλην όμως δεν συμβαίνουν πολλές από τις μεταβολές που συνδέονται με την ωρίμανση. Όταν η μεταλλαγή rin πλησιάσει προς την ωρίμανση, πολύ λίγο αιθυλένιο παράγεται σε αντίθεση με τους κανονικούς καρπούς. Οι καρποί της μεταλλαγής αλλάζουν χρώμα από κιτρινοπράσινο προς κίτρινο, αλλά δεν μαλακώνουν σχεδόν καθόλου. Εφαρμογή etherphon, φυτορρυθμιστικής ουσίας που απελευθερώνει αιθυλένιο ή αέριου αιθυλενίου σε καρπούς της μεταλλαγής rin προάγει την ωρίμανση όπως αυτή μετριέται σαν ανάπτυξη του λυκοπινίου (χρωστική της τομάτας), μαλάκωμα των καρπών, αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών και ανάπτυξη του κανονικού αρώματος της τομάτας. Οι τιμές όμως αυτών των παραμέτρων της ωρίμανσης

στους καρπούς γίνε στους οποίους γίνεται εφαρμογή αιθυλενίου είναι σαφώς μικρότερες των αντιστοιχών τιμών των κανονικών καρπών του κλώνου.

Όσον αφορά τη μη ωριμάζουσα μεταλλαγή της τομάτας πορ και αυτή δείχνει παρόμοια ανώμαλα χαρακτηριστικά στη διαδικασία της ωρίμανσης. Αν και αυτή αποκτά το κανονικό μέγεθος και ωριμάζει φυσιολογικά στον κανονικό χρόνο από την άνθηση, ο καρπός δεν παράγει καθόλου αιθυλένιο, δεν παρουσιάζει καθόλου αναπνευστική κλιμακτήριο, αναπτύσσει πολύ λίγο χρώμα και δεν μαλακώνει. Δραστηριότητα πολυγαλακτονουράσης και λυκοπίνιο απουσιάζουν από τη μεταλλαγή πορ πράγμα που εξηγεί το μη μαλάκωμα του καρπού και την απουσία κόκκινου χρώματος. Η μεταλλαγή πορ όπως και η γίνε δεν έχουν τη δυνατότητα να ανταποκρίνονται στο εξωγενές αιθυλένιο με κανονικό τρόπο. Αυξημένες συγκεντρώσεις του αιθυλενίου μπορεί μεν να προκαλούν κάποιες αντιδράσεις που σχετίζονται με τη διαδικασία της ωρίμανσης, αλλά εμφανίζονται ελλείψεις σε κρίσιμες διαδικασίες που είναι απαραίτητες για να δημιουργήσουν το ολοκληρωμένο εκείνο «περιβάλλον» που οδηγεί στην κανονική ωρίμανση.

Αν και καμία φυτορρυθμιστική ουσία δε δρα μόνη της για το ξεκίνημα ενός μεγάλου φυσιολογικού γεγονότος στη ζωή του φυτού όπως είναι η ωρίμανση των καρπών, εντούτοις το αιθυλένιο φαίνεται να παίζει κυρίαρχο ρόλο στον έλεγχο της διαδικασίας ωρίμανσης. Έλλειψη ικανότητας αντίδρασης του καρπού στο αιθυλένιο οδηγεί σε μη κανονική ωρίμανση.

Χρήσεις του αιθυλενίου στην γεωργική πράξη

Το αιθυλένιο χρησιμοποιείται για την προώθηση της ωρίμανσης και της ανάπτυξης του εμπορικού χρώματος στην τομάτα (Gianfragna, 1990). Η χρησιμοποίηση του αερίου αιθυλενίου σαν φυτορρυθμιστικής ουσίας για την τεχνητή ωρίμανση των καρπών, γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις (θαλάμους) και παίρνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή σχηματισμού εκρηκτικών μιγμάτων με τον αέρα.

Λόγω των δυσκολιών και των κινδύνων που υπάρχουν κατά τη χρήση του αερίου αιθυλενίου, αντί αυτού προτιμάται η χρήση της φυτορρυθμιστικής ουσίας etherphon (Ethrel κ.α.) που εφαρμόζεται με ψεκασμό ή εμβάπτιση των καρπών σε διάλυμα της ουσίας αυτής που όταν διασπάται παράγει αιθυλένιο. Μια εύκολη μέθοδος παραγωγής αερίου αιθυλενίου επί τόπου είναι η ανάμειξη σκευάσματος του etherphon με καυστική σόδα. Για την παραγωγή 1m³ αιθυλενίου προστίθενται 85gr καυστικής σόδας σε ποσότητα σκευάσματος που αντιστοιχεί σε 200gr δ.ο. etherphon, σε ανοξείδωτο δοχείο. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά την ανάμειξη λόγω καυστικότητας και των δύο ουσιών καθώς και μέτρα για την αποφυγή έκρηξης από κάπνισμα, σπινθήρες κ.λ.π.

Μεταβολές των φυτορρυθμιστικών ουσιών της τομάτας μετά τη συγκομιδή

Ο ρόλος των φυτορρυθμιστικών ουσιών στη μετασυλλεκτική φυσιολογία των καλλιεργούμενων λαχανικών είναι ακόμα αδιευκρίνιστος. Τα φυτά αυτά, ολόκληρα ή τμήματά τους, απομακρύνονται απότομα από το φυσικό τους περιβάλλον, πολλές φορές τεμαχίζονται ή πληγώνονται κατά την συγκομιδή και συχνά αποθηκεύονται σε πολύ δυσμενή γι' αυτά περιβάλλοντα με χαμηλή θερμοκρασία, τεχνητή ατμόσφαιρα κ.λ.π. Οι μέχρι σήμερα έρευνες έδειξαν ότι όλες οι ενδογενείς φυτορρυθμιστικές ουσίες συνεχίζουν τη δράση τους και φαίνεται να ρυθμίζουν τη φυσιολογία των φυτών αυτών ή τμημάτων τους και μετά τη συγκομιδή.

Η τομάτα αποτελεί τον πιο μελετημένο καρπό από πλευράς μετασυλλεκτικής ορμονικής συμπεριφοράς αφού το πιο κατάλληλο στάδιο για νωπή κατανάλωση είναι προς το τέλος της ωρίμανσης και στην αρχή της γήρανσης. Είναι επίσης ένα από τα λίγα λαχανικά στα οποία το αιθυλένιο εφαρμόζεται εμπορικά διεθνώς για την επιτάχυνση του ρυθμού ωρίμανσης. Η τομάτα είναι ένας κλιμακτηριακός καρπός και η φάση ωρίμανσης προηγείται

μιας γρήγορης αύξησης στην αναπνευστική κλιμακτήριο που σηματοδοτεί το τέλος της αυξητικής φάσης ή της ωρίμανσης. Για εμπορικούς σκοπούς καρποί σ' αυτό το στάδιο αναφέρονται σαν «ώριμοι-πράσινοι» πράγμα που σημαίνει ότι αναμένεται να ωριμάσουν τελείως πάνω ή μακριά από το μητρικό φυτό. Αυτό είναι και το πιο πρόωμο αλλά και το πιο συνηθισμένο στάδιο για τη συγκομιδή της καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου.

Το αιθυλένιο παίζει πρωτεύοντα ρόλο στις σημαντικές αλλαγές, φυσιολογικές και βιολογικές, που συμβαίνουν στον καρπό με την κλιμακτήριο (Lyons και Pratt, 1964). Το ενδογενές αιθυλένιο υπάρχει σε μετρήσιμες ποσότητες σε όλη τη φάση αύξησης του καρπού. Πάντως κατά την διάρκεια του προκλιμακτηριακού σταδίου η συγκέντρωση του αιθυλενίου δεκαπλασιάζεται ενώ με την έναρξη της ωρίμανσης και της κλιμακτηρίου η συγκέντρωση αυτή αυξάνεται κατά 400 φορές σε σχέση με εκείνη στο στάδιο αύξησης του καρπού. Όταν εξωγενές αιθυλένιο εφαρμοστεί σε καρπούς ανεξαρτήτως ανάπτυξης ή ηλικίας, μια κλιμακτήριος μπορεί να υποκινηθεί που συνοδεύεται από αλλαγές όπως η ανάπτυξη του ερυθρού χρώματος, το μαλάκωμα του καρπού και η ανάπτυξη του χαρακτηριστικού αρώματος.

Εμβάπτιση καρπών τομάτας, συγκομισμένων 21 ημέρες μετά την καρπόδεση, σε διάλυμα της φυτορρυθμιστικής ουσίας *ethephon* έχει σαν αποτέλεσμα την κανονική ωρίμανση. Η δυσκολία στην εμπορική συλλογή των καρπών τομάτας ακριβώς στο ώριμο-πράσινο στάδιο και το γεγονός ότι και μερικοί άγουροι ακόμα καρποί αντιδρούν στην εφαρμογή αιθυλενίου είναι οι αιτίες της χαμηλής οργανοληπτικής ποιότητας καρπών τομάτας που έχουν υποστεί πρόωρη ωρίμανση.

Η παρουσία των άλλων φυσικών φυτορρυθμιστικών ουσιών όπως αυξινών, γιββερελλινών και κυτοκινινών καθώς και του ABA παρουσιάζει διακυμάνσεις όσον αφορά τη συγκέντρωσή τους στον καρπό της τομάτας. Η αυξίνη φαίνεται να μειώνεται από ένα μέγιστο στην άνθηση σε ένα ελάχιστο κατά την ωρίμανση. Οι γιββερελλίνες εκφρασμένες σαν GA₃ ή GA₄₇ αυξάνονται από την άνθηση μέχρι την εμπορική ωρίμανση και μειώνονται από εκεί και μετά μέχρι την πλήρη ανάπτυξη του ερυθρού χρώματος. Οι ελεύθερες

και δεσμευμένες κυτοκινίνες βρίσκονται στον αυξανόμενο καρπό, οι πρώτες σε μεγάλες ποσότητες για δύο βδομάδες μετά την άνθηση όταν η κυτταρική διαίρεση είναι έντονη. Ριβοζίτες των κυτοκινινών ανιχνεύονται σε όλα τα στάδια της αύξησης ιδιαίτερα κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης και στην εμπορική ωρίμανση. Το ABA και άλλοι φυσικοί παρεμποδιστές αύξησης ανιχνεύονται σε πολύ νεαρούς καρπούς και η συγκέντρωσή τους αυξάνεται κατά την περίοδο αύξησης φτάνοντας στα ανώτερα επίπεδα κατά το ώριμο-πράσινο στάδιο και παραμένοντας υψηλά κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του εμπορικού χρώματος.

Νεώτερα στοιχεία πάνω στις αλλαγές των συγκεντρώσεων των κυτοκινινών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των καρπών της τομάτας δείχνουν ότι υπάρχουν στους καρπούς κυρίως οι κυτοκινίνες zeatin, zeatin riboside, 2iP και IPA. Οι συγκεντρώσεις τους μειώνονται δραστικά από το στάδιο του ώριμου-πράσινου καρπού μέχρι την απόκτηση εμπορικού χρώματος πράγμα που σημαίνει ότι οι αλλαγές αυτές στην περιεκτικότητα των κυτοκινινών σχετίζονται με τον έλεγχο της ωρίμανσης των καρπών. Έχουν επίσης μελετηθεί οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ της κανονικά ωριμάζουσας μεταλλαγής rin όσον αφορά τις αλλαγές που επέρχονται στην περιεκτικότητα σε κυτοκινίνες. Αν και η περιεκτικότητα αυτή και για τις δύο ποικιλίες είναι αρκετά υψηλή στο ώριμο-πράσινο στάδιο και μειώνεται ποσοτικά κατά τη διάρκεια της αύξησης, ο ρυθμός μείωσης είναι πολύ μεγαλύτερος για την ποικιλία Rutgers από ότι είναι στη μεταλλαγή rin. Η τελευταία περιέχει σε υψηλά επίπεδα zeatin glucoside που μπορεί να μετατρέπεται σε zeatin εμποδίζοντας έτσι ή καθυστερώντας την κανονική ωρίμανση.

ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

- Περιορισμός ζωηρής βλάστησης –Βελτίωση καρπόδεσης– Κοντύτερα, ισχυρότερα φυτά.
 - chlormequat chloride, 1,4-2 g/l. Ένας ψεκασμός πριν την άνθηση και άλλοι δύο μετά ανά 15νήμερο.
 - daminozide, 60-330 g/στρ. Ψεκασμός των φυτών όταν έχουν 1-4 αληθινά φύλλα. Δεύτερος ψεκασμός, αν χρειάζεται, 2 βδομάδες αργότερα.

Φυτά στο θερμοκήπιο και στο ύπαιθρο.
- Αποφυγή μεταφυτευτικού shock των φυταρίων
 - pinolene, 20-25 g/l. Ψεκασμός των φυταρίων πριν τη μεταφύτευση ή εμφύτευση τους στο διάλυμα μόλις εξαχθούν από το σπορείο.
- Ισχυρότερα – κοντύτερα φυτάρια στα σπορεία για μεταφύτευση.
 - chlormequat chloride, 400-600 mg/l. Πότισμα του εδάφους του σπορείου όταν τα φυτάρια έχουν ύψος 15-20 εκατ. και επανάληψη της επέμβασης 1-2 φορές με διαστήματα 15 ημερών.
- Βελτίωση καρπόδεσης – Αύξηση παραγωγής – Προώμιση, λιγότερα σπέρματα.
 - β-NOA, 50-80 mg/l. Ψεκασμός ή εμφύτευση των ανοικτών ανθέων.
 - Οι μεγάλες δόσεις εφαρμόζονται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή.
 - Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται όταν η νυχτερινή θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη των 15° C.
 - 4-CPA (PCPA), 30mg/l. Ψεκασμός των ανθέων μόλις ανοίξουν εκείνα του 1^{ου} σταυρού. Ο ψεκασμός επαναλαμβάνεται και στους άλλους σταυρούς αν η θερμοκρασία της νύχτας είναι μικρότερη των 15°C όχι όμως πάνω από 4 φορές την ίδια περίοδο.
 - Δεν πρέπει να ψεκάζονται ολόκληρα φυτά.

- β -NOA + 4-CPA (PCPA) + gibberellic acid. Ψεκασμός ή εμφάπτιση του 1^{ου} σταυρού όταν έχουν ανοίξει 3-4 άνθη. Η εφαρμογή επαναλαμβάνεται και στους επόμενους σταυρούς εφόσον η νυκτερινή θερμοκρασία πέφτει κάτω από 15°C.
 - Μέχρι 4 εφαρμογές σε όλη τη βλαστική περίοδο.
- Αύξηση μεγέθους καρπών και ομοιομορφία.
 - daminozide, 500g/στρ. Ψεκασμός των φυτών όταν έχει δέσει το 15-30% της παραγωγής και πριν εμφανιστεί το κόκκινο χρώμα.
 - Ωριμοί καρποί να συγκομίζονται πριν περάσουν 7 ημέρες από την εφαρμογή.
- Επιτάχυνση και συγκέντρωση ωρίμανσης καρπών.
 - ethephon, 1,2-1,68 g/l. Ψεκασμός των φυτών όταν το 15-20% των καρπών έχει χρώμα κόκκινο ή ροζέ και οι υπόλοιποι είναι εσωτερικά ώριμοι.
 - Για βιομηχανική τομάτα.
 - Συγκομιδή 12-20 ημέρες μετά την εφαρμογή, σε ένα «χέρι».
 - Για επιτραπέζιες ποικιλίες συνιστάται η εφαρμογή της μικρής δόσης με ψεκασμό κάθε σταυρού όταν ροδίσουν οι πρώτοι καρποί. Στην περίπτωση αυτή να μην ψεκάζονται τα φύλλα ενώ η δόση μειώνεται στο 0,9-1,2 g/l.
- Αύξησης παραγωγής.
 - cytokinins, 100mg/στρ. Ψεκασμός του φυλλώματος λίγο πριν ή κατά την άνθηση.
 - Χρησιμοποιούνται ειδικά σκευάσματα από εκχυλίσματα θαλάσσιων φυκιών.
- Αύξηση της διάρκειας ζωής του κομμένου καρπού.
 - gibberellic acid, 100mg/l. Εμφάπτιση ή καλός ψεκασμός των φρεσκοκομμένων πράσινων ακόμη αλλά εσωτερικά ώριμων καρπών.
 - - Χρειάζεται προσθήκη προσκολλητικού, αν δεν έχει το σκεύασμα.

Κεφάλαιο 7ο

ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Αιθυλένιο και προπυλένιο

Το αιθυλένιο είναι ένα υποπροϊόν καύσεως και ένας ρυθμιστής αύξησης του φυτού. Στην κανονική ατμόσφαιρα είναι παρών σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του 0,1ppm (Fitter και Hay,1981) παρόλο που σε βιομηχανικές περιοχές μπορεί να φθάσει το 0,5ppm και μέσα σε θερμοκήπια το 1ppm. Σαν ρυθμιστής αύξησης οι επιδράσεις του αιθυλενίου είναι μεγάλου εύρους και ευδιάκριτες και λαμβάνουν χώρα σε συγκεντρώσεις χαμηλές των 0,01-0,1ppm. Τα πιο φανερά συμπτώματα των βλαβών του αιθυλενίου όπως η επιναστία σπανίως παρατηρούνται αν και μειωμένη αύξηση και ανάπτυξη μπορεί να λάβει χώρα σε μερικές θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Το πιο σοβαρό σύμπτωμα που συχνά συναντάται είναι η αποτυχία της καρπόδεσης σαν συνέπεια της ανθικής απώλειας ή αποκόλλησης (Hand και Hannah,1981).

Το προπυλένιο είναι ένα σημαντικό συστατικό του εμπορικού προπανικού καυσίμου και υψηλές συγκεντρώσεις είναι πιθανό να λαμβάνουν χώρα κάτω από γυαλί μόνο όταν υπάρχει διαρροή καυσίμου. Οι δυσμενείς επιπτώσεις είναι όμοιες με αυτές του αιθυλενίου αλλά εμφανίζονται σε πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις (Hand,1982).

Διαταραχές από άλλους χημικούς παράγοντες

Οι τομάτες είναι ευαίσθητες σε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις των χημικών ρυθμιστών αύξησης, ειδικά σε αυτούς που χρησιμοποιούνται σαν επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα ή επιβραδυντές αύξησης. Τα προβλήματα συνελώς

που συχνά αντιμετωπίζονται προκύπτουν από τον παρασυρόμενο ψεκασμό από παρακείμενες ή ακόμα και αρκετά μακρινές καλλιέργειες (Doolittle, Taylor και Danielson, 1961).

Τα συμπτώματα της ελαφριάς ζημιάς είναι όμοια με τα περισσότερα σοβαρά είδη της μικροβιακής μόλυνσης του μωσαϊκού της τομάτας. Τα φυλλαράκια γίνονται στενότερα και πιο αιχμηρά με παράλληλη νεύρωση. Στην περίπτωση της ζημιάς από ορμονικά ζιζανιοκτόνα αυτό συνδυάζεται επίσης και με μερική συστροφή του μίσχου του φύλλου. Με τα σύγχρονα TMV-ανθεκτικά υβρίδια υπάρχουν φυσικά λιγότεροι λόγοι για ανησυχία. Αυτά τα συμπτώματα συνοδεύονται από δυσμορφίες στην ανάπτυξη των ανθέων που οδηγούν στη στειρότητα. Αφού η πηγή της ορμόνης είναι συνήθως ένας μόνο ψεκασμός σε ένα κοντινό χωράφι τα συμπτώματα εμφανίζονται σε ένα ανώτατο όριο και μετά τα φυτά συνέρχονται και η καινούρια αύξηση γρήγορα επαναφέρει τη φυσιολογική όψη του φυτού.

Μια δεύτερη πηγή των διαταραχών από χημικούς παράγοντες είναι τα προσθετικά εδάφους. Η ενσωμάτωση του άχυρου στο οποίο είχαν εφαρμοστεί επιβραδυντές αύξησης προκάλεσε σε μερικές περιπτώσεις ζημιές. Στην Αυστραλία, ο παρακινητής που ονομάζεται 'curly top' προκάλεσε σοβαρές οικονομικές απώλειες στην δεκαετία του '80. Τα συμπτώματα που έμοιαζαν με τη ζημιά των ορμονών και ο παρασυρόμενος ψεκασμός θεωρήθηκαν ύποπτοι. Η αιτία εντοπίστηκε τελικά σε ένα χημικό που έμοιαζε με ορμόνη και δημιουργήθηκε από την αφομοίωση ενός αντιβιοτικού στα έντερα των πουλερικών των οποίων η κοπριά χρησιμοποιούταν τότε σαν λίπασμα (Anon, 1973).

Ο αναστολέας αύξησης chlormequat chloride χρησιμοποιήθηκε σε καλλιέργειες τομάτας για να ελέγξει την αύξηση και γενικά κάνει κάτι περισσότερο από το να κονταίνει τα μεσογονάτια διαστήματα και να παράγει ένα ελαφρύ περιθωριακό κοκκίνισμα του φύλλου. Τυχαία περιστατικά παραμορφώσεων των ανθέων έχουν συνδεθεί με αυτό το χημικό. Φαίνεται να σταματά την ανάπτυξη του άνθους αν και οι επιδράσεις που παρατηρούνται στους ανθήρες είναι πιο σοβαρές από αυτές στην ωοθήκη και στον στύλο. Ο

δεύτερος μάλιστα φαίνεται να αναπτύσσεται φυσιολογικά και ακόμα και να σχηματίζει μερικούς σπόρους αν υγιής γύρη τοποθετηθεί στο στίγμα.

Διαταραχές της αύξησης των φύλλων

Οι μηχανισμοί που ρυθμίζουν την αύξηση του μεσόφυλλου και των νεύρων στα φύλλα είναι διαφορετικοί. Έτσι αυτά παρουσιάζουν και διαφορετική ευαισθησία στην επίδραση διαφόρων φυτορρυθμιστικών ουσιών και ζιζανιοκτόνων. Ορμονικά ζιζανιοκτόνα όπως το 2,4-D προκαλούν το σχηματισμό ταινιόμορφων φύλλων σαν συνέπεια της ανασχεσης της ανάπτυξης του μεσόφυλλου. Όταν η ανάπτυξη του μεσόφυλλου περιορίζεται λιγότερο από εκείνη των νεύρων τότε το μεσόφυλλο «φουσκώνει» μεταξύ των νεύρων με αποτέλεσμα το σχηματισμό κυματοειδών φύλλων (Εικόνα 7.1). Το σύμπτωμα αυτό προκαλείται από ορισμένα ζιζανιοκτόνα όπως τα ορμονικά dalapon, chlorthalopham κ.α. αλλά παρατηρείται και σε ασθενή φυτά.



Εικόνα 7.1: Παραμόρφωση στο σχήμα φύλλων τομάτας που προκλήθηκε από επίδραση του ορμονικού ζιζανιοκτόνου (συνθετικής αυξίνης) 2,4-D.

Επιπτώσεις στη μορφολογία των καρπών

Είναι γνωστή η φυσιολογική διαδικασία της γονιμοποίησης του άνθους και της καρπόδεσης καθώς και της ανάπτυξης του καρπού χωρίς το

σχηματισμό εμβρύου (παρθενοκαρπία). Σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης του καρπού παρατηρείται κατά κύριο λόγο έντονη κυτταρική διαίρεση ενώ, η μετέπειτα αύξηση του μεγέθους του καρπού είναι κυρίως αποτέλεσμα της αύξησης του μεγέθους των κυττάρων. Κατά συνέπεια, δραστικές αλλαγές στο σχήμα και την εμφάνιση των καρπών είναι φυσικό να συμβαίνουν από την εφαρμογή, σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης, φυτορρυθμιστικών ουσιών ή ζιζανιοκτόνων που επηρεάζουν την τροφοδοσία του νεαρού καρπού σε φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες (Εικόνα 7.2).



Εικόνα 7.2: Παραμόρφωση καρπών από μεγάλες δόσεις ορμόνης

Πτώση ανώριμων καρπών και πρόληψη

Η πρόληψη της πτώσης ανώριμων καρπών έχει εφαρμογή στην πράξη στην καλλιέργεια ορισμένων λαχανικών, όπως της τομάτας, καθώς και στην περίπτωση τεχνητής γονιμοποίησης και παραγωγής σπόρου υβριδίων. Πιο

συγκεκριμένα, τα φυτά της τομάτας δεν «δένουν» καρπούς όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η διάρκεια της ημέρας μικρή (καλλιέργεια σε θερμοκήπιο εκτός εποχής). Εφαρμογές συνθετικών αυξινών (β-NOA, 4-CPA) δίνουν λύση στο πρόβλημα.

Οι γιββερελλίνες καθώς και οι κυτοκινίνες χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις για την πρόληψη της πτώσης ανώριμων καρπών. Η δράση των φυτορρυθμιστικών αυτών ουσιών στην πρόληψη της καρπόπτωσης φαίνεται να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ουσίες αυτές κάνουν, το νεαρό ακόμη, καρπό ισχυρότερο πόλο έλξης των θρεπτικών στοιχείων, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται γρηγορότερα και να ανθίσταται στην αποκόλλησή του από το μητρικό φυτό.

Παρεμπόδιση της πρόωρης καρπόπτωσης παρατηρείται και μετά την εφαρμογή των επιβραδυντών αύξησης, όπως του chlormequat chloride, του daminozide, του paclobutrazol κ.α. Η παρεμπόδιση αυτή οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στην επιβράδυνση της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών προς όφελος της ανθοφορίας και της καρπόδεσης.

Κεφάλαιο 8ο

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ – ΚΑΡΠΟΔΕΣΗΣ

Δόνηση

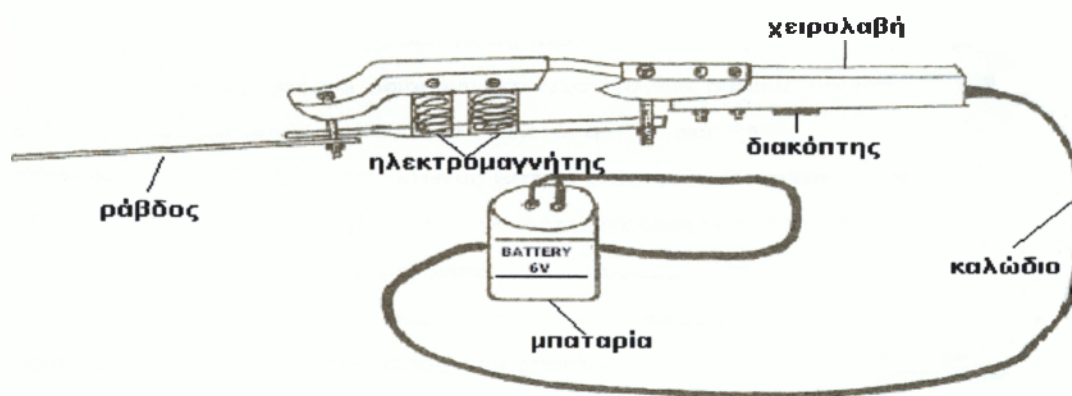
Η δόνηση δίνει καλύτερα αποτελέσματα, όταν γίνεται τις μεσημβρινές ώρες (10π.μ.-4μ.μ.) και όταν η νυχτερινή θερμοκρασία διατηρηθεί πάνω από 8-10°C για μερικές ημέρες (5-7) πριν από τη δόνηση. Πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε 2^η, 3^η ημέρα στα ανοιχτά άνθη. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουμε αύξηση έως και διπλασιασμό της παραγωγής, αύξηση του μέσου βάρους καρπών, αύξηση του αριθμού καρπών ανά ταξιανθία και βελτίωση της ποιότητάς τους. Αν πρόκειται για λίγα φυτά τη δόνηση μπορούμε να την προκαλέσουμε και εμείς με τα χέρια ή να προβούμε σε ψεκασμό με σκέτο νερό.

Η δόνηση μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους :

- Χτύπημα του σπάγκου ανάρτησης των φυτών και των ανθέων στο πάνω μέρος με κοντάρι, οπότε επιτυγχάνεται δόνηση των φυτών και των ανθέων.
- Δόνηση των οριζόντιων συρμάτων υποστύλωσης, επί των οποίων είναι δεμένοι οι σπάγκοι ανάρτησης, με χτυπήματα με κοντάρι ή λοστό. Η δόνηση μεταφέρεται από το σύρμα στο σπάγκο και από εκεί στα φυτά.
- Δόνηση της κάθε ταξιανθίας χωριστά με τη βοήθεια ενός φορητού δονητή. Ο δονητής αυτός αποτελείται από τη χειρολαβή, από ένα μικρό ηλεκτρομαγνήτη ο οποίος λειτουργεί με μπαταρία 6 βολτ, από μια μεταλλική ράβδο και από το διακόπτη (Εικόνα 8.1). Η μεταλλική ράβδος είναι αποδέκτης της παλμικής κίνησης του ηλεκτρομαγνήτη και μεταφέρει την κίνηση στις ταξιανθίες με την επαφή τους. Για να μη προκαλεί ζημιές στις ταξιανθίες η ράβδος

καλύπτεται με πλαστική επένδυση. Ο δονητής τίθεται σε λειτουργία από το χειριστή του κάθε φορά που η ράβδος ακουμπήσει τη βάση (τον ποδίσκο) της ταξιανθίας. Τα αποτελέσματα από τη χρήση τέτοιων δονητών είναι καταπληκτικά, αλλά απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθόδου πολλά εργατικά που αυξάνουν το κόστος παραγωγής.

- Αυτόματη δόνηση των οριζόντιων συρμάτων υποστύλωσης με ηλεκτρικό πνευματικό (πιεσμένος αέρας) αυτόματο σύστημα. Η μέθοδος δίνει πολύ καλά αποτελέσματα, αλλά η αρχική του εγκατάσταση είναι υψηλού κόστους. Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να ρυθμιστούν κατά βούληση το εύρος, η χρονική διάρκεια και η ταχύτητα της δόνησης. Το σύστημα προσαρμόζεται σε υαλόφρακτα θερμοκήπια που είναι εφοδιασμένα, με προγραμματιστές και όπου η ανθρώπινη εργασία είναι δυσεύρητη και πολύ ακριβή.



Εικόνα 8.1: Ηλεκτρικός δονητής ανθέων

Σε θερμές περιοχές όπως της Μεσογείου και των νότιων πολιτειών των ΗΠΑ καλά αποτελέσματα επικονίασης μπορούν να προκύψουν με τη χρήση ισχυρών ρευμάτων αέρα (πιεσμένος αέρας) ή με πιεσμένο νερό επί των φυτών.

Σύγκριση δόνησης με χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών για την υποβοήθηση της καρποφορίας

Με τη δόνηση επιτυγχάνεται ικανοποιητική επικονίαση και γονιμοποίηση με αποτέλεσμα να εξασφαλίζονται καλές αποδόσεις και οι καρποί να είναι καλής ποιότητας, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για φυσιολογική καρπόδεση. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος εφαρμογής και ο χρόνος μετάδοσης παθογόνων και κυρίως ιώσεων.

Με τις καρποδετικές ορμόνες εξασφαλίζεται υψηλότερη παραγωγή σε σύγκριση με το μάρτυρα, αλλά η ποιότητα των καρπών είναι υποβαθμισμένη. Η υποβάθμιση αναφέρεται στην εξωτερική εμφάνιση των καρπών, στο σχήμα όπου παρουσιάζεται ασυμμετρία (ο καρπός εμφανίζεται πολυγωνικός με εξόγκωμα στο αντίθετο του ποδίσκου άκρο, γεγονός που τον διακρίνει χαρακτηριστικά από τον φυσιολογικά γονιμοποιημένο καρπό) και το χρώμα επίσης είναι φτωχό. Εσωτερικά ο καρπός παρουσιάζει κενά (κούφιοι καρποί) λόγω απουσίας σπερμάτων και του ζελατινώδους υγρού. Η γεύση αλλοιώνεται, μειώνεται η μηχανική αντοχή του καρπού, γίνεται πιο μαλακός (υδαρής), δεν διατηρείται για πολύ μετά τη συγκομιδή, ιδίως όταν ο καρπός ωριμάσει σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι περισσότερο ή λιγότερο έντονα, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο θερμοκήπιο και την εφαρμοζόμενη συγκέντρωση (πιο έντονα όταν είναι μεγαλύτερη από την κανονική συγκέντρωση).

Έπειτα από όσα έχουν αναφερθεί προηγουμένως για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του δονητή και των ορμονών συνιστάται για να εξασφαλίσουμε μεγάλες αποδόσεις και συγχρόνως καλής ποιότητας καρπούς τους δύσκολους για φυσιολογική καρπόδεση μήνες: Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο, θα πρέπει να γίνεται συνδυασμένη χρήση δονητή και ορμόνης στη συχνότητα και συγκέντρωση που έχουν δοθεί. Η εφαρμογή των ορμονών θα πρέπει να περιορίζεται στη χρονική περίοδο που είναι απόλυτα απαραίτητες (για την Ελλάδα τον Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο) και όχι τις άλλες

εποχές που συνιστάται η χρήση του δονητή (Νοέμβριο, Μάρτιο, Απρίλιο). Είναι προτιμότερο οι ορμόνες να συμπληρώνουν το δονητή και όχι να τον αντικαθιστούν.

Σε πολλές χώρες δεν συνιστάται η εφαρμογή των καρποδετικών ορμονών στην τομάτα, λόγω κυρίως των μειονεκτημάτων που παρουσιάζει η εφαρμογή τους στην ποιότητα των καρπών. Αντί αυτών, εισηγούνται την χρήση του ηλεκτρικού δονητή μαζί με την εξασφάλιση των ελάχιστων επιθυμητών καλλιεργητικών συνθηκών στο θερμοκήπιο.

Συχνά γίνεται λόγος για το κατά πόσον οι καρποδετικές ορμόνες που εφαρμόζονται στην τομάτα επιδρούν δυσμενώς επί της υγείας του ανθρώπου. Κάτι τέτοιο θεωρείται απίθανο, γιατί η ουσία που κυρίως χρησιμοποιείται, η αυξίνη β-NAA, σχηματίζεται και κυκλοφορεί στα φυτά. Εφαρμόζεται πολύ νωρίς στο φυτό (όταν ο καρπός είναι άνθος) και η συγκέντρωση που πρέπει να χρησιμοποιηθεί (60 ppm) είναι πολύ μικρή.

Μέλισσες γονιμοποίησης για καλλιέργειες θερμοκηπίων, τούνελ και υπαίθρου

Μια επαναστατική μέθοδος γονιμοποίησης όσο και «οικολογική» καθότι φυσιολογική, αρχίζει πλέον να χρησιμοποιείται κυρίως στις υπό κάλυψη αλλά και στις υπαίθριες καλλιέργειες. Δεν είναι άλλη από εκείνη που η ίδια η φύση προβλέπει για τη διαίωνιση του είδους στις σταυροεπικονιάσεις, δηλαδή, η χρήση των μελισσών γονιμοποίησης σε αντικατάσταση των μεθόδων δονισμού και ορμονιάσματος.

Το 1987, μια βελγική εταιρεία εγκαινίασε τη χρήση των μελισσών (*Bombus terrestris*) για τη γονιμοποίηση της τομάτας θερμοκηπίου, σε αντικατάσταση των μεθόδων δονισμού με το χέρι και της χρήσης ορμονών (Εικόνα 8.2). Από τότε, η χρήση των μελισσών γονιμοποίησης επεκτάθηκε κατά πολύ στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες και οι μέλισσες γονιμοποίησης

χρησιμοποιούνται με επιτυχία για τη γονιμοποίηση μεγάλου αριθμού καλλιεργειών, όχι μόνο στα θερμοκήπια και στα τούνελ, αλλά και σε καλλιέργειες ανοιχτού αγρού.



Εικόνα 8.2:
*Χρήση των μελισσών (*Bombus terrestris*) για τη γονιμοποίηση της τομάτας θερμοκηπίου*

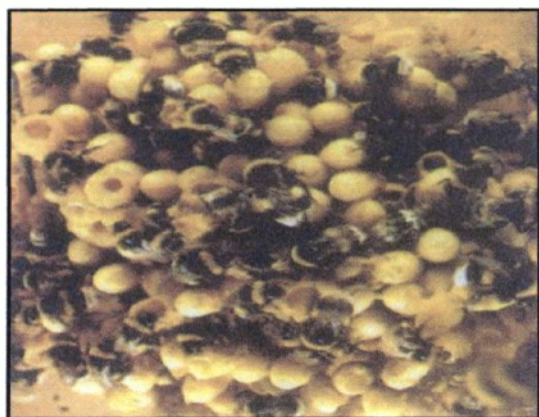
Η βιολογία των μελισσών γονιμοποίησης

Οι αποικίες των μελισσών γονιμοποίησης (Εικόνα 8.3) δεν ζουν κατά τη διάρκεια του χειμώνα όπως συμβαίνει με τις κοινές μέλισσες. Η αποικία των μελισσών γονιμοποίησης δημιουργείται από τη βασίλισσα η οποία διαχειμάζει κατά τη διάρκεια του χειμώνα και που είχε γονιμοποιηθεί από κηφήνα το προηγούμενο φθινόπωρο. Η βασίλισσα γεννά αυγά, τα οποία μετά από μερικές ημέρες εκκολάπτονται σε προνύμφες. Μετά από λίγο καιρό οι προνύμφες αναπτύσσονται σε πλήρη έντομα, τις πρώτες εργάτριες. Οι κάμπιες τρέφονται με ένα μίγμα από νέκταρ και γύρη, που μαζεύεται από άνθη.

Μόλις εμφανιστούν οι πρώτες εργάτριες, η βασίλισσα δεν εγκαταλείπει πλέον την κυψέλη και οι εργάτριες αρχίζουν να τρέφουν και να φροντίζουν το σμήνος. Μετά την παραγωγή 150 μέχρι 400 εργατριών, η βασίλισσα αρχίζει να γεννά νεαρές βασίλισσες και κηφήνες. Μετά τη γονιμοποίησή τους από τους κηφήνες, οι βασίλισσες εισχωρούν μέσα στο έδαφος για να διαχειμάσουν όπου

παραμένουν 5-7 μήνες. Στο τέλος του βιολογικού κύκλου οι εργάτριες αρχίζουν να πεθαίνουν και η δραστηριότητα της αποικίας αρχίζει να μειώνεται.

Οι αποικίες των μελισσών γονιμοποίησης παραδίνονται σε μικρά ξύλινα κιβώτια (24cm x 18cm x 18cm, βάρους 3 λιμπρών) (Εικόνα 8.4). Οι κυψέλες αποτελούνται από δύο τμήματα. Το μεγαλύτερο τμήμα-διαμέρισμα περιέχει το σμήνος και συνδέεται με το τμήμα διατροφής. Η φιάλη που περιέχει το θρεπτικό διάλυμα εισάγεται μέσα στο τμήμα που προορίζεται για τη διατροφή.



Εικόνα 8.3:
Αποικία μελισσών γονιμοποίησης



Εικόνα 8.4:
Κυψέλη μελισσών γονιμοποίησης

Ένα σύστημα πτερυγίων εμποδίζει τις μέλισσες γονιμοποίησης να διαφεύγουν από τη φωλιά κατά τη διάρκεια αντικατάστασης φιαλών. Με το σύστημα αυτό, αποφεύγεται ο κίνδυνος τσιμπήματος κατά την αντικατάσταση των φιαλών διατροφής. Η είσοδος των κυψελών κλείνεται με ένα καπάκι. Την πρώτη φορά που οι εργάτριες εγκαταλείπουν τη φωλιά κάνουν μια αναγνωριστική πτήση. Πάντοτε επιστρέφουν στο αρχικό σημείο της κυψέλης. Η θέση της κυψέλης δεν πρέπει να αλλάζει μετά την πρώτη πτήση των μελισσών γονιμοποίησης.

Πλεονεκτήματα των μελισσών γονιμοποίησης

Μερικά είδη μελισσών γονιμοποίησης (π.χ. *Bombus terrestris*) προκαλούν δονήσεις οι οποίες είναι αναγκαίες για τη γονιμοποίηση των ανθέων της τομάτας. Γενικά οι μέλισσες γονιμοποίησης προκαλούν πολύ καλή επικονίαση/γονιμοποίηση με μεγαλύτερους καρπούς, υψηλής ποιότητας και

καλού βάρους. Σε αντίθεση με τις συνηθισμένες μέλισσες, οι μέλισσες γονιμοποίησης νιώθουν άνετα να ζουν μέσα σε θερμοκήπια και τούνελ. Δεν προσβάλλονται από τις ασθένειες των συνηθισμένων μελισσών και ούτε είναι φορείς αυτών των ασθενειών.

Η δόνηση με το χέρι ή η εφαρμογή ορμονών μπορούν να αντικατασταθούν πλήρως από τις μέλισσες γονιμοποίησης. Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- ✓ Λιγότερη χειρονακτική εργασία
- ✓ Ευκολότερη διαχείριση
- ✓ Υψηλότερες αποδόσεις
- ✓ Μεγαλύτερη παραγωγή σπόρων μέσα στους καρπούς, με αποτέλεσμα μεγαλύτερους και πιο συνεκτικούς καρπούς.



Εικόνα 8.5:

Κυψέλη μελισσών γονιμοποίησης εγκαταστημένη σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας

Σε χώρες με μεσογειακό κλίμα οι μέλισσες γονιμοποίησης μπορούν να χρησιμοποιούνται από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάιο. Οι υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού (πέραν των 38°C) εμποδίζουν τη βλάστηση της γύρης, με αποτέλεσμα η γονιμοποίηση να είναι πλέον δυνατή μόνο με τη χρήση ορμονών.

Μια αποικία μπορεί να γονιμοποιήσει 1000 μέχρι 3000 τετραγωνικά μέτρα καλλιέργειας για 6 μέχρι 8 εβδομάδες. Ο αριθμός των αποικιών που χρειάζονται εξαρτάται από τον τύπο του θερμοκηπίου ή του τούνελ, την εποχή του χρόνου, την ποικιλία της τομάτας, τον αριθμό των φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο και τον ανταγωνισμό από άγρια άνθη (Εικ. 8.5). Κάθε φορά που οι μέλισσες γονιμοποίησης επισκέπτονται ένα άνθος, ένα μικρό σημάδι καφέ χρώματος παραμένει στον κώνο του ανθήρα, το οποίο καθιστά δυνατή την παρακολούθηση της γονιμοποίησης/επικονίασης κάθε μέρα. Λόγω του ότι τα άνθη της τομάτας δεν παράγουν νέκταρ, οι αποικίες πρέπει πάντοτε να προμηθεύονται με διάλυμα ζάχαρης ή με άλλο ειδικό διάλυμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανώνυμος, (1992), Γεωργία και Ανάπτυξη, Μάιος-Ιούνιος

Ανώνυμος, (1993), Τομάτα- Ετήσια (ειδική) έκδοση, Εκδόσεις Ζευς

Atherton J.G, Rudich J., (1986), The tomato crop, *Chapman and Hall*

Ζαρμπούτης Β. Ι , Γκόκη Ι. Α, (1992), Καλλιέργειες σε θερμοκήπιο, Εκδόσεις «Ιων»

Κανάκης Α., (1997), Μαθήματα Λαχανοκομίας ΙΙ, Τόμος Α΄, Θερμοκηπιακή Καλλιέργεια Τομάτας, *Τεχνολογικό Ίδρυμα Καλαμάτας*

Καραμπέτσος Χ.Ι, (1999), Φυσιολογία φυτών, *Τεχνολογικό Ίδρυμα Καλαμάτας*

Κοιανάκος Ι., (1988), Η καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο, *Έκδοση ΙΙ. Κούλη*

Ολύμπιος Μ. Χ, (1990), Η τεχνική της καλλιέργειας της τομάτας στο θερμοκήπιο, *Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Πασπάτης Ε., (1998), Φυτορρυθμιστικές ουσίες (Φυτορμόνες), *Εκδόσεις Αγροτόπος Α.Ε.*