



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ:

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΙΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΑΛΙΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ (Lycopersicon esculentum Mill.)

ΤΣΑΓΚΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2009

ΣΤΕΓ(ΘΕΚΑ)
Π.380



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ:

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΙΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΑΛΙΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗ
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ ΛΥΚΟΠΕΝΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ (Lycopersicon esculentum Mill.)

ΤΣΑΓΚΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΩΤΣΙΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήταν παράλειψή μου να μην εκφράσω τις ειλικρινές ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Χ. Ολύμπιο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου αυτή την εργασία, για την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκειά της και κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα ενδιαφέρον αντικείμενο.

Επίσης ευχαριστώ τους συνεργάτες του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών κ. Ι. Καραπάνο και Α. Ρομπόκη για την αμέριστη βοήθειά και τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσαν κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους.

Ευχαριστώ επίσης τους καθηγητές μου Α. Αλεξόπουλο και Α. Κώτσιρα για τις συμβουλές και την επέμβαση τους και ιδιαίτερος τον κ. Α. Αλεξόπουλο για τις ώρες που μου αφιέρωσε, τις χρήσιμες υποδείξεις του κατά τις διορθώσεις του τελικού κειμένου, καθώς και την συμπαράστασή και την ηθική υποστήριξη που μου έδειξε κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	8
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Βοτανική ταξινόμηση της τομάτας	8
1.2 Καταγωγή	8
1.3 Βοτανικοί χαρακτήρες	10
1.3.1 Ριζικό σύστημα.....	10
1.3.2 Βλαστός.....	10
1.3.3 Φύλλα.....	11
1.3.4 Άνθη.....	11
1.3.5 Καρπός.....	11
1.3.6 Σπόρος.....	13
1.4 Ποικιλίες	13
1.5 Έδαφος	14
1.6 Πότισμα	14
1.7 Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την καρπώδεση της τομάτας	15
1.7.1 Θερμοκρασία.....	15
1.7.2 Φωτισμός.....	16
1.7.3 Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂).....	17
1.7.4 Σχετική Υγρασία	18
1.8 Επικονίαση – γονιμοποίηση	18
1.9 Πολλαπλασιασμός τομάτας	20
1.9.1 Κατευθείαν σπορά στο χωράφι	20
1.9.2 Σπορά στο σπορείο και μεταφύτευση των σποριόφυτων στο χωράφι.....	21
1.9.3 Μεταφύτευση στο θερμοκήπιο.....	21
1.9.4 Μεταφύτευση σε γλαστράκια.....	22
1.10 Καλλιεργητικές φροντίδες	23
1.10.1 Πότισμα.....	23
1.10.2 Λίπανση.....	23
1.10.3 Κλάδεμα	30
1.10.4 Υποσύλωση.....	31
1.11 Συγκομιδή	31
1.12 Αποθήκευση	32
1.13 Εχθροί και ασθένειες της τομάτας	33
1.13.1 Εχθροί.....	33

1.13.2	Μυκητολογικές ασθένειες	34
1.13.3	Βακτηριώσεις	35
1.13.3.1	Ιώσεις.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ		37
2 ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ.....		37
2.1	Οι ελεύθερες ρίζες και το οξειδωτικό στρες	37
2.1.1	Οι ελεύθερες ρίζες.....	37
2.2	Τα αντιοξειδωτικά	38
2.2.1	Το οξειδωτικό στρες.....	39
2.3	Το αντιοξειδωτικό περιεχόμενο της τομάτας	40
2.4	Αντιοξειδωτικές βιταμίνες	40
2.4.1	Βιταμίνη C	40
2.4.2	Η βιταμίνη E	41
2.5	Φαινολικές ενώσεις (πολυφαινόλες)	41
2.6	Τα καροτενοειδή	42
2.7	Το λυκοπένιο	43
2.7.1	Χημική σύσταση και οι φυσικές ιδιότητες του λυκοπενίου	44
2.7.2	Η βιοσύνθεση του λυκοπενίου	46
2.7.3	Το λυκοπένιο στην τομάτα.....	47
2.7.4	Η αντιοξειδωτική δράση του λυκοπενίου	48
2.7.5	Η μη αντιοξειδωτική δράση του λυκοπενίου	49
2.7.6	Σταθερότητα διαλυμάτων λυκοπενίου σε πλάσμα και σε άλλους βιολογικούς ιστούς.....	49
2.7.7	Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση του λυκοπενίου	50
2.7.7.1	Περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	50
2.7.7.2	Παράγοντες τεχνικών καλλιέργειας.....	52
2.7.7.3	Φασματικά χαρακτηριστικά	55
2.8	Σκοπός της εργασίας	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....		57
3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....		57
3.1	Φυτικό υλικό	57
3.2	Θρεπτικά διαλύματα	59
3.2.1	Πυκνά θρεπτικά διαλύματα	59
3.2.2	Αραιά θρεπτικά διαλύματα	59
3.3	Φυτοπροστασία	62
3.4	Υποστύλωση	63

3.5 Δόνηση	63
3.6 Συγκομιδή και συντήρηση των καρπών	63
3.7 Προσδιορισμός λυκοπενίου	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	68
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ	77
5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής μελετήθηκε η επίδραση τριών επιπέδων καλιούχου λίπανσης (100, 250 και 400 ppm) στην συγκέντρωση λυκοπενίου σε ώριμους καρπούς τομάτας των υβριδίων Belladonna και Primadonna. Το κάλιο χορηγήθηκε στα φυτά υπό μορφή θειικού καλίου (K_2SO_4) μέσω υδρολίπανσης. Αφορμή για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας έδωσε η πρακτική των καλλιεργητών να προκαλούν αύξηση στην ένταση του κόκκινου χρώματος των καρπών τομάτας καθώς και το γεγονός ότι η πιθανή αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου στους καρπούς της τομάτας μπορεί να θεωρηθεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό για τον καταναλωτή, λόγω της ισχυρής αντιοξειδωτικής του δράσης.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος συμπεραίνουμε ότι οι ποικιλίες Primadonna και Belladonna που εξετάστηκαν σε αυτή τη μελέτη δεν επηρεάστηκαν από τις συγκεντρώσεις καλίου όσον αφορά στο συνολικό αριθμό και το βάρος των παραγόμενων καρπών. Παρόλα αυτά παρατηρήθηκαν διαφορές όσον αφορά στο ρυθμό παραγωγής των καρπών.

Ακόμη πιο σημαντική ήταν επίδραση της καλιούχου λίπανσης στη συγκέντρωση λυκοπενίου στους καρπούς και παρατηρήθηκε ότι αυτή επηρεάστηκε τόσο από την ποικιλία όσο και από την εποχή συγκομιδής ή/και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1 Εισαγωγή

1.1 Βοτανική ταξινόμηση της τομάτας



Εικ. 1.1 Φυτά τομάτας σε πλήρη ανάπτυξη στο θερμοκήπιο (πηγή: http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online%20papadopoulos/28a.htm).

Lycopersicon esculentum Mill.

Οικογένεια: Solanaceae

Lycopersicon: από το ελληνικό λυκοροδάκινο

Συνώνυμα: τομάτα, πομιδόρο, πομιλορκά

1.2 Καταγωγή

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια Solanaceae. Είναι ιθαγενές φυτό της Ν. Αμερικής, απ' όπου μεταφέρθηκε και διαδόθηκε σε όλες τις θερμές και εύκρατες χώρες.

Φαίνεται ότι ο πρόγονος της τομάτας που καλλιεργείται στις μέρες μας είναι η *Lycopersicon esculentum* var *cerasiforme*, με μοναδικό διεκδικητή (πρόγονο) την *Lycopersicon pimpinellifolium*, η οποία πιθανολογείται ότι είναι προϊόν της γενετικής σειράς, παρά μέλος αυτής. Στην Ελλάδα εισήχθη περίπου το 1818. Η τομάτα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό για τους καρπούς της (Ολύμπιος, 1996, 2001, Δημητράκης, 1998).

Σε διεθνή κλίμακα, η καλλιέργεια της πατάτας καταλαμβάνει την πρώτη σε έκταση θέση, ακολουθεί η γλυκοπατάτα και στη συνέχεια η τομάτα. Στην Ελλάδα, η επιτραπέζια τομάτα (χωρίς να λάβουμε υπόψη μας τις εκτάσεις της βιομηχανικής τομάτας) καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση, σε έκταση, μετά την πατάτα. Στατιστικά που αναφέρονται σχετικά με την έκταση και παραγωγή καλλιέργειας τομάτας στην Ελλάδα, παρουσιάζονται στον πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1. Στοιχεία έκτασης παραγωγής και μέσης απόδοσης κατά στρέμμα σε καλλιέργεια τομάτας θερμοκηπίου (κύρια και 2η καλλιέργεια) κατά γεωγραφικό διαμέρισμα Ελλάδας το έτος 1997 (πηγή: Ολύμπιος, 2001).

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Αποδόσεις (τον./στρ.)
Α. Μακ/νίας- Θράκης	582	4.754	8,2
Δ. & Κ. Μακεδονίας	4.951	40.146	8,1
Ηπείρου	1.579	16.955	10,7
Θεσσαλίας	1.282	11.625	9,1
Πελοποννήσου- Δ. Στερεάς	4.107	40.063	9,8
Αττικής- Νήσων	1.905	20.190	10,6
Κρήτης	7.897	113.450	14,4
Σύνολο Χώρας	22.303	247.183	

1.3 Βοτανικοί χαρακτήρες

Η τομάτα φυτό ποώδες, στον τόπο καταγωγής της είναι πολυετές, αλλά στις εύκρατες ζώνες καλλιεργείται σαν ετήσιο ή διετές διότι νεκρώνεται το χειμώνα.

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ανήκουν στις εξής κατηγορίες από άποψη βλαστικής ανάπτυξης:

“Αναρριχώμενες”, όπου ο κεντρικός βλαστός του φυτού μεγαλώνει συνεχώς σχηματίζοντας ένα μεγάλο αριθμό ταξιανθιών.

“Αυτοκλαδεύομενες ή νάνες”, στις οποίες αφού σχηματιστεί κάποιος αριθμός ταξιανθιών (εξαρτάται από την ποικιλία), η ανάπτυξη του κεντρικού βλαστού σταματά. Οι νάνες ποικιλίες παράγουν μεγάλο αριθμό καρπών ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας ενώ έχουν μικρή βλαστική ανάπτυξη. Η ανθοφορία τους ολοκληρώνεται λίγες εβδομάδες μετά τη σπορά, όπως και η καρπόδεση, με αποτέλεσμα η ωρίμανση να γίνεται πιο «συγκεντρωμένα». Οι ποικιλίες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή πρώτης ύλης στη βιομηχανία (Δημητράκης, 1998).

1.3.1 Ριζικό σύστημα

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει μία ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια. Σε περίπτωση που κοπεί η κεντρική ρίζα μπορεί και παράγει εύκολα αρκετές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες ακόμη και από το λαιμό του. Αυτό το πλεονέκτημα εντάσσει την τομάτα στα ευκόλως μεταφυτευόμενα φυτά, ακόμη και με γυμνή ρίζα ή μπάλα χώματος χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη τεχνική για την καλλιέργεια τομάτας. Επιπλέον, βοηθά τον καλλιεργητή να αντιληφθεί γρήγορα τυχόν προβλήματα στην συνθήκες του ριζοστρώματος, που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας π.χ. συνθήκες κακού αερισμού (Ολύμπιος, 2001).

1.3.2 Βλαστός

Είναι κυλινδρικός και πλήρης εσωτερικά. Στην αρχή είναι τρυφερός, χυμώδης, μαλακός και με την πάροδο του χρόνου γίνεται σταδιακά πιο σκληρός αποκτώντας κάποια

μηχανική αντοχή χωρίς να ξυλοποιείται, αλλά παραμένοντας σχετικά εύθραυστος. Έτσι τα φυτά χρειάζονται υποστήλωση. Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί, από τους οποίους φύονται πλευρικοί βλαστοί. Η τομάτα έχει την τάση να παράγει πολλούς και ζωντανούς πλάγιους βλαστούς. Είναι σημαντικό κατά το κλάδεμα να μπορεί να ξεχωρίσει ο κλαδευτής τον κεντρικό από τον πλευρικό βλαστό (Ολύμπιος, 2001).

1.3.3 Φύλλα

Τα φύλλα της τομάτας εμφανίζονται στο υπέργειο τμήμα του βλαστού σε ελικοειδή διάταξη. Είναι σύνθετα και καθένα από αυτά αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων, με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Στην επιφάνειά τους φέρουν αδενώδη τριχίδια τα οποία προσδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού (Δημητράκης, 1998). Το μέγεθος των φύλλων (μήκος - πλάτος) και ο αριθμός των ζευγών είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας, εντούτοις επηρεάζεται από τις συνθήκες καλλιέργειας και τη θέση του φύλλου πάνω στο βλαστό (Ολύμπιος, 2001).

1.3.4 Άνθη

Τα άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθίες από 2-3 έως 20 ή και περισσότερα ανά ταξιανθία. Οι ταξιανθίες βρίσκονται πάνω στον βλαστό του φυτού και ανάλογα με την ποικιλία διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα. Στο άκρο κάθε διακλάδωσης υπάρχει και ένα άνθος. Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, μία κίτρινη στεφάνη με 5 ή περισσότερα ενωμένα πέταλα, και 5 ή περισσότερους στήμονες ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους μεταξύ τους κατά μήκος, σχηματίζοντας έναν κώνο περιμετρικά από το στύλο, ο οποίος είναι κοντός και εγκλωβίζεται από τους ανθήρες. Η ωοθήκη είναι πολύχωρη με πολλά ωάρια σε κάθε χώρο (Ολύμπιος, 2001).

1.3.5 Καρπός

Ο καρπός της είναι πολύχωρος ράγα και αποτελείται από εξωκάρπιο, σάρκα, πλακούντα και σπόρους. Η σάρκα του καρπού σχηματίζεται από τα τοιχώματα της

συνήθως "δίχωρης" ωθήκης και είναι αρκετά πλούσια σε χυμό, ο οποίος αποτελεί την πρώτη ύλη της κονσερβοβιομηχανίας. Έχει χονδρό περικάρπιο, με λεπτή επιδερμίδα χωρίς στομάτια και με κηρώδη εφυμενίδα. Ο χυμός έχει ένα ξηρό υπόλειμμα που κυμαίνεται μεταξύ 3% και 8% και η χημική σύνθεσή του είναι γενικά η εξής: Νερό 93%, Αναγωγικά σάκχαρα 3,5%, Τέφρα 0,5%, Αζωτούχες ουσίες 1%, Κυτταρίνη 1%, Λιπαρές ουσίες 0,2%, Αζωτούχες ουσίες 1% (Δημητράκης, 1998).

Ο καρπός είναι σφαιρικός ή μακρόστενος, είναι βρώσιμος, πράσινος πριν την ωρίμανσή του και κόκκινος μετά λόγω της χρωστικής του λυκοπενίου που διαθέτει. Στα άγρια φυτά ο καρπός έχει διάμετρο 1-2 cm. Οι καλλιεργούμενες τομάτες ποικίλουν σε μέγεθος από τοματάκια (cherry tomatoes), που έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος (1-2 cm) όπως η άγρια τομάτα, μέχρι τα beefsteak με διάμετρο 10 cm ή περισσότερο. Οι πιο διαδεδομένες εμπορικά ποικιλίες τομάτας έχουν 5-6 cm διάμετρο. Το βάρος της τομάτας είναι από 250 - 350 g (μεγαλόκαρπη), ενώ υπάρχουν και μικρόκαρπα υβρίδια (cherry) τα οποία μπορούν να συγκομισθούν με το τσαμπί τους (και όχι μεμονωμένα) και έχουν βάρος 50-100 γραμμάρια. Οι περισσότερες σύγχρονες ποικιλίες τομάτας έχουν ομαλή επιφάνεια, αλλά κάποιες εμφανίζουν έντονες νευρώσεις. Οι περισσότερες ποικιλίες τομάτας παράγουν κόκκινους καρπούς, ορισμένες ποικιλίες ωστόσο έχουν άλλα χρώματα όπως κίτρινο, πορτοκαλί ροζ, μαύρο καφέ και μοβ. Υπάρχουν ακόμη και ποικιλίες που παράγουν πολύχρωμους καρπούς (Ολύμπιος, 2001, Δημητράκης, 1998, <http://agrogen.gr/agrogen/index.php>).



Εικ. 1.2 (α) Ώριμοι καρποί βιομηχανικής τομάτας και (β) καρποί επιτραπέζιας τομάτας στο στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος (πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tomato>).

Το κόκκινο χρώμα οφείλεται στο καροτενοειδές λυκοπένιο (είναι η κύρια χρωστική ουσία της τομάτας) ενώ το πορτοκαλί στο β-καροτένιο (προβιταμίνη Α). (Δημητράκης, 1998).

1.3.6 Σπόρος

Είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος, με κίτρινο-καφέ-χρυσάφενιο χρώμα και η επιφάνειά του καλύπτεται από τριχοειδείς αποφύσεις. Το μέγεθος του είναι μικρό, διαμέτρου 3–5 mm και φέρει ένα κυρτό έμβρυο. Η βλαστικότητα του διατηρείται για 4 τουλάχιστον χρόνια υπό κανονικές συνθήκες, ενώ μπορεί να φτάσει πάνω από 10 χρόνια εάν αποθηκευτεί σε χαμηλή θερμοκρασία και έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (Δημητράκης, 1998).

1.4 Ποικιλίες

Υπάρχει μεγάλος αριθμός ποικιλιών και υβριδίων τομάτας που ευδοκιμούν σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος και ο καρπός τους είναι κατάλληλος για νωπή κατανάλωση ή για βιομηχανική επεξεργασία ή και για τις δυο αυτές χρήσεις.

Τα τελευταία χρόνια οι περισσότερο διαδεδομένες ποικιλίες (ή υβρίδια) τομάτας που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι για βιομηχανική επεξεργασία. Οι ποικιλίες αυτές είναι γενικά “νάνες” και μικρόκαρπες . Ο χρόνος από τη μεταφύτευση ως την ωρίμανση του 50% περίπου των καρπών, είναι 90–110 ημέρες. Μερικές από τις βιομηχανικές ποικιλίες τομάτας που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα, είναι οι εξής: SONORA, OVAL RED, RED BALL, TITANO, RIO GRANDE.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιούνται και για νωπή κατανάλωση. Αυτές οι ποικιλίες ή συνήθως υβρίδια, είναι φυτά αναρριχώμενα με μέτρια ως μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, μεσόκαρπα ή μεγαλόκαρπα. Μερικά από τα καλλιεργούμενα υβρίδια είναι: GC-204, ALONSO, JOLLY, ARLETTA, MERETO, ACOR, DOMBO, DOMBITO (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος 2001).

1.5 Έδαφος

Η τομάτα ευδοκίμει σε πολλούς τύπους εδαφών, προτιμώντας όμως τα εδάφη ελαφριάς μηχανικής σύστασης ή τα βαθιά και καλά στραγγιζόμενα, πλούσια σε οργανική ουσία, γόνιμα, ζεστά (14°C) και αρδευόμενα. Σε αυτά τα εδάφη ευνοείται η πρωίμιση της παραγωγής, απαιτώντας όμως συχνότερα ποτίσματα και αυξάνοντας τις ανάγκες του φυτού σε κάλιο. Μπορούμε λοιπόν να κατηγοριοποιήσουμε τις τομάτες βάσει των ειδικών απαιτήσεων σε έδαφος όταν επιδιώκεται πρωιμότητα ή μεγάλη παραγωγή, σε βιομηχανικές και τομάτες νωπής κατανάλωσης.

1.Βιομηχανική τομάτα. (Sonora, Oval, Red) Για μεγάλη απόδοση, εφόσον δεν ενδιαφέρει η πρωιμότητα, προτιμώνται τα πηλώδη, αργιλλοπηλώδη ή βαρύτερα εδάφη, τα οποία έχουν μεγάλη υδατοϊκανότητα και συνήθως καλή γονιμότητα.

2.Τομάτα νωπής κατανάλωσης (Alonso, Jolly, Arletta). Για πρώιμη ωρίμανση προτιμάται να καλλιεργείται σε ελαφρότερα εδάφη (πηλοαμμώδη, αμμοπηλώδη) τα οποία στραγγίζουν καλύτερα και θερμαίνονται νωρίτερα την άνοιξη, χρειάζονται όμως περισσότερη λίπανση, γιατί είναι λιγότερο γόνιμα, και συχνότερη άρδευση.

Σε όλες τις περιπτώσεις είναι επιθυμητή η μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, καθώς και σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Ευνοείται σε pH κοντά στο 6,5. Πρέπει να αποφεύγονται τα αλατούχα εδάφη (Maas, 1984; Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

1.6 Πότισμα

Η τομάτα εντάσσεται στα υδρόφιλα φυτά. Η συχνότητα ποτίσματος και η ποσότητα της άρδευσης εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια κλπ.), από τη σύσταση του νερού άρδευσης και του εδαφικού υποστρώματος, και από το στάδιο ωρίμανσης του φυτού. Γενικά, στα φυτά τομάτας δεν πρέπει να εφαρμόζονται μεγάλες ποσότητες νερού ανά πότισμα, αλλά συχνά ποτίσματα με μικρές ποσότητες νερού. Πρέπει δηλαδή, το φυτό να διατηρείται στεγνό χωρίς να φτάσει στο σημείο μάρανσης (Ολύμπιος, 2001).

Η τομάτα αντέχει σε σχετικά υψηλό ποσοστό αλάτων στο νερό άρδευσης. Για μέγιστες αποδόσεις η αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος στην περιοχή του

ρίζοστρώματος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 3 dS / m. Σε συγκεντρώσεις αλάτων $EC_e = 6$ dS / m, $EC_e = 8$ dS / m οι αποδόσεις μειώνονται κατά 10%, 25% και 50% αντίστοιχα. Όταν η αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος και του νερού φτάσει στα 13dS / m και 8,4dS / m αντίστοιχα τότε η παραγωγή μηδενίζεται (Maas, 1984). Εκτός από τη μείωση της ολικής παραγωγής, η αλατότητα επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών και την έκταση της φυλλικής επιφάνειας και μάλιστα τα φυτά στη νεαρή ηλικία είναι πιο ευαίσθητα από ό,τι στην πλήρη ανάπτυξή τους (Δημητράκης, 1998).

Αρκετά ευαίσθητη στα άλατα θεωρείται η τομάτα κατά το στάδιο φυτρώματος των σπόρων. Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδαφικού διαλύματος 6dS / m συνεπάγεται αποτυχία φυτρώματος των σπόρων κατά 50% (Maas, 1984).

1.7 Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την καρπόδεση της τομάτας

Η καρπόδεση (αναλογία παραγόμενων ανθέων ανά καρπό) επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, η ένταση του φωτισμού, το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας κ.λπ. (Kinet and Peet 1997; Lohar and Peat, 1998).

1.7.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια της τομάτας διότι επηρεάζει το ρυθμό φωτοσύνθεσης και κατά συνέπεια το ρυθμό ανάπτυξης, δηλαδή το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων, το πάχος του βλαστού, τη σχέση βλαστού - ρίζας, το σχηματισμό των ανθοταξιών, των αριθμό των ανθέων, την παραγωγή και τη βιωσιμότητα της γύρης, την καρπόδεση, την ανάπτυξη των καρπών και την ποιότητά τους. Η τομάτα είναι φυτό που καλλιεργείται κατά τη θερμή περίοδο του έτους και απαιτεί χρονική περίοδο διάρκειας τουλάχιστο 3-4 μηνών, από τη σπορά μέχρι την έναρξη της συγκομιδής. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για την επίδραση των χαμηλών και των υψηλών θερμοκρασιών στην αναπαραγωγική ανάπτυξη έδειξαν ότι στους 18-25°C οι γυρεόκοκκοι διατηρούν τη βιωσιμότητα τους για 2-5 μέρες περίπου μετά την άνθηση (Kinet and Peet, 1997). Θερμοκρασίες πάνω από 37,5°C εμποδίζουν την ανάπτυξη του

στύλου, αναστέλλοντας τη βλάστηση των γυρεόκοκκων (Lohar and Peat, 1998). Η καρπόδεση μειώνεται όταν η θερμοκρασία ημέρας είναι πάνω από 32°C και κάτω από 10°C (Kinet and Peet, 1997). Ιδιαίτερος κρίσιμος περίοδος δείχνουν να είναι 4-6 ώρες και 12-14 ημέρες πριν την άνθηση για την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών και περίπου 9 ημέρες για τις υψηλές θερμοκρασίες. Άριστη θερμοκρασία νύχτας για την καρπόδεση φαίνεται να είναι μεταξύ ενός εύρους 15-20°C (Kuo et al., 1979).

Ακραίες θερμοκρασίες επηρεάζουν δυσμενώς τις βλαστικές και αναπαραγωγικές διαδικασίες στα φυτά τομάτας, μειώνοντας τελικά την απόδοση και την ποιότητα του καρπού. Πολλοί είναι οι παράγοντες που συντελούν στη μείωση της καρπόδεσης της τομάτας κάτω από ακραίες θερμοκρασίες, είτε λόγω σχηματισμού ατελούς άνθους, είτε επειδή η θερμοκρασία επιδρά δυσμενώς στη γονιμοποίηση (Ολύμπιος, 2001). Παρατηρείται δηλαδή μείωση της παραγωγής των ανθέων και βιωσιμότητας της ωοθήκης και της γύρης καθώς και προβληματική διάσχιση των ανθήρων. Η έξοδος του στύλου και του στίγματος εκτός του κώνου λόγω υψηλής θερμοκρασίας ή χαμηλού φωτισμού, επηρεάζει δυσμενώς την ικανότητα καρπόδεσης (Ho and Hewitt, 1986; Abdul Baki and Stommel, 1995; Lohar and Peat, 1998)

Μετά τη πραγματοποίηση της γονιμοποίησης και της καρπόδεσης, ο ρυθμός αφομοίωσης ουσιών στον αναπτυσσόμενο καρπό είναι μια διαδικασία που επηρεάζεται και αυτή άμεσα από τη θερμοκρασία διότι επηρεάζονται οι ρυθμοί της αναπνοής και της σύνθεσης του αμύλου στον καρπό (Walker and Ho, 1997; Walker and Thornley, 1977). Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, η θερμοκρασία επηρεάζει επίσης τον ρυθμό σύνθεσης χρωστικών του καρπού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να προκύπτουν ακανόνιστοι χρωματισμοί στους καρπούς όταν οι θερμοκρασίες που επικρατούν κατά την ανάπτυξη είναι χαμηλές (Koskitalo and Ottrod, 1972). Τα παραπάνω φαινόμενα δεν αποτελούν τον κανόνα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας όπου οι θερμοκρασίες είναι μερικώς ελεγχόμενες, αλλά αναφέρονται σε συνθήκες ακραίων θερμοκρασιών

1.7.2 Φωτισμός

Η τομάτα δεν είναι από τα πλέον φωτόφυλλα λαχανικά. Το μέγεθος του καρπού της τομάτας, όπως επίσης και το περιεχόμενο των διαλυτών στερεών του, επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την ηλιακή ακτινοβολία. Σε μεγάλο βαθμό επηρεάζεται η θέση που θα

εμφανιστεί η πρώτη ταξιανθία, όταν τα φυτά είναι σε πολύ νεαρό στάδιο, δηλαδή στο σπορείο και αυτό οφείλεται περισσότερο στην ένταση και παρά στη διάρκεια του φωτισμού (Wittwer, 1963). Ο κορεσμός των φύλλων της τομάτας επέρχεται σε ένταση φωτισμού της τάξης των 2000- 3000 fc (foot candle) (Wittwer and Honma, 1979). Η βέλτιστη ανάπτυξη και καρπόδεση της τομάτας συμβαίνει σε σχετικά μεγάλες εντάσεις φωτός (50.000 lux) (Δημητράκης, 1998).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, κατά τη διάρκεια της πρώιμης περιόδου ανάπτυξης, όταν το επίπεδο φωτός είναι χαμηλό, το ποσοστό των κούφιων καρπών στις πρώτες ταξιανθίες είναι υψηλό (80-100%), καθώς επίσης είναι χαμηλό και το ποσοστό ξηράς ουσίας του καρπού κατά την πρώιμη παραγωγή (5,0-5,5%). Αντίθετα, κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι σε υψηλά επίπεδα, το περιεχόμενο του καρπού σε σάκχαρα και η ξηρά ουσία αποκτούν τις μέγιστες τιμές τους (Winsor and Adams, 1967).

1.7.3 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας των θερμοκηπίων και θερμοσπορείων σε CO₂ παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας. Η άριστη συγκέντρωση σε CO₂ είναι τα 1000-1200 ppm με την προϋπόθεση ότι οι υπόλοιποι συντελεστές (θερμοκρασία, φως, υγρασία, διατροφή) βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα (Δημητράκης, 1998).

Τα οφέλη από τον εμπλουτισμό με CO₂ της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου σε μια καλλιέργεια τομάτας, μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα: 1) αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών μέχρι και 50% 2) πρώιμηση της άνθισης και της καρποφορίας κατά 7- 10 ημέρες 3) αύξηση της καρπόδεσης αλλά και του μεγέθους των καρπών με συνέπεια την αύξηση της παραγωγής. Παρόλα αυτά το εμπορικό όφελος θεωρείται μικρό.

Όσο πιο νεαρά είναι τα φυτά της τομάτας, τόσο πιο έντονα αντιδρούν στο CO₂ της ατμόσφαιρας. Ο εμπλουτισμός με CO₂ συνιστάται να εφαρμόζεται από τη μεταφύτευση των νεαρών φυταρίων στα ατομικά γλαστράκια και να συνεχίζεται μέχρι τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο (Ολύμπιος, 2001).

Παρόλο που ο εμπλουτισμός με CO₂ αυξάνει την παραγωγή των καρπών, λόγω αύξησης του αριθμού και του βάρους τους, η χημική τους σύσταση δεν επηρεάζεται σημαντικά στις καλλιέργειες που προορίζονται για το εμπόριο (Davies and Winsor,

1967a). Στη χημική σύσταση της τομάτας, κάνοντας εμπλουτισμό με CO₂, έχει αναφερθεί μικρή αύξηση των σακχάρων και του καλίου, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η οξύτητα και τα ποσοστά αζώτου και φωσφόρου (Madsen, 1976).

1.7.4 Σχετική Υγρασία

Η επιθυμητή υγρασία στην ατμόσφαιρα του σπορείου είναι περίπου 60- 70 % Σ.Υ. Στα ίδια επίπεδα περίπου θα πρέπει να βρίσκεται η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας των φυτών στο θερμοκήπιο. Η ανθόρροια συμβαίνει και όταν η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και η ένταση του φωτισμού κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα (Wittwer, 1963).

1.8 Επικονίαση – γονιμοποίηση

Η έναρξη της ανάπτυξης καρπού (με σπόρους) της τομάτας, προϋποθέτει την γονιμοποίηση των ωοθηκών, με το βάρος του καρπού να σχετίζεται με τον αριθμό των σπόρων. Το δέσιμο του καρπού γίνεται από γονιμοποίηση του άνθους. Συνεπώς, η επικονίαση και η γονιμοποίηση είναι κρίσιμες διαδικασίες για την ανάπτυξη του καρπού (Smith, 1935). Η κατασκευή του άνθους είναι τέτοια που βοηθά την αυτογονιμοποίηση, παρόλο που στη τομάτα παρατηρείται το φαινόμενο της υστερανδρίας. Το στάδιο βλάστησης του γυρεόκοκκου διαρκεί 48–55 ώρες και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το φως, τη φυσική κατάσταση που βρίσκεται το στίγμα και την ποικιλία (Δημητράκης, 1998).

Αν και η ώριμη γύρη είναι έτοιμη για μεταφορά τη στιγμή της άνθησης (άνοιγμα άνθους), το στίγμα γίνεται δεκτικό περίπου 2 μέρες πριν, παραμένοντας σε αυτή την κατάσταση για ακόμη 4 ημέρες ή και λίγο περισσότερο (Smith, 1935). Μόλις οι γυρεόκοκκοι προσκολλώνται στο στίγμα, μέσα σε 1 ώρα, ο γυρεοσωλήνας αρχίζει να επιμηκύνεται και μπορεί να φτάσει στη μικροπύλη της ωοθήκης εντός 12 ωρών στους 25°C (Dempsey, 1970). Η επικονίαση είναι ικανοποιητική όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας βρίσκεται μεταξύ 21°C και 32°C, και το επίπεδο της σχετικής υγρασίας μεταξύ 60- 70%. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 32° C, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, τότε μειώνεται απότομα η καρπόδεση. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω από 13°

C, μειώνεται μέχρι 20% η διάρκεια ζωής της γύρης καθώς και η γονιμότητά της. Επίσης, παρατηρείται παραμόρφωση των ανθών και μειώνεται ο αριθμός των ανθέων στις ανθοταξίες (Δημητράκης, 1998). Η γονιμοποίηση παρατηρείται αρχικά μετά από 18 ώρες, ενώ οι περισσότερες ωοθήκες θα έχουν γονιμοποιηθεί μετά, εντός 30 ωρών στους 20°C (Iwahori, 1966). Ο αριθμός των ωαρίων που έχουν γονιμοποιηθεί ανά ωοθήκη, εξαρτάται από τον αριθμό των βιώσιμων γυρεόκοκκων που φθάνει στο στίγμα, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και από της διαδικασίες που ακολουθούνται μετά την επικονίαση και τη γονιμοποίηση (Picken, 1984).

Όταν ο πυρήνας από τους γυρεοσωλήνες διεισδύσει στα ωάρια, η γονιμοποίηση αρχίζει. Ωστόσο η γονιμοποίηση ενδέχεται να μην πραγματοποιηθεί αν το ωάριο έχει ζημιωθεί λόγω υψηλών θερμοκρασιών κατά το στάδιο της μείωσης του μητρικού κυττάρου του μεγασπορίου, περίπου 9 μέρες πριν αρχίσει η άνθηση (Iwahori, 1966). Σε υψηλή σχετικά υγρασία ή υπερβολικά ξηρή ατμόσφαιρα, η γύρη απελευθερώνεται δύσκολα ή καθόλου. Στις συνθήκες υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, η γύρη σχηματίζει υγρά συσσωματώματα που δεν είναι εύκολο να επικαθίσουν στον ύπερο και, σε τελική ανάλυση, δεν έχουμε ικανοποιητική καρπόδεση (Δημητράκης, 1998).

Για τη διευκόλυνση της εκτίναξης της γύρης (επομένως και τη γονιμοποίησης) χρησιμοποιούνται ειδικοί δονητές ή κάποια άλλη μέθοδος δόνησης. Η δόνηση γίνεται κάθε ημέρα, όταν τα λουλούδια είναι ανοιχτά, κατά προτίμηση το μεσημέρι. Η δόνηση μπορεί να εφαρμοστεί με τους ακόλουθους τρόπους:

- Δόνηση οριζόντιων συρμάτων
- Δόνηση του κάθε σπάγκου
- Δόνηση της κάθε ταξιανθίας (με φορητούς ηλεκτρικούς δονητές)
- Εκτόξευση αέρα υπό πίεση (air jets) και πεπιεσμένου νερού (water jets)

Όταν η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή (κάτω των 13° C) η χρήση δονητή δε βοηθά γιατί η παραγόμενη γύρη είναι άγονη. Τότε, εφαρμόζονται ορμονικά παρασκευάσματα. Αυτά είναι διάφορες χημικές ουσίες που εφαρμόζονται στα άνθη ή τα φύλλα της τομάτας και ανήκουν στην κατηγορία των ρυθμιστών ανάπτυξης. Τα αποτελέσματα από τη χρήση των καρποδετικών ορμονών είναι η πρόωμη ωρίμανση και η αύξηση της παραγωγής κατά 30% περίπου. Οι καρποί που παράγονται ύστερα από παροχή ορμονών φέρουν μαστοειδείς αποφύσεις, αποκτούν μέγεθος μεγαλύτερο από το φυσικό,

γίνονται μαλακοί με πολλά εσωτερικά κενά και δεν αντέχουν στις μεταφορές.

Για να εξασφαλιστεί φυσική γονιμοποίηση της τομάτας μέσα στο θερμοκήπιο, χρειάζονται:

α) έντομα (βομβίνοι) (*Bombus terrestris*, υμενόπτερο συγγενές της μέλισσας που εισάγεται στην Ελλάδα από το εξωτερικό σε μορφή “αποικίας” μέσα σε ειδικές κυψέλες) που θα μεταφέρουν τους γυρεόκοκκους στο στίγμα.

β) συνθήκες ευνοϊκές για την παραγωγή γύρης (η θερμοκρασία να μην πέφτει κάτω από 10° C και να μην ανεβαίνει πάνω από 35° C).

γ) συνθήκες ευνοϊκές για τη βλάστηση των γυρεόκοκκων (θερμοκρασία πάνω από 12° C για τουλάχιστον 5 ώρες την ημέρα).

Εάν δεν υπάρχει ένας από τους παραπάνω παράγοντες (έντομα, συνθήκες), τότε για να δέσει η τομάτα μέσα στο θερμοκήπιο πρέπει να χρησιμοποιηθούν ορμονικά παρασκευάσματα (Ολύμπιος, 2001).

1.9 Πολλαπλασιασμός τομάτας

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, ο οποίος έχει απαλλαχθεί από παθογόνα και ασθένειες πριν γίνει σπορά μέσω της απολύμανσης. Οι απολυμασμένοι σπόροι στρωμάτωνονται σε κιβώτια σποράς δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο βάθος και τη πυκνότητα σποράς όπως και στη δομή του υποστρώματος (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

1.9.1 Κατευθείαν σπορά στο χωράφι

Τα πλεονεκτήματα της σποράς στο χωράφι είναι το μικρό κόστος και το γεγονός ότι το φυτό διατηρεί την πασσαλώδη ρίζα του, δημιουργώντας ένα βαθύτερο ριζικό σύστημα, με μεγαλύτερη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες (ξηρασία, άνεμος). Οι αποστάσεις σποράς είναι συνήθως οι εξής:

α) Στο σύστημα σποράς σε “μονές γραμμές”:

Απόσταση γραμμών μεταξύ τους 130–160 cm όταν πρόκειται να γίνει μηχανική συγκομιδή (βιομηχανική τομάτα) και 90–100 cm για συγκομιδή με το χέρι (επιτραπέζια τομάτα), και απόσταση φυτών επάνω στη γραμμή 25–40 cm.

β) Στο σύστημα με “δίδυμες γραμμές”:

Η απόσταση των γραμμών μεταξύ τους (στο ζευγάρι γραμμών) είναι 40 cm. Το πλεονέκτημα του συστήματος σποράς σε διπλή γραμμή είναι η καλύτερη αξιοποίηση του εδάφους (περισσότερα φυτά στο στρέμμα) (Δημητράκης, 1998).

1.9.2 Σπορά στο σπορείο και μεταφύτευση των σποριόφυτων στο χωράφι

Το σπορείο της τομάτας μπορεί να γίνει στην ύπαιθρο, εφόσον το επιτρέπει η θερμοκρασία ή σε θερμαινόμενο χώρο (σε θερμοκήπιο ή σε ειδικής κατασκευής θερμοσπορείο).

Το βάθος σποράς πρέπει να είναι περίπου 0,5–1 cm.

Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων της τομάτας κυμαίνεται μεταξύ 24-27°C. Στη θερμοκρασία αυτή απαιτούνται 5 περίπου ημέρες για να εμφανιστούν νεαρά φυτά στην επιφάνεια του υποστρώματος.

Η επιθυμητή υγρασία στην ατμόσφαιρα του σπορείου είναι περίπου 60-70% σχετική υγρασία (Ολύμπιος, 2001).

1.9.3 Μεταφύτευση στο θερμοκήπιο

Η τομάτα μπορεί να φυτευτεί οποιαδήποτε περίοδο, οι συνθήκες όμως παραγωγής και εμπορίας στην Ελλάδα επέβαλαν ουσιαστικά δυο περιόδους φύτευσης στα θερμοκήπια.

Η πρώτη περίοδος μεταφύτευσης είναι στα μέσα Σεπτεμβρίου με μέσα Νοεμβρίου (εμφάνιση δύο κοτυληδονόφυλλων). Η συγκομιδή αρχίζει στα μέσα Φεβρουαρίου και φθάνει ως το τέλος Ιουνίου

Η δεύτερη περίοδος μεταφύτευσης είναι από τα μέσα Ιανουαρίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου (εμφάνιση τεσσάρων έως εννέα πραγματικών φύλλων πριν το άνοιγμα των ανθέων) και η συγκομιδή σε αυτή τη περίπτωση αρχίζει στα μέσα Απριλίου φτάνοντας ως το τέλος Ιουνίου.

Οι αποστάσεις φύτευσης και η διάταξη των φυτών καθορίζονται από διάφορους παράγοντες, όπως η εποχή φύτευσης, η κατασκευή του θερμοκηπίου, το σύστημα

άρδευσης, η ποικιλία το σύστημα μόρφωσης κ.α. (Ολύμπιος, 1996; Δημητράκης, 1998). Στην Ελλάδα επικράτησαν κυρίως δύο συστήματα φύτευσης. Στο πρώτο σχέδιο οι αποστάσεις είναι ίσες μεταξύ των γραμμών και φυτεύονται 2000 φυτά/στρέμμα κατά τη φθινοπωρινή φύτευση και 3000-3500 φυτά/στρέμμα κατά τη χειμερινή φύτευση. Στο δεύτερο σχέδιο έχουμε διπλές γραμμές φυτών μεταξύ ευρύτερων διαδρόμων. Το δεύτερο σχέδιο πλεονεκτεί σε σχέση με το πρώτο. Κατά τη φύτευση των φυτών πάνω στη "γραμμή" φύτευσης ακολουθούνται τρία κυρίως συστήματα:

Φύτευση σε επίπεδο έδαφος ή σε ανάχωμα ύψους 10-15 cm ή σε αβαθές αυλάκι (Αγγίδης, 1996).

1.9.4 Μεταφύτευση σε γλαστράκια

Όταν τα νεαρά φυτάρια φθάσουν στο στάδιο των δύο κοτυληδόνων, μεταφυτεύονται σε ατομικά γλαστράκια διαφόρων τύπων (εναλλακτικά η σπορά μπορεί να γίνει απ' ευθείας σε δίσκους σποράς). Τα γλαστράκια τοποθετούνται σε αποστάσεις τέτοιες ώστε τα φυτά να μην αλληλοσκιάζονται. Η συχνότητα ποτίσματος και η ποσότητα εφαρμογής κατά το πότισμα εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια κλπ.), τη σύσταση του υποστρώματος και την ηλικία (μέγεθος) των φυτών (Δημητράκης, 1998). Πρέπει να αποφεύγονται περιπτώσεις υπερβολικής υγρασίας ή ξηρασίας. Η λίπανση που εφαρμόζεται εξαρτάται από την επάρκεια του υποστρώματος σε θρεπτικά στοιχεία. Σκοπό έχει να διατηρεί υψηλά τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων στο υπόστρωμα και ιδιαίτερα του N και του P, οι ποσότητες των οποίων επηρεάζουν θετικά, όχι μόνο την ανάπτυξη των φυτών αλλά και τον αριθμό των ανθέων και των καρπών στις ταξιανθίες.

Αύξηση του αριθμού των ανθέων (αλλά όχι και της καρπόδεσης) μπορεί να επιτευχθεί με εφαρμογή της ψυχρής μεταχείρισης στα νεαρά φυτά τομάτας. Η σπορά όμως θα πρέπει να γίνει 10-14 ημέρες νωρίτερα, για να αντιμετωπιστεί η καθυστέρηση ανάπτυξης που προκαλεί η έκθεση των φυτών σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν μια αξιόλογη ποικιλία - υβρίδιο τομάτας δεν είναι ανθεκτικό σε παθογόνα εδάφους εφαρμόζεται εμβολιασμός της ποικιλίας αυτής πάνω σε κάποιο ανθεκτικό υποκείμενο τομάτας (Ολύμπιος, 2001).

1.10 Καλλιεργητικές φροντίδες

1.10.1 Πότισμα

Η τομάτα θεωρείται φυτό με μεγάλη ανεκτικότητα στη συγκέντρωση ολικών αλάτων στο νερό άρδευσης. Ωστόσο, το μέγεθος του καρπού μειώνεται όταν εφαρμοστεί στην καλλιέργεια υπερβολική ποσότητα νερού, κυρίως ως αποτέλεσμα της μικρότερης περιόδου ανάπτυξης του καρπού (Salter, 1958). Η συχνότητα του ποτίσματος που θα εφαρμοστεί εξαρτάται άμεσα από της καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια κ.λπ.). Βέβαια, σημαντικός παράγοντας θεωρείται και το στο στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Για παράδειγμα μετά την μεταφύτευση θα πρέπει να γίνουν πολλά και ελαφρά ποτίσματα. Η σύσταση του εδάφους που χρησιμοποιείται συμβάλει και αυτή στο καθορισμό της ποσότητας και της συχνότητας του ποτίσματος (Ολύμπιος, 2001).

Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδαφικού διαλύματος είναι αυτή που καθορίζει την ποιότητα του νερού. Είναι γνωστό ότι η αλατότητα επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών, και την έκταση της φυλλικής επιφάνειας και μάλιστα αυτό παρατηρείται πιο έντονα όταν τα φυτά βρίσκονται σε νεαρή ηλικία όπου είναι και πιο ευαίσθητα απ' ό τι στην πλήρη ανάπτυξή τους. Πότισμα με νερό ηλεκτρικής αγωγιμότητας περίπου στα 6 dS/m συνεπάγεται σε αποτυχία του φυτρώματος κατά 50 % των σπόρων. Για μέγιστες αποδόσεις, η αγωγιμότητα του εδαφικού διαλύματος κοντά στην περιοχή του ριζώματος δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 3 dS/m (Maas, 1984). Επιπλέον, η συγκέντρωση των σακχάρων και η οξύτητα των καρπών αυξάνεται από την υψηλή αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος (Massey et al., 1984).

Γενικά, για μια καλή παραγωγή τομάτας έχει να γίνονται

τακτικά ποτίσματα και να μη δίνεται μαζεμένη η απαραίτητη ποσότητα νερού. Η άρδευση στην τομάτα μπορεί επίσης να γίνει με: καταιονισμό, αυλάκια, εκτοξευτές χαμηλού ύψους (Ολύμπιος, 2001).

1.10.2 Λίπανση

Η πιο επιθυμητή και εύκολη προσέγγιση της επιφανειακής λίπανσης είναι η

τροφοδοσία πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων των λιπαντικών στοιχείων μέσα στο νερό άρδευσης με τη βοήθεια ειδικών "λιπαντήρων". Σε αυτή τη μορφή λίπανσης δεν συνιστάται η χρήση λιπασμάτων που περιέχουν άλατα, χλώριο, νάτριο και θείο ενώ, τα λιπάσματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι πλήρως διαλυτά στο νερό. Κατάλληλα λιπάσματα είναι η νιτρική αμμωνία, το νιτρικό κάλιο, η ουρία, ο διαμμωνικός φώσφορος κ.λπ.

Οι ποσότητες λιπάσματος που πρέπει να εφαρμόζονται επηρεάζονται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και το παράγοντα φυτό. Καθορίζονται δε με βάση τις αναλύσεις εδάφους και τα επίπεδα θρεπτικών στοιχείων στο φυτό, τα οποία προσδιορίζονται με τη μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής.

Άζωτο

Η κυριότερη αντίδραση της τομάτας στη χορήγηση αζωτούχων λιπασμάτων είναι η αύξηση της βλαστικής της ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, πιο ευαίσθητα στην επίδραση του αζώτου είναι το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων (και καρπών).

Με τη χορήγηση μεγάλων δόσεων αζώτου, τα φυτά παράγουν πολλούς και σχετικά μικρούς καρπούς. Επίσης, οδηγούν σε όψιμη ωρίμανση των καρπών, ιδιαίτερα στις υπαίθριες καλλιέργειες. Το ποσοστό των καρπών τομάτας που παρουσιάζει ανομοιόμορφο χρωματισμό κατά την ωρίμανση, ενώ μειώνεται όταν η ανάπτυξη των φυτών είναι μικρή λόγω έλλειψης αζώτου ή όταν η παραγωγή είναι μειωμένη από υπερβολική χορήγηση αζώτου.

Η τομάτα έχει την ικανότητα να απορροφά και τις δύο μορφές αζώτου, νιτρικό και αμμωνιακό. Το pH του υποστρώματος της καλλιέργειας όμως είναι αυτό που καθορίζει ποια από τις δυο μορφές απορροφάται ταχύτερα.

Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι στα νεαρά φυτά η χρήση αμμωνιακού αζώτου μειώνει την συγκέντρωση του καλίου ενώ στα πιο ώριμα στάδια ανάπτυξης μειώνει τα επίπεδα ασβεστίου και μαγνησίου πιθανόν λόγω ανταγωνισμού και προκαλεί συμπτώματα "ξηρής κορυφής" στους καρπούς

Στις ελληνικές καλλιέργειες σε συστήματα υδρολίπανσης συνιστώνται λιπάσματα

όπως νιτρική αμμωνία, νιτρικό ασβέστιο και νιτρικό κάλιο, λαμβάνοντας υπόψη το pH του εδάφους και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Φωσφόρος

Η βλάστηση και η καρποφορία φυτών τομάτας μπορεί να περιορισθούν σε εδάφη ανεπαρκώς εφοδιασμένα με φωσφόρο.

Ο φωσφόρος επιταχύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος, γι' αυτό τα νεαρά σπορόφυτα κατά τη μεταφύτευση θα πρέπει να είναι καλά εφοδιασμένα με φωσφόρο.

Η αντίδραση των φυτών στα χορηγούμενα λιπάσματα φωσφόρου εξαρτάται κυρίως από τις υπάρχουσες ποσότητες διαθέσιμου φωσφόρου στο έδαφος. Ένας άλλος παράγοντας που παίζει σπουδαίο ρόλο στην αντίδραση των φυτών στο φωσφόρο, είναι το pH του εδάφους και γενικότερα το pH του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών.

Κάλιο

Σε καλλιέργειες τομάτας που πραγματοποιούνται στο έδαφος, η αντίδραση των φυτών τομάτας στην προσθήκη καλίου είναι πιο έντονη στα αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη και σχετικά μικρή στα εδάφη με μεγάλα αποθέματα ανταλλάξιμου καλίου. Το ύψος των φυτών και η παραγωγή μπορούν να αυξηθούν σημαντικά σε εδάφη με μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, ενώ ουδεμία αντίδραση έχει παρατηρηθεί στη φυλλική επιφάνεια, τον αριθμό και το μέγεθος των καρπών (δηλαδή την παραγωγή) σε εδάφη εφοδιασμένα με εναλλακτικό κάλιο και μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα.

Μέγιστη παραγωγή τομάτας μπορεί να επιτευχθεί με σχετικά μεσαία επίπεδα καλίου αφού έχει την ιδιότητα να συμβάλλει στην πρόιμη ωρίμανση της παραγωγής. Είναι όμως γνωστό ότι χορήγηση καλίου μόνο για την επίτευξη μέγιστης παραγωγής έχει σαν αποτέλεσμα οι καρποί να είναι τουλάχιστον μέτριοι ποιοτικά (χρωματισμός - γεύση). Η προσθήκη μεγαλύτερων ποσοτήτων καλίου από εκείνες που χρειάζονται για μέγιστη παραγωγή έχει σαν αποτέλεσμα την απορρόφηση από τα φυτά μεγάλων ποσοτήτων καλίου (πολυτελής κατανάλωση) με συνέπεια τη βελτίωση όλων των παραμέτρων που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών.

Έτσι, η αυξημένη χορήγηση καλίου μειώνει το ποσοστό των “κούφιων” καρπών και των καρπών με ανομοιόμορφο χρωματισμό, βελτιώνει το σχήμα και τη συνεκτικότητα των καρπών και αυξάνει την ολική οξύτητα του χυμού της τομάτας. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και ολική οξύτητα του χυμού της τομάτας, είναι δυο βασικές παράμετροι που καθορίζουν τη γεύση της τομάτας (Ολύμπιος, 2001).

Τα κυριότερα λιπάσματα που περιέχουν κάλιο είναι το χλωριούχο, το θειικό και το νιτρικό κάλιο. Τα καλιούχα λιπάσματα είναι ισοδύναμα μεταξύ τους και επομένως, για την εκλογή του καταλληλότερου, λαμβάνεται υπόψη το κόστος ανά μονάδα θρεπτικού στοιχείου καθώς και τα χαρακτηριστικά του εδάφους.

Το χλωριούχο κάλιο περιέχει χλώριο, που είναι στοιχείο εξαιρετικά βλαβερό για τα κηπευτικά σε μεγάλες δόσεις. Παρόλα αυτά είναι το πιο διαδεδομένο με περιεκτικότητα σε κάλιο 50 έως 55%. Το θειικό κάλιο περιέχει από 42 έως 44,4% κάλιο και θείο το οποίο λείπει συχνότερα από τα εδάφη, απ’ ότι το χλώριο. Το νιτρικό κάλιο περιέχει άζωτο 13% και κάλιο 37%. Το κόστος παραγωγής είναι πολύ υψηλό γεγονός που περιορίζει την κατανάλωσή του. Το θειικό καλιομαγνήσιο έχει το πλεονέκτημα να εμπλουτίζει το έδαφος με τρία θρεπτικά στοιχεία, κάλιο, μαγνήσιο και θείο. Οι περιεκτικότητές τους είναι 18, 11 και 18% αντίστοιχα (Τσίτσιας, 1999).

Ασβέστιο

Το ασβέστιο είναι υπεύθυνο για την αύξηση των μεριστωματικών ιστών. Έτσι, η μη χορήγηση ασβεστίου στο θρεπτικό διάλυμα μειώνει το ύψος των φυτών και τον αριθμό των σχηματιζόμενων φύλλων. Αντίδραση των φυτών στη χορήγηση ασβεστίου παρατηρείται σπάνια, επειδή τα περισσότερα εδάφη είναι πλούσια στο στοιχείο αυτό. Η συνηθέστερη ανωμαλία στους καρπούς από ανεπαρκή τροφοδοσία τους με ασβέστιο ονομάζεται “ξηρή κορυφή” (Τσίτσιας, 1999).

Μαγνήσιο

Ανεπαρκής εφοδιασμός του εδάφους με μαγνήσιο μπορεί να επιφέρει μείωση στην ανάπτυξη και την παραγωγή της τομάτας. Αντίθετα, η χορήγηση μαγνησίου βελτιώνει τα

ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (ομοιόμορφο χρωματισμό, καλό σχήμα κλπ.).

Ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης

Ενδεικτικά προγράμματα λίπανσης σε υπαίθρια καλλιέργεια βιομηχανικής και επιτραπέζιας τομάτας, δίνονται στους πίνακες 1.2 και 1.3.

Πίνακας 1.2. Ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης επιτραπέζιας τομάτας (πηγή: http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tamoutsidis/a2d.htm).

Λιπαντικές Μονάδες (Kg/ στρ)			
N	P₂O₅	K₂O	MgO
30-40	15	45-50	8-10
Βασική Λίπανση			
Δόση	Εποχή (στάδιο) Εφαρμογής	Συνιστώμενα Λιπάσματα	
Το 30% της δόσης του Αζώτου Ολόκληρη η δόση του Φωσφόρου και του Μαγνησίου Το 30% της δόσης του Καλίου	Πριν τη μεταφύτευση	11-15-15 Θεικό Μαγνήσιο	
Επιφανειακή Λίπανση			
Δόση	Εποχή (στάδιο) Εφαρμογής	Συνιστώμενα Λιπάσματα	
Οι υπόλοιπες δόσεις Αζώτου και Καλίου σε 3 ισόποσες εφαρμογές	Μετά τη πρώτη ταξιανθία και έως 20-30 μέρες πριν το τέλος της συγκομιδής	Νιτρική Αμμονία Νιτρικό Κάλιο	

Πίνακας 1.3 Ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας, (πηγή: http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tamoutsidis/a25d.htm).

Λιπαντικές Μονάδες (Kg/ στρ)			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
31-33	15-16	34-37	7-8
Βασική Λίπανση			
Δόση	Εποχή (στάδιο) Εφαρμογής	Συνιστώμενα Λιπάσματα	
<p>Το 33% της δόσης του Αζώτου Ολόκληρη η δόση του Φωσφόρου Το 40% της δόσης του Καλίου Το 50% της δόσης του Μαγνησίου</p>	<p>Πριν τη μεταφύτευση</p>	<p>16-20-0 Θεικό Καλιομαγνήσιο ή 11-15-15 και Θεικό Μαγνήσιο</p>	
Επιφανειακή Λίπανση			
<p>Οι υπόλοιπες δόσεις Αζώτου, Καλίου και Μαγνησίου σε 2 ισόποσες εφαρμογές</p>	<p>Μετά τη πρώτη ταξιανθία και έως 20 μέρες πριν το τέλος της συγκομιδής</p>	<p>Νιτρική Αμμωνία Νιτρικό Κάλιο Θεικό Μαγνήσιο</p>	

Υδρολίπανση

Στη θερμοκηπιακή τομάτα χορηγούνται οι ίδιες συνολικά μονάδες θρεπτικών στοιχείων όπως και στην υπαίθρια επιτραπέζια, με τη διαφορά ότι η ποσότητα του καλίου αυξάνεται περίπου στις 65 μονάδες K_2O ανά στρέμμα.

Μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα για τη θερμοκηπιακή τομάτα, έχει επίσης η προσαρμογή της σχέσης N/K , ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών:

Από την 1^η μέχρι την 5^η καρπόδεση της ταξιανθίας των φυτών συνιστάται στην υδρολίπανση σχέση N/K_2O 1:1,5 που είναι η “κανονική” για την τομάτα και ευνοεί την ισόρροπη ανάπτυξη βλάστησης και καρποφορίας. Αν τυχόν, στο στάδιο αυτό τα φυτά έχουν “ξεφύγει” και παρουσιάζουν υπερβολική βλάστηση σε βάρος της καρποφορίας, τότε συνιστάται για λίγο προσωρινή λίπανση σε σχέση N/ K_2O 1:3,5 και μετά επιστροφή πάλι στην κανονική λίπανση. Μετά την καρπόδεση της 5^{ης} ταξιανθίας και μέχρι 20-30 ημέρες πριν το τέλος της συγκομιδής, που είναι η κρίσιμότερη περίοδος, συνιστάται λίπανση με σχέση N/ K_2O 1:2. Αν τυχόν, στο στάδιο αυτό τα φυτά εμφανίζουν μειωμένη βλάστηση (λεπτά στελέχη, κιτρινωπά φύλλα) τότε, για διόρθωση της κατάστασης αυτής, χορηγείται προσωρινά λίπανση με σχέση N/ K_2O 1:1. Τον τελευταίο μήνα της καλλιέργειας δεν πρέπει να γίνεται λίπανση, χορηγείται μόνο νερό (Τσίτσιας, 1999).

1.10.3 Κλάδεμα

Τα φυτά της τομάτας με το κλάδεμα διαμορφώνονται σε σύστημα μονοστέλεχο, το οποίο εφαρμόζεται αποκλειστικά σε παγκόσμια και πανελλαδική κλίμακα.

Κατά το κλάδεμα αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί (βλαστολόγημα) όταν το μήκος τους φθάσει τα 5-10 cm. Στις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες το βλαστολόγημα επαναλαμβάνεται μια φορά την εβδομάδα. Ένα μήνα περίπου πριν το τέλος της συγκομιδής, συνιστάται να αφαιρείται η κορυφή του φυτού (κορυφολόγημα).

Για να επιτραπεί ο καλύτερος φωτισμός των καρπών που πλησιάζουν την ωρίμανση γίνεται αποφύλλωση. Αφαιρούνται δηλαδή τα φύλλα που αρχίζουν ή έχουν ήδη “γεράσει” ή δεν δέχονται αρκετό φωτισμό για φωτοσύνθεση. Δεν θα πρέπει όμως να αφαιρούνται τα φύλλα όταν αυτά είναι ακόμα χρήσιμα, γιατί έτσι μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών. Αφαίρεση των νεαρών φύλλων στην κορυφή

του φυτού όταν το μέγεθός τους δεν ξεπερνά τα 4 cm μπορεί να βοηθήσει στον καλύτερο αερισμό των φυτών και τη μείωση της ατμοσφαιρικής υγρασίας. Αρκεί να μην αφαιρούνται περισσότερα από ένα φύλλο κάθε δεύτερη ταξιανθία.

Τέλος, κατά το κλάδεμα θα πρέπει να αφαιρούνται, νεαροί καρποί που εμφανίζουν ανωμαλίες, όταν αυτοί είναι ακόμα μικροί (Ολύμπιος, 2001).

1.10.4 Υποστύλωση

Η υποστύλωση των φυτών γίνεται σε συνδυασμό με το κλάδεμα, για την καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου, τη διευκόλυνση του κλαδέματος και των άλλων καλλιεργητικών εργασιών, τη ρύθμιση του φορτίου παραγωγής και τον καλύτερο αερισμό και φωτισμό των φυτών.

Η υποστύλωση των φυτών γίνεται κυρίως με τη χρήση σπάγκου και μεταλλικών συρμάτων. Το ένα άκρο του σπάγκου δένεται σε μικρό πάσσαλο δίπλα στο φυτό ή στον κορμό του φυτού ή σε ειδικό πλαστικό εξάρτημα. Στη συνέχεια περιελίσσεται στον κορμό του φυτού και το άλλο άκρο δένεται στο οριζόντιο σύρμα, με τρόπο ανάλογο με το σύστημα υποστύλωσης που θα εφαρμοστεί. Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001) τα πιο γνωστά συστήματα υποστύλωσης είναι τα ακόλουθα:

- απλό σύστημα
- σύστημα με «κλίπ» τύπου Α
- σύστημα με «κλίπ» τύπου Β
- σύστημα αψίδας και σύστημα Guernsey
- σύστημα Sorensen
- σύστημα με συνεχόμενο σπάγκο.

1.11 Συγκομιδή

Η συγκομιδή αρχίζει συνήθως από τις 15-20 Ιουλίου για τις πρώιμες ποικιλίες, ενώ τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο συγκομίζεται ο κύριος όγκος τους παραγωγής, που προέρχεται από τις μεσοπρώιμες ποικιλίες. Η συγκομιδή μπορεί να συνεχιστεί και μέχρι τέλη Οκτωβρίου με τις όψιμες ποικιλίες, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τη φύση του εδάφους τους περιοχής.

Το κυριότερο κριτήριο για τη συγκομιδή της τομάτας είναι το χρώμα, αφού όταν ο καρπός είναι πλήρως κόκκινος τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά έχουν τις άριστες τιμές τους.

Η τομάτα νωπής κατανάλωσης συγκομίζεται νωρίτερα, ανάλογα με την απόσταση της αγοράς που μεταφέρεται, ως εξής:

1. Στο στάδιο του “ώριμου πράσινου” που ο καρπός έχει αποκτήσει σχεδόν το τελικό μέγεθος του και όταν το ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κορυφή του αλλάζει σε κιτρινοπράσινο. Όταν η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό, η ωρίμανσή της συμπληρώνεται σε 1-2 εβδομάδες σε θερμοκρασία 18–20° C. Επομένως, για διάθεση σε μακρινές αγορές η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό.

2. Στο στάδιο που το ¼ περίπου του καρπού είναι ρόδινο (4 στην κορυφή) ή “σπασμένο”. Οι καρποί αυτοί ωριμάζουν σε 3-4 ημέρες στους 18–20 °C, και επομένως μπορούν να διακινηθούν σε σχετικά κοντινές αγορές.

3. Στο στάδιο που ο καρπός είναι σχεδόν 100% κόκκινος, αλλά ακόμη σκληρός (όταν υπερωριμάσει μαλακώνει). Η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό για διάθεση στην τοπική αγορά (κατανάλωση σε 1–2 ημέρες).

Η ποιότητα της τομάτας (γεύση, υφή, χρώμα) που ωριμάζει πλήρως επάνω στο φυτό είναι καλύτερη από την ποιότητα εκείνης που συγκομίζεται νωρίτερα και ωριμάζει μακριά από το φυτό, αλλά δεν είναι πρακτικά δυνατή η διακίνηση ώριμης τομάτας σε μακρινές αγορές, γιατί γρήγορα καταστρέφεται (Ολύμπιος, 2001).

1.12 Αποθήκευση

Μετά τη συγκομιδή ακολουθεί η διαλογή των καρπών και η συσκευασία τους. Συνήθως, οι καρποί τοποθετούνται σε χάρτινα κιβώτια μιας χρήσεως, ή σε πλαστικά πολλαπλών χρήσεων και μεταφέρονται στην αγορά για άμεση κατανάλωση. Σε περίπτωση που θα πρέπει να αποθηκευτούν για αρκετές ημέρες, συνιστώνται θερμοκρασίες 10-13 °C, για τις ώριμες τομάτες και 15-17 °C για τις πιο άγουρες. Η σχετική υγρασία στο χώρο αποθήκευσης θα πρέπει να είναι 85-90% (Ολύμπιος, 2001).

1.13 Εχθροί και ασθένειες της τομάτας

1.13.1 Εχθροί

Νηματώδεις (*Meloidogyne* spp). Είναι μικροσκοπικοί σκώληκες που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των φυτών προκαλώντας φυμάτια και κονδυλώματα που κατλήγουν να καταστρέφουν το φυτό. Καταπολεμούνται με γενικές απολυμάνσεις, ριζοποτίσματα, νηματωδοκτόνα, με ανθεκτικές ποικιλίες - υβρίδια και με εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (Cole et al., 1972; Ολύμπιος, 2001).

Σιδηροσκώληκες (*Agriotes obscurus*). Προσβάλλουν νεαρά φυτά στο υπόγειο τμήμα των φυτών. Καταπολεμούνται με γενική απολύμανση και με ριζοποτίσματα (Ολύμπιος, 2001).

Αφίδες (*Aphis* spp.). Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς. Απομυζούν τους χυμούς των φυτών και μεταφέρουν τους ιούς από τα ασθενή στα υγιή φυτά. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα και βιολογικά με το δίπτερο *Aphidoletes aphidimyza*, το υμενόπτερο *Aphidius matricariae* και με το μύκητα *Verticillium lecanii* (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

Θρίπες (*Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, *Heliothrips haemorrhoidalis*). Προσβάλλουν τα φύλλα και τα άνθη και είναι φορείς πολλών ιώσεων. Μειώνουν σημαντικά ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή. Καταπολεμούνται με χρωματικές παγίδες (μπλε), με εφαρμογή εντομοκτόνων και βιολογικά, με τα ακάρεα *Amblyseius cucumeris* και *Amblyseius barkeri* ή *mackenziei* (Ολύμπιος, 2001).

Φυλλορύκτες (*Lyriomyza trifolii* και *Lyriomyza bryoniae*). Προκαλούν στοές στο μεσόφυλλο και απομυζούν τους χυμούς. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και βιολογικά με τα παράσιτα υμενόπτερα *Dacnusa sibirica* και *Diglyphus isaea* (Ολύμπιος, 2001)

Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*, *Aculops lycopersici*). Είναι άκαρι που προσβάλλει κυρίως τα φύλλα στην κάτω επιφάνεια τους, απομυζώντας τους χυμούς. Οι συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής σχετικής υγρασίας ευνοούν την ανάπτυξή τους. Καταπολεμούνται με εφαρμογή ακαρεοκτόνων, μόνα τους ή σε συνδυασμό με εντομοκτόνα. Για αυξημένη αποτελεσματικότητα, στα παραπάνω ακαρεοκτόνα μπορεί να προστεθεί και η φερμόνη Stiprup-M. Βιολογικά καταπολεμάται με το παράσιτο

Phytoseiulus persimilis (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*). Είναι μικρό μυζητικό ημίπτερο. Λόγω του λευκού χρώματός του είναι εύκολα αντιληπτό. Προσβάλλει τα φύλλα και εξασθενεί τα φυτά. Καταπολεμιέται με ψεκασμούς στο φύλλωμα με εντομοκτόνα ή με τον παρεμποδιστή ανάπτυξης του εντόμου Apploud, με χρωματικές παγίδες (κίτρινες) αλλά συνιστάται η βιολογική καταπολέμησή του με το παράσιτο *Encarsia formosa* (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

1.13.2 Μυκητολογικές ασθένειες

Αδρομυκώσεις (*Verticillium dahlia*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*). Βρίσκονται στο μολυσμένο σπόρο με τη μορφή μυκηλίου. Προκαλούν απόφραξη των αγγείων με αποτέλεσμα τη σταδιακή μάρανση και τελικά ξήρανση όλου του φυτού. Χαρακτηριστικός είναι ο καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου σε προσβεβλημένα φυτά.

Καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες, απολύμανση εδάφους, εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF). Σε αρχικές προσβολές σε νεαρά φυτά συνιστάται ριζοπότισμα με κατάλληλα μυκητοκτόνα (Sherf and Mac Nab, 1986).

Καστανή σήψη των ριζών ή Φελλώδης σηψιρρηξία (Brown root ή Corky root) (*Pyrenochaeta lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως τη τομάτα. Οι ρίζες προσβεβλημένων φυτών αποκτούν καστανές διογκώσεις με φελλώδη όψη. Καταπολεμάται με απολύμανση του εδάφους και εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF) (Δημητράκης, 1998).

Ντιντιμέλλα (*Didymella lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμάται με χρησιμοποίηση απολυμασμένου σπόρου και εφαρμογή κατάλληλων μυκητοκτόνων.

Φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*). Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (<18° C). Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με βελτίωση συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός, υψηλή θερμοκρασία). Για την καταπολέμησή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το βιολογικό σκεύασμα Trichodex.

Περονόσπορος (*Phytophthora infestans*). Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή και η υγρασία υψηλή σχηματίζοντας

κηλίδες που μεγαλώνουν. Προκαλούν επίσης και τη σήψη των καρπών. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας του θερμοκηπίου. Ευνοούνται από υψηλές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας (Δημητριάδης, 1970; Ολύμπιος, 2001)

Αλτερνάρια (*Alternaria solani*). Προσβάλλει τα φύλλα, το βλαστό και τους καρπούς των φυτών στα αναπτυγμένα φυτά. Ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία και την υψηλή υγρασία. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (Δημητριάδης, 1970).

Κλαδοσπορίαση (*Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*). Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα εμφανίζοντας σκούρες κηλίδες ή προκαλώντας σοβαρές αποφυλλώσεις των φυτών. Η προσβολή των φυτών ευνοείται από θερμοκρασίες μεταξύ 18 και 24° C και σχετική υγρασία 95%. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς και με μείωση της σχετικής υγρασίας.

Ωίδιο (*Leveillula taurica*). Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα και τους βλαστούς σχηματίζοντας ένα υπόλευκο επίχρισμα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμάται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με ωιδιοκτόνα.

Σκληροτίνια (*Sclerotinia sclerotiorum*). Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη στο λαιμό αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμάται με απολύμανση του εδάφους με PCNB, με ριζοποτίσματα και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με κατάλληλα μυκητοκτόνα (Δημητριάδης, 1970).

Σεπτόρια (*Septoria lycopersici*). Προσβάλλει τα φύλλα και τα στελέχη τους τομάτας σχηματίζοντας πολυάριθμες μικρές κυκλικές κηλίδες. Καταπολεμάται με απολύμανση του σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων (Δημητράκης, 1998; Ολύμπιος, 2001).

1.13.3 Βακτηριώσεις

Βακτηριακός έλκος (*Corynebacterium michiganense*). Προσβάλλει, τους καρπούς προκαλώντας κηλιδώσεις. Στα φύλλα και τους βλαστούς σχηματίζονται καρκινώματα. Για την καταπολέμηση συνιστάται η απολύμανση των σπόρων, ψεκασμοί με βακτηριοκτόνα φάρμακα και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών (Ολύμπιος, 2001).

Βακτηριακή κηλίδωση (*Xanthomonas vesicatoria*). Προσβάλλει τα φύλλα και

τους καρπούς όπου προκαλεί μεταχρωματισμούς και χαρακτηριστικές κηλίδες. Επίσης προκαλούν έλκη και καρκινώματα στους βλαστούς. Αντιμετωπίζονται με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών, με απολύμανση των σπόρων και με ψεκασμούς με βακτηριοκτόνα φάρμακα (Δημητράκης, 1998).

Βακτηριακή στιγμάτωση (*Pseudomonas tomato*). Προσβάλλει φύλλα και καρπούς και προκαλεί χαρακτηριστικά μαύρα στίγματα. Καταπολεμάται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και προληπτικά με χαλκούχα μυκητοκτόνα (Ολύμπιος, 2001).

1.13.3.1 Ιώσεις

Μωσαϊκή του καπνού (TMV)

Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της μωσαϊκής. Αντιμετωπίζεται με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, την εφαρμογή μέτρων για περιορισμό της μετάδοσης, την απολύμανση του σπόρου, την απολύμανση εδάφους, τη μόλυνση νεαρών φυτών τομάτας με ήπιο κλώνο TMV για προστασία φυτών από άλλο κλώνο περισσότερο καταστρεπτικό.

Μωσαϊκή του αγγουριάς (CMV)

Προκαλεί χαρακτηριστικό μωσαϊκό στα φύλλα πιπεριάς και μελιτζάνας και νηματόμορφα φύλλα στη τομάτα. Αντιμετωπίζεται με τη χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, την εφαρμογή μέτρων περιορισμού της μετάδοσης, την απολύμανση του σπόρου, την απολύμανση εδάφους και τη καταπολέμηση των αφίδων που είναι φορείς του ιού.

Κίτρινο καρούλισμα των φύλλων (TYLCV)

Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό αλλά κυρίως τη βλαστανούσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων διαστημάτων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμάται άμεσα και δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδους που θεωρείται φορέας της ίωσης (Δημητράκης 1998; Ολύμπιος 2001).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2 Τα συστατικά στοιχεία της τομάτας και οι ιδιότητές τους

2.1 Οι ελεύθερες ρίζες και το οξειδωτικό στρες

Οι χρόνιες εκφυλιστικές παθήσεις, κυρίως ο καρκίνος και οι καρδιαγγειακές παθήσεις είναι η κύρια αιτία θανάτων στο δυτικό κόσμο. Πέρα από τους γενετικούς λόγους και την ηλικία, σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και ανάπτυξη αυτών των ασθενειών παίζει ο τρόπος ζωής και διατροφής. Περίπου το 50% του συνόλου των καρκίνων έχουν αποδοθεί στον τρόπο διατροφής. Οι σύγχρονες διατροφικές υποδείξεις για την καταπολέμηση των χρόνιων ασθενειών συστήνουν αυξημένη κατανάλωση φυτικών προϊόντων δηλαδή φρούτων και λαχανικών, τα οποία είναι πλούσιες πηγές πολύτιμων αντιοξειδωτικών. Μέσα στη τελευταία δεκαετία η ανάπτυξη των γνώσεων στη βιολογία σχετικά με τις ελεύθερες ρίζες και τα δραστικά είδη οξυγόνου ROS οδήγησε σε μια ιατρική επανάσταση που υπόσχεται μια νέα εποχή στην υγεία. Πράγματι, η ανακάλυψη του ρόλου των ελεύθερων ριζών στις χρόνιες εκφυλιστικές ασθένειες έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων στη βιοχημική αξιολόγηση των γεγονότων που σχετίζονται με την ανάπτυξη μεταλλαξιγένεσης, ογκογένεσης και καρκίνου και φαίνεται να είναι το ίδιο σημαντική με την ανακάλυψη του ρόλου των μικροοργανισμών στις μολυσματικές ασθένειες (Bray, 1999).

2.1.1 Οι ελεύθερες ρίζες

Η πρώτη απόδειξη της ύπαρξης των ελεύθερων ριζών ήρθε το 1845, με την ανακάλυψη της νιτροσυλικής ρίζας $(\text{KNO}_3)_2\text{NO}$. Το 1946, ο Michaelis πρότεινε ότι οι ελεύθερες ρίζες είναι ενδιάμεσα μόρια σε μεταβολικά μονοπάτια των βιολογικά ενεργών κυττάρων. Οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου μπορούν να δημιουργηθούν μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς, κι αν δράσουν ανεξέλεγκτα επιφέρουν βλαβερά αποτελέσματα. Σήμερα είναι γνωστό ότι βιταμίνες όπως η βιταμίνη E, ένζυμα όπως η υπεροξειδάση της γλουταθειόνης και πρωτεΐνες όπως οι δισμουτάσες του υπεροξειδίου, παρέχουν ένα

πρωτογενές προστατευτικό φράγμα έναντι της τοξικότητας των ελεύθερων ριζών και των υπεροξειδίων στα κύτταρα των θηλαστικών.

Η παρουσία των ελεύθερων ριζών στον ανθρώπινο οργανισμό έχει αυξημένη σημασία καθώς ένα πλήθος εκφυλιστικών ασθενειών αναπτύσσονται και εξελίσσονται ταχύτατα εξαιτίας της παρουσίας τους (Halliwell, 1994; Witztum, 1994).

Ελεύθερη ρίζα (free radical), είναι ένα άτομο ή ομάδα ατόμων που φέρει ένα ή περισσότερα ασύζευκτα (unpaired) ηλεκτρόνια. Ασύζευκτο ηλεκτρόνιο καλείται αυτό που καταλαμβάνει μόνο του ένα ατομικό ή μοριακό τροχιακό. Οι ελεύθερες ρίζες πολύ γρήγορα αντιδρούν μεταξύ τους ή με άλλες ρίζες ή ενώσεις προκειμένου να σχηματίσουν ζεύγος ηλεκτρονίων. Γι' αυτό μπορούν να γίνουν εξαιρετικά δραστικές και να τροποποιήσουν ζωτικά βιολογικά μόρια όπως τα λίπη, τις πρωτεΐνες και το DNA.

Ο σχηματισμός των ελεύθερων ριζών μπορεί να γίνει με απώλεια ή προσθήκη ενός ηλεκτρονίου από ένα μόριο ή άτομο και με ομολυτική σχάση ενός ομοιοπολικού δεσμού. Η δραστηριότητα των ελεύθερων ριζών εξαρτάται από την ελεύθερη ρίζα όσο και από το μόριο με το οποίο αυτή η ρίζα αντιδρά.

Ιδιαίτερο βιοχημικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι δραστικές μορφές οξυγόνου (Reactive Oxygen Species, ROS). Με τον όρο «δραστικές μορφές οξυγόνου» εννοούμε τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου, καθώς και όλα τα παράγωγα του οξυγόνου που δεν είναι ελεύθερες ρίζες (π.χ. O_3) και προκύπτουν δευτερογενώς κατά τις διάφορες χημικές αντιδράσεις με στοιχεία του κυτταρικού περιβάλλοντος. Οι ROS είναι πιο ισχυρά οξειδωτικά σε σχέση με το μοριακό οξυγόνο.

Προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση ROS, οι αερόβιοι μηχανισμοί χρησιμοποιούν ένα αμυντικό σύστημα που λειτουργεί στον ενδοκυτταρικό και εξωκυτταρικό χώρο, καθώς και στις κυτταρικές μεμβράνες. Οι μηχανισμοί αντιοξειδωτικής άμυνας στοχεύουν τόσο στα πρώιμα στάδια σχηματισμού ριζών, όσο και στην αλυσίδα των μετασχηματισμών που αυτές υφίστανται.

2.2 Τα αντιοξειδωτικά

Αντιοξειδωτικά είναι ουσίες οι οποίες μπορούν να παρεμποδίσουν τις αντιδράσεις των δραστικών μορφών οξυγόνου και των άλλων ελεύθερων ριζών, προστατεύοντας έτσι τον οργανισμό από την επιβλαβή δράση τους.

Ο ρόλος των διαιτητικών αντιοξειδωτικών έχει μελετηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια, καθώς αυτά φαίνονται να παρέχουν προστασία στον ανθρώπινο οργανισμό έναντι πολλών παθήσεων (Halliwell et al, 1995). Τα ανθρώπινα κύτταρα προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις ελεύθερες ρίζες χρησιμοποιούν αντιοξειδωτικά τα οποία βρίσκονται φυσιολογικά μέσα στα κύτταρα (Block, 1992). Ωστόσο, ο οργανισμός μπορεί να προσλάβει και άλλα μέσω της τροφής, όπως για παράδειγμα βιταμίνες E και C, καροτενοειδή και πολυφαινόλες. Έτσι τα αντιοξειδωτικά χωρίζονται σε ενδογενή και εξωγενή. Ενδογενή είναι τα αντιοξειδωτικά που παρασκευάζονται από τον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ εξωγενή είναι εκείνα τα οποία προσλαμβάνονται από εξωτερικές πηγές. Στις αντιοξειδωτικές ουσίες που προσλαμβάνονται με την τροφή περιλαμβάνονται η βιταμίνες A, E (τοκοφερόλες) και C καθώς και τα καροτενοειδή (β-καροτένιο, λυκοπένιο, λουτεΐνη, κρυπτοξανθίνη, κ.λπ), το σελήνιο και άλλα μέταλλα απαραίτητα για τη δράση αντιοξειδωτικών ενζύμων του οργανισμού, και φυτοχημικές ουσίες με αντιοξειδωτικές ιδιότητες (φυτικές στερόλες, φλαβονοειδή και άλλες φαινολικές ενώσεις).

2.2.1 Το οξειδωτικό στρες

Όταν οι οξειδωτικοί μηχανισμοί του οργανισμού υπερτερούν των αντίστοιχων αντιοξειδωτικών, τότε τα επίπεδα των ριζών υπερβαίνουν τα φυσιολογικά όρια. Το οξειδωτικό στρες (oxidative stress) σχετίζεται με αυτή τη διαταραγμένη ισορροπία ανάμεσα στην παραγωγή ελεύθερων ριζών και στους φυσικούς αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς, προς όφελος των πρώτων. Τότε προκύπτει ένα πρόβλημα επαγωγής της δράσης των ελεύθερων ριζών πέραν των φυσιολογικών τους λειτουργιών με αποτέλεσμα την αναστολή δράσης ορισμένων ενζύμων, την οξείδωση των λιπιδίων, την καταστροφή της δομής του κυτταρικού DNA ή άλλες κυτταροτοξικές δράσεις. Η παθοφυσιολογική κατάσταση της αυξημένης παραγωγής ROS και άλλων ελεύθερων ριζών ή της ανεπάρκειας της αντιοξειδωτικής δράσης, έχει ενοχοποιηθεί για μια σειρά παθολογικών καταστάσεων, όπως ο καρκίνος, η αθηροσκλήρωση και η υπέρταση, η χρόνια φλεγμονή, η ρευματοειδής αρθρίτιδα, η ευαισθησία (λόγω ανοσοανεπάρκειας) σε μόλυνση από τον ιό HIV, η άπνοια κατά τη διάρκεια του ύπνου και νευροεκφυλιστικές ασθένειες.

Οι κυριότεροι παράγοντες που αυξάνουν τα επίπεδα των ελεύθερων ριζών και προκαλούν οξειδωτικό στρες είναι το άγχος, η περιβαλλοντική ρύπανση, η ηλιακή

(υπεριώδης) ακτινοβολία και η διαφόρων τύπων ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η βαριά σωματική άσκηση, το κάπνισμα, η κακή διατροφή, οι ασθένειες, τα φάρμακα, το αλκοόλ κλπ. (Bray, 1999).

2.3 Το αντιοξειδωτικό περιεχόμενο της τομάτας

Πέραν των γενικών θρεπτικών ιδιοτήτων που διαθέτουν τα συστατικά της τομάτας, πολλά από αυτά αδρανοποιούν τις επιβλαβείς ρίζες.

Από όλα τα αντιοξειδωτικά (βιταμίνη C, καροτενοειδή, βιταμίνη E, φαινολικά οξέα κ.α.), το λυκοπένιο έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι είναι διαθέσιμο σε σχετικά λίγα τρόφιμα, αλλά στις τομάτες περιέχεται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες.

Τα επίπεδα αυτών των αντιοξειδωτικών συστατικών μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με παράγοντες όπως η ποικιλία, οι συνθήκες καλλιέργειας, η μέθοδος της ωρίμανσης και οι συνθήκες αποθήκευσης. Κάποια από αυτά τα αντιοξειδωτικά καταστρέφονται με τη μεταποίηση της τομάτας, ενώ κάποια άλλα όπως το λυκοπένιο, παρουσιάζουν ενισχυμένη βιοδιαθεσιμότητα (Pfeiffer et al, 2000).

2.4 Αντιοξειδωτικές βιταμίνες

2.4.1 Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C ή ασκορβικό οξύ, είναι ισχυρός αντιοξειδωτικός παράγοντας του μεταβολισμού των λιπιδίων, των κυτταρικών μεμβρανών και των βιταμινών. Σε συνδυασμό με την βιταμίνη E προλαμβάνει την οξείδωση των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας. Η έντονη αντιοξειδωτική δράση της βιταμίνης C μπορεί να βοηθήσει την ενίσχυση της άμυνας του οργανισμού και την πρόσληψη σοβαρών παθήσεων. Η βιταμίνη C είναι επίσης απαραίτητη για το σχηματισμό και την διατήρηση του κολλαγόνου, της σημαντικότερης δομικής πρωτεΐνης του οργανισμού. Επιπλέον αυξάνει την απορρόφηση του σιδήρου, μετατρέποντάς τον από δισθενή σε τρισθενή, μορφή με την οποία απορροφάται ευκολότερα. Βοηθάει επίσης στο μεταβολισμό του αμινοξέων καθώς και διάφορων φαρμακευτικών ουσιών. Τέλος, η βιταμίνη C συμβάλει στην επούλωση των πληγών (Pantos and Markakis, 1973).

2.4.2 Η βιταμίνη E

Η ονομασία βιταμίνη E αναφέρεται ουσιαστικά σε μια ομάδα λιποδιαλυτών ουσιών με παρόμοιες λειτουργικότητες με τις τοκοφερόλες. Η βιταμίνη E βρίσκεται κυρίως στο έλαιο ορισμένων φυτών (επεξεργασμένα δημητριακά, φρούτα λαχανικά), σε ζωικής προέλευσης τρόφιμα και σε μερικά είδη άλγης. Μεγάλα ποσά βιταμίνης E βρίσκονται στις τομάτες, κυρίως στους σπόρους.

Εκτός από την αποστολή της ως βιταμίνη, η βιταμίνη E εμφανίζει ισχυρότατη αντιοξειδωτική δράση που προστατεύει τις κυτταρικές μεμβράνες και τις υπόλοιπες κυτταρικές δομές από την καταστροφική δράση των ριζών, διακόπτοντας την αλληλουχία αλυσιδωτών αντιδράσεων οξείδωσης, δίνοντας ένα άτομο υδρογόνου στις υπεροξυρίζες. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η βιταμίνη E έχει συνεργιστικές επιδράσεις σε συνδυασμό με ορισμένα άλλα αντιοξειδωτικά (Wolf, 1998).

2.5 Φαινολικές ενώσεις (πολυφαινόλες)

Άλλα φυτοχημικά που βρίσκονται στις τομάτες, είναι οι φαινολικές ενώσεις ή πολυφαινόλες, οι οποίες αποτελούν μια από τις πλέον πολυπληθείς και ευρέως διαδεδομένες ομάδες ουσιών στο φυτικό βασίλειο. Με τον όρο πολυφαινόλες εννοούμε μια μεγάλη ομάδα ενώσεων με ένα ή περισσότερα υδροξύλια απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους δακτυλίους. Οι φαινολικές ενώσεις διαφέρουν ως προς τη χημική τους δομή και δραστηριότητα. Έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερες από 8000 φαινολικές δομές που διακρίνονται σε 15 κατηγορίες ανάλογα με τη βασική χημική δομή τους. Οι φαινολικές ενώσεις βρίσκονται στα περισσότερα, αν όχι σε όλα τα φυτά, αποτελώντας προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού τους και είναι απαραίτητα συστατικά της φυσιολογίας τους, καθώς εμπλέκονται στην ανάπτυξη, στην παραγωγή τους και στην μορφολογία τους. Επίσης, παρέχουν προστασία στα φυτά έναντι των παθογόνων οργανισμών και μερικές φορές έναντι των φυτοφάγων ζώων, καθώς τα κάνουν στυφά και σκληρά. Οι φαινολικές ενώσεις μπορεί να καθορίσουν το χρώμα των φυτών, χωρίς να σημαίνει ότι είναι όλες χρωματισμένες και ως ένα βαθμό τη γεύση (πικρή και στυφή). Η οξείδωσή των πολυφαινόλων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας ή της αποθήκευσής, επηρεάζουν αυτά τα χαρακτηριστικά στα τρόφιμα.

2.6 Τα καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή συνιστούν μια ομάδα έγχρωμων, πολυακόρεστων και λιπόφιλων φυτικών χρωστικών στα οποία οφείλουν πολλά φρούτα και λαχανικά το έντονο κόκκινο, κίτρινο ή πορτοκαλί χρώμα τους. Τα καροτενοειδή συντίθεται από τα φυτά και είναι απαραίτητα σε αυτά γιατί απορροφούν φωτεινή ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση κι επιπλέον τους παρέχουν προστασία από τη καταστροφική φωτοξείδωση (Armstrong and John, 1996). Εκτός από τα φυτά συντίθενται ευρέως και στα βακτήρια, μύκητες και άλγη. Δεν συντίθενται στον οργανισμό ανθρώπων και ζώων αλλά λαμβάνονται με τη διατροφική κατανάλωση φρούτων η λαχανικών. Σημαντική δραστηριότητα των καροτενοειδών ωφέλιμη για τον ανθρώπινο οργανισμό, είναι η ικανότητά τους να μετατρέπονται στο σώμα σε ρετινόλη, που είναι μια μορφή βιταμίνης A (Bendich and Olson, 1989). Επίσης, η απομάκρυνση των ελεύθερων ριζών από τον οργανισμό αδρανοποιώντας τις αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών οι οποίες λαμβάνουν χώρα στις λιπιδιακές μεμβράνες ή σε τμήματα αυτών και πιθανόν σε διαλύματα φαίνεται να είναι μια εξίσου σημαντική ικανότητα των καροτενοειδών (Rock, 1997).

Στη φύση απαντώνται περίπου 600 είδη καροτενοειδών και διαρκώς εξακολουθούν να εντοπίζονται νέα. Από αυτά περίπου 40 περιλαμβάνονται στην τροφική αλυσίδα του ανθρώπου, ενώ περίπου 25 βρίσκονται στο ανθρώπινο αίμα και τους ιστούς, μαζί με 9 μεταβολιτές και προϊόντα οξειδωσής τους (Goralezyk and Siler, 2004). Στα φυσικά προϊόντα το πιο κοινό καροτενοειδές είναι η κίτρινη - πορτοκαλί χρωστική ουσία του καρότου (*Daucus carota*) και το β-καροτένιο.

Από χημική άποψη τα καροτενοειδή ανήκουν στα ισοπρενοειδή και στα λιποειδή. Ανήκουν επίσης στα πολυένια δηλαδή έχουν μια σειρά από εναλλασσόμενους απλούς και διπλούς δεσμούς που ονομάζονται συζυγιακοί. Το πλήθος των συζυγιακών δεσμών για διάφορα καροτένια κυμαίνεται από 3 ως 15 και καθορίζει και τις οπτικές ιδιότητες του κάθε καροτενοειδούς, που τυπικά απορροφά φως με μήκος κύματος 400 έως 500 nm, και έτσι τελικά εμφανίζονται με χρώμα κόκκινο, κίτρινο ή πορτοκαλί (Armstrong and John, 1996). Ανάλογα με το χρώμα τους, τα καροτενοειδή διακρίνονται σε:

- Κόκκινα καροτενοειδή (λυκοπένιο και ασταξανθίνη)
- Πορτοκαλί καροτενοειδή (α, β και γ καροτένιο)

- Κίτρινα καροτενοειδή (λουτεΐνη και ζεοξανθίνη)

Η χημική τους δομή διαφέρει με πολλούς τρόπους που τελικά εκτός από το χρώμα επηρεάζουν επίσης κι τις αντιοξειδωτικές τους ικανότητες. Τα καροτενοειδή υπάρχουν και στις δύο trans και cis μορφές ισομερών. Η trans- μορφή μπορεί να μετατρέπει τις cis-μορφές από την έκθεση στο φως, τη θερμότητα ή από κάποια χημική αντίδραση. Κατατάσσονται σε δύο ομάδες, ανάλογα με την απουσία ή παρουσία οξυγόνου πέρα από το υδρογόνο και άνθρακα σε υδρογονάνθρακες, που ονομάζονται καροτένια και υδροξυλιωμένα παράγωγα, τις ξανθοφύλλες.

2.7 Το λυκοπένιο

Ένα από τα καροτενοειδή που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι το λυκοπένιο. Το λυκοπένιο απομονώθηκε για πρώτη φορά από τον Hartsen το 1973 από τον καρπό της αμπέλου, *Tamus communis* L., ως σκούρα κόκκινη χρωστική ουσία (Nguyen and Schwartz, 1999). Λίγα χρόνια μετά το 1876 ο Millardet παρατήρησε τους κρυστάλλους του λυκοπενίου στον καρπό της ώριμης τομάτας. Ο Millardet ανέφερε ότι η κρυσταλλική χρωστική ουσία, για την οποία πρότεινε το όνομα solanogubine, ήταν αδιάλυτη στο νερό, διαλυτή σε θερμή αλκοόλη και πολύ εύκολα διαλυτή στο διθειάνθρακα, το χλωροφόρμιο και το βενζόλιο. Αργότερα οι ερευνητές εντόπισαν το ισομερές καροτένιο στην τομάτα και θεώρησαν ότι σχετίζεται με την ουσία που μελέτησε ο Millardet. Το 1903 ο Schunck μελέτησε και πάλι την κόκκινη χρωστική της τομάτας και βρήκε ότι διαφέρει από το καροτένιο στην εμφάνιση, στην κρυσταλλική μορφή, στη διαλυτότητα και στην οπτική απορρόφηση. Λόγω της παρουσίας της χρωστικής στη τομάτα (*Lycopersicon esculentum*) της έδωσε την ονομασία lycopin, ωστόσο χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα ονόματα lycopersicin και lycorene. Τελικά επικράτησε το όνομα lycorene, δεδομένου ότι η κατάληξη "-ένιο" δηλώνει την παρουσία ακόρεστων υδρογονανθράκων στην χρωστική ένωση. Ο Montanari, το 1904, προσπάθησε να προσδιορίσει τη χημική δομή του λυκοπενίου και κατέληξε ότι είναι ένα προϊόν συμπύκνωσης δύο μορίων καροτενίου κι έχει ένα χημικό τύπο $C_{52}H_{74}$. τελικά ο Karrer ήταν εκείνος που καθόρισε την πραγματική χημική δομή του λυκοπενίου το 1931 (Matlack and Sando, 1934).

Πέραν του γεγονότος ότι είναι αδρανές των μοναδικών του χημικών του ιδιοτήτων,

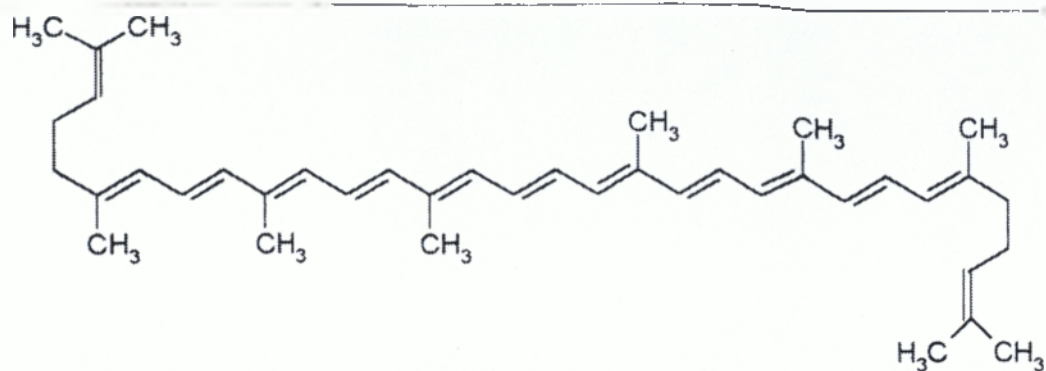
το λυκοπένιο διαθέτει ανώτερες αντιοξειδωτικές ικανότητες σε σύγκριση με άλλα καροτενοειδή. Πολλοί ερευνητές πιστεύουν πλέον ότι το λυκοπένιο μπορεί να επηρεάσει την εξέλιξη πολλών χρόνιων ασθενειών προς όφελος της ανθρωπότητας, με έναν ιστό-ειδικό τρόπο. Η ραγδαία αύξηση του πλήθους των μελετών, με πολλές δεκάδες άρθρα να δημοσιεύονται κάθε χρόνο δείχνει τις τάσεις της έρευνας σε σχέση με το λυκοπένιο. Έτσι, αυτή η μέχρι τώρα άγνωστη ένωση αποκτά έναν καταλυτικό ρόλο στην πρόληψη των ασθενειών. Τα πιθανά αποτελέσματα του λυκοπενίου στην ανθρώπινη υγεία έχουν μελετηθεί ευρύτατα τα τελευταία χρόνια κι ένα πλήθος από μελέτες έχουν δείξει ότι αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της αυξανόμενης κατανάλωσης τομάτας και προϊόντων της, καθώς και του επιπέδου του λυκοπενίου στο αίμα, με τον κίνδυνο εμφάνισης διάφορων μορφών καρκίνου, καρδιαγγειακών παθήσεων, καθώς και άλλων εκφυλιστικών παθήσεων. Η ισχυρότερη συσχέτιση είναι αυτή με τον καρκίνο του προστάτη, μιας πολύ διαδεδομένης μορφής καρκίνου στις δυτικές χώρες.

2.7.1 Χημική σύσταση και οι φυσικές ιδιότητες του λυκοπενίου

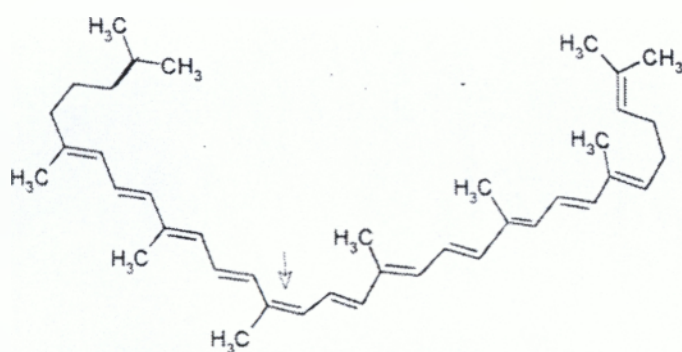
Το λυκοπένιο (Ψ, Ψ-καροτένιο), με μοριακό τύπο $C_{40}H_{56}$, είναι ένα πολυακόρεστο καροτενοειδές χρωστικό, μια φυτοχημική ουσία που συντίθεται από φυτά και μικροοργανισμούς αλλά όχι από ζωικούς οργανισμούς. Βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στους χρωμοπλάστες της φλούδας και της σάρκας της τομάτας, δίνοντας το χαρακτηριστικό της κόκκινο χρώμα. Λόγω του έντονου χρώματος, χρησιμοποιείται επίσης ως χρωστικό τροφίμων. Αν και τοξικότητες από το λυκοπένιο δεν έχουν αναφερθεί ωστόσο, η υψηλή πρόσληψη του λυκοπενίου από τροφές μπορεί να οδηγήσουν σε χρωματισμό του δέρματος, κατάσταση που καλείται λυκοπενόδερμία (Cunningham et al., 2007).

Πρόκειται για πολυένιο με 40 άτομα άνθρακα και 8 ισοπρενοειδείς ομάδες. Το μόριό του είναι μακρύ, συμμετρικό και μη πολικό. Είναι πρόδρομη ένωση της βιταμίνης Α και ισομερές του β-καροτενίου. Περιέχει 11 συζυγιακούς διπλούς δεσμούς και 2 μη συζυγιακούς διπλούς δεσμούς που σχηματίζουν ανενεργά προϊόντα τα οποία οδηγούν στην σταθεροποίηση των κυττάρων (Chew, 2004). Απαντάται σε δύο ισομερές μορφές *cis* και *trans*. Μορφολογικά αποτελείται από μακριές κόκκινες βελόνες και διαχωρίζεται χρωματογραφικά από τα άλλα καροτενοειδή. Η κυρίαρχη μορφή του στη φύση είναι η all-

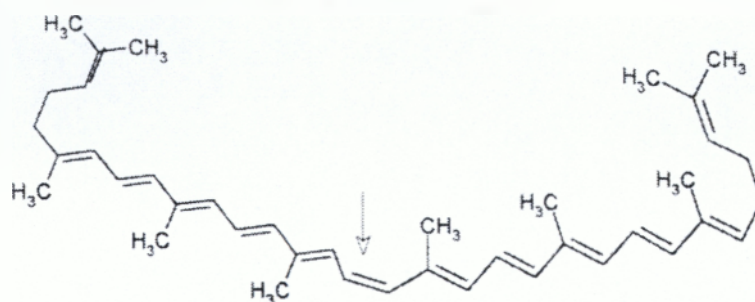
trans.



All-trans λυκοπένιο



13 cis λυκοπένιο



15,15' cis λυκοπένιο

Εικ. 2.1. Συντακτικοί τύποι των δομών all-trans, 13 cis και 15, 15' cis λυκοπένιο (http://www.the_merckindex.12thed.monograph#5650.com).

Το κόκκινο χρώμα του λυκοπενίου οφείλεται στους πολλούς συζυγιακούς διπλούς δεσμούς που υπάρχουν στο μόριό του. Ο κάθε διπλός δεσμός ελαττώνει την ενέργεια που

απαιτείται ώστε τα ηλεκτρόνια του άνθρακα να ανέβουν σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη. Αυτό είναι το φαινόμενο του συντονισμού, δηλαδή της δημιουργίας διαφορετικών δομών, οι οποίες προκύπτουν από τη διαφορετική διεύθυνση των ηλεκτρονίων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το μόριο να απορροφά φως μεγαλύτερου μήκους κύματος. Έτσι το λυκοπένιο μπορεί να απορροφά σχεδόν όλο το φάσμα του ορατού, εκτός από την κόκκινη περιοχή (Roo and Rao, 2007).

Πίνακας 2.1 Περιεκτικότητα λυκοπενίου σε φυτικές και εμπορικά διαθέσιμες μορφές (πηγή: Thompson et al., 2000).

Προϊόν	Λυκοπένιο (mg/100g)	Συνήθης Δόση	Ποσότητα Λυκοπενίου ανά Δόση (mg/δόση)
Χυμός τομάτας	9,5	250 mL	23,7
Σάλτσα "Ketchup"	15,9	25 mL	2,7
Σάλτσα "Spaghetti"	21,9	125 mL	27,4
Πάστα τομάτας	42,2	30 mL	12,7
Συμπυκνωμένη σούπα τομάτας	7,2	250 mL	18,0
Σάλτσα "Chili"	19,5	30 mL	5,85
Σάλτσα "Seafood"	17,0	30 mL	5,1
Καρπούζι	4,0	368 mL	14,7
Ροζ γκρεϊπφρουτ	4,0	123 mL	4,9
Άγουρη τομάτα	4,0	123 mL	4,9

Το λυκοπένιο είναι αδιάλυτο στο νερό, ενώ μπορεί να διαλυθεί σε οργανικούς διαλύτες και έλαια. Λόγω της μη πόλωσης του μορίου του, το λυκοπένιο διαχέεται στα πορώδη υλικά συμπεριλαμβανομένων και των πλαστικών, καθιστώντας αδύνατη την αφαίρεση με ζεστό νερό και απορρυπαντικά. Αν πάλι οξειδωθεί, τότε οι διπλοί δεσμοί μεταξύ των ατόμων ανθράκων διασπώνται και το χρώμα του μεταβάλλεται (Cunningham et al., 2007).

2.7.2 Η βιοσύνθεση του λυκοπενίου

Η βιοσύνθεση του λυκοπενίου στα ευκαρυωτικά φυτά και σε προκαρυωτικά

κυανοβακτήρια είναι παρόμοια, όπως παρόμοια είναι και τα ένζυμα που εμπλέκονται (Cunningham et al, 2007). Η βιοσύνθεση ξεκινά με ένα οξύ (μεβαλονικό οξύ), το οποίο μετά από μια σειρά συμπυκνώσεων μετατρέπεται σε μια ένωση με 40 άτομα άνθρακα, το φυτοένιο, το πρώτο βήμα για τη βιοσύνθεση των καροτενοειδών. Μέσω πολλών αφυδατώσεων το φυτοένιο μετατρέπεται σε λυκοπένιο (Armstrong and John, 1996). Το λυκοπένιο αποτελεί βασικό ενδιάμεσο στοιχείο για την βιοσύνθεση πολλών και σημαντικών καροτενοειδών όπως το β-καροτένιο και τα ξανθοφύλλες, μέσω μιας σειράς βιοχημικών αντιδράσεων σε φυτά, φύκη και άλλους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς.

2.7.3 Το λυκοπένιο στην τομάτα

Το λυκοπένιο είναι το βασικό καροτενοειδές στον καρπό τομάτας συνεισφέρει δε τα 80% του συνολικού περιεχομένου της σε καροτενοειδή. Το ακριβές περιεχόμενο που εμπεριέχει ο καρπός τομάτας σε λυκοπένιο εξαρτάται από την ποικιλία και την ωριμότητα του καρπού. Ποικιλίες με βαθύ κόκκινο χρώμα περιέχουν περίπου 50 mg/kg σε μία μέση ωρίμανσης τομάτα, ενώ κίτρινες ποικιλίες περιέχουν μέχρι 5 mg/kg (Scott and Hart, 1995). Σύμφωνα με τους Sharma and Le Maguer (1996), η φλούδα της τομάτας περιέχει περισσότερο λυκοπένιο σε σχέση με τη σάρκα της.

Πίνακας 2.2. Διαιτητικές πηγές του λυκοπενίου (πηγή: Roo and Rao,2007).

Πηγή	Mg/g υγρού βάρους
Ακατέργαστη τομάτα	8,8-42
Χυμός τομάτας	86-100
Σάλτσα τομάτας	63-131
Τομάτα κέτσαπ	124
Καρπούζι	23-72
Ροζ γκρέιπφρουτ	3,6-34
Ροζ γουάβα	54
Πατάγια	20-53
Βερικοκο	<0,1

Οι τομάτες είτε σε ακατέργαστη μορφή είτε σε επεξεργασμένα προϊόντα, αποτελούν την κύρια πηγή λυκοπενίου συνεισφέροντας τουλάχιστον το 85% του συνολικού λυκοπενίου που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από τη διατροφή του, φέρνοντάς το

στη πρώτη θέση βιοδιαθεσιμότητας από τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα οξέα, η θερμική επεξεργασία καθώς και οι αφυδατικές συνθήκες ευνοούν την ισομερίωση κάποιων μορφών λυκοπενίου (E-trans λυκοπένιο). Η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο συνεπώς, είναι υψηλότερη σε επεξεργασμένα προϊόντα τομάτας σε σχέση με τις φρέσκιες τομάτες. Δεδομένου ότι το λυκοπένιο είναι υδρόφοβο, ένας λόγος είναι ότι σε μεγάλα ποσοστά υγρασίας μειώνεται η συγκέντρωσή του. Επιπλέον, η επεξεργασία της τομάτας κάνει το λυκοπένιο περισσότερο βιοδιαθέσιμο. (Sharma and Le Maguer, 1996).

Σε γενικές γραμμές, το λυκοπένιο στα αφυδατωμένα προϊόντα και προϊόντα τομάτας σε σκόνη έχει μικρή σταθερότητα εκτός αν γίνει προσεκτική επεξεργασία και τοποθετηθούν αμέσως για αποθήκευση σε ερμητικά σφραγισμένο δοχείο με αδρανή ατμόσφαιρα. Αντίθετα τα κατεψυγμένα και τα θερμικά αποστειρωμένα τρόφιμα έχουν εξαιρετική σταθερότητα σε ό,τι αφορά το λυκοπένιο σε ολόκληρη τη διάρκεια ζωής τους αν η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι η ενδεδειγμένη (Bendich and Olson, 1989).

2.7.4 Η αντιοξειδωτική δράση του λυκοπενίου

Η χημική δομή του μορίου του λυκοπενίου είναι υπεύθυνη για την σημαντικότερη βιολογική του δραστηριότητα, αυτής της απόσβεσης του μονατομικού οξυγόνου και την πρόληψη της οξειδωτικής του δράσης σε άλλα μόρια και κυτταρικούς σχηματισμούς. Η ισχυρή αυτή αντιοξειδωτική δράση του λυκοπενίου έχει συσχετιστεί με τη ικανότητά του να μειώνει τον κίνδυνο από χρόνιες παθήσεις. Το λυκοπένιο δρα, συλλέγοντας το φως προστατεύοντας έτσι τους φυτικούς ιστούς από φωτοοξειδωτικές βλάβες. Συγκεκριμένα, κατά τον αερόβιο κυτταρικό μηχανισμό, παράγονται ιδιαίτερα δραστικά άτομα οξυγόνου ("ελεύθερες ρίζες"), τα οποία μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους εξαιτίας κυτταρικών βλαβών. Το λυκοπένιο δρα ως αντιοξειδωτικό, αντιδρώντας με αυτά τα άτομα εμποδίζοντας τις ελεύθερες ρίζες, οι οποίες είναι μόρια με ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια (Conn et al., 1991). Ο ρόλος ορισμένων μικροθρεπτικών ουσιών, όπως π.χ. τα καροτενοειδή φαίνεται να είναι η ενίσχυση των συνδέσμων αυτών και επομένως η παρεμπόδιση της καρκινογένεσης. Η βιταμίνη Α, ενισχύει την παραπάνω δράση και επιπλέον τη διαφοροποίηση φυσιολογικών έναντι διαφοροποιημένων κυττάρων, αναστέλλοντας τον πολλαπλασιασμό των μη φυσιολογικών κυττάρων. Ιστοί όπως του οισοφάγου, των πνευμόνων, του ήπατος, του μαστού, του δέρματος και του ουροποιητικού

συστήματος φαίνεται να προστατεύονται με παρόμοιο τρόπο.

2.7.5 Η μη αντιοξειδωτική δράση του λυκοπενίου

Εκτός από τα άμεσα ή έμμεσα αντιοξειδωτικά αποτελέσματά του, το λυκοπένιο, φαίνεται να δρα ρυθμιστικά στην λειτουργία των κυττάρων και να επηρεάζει το σύνολο των σημαντικότερων μηχανισμών, όπως η αύξηση της επικοινωνίας των κυττάρων, η παρεμπόδιση της ανάπτυξης των καρκινικών κυττάρων, η ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου και τέλος η αλληλεπίδραση με τη γονιδιακή ρύθμιση (Livny et al., 2002).

Η επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων γίνεται μέσω διαμεμβρανικών πρωτεϊνών που ονομάζονται κονεξίνες. Οι κονεξίνες σχηματίζουν πόρους στις κυτταρικές μεμβράνες, ώστε τα κύτταρα να επικοινωνούν μέσω της ανταλλαγής των μορίων. Η επικοινωνία αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού γιατί βοηθά τη διατήρηση των κυττάρων σε μια διαφοροποιημένη κατάσταση και είναι μειωμένη ή ανύπαρκτη στα καρκινικά κύτταρα (Heber and Lu, 2002).

Το λυκοπένιο δρα στην επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων κυρίως σταθεροποιώντας το mRNA των κονεξινών. Το λυκοπένιο αποκαθιστά τόσο την αντιγραφή όσο και την έκφραση της κονεξίνης σε καρκινικά κύτταρα του σώματος, ενώ παράλληλα αυξάνει τη μεταξύ τους επικοινωνία και παρεμποδίζει σημαντικά τον πολλαπλασιασμό τους (Livny et al., 2002).

2.7.6 Σταθερότητα διαλυμάτων λυκοπενίου σε πλάσμα και σε άλλους βιολογικούς ιστούς

Τα καροτενοειδή *in vivo* είναι συνήθως πιο σταθερά σε σύγκριση με τα διαλύματά τους σε οργανικούς διαλύτες. Τα λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά συστατικά του πλάσματος, αποδεικνύονται σταθερά σε τυπικές συνθήκες εργαστηρίου με λαμπτήρες φθορισμού για 72 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Για τις δύο σημαντικότερες ισομερείς μορφές του λυκοπενίου έχουν προσδιοριστεί οι θερμοκρασίες: 172-173 °C για την all-trans μορφή και 105 °C για την cis μορφή ως σημεία τήξης (Τζουγανάκη, 2001). Ειδικά για το all-trans λυκοπένιο παρουσιάζεται μείωση της μετρούμενης συγκέντρωσης μετά από 48 και 72 ώρες, η οποία όμως δεν είναι σημαντική. Αυτή η *in vivo* σταθερότητα των καροτενοειδών

φαίνεται να εντοπίζεται στο τρόπο σύνδεσής τους, καθώς αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των κυτταρικών μεμβρανών. Συνδέονται με τις υδρόφοβες περιοχές των πρωτεϊνών ή με τα λιπαρά συστατικά των λιποπρωτεϊνών και έτσι σταθεροποιούνται σε σημαντικό βαθμό από τις πρωτεΐνες και άλλα περιφερειακά μόρια (Thompson et al, 2000).

2.7.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση του λυκοπενίου

Σύμφωνα με πειράματα που διεξήγαγαν οι Johjima T. και Matsuzoe N. προκειμένου να μελετήσουν κατά πόσο οι τιμές του λυκοπενίου επηρεάζουν το χρώμα των καρπών τομάτας, συμπεραίνουμε ότι όσο πιο έντονο είναι το χρώμα του καρπού (όσο πιο κόκκινο), τόσο περισσότερο λυκοπένιο περιέχεται. Σημαντικός παράγοντας επίσης θεωρήθηκε και το τμήμα του καρπού (μεσοκάρπιο, περικάρπιο) που έλαβαν στις αναλύσεις. Μετρήσεις απέδειξαν ότι η φλούδα του καρπού περιέχει περίπου πέντε φορές περισσότερο λυκοπένιο από ότι η σάρκα (Davies and Hobson, 1981)

Σε πειράματα που έκαναν στην Καλιφορνία οι Barrett και Anthon, ανάμεσα σε 550 δείγματα, βρέθηκε ότι τα αντιοξειδωτικά περιεχόμενα των καρπών τομάτας είχαν άμεση εξάρτηση από τους εξής παράγοντες:

- Περιβάλλον (θερμοκρασία, φως, διαθεσιμότητα νερού και διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων)
- Τεχνικές καλλιέργειας που χρησιμοποιήθηκαν (ποικιλίες, πότισμα, λίπανση, ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών, ημερομηνία συγκομιδής κ.ά.)
- Μετασυλλεκτικές συνθήκες αποθήκευσης (Dumas et al, 2003).

Σήμερα οι ερευνητές, παρότι έχουν αποδεχθεί την ισχύ των παραπάνω παραγόντων συνεχίζουν την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

2.7.7.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

2.7.7.1.1 Επίδραση θερμοκρασίας

Η επίδραση της θερμοκρασίας στο αντιοξειδωτικό περιεχόμενο της τομάτας έχει άμεση σχέση με τη συγκέντρωση καροτενοειδών. Σύμφωνα με τους (Davies and Hobson, 1981), οι τομάτες που εκτίθενται σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία συχνά παρουσιάζουν

εξασθενημένα χρώματα και αυτό συμβαίνει διότι οι καρποί, στους οποίους ασκούνται υψηλές θερμοκρασίες, έχουν χαμηλό περιεχόμενο σε λυκοπένιο. Συνάγεται, ότι η αύξηση θερμοκρασίας (άνω 30 °C) εμποδίζει τη συγκέντρωση λυκοπενίου διότι ξεκινά η μετατροπή του σε β-καροτίνη. Αντίθετα, σύμφωνα με την ίδια έρευνα, ο σχηματισμός του λυκοπενίου εξαρτάται από τα όρια διακύμανσης της θερμοκρασίας και φαίνεται να λαμβάνει χώρα μεταξύ 12-32 °C (Dumas, 2003).

2.7.7.1.2 Επίδραση του φωτισμού

Στις ευνοϊκές θερμοκρασίες, από 22-25 °C, τα επίπεδα της σύνθεσης του λυκοπενίου και της καροτίνης, μπορεί να αυξηθούν φωτίζοντας τα φυτά της τομάτας κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των καρπών. Καρποί που εκτέθηκαν σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, είχαν αυξημένα επίπεδα καροτενοειδών σε σύγκριση με τα σκιαζόμενα φυτά (McCollum, 1954). Σύμφωνα με πειράματα, τα υαλόφρακτα θερμοκήπια ευνοούν την διάχυση των ηλιακών ακτινών και κατά συνέπεια αυξάνονται τα επίπεδα συγκέντρωσης λυκοπενίου, σε αντίθεση με τα θερμοκήπια με πλαστική κάλυψη (Cabibel and Ferry, 1980). Οι υπέρυθρες και μικροκυματικές ακτινοβολίες φαίνεται να επιδρούν αρνητικά στη συγκέντρωση του λυκοπενίου σε αντίθεση με την ακτινοβολία με μήκος κύματος στο κόκκινο χρώμα, η οποία προκαλεί την συγκέντρωσή του ανεξάρτητα από την θερμοκρασία (Lipton, 1970; Thomas and Jen, 1975).

2.7.7.1.3 Επίδραση της διαθεσιμότητας νερού

Σε πειραματικές μελέτες της ομάδας του Naphade το 1993, παρατηρήθηκε ότι το περιεχόμενο σε λυκοπένιο στους καρπούς τομάτας μειώνεται όσο αυξάνεται το ποσοστό της εδαφικής υγρασίας. Αντίθετα όμως, σύμφωνα με τους Matsuzoe et al (1998), σε πείραμα που έκαναν ανάμεσα σε ποικιλίες τύπου cherry, χρώματος κόκκινου και ροζ, που βρισκόνταν σε πλήρες στάδιο ανάπτυξης, η ποσότητα σε λυκοπένιο αυξανόταν όταν υπήρχε έλλειμμα εδαφικής υγρασίας. Διαπιστώθηκε μάλιστα, ότι η αύξηση του περιεχομένου σε λυκοπένιο επετεύχθη στην περιοχή του περικαρπίου.

2.7.7.2 Παράγοντες τεχνικών καλλιέργειας

2.7.7.2.1 Επιδράσεις της ποικιλίας

Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε χώρες της Ε.Ε. έγιναν αναπαραγωγές από καρπούς διαφόρων ποικιλιών, οι οποίες είχαν από 1-4 χωρίσματα στο μεσοκάρπιο. Από αυτές μετρήθηκαν διαφορετικές τιμές της συγκέντρωσης των καροτενοειδών και ειδικά του λυκοπενίου (Abushita et al., 1997; Zanetti, 1997; Lopez et al., 2001). Έγιναν επίσης πειραματικές μετρήσεις σε υβρίδια τομάτας που περιείχαν υψηλές χρωστικές, οι οποίες συγκρίθηκαν με τομάτες μη υψηλών χρωστικών, τα οποία καλλιεργήθηκαν στον αγρό. Οι μετρήσεις στόχευαν στη συγκέντρωση των γονιδίων τα οποία ήταν υπεύθυνα για την αύξηση του περιεχομένου σε λυκοπένιο, καθώς και στο να απαλείψουν τα γονίδια που το μειώνουν, διατηρώντας παράλληλα τα υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Siviero et al., 2000 and 2002).

2.7.7.2.2 Επιδράσεις άρδευσης

Εκτός από την διαθεσιμότητα του εδάφους σε σχετική υγρασία σημαντικό παράγοντα στην αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου αποτελεί και η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε άλατα (και κατά συνέπεια της ηλεκτρικής αγωγιμότητας - EC) που παρέχεται στην καλλιέργεια (De Pascale et al., 2001). Σε πειράματα που έγιναν από την De Pascale και την ομάδα της, παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου σε επίπεδα μέτριας αλατότητας του νερού. Η αλατότητα ενεργοποίησε πιθανότατα τον μηχανισμό βιοσύνθεσης του καρπού τομάτας. Συγκέντρωση σε ποσοστό 0,25% βάρος/όγκο NaCl στο νερό άρδευσης προκάλεσε αύξηση κατά 40% σε περιεχόμενο καροτενοειδών συγκριτικά με μη αλατούχα άρδευση.

Η αναμόρφωση της κωδικοποίησης των γονιδίων που κωδικοποιούν τα ένζυμα τα οποία συμμετείχαν στα κύρια στάδια βιοσύνθεσης του λυκοπενίου, και η οποία προκλήθηκε από stress (άλατος), μπορεί να εξηγήσει τα υψηλά επίπεδα λυκοπενίου που ανιχνεύθηκαν σε τομάτες ανεπτυγμένες με αλατούχα άρδευση (Giuliano et al., 1993). Αντιθέτως, σε υψηλά επίπεδα αλατότητας παρατηρούνται φαινόμενα ανασταλτικά, τα

οποία έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένη συγκέντρωση σε λυκοπένιο.

Εξάγεται λοιπόν το συμπέρασμα ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου πραγματοποιείται είτε μέσω γενετικής μηχανικής, είτε με την εφαρμογή ειδικών καλλιεργητικών τεχνικών. Παρόλα αυτά όμως, και οι δύο αυτές προσεγγίσεις, έχουν κάποια όρια πέρα από τα οποία το λυκοπένιο μειώνεται. Επίσης είναι άξιο αναφοράς ότι η αλατούχα άρδευση επιφέρει ελαφρά μείωση στην σοδειά, καθώς και την αλάτωση του εδάφους, όταν εφαρμόζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα (De Pascale et al, 2001).

2.7.7.2.3 Επίδραση μεταλλικών θρεπτικών στοιχείων

Πειράματα της ομάδας του Aziz A.B.A. (1968), σε ποικιλίες Moneymaker οι οποίες αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα τριών διαφορετικών επιπέδων αζώτου έδειξαν, ότι τα επίπεδα λυκοπενίου αυξάνονταν όταν μειωνόταν η συγκέντρωση του αζώτου, ενώ παράλληλα αυξανόταν η παραγωγή της καλλιέργειας. Αντιθέτως, σε καλλιέργειες που καλύπτονταν από τυρφώδες ή αργιλώδες εδαφικό υπόστρωμα, όσο αυξανόταν το άζωτο αυξανόταν και το λυκοπένιο (Montagu and Goh, 1990). Πιστεύεται ωστόσο ότι οι αζωτούχες λιπάνσεις αυξάνουν την περιεκτικότητα καροτενοειδών (Mozafar, 1993).

Αύξηση του φωσφόρου σε υδροπονικές καλλιέργειες αυξάνει τα επίπεδα περιεκτικότητας λυκοπενίου βελτιώνοντας το χρώμα των καρπών (Saito and Kano, 1970)

Μελέτες για την επίδραση του καλίου στην περιεκτικότητα του λυκοπενίου, σε ποικιλίες Fireball σε συνθήκες ελεγχόμενης ανάπτυξης (σε 16 ώρες φωτεινής περιόδου και 8 ώρες σκοτεινής περιόδου), έδειξαν ότι το περιεχόμενο των καροτενοειδών αυξήθηκε εκτός από το β- καροτένιο. Η συγκέντρωση του λυκοπενίου και το χρώμα των καρπών αυξήθηκαν αισθητά όσο αυξανόταν το κάλιο (Winsor, 1979).

2.7.7.2.4 Επίδραση των σταδίων ανάπτυξης και της ωρίμανσης των καρπών

Κατά την ανάπτυξη και την ωρίμανση τοματών τύπου Cherry, ο μεταβολισμός των καροτενοειδών και της χλωροφύλης συμβαίνει πρώτα στο κέντρο του καρπού και στη συνέχεια στην φλούδα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Σε καλλιέργειες στον αγρό το λυκοπένιο αυξάνεται έντονα κατά το μεταβατικό στάδιο ανάπτυξης καρπών από ροζ σε κόκκινου χρώμα. Το λυκοπένιο μπορεί να θεωρηθεί ως ένας καλός δείκτης για την ωρίμανση (Cabibel and Ferry, 1980). Αν θεωρήσουμε 7 στάδια ωρίμανσης I (mature green) II (green yellow) III (yellow- orange) IV (orange- yellow) V (orange- red) VI (red) VII(deep red), θα παρατηρούσαμε ότι έχουμε μικρή αύξηση μέχρι το τέταρτο στάδιο και έπειτα απότομη αύξηση μέχρι το έβδομο στάδιο (Venter, 1977).

Πειράματα που έγιναν στον αγρό σε συνθήκες περιβάλλοντος και σε θερμοκρασία περίπου 22°C (Meredith and Purcell, 1966), σε θερμοκήπιο με μέση θερμοκρασία νύχτας (min) 17,8°C και ημέρας (max) 25,6°C (Koskitalo and Ormrod, 1972) και σε θάλαμο με ελεγχόμενη φωτοπερίοδο (16h φως και 8h σκοτάδι στους 24°C) (Trudel and Ozburn, 1970), έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις του λυκοπενίου είναι μεγαλύτερες σε καρπούς ώριμους (βαθύ κόκκινο χρώμα), και στις τρεις περιπτώσεις.

Σε πλήρως ώριμους καρπούς το λυκοπένιο καταλαμβάνει το 95% το συνόλου των χρωματισμένων καροτενοειδών και το 73% των συνολικών καροτενοειδών. (Meredith and Purcell, 1966).

2.7.7.2.5 Παράγοντες συνθηκών αποθήκευσης

Όταν ο καρπός ωριμάζει επάνω στο φυτό, έχουμε σταδιακή γραμμική αύξηση του λυκοπενίου, ενώ μετασυλλεκτικά ή αύξηση του λυκοπενίου ακολουθεί εκθετική τάση. Επίσης, οι κατάλληλες μετασυλλεκτικές συνθήκες αποθήκευσης αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την αύξηση του λυκοπενίου στους καρπούς τομάτας.

Το λυκοπένιο ως μόριο φυτικής προέλευσης επηρεάζεται από τις διάφορες χημικές κατεργασίες. Έτσι είναι ευαίσθητο στο το φως, στη θερμοκρασία, στην επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα κ.ά. Το άμεσο ηλιακό φως προκαλεί φωτοοξειδωτικές βλάβες στη δομή λυκοπενίου.

Σε χαμηλές θερμοκρασίες το πρόβλημα των καροτενοειδών, και του λυκοπενίου είναι η τάση τους να δημιουργούν κρυστάλλους, όταν φυλάσσονται, με κίνδυνο να αλλοιώνονται τα αποτελέσματα των ποσοτικών προσδιορισμών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συντήρησης διαλυμάτων λυκοπενίου, όπως η διατήρηση των διαλυμάτων εργασίας σε χαμηλή θερμοκρασία (-5 °C) και η φύλαξη των προτύπων ουσιών και διαλυμάτων σε

κατάψυξη (-20 °C ως και -80 °C). Σε όλες δε τις περιπτώσεις θα πρέπει να αποκλείεται η επαφή των διαλυμάτων με το άμεσο ηλιακό φως (Dumas et al., 2003).

Αν και τα διαλύματα λυκοπενίου είναι σχετικά σταθερά υπό ψύξη στους -20 °C, για τουλάχιστο 1-3 εβδομάδες, το all-trans λυκοπένιο που βρίσκεται διαλυμένο σε οργανικούς διαλύτες ισομερειώνεται ταχέως προς παραγωγή cis-ισομερών μορφών του, ακόμη και απουσία φωτός και με προσθήκη αντιοξειδωτικών παραγόντων. Σε μια μελέτη των διατροφικών καροτενοειδών, ο χρόνος ζωής της β-καροτίνης του πλάσματος ήταν μικρότερος από 12 μέρες, ενώ του λυκοπενίου κυμαινόταν μεταξύ 12 και 33 ημερών (Rock, 1997).

Το λυκοπένιο οξειδώνεται εύκολα και προκύπτουν προϊόντα οξείδωσης κατά την παραμονή του στον ατμοσφαιρικό αέρα, ενώ στα κύτταρα συσσωρεύονται μόρια οξυγόνου (Dumas et al., 2003).

2.7.7.3 Φασματικά χαρακτηριστικά

Το λυκοπένιο ως έγχρωμη ένωση απορροφά στο ορατό φάσμα ακτινοβολίας. Το μέγιστο της απορρόφησης για την all- trans μορφή είναι σε μήκη κύματος $\lambda = 446, 472$ και 505 nm και για την cis μορφή σε μήκη κύματος $361, 444, 470$ και 502 nm . Πάντως, πρέπει να σημειωθεί ότι οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται κάθε φορά επηρεάζουν την απορρόφηση. Χαρακτηριστικά, μπορεί να αναφερθεί ότι η απορρόφηση του λυκοπενίου σε διαλύτη εξάνιου, είναι περίπου τέσσερις φορές μεγαλύτερη από ό,τι σε διαλύτη μεθανόλης. Αυτό οφείλεται κυρίως στις διαφορετικές μοριακές απορροφήσεις (molar extinction coefficient) λόγω της επίδρασης του διαλύτη στην ηλεκτρονική δομή του μορίου. Κάποια μόρια έχουν την τάση σχηματισμού μικροκρυστάλλων, για το λόγο αυτό χρειάζεται προσοχή κατά τη φασματοφωτομετρική εκτίμηση ποσοτήτων καροτενοειδών στους διάφορους ιστούς, όταν οι μετρήσεις συγκρίνονται με μετρήσεις σε πρότυπα διαλύματα (Zhang et al., 1997).

Το μήκος κύματος μέγιστης απορρόφησης επηρεάζεται επίσης από το ποσοστό υγρασίας στο σύστημα διαλυτών έκλουσης, γι' αυτό το ποσοστό ύδατος κατά τους χρωματογραφικούς διαχωρισμούς πρέπει να είναι αυστηρά καθορισμένο (Rhodes et al., 1988).

2.8 Σκοπός της εργασίας

Η τομάτα, ως τρόφιμο, έχει προσελκύσει έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Μεταξύ των πολλών και πολύτιμων αντιοξειδωτικών και φυτοχημικών που περιέχονται στην τομάτα, κυρίαρχη θέση κατέχει το λυκοπένιο, γιατί είναι ένα ισχυρό, φυσικό αντιοξειδωτικό, με ευεργετικές δράσεις για την υγεία, όπως για παράδειγμα η δράση του έναντι χρόνιων νοσημάτων, ιδίως του καρκίνου και των καρδιαγγειακών παθήσεων. Το λυκοπένιο προσλαμβάνεται και απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό πολύ εύκολα. Ακόμα μια εξίσου σημαντική ιδιότητα του λυκοπενίου είναι ότι συμβάλλει στην επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων, στην διαμόρφωση ορμονών, στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και στην σωστή λειτουργία του μεταβολισμού.

Επειδή λοιπόν το λυκοπένιο έχει τόσο σημαντικές ιδιότητες στον οργανισμό μας, πλήθος πειραμάτων έχει εξαχθεί ώστε να διαπιστωθούν ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την αύξηση και την μείωση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου στα φυτά τομάτας. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να μελετηθεί η επίδραση της συγκέντρωσης καλίου, που παρέχεται σε φυτά τομάτας μέσω των θρεπτικών διαλυμάτων, στην παραγωγή καρπών και στη συγκέντρωση λυκοπενίου στους ιστούς τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3 Υλικά και μέθοδοι

3.1 Φυτικό υλικό

Η διεξαγωγή του πειράματος έγινε στο χώρο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στο τμήμα Κηπευτικών Καλλιεργειών από την 1^η Ιανουαρίου έως τις 15 Ιουλίου του 2007. Περιελάμβανε την καλλιέργεια των φυτών τομάτας ποικιλιών Belladonna και Primadonna. Σκοπός του πειράματος ήταν να προσδιοριστεί κατά πόσο η συγκέντρωση του καλίου στο θρεπτικό διάλυμα επηρεάζει την περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε λυκοπένιο. Οι επεμβάσεις με κάλιο ήταν τρεις σε συγκεντρώσεις 100, 250 και 400 ppm. Χρησιμοποιήθηκαν φυτά τομάτας των υβριδίων Belladonna (12 φυτά) και Primadonna (12 φυτά). Οι συγκεκριμένες ποικιλίες επιλέχθηκαν γιατί τα Belladonna και Primadonna υβρίδια είναι ημιμακράς διατήρησης, με αντοχή σε πολλές ασθένειες. Επίσης χαρακτηρίζονται ως μεγαλόκαρπες ποικιλίες.

Η σπορά έγινε στις 11/1/07 σε δίσκους σποράς ενώ τα φυτά εμβολιάστηκαν 20 μέρες μετά την σπορά. Η μεταφύτευση έγινε στις 10/2/07 σε κόκκινες γλάστρες, συνολικού όγκου 11 L με το ύψος των φυτών να είναι 8-12 cm και 4-5 πραγματικά απλά φύλλα. Οι γλάστρες γεμίστηκαν με ομογενοποιημένο μείγμα εμπλουτισμένης τύρφης (KLASMANN TS-2 standard) και περλίτη σε αναλογία 2:1. Ως βάση είχε ξανθιά τύρφη, τα βασικά της συστατικά ήταν Sphagnum βαθμός αποσύνθεσης H₂-H₅, οργανική ουσία 90-95% του βάρους, υγρασία 50-65% του βάρους και pH (H₂O) 5.5-6.5. Τα φυτά ποτίζονταν με διάλυμα Nutri-leaf 20 (20-20-20) σε αναλογία 10 g/10 L νερού για την ταχύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού και για να παρασχεθεί στα φυτά τομάτας διαλυτή μορφή φωσφορικού άλατος. Η διαδικασία αυτή ακολουθήθηκε κάθε δύο μέρες για μια βδομάδα. Έπειτα το πότισμα των φυτών γινόταν καθημερινά με σκέτο νερό, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες ήταν δύο φορές την ημέρα (νωρίς το πρωί και το απόγευμα). Τα φυτά παρέμειναν στον προθάλαμο του γυάλινου θερμοκηπίου

των Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για 12 ημέρες.

Στις 22/2/07, δηλαδή 22 μέρες μετά την μεταφύτευση, και αφού είχαν εμφανιστεί τα 7-9 πρώτα σύνθετα φύλλα, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο χώρο του πλαστικού θερμοκηπίου στις τελικές τους θέσεις μέχρι και την τελευταία τους συγκομιδή. Τοποθετήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλιστεί η τυχαιοποίηση του πειράματος. Επίσης άρχισε και η άρδευση με τα θρεπτικά διαλύματα που θα καθόριζαν τα αποτελέσματα του πειράματος.

Πίνακας 3.1. Διάταξη των γλαστρών στο χώρο του θερμοκηπίου.

Διάταξη των φυτών	
1-Bellabonna-250ppm	13- Primadonna-250ppm
2- Bellabonna-100ppm	14- Primadonna-100ppm
3- Bellabonna-400ppm	15- Primadonna-400ppm
4-Primadonna-250ppm	16- Bellabonna-250ppm
5- Primadonna-400ppm	17- Bellabonna-400ppm
6- Primadonna-100ppm	18- Bellabonna-100ppm
7- Bellabonna-400ppm	19- Primadonna-400ppm
8- Bellabonna-100ppm	20- Primadonna-100ppm
9- Bellabonna-250ppm	21- Primadonna-250ppm
10- Primadonna-400ppm	22- Bellabonna-400ppm
11- Primadonna-250ppm	23- Bellabonna-250ppm
12- Primadonna-100ppm	24- Bellabonna-100ppm

	Επέμβαση 100ppm K_2SO_4
	Επέμβαση 250ppm K_2SO_4
	Επέμβαση 400ppm K_2SO_4

3.2 Θρεπτικά διαλύματα

3.2.1 Πυκνά θρεπτικά διαλύματα

Για τη λίπανση των φυτών, εφαρμόστηκε η μέθοδος υδρολίπανσης. Παρασκευάστηκαν πυκνά διαλύματα K_2SO_4 , πλήρη, τόσο σε μακροστοιχεία όσο και σε ιχνοστοιχεία, σε τρία (3) διαφορετικά δοχεία των 30 L. Για την παραγωγή των πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων ζυγίστηκαν σε ζυγαριά και σε ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων τα θρεπτικά στοιχεία που θα χρησιμοποιούσαμε. Τα στοιχεία αυτά τοποθετήθηκαν σε τρία μικρά βαρέλια και συμπληρώσαμε με νερό μέχρι τα 30 L, αναδεύτηκαν κατόπιν προσωπικής παρέμβασης για περίπου 25 λεπτά, ώστε να λιώσουν τα στοιχεία και να ομογενοποιηθούν πλήρως μεταξύ τους.

3.2.2 Αραιά θρεπτικά διαλύματα

Η αραίωση των πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων έγινε σε τρία βαρέλια όγκου 190 L σε αραίωση 1:190. Με τη βοήθεια ογκομετρικών δοχείων των 1000 ml και ογκομετρικών σωλήνων των 50 ml μετρούσαμε την ακριβή ποσότητα των πυκνών διαλυμάτων, που έχει αποφασιστεί να μπει σε κάθε βαρέλι, κατόπιν υπολογισμού ώστε να παραχθούν διαλύματα συγκέντρωσης K_2SO_4 100, 250 και 400 ppm. Έτσι για την παραγωγή του αραιού διαλύματος των 100 ppm διαλύσαμε 1 L πυκνού διαλύματος A, 1 L πυκνού διαλύματος B και 380 ml πυκνού διαλύματος K_2SO_4 . Για την παραγωγή του αραιού διαλύματος των 250 ppm διαλύσαμε 1 L πυκνού διαλύματος A, 1 L πυκνού διαλύματος B και 2088 ml πυκνού διαλύματος K_2SO_4 . Τέλος για την παραγωγή του αραιού διαλύματος των 400 ppm ρίξαμε 1 L πυκνού διαλύματος A, 1 L πυκνού διαλύματος B και 3800 ml πυκνού διαλύματος K_2SO_4 . Στα βαρέλια συμπληρώσαμε με νερό μέχρι τα 190 L. Προσοχή δόθηκε στη σειρά που προσθέταμε κάθε φορά τα πυκνά θρεπτικά διαλύματα, ώστε να μην γίνονται αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων τους. Αναδεύσαμε για 20 λεπτά περίπου, ώστε το διάλυμα να ομογενοποιηθεί. Τα βαρέλια τοποθετήθηκαν σε ύψος 2 m και συνδέθηκαν με το αρδευτικό σύστημα, ώστε το διάλυμα να φτάνει και στο τελευταίο φυτό με πίεση μέσω δικτύου σωλήνων PVC μικρής διατομής που κατέληγαν σε μπεκ (ένα μπεκ/γλάστρα)

γινόταν το πότισμα των φυτών με ομοιόμορφη διαβροχή.

Ο όγκος του ποτίσματος στα φυτά άλλαξε όταν άλλαξαν και οι κλιματικές συνθήκες. Έτσι, στα αρχικά στάδια του πειράματος, από τις 22/2/07 έως 10/3/07 ο όγκος της άρδευσης ήταν 900 ml, από τις 11/3/07 έως 24/3/07 ο όγκος αυξήθηκε στα 1000 ml και από τις 24/3/07 ως τις 13/4/07 ο όγκος έφτασε να είναι 1500 ml. Τα ποτίσματα ήταν καθημερινά, δύο φορές την ημέρα (νωρίς το πρωί και το απόγευμα) με τον ίδιο όγκο διαλύματος/ πότισμα.

Πίνακας 3.2. Συνταγή παρασκευής πυκνού θρεπτικού διαλύματος 100 ppm σε βαρέλια των 30 L.

ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΠΥΚΝΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ 100 ppm		
E.C.	2,00	dS/m
pH	5,6	
ΔΟΧΕΙΟ Α	30	L
1 Νιτρικό ασβέστιο	5,788	kg
2 Νιτρικό κάλιο	0,071	kg
3 Νιτρική αμμωνία	0,027	kg
4 Χηλικός σίδηρος 6% Fe	0,080	kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	30	L
1 Νιτρικό κάλιο	0,165	kg
2 Θεικό μαγνήσιο	2,596	kg
3 Νιτρική αμμωνία	0,000	kg
4 Φωσφορικό μονοκάλιο	1,006	kg
5 Φωσφορικό οξύ	0,000	kg
6 Θεικό μαγγάνιο	14,45	g
7 Θεικός ψευδάργυρος	3,03	g
8 Θεικός χαλκός	0,85	g
9 Βορικό οξύ	0,00	g
10 Βόρακας	16,30	g
11 Solubor	0,00	g
12 Επταμολυβδαινικό αμμόνιο	0,00	g
13 Μολυβδαινικό νάτριο	0,69	g
ΔΟΧΕΙΟ Γ (K₂SO₄)	30	L
1 Θεικό κάλιο	1,123	kg
ΔΟΧΕΙΟ Γ (ΟΞΕΩΣ)	30	L
1 Νιτρικό οξύ 68%	0,668	L

Πίνακας 3.3. Συνταγή παρασκευής πυκνού θρεπτικού διαλύματος 250 ppm σε βαρέλια των 30 L.

ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΠΥΚΝΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ 250ppm		
E.C.	2,39	dS/m
pH	5,6	
ΔΟΧΕΙΟ Α	30	L
1 Νιτρικό ασβέστιο	5,787	kg
2 Νιτρικό κάλιο	0,065	kg
3 Νιτρική αμμωνία	0,030	kg
4 Χηλικός σίδηρος 6% Fe	0,080	kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	30	L
1 Νιτρικό κάλιο	0,153	kg
2 Θεικό μαγνήσιο	2,603	kg
3 Νιτρική αμμωνία	0,000	kg
4 Φωσφορικό μονοκάλιο	1,003	kg
5 Φωσφορικό οξύ	0,000	kg
6 Θεικό μαγγάνιο	14,45	g
7 Θεικός ψευδάργυρος	3,03	g
8 Θεικός χαλκός	0,85	g
9 Βορικό οξύ	0,00	g
10 Βόρακας	16,30	g
11 Solubor	0,00	g
12 Επταμολυβδαινικό αμμώνιο	0,00	g
13 Μολυβδαινικό νάτριο	0,69	g
ΔΟΧΕΙΟ Γ (K₂SO₄)	30	L
1 Θεικό κάλιο	1,121	kg
ΔΟΧΕΙΟ Γ (ΟΞΕΩΣ)	30	L
1 Νιτρικό οξύ 68%	0,668	L

Πίνακας 3.4. Συνταγή παρασκευής πυκνού θρεπτικού διαλύματος 400 ppm σε βαρέλια των 30 L.

ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΠΥΚΝΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ 400ppm		
E.C.	2,39	dS/m
pH	5,6	
ΔΟΧΕΙΟ Α	30	L
1 Νιτρικό ασβέστιο	5,787	kg
2 Νιτρικό κάλιο	0,065	kg
3 Νιτρική αμμωνία	0,030	kg
4 Χηλικός σίδηρος 6% Fe	0,080	kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	30	L
1 Νιτρικό κάλιο	0,153	kg
2 Θεικό μαγνήσιο	2,603	kg
3 Νιτρική αμμωνία	0,000	kg
4 Φωσφορικό μονοκάλιο	1,003	kg
5 Φωσφορικό οξύ	0,000	kg
6 Θεικό μαγγάνιο	14,45	g
7 Θεικός ψευδάργυρος	3,03	g
8 Θεικός χαλκός	0,85	g
9 Βορικό οξύ	0,00	g
10 Βόρακας	16,30	g
11 Solubor	0,00	g
12 Επταμολυβδαινικό αμμώνιο	0,00	g
13 Μολυβδαινικό νάτριο	0,69	g
ΔΟΧΕΙΟ Γ (K₂SO₄)	30	L
1 Θεικό κάλιο	1,121	kg
ΔΟΧΕΙΟ Γ (ΟΞΕΩΣ)	30	L
1 Νιτρικό οξύ 68%	0,668	L

3.3 Φυτοπροστασία

Όσον αφορά στην φυτοπροστασία, πραγματοποιήθηκαν τρεις ψεκασμοί κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Στις 7/3/07 με Vedex 55 SC και στις 24/4/07 και 15/5/07 με Vertimec 1.8 EC, για να αντιμετωπιστεί η προσβολή από τετράνυχο (*Tetranychus urticae*) και από αφίδα (*Macrosiphum euphorbiae*).

3.4 Υποστύλωση

Εφαρμόστηκε μονοστέλεχο σύστημα μόρφωσης των φυτών, τα οποία στερεώθηκαν με λεπτό σπάγκο που το ένα άκρο του προσδέθηκε στην εσωτερική επιφάνεια της γλάστρας. Καθώς τα φυτά μεγάλωναν, ο σπάγκος περιελισσόταν προσεκτικά, ώστε να παραμένουν κατακόρυφα. Το άλλο άκρο δέθηκε σε οριζόντια σύρματα που διέτρεχαν το θερμοκήπιο σε ύψος 2,5 μέτρων περίπου και ήταν παράλληλα με τις σειρές που είχαν τοποθετηθεί οι γλάστρες. Οι πλάγιοι βλαστοί αφαιρούνταν αμέσως μόλις διαπιστωνόταν η έκπτυξή τους.

3.5 Δόνηση

Η δόνηση άρχισε να εφαρμόζεται στα φυτά τομάτας στις 28/2/07 όπου και εμφανίστηκαν τα πρώτα άνθη. Έκτοτε κάθε τρεις μέρες γινόταν δόνηση με φορητό ηλεκτρικό δονητή (ο δονητής αποτελούταν από ένα μικρό ηλεκτρομαγνήτη που λειτουργούσε με μπαταρία 6 V και στο άκρο του είχε μια μεταλλική ράβδο, επενδυμένη με πλαστικό) στη βάση κάθε ταξιανθίας πολύ προσεκτικά ώστε να μην υπάρξει τραυματισμός αυτής. Το κύκλωμα κλείνει με διακόπτη και ο δονητής τίθεται σε λειτουργία.

3.6 Συγκομιδή και συντήρηση των καρπών

Συνολικά έγιναν 15 συγκομιδές με την πρώτη στις 8/5/07 και την τελευταία στις 25/6/07. Η συγκομιδή των καρπών τομάτας άρχισε όταν αυτοί βρίσκονταν στο στάδιο ανάπτυξης του ώριμου κόκκινου. Αφού κοβόντουσαν οι καρποί, με έναν μαρκαδόρο αναγραφόταν πάνω τους η ταυτότητά τους (η ποικιλία και η επέμβαση σε ppm) και μεταφέρονταν στο εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών προκειμένου να γίνει η πρώτη διαλογή. Για να απαλλαγθούν οι καρποί από σκόνες και υπολείμματα φαρμάκων πλένονταν, κατόπιν ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων και γινόταν επιλογή των υγιών καρπών που το βάρος τους ήταν μεταξύ 20-35 mm. Μεταξύ των επιλεγόμενων καρπών υπήρχε μια ομοιογένεια ως προς το σχήμα, το βάρος και την ένταση του κόκκινου χρώματος. Μετά από αυτή τη διαλογή, ακολουθούσε πολύ καλή πολτοποίηση, του κάθε καρπού, με ένα κοινό μούλτι- μπλέντερ, ώστε να μην υπάρχουν

αδιάλυτα κομμάτια τομάτας. Από τον κάθε καρπό αφαιρούταν μόνο ο μίσχος. Ο κάδος του μπλέντερ πλενόταν μετά από την πολτοποίηση κάθε καρπού με σαπουνάδα και σκουπιζόταν με απορροφητικό χαρτί. Ο πολτός κάθε καρπού έμπαινε σε σακούλα τροφίμων από την οποία με ειδικό μηχάνημα συσκευασίας, αφαιρούσαμε τον αέρα για να αποφευχθεί οξείδωση του λυκοπενίου. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε καταψύκτη μέχρι την ημέρα προσδιορισμού του λυκοπενίου.

Πίνακας 3.5 Χρονολογικά στοιχεία της καλλιέργειας.

Καλλιεργητικές εργασίες	Ημερομηνίες	Ημέρες μετά τη σπορά	Ημέρες μετά τη μεταφύτευση
Σπορά	11/1/07	-	-
Ημερομηνία εμβολιασμού	31/1/07	20	-
Μεταφύτευση	10/2/07	30	-
Πρώτο πότισμα με Nutrleaf	10/2/07	30	-
Δεύτερο πότισμα με Nutrleaf	12/2/07	32	2
Τρίτο πότισμα με Nutrleaf	14/2/07	34	4
Τέταρτο πότισμα με Nutrleaf	16/2/07	36	6
Υδρολίπανση K ₂ SO ₄	28/2/07	48	18
1ος ψεκασμός με Vedex 55SC	7/3/07	55	25
2ος ψεκασμός με Vertimec 1,8 E.C	24/4/07	103	70
1η Συγκομιδή	8/5/07	117	84
2η Συγκομιδή	11/5/07	120	87
3η Συγκομιδή	14/5/07	123	90
4η Συγκομιδή *	17/5/07	126	93
3ος ψεκασμός με Vertimec 1,8 E.C	17/5/07	130	93
5η Συγκομιδή	21/5/07	134	97
6η Συγκομιδή	25/5/07	138	101
7η Συγκομιδή	29/5/07	142	105
8η Συγκομιδή	1/6/07	145	108
9η Συγκομιδή	4/6/07	148	111
10η Συγκομιδή	7/6/07	150	114
11η Συγκομιδή	11/6/07	154	118
12η Συγκομιδή	15/6/07	158	122
13η Συγκομιδή	18/6/07	161	125
14η Συγκομιδή	21/6/7	163	128
15η Συγκομιδή	25/6/07	167	132

3.7 Προσδιορισμός λυκοπενίου

Ο προσδιορισμός του λυκοπενίου έγινε σε φασματοφωτόμετρο στα 503 nm στο εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών. Αφού οι καρποί είχαν πολτοποιηθεί πολύ καλά και είχαν καταψυχθεί, από κάθε καρπό ζυγίζαμε ακριβώς 1 g χυμού χωρίς σπέρματα, σε ζυγό ακριβείας (Kern 770), και τον τοποθετούσαμε σε φλάσκες των 50 ml καλυμμένες με αλουμινόχαρτο για να μην οξειδώνεται το λυκοπένιο από το φως. Όσο φτιάχναμε τα υπόλοιπα δείγματα, οι φλάσκες που ήταν ήδη έτοιμες τοποθετούνταν στην ψύξη.

Ακολουθούσε προσθήκη 39 ml extraction solution σε κάθε φλάσκα, το οποίο προερχόταν από 1000 ml διάλυμα αποτελούμενο από 500 ml hexane (analytical grade), 250 ml αιθανόλη 95-96% και 250 ml ακετόνη που έχει διαλυθεί πριν σε αυτή 0,125 g BHT (0.05% BHT). Έπειτα αναδεύσαμε τις φλάσκες στο orbital shaker για 10 λεπτά, με 180 στροφές το λεπτό, μέσα σε πάγο. Παραμένοντας οι φλάσκες μέσα στον πάγο, έγινε προσθήκη 6ml απεσταγμένου νερού το οποίο είχαμε φροντίσει ώρα πριν να είναι παγωμένο. Συνεχίσαμε την ανάδευση για 4-5 λεπτά.

Σε καλυμμένες με αλουμινόχαρτο κωνικές φιάλες των 50 ή 10ml έγινε διήθηση με χρήση χάρτινου πτυχωτού ηθμού Macherey MN 615 (πτυχωτός για ταχύτερη διήθηση) και αμέσως μετά τοποθετήσαμε το διήθημα σε test tubes των 50ml που επίσης ήταν καλυμμένα με αλουμινόχαρτο. Τα διαλύματα παρέμειναν για περίπου 15 λεπτά στο εργαστήριο σε θερμοκρασία δωματίου για να διαχωριστούν οι φάσεις. Κατά την διήθηση και τον διαχωρισμό των φάσεων (πολική και μη) ο φωτισμός στο εργαστήριο ήταν πολύ χαμηλής έντασης.

Αφού διαχωρίστηκαν οι φάσεις, ελήφθη με προσοχή, με τη βοήθεια πιπέτας 2,5ml, η ανώτερη στοιβάδα (εξάνιο) από το supernatant (που περιέχει το λυκοπένιο και έχει σκούρο κίτρινο χρώμα) και τοποθετήθηκε σε κυβέτα χαλαζία 1cm (όχι πλαστική γιατί το extraction solution καίει το πλαστικό).

Η μέτρηση έγινε σε φασματοφωτόμετρο στα 503nm (vis-ορατό) με χρήση blank το εξάνιο (αντίθεση με τον Sadler et al. (1990)) κατά τους Fish et al (2002). Αν και η απορρόφηση του λυκοπενίου στο εξάνιο είναι max στα 470 nm, χρησιμοποιείται τα 503 nm για να μειωθούν οι αλληλεπιδράσεις των άλλων καροτενοειδών. Στον τύπο υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό λυκοπενίου, εκφρασμένο σε

mg/kg, συμπεριλήφθηκαν ο όγκος του εξανίου και 1g φυτικού πολτού.

$$\text{lycopene (mg/kg)} = (V_{\text{εξανίου}} \text{ (ml)} / B_{\text{ιστού}} \text{ (g)}) \times A_{503} \times 3,12 \text{ (Fish et al., 2002)}$$

Η φασματοφωτομετρική μέθοδος είναι αξιόπιστη για τη μέτρηση του λυκοπενίου σε αντίθεση με τα συνολικά καροτενοειδή που έχουν ως βάση το β-καροτένιο. Επίσης τα καλύτερα αποτελέσματα εξαγωγής του λυκοπενίου από τους ιστούς τομάτας δόθηκαν από τον συνδυασμό εξανίου- ακετόνης- αιθανόλης (50:25:25) όπου μετά από 20 λεπτά κατέστησε τους ιστούς άχρωμους.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Statgraphics 5.1. και η σημαντικότητα των διαφορών των επεμβάσεων εκτιμήθηκε με κριτήριο του T-test σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4 Αποτελέσματα

Πίνακας 4.1. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 84 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	0,2	33,9	0,5	70,8
K 250 ppm	0,0	0,0	1,7	60,2
K 400ppm	0,5	32,1	2,7	27,9

Η αύξηση στη συγκέντρωση του καλίου δεν επηρεάζει τον αριθμό και το βάρος των παραγόμενων καρπών στην ποικιλία Belladonna ενώ στην ποικιλία Primadonna η αύξηση της συγκέντρωσης προκαλεί αύξηση του αριθμού των παραγόμενων καρπών και μείωση του συνολικού βάρους τους.

Πίνακας 4.2. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 87 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	0,5	100,7	1,0	46,8
K 250 ppm	1,0	88,3	1,7	91,1
K 400ppm	1,7	117,3	1,7	52,7

Για την ποικιλία Belladonna η αύξηση στη συγκέντρωση του καλίου προκαλεί αύξηση του αριθμού των παραγόμενων καρπών η οποία όμως δε συνοδεύεται από αύξηση στην παραγωγή. Στην ποικιλία Primadonna, ο αριθμός των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζεται αλλά παρατηρείται υψηλότερη παραγωγή στη συγκέντρωση καλίου 250 ppm.

Πίνακας 4.3. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 90 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	2,7	120,2	1,7	173,3
K 250 ppm	2,5	157,5	2,2	186,4
K 400ppm	2,0	112,8	1,5	83,5

Στην ποικιλία Belladonna οι μετρήσεις έδειξαν, ότι αν και δεν επηρεάζεται ο αριθμός των παραγόμενων καρπών, η υψηλότερη παραγωγή επιτυγχάνεται όταν εφαρμόζεται η συγκέντρωση των 250 ppm. Στην ποικιλία Primadonna, η υψηλή συγκέντρωση καλίου (400 ppm) οδηγεί σε μείωση του αριθμού και κυρίως του βάρους των παραγόμενων καρπών.

Πίνακας 4.4. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 93 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	2,7	126,2	3,0	115,1
K 250 ppm	3,7	117,7	3,5	76,4
K 400ppm	2,7	139,2	2,7	112,5

Στην ποικιλία Belladonna αν και παρατηρείται αύξηση του αριθμού των παραγόμενων καρπών όταν εφαρμόζεται λίπανση με συγκέντρωση καλίου 250 ppm, το βάρος των παραγόμενων καρπών δεν διαφοροποιείται. Αντίθετα, στην ποικιλία Primadonna αν και ο μεγαλύτερος αριθμός παραγόμενων καρπών παρατηρείται και πάλι στη συγκέντρωση των 250 ppm δεν επιτυγχάνεται η υψηλότερη παραγωγή σε βάρος καρπών.

Πίνακας 4.5. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 97 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	2,0	104,1	3,7	94,2
K 250 ppm	3,7	109,9	2,2	131,5
K 400ppm	6,2	169,5	1,7	202,9

Στην ποικιλία Belladonna παρατηρείται μεγαλύτερος αριθμός και βάρος καρπών όταν εφαρμόζεται λίπανση με κάλιο σε συγκέντρωση 400 ppm. Στην ποικιλία Primadonna παρατηρείται μικρότερος αριθμός καρπών αλλά μεγαλύτερο συνολικό βάρος όταν εφαρμόζεται λίπανση με κάλιο σε συγκέντρωση 400 ppm.

Πίνακας 4.6. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 101 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	2,0	183,9	3,0	168,5
K 250 ppm	3,0	136,9	3,0	173,2
K 400ppm	3,2	161,8	3,0	153,3

Στην ποικιλία Belladonna παρατηρείται μικρότερος αριθμός καρπών όταν εφαρμόζεται λίπανση με κάλιο σε συγκέντρωση 100 ppm αλλά το συνολικό βάρος αυτών είναι μεγαλύτερο από ότι στην επέμβαση με κάλιο 250 ppm. Στην ποικιλία Primadonna, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ των επεμβάσεων όσον αφορά στον αριθμό και στο συνολικό βάρος των παραγόμενων καρπών.

Πίνακας 4.7. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 105 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	4,7	164,8	5,0	182,4
K 250 ppm	1,1	148,5	2,7	216,0
K 400ppm	5,2	103,0	3,2	145,1

Η ποικιλία Belladonna παρατηρείται μείωση του αριθμού των παραγόμενων καρπών όταν εφαρμόζεται λίπανση με κάλιο σε συγκέντρωση 250 ppm αλλά το βάρος των παραγόμενων καρπών είναι μεγαλύτερο από ότι στην επέμβαση με κάλιο σε συγκέντρωση 400 ppm. Στην ποικιλία Primadonna αν και παράγεται μικρότερος αριθμός καρπών στην επέμβαση με 250 ppm, επιτυγχάνεται η παραγωγή καρπών με μεγαλύτερο συνολικό βάρος.

Πίνακας 4.8. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 108 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	1,2	185,1	1,2	160,7
K 250 ppm	1,5	143,6	1,2	128,9
K 400ppm	1,7	136,0	1,2	115,6

Στην ποικιλία Belladonna, αν και στη συγκέντρωση των 100 ppm παρατηρείται παραγωγή μικρότερου αριθμού καρπών από ότι στην επέμβαση με 400 ppm, επιτυγχάνεται η παραγωγή καρπών με μεγαλύτερο συνολικό βάρος από ότι στις άλλες επεμβάσεις. Στην ποικιλία Primadonna δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στον αριθμό των παραγόμενων καρπών αλλά η μεγαλύτερη παραγωγή επιτεύχθηκε στη συγκέντρωση των 100 ppm.

Πίνακας 4.9. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 111 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	0,7	103,8	0,7	104,1
K 250 ppm	1,0	121,0	0,7	153,7
K 400ppm	0,5	171,5	0,5	104,3

Στην ποικιλία Belladonna, ο αριθμός των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζεται αλλά το συνολικό βάρος των παραγόμενων καρπών είναι μεγαλύτερο στην επέμβαση με 400 ppm. Στην ποικιλία Primadonna, δεν παρατηρούνται διαφορές στον αριθμό των παραγόμενων καρπών αλλά το μεγαλύτερο βάρος καρπών επιτυγχάνεται στην επέμβαση με 250 ppm.

Πίνακας 4.10. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 114 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	2,0	155,0	1,7	139,3
K 250 ppm	3,7	123,0	1,5	124,9
K 400ppm	2,7	109,2	2,2	97,6

Στην ποικιλία Belladonna η επέμβαση 250 ppm προκαλεί αύξηση του αριθμού των παραγόμενων καρπών αλλά η μεγαλύτερη παραγωγή παρατηρείται στην επέμβαση 100 ppm. Στην ποικιλία Primadonna ο αριθμός των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζεται από τις επεμβάσεις αλλά η μεγαλύτερη παραγωγή παρατηρείται στην επέμβαση με 100 ppm.

Πίνακας 4.11. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 118 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	1,5	283,5	1,7	146,7
K 250 ppm	2,2	104,5	1,2	124,4
K 400ppm	1,2	127,6	2,2	83,1

Στην ποικιλία Belladonna η επέμβαση με 400 ppm προκαλεί την παραγωγή του μικρότερου αριθμού καρπών ενώ η επέμβαση με 100 ppm προκαλεί την παραγωγή καρπών με μεγαλύτερο συνολικό βάρος. Στην ποικιλία Primadonna, η επέμβαση με 400 ppm προκαλεί την παραγωγή μεγαλύτερου αριθμού καρπών αλλά με μικρότερο συνολικό βάρος.

Πίνακας 4.12. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 122 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	6,0	74,7	3,5	87,0
K 250 ppm	7,7	71,8	6,7	87,8
K 400ppm	7,5	72,0	5,2	73,5

Στην ποικιλία Belladonna ο αριθμός και το βάρος των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζεται από τις επεμβάσεις. Στην ποικιλία Primadonna αν και στην επέμβαση με 100 ppm παράγεται μικρότερος αριθμός καρπών, το συνολικό βάρος δε διαφέρει μεταξύ των επεμβάσεων.

Πίνακας 4.13. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 125 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	7,7	77,7	6,7	87,8
K 250 ppm	6,2	74,2	6,0	95,0
K 400ppm	6,0	91,6	5,2	97,0

Τόσο στην ποικιλία Belladonna όσο και στην ποικιλία Primadonna, ο αριθμός και το βάρος των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζονται από τις επεμβάσεις.

Πίνακας 4.14. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 128 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	6,2	97,4	7,0	90,1
K 250 ppm	5,0	92,7	7,7	60,2
K 400ppm	6,7	89,0	3,7	105,0

Στην ποικιλία Belladonna, ο αριθμός και το βάρος των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζονται από τις επεμβάσεις. Στην ποικιλία Primadonna, αν και η επέμβαση με 400 ppm προκαλεί μείωση του αριθμού των παραγόμενων καρπών, το συνολικό βάρος τους είναι μεγαλύτερο από ότι στην επέμβαση 250 ppm.

Πίνακας 4.15. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών, ανά φυτό, όταν η συγκομιδή έγινε 132 μέρες μετά τη μεταφύτευση.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	9,7	72,4	7,7	93,5
K 250 ppm	10,2	50,7	10,5	62,8
K 400ppm	11,7	21,4	7,0	64,5

Στην ποικιλία Belladonna ο αριθμός των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάζεται από τις επεμβάσεις αλλά το συνολικό βάρος των παραγόμενων καρπών είναι μικρότερο στην επέμβαση με 400 ppm. Στην ποικιλία Primadonna, αν και ο αριθμός των παραγόμενων καρπών είναι μεγαλύτερος στην επέμβαση 250 ppm, το συνολικό βάρος των καρπών είναι μεγαλύτερο στην επέμβαση με 100 ppm.

Πίνακας 4.16. Μέσος αριθμός και το μέσο βάρος των καρπών ανά συγκομιδή για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο.

	Belladonna		Primadonna	
	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών	Αριθμός καρπών	Βάρος καρπών
K 100 ppm	3,3	125,5	3,2	117,3
K 250 ppm	3,5	102,7	3,5	116,9
K 400ppm	4,0	110,2	2,4	101,2

Και στις δύο ποικιλίες, τόσο ο αριθμός όσο και το βάρος των παραγόμενων καρπών δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις με διαφορετικές συγκεντρώσεις καλίου.

Πίνακας 4.17. Μέση συγκέντρωση λυκοπενίου σε καρπούς τομάτας των ποικιλιών Belladonna και Primadonna που συγκομίσθηκαν στις 14/5 (3^η συγκομιδή-90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) και στις 29/5 (7^η συγκομιδή-105 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

	Belladonna 14/5	Belladonna 29/5	Primadonna 14/5	Primadonna 29/5
100ppm	31,93± 1,45 b*	92,03± 19,63 a	40,03± 6,55 b	233,46± 2,92 a
250ppm	37,65± 5,67 a	93,12± 20,93 a	35,21± 0,25 b	65,31± 12,16 c
400ppm	29,83± 1,33 b	94,63± 29,10 a	62,59± 2,00 a	128,86± 2,74 b
F	9,54	0,03	23,56	321,9
*Οι μέσοι σε στήλες, που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.				

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι στην ποικιλία Belladonna η μεγαλύτερη συγκέντρωση λυκοπενίου παρατηρήθηκε στην 3η συγκομιδή όταν εφαρμόστηκε λίπανση με κάλιο σε συγκέντρωση 250 ppm ενώ στην 7η συγκομιδή δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

Αντίθετα στην ποικιλία Primadonna η υψηλότερη συγκέντρωση λυκοπενίου παρατηρήθηκε στην επέμβαση με 400 ppm στην 3η συγκομιδή και στην επέμβαση με 100 ppm στην 7η συγκομιδή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5 Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας εξάγεται το συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση καλίου μπορεί να επηρεάσει το ρυθμό παραγωγής καρπών στην τομάτα καθώς και το βάρος τους. Αυτή η επίδραση εξαρτάται σημαντικά από την ποικιλία αλλά για τις δύο ποικιλίες που εξετάστηκαν σε αυτή τη μελέτη και κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες καλλιέργειας δεν παρατηρήθηκε τελικά επίδραση στον αριθμό και το συνολικό βάρος των παραγόμενων καρπών.

Όσον αφορά στην επίδραση της συγκέντρωσης του παρεχόμενου καλίου στα φυτά στη συγκέντρωση του λυκοπενίου στους καρπούς φαίνεται ξεκάθαρα ότι κάθε ποικιλία παρουσιάζει διαφορετική αντίδραση ενώ σημαντικός είναι και ο παράγοντας εποχή της συγκομδής και στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Για τους παραπάνω λόγους κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι η εφαρμογή επιπλέον καλιούχου λίπανσης για την αύξηση του κόκκινου χρώματος των καρπών και την αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου στους καρπούς της τομάτας είναι μία πρακτική η εφαρμογή της οποίας απαιτεί προηγουμένως τον έλεγχο της αντίδρασης κάθε ποικιλίας καθώς και την επίδραση που έχουν η εποχή καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

BIBΛIOΓΡΑΦΙΑ

1. **Abdul-Baki A.A. and Stommel J.R. (1995).** Pollen viability and fruit set of tomato genotypes under optimum and high temperature regimes. *HortScience*, **30**, 115-117.
2. **Abushita A.A., Hebshi E.A., Daood H.G. and Biacs P.A. (1997).** Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Journal of Food Chemistry and Toxicology* **60**, 207-212.
3. **Armstrong G.A. and John E. (1996).** Genetics and Molecular Biology of Carotenoid Pigment Biosynthesis Plant Genetics. Swiss Federal Institute. *Journal of Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB)* **10**, 228-237.
4. **Aziz A.B.A. 1968.** Seasonal changes in the physical and chemical composition of tomato fruits as affected by nitrogen levels. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 68-7
5. **Bendich A.J. and Olson J.A. (1989).** Biological actions of carotenoids. *Journal of Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB)* **3**, 1927-1932.
6. **Block G. (1992).** The data support a role for antioxidants in reducing cancer risk. *Nutrition Reviews* **50**, 207-213.
7. **Cabibel M. and Ferry P. (1980).** Evolution de la teneur en carotenoides de la tomate en fonction de la maturation et des conditions culturales. *Annals of Technological Agriculture* **29**, 27-46.
8. **Chew B.P. and Park J.S. (2004).** Carotenoid action on the immune response. *Journal of the Nutrition*, **134**, 257S-261S.
9. **Cole H., W.R. Wills and L.B. Massie. (1972).** Influence of seed and soil treatments on *Verticillium* induced yield reduction and tuber defects. *American Potato Journal* **48**, 79-92.
10. **Conn P., Schalch W. and Truscott T. (1991).** Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *Free Radical Research Communications*. **11**, 41-47.
11. **Cunningham F.X., Lee H. and Gantt E. (2007).** Carotenoid biosynthesis in the primitive red alga cyanidioschyzon merolae. *Eukariotic Cell* **6**, 533-545.

12. **Davies J.N. and Hobson G.E. (1981).** The constituents of tomato fruit the influence of environment, nutrition and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **3**, 205-208.
13. **Dempsey W.H. (1970).** Effects of temperature on pollen germination and tube growth. *Report of the Tomato Genetics Cooperative*, **20**, 15-16.
14. **De Pascale S., Maggio A., Fogliano V., Ambrosino P. and Ritieni A. (2001).** Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *Horticulturae Science and Biotechnology* **76**, 447-453.
15. **Dumas Y., Dadomo M., Di Lucca G. and Grolier P. (2003).** Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **83**, 369-382.
16. **Fish W.W., Perkins -Veazie P., Collins J.K. (2002).** A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. *Journal of Food Composition and Analysis* **15**, 309-317.
17. **Giuliano G., Bartley G.E. and Scolnik P.A. (1993).** Regulation of carotenoids biosynthesis during tomato development. *Plant Cell* **5**, 379-387.
18. **Goralczyk R. and Siler U. (2004).** Phytochemicals in health and disease. Marcel Dekker, Inc.
19. **Halliwell B. (1994).** Free radicals, antioxidants and human disease: *Curiosity, cause or consequence* **344**, 721-724.
20. **Halliwell B., Murcia M.A., Chirico S. and Aruoma O.I. (1995).** Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **35**, 7-20.
21. **Heber D. and Lu Q.Y. (2002).** Overview of mechanisms of action of lycopene. *Society for Experimental Biology and Medicine* **27**, 920-923.
22. **Ho L.C. and Hewitt J.D. (1986).** Fruit development. In: The tomato crop. (Atherton J.G. and Rudish J., Ads). Chapman & Hall. London, U.K., 201-231.
23. **Iwahori S. (1966).** High temperature injury in tomato. V. Fertilization and development of embryo with special reference to the abnormalities caused by high temperature. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, **35**, 379-386.

24. **johjima T. and Matsuzoe N. (1995).** Relationship between color value (a/b) and colored carotene content in fruit of various cultivars and breeding lines. *Acta Horticultural*, 412, 152-159.
25. **Kinet JM, Peet MM (1997)** Tomato. In HC Wien, ed, *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB International, Wallingford, UK, pp 207–258
26. **Koskitalo L.M. and Ormrod D.P. (1972).** Effects of sub-optimal ripening temperatures on the colour quality and pigment composition of tomato fruit. *Journal of Food Science* 37, 56-59.
27. **Kuo C.G., Chen B.W., Chou M.H., Tsai C.L. and Tsai T.S. (1979).** Tomato fruit- set at high temperatures. Proceedings of the 1st International Symposium. Tropical Tomato, 1978. *AVRDC*, Taiwan, pp. 94-108.
28. **Lipton W.J. (1970).** Effects of high humidity and solar radiation on temperature and color of tomato fruit. *Society of Horticulturae Science*, 95, 680-684.
29. **Livny O., Kaplan I., Reifen R., Polak- Charcon S., Madar Z. and Schwartz B. (2002).** Lycopene inhibits proliferation and enhances gap- junction communication of KB-1 human oral tumor cells. *Journal of Nutrition* 132, 3754-3759.
30. **Lohar D.P. and Peat, W.E. (1998).** Floral characteristics of heat-tolerant and heat-sensitive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars at high temperature. *Scientia Horticulturae* 73, 53-60.
31. **Lopez J., Ruiz R.M., Ballesteros R., Ciruelos A. and Ortiz R. (2001).** Color and lycopene content of several commercial tomato varieties at different harvesting dates. *Acta Horticulturae* 542, 243-247.
32. **Maas E.V. (1984).** Salt tolerance of plants. In, B.R. Christie (ED). *The handbook of Plant Science in Agriculture*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 27-42.
33. **Madsen E. (1976).** Effect of CO₂ concentration on morphological, histological, cytological and physiological processes in tomato plants. State Seed Testing Station, Lyngby, Demmark.
34. **Massey D.M., Hawward A.C. and Winsor G.W. 1984.** Some responses of tomatoes to salinity in nutrient- film culture. Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute. 1983, 60-62.

35. **Matlack M.B. and Sando E. (1934).** A contribution to the chemistry of tomato pigments. The coloring matter in american red purple tomatoes (*lycoresicum esculentum*). *Journal of Biological Chemistry* **104**, 407-414.
36. **Matsuzoe N., Zushi K. and Johjima T. (1998).** Effects of soil water deficit on coloring and carotene formation in fruits of red pink and yellow type cherry tomatoes. *Society of Horticulturae Science* **67**, 600-601.
37. **McCollum J.P. (1954).** Effects of light on the formation of carotenoids in tomato fruit. *Food Research and Technology* **19**, 182-189.
38. **Meredith F.I. and Purcell A.E. (1966).** Changes in the concentration of carotenes of ripening Homestead tomatoes. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* **89**, 544-550.
39. **Montagu KD. and Goh KM. (1990).** Effects of forms and rates of organic and inorganic nitrogen fertilizers on the yield and some quality indices of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Horticulturae Science* **18**, 31-37.
40. **Mozafar A. (1993).** Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. *Plant Nutrition* **16**, 2479-2506.
41. **Naphade A.S. 1993.** Effects of water regime on the quality of tomato. *Maharashtra Horticulturae*, **7**, 55-60
42. **Nguyen M.L. and Schwartz S.I. (1999).** Lycopene: Chemical and biological properties. *Journal of Food Technology* **53**, 38-42.
43. **Pantos C.E. and Markakis P. (1973).** Ascorbic acid content of artificially ripened tomatoes. *Journal of Food Science* **38**, 550.
44. **Pfeiffer R., Loffing J., Rossier G, Bauch C., Meier C., Eggermann T., Loffing-Cueni D., Kühn L.C., and Verrey F. (2000).** Luminal Heterodimeric Amino Acid Transporter Defective in Cystinuria. **12**, 4135-4147.
45. **Picken A.J.F. (1984).** A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Journal of Horticultural. Science*, **59**, 1-13.
46. **Rhodes S., Nettig A. and Milborrow B. (1988).** *Journal of Chromatography*, **442**, 412-419.
47. **Rock C.L. (1997).** Carotenoids: biology and treatment. *Pharmacology & Therapeutics* **75**, 185-197.

48. **Roo A.V. and Rao L.G. (2007).** Carotenoids and human health. *Pharmacological Research* **55**, 207-216.
49. **Saito S. and Kano FJ. (1970).** Influence of nutrients on growth of solanaceous vegetable plants, quality and chemical composition in their fruits. On the effect of different phosphate levels on the lycopene content of tomatoes. *Journal of Agricultural Sciences* **14**, 233-238.
50. **Sadler G., Davis J. and Dezman D. (1990).** Rapid extraction of lycopene and β -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of Food Science*, **55**, 1460-1461.
51. **Salter P.J. (1958).** The effect of the different water-regimes on the growth of plants under glass. IV. Vegetative growth and fruit development in the tomato. *Journal of the Horticultural Science*, **33**, 1-12.
52. **Scott K.J. and Hart D.J. (1995).** Development and evaluation of an HPLC method vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry* **54**, 101-111.
53. **Sharma S.K. and Le Maguer M. (1996).** Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Italian Journal of Food Science* **8**, 107-113.
54. **Sherf, A.F., and MacNab. A.A (1986).** Vegetable Diseases and their Control. (2nd ed.). John Wiley & sons, eds. New York, USA, pp. 728.
55. **Siviero P., Sandei L. and Zanotti G. (2000).** Valutazione del contenuto di licopene in ibridi di pomodoro da industria "HP" (high pigment). *Informatore Agrario* **12**, 83-87.
56. **Siviero P., Sandei L. and Zanotti G. (2002).** Valutazione del contenuto di licopene in ibridi di pomodoro. *Informatore Agrario* **3**, 59-63.
57. **Smith O. (1935).** Pollination and life- history studies of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Memoirs of the Cornell University Agricultural Experiment Station, **184**, 1-16.
58. **Bray T.M., 1999.** Antioxidants and Oxidative Stress in Health and Disease Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, **2**, 195.
59. **Thomas R.L. and Jen J.J. (1975).** Red light intensity and carotenoid biosynthesis in ripening tomatoes. *Journal of Food Science* **40**, 566-568.

60. **Thompson K.A., Marshall M.R., Sims C.A., Wei C.I., Sargent S.A. and Scott J.W. (2000).** Cultivar, naturity and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Science* **65**, 791-794.
61. **Trudel M.J. and Osborne J.L. (1970).** Relationship between chlorophyll and carotenoids of ripening tomato fruits as influenced by K nutrition. *Journal of Experimental Botany* **21**, 881-886.
62. **Venter F. (1977).** Solar radiation and vitamin C content of tomato fruits. *Acta Horticulturae* **58**, 121-127.
63. **Walker A.J. and Ho L.C. (1977).** Carbon translocation in the tomato effects of fruit temperature on carbon metabolism and the rate of translocation. *Ann. Bot.*, **41**, 825-832.
64. **Walker A.J. and Thornley J.H.M. (1977).** The tomato fruit: import, growth, respiration and carbon metabolism at different fruit size and temperature. *Ann. Bot.*, **41**, 977-885.
65. **Winsor GW. (1979).** Some factors affecting the quality and composition of tomatoes. *Acta Horticulturae* **93**, 335-340.
66. **Winsor GW. and Adams P. (1979).** Changes in the composition and quality of tomato fruit throughout the season. *Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute.*,pp. 134-142.
67. **Witztum J.L. (1994).** The oxidation hypothesis of atherosclerosis. *Journal of Nutrition* **344**, 793-795.
68. **Wittwer S.H. (1963).** Photoperiod and flowering in the tomato (*Lycopersicon esculentum*). *American Society for Horticultural Science*, **83**, 688-694.
69. **Wittwer S.H. and Honma S. (1979).** Greenhouse Tomatoes Lettuce and Cucumbers Michigan State University Press, pp. 225.
70. **Wolf R. (1998).** The radical protector. *Journal Eur Acad Dermatol Venereol* **10**, 103-117.
71. **Zanetti M. 1997.** Carotenoid content in tomato and its processing products. Degree thesis.
72. **Zhang S., Tang G., Russell R.M ayzel K.A., Stampfer M.J., Willet W.C. and Hunter D.J. (1997).** Measurement of retinoids and carotenoids in breast adipose

tissue and a comparison of concentrations in breast cancer cases and control subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, **66**, 626-632.

73. Δημητράκης Κ.Γ. (1998). Λαχανοκομία. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα. σελ. 224-247.
74. Δημητριάδης Σ.Δ. (1970). Μαθήματα Φυτοπαθολογίας. Τόμος Β' Ειδική Φυτοπαθολογία (Νοσολογία). Αθήνα.
75. Ολύμπιος Χ.Μ. (2001). Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα. σελ.39-203.
76. Ολύμπιος Χ.Μ. (1996). Σημειώσεις Ειδικής Λαχανοκομίας. Εκδόσεις Γ.Π.Α., Αθήνα. σελ. 1-112.
77. Τζουγανάκη Δ.Ζ. (2001). Ανάπτυξη και αξιολόγηση μεθόδου υγρής χρωματογραφίας υψηλής αποδόσεως για τον προσδιορισμό λυκοπενίου σε πλάσμα. Α1: 4-13 ΕΚΠΑ. Αθήνα
78. Τσίτσιας Κ.Κ. (1999). Λιπασματολογία. Εκδόσεις ΟΕΔΒ, Αθήνα. σελ. 39-46, 119.

INTERNET

1. <http://agrogen.gr/agrogen/index.php>
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tomatos>
3. http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online%20papadopoulos/28a.htm
4. http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tamoutsidis/a25d.htm
5. http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20tamoutsidis/a2d.htm
6. <http://www.themerckindex.12thed.monograph#5650.com>