

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά
χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας»**



Αργυρώ Α. Δέδε

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Παναγιώτα Παπαστυλιανού

ΑΘΗΝΑ 2015

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά
χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας»**

Αργυρώ Α. Δέδε

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Παναγιώτα Παπαστυλιανού

ΑΘΗΝΑ 2015

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας»

Αργυρώ Α. Δέδε

Τριμελής Συμβουλευτική – Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Παναγιώτα Παπαστυλιανού, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

Μέλη: Δημήτρης Μπιλάλης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Γιολάντα Παπαθεοχάρη, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής τομάτας βιολογικής καλλιέργειας.

Καλλιεργήθηκε το υβρίδιο τομάτας βιομηχανικής χρήσης Heinz 3402 σε τέσσερα διαφορετικά είδη λίπανσης, α) μάρτυρας, β) βιολογικό λίπασμα 7-4-7, γ) αργοπρόβεια κομποστοποιημένη κοπριά και δ) NPK 15-15-15. Η καλλιέργεια έγινε στο βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, την περίοδο 15 Απριλίου με 4 Αυγούστου 2014. Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων 3 επαναλήψεις × 4 διαφορετικά είδη λίπανσης.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: οι καρποί ανά φυτό, το ξηρό βάρος φυτού, οι αποδόσεις σε καρπό, το μέσο βάρος καρπού, η αντοχή στη διείδυση, το χρώμα, η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (Brix) και η ολική οξύτητα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα χαρακτηριστικά: καρποί ανά φυτό, ξηρό βάρος φυτού, αποδόσεις σε καρπό, αντοχή στη διείδυση, χρώμα και περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (Brix) δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ οργανικών λιπάνσεων και ανόργανης λίπανσης. Από την άλλη πλευρά, τα χαρακτηριστικά: μέσο βάρος καρπού και ολική οξύτητα έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των λιπάνσεων. Στην πρώτη παράμετρο υπερερούσαν οι οργανικές λιπάνσεις (61-65 g) επί της ανόργανης (50 g), ενώ στη δεύτερη παράμετρο υπερερούσε η ανόργανη (0,28% w/w) επί των οργανικών λιπάνσεων (0,22-0,23% w/w).

Λέξεις κλειδιά	Βιομηχανική τομάτα, βιολογική καλλιέργεια, οργανική λίπανση, ποιοτικά χαρακτηριστικά τομάτας
-----------------------	--

Influence of organic fertilization on agronomic and quality characteristics of organically cultivated processing tomato

Dede A., Papastylianou P., Bilalis D., Papatheohari G.

ABSTRACT

In the present study the effect of organic fertilization on agronomic and quality characteristics of organic processing tomatoes was evaluated.

Industrial tomato hybrid Heinz 3402 was cultivated in four different types of fertilization, which were a) control, b) organic fertilizer 7-4-7 (1960 kg/ha.), C) sheep manure compost (1430 kg/ha.) and d) NPK 15-15-15 (360 kg/ha.). The field trial was conducted in the organic field of the Laboratory of Agriculture of the Agricultural University of Athens, during the period April 15 to August 4, 2014. The trial was laid out in a randomized complete blocks design and replicated three times: 3 blocks (replicates) x 4 treatments (types of fertilization). The distances used were 0,8 m between rows and 0,4 m on the line.

The characteristics studied were: fruits per plant, plant dry weight, fruit yield, average fruit weight, resistance to penetration, color, content of Total Soluble Solids (Brix) and Total Acidity.

The characteristics: fruit per plant, plant dry weight, fruit yield, resistance to penetration, color and content of Total Soluble Solids showed no statistically significant differences between organic and inorganic fertilization treatments. On the other hand, the characteristics: average fruit weight and Total Acidity showed statistically significant differences between organic and inorganic fertilization treatments. The first parameter was higher in organic fertilization treatments (61-65 g) compared to inorganic ones (50 g), while the second parameter was higher in inorganic fertilization treatments (0,28% w / w) compared to organic ones (0,22 to 0,23% w / w).

Key words	Processing tomato, organic farming, organic fertilization, quality characteristics of tomato fruit
------------------	--

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών Επιστήμες & Συστήματα Φυτικής Παραγωγής με κατεύθυνση τα Συστήματα Ολοκληρωμένης και Βιολογικής Παραγωγής & Πιστοποίησης.

Με την ολοκλήρωση αυτής της μεταπτυχιακής μελέτης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή μου κ. Μπιλάλη Δημήτρη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στις δυνατότητες μου με την ανάθεση αυτής της μελέτης αλλά και για την βοήθεια του κατά την εκπόνηση και την συγγραφή της. Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες καθηγητές της κατεύθυνσης «Συστήματα Ολοκληρωμένης και Βιολογικής Παραγωγής & Πιστοποίησης» για τις πολύτιμες γνώσεις και εμπειρίες που μου μετέδωσαν κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τις Καθηγήτριες κα Παπαστυλιανού Παναγιώτα και κα Παπαθεοχάρη Γιολάντα για το χρόνο που αφιέρωσαν να εξετάσουν την εργασία μου και για τις πολύτιμες διορθώσεις τους, που συνέβαλαν στην τελική μορφή της.

Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω και στη βιομηχανία επεξεργασίας τομάτας Δ. Νομικός ΑΒΕΚ για τη συνεισφορά του απαραίτητου φυτικού υλικού για τη διεξαγωγή των πειραμάτων.

Ευχαριστώ θερμά τις προπτυχιακές φοιτήτριες Βασιλική Αναγνωστοπούλου, Σωτηρία Ρόντο και Ελευθερία Πετράκη, τους συναδέλφους μου Παναγιώτη Μπόκα και Χριστίνα Χαλκιά και τον αδερφό μου Σάκη για την πολύτιμη βοήθεια τους στον πειραματικό αγρό. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας για την άψογη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ακόμα, ευχαριστώ την υποψήφια διδάκτορα Χάρις Κοντοπούλου για την ουσιαστική βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές της κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στη συνάδελφο και φίλη Χρυσούλα Δρόντζα με την οποία μοιραστήκαμε δύσκολες και ευχάριστες στιγμές κατά την παράλληλη διεξαγωγή των μελετών μας στον αγρό του Γ.Π.Α.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ABSTRACT	i
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	ix
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ	1
1.1. Γενικά	1
1.2. Ιστορική εξέλιξη	1
1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά	2
1.4. Ποικιλίες τομάτας	5
1.5. Σύσταση και διατροφική αξία καρπού	6
1.6. Στατιστικά στοιχεία καλλιέργειας και παραγωγής της τομάτας	12
2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΜΑΤΑ	16
2.1. Ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας	16
2.2. Βιολογική καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας	17
2.2.1. Επιλογή χωραφιού	17
i. Κλίμα	17
ii. Έδαφος	18
iii. Ιστορικό αγρού	20
2.2.2. Επιλογή ποικιλίας	20
2.2.3. Εγκατάσταση καλλιέργειας	21
i. Προετοιμασία χωραφιού	21
ii. Αμειψισπορά	22
iii. Φύτευση - Σπορά	22
2.2.4. Άρδευση	24
2.2.5. Λίπανση	24
2.3. Συγκομιδή, διαλογή και μεταφορά	27
2.4. Προϊόντα τομάτας	28
2.5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού βιομηχανικής τομάτας	28
2.5.1. Χρώμα	28
2.5.2. Υφή – Σκληρότητα	33
2.5.3. Περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά	35
2.5.4. Ολική Οξύτητα και pH	36
2.5.5. Ελαττώματα καρπού και ξένες ύλες	37
2.6. Εχθροί και ασθένειες της τομάτας και τρόποι αντιμετώπισης στα πλαίσια της βιολογικής παραγωγής	39
2.6.1. Οι κυριότεροι εχθροί της τομάτας (έντομα και ακάρεα)	40

2.6.2. Οι κυριότερες ασθένειες της τομάτας (μύκητες, βακτήρια, ιοί)	49
3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	58
3.1. Ορισμός, αρχές, κανόνες βιολογικής γεωργίας	58
3.2. Καλλιεργητικές πρακτικές στη βιολογική παραγωγή	61
3.2.1. Ηλιοαπολύμανση εδάφους	61
3.2.2. Οργανική λίπανση και διατήρηση εδαφικής γονιμότητας	62
3.2.3. Διαχείριση αυτοφυούς βλάστησης (έλεγχος ζιζανίων)	65
3.2.4. Διατήρηση και αύξηση των φυσικών εχθρών	66
3.3. Σύγκριση ποιότητας προϊόντων βιολογικής παραγωγής με αυτών της συμβατικής παραγωγής	68
4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	71
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	72
5.1. Γενικά	72
5.2. Φυτικό υλικό	72
5.3. Πειραματικό σχέδιο	73
5.4. Εδαφολογική ανάλυση αγρού	74
5.5. Λιπάσματα	74
5.6. Εγκατάσταση πειραματικού αγρού	75
5.7. Καλλιεργητικές εργασίες	76
5.8. Μετεωρολογικά δεδομένα	77
5.9. Προσδιορισμοί – μετρήσεις	78
5.9.1. Αριθμός καρπών ανά φυτό	78
5.9.2. Νωπό – ξηρό βάρος φυτού	78
5.9.3. Ποιοτικοί προσδιορισμοί	79
5.9.4. Απόδοση	82
5.10. Στατιστική ανάλυση	83
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	84
6.1. Αριθμός καρπών ανά φυτό	84
6.2. Ξηρό βάρος φυτού	87
6.3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού και αποδόσεις	89
6.3.1. Αποδόσεις	91
6.3.2. Βάρος καρπού	92
6.3.3. Χρώμα	93
6.3.4. Σκληρότητα - Αντοχή	94
6.3.5. Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και οξύτητα	94
6.4. Συσχέτιση παραγόντων ποιότητας	96
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	107

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.1. Διατροφική σύσταση νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. <i>Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.</i>	6
Πίνακας 1.2. Η σύνθεση των ολικών στερεών του καρπού της τομάτας (Gould, 1992).	7
Πίνακας 1.3. Αναγωγικά σάκχαρα νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. <i>Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.</i>	7
Πίνακας 1.4. Αμινοξέα τοματοχυμού φρέσκου και επεξεργασμένου (Gould, 1992).	9
Πίνακας 1.5. Οξέα τοματοχυμού φρέσκου και επεξεργασμένου (Gould, 1992).	9
Πίνακας 1.6. Ανόργανα άλατα νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. <i>Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.</i>	10
Πίνακας 1.7. Περιεκτικότητα καροτενοειδών στη τομάτα (Belitz et al., 2006)	11
Πίνακας 1.8. Βιταμίνες και αντιοξειδωτικά νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. <i>Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.</i>	11
Πίνακας 1.9. Παραγωγή και έκταση τομάτας* σε παγκόσμια κλίμακα, κατά ήπειρο, στις κυριότερες χώρες παραγωγής ανά τον κόσμο και την Ε.Ε. κατά το έτος 2012. <i>Πηγή: FAOSTAT (Διαδίκτυο 3).</i>	12
Πίνακας 1.10. Στοιχεία για την παραγωγή και την κατανάλωση της βιομηχανικής τομάτας (σε τόννους) παγκοσμίως τα έτη 2005 – 2010. <i>Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διαδίκτυο 2).</i>	13
Πίνακας 1.11. Στοιχεία καλλιέργειας, παραγωγής και μεταποίησης της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013. <i>Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διαδίκτυο 2).</i>	13
Πίνακας 1.12. Μέσες τιμές παραγωγού για τη βιομηχανική τομάτα στην Ελλάδα τα έτη 2007 – 2011. <i>Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διαδίκτυο 2).</i>	15
Πίνακας 2.1. Ερμηνεία της ποιότητας του εδάφους ανάλογα με την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και τον τύπο εδάφους (Gould, 1992).	19
Πίνακας 2.2. Παραδείγματα αμειψισποράς για τη βιομηχανική τομάτα (Διαδίκτυο 6).	22
Πίνακας 2.3. Τα σημαντικότερα προϊόντα τομάτας και οι ορισμοί τους σύμφωνα με των Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.	29
Πίνακας 2.4. Κατηγορίες ποιότητας βιομηχανικής τομάτας. <i>Πηγή: United States Standards for Grades of Tomatoes for Processing, 1983.</i>	31
Πίνακας 2.5. Στάδια φυσιολογικής ωριμότητας καρπού τομάτας (Sargent and Moretti, 2004).	32
Πίνακας 2.6. Στάδια εμπορικής ωριμότητας - χρωματισμός καρπού τομάτας (Sargent and Moretti, 2004).	32
Πίνακας 3.1. Μέση σύσταση (%) της φρέσκιας κοπριάς διαφόρων ζώων (Σιδηράς, 1997).	64
Πίνακας 3.2. Μέση σύσταση (σε g/m ³) των διαφόρων ειδών ρευστής κοπριάς σε μικροστοιχεία (Σιδηράς, 1997).	64
Πίνακας 3.3. Απαιτήσεις από το αρχικό υλικό για μια κανονική πορεία κομποστοποίησης (Σιδηράς, 1997).	64

Πίνακας 3.4. Ποιοτικές κατηγορίες και απαιτήσεις κόμποστ (Σιδηράς, 1997).	64
Πίνακας 3.5. Χημική σύσταση φυτών κατάλληλων για χλωρή λίπανση στο στάδιο της άνθησης (Σιδηράς, 1997).	65
Πίνακας 5.1. Χαρακτηριστικά υβριδίου τομάτας Heinz 3402 (Heinz Company, 2013).	72
Πίνακας 5.2. Ανάλυση εδάφους βιολογικού αγρού ΓΠΑ.	74
Πίνακας 5.3. Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και η μέση σύσταση αυτών.	74
Πίνακας 5.4. Οι καιρικές συνθήκες την περίοδο της καλλιέργειας.	77
Πίνακας 6.1. Αριθμός καρπών ανά φυτό για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	84
Πίνακας 6.2. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του αριθμού καρπών ανά φυτό ως προς τη λίπανση.	85
Πίνακας 6.3. Εξέλιξη φυτομάζας για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	87
Πίνακας 6.4. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του ξηρού βάρους του φυτού ως προς τη λίπανση.	88
Πίνακας 6.5. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των ποιοτικών χαρακτηριστικών και των αποδόσεων ως προς τη λίπανση.	90
Πίνακας 6.6. Αποδόσεις για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	91
Πίνακας 6.7. Μέσο βάρος καρπού για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	92
Πίνακας 6.8. Τιμές για τους χρωματικούς παράγοντες του συστήματος CIE L*a*b* από το περικόρπιο καρπών τομάτας κατά τη συγκομιδή για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	93
Πίνακας 6.9. Τιμές για τις χρωματικές παραμέτρους a*/b*, hue, chroma, color index και color difference with true red από το περικόρπιο καρπών τομάτας κατά τη συγκομιδή για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	94
Πίνακας 6.10. Αντοχή καρπών στη διάτρηση (σε kg) για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	94
Πίνακας 6.11. Τιμές για τις ποιοτικές παραμέτρους Ολικά Διαλυτά Στερεά, Ολική Οξύτητα, ΟΔΣ/ΟΟ και αντοχή στη διάτρηση για καρπούς τομάτας κατά τη συγκομιδή για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	95
Πίνακας 6.12. Συσχετίσεις (r) των σημαντικότερων μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης.	97

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1. Καρπός τομάτας, το πιο δημοφιλές λαχανικό.	1
Εικόνα 1.2. Σύνθετο φύλλο τομάτας.	3
Εικόνα 1.3. Ταξιανθία τομάτας.	4
Εικόνα 1.4. Πλήρως ανοιχτό άνθος τομάτας.	4
Εικόνα 1.5. Δίχωρος, τρίχωρος, τετράχωρος και πεντάχωρος καρπός τομάτας.	4
Εικόνα 1.6. Σπόροι τομάτας που περιβάλλονται από ζελατινώδες παρέγχυμα.	5
Εικόνα 1.7. Αποξηραμένοι σπόροι τομάτας.	5
Εικόνα 2.1. Στάδια εμπορικής ωριμότητας - χρωματισμός καρπού τομάτας.	30
Εικόνα 2.2. Διαθλασίμετρο χειρός	35
Εικόνα 2.3. Ηλιακό έγκαυμα σε τομάτες.	37
Εικόνα 2.4. Βούλα ξηρής κορυφής σε καρπούς τομάτας επάνω στο φυτό.	38

Εικόνα 2.5. Βούλα ξηρής κορυφής σε συγκομισμένους καρπούς τομάτας.	38
Εικόνα 2.6. Σχίσσιμο καρπού τομάτας κάθετα στο μίσχο.	38
Εικόνα 2.7. Σχίσσιμο καρπού τομάτας περιμετρικά του μίσχου.	38
Εικόνα 2.8. <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	40
Εικόνα 2.9. <i>Myzus persicae</i>	41
Εικόνα 2.10. <i>Frankliniella occidentalis</i>	42
Εικόνες 2.11 α-δ. α, β) Ακμαίο <i>Tuta absoluta</i> , γ) προνύμφη <i>Tuta absoluta</i> , δ) λεπτομέρεια κεφαλής προνύμφης <i>Tuta absoluta</i> .	44
Εικόνες 2.12 α-β. Προσβολές <i>Tuta absoluta</i> σε καρπούς τομάτας.	44
Εικόνα 2.13. Στοές <i>Tuta absoluta</i> σε φύλλο.	44
Εικόνα 2.14. Προνύμφη <i>Helicoverpa armigera</i>	45
Εικόνα 2.15. Προσβολή <i>Helicoverpa armigera</i> σε καρπό τομάτας.	45
Εικόνα 2.16. <i>Tetranychus urticae</i> σε φύλλο τομάτας.	47
Εικόνα 2.17. Προσβεβλημένοι καρποί τομάτας από <i>Aculops lycopersici</i> .	48
Εικόνα 2.18. Προσβεβλημένα φύλλα τομάτας από <i>Aculops lycopersici</i> .	48
Εικόνα 2.19. Ωίδιο σε φύλλο τομάτας.	49
Εικόνα 2.20. Αλτερναρίωση σε φύλλο τομάτας.	51
Εικόνα 2.21. Αλτερναρίωση σε καρπό τομάτας.	51
Εικόνα 2.22. Περονόσπορος σε άωρους καρπούς τομάτας.	52
Εικόνα 2.23. Περονόσπορος σε ώριμους καρπούς τομάτας.	52
Εικόνα 2.24. Ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς σε φύλλο τομάτας.	55
Εικόνα 2.25. Ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς σε καρπό τομάτας.	55
Εικόνα 2.26. Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας σε καρπό τομάτας.	56
Εικόνα 2.27. Ιός του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας σε φύλλο τομάτας.	56
Εικόνα 3.1. Εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης	61
Εικόνα 3.2. Η ύπαρξη γεωσκωλήκων στο έδαφος είναι ένδειξη οργανικού εδάφους.	62
Εικόνα 5.1. Σπορόφυτα τομάτας υβριδίου Heinz 3402.	72
Εικόνες 5.2α-στ. Όργωμα, φρεζάρισμα, χάραξη αγρού και διασπορά λιπασμάτων.	75
Εικόνες 5.3α-δ. Φύτευση αγρού.	76
Εικόνες 5.4α-β. Σύστημα άρδευσης.	76
Εικόνες 5.5α, β. Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους φυτού τομάτας.	78
Εικόνα 5.6. Επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201.	79
Εικόνα 5.7. Χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR 200.	81
Εικόνα 5.8. Απεικόνιση λήψης μέτρησης χρώματος από την επιφάνεια τομάτας.	81
Εικόνα 5.9. Ημέρα συγκομιδής.	

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 2.1. Χαρακτηριστική καμπύλη δύναμης / παραμόρφωσης (F/D) τομάτας που συμπιέζεται υπό σταθερή ταχύτητα (Mohsenin, 1986).	34
Σχήμα 5.1. Πειραματικό σχέδιο αγρού	73
Σχήμα 5.2. Τρισδιάστατη απεικόνιση του χρωματικού μοντέλου CIE L*a*b*.	80

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 1.1. Πορεία παραγωγής βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.	14
Γράφημα 1.2. Πορεία καλλιεργούμενων εκτάσεων βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.	14
Γράφημα 1.3. Πορεία παραγωγής μεταποιημένων προϊόντων βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.	14
Γράφημα 1.4. Πορεία αποδόσεων βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.	14
Γράφημα 1.5. Πορεία εισαγωγών και εξαγωγών μεταποιημένων προϊόντων βιομηχανικής τομάτας για την Ελλάδα κατά τα έτη 2001 – 2011. Πηγή: FAOSTAT (Διαδίκτυο 4).	15
Γράφημα 5.1. Η μηνιαία βροχόπτωση για την περίοδο Ιούλιος 2013 - Ιούλιος 2014.	77
Γράφημα 5.2. Ομβροθερμικό διάγραμμα για την περίοδο Ιούλιος 2013 - Αύγουστος 2014.	77
Γράφημα 6.1. Εξέλιξη καρποφορίας (καρποί ανά φυτό) για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	84
Γραφήματα 6.2.α-δ Εξισώσεις της εξέλιξης της καρποφορίας α) μάρτυρας, β) βιολογικό λίπασμα Biogen, γ) κοπριά, δ) NPK.	85
Γραφήματα 6.3.α-στ Συγκρίσεις μέσων (t-test) για τον αριθμό καρπών ανά φυτό στα διαφορετικά είδη λίπανσης α) 28, β) 35, γ) 44, δ) 53, ε) 81 και στ) 112 ΗΑΦ.	86
Γράφημα 6.4. Εξέλιξη φυτομάζας για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.	87
Γραφήματα 6.5.α-δ. Εξισώσεις της εξέλιξης της φυτομάζας α) μάρτυρας, β) βιολογικό λίπασμα Biogen, γ) κοπριά, δ) NPK.	88
Γραφήματα 6.6.α-γ Συγκρίσεις μέσων (t-test) για το ξηρό βάρος φυτού (g) στα διαφορετικά είδη λίπανσης α) 49, β) 58 και γ) 82 ΗΑΦ.	89
Γραφήματα 6.7.α-η Συγκρίσεις μέσων (t-test) για τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά στα διαφορετικά είδη λίπανσης α) αντοχή (kg), β) L* (CIE), γ) a* (CIE), δ) b* (CIE), ε) ΟΔΣ (°Brix), στ) Ολική Οξύτητα (% w/w), ζ) απόδοση (kg/m ²), η) μέσο βάρος καρπού (g).	90
Γράφημα 6.8. Γραμμική σχέση μεταξύ αριθμού καρπών κατά τη συγκομιδή και °Brix.	97
Γράφημα 6.9. Γραμμική σχέση μεταξύ °Brix και a (κόκκινο χρώμα).	98
Γράφημα 6.10. Γραμμική σχέση μεταξύ απόδοσης σε καρπό και μέσο βάρος καρπού.	98

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ

1.1. Γενικά

Η τομάτα καλλιεργείται όλο το χρόνο, υπαίθρια ή σε θερμοκήπια. Το φυτό της τομάτας καλλιεργείται για τον καρπό του, ο οποίος καταναλώνεται ώριμος, νωπός ή αποξηραμένος ή σε άλμη, ακέραιος (αποφλοιωμένος ή μη) ή σε πολτό (ποικίλου βαθμού συμπύκνωσης). Οι σπουδαιότεροι λόγοι που καθιστούν το λαχανικό αυτό ιδιαίτερα δημοφιλές, είναι ότι εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με βιταμίνες και έχει ελκυστικό χρώμα και άρωμα (Αγγίδης, 1996; Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 1.1. Καρπός τομάτας, το πιο δημοφιλές λαχανικό.

1.2. Ιστορική εξέλιξη

Όλα τα είδη είναι ιθαγενή φυτά της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής. Η ονομασία «τομάτα» προέρχεται από τη λέξη “tomalt” της αρχαίας μεξικανικής γλώσσας “Nahvalt”. Άμεσοι πρόγονοι της καλλιεργούμενης τομάτας είναι οι άγριες ποικιλίες *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* και var. *pimpinellifolium* που βρίσκονται αυτοφυείς σε περιοχές της Κεντρικής και ΝΑ Αμερικής. Αν και αρχικά επικρατούσε η άποψη ότι χώρα καταγωγής της τομάτας είναι το Περού, σήμερα είναι αποδεκτό ότι η καταγωγή της είναι το Μεξικό, απ’ όπου μεταφέρθηκε στην Ευρώπη το 16ο αιώνα (Ολύμπιος, 2001; Αγγίδης, 1996).

Στην Ευρώπη, για αρκετά χρόνια, καλλιεργήθηκε σαν καλλωπιστικό φυτό γιατί επικρατούσε η άποψη ότι οι καρποί της περιέχουν τοξικές ουσίες. Αξίζει να αναφερθεί ότι στη Γερμανία είχε αποδοθεί στην τομάτα η ονομασία «ροδάκινο του λύκου», κάτι που κατέγραψε και ο Λινναίος τον 18ο αιώνα όταν έδωσε το επιστημονικό όνομα στην τομάτα (*Lycopersicum esculentum* = εδώδιμο ροδάκινο του λύκου). Η τομάτα ανήκει βοτανικά στην οικογένεια των Σολανωδών (Solanaceae), τα μέλη της οποίας είναι γνωστό ότι περιέχουν κυρίως στα φύλλα τους το αλκαλοειδές

σολανίνη που είναι τοξικό για τον άνθρωπο και τα ζώα. Η τομάτα περιέχει πράγματι στα φύλλα της σολανίνη, όμως όχι και στον καρπό.

Μόνο λίγο πριν το 1780, άρχισε δειλά-δειλά να χρησιμοποιείται η τομάτα στη διατροφή του ανθρώπου και μέχρι το 1900 η καλλιέργειά της παρέμεινε κηπευτική σε περιορισμένη έκταση στην Ευρώπη. Η μεγάλη επέκταση της καλλιέργειας άρχισε μετά το 1900 με τη δραστηριοποίηση των βιομηχανιών μεταποίησης τομάτας στην Ιταλία για παραγωγή τοματοπολτού και άλλων προϊόντων (Αγγίδης, 1996).

Στην Ελλάδα η εισαγωγή της τομάτας έγινε περίπου το 1818 ως κηπευτική καλλιέργεια. Για βιομηχανική πρώτη ύλη, χρησιμοποιήθηκε μετά τον α' παγκόσμιο πόλεμο, αρχικά στα Δωδεκάνησα και τη Ν. Ελλάδα. Η μεγάλη επέκταση της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα, άρχισε μετά το 1960, με τη δημιουργία των πρώτων βιομηχανιών μεταποίησης (Ολύμπιος, 2001; Αγγίδης, 1996).

1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το φυτό της τομάτας, *Solanum lycopersicum* L. συνώνυμα: *Lycopersicon lycopersicum*, *Lycopersicon esculentum* Mill. ανήκει στην οικογένεια Solanaceae.

Είναι φυτό ποώδες με βιολογικό κύκλο 5-7 μήνες στην Ευρώπη (μονοετής καλλιέργεια), ενώ σε τροπικές περιοχές είναι πολυετής καλλιέργεια (Αγγίδης, 1996).

Το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες, εφόσον το φυτό προέρχεται από σπόρο που σπάρθηκε απευθείας στη μόνιμη θέση, και μπορεί να φθάσει το βάθος των 60 cm επιμηκνόμενο κατά 2-3 cm ανά ημέρα. Όταν η τομάτα μεταφυτεύεται η κεντρική ρίζα καταστρέφεται και παράγονται δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, ακόμη και από το λαιμό του φυτού, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα για την εγκατάσταση του μεταφυτευθέντος φυτού (Ολύμπιος, 2001).

Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Είναι κυλινδρικός και εσωτερικά πλήρης. Αρχικά, είναι τρυφερός, εύθραυστος και χυμώδης, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός και αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς όμως να ξυλοποιείται. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά το μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και έτσι διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ή με καθορισμένη ανάπτυξη βλαστών (Ολύμπιος, 2001).

Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα, κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παραφύλλων (Εικόνα 1.2.), με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη.

Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο, αλλά και το μέγεθός τους ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και τη θέση του φύλλου επί του βλαστού. Τα φύλλα εμφανίζονται σε ελικοειδή διάταξη πάνω στο βλαστό. Η επάνω επιφάνειά τους έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω ελαιώδες ανοιχτό πράσινο (Ολύμπιος, 2001). Όλα τα πράσινα μέρη του φυτού φέρουν αδενώδη τριχίδια, που όταν σπάνε αναδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού (Αγγίδης, 1996; Δημητράκης, 1998).



Εικόνα 1.2. Σύνθετο φύλλο τομάτας.

Τα άνθη της τομάτας εμφανίζονται σε ταξιανθίες από 2-3 άνθη ανά ταξιανθία, μέχρι 20 ή και περισσότερα. Ένας μέσος επιθυμητός αριθμός ανθέων ανά ταξιανθία που θα εξελιχτεί σε καρπούς είναι 6-8. Οι ταξιανθίες εμφανίζονται επί των βλαστών του φυτού και διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα, ανάλογα με την ποικιλία (Εικόνα 1.3.). Το άνθος (Εικόνα 1.4.) φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, που αποτελείται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, στεφάνη κίτρινη με 5 ή περισσότερα ενωμένα πέταλα και 5 ή περισσότερους στήμονες, ενωμένους στη βάση τους με τη στεφάνη και ενωμένους κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Η ωοθήκη είναι πολύχωρη, 2 - 7 ή και περισσότερους χώρους (Εικόνα 1.5.) και κάθε χώρος έχει πολλά ωάρια (Ολύμπιος, 2001). Τα άνθη της τομάτας είναι ερμαφρόδιτα (τέλεια) και αυτογονιμοποιούνται. Η άνθηση δεν είναι σύγχρονη, γίνεται σταδιακά, εκτός ορισμένων ποικιλιών για μηχανική συγκομιδή. Η βλάστηση της γύρης είναι βραδεία γι' αυτό η γονιμοποίηση γίνεται περίπου δύο ημέρες μετά την επικονίαση. Η γονιμοποίηση επηρεάζεται σημαντικά από τις καιρικές συνθήκες (βροχή, άνεμος, θερμοκρασία). Μετά τη γονιμοποίηση η ανάπτυξη και ωρίμαση του καρπού γίνεται σε 45-60 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία και τις καλλιεργητικές συνθήκες (Αγγίδης, 1996; Δημητράκης, 1998).



Εικόνα 1.3. Ταξιανθία τομάτας.



Εικόνα 1.4. Πλήρως ανοιχτό άνθος τομάτας.

Ο καρπός της τομάτας είναι ράγα, χρώματος κόκκινου, ρόδινου ή κίτρινου και έχει 2-10 χώρους. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται από 50 έως 200 γραμμάρια. Αποτελείται από το φλοιό ή εξωκάρπιο, το περικάρπιο ή σάρκα, τον πλακούντα, το ζελατινώδη παρεγχυματικό ιστό και τους σπόρους. Το πάχος του φλοιού αυξάνει στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του καρπού και μετά λεπταίνει και απλώνει κατά το στάδιο της ωρίμασης. Η σάρκα διαμορφώνει τους χώρους ή κελιά και είναι ανάλογα με την ποικιλία, λιγότερο ή περισσότερο σημαντική σε ποσότητα και λιγότερο ή περισσότερο περιεκτική σε χυμό. Μέσα στα κελιά βρίσκονται οι σπόροι οι οποίοι περιβάλλονται από ζελατινώδη παρεγχυματικό ιστό (Εικόνα 1.6.), και ανάλογα με την ποικιλία είναι πολλοί ή λίγοι σε αριθμό. Ο πλακούντας είναι η περιοχή της ωοθήκης από την οποία εκφύονται οι σπερματικές βλάστες οι οποίες μετά τη γονιμοποίηση εξελίσσονται στα σπέρματα.



Εικόνα 1.5. Δίχωρος, τρίχωρος, τετράχωρος και πεντάχωρος καρπός τομάτας.

Η μέση σύνθεση του καρπού είναι: σάρκα και χυμός 96-97 %, σπόροι 2-3 %, φλοιός 1-2 %. Η χημική σύσταση του καρπού παρουσιάζεται σε παρακάτω κεφάλαιο. Το χρώμα των καρπών της τομάτας αποδίδεται κυρίως στο λυκοπένιο (κόκκινο) και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος είναι 18-25 °C (Αγγίδης, 1996; Δημητράκης, 1998).

Ο σπόρος της τομάτας είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος, με διάμετρο 3-5 mm, το χρώμα του είναι καφε-κιτρινο και η επιφάνειά του καλύπτεται με τριχοειδείς αποφύσεις (Εικόνα 1.7.). Υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης διατηρεί τη βλαστικότητα του για τουλάχιστον 4 χρόνια μετά τη συγκομιδή, εάν όμως αποθηκευτεί σε χαμηλή θερμοκρασία και με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, εύκολα διατηρεί τη βλαστικότητά του πάνω από 10 χρόνια. (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 1.6. Σπόροι τομάτας που περιβάλλονται από ζελατινώδες παρέγχυμα.



Εικόνα 1.7. Αποξηραμένοι σπόροι τομάτας.

1.4. Ποικιλίες τομάτας

Ανάλογα με την τεχνική καλλιέργειας και τον τρόπο διάθεσης των καρπών, οι ποικιλίες τομάτας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στις ποικιλίες νωπής κατανάλωσης σε θερμοκηπιακή και υπαίθρια καλλιέργεια, και β) στις ποικιλίες πρώτης ύλης για βιομηχανική μεταποίηση σε υπαίθρια καλλιέργεια (Αγγίδης, 1996).

Ανεξάρτητα με τον προορισμό χρήσης, οι ποικιλίες τομάτας διακρίνονται και από τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Αγγίδης, 1996):

- Το μέγεθος των φυτών: μικρής, μέτριας και μεγάλης ανάπτυξης.
- Το σχήμα και το μέγεθος των καρπών: στρογγυλές, πεπλατυσμένες, ωοειδείς, απιόμορφες, κερασόμορφες, μικρού, μετρίου και μεγάλου μεγέθους.
- Το χρώμα των καρπών: κίτρινο, πορτοκαλί, ροζ, κόκκινο κ.λπ.
- Την πρωιμότητα: πρώιμες, μεσοπρώιμες, όψιμες.
- Σύγχρονης ή σταδιακής ωρίμασης.
- Την ανθεκτικότητα σε ασθένειες.
- Ποικιλίες κοινές ή υβρίδια.

1.5. Σύσταση και διατροφική αξία καρπού

Η τομάτα, όπως τα περισσότερα λαχανικά, αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από νερό, 94 - 95 % κατά βάρος (Πίνακας 1.1.). Το υπόλοιπο 5 % του βάρους της συνιστούν τα σάκχαρα, τα οξέα, οι διαιτητικές ίνες, οι πρωτεΐνες και τα διάφορα ιχνοστοιχεία και βιταμίνες. Μια τομάτα μέτριου μεγέθους, περίπου 150 g, αποδίδει 35 θερμίδες. Η τομάτα περιέχει ιχνοστοιχεία όπως κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο, φώσφορο και είναι καλή πηγή βιταμινών και αντιοξειδωτικών ουσιών.

Οι μεταποιημένες τομάτες ενδέχεται να διαθέτουν υψηλότερα επίπεδα ορισμένων θρεπτικών συστατικών, αφενός διότι η συγκέντρωσή τους μπορεί να είναι υψηλότερη σε αυτές τις μορφές και αφετέρου διότι η μεταποίηση μπορεί να επιφέρει αλλαγές στη χημική τους δομή και στη βιοδιαθεσιμότητα τους.

Πίνακας 1.1. Διατροφική σύσταση νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού.
Πηγή: *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.*

Σύσταση	Μονάδες	Τιμή ανά 100 g	
		Νωπή τομάτα	Τοματοπολτός*
Νερό	g	94,5	87,88
Ενέργεια	kcal	18	38
Πρωτεΐνες	g	0,88	1,65
Λίπος	g	0,20	0,21
Τέφρα	g	0,50	1,28
Υδατάνθρακες	g	3,89	8,98
Διαιτητικές ίνες	g	1,20	1,90
Σάκχαρα	g	2,63	4,83

* Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata)

Ολικά στερεά

Η τομάτα αποτελείται από 4,5 - 8,5 % ολικά στερεά, εκ των οποίων το 1 % αντιστοιχεί στο φλοιό και στους σπόρους (Gould, 1992). Η Petro-Turza (1986) αναφέρει ότι τα ολικά στερεά του ώριμου καρπού της τομάτας κυμαίνονται μεταξύ 5,0 και 7,5 %. Η ποσοστιαία σύνθεση των ολικών στερεών φαίνεται στον Πίνακα 1.2.. Το ποσοστό των ολικών στερεών της τομάτας μπορεί να ποικίλει αρκετά ανάλογα με την ποικιλία τομάτας, το έδαφος και ιδιαίτερα με το ύψος βροχόπτωσης κατά την περίοδο της ανάπτυξης και της συγκομιδής (Gould, 1992).

Πίνακας 1.2. Η σύνθεση των ολικών στερεών του καρπού της τομάτας (Gould, 1992).

Συστατικό	Ποσοστό %
Ολικά στερεά	4,5 – 8,5
Αδιάλυτα στερεά	0,5 - 1,5
Διαλυτά στερεά	4,0 – 7,0
– Σάκχαρα	2,0 – 3,0
– Οξέα	0,3 – 0,5
– Διαλυτά αμινοξέα	0,8 – 1,2
– Ανόργανα άλατα	0,3 – 0,6

Υδατάνθρακες

Τα ελεύθερα σάκχαρα είναι κυρίως αναγωγικά σάκχαρα, ενώ η συγκέντρωση της σακχαρόζης είναι αμελητέα. Τα αναγωγικά σάκχαρα, που αποτελούν το 50 – 65 % των διαλυτών στερεών της τομάτας, είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Τα σάκχαρα αυτά βρίσκονται σε ίσες περίπου ποσότητες, με επικρατέστερη την φρουκτόζη (Πίνακας 1.3.). Η περιεκτικότητα της νωπής τομάτας σε σάκχαρα αναφέρεται ότι κυμαίνεται μεταξύ 2,19 και 3,55 % (Gould, 1992).

Οι πολυσακχαρίτες αποτελούν το 0,7 % του τοματοχυμού, εκ του οποίου το 50 % καταλαμβάνουν οι πηκτίνες και οι αραβινογαλακτάνες, το 25 % οι ξυλάνες και οι αραβινοξυλάνες και το 25 % η κυτταρίνη (Miladi et al., 1969).

Στις πηκτίνες οφείλεται η χαρακτηριστική σαρκώδης υφή της τομάτας. Οι πηκτίνες είναι πολυμερή α-β-γαλακτουρονικού οξέος που συνδέονται μεταξύ τους με 1,4 δεσμούς. Αρχικά στον καρπό σχηματίζεται ένα αδιάλυτο συστατικό που ονομάζεται πρωτοπηκτίνη, το οποίο συνδέει τα κύτταρα μεταξύ τους.

Πίνακας 1.3. Αναγωγικά σάκχαρα νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. Πηγή: *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.*

Σάκχαρα	g σακχάρου / 100 g	
	Νωπή τομάτα	Τοματοπολτός*
Γλυκόζη	1,25	2,45
Φρουκτόζη	1,37	2,38

* Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata)

Καθώς ο καρπός ωριμάζει η πρωτοπηκτίνη μετατρέπεται σε πηκτίνη και η περαιτέρω ωρίμαση του καρπού της τομάτας έχει ως αποτέλεσμα την αποικοδόμηση της πηκτίνης σε διαλυτά συστατικά, με συνέπεια ο καρπός να γίνεται αρκετά μαλακός.

Αυτές οι μετατροπές των πηκτινών στην τομάτα, είναι αποτέλεσμα της δράσης ενζύμων που υπάρχουν στον ώριμο καρπό και η δράση τους δεν σταματά με τη συγκομιδή και την επεξεργασία της τομάτας, με αποτέλεσμα να παίζουν σημαντικό ρόλο στην υφή των τελικών προϊόντων τομάτας. Οι εμπορικές βιομηχανικές ποικιλίες τομάτας έχουν περιεκτικότητα σε πηκτινικές ύλες που κυμαίνεται μεταξύ 0,17 και 0,23 %. Η μετατροπή της πρωτοπηκτίνης σε πηκτίνη στις τομάτες συμβαίνει στα τελευταία στάδια της ωρίμασης, για αυτό το λόγο και για ικανοποιητικό χρώμα γίνεται η επιλογή πλήρως κόκκινων, ώριμων καρπών τομάτας από τη βιομηχανία μεταποίησης (Gould, 1992).

Αμινοξέα

Στο φρέσκο χυμό τομάτας υπάρχουν περίπου 19 διαλυτά αμινοξέα, τα σημαντικότερα φαίνονται στον Πίνακα 1.4. Το κυριότερο από αυτά είναι το γλουταμινικό οξύ και το αμέσως επόμενο το ασπαρτικό οξύ (Miladi et al., 1969).

Κατά την επεξεργασία του τοματοχυμού, η περιεκτικότητα σε ελεύθερα αμινοξέα μεταβάλλεται λόγω της αποικοδόμησης και μερικής υδρόλυσης των πρωτεϊνών. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στο γλουταμινικό και στο ασπαρτικό οξύ, στη θρεονίνη, στην αλανίνη και στην φαινυλαλανίνη. Το ασπαραγινικό οξύ και η γλουταμίνη χάνονται κατά την επεξεργασία εξαιτίας της απαμίνωσής τους προς σχηματισμό γλουταμινικού και ασπαρτικού οξέος ή ακόμα προς σχηματισμό καρβοξυλικού οξέος της πυρρολιδόνης (Gould, 1992).

Οξέα

Επικρατέστερο οξύ στον καρπό της τομάτας είναι το κιτρικό οξύ, με αμέσως επόμενο το μηλικό οξύ (Belitz et al., 2006). Η μέγιστη συγκέντρωση οργανικών οξέων έχει βρεθεί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος όπου τα οργανικά οξέα αποτελούν το 15 % της ξηρής ουσίας του καρπού ή 5,0-7,5 % του νωπού βάρους του (Petro-Turza, 1986).

Στον επεξεργασμένο τοματοχυμό δεύτερο επικρατέστερο οξύ είναι το καρβοξυλικό οξύ της πυρρολιδόνης. Η επεξεργασία του τοματοχυμού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ολικής οξύτητας στο τελικό προϊόν. Έχει αναφερθεί αύξηση της περιεκτικότητας σε οξικό οξύ κατά 32 % που αποδίδεται στην οξειδωση αλδευδών και αλκοολών και την απαμίνωση αμινοξέων του χυμού τομάτας κατά την

επεξεργασία (Crean, 1966). Στον Πίνακα 1.5 παρουσιάζονται οι περιεκτικότητες σε οξέα του φρέσκου και επεξεργασμένου τοματοχυμού.

Τα οξέα αποτελούν σημαντικό παράγοντα γεύσης της τομάτας, ενώ η ολική οξύτητα αποτελεί δείκτη ικανοποιητικής επεξεργασίας των προϊόντων της (Lambeth et al., 1964). Η αναλογία σακχάρων προς οξέα στον καρπό είναι επίσης ένας σημαντικός ποιοτικός παράγοντας.

Πίνακας 1.4. Αμινοξέα τοματοχυμού φρέσκου και επεξεργασμένου (Gould, 1992).

Αμινοξέα	g αμινοξέος / 100 g	
	Νωπή τομάτα	Τοματοπολτός*
Γλουταμινικό οξύ	0,431	0,658
Ασπαρτικό οξύ	0,135	0,206
Θρεονίνη	0,027	0,037
Λυσίνη	0,027	0,048
Φαινυλαλανίνη	0,027	0,034
Αλανίνη	0,027	0,052
Σερίνη	0,026	0,039
Λευκίνη	0,025	0,046
Αργινίνη	0,021	0,032
Γλυκίνη	0,019	0,027
Ισολευκίνη	0,018	0,031
Βαλίνη	0,018	0,033
Προλίνη	0,015	0,036
Τυροσίνη	0,014	0,021
Ιστιδίνη	0,014	0,025
Κυστίνη	0,009	0,010
Τρυπτοφάνη	0,006	0,011
Μεθειονίνη	0,006	0,009

* Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata)

Πίνακας 1.5. Οξέα τοματοχυμού φρέσκου και επεξεργασμένου (Gould, 1992).

Οξέα	mEq / L τοματοχυμού	
	Φρέσκου	Επεξεργασμένου
Κιτρικό	60,92	66,92
Μηλικό	3,72	5,39
Γαλακτικό	1,37	1,46
α-κετογλουταρικό	1,10	0,53
Οξικό	1,06	1,56
Καρβοξυλικό της πυρρολιδόνης	0,81	8,10
Ηλεκτρικό	0,60	0,49

Ανόργανα στοιχεία

Τα μεταλλικά στοιχεία απαντώνται στην τομάτα σε ποσοστό που κυμαίνεται από 0,3 έως 0,6 %. Τα κυριότερα από αυτά είναι το κάλιο, το μαγνήσιο, ο φώσφορος, το ασβέστιο και το νάτριο (Belitz et al., 2006) και παίζουν δευτερεύοντα ρόλο στην ποιότητα των προϊόντων τομάτας (Gould, 1992). Η περιεκτικότητα της τομάτας σε ανόργανα στοιχεία ποικίλει πολύ στη βιβλιογραφία. Στον Πίνακα 1.6 παρουσιάζονται τα ανόργανα άλατα της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού σύμφωνα με τον USDA.

Πίνακας 1.6. Ανόργανα άλατα νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. Πηγή: *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.*

Ανόργανα άλατα	mg ανά 100 g	
	Νωπή τομάτα	Τοματοπολτός*
Ασβέστιο, Ca	10	18
Σίδηρος, Fe	0,27	1,78
Μαγνήσιο, Mg	11	23
Φωσφόρος, P	24	40
Κάλιο, K	237	439
Νάτριο, Na	5	28
Ψευδάργυρος, Zn	0,17	0,36
Χαλκός, Cu	0,059	0,287
Μαγγάνιο, Mn	0,114	0,169
Φθόριο, F	0,002	0,000
Σελήνιο, Se	0,000	0,700
* Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπίκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού (Tomato puree ή passata)		

Λιπαρά συστατικά

Τα λιπαρά συστατικά αποτελούν το 0,2 % του συνολικού βάρους της τομάτας και απαντώνται κυρίως στους σπόρους, ενώ στον τοματοχυμό περιέχονται τα λιπόφιλα καροτενοειδή. Στον Πίνακα 1.7 παρουσιάζονται οι καροτενοειδείς ενώσεις που απαντώνται στην τομάτα. Το κυρίαρχο καροτενοειδές της τομάτας είναι το λυκοπένιο.

Το λυκοπένιο είναι ένας πολυακόρεστος υδρογονάνθρακας με βαθύ κόκκινο χρώμα του και είναι μία από τις πλέον ισχυρές αντιοξειδωτικές ουσίες φυτικής προέλευσης. Η βιοσύνθεση του λυκοπενίου πραγματοποιείται μόνο στους φυτικούς οργανισμούς και ο άνθρωπος το λαμβάνει αποκλειστικά μέσω της τροφής και κυρίως μέσω της κατανάλωσης τομάτας και επεξεργασμένων προϊόντων της. Ως εξαιρετικά

λιπόφιλη ένωση συσσωρεύεται στους λιπαρούς ιστούς, στο αίμα και στις μεμβράνες των κυττάρων. Το λυκοπένιο αποτελεί πρόδρομο ένωση όλων των καροτενοειδών.

Πίνακας 1.7. Περιεκτικότητα καροτενοειδών στη τομάτα (Belitz et al., 2006)

Καροτενοειδή	mg / 100 g νωπού βάρους
Φυτοένιο	1,3
Φυτοφλουένιο	0,7
ζ-καροτένιο	0,84
Λυκοπένιο	4,7
β-καροτένιο	0,59
α, β-κρυπτοξανθίνη	0,5
Λουτεΐνη	0,12
Ολικά καροτενοειδή	5,1 – 8,5

Βιταμίνες

Οι καρποί της τομάτας και τα προϊόντα της αποτελούν μια από τις κυριότερες πηγές βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ) για τον άνθρωπο. Η μέση περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος στον καρπό της τομάτας είναι 23 mg ανά 100 g νωπού βάρους. Η τομάτα αποτελεί επίσης σημαντική πηγή βιταμίνης A, η οποία απαντάται με τη μορφή καροτενίου και βιταμινών του συμπλέγματος B (Gould, 1992; Belitz et al., 2006). Στον Πίνακα 1.8 παρουσιάζεται η μέση περιεκτικότητα σε βιταμίνες της νωπής τομάτας και του επεξεργασμένου τοματοπολτού σύμφωνα με τον USDA.

Πίνακας 1.8. Βιταμίνες και αντιοξειδωτικά νωπής τομάτας και επεξεργασμένου τοματοπολτού. Πηγή: *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27.*

Βιταμίνες	Μονάδες	Τιμή ανά 100 g	
		Νωπή τομάτα	Τοματοπολτός*
Ασκορβικό οξύ, C	mg	23,0	10,6
Θειαμίνη, B1	mg	0,037	0,025
Ριβοφλαβίνη, B2	mg	0,019	0,080
Νιασίνη, B3	mg	0,594	1,466
Παντοθενικό οξύ, B5	mg	0,089	0,440
Πυριδοξίνη, B6	mg	0,080	0,126
Φολικό ολικό, B9	μg	15	11
Βιταμίνη A (RAE)	μg	42	26
Καροτένιο β	μg	449	306
Καροτένιο α	μg	101	0,0
Λυκοπένιο	mg	2,57	21,75
Λουτεΐνη & Ζεαξανθίνη	μg	123	0,0
α-τοκοφερόλη, E	mg	0,54	1,97
Βιταμίνη K, φυλλοκινόνη	μg	7,9	3,4

* Επεξεργασμένος τοματοπολτός απλής συμπύκνωσης χωρίς προσθήκη αλατιού.

1.6. Στατιστικά στοιχεία καλλιέργειας και παραγωγής της τομάτας

Στον Πίνακα 1.9 δίδεται η παγκόσμια παραγωγή και οι εκτάσεις καλλιέργειας της τομάτας για το έτος 2012 σύμφωνα με τις στατιστικές του FAO.

Πίνακας 1.9. Παραγωγή και έκταση τομάτας* σε παγκόσμια κλίμακα, κατά ήπειρο, στις κυριότερες χώρες παραγωγής ανά τον κόσμο και την Ε.Ε. κατά το έτος 2012. Πηγή: FAOSTAT (Διαδίκτυο 3).

	Παραγωγή (τόννοι)	Έκταση (Ha)
Παγκόσμια	161.793.834	4.803.680
Κατά Ήπειρο		
Ασία	97.892.723	2.824.757
Ευρώπη	20.693.590	506.583
Αφρική	17.937.834	1.010.604
Βόρεια Αμερική	13.696.859	156.630
Νότια Αμερική	6.276.827	128.468
Κεντρική Αμερική	3.998.620	113.631
Ωκεανία	471.739	8.831
10 κυριότερες χώρες παραγωγής στον κόσμο		
Κίνα	50.000.000	1.000.000
Ινδία	17.500.000	870.000
Η.Π.Α.	13.206.950	150.140
Τουρκία	11.350.000	300.000
Αίγυπτος	8.625.219	216.395
Ιράν	6.000.000	160.000
Ιταλία	5.131.977	91.850
Ισπανία	4.007.000	48.800
Βραζιλία	3.873.985	63.859
Μεξικό	3.433.567	96.651
10 κυριότερες χώρες παραγωγής στην Ε.Ε.		
Ιταλία	5.131.977	91.850
Ισπανία	4.007.000	48.800
Πορτογαλία	1.392.700	15.400
Ελλάδα	979.600	16.000
Ολλανδία	805.000	1.691
Πολωνία	758.936	13.108
Ρουμανία	683.282	49.620
Γαλλία	588.660	6.369
Βέλγιο	231.800	500
Ουγγαρία	108.799	1.280
Ευρωπαϊκή Ένωση (σύνολο)	15.158.865	255.986

* Τα στοιχεία εκφράζουν το σύνολο των υπαίθριων καλλιέργειών για νοπή και βιομηχανική χρήση καθώς και των υπό κάλυψη καλλιέργειών.

(Ha = 10.000 m²)

Πίνακας 1.10. Στοιχεία για την παραγωγή και την κατανάλωση της βιομηχανικής τομάτας (σε τόννους) παγκοσμίως τα έτη 2005 – 2010. Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διαδίκτυο 2).

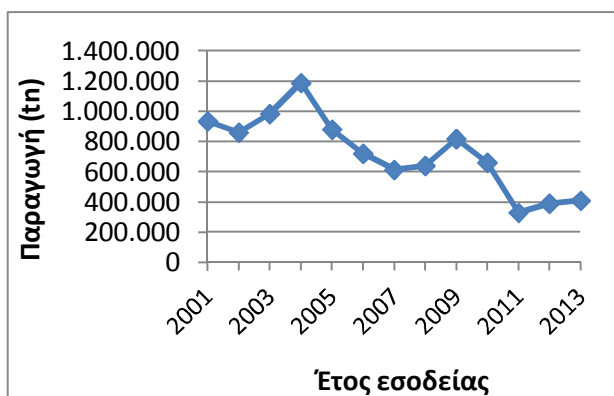
Παγκόσμια Παραγωγή	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ευρωπαϊκή Ένωση	10.450.000	8.190.000	8.634.000	8.874.000	11.152.000	9.127.000
Υπολ. Ευρώπη & Μέση Ανατολή	5.184.000	4.614.000	5.186.000	6.628.000	6.181.000	5.020.000
Βόρεια Αμερική	9.867.000	10.222.000	12.054.000	11.737.000	13.142.000	12.209.000
Νότια Αμερική	2.441.000	2.154.000	2.411.000	2.170.000	2.329.000	3.144.000
Αφρική	240.000	225.000	212.000	201.000	240.000	195.000
Ασία και Ειρηνικός	4.050.000	5.121.000	5.342.000	7.075.000	9.440.000	7.932.000
Σύνολο παραγωγής	32.232.000	30.526.000	33.839.000	36.685.000	42.484.000	37.627.000
Παγκόσμια Κατανάλωση		32.000.000	33.000.000	36.600.000	38.300.000	38.700.000

Στον Πίνακα 1.11 παρουσιάζονται στοιχεία για την καλλιέργεια, την παραγωγή και την μεταποίηση της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013, σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

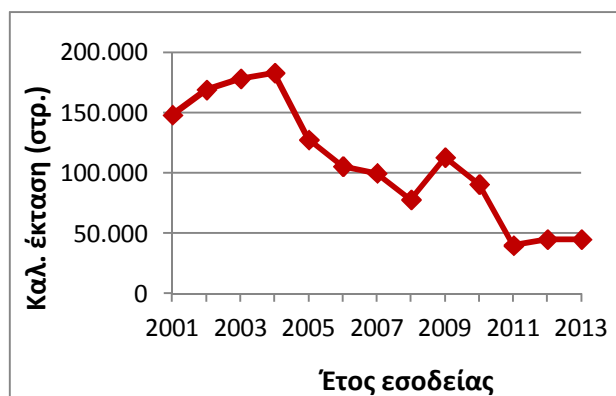
Πίνακας 1.11. Στοιχεία καλλιέργειας, παραγωγής και μεταποίησης της βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013. Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διαδίκτυο 2).

Εμπορική περίοδος (εσοδεία)	Παραγωγή καρπού (tn)	Παραχθείσα ποσότητα τελικών προϊόντων (tn)	Καλλιεργηθείσα έκταση (στρ.)	Μ.Ο. Απόδοσης (kg/στρ.)
2001-2002 (2001)	935.006,0	187.004,0	148.283,9	6.305,5
2002-2003 (2002)	861.246,0	163.018,0	169.207,0	5.009,0
2003-2004 (2003)	983.050,0	197.740,0	178.434,5	5.517,0
2004-2005 (2004)	1.187.592,0	236.919,0	183.162,5	6.484,0
2005-2006 (2005)	880.450,0	173.333,0	127.630,0	6.898,0
2006-2007 (2006)	720.400,0	152.903,0	105.587,2	6.823,0
2007-2008 (2007)	614.203,0	139.658,0	99.876,5	6.150,0
2008-2009 (2008)	639.748,3	151.017,7	77.994,2	8.084,0
2009-2010 (2009)	818.555,8	174.098,0	113.000,5	7.200,0
2010-2011 (2010)	661.914,7	135.466,0	90.799,6	7.289,8
2011-2012 (2011)	330.000,0	83.844,0	40.000,0	8.250,0
2012-2013 (2012)	390.000,0	65.000,0	45.000,0	8.666,6
2013-2014 (2013)	410.000,0	69.000,0	45.000,0	9.150,0

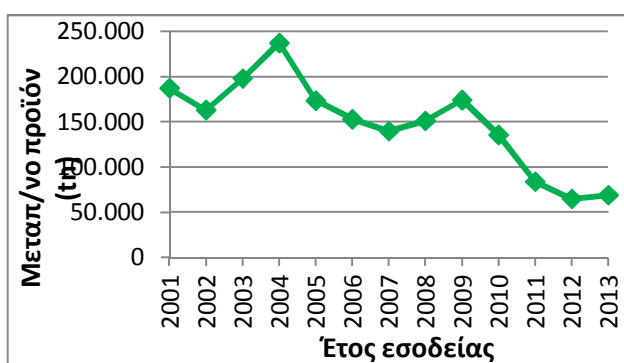
Ακολουθούν οι απεικονίσεις των στατιστικών στοιχείων του παραπάνω πίνακα από τα αντίστοιχα γραφήματα (Γραφήματα 1.1, 1.2, 1.3, 1.4).



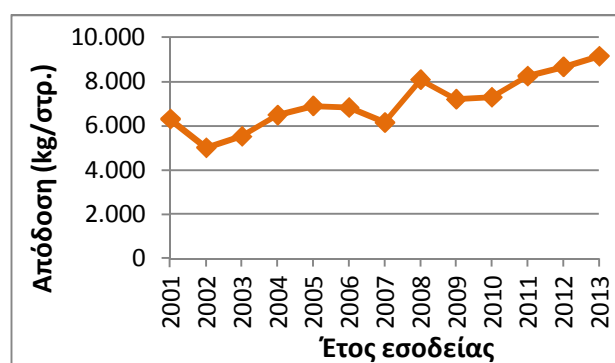
Γράφημα 1.1. Παραγωγή βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.



Γράφημα 1.2. Καλλιεργ. έκταση βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.



Γράφημα 1.3. Παραγωγή μεταποιημένων προϊόντων βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.



Γράφημα 1.4. Αποδόσεις βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα τα έτη 2001 – 2013.

Στο Γράφημα 1.2 παρατηρείται ότι το 2011 έγινε μια μεγάλη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα. Οι παράγοντες που οδήγησαν σε αυτή τη μείωση αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Διαδίκτυο 2):

- Η αναθεώρηση της ΚΑΠ και της ΚΟΑ οπωροκηπευτικών το 2007 και η εθνική επιλογή της συνδεδεμένης ενίσχυσης σε ποσοστό 30 % για 3 χρόνια (έως και την 31/12/2010), αντί για ποσοστό 50 % για 4 χρόνια, δημιούργησε συγκριτικό μειονέκτημα με αποτέλεσμα την εγκατάλειψη της καλλιέργειας από αρκετούς καλλιεργητές.
- Ο έντονος ανταγωνισμός από την Κίνα, η οποία αύξησε υπέρμετρα την παραγωγή πρώτης ύλης και τις εξαγωγές σε τελικά προϊόντα, με τιμές πολύ κατώτερες των Ευρωπαϊκών βιομηχανιών μεταποίησης.
- Ο ανταγωνισμός από την Καλιφόρνια των Η.Π.Α., η οποία αφενός έχει σημαντικά χαμηλότερο κόστος παραγωγής και αφετέρου ευνοείται από την

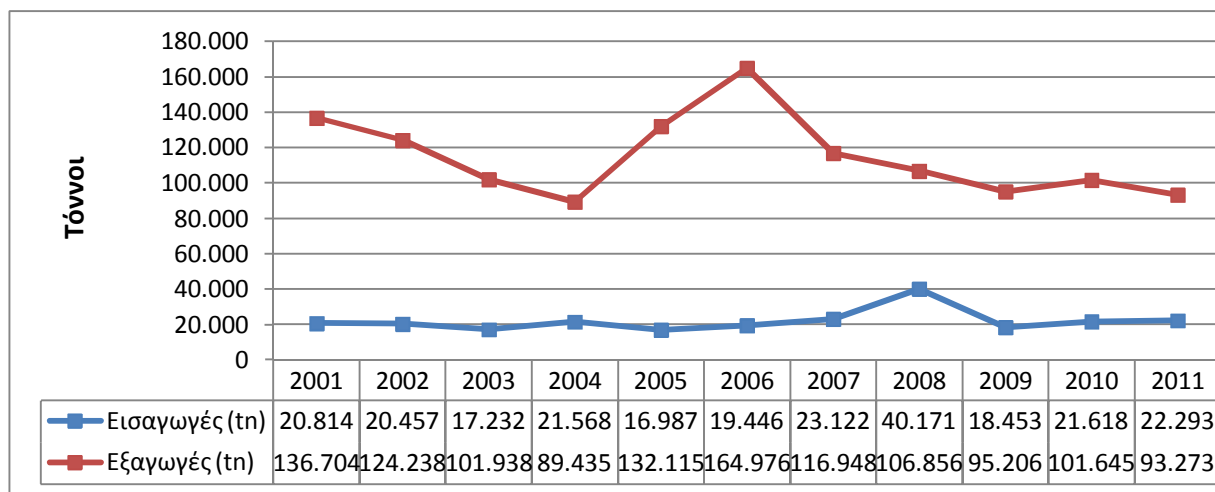
χαμηλή ισοτιμία δολαρίου - ευρώ, καταφέροντας έτσι να έχει τουλάχιστον κατά 25 % φθηνότερη πρώτη ύλη από τις Ευρωπαϊκές χώρες.

- Η μη αξιοποίηση των κοινοτικών πόρων από τις Ομάδες Παραγωγών προκειμένου να μειωθεί το παραγωγικό κόστος.
- Το γεγονός ότι η βιομηχανική τομάτα λειτουργεί υπό καθεστώς συμβολαιακής γεωργίας οδήγησε σε μείωση των εκτάσεων και στροφή προς την καλλιέργεια βαμβακιού, καλαμποκιού και σιταριού, προϊόντα που κατά το 2010 έδωσαν πολύ ικανοποιητικές τιμές στον παραγωγό.

Στον Πίνακα 1.12 παρουσιάζονται οι τιμές παραγωγού (μέσοι όροι) για τη βιομηχανική τομάτα στην Ελλάδα τα έτη 2007 – 2011.

Πίνακας 1.12. Μέσες τιμές παραγωγού για τη βιομηχανική τομάτα στην Ελλάδα τα έτη 2007 – 2011. Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Διαδίκτυο 2).

Έτος	Μέση Τιμή Παραγωγού € / tn
2007	45-50
2008	70-78
2009	65-75
2010	60-70
2011	70-85



Γράφημα 1.5. Πορεία εισαγωγών και εξαγωγών μεταποιημένων προϊόντων βιομηχανικής τομάτας για την Ελλάδα κατά τα έτη 2001 – 2011. Πηγή: FAOSTAT (Διαδίκτυο 4).

* Οι τιμές αφορούν προϊόντα πολλού τομάτας και αποφλοιωμένης τομάτας.

2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΜΑΤΑ

Στις ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης και στις ΗΠΑ η βιομηχανική επεξεργασία και μεταποίηση της τομάτας ξεκίνησε από το 1920. Τα επόμενα χρόνια δόθηκε μεγάλη ώθηση στην επέκταση της καλλιέργειας της τομάτας, δημιουργήθηκαν νέες ποικιλίες κατάλληλες για βιομηχανική χρήση και δημιουργήθηκαν διάφορα προϊόντα τομάτας βιομηχανικής παραγωγής.

2.1. Ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας

Για τη δημιουργία ή για την επιλογή μιας ποικιλίας τομάτας για καλλιέργεια για παραγωγή βιομηχανικής πρώτης ύλης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα (Gould, 1992):

- ❖ Τα φυτά της ποικιλίας πρέπει να καρποδέουν ταυτόχρονα και οι καρποί να ωριμάζουν ταυτόχρονα, ενώ τα φυτά πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να καρποδέουν σε ένα ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών.
- ❖ Η ποικιλία πρέπει να είναι ανθεκτική σε όλες τις ασθένειες, τους εχθρούς και τις ανωμαλίες καρπού της τομάτας.
- ❖ Η ποικιλία πρέπει να έχει υψηλή παραγωγικότητα και υψηλό ποσοστό καρπών πρώτης κατηγορίας.
- ❖ Η ποικιλία πρέπει να είναι κατάλληλη για μηχανική συγκομιδή και μαζική μεταφορά (φυτά μικρού ύψους, αυτοκλαδεύομενα, καρποί ανθεκτικοί στη μηχανική καταπόνηση).
- ❖ Όταν οι τομάτες απομακρύνονται από το φυτό ο κάλυκας πρέπει να μένει στο φυτό και η ουλή στον καρπό να έχει διάμετρο μικρότερη από 6,4 χιλιοστά και να μη καφετιάζει κατά την επεξεργασία.
- ❖ Το μέγεθος των καρπών πρέπει να είναι ομοιόμορφο και να κυμαίνεται από 50 έως 90 γραμμάρια.
- ❖ Τα ολικά στερεά της τομάτας πρέπει να είναι πάνω από 5,5 % και προτιμότερο έως 8,5 %.
- ❖ Τα διαλυτά στερεά της τομάτας ($^{\circ}\text{Brix}$) πρέπει να είναι πάνω από 4,5 % και προτιμότερο έως 7,5 %.
- ❖ Η οξύτητα της τομάτας πρέπει να κυμαίνεται από 0,35 % έως 0,55 %.
- ❖ Οι τομάτες πρέπει να έχουν χαμηλό pH (μέγιστο 4,4).

- ❖ Οι τομάτες πρέπει να περιέχουν βιταμίνη C πάνω από 20 mg / 100 g.
- ❖ Οι τομάτες για κονσερβοποίηση πρέπει να αποφλοιώνονται εύκολα και να παραμένουν σφιχτές και ολόκληρες μετά την επεξεργασία.
- ❖ Οι τομάτες για χυμό πρέπει να έχουν μεγάλη συνεκτικότητα μετά την επεξεργασία και ο χυμός να μη διαχωρίζεται κατά την αποθήκευση.
- ❖ Όλες οι τομάτες για βιομηχανική χρήση πρέπει να έχουν καρπούς με έντονο κόκκινο χρώμα, ιστούς σαρκώδεις σφιχτούς χωρίς λευκές ίνες στο κεντρικό μέρος, να αποφλοιώνονται εύκολα και να έχουν τη τυπική γεύση της τομάτας πριν και μετά την επεξεργασία.

Οι απαιτήσεις αυτές καθορίζουν τις κατάλληλες για βιομηχανική χρήση ποικιλίες τομάτας, αν και η ποιότητα της πρώτης ύλης εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες, τον τρόπο καλλιέργειας και την εποχή συγκομιδής.

2.2. Βιολογική καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας

2.2.1. Επιλογή χωραφιού

Σημείο κλειδί για την επιτυχημένη εγκατάσταση και στη συνέχεια τη βέλτιστη παραγωγή μιας βιολογικής καλλιέργειας, είναι η επιλογή της σωστής τοποθεσίας. Μια βασική αρχή της βιολογικής γεωργίας, άλλωστε, είναι η επιλογή ποικιλιών και φυτικών ειδών που είναι κατάλληλα για την τοποθεσία φύτευσης, που αναπτύσσονται δηλαδή άριστα στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Οι βασικοί παράγοντες που εξετάζονται για την επιλογή της τοποθεσίας μιας καλλιέργειας είναι το κλίμα, το έδαφος και το ιστορικό του αγρού (εδαφικά παθογόνα, ασθένειες, προηγούμενη καλλιέργεια).

i. Κλίμα

Η τομάτα είναι φυτό που καλλιεργείται υπαίθρια κατά τη θερμή περίοδο του έτους και απαιτεί χρονική περίοδο διάρκειας τουλάχιστον 3–4 μηνών, από τη σπορά μέχρι την έναρξη της συγκομιδής (Τσαπικούνης, 1997).

Η θερμοκρασία είναι σημαντικός παράγοντας για το φύτρωμα των σπόρων, την ανάπτυξη των φυτών, τη γονιμοποίηση των ανθέων, την κανονική ωρίμαση των καρπών και γενικά τη φυσιολογική και παραγωγική εξέλιξη των φυτών της τομάτας

(Αγγίδης, 1996). Το φύτευμα των σπόρων επιτυγχάνεται κανονικά σε θερμοκρασία εδάφους 18 - 24 °C και καθυστερεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (Αγγίδης, 1996). Η ανάπτυξη των φυτών επιτυγχάνεται καλύτερα σε θερμοκρασίες 18 – 26 °C κατά την ημέρα και γύρω στους 15 °C κατά τη νύχτα (Αγγίδης, 1996; Δημητράκης, 1998). Η βλαστική ανάπτυξη είναι ταχύτερη όταν παρατηρείται διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε ημέρα και νύχτα 4 - 5 °C (Τσαπικούνης, 1997). Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως 10 - 12 °C και σε υψηλές έως 38 °C, με ανάλογη αναστολή της κανονικής ανάπτυξης του φυτού (Αγγίδης, 1996). Η καρπόδεση γίνεται καλύτερα στους 16 - 22 °C, ενώ δεν μπορεί να γίνει σε θερμοκρασίες άνω των 32 °C και κάτω των 12 - 13 °C, καθώς παρατηρείται ανθόρροια (Δημητράκης, 1998; Τσαπικούνης, 1997). Οι καρποί της τομάτας ωριμάζουν γρήγορα και καλύτερα, με ωραίο κόκκινο χρώμα, όταν η θερμοκρασία νύχτας είναι 18 °C και η θερμοκρασία ημέρας δεν ξεπερνά τους 27 °C. Σε μικρότερες και μεγαλύτερες θερμοκρασίες η ωρίμαση γίνεται με πιο αργό ρυθμό (Αγγίδης, 1996).

Ως προς την υγρασία της ατμόσφαιρας, η τομάτα ευνοείται σε σχετική υγρασία 50-70 % (Δημητράκης, 1998). Με υψηλή θερμοκρασία και υγρασία ευνοείται η ανάπτυξη ασθενειών του φυλλώματος. Επίσης, παρατηρείται ανθόρροια όταν η υγρασία του αέρα και η ένταση του φωτός είναι μικρή (Τσαπικούνης, 1997). Πολλά εξαρτώνται και από τον τύπο των ποικιλιών. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται ποικιλίες προσαρμοσμένες στις ξηροθερμικές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν.

ii. Έδαφος

Πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας θα πρέπει να αξιολογηθεί το έδαφος με εδαφολογική ανάλυση. Η εδαφολογική ανάλυση παρέχει σημαντικές πληροφορίες τόσο για τις φυσικές (δομή, σύσταση) όσο και τις χημικές (θρεπτικά συστατικά, pH, αλατότητα, ασβέστιο) ιδιότητες του προς φύτευση εδάφους.

Το κατάλληλο για βιολογική καλλιέργεια έδαφος είναι βαθύ, καλά αεριζόμενο, με καλή διαπερατότητα, πλούσιο σε οργανική ουσία και μικροοργανισμούς. Το συμπαγές έδαφος πρέπει να αποφεύγεται στη βιολογική καλλιέργεια αφού εμποδίζει την υγιή ανάπτυξη και τον αερισμό του ριζικού συστήματος και τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους. Οι μικροοργανισμοί και οι λοιποί οργανισμοί του εδάφους παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη βιολογική γεωργία, αφού αυτοί είναι υπεύθυνοι για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους μέσα από τη διάσπαση της οργανικής ύλης και την παραγωγή ανόργανων στοιχείων.

Η τομάτα δεν θεωρείται απαιτητική όσον αφορά το έδαφος, αλλά ιδανικότερα θεωρούνται εδάφη μέσης σύστασης, βαθιά, διαπερατά, πλούσια σε οργανική ουσία (Πίνακας 2.1), με καλή αποστράγγιση και αρδευόμενα (Δημητράκης, 1998). Τα ελαφρά, αμμοαργιλώδη εδάφη είναι πιο θερμά, σχετικά φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία, με χαμηλή I.A.K. και χαμηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, δίνουν όμως ικανοποιητικές αποδόσεις και πρώιμη παραγωγή (Αγγίδης, 1996; Δημητράκης, 1998). Όταν δεν ενδιαφέρει η πρωιμότητα, αλλά οι υψηλές αποδόσεις, τότε προτιμώνται τα αργιλοαμμώδη εδάφη, τα οποία είναι πιο ψυχρά, έχουν όμως μεγαλύτερη υδατοϊκανότητα και συγκρατούν μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων (Αγγίδης, 1996; Δημητράκης, 1998). Τα βαριά αργιλώδη εδάφη δεν προτιμώνται γιατί συγκρατούν περίσσεια υγρασίας, πράγμα το οποίο είναι επιβλαβές για τη φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών, ενώ ευνοεί την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών (Αγγίδης, 1996).

Πίνακας 2.1. Ερμηνεία της ποιότητας του εδάφους ανάλογα με την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και τον τύπο εδάφους (Gould, 1992).

Ποιότητα εδάφους	% Οργανική Ουσία ανά τύπο εδάφους		
	Αμμώδες	Αμμοπηλώδες	Πηλώδες και αργιλοπηλώδες
Φτωχό	< 0,9	< 1,4	< 1,9
Ικανοποιητικό	1,0 – 1,6	1,5 – 1,9	2,0 – 2,9
Καλό	> 1,5	> 2,0	> 3,0

Καλύτερες αποδόσεις έχουν τα ελαφρώς όξινα ή ουδέτερα εδάφη με pH που κυμαίνεται από 5,8 έως 7,0. Το pH επιδρά στην πρόσληψη από τα φυτά των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων. Σε χαμηλό pH ελαττώνεται η δυνατότητα αφομοίωσης του φωσφόρου και δημιουργούνται τροφοπενίες ασβεστίου, μαγνησίου και καλίου. Σε πολύ υψηλό pH παρατηρείται έλλειψη σιδήρου και μαγανίου. Επίσης το pH επηρεάζει τη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους και την ανάπτυξη ασθενειών (Αγγίδης, 1996).

Είναι σημαντικό το χωράφι που προορίζεται για καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας να είναι σχετικά επίπεδο. Το μέγεθος και το σχήμα του χωραφιού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να διευκολύνεται το πέρασμα των αγροτικών μηχανημάτων, που απαιτούνται για την καλλιέργεια και τη συγκομιδή, και να ελαχιστοποιείται ο αριθμός στροφών τους. Ακόμα, θα πρέπει να υπάρχουν ελάχιστες έως καθόλου πέτρες και ελάχιστα μεγάλα συσσωματώματα εδάφους (Gould, 1992).

iii. Ιστορικό αγρού

Το χωράφι δεν πρέπει να έχει καλλιεργηθεί με τομάτα τα προηγούμενα τρία χρόνια. Ακόμα πρέπει να αποφεύγονται χωράφια που κατά τα προηγούμενα έτη είχαν καλλιεργηθεί με φυτά της οικογένειας των Σολανωδών στην οποία ανήκει και η τομάτα, δηλαδή πατάτες, πιπεριές και μελιτζάνες, προς αποφυγή εγκατάστασης φυτοπαθογόνων. Χωράφια με ιστορικό ασθενειών όπως το βακτηριακό έλκος, η αλτερναρίωση ή οι ιολογικές ασθένειες: κηλιδωτός μαρασμός και ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς, πρέπει αν είναι δυνατό να αποφεύγονται. Να αποφεύγεται, όσο είναι δυνατόν, η εγκατάσταση αγρών βιομηχανικής τομάτας κοντά σε καλλιέργειες άλλων λαχανικών, κυρίως κολοκυνθοειδών, ή καλωπιστικών φυτών για αποφυγή μολυσμάτων μυκητολογικών ασθενειών και ιώσεων. Τα κολοκυνθοειδή αποτελούν συχνά πηγή μόλυνσης αλτερναρίωσης (Διαδίκτυο 5).

Τέλος, χωράφια με μεγάλους πληθυσμούς ζιζανίων, κυρίως πολυετών, θα πρέπει να αποφεύγονται (Gould, 1992). Πιο συγκεκριμένα, αγροί με έντονη παρουσία αγριοτοματιάς ή οροβάγχης πρέπει να αποφεύγονται (Διαδίκτυο 5).

2.2.2. Επιλογή ποικιλίας

Η επιλογή της ποικιλίας είναι ιδιαίτερα σημαντική για την επιτυχία εγκατάστασης μιας βιολογικής καλλιέργειας. Τα κυριότερα κριτήρια επιλογής ποικιλιών τομάτας για βιομηχανική χρήση αναφέρθηκαν παραπάνω. Ωστόσο, η επιλογή της ποικιλίας τομάτας για εγκατάσταση βιολογικής καλλιέργειας πρέπει να γίνεται πρωτίστως βάσει των εδαφοκλιματικών συνθηκών της περιοχής καλλιέργειας και να προτιμώνται ποικιλίες ανθεκτικές σε ασθένειες και εχθρούς.

Ένας από τους κανόνες της βιολογικής φυτικής παραγωγής είναι η χρήση μόνον σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού που έχουν παραχθεί με βιολογική μέθοδο. Στην περίπτωση της τομάτας για βιομηχανική χρήση η εγκατάσταση της καλλιέργειας γίνεται συνήθως με τη φύτευση σποροφύτων. Έτσι όταν πρόκειται για βιολογική καλλιέργεια, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι και τα σπορόφυτα παράχθηκαν υπό συνθήκες βιολογικής γεωργίας. Τέλος, η επιλογή των σποροφύτων πρέπει να γίνεται με γνώμονα την ποιότητα. Υγιή, εύρωστα, καλά ανεπτυγμένα, ομοιόμορφα μεταξύ τους, με ελαστικό βλαστό και σκουροπράσινο φύλλωμα σπορόφυτα είναι τα ιδανικά.

2.2.3. Εγκατάσταση καλλιέργειας

i. Προετοιμασία χωραφιού

Τους φθινοπωρινούς μήνες, ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους, καλό είναι να γίνεται ένα βαθύ όργωμα. Το φθινοπωρινό όργωμα δημιουργεί καλύτερες συνθήκες υγρασίας και αερισμού στο έδαφος και προωθεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών και την αποσύνθεση της οργανικής ύλης στο έδαφος. Το οργωμένο χωράφι αφήνεται ως έχει μέχρι το τέλος του χειμώνα ή σπέρνεται με κάποια καλλιέργεια εδαφοκάλυψης (π.χ. χλοοτάπητας αγρωστωδών ή ψυχανθών). Εάν το χωράφι δεν σπαρθεί ή αν το φυτό εδαφοκάλυψης δεν είναι ψυχανθές, καλό είναι πριν το όργωμα να απλωθεί στο χωράφι μέτρια ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος ή κοπριάς (Αγγίδης, 1996; Gould, 1992).

Την άνοιξη, σε χωράφι που δεν έχει σπαρθεί με φυτό εδαφοκάλυψης, γίνονται ένα ή δύο περάσματα με δισκοσβάρνα (φρέζα) για να ψιλοχωματιστεί το έδαφος, εφαρμόζεται η βασική λίπανση και το έδαφος είναι έτοιμο για σπορά ή φύτευση (Αγγίδης, 1996; Gould, 1992). Εάν το χωράφι δεν έχει οργωθεί μέχρι την άνοιξη, αυτό πρέπει να γίνει μόλις το έδαφος είναι αρκετά στεγνό. Εάν στο χωράφι υπάρχει καλλιέργεια εδαφοκάλυψης, αυτή κόβεται και ενσωματώνεται στο έδαφος νωρίς την άνοιξη προκειμένου να επιταχυνθεί η αποσύνθεσή της. Το όργωμα στο ίδιο βάθος κάθε χρόνο πρέπει να αποφεύγεται γιατί δημιουργεί σκληρό αδιαπέραστο στρώμα (Gould, 1992).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, καλό είναι πριν το φθινοπωρινό όργωμα να απλωθεί στο χωράφι κοπριά. Πολλοί παραγωγοί τομάτας προτιμούν την εφαρμογή κοπριάς στην καλλιέργεια που προηγείται της τομάτας. Όταν η κοπριά είναι καλά χωνεμένη και ψιλοχωματισμένη, 1,5 – 2 τόνοι ανά στρέμμα μπορούν να ενσωματωθούν στο έδαφος ή ακόμα και 2,5 – 3 τόνοι ανά στρέμμα όταν το έδαφος είναι φτωχό σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία. Σε εδάφη που εφαρμόζεται τακτικά κοπριά ή σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, η εφαρμογή κοπριάς πριν από καλλιέργεια τομάτας πρέπει να γίνεται με προσοχή γιατί προκαλεί μεγάλη ανάπτυξη φυτομάζας σε βάρος των καρπών. Μεγάλες δόσεις κοπριάς την άνοιξη πρέπει να αποφεύγονται γιατί οι μικροοργανισμοί που θα δράσουν για τη διάσπασή της θα ανταγωνίζονται τις τομάτες για άζωτο (Gould, 1992).

ii. Αμειψισπορά

Κάτι που πρέπει να ληφθεί υπόψη για την προετοιμασία του χωραφιού είναι το πρόγραμμα αμειψισποράς που θα ακολουθηθεί. Η βιομηχανική τομάτα μπορεί να επανέρχεται στο ίδιο αγροτεμάχιο μετά από τρία (3) χρόνια τουλάχιστον και δεν μπορεί να καλλιεργείται περισσότερες από δύο (2) φορές την πενταετία προς αποφυγή εγκατάστασης φυτοπαθογόνων. Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται πιθανά προγράμματα αμειψισποράς για τη βιομηχανική τομάτα.

Η αμειψισπορά είναι απολύτως απαραίτητη για την επίτευξη πολλαπλών στόχων, όπως η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, η αποφυγή προβλημάτων από δυσεξόντωτα παθογόνα (όπως η *Phytophthora* sp.) και ζιζάνια. Φυτά κατάλληλα για αμειψισπορά με τη βιομηχανική τομάτα είναι: α) το καλαμπόκι, β) η μηδική ή το ετήσιο τριφύλλι, γ) τα χειμερινά σιτηρά και δ) τα ζαχαρότευτλα. Αμειψισπορά με μηδική είναι μια καλή επιλογή γιατί με τις συνεχείς κοπές επιτυγχάνεται η εξασθένιση ενός μεγάλου εύρους ζιζανίων. Τα σιτηρά προτείνονται για την αντιμετώπιση προσβολών από *Phytophthora* sp. όπως επίσης και για αγρούς προσβεβλημένους με νηματώδεις του γένους *Meloidogyne*. Για αγρούς με ιστορικό προσβολών από βακτηριακό έλκος στην αμειψισπορά δεν πρέπει να επιλέγεται η καλλιέργεια καπνού (Διαδίκτυο 5).

Σε αγρούς με ιστορικό ασθενειών όπως το βακτηριακό έλκος, η αλτερναρίωση ή οι ιολογικές ασθένειες: κηλιδωτός μαρασμός και ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς, συνιστάται εκρίζωση με αναστροφή του εδάφους και καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας με κάψιμο εκτός αγρού (Διαδίκτυο 5).

Πίνακας 2.2. Παραδείγματα αμειψισποράς για τη βιομηχανική τομάτα (Διαδίκτυο 6).

1 ^ο έτος	2 ^ο έτος	3 ^ο έτος	4 ^ο έτος	5 ^ο έτος
Βιομ. Τομάτα	Αραβόσιτος	Ψυχανθές Χειμ. Σιτηρό	Αραβόσιτος	Βιομ. Τομάτα
Βιομ. Τομάτα	Χειμ. Σιτηρό	Αραβόσιτος ή Ζαχαρότευτλα ή Καπνός	Χειμ. Σιτηρό Ψυχανθές Αραβόσιτος	Βιομ. Τομάτα Χειμ. Σιτηρό

iii. Φύτευση – Σπορά

Η φύτευση ή η σπορά στο χωράφι γίνεται όταν η θερμοκρασία εδάφους είναι πάνω από 10 °C, γιατί πάνω από αυτή τη θερμοκρασία αρχίζει να λειτουργεί το ριζικό σύστημα των φυτών. Τα τελευταία χρόνια η χρήση έτοιμων φυτών έχει κυρίαρχο

ρόλο στο τρόπο εγκαθίδρυσης της καλλιέργειας τομάτας. Τα φυτά για μεταφύτευση πρέπει να έχουν αναπτυχθεί έως το 4^ο – 5^ο πραγματικό φύλλο. Τις τελευταίες μέρες πριν τη μεταφύτευση τα φυτά πρέπει να σκληραγωγηθούν, γι' αυτό αφήνονται υπαίθρια και δεν ποτίζονται. Η φύτευση γίνεται με το χέρι ή με φυτευτική μηχανή. Μετά τη φύτευση απαιτείται ελαφρύ πότισμα για την μεγαλύτερη επιτυχία της μεταφύτευσης (Αγγίδης, 1996).

Στην Ελλάδα η βιομηχανική τομάτα φυτεύεται περί τα μέσα Απριλίου. Η φύτευση γίνεται σε μονή γραμμή σε αποστάσεις 0,80 - 1,40 m μεταξύ των γραμμών και 0,20 - 0,50 m μεταξύ των φυτών πάνω στην γραμμή ή σε διπλή γραμμή σε αποστάσεις 0,30 – 0,40 m μεταξύ των γραμμών και 0,25 m μεταξύ των φυτών πάνω στην γραμμή, ενώ οι αποστάσεις των διπλών γραμμών μεταξύ τους είναι 1,55 m. Οι μεγάλες αποστάσεις επιλέγονται όταν η ποικιλία βιομηχανικής τομάτας έχει μεγάλη βλαστική ανάπτυξη ή όταν το χωράφι είναι πολύ γόνιμο, ενώ οι μικρές αποστάσεις όταν το χωράφι είναι μέτριας γονιμότητας ή όταν επιδιώκεται πρωίμηση της παραγωγής. Είναι σύνηθες, για ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας, να γίνεται πυκνή φύτευση για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων (Αγγίδης, 1996).

Όταν επιλέγεται σπορά απ' ευθείας στο χωράφι, αυτή γίνεται αφού το χωράφι οργωθεί, ψιλοχωματιστεί, εφαρμοστεί σε αυτό η βασική λίπανση και δεχθεί ένα ελαφρύ κυλίνδρισμα. Η σπορά γίνεται είτε με το χέρι, είτε με σπαρτικές μηχανές. Χρησιμοποιούνται οι ίδιες αποστάσεις που χρησιμοποιούνται και στη φύτευση και σε κάθε θέση τοποθετούνται 4-6 σπόροι σε βάθος 1,5 – 2,5 cm. Στην Ελλάδα, η σπορά της τομάτας πρέπει να γίνεται μετά τα μέσα Μαρτίου και όταν το έδαφος αποκτήσει την αναγκαία θερμοκρασία για να βλαστήσει ο σπόρος. Αν η σπορά γίνεται σε χωράφι με βαρύ συνεκτικό έδαφος, καλό είναι ο σπόρος να σκεπάζεται με μικρή ποσότητα κοπριάς ή με άμμο, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία κρούστας. Μετά την έξοδο των φυτών και όταν αυτά αποκτήσουν 3 - 5 cm ύψος γίνεται το πρώτο αραίωμα, κατά το οποίο αφήνονται 2-3 γερά φυτά σε κάθε θέση. Όταν τα φυτά φτάσουν σε ύψος 10 cm γίνεται το δεύτερο και τελικό αραίωμα, όπου αφήνεται ένα φυτό σε κάθε θέση (Αγγίδης, 1996).

Τα φυτά της τομάτας καλό είναι να παραμένουν σε σαμάρια εδάφους για να μην έρχονται σε επαφή οι βλαστοί και τα φύλλα με το νερό ποτίσματος και να αποφεύγονται έτσι οι διάφορες ασθένειες που ευνοούνται από την υγρασία. Επίσης, έχει αναφερθεί ότι η φύτευση σε σαμάρια ευνοεί την ομοιόμορφη ωρίμαση των

καρπών τομάτας. Ακόμα καλό είναι τα φυτά τομάτας να καλύπτονται με χώμα μέχρι και αρκετό μέρος του στελέχους τους, ώστε να ενθαρρυνθεί η ανάπτυξη πλάγιων ριζών που θα δώσουν στο φυτό περισσότερη στήριξη και μεγαλύτερη δυνατότητα πρόσληψης θρεπτικών συστατικών (Αγγίδης, 1996).

2.2.4. Άρδευση

Η άρδευση της τομάτας επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και την ποιότητα της καλλιέργειας. Η βιομηχανική τομάτα όπως και όλες οι υπαίθριες καλλιέργειες λαχανικών εκτίθεται σε ένα μεγάλο αριθμό ασθενειών (βακτήρια, μύκητες, νηματώδεις, ιώσεις) που ευνοούνται από την υγρασία. Γι' αυτό συνιστάται το πότισμα με σταγόνες, διότι έτσι αποφεύγεται η υγρασία στα φύλλα που ευνοεί τις προσβολές, και επιπλέον επιτυγχάνεται εξοικονόμηση νερού.

Συνιστάται βαθύ πότισμα σε αραιά διαστήματα και όχι ελαφρύ πότισμα σε μικρά διαστήματα, διότι δεν είναι επιθυμητός ένας μικρός ορίζοντας υγρασίας όπου τα φυτά θα είναι επιπολαιόρριζα. Συνολικά χρειάζονται περίπου 400-500 m³ νερού ανά στρέμμα, ανάλογα και με τη σύσταση του εδάφους.

Ο προγραμματισμός της άρδευσης είναι ιδιαίτερος σημαντικός στην απόδοση της καλλιέργειας, διότι μέσω αυτής ελέγχεται η βλαστική ανάπτυξη, η κανονική ανάπτυξη του καρπού και η ομοιομορφία ωρίμασης των καρπών. Η ακανόνιστη άρδευση μπορεί να προκαλέσει σχίσμο καρπών. Σε πρώτη φάση το φυτό πρέπει να στρεσαριστεί για να επιτευχθεί μέγιστο ποσοστό ανθοφορίας ανά φυτό με αποτέλεσμα μεγαλύτερο ποσοστό καρπόδεσης. Από το στάδιο της καρπόδεσης μέχρι το γυάλισμα του καρπού συνίσταται η εφαρμογή επαρκών αρδευτικών ποσοτήτων για την παραγωγή υψηλών παραγωγικών ποσοτήτων. Το τελευταίο πότισμα θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μετά το γυάλισμα και όταν το ποσοστό ώριμων καρπών πλησιάζει το 15 – 20 %, έτσι ώστε να γίνει όσο το δυνατόν ομοιόμορφη ωρίμαση καρπών. Η ομοιόμορφη ωρίμαση των καρπών είναι σημαντική στην καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας γιατί αυτή συνήθως συγκομίζεται μηχανικά σε μία δόση (Ολύμπιος, 1994; Σάνδρος, 2007; Τσαπικούνης, 1997).

2.2.5. Λίπανση

Το πρόβλημα της λίπανσης σήμερα επικεντρώνεται στον προσδιορισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο

έδαφος για την κάλυψη των αναγκών των φυτών, αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος, την αειφορία του εδάφους και το εισόδημα του παραγωγού.

Η τομάτα είναι καλλιέργεια μεγάλης παραγωγικότητας και έχει ανάγκη από ποσότητα θρεπτικών στοιχείων ανάλογη με τον όγκο παραγωγής. Οι ποσότητες των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν, εκτός από τις απαιτήσεις της ποικιλίας, εξαρτώνται και από τη γονιμότητα του χωραφιού. Η σωστή χορήγηση λιπάσματος πρέπει να βασίζεται σε αποτελέσματα ανάλυσης εδάφους και φυλλοδιαγνωστικής.

Η βιομηχανική τομάτα έχει ισοδύναμη απαίτηση στα τρία βασικά στοιχεία, άζωτο (N), φώσφορο (P) και κάλιο (K), και πρακτικά συνιστάται η χορήγηση 20-24 μονάδων αζώτου, 20-24 μονάδες φωσφόρου, 20-24 μονάδες καλίου και 4 μονάδες μαγνήσιο (Σάνδρος, 2007; Τσαπικούνης, 1997).

Άζωτο. Το άζωτο είναι ο πρωταρχικός παράγοντας της αύξησης της βλάστησης και της απόδοσης της τομάτας. Πιο συγκεκριμένα, το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων επηρεάζονται σημαντικά από το άζωτο. Πρέπει να υπάρχει επαρκές άζωτο για ανάπτυξη φυλλώματος ικανού να προστατεύσει τους καρπούς από τα ηλιακά εγκαύματα. Υπερβολική αζωτούχος λίπανση, ωστόσο, προκαλεί υπερβολική βλαστική ανάπτυξη που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των απαιτήσεων σε νερό, την παράταση της άνθισης, τη μείωση της καρπόδεσης και την οψίμιση και κλιμάκωση της ωρίμασης των καρπών. Μικρές ποσότητες καλίου και μέση συγκέντρωση αζώτου προκαλεί το σχηματισμό μεγάλων καρπών αλλά μειωμένης ποιότητας. Ειδικότερα, το ποσοστό των καρπών τομάτας που παρουσιάζει ανομοιόμορφο χρωματισμό είναι υψηλό σε μέσα επίπεδα αζώτου και μειώνεται σε έλλειψη ή υπερβολική χορήγηση αζώτου (Σάνδρος, 2007; Τσαπικούνης, 1997).

Η σωστή αζωτούχος λίπανση αποκτά ιδιαίτερη σημασία στη βιομηχανική τομάτα, γιατί επιζητείται η σχεδόν ταυτόχρονη ωρίμαση των καρπών και ο σχηματισμός μικρόσωμων φυτών. Ακόμα, έχει βρεθεί ότι η λίπανση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα χαρακτηριστικά που καθορίζουν τη γεύση των καρπών της τομάτας. Συγκεκριμένα, η αυξημένη χορήγηση αζώτου, αυξάνει τη συγκέντρωση αμινοξέων και μειώνει τα σάκχαρα των καρπών, ενώ ο ορθός συνδυασμός αζώτου και καλίου βελτιώνει τη γεύση τους. Η χρήση αμμωνιακού αζώτου μειώνει την περιεκτικότητα σε κάλιο στα νεαρά σπορόφυτα και την περιεκτικότητα των ώριμων φύλλων τομάτας σε Ca και Mg, πιθανότατα λόγω ανταγωνισμού, και αυξάνει το

ποσοστό των καρπών που παρουσιάζουν συμπτώματα «ξηρής κορυφής» (Σάνδρος, 2007; Τσαπικούνης, 1997).

Φώσφορο. Η αντίδραση της τομάτας στα χορηγούμενα λιπάσματα φωσφόρου εξαρτάται κυρίως από τα υπάρχοντα στο έδαφος ποσά φωσφόρου σε διαθέσιμη μορφή, την παρουσία οργανικής ουσίας και το pH του εδάφους. Η βλάστηση και η καρποφορία εξαρτώνται άμεσα από τον επαρκή φώσφορο. Ειδικότερα, ο φώσφορος επιταχύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος και το γέμισμα των καρπών.

Αυξημένη δόση φωσφόρου συμβάλλει στην αύξηση του ποσοστού των καρπών τομάτας με ανομοιόμορφο χρωματισμό κατά την ωρίμαση, καθώς και στην υποβάθμιση της ποιότητας τους (αύξηση ποσοστού κενών χώρων στο εσωτερικό και μείωση οξύτητας). Πλεονασματικός φώσφορος είναι δυνατό να διαταράξει την ισόρροπη θρέψη του φυτού προκαλώντας τροφопενίες ψευδαργύρου, σιδήρου και χαλκού εξαιτίας της δημιουργίας δυσδιάλυτων ενώσεων των στοιχείων με τα φωσφορικά ανιόντα.

Σε περίπτωση τροφопενίας φωσφόρου η κάτω επιφάνεια των φυλλιδίων, ιδιαίτερα τα νεύρα, γίνονται μωβ και σε σοβαρότερες περιπτώσεις και η επάνω επιφάνεια αποκτά τον ίδιο χρωματισμό (Αγγίδης, 1996; Σάνδρος, 2007; Τσαπικούνης, 1997).

Κάλιο. Η τομάτα είναι καλιόφιλο φυτό. Η ποσότητα καλίου που βρίσκεται σε ένα τόνο τομάτες κυμαίνεται από 2,3 έως 2,9 κιλά. Αν υποθετικά μια καλλιέργεια τομάτας έχει απόδοση 5 τόνων ανά στρέμμα, αυτή αποσπά από το έδαφος 11,5 – 14,5 κιλά κάλιο ανά στρέμμα μόνο για τους καρπούς. Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η καλλιέργεια τομάτας έχει υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο. Ωστόσο δεν πρέπει να παραβλέπεται η ποσότητα καλίου που βρίσκεται φυσικά στο έδαφος, αφού ένα έδαφος μπορεί να περιέχει 3400 – 6800 κιλά κάλιο ανά στρέμμα, αν και μόνο ένα μέρος αυτού είναι άμεσα διαθέσιμο στα φυτά (Gould, 1992).

Η προσθήκη ικανών ποσοτήτων καλίου έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση όλων των ποιοτικών παραμέτρων των καρπών. Συγκεκριμένα, η αυξημένη χορήγηση καλίου αυξάνει την ολική οξύτητα του χυμού και τα σάκχαρα των καρπών, μειώνει το ποσοστό των καρπών με ανομοιόμορφο χρωματισμό και καλυτερεύει το σχήμα και τη συνεκτικότητα τους.

Σε αργιλώδη εδάφη ο εφοδιασμός των φυτών με κάλιο γίνεται συνήθως απρόσκοπτα, ενώ στα αμμώδη τα φυτά τομάτας παρουσιάζουν συχνά έλλειψη καλίου. Σε φυτά με έλλειψη καλίου παρατηρείται περιφερειακή χλώρωση και νέκρωση φυλλιδίων αρχίζοντας από τα φύλλα της βάσης, καρούλιασμα των φύλλων προς τα επάνω και ανομοιόμορφος χρωματισμός καρπών. Σε φυτά με έντονα συμπτώματα το κάλιο βρίσκεται συνήθως σε περιεκτικότητα 0,54 % ενώ σε κανονικά φυτά περίπου 2,91 % (Σάνδρος, 2007; Τσαπικούνης, 1997).

Ασβέστιο, μαγνήσιο και άλλα ιχνοστοιχεία. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο εξουδετερώνουν την οξύτητα του εδάφους και αποτελούν θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά. Το μαγνήσιο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό χλωροφύλλης από τα φυτά. Δεν έχει προσδιοριστεί κάποια επίδραση του ασβεστίου και του μαγνησίου στην ποιότητα των καρπών τομάτας. Άλλα ιχνοστοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού είναι το θείο, ο σίδηρος, το βόριο, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος (Αγγίδης, 1996; Gould, 1992).

2.3. Συγκομιδή, διαλογή και μεταφορά

Η συλλογή της βιομηχανικής τομάτας πραγματοποιείται με αυτόματες μηχανές και σπανιότερα χειρωνακτικά. Στην Ελλάδα, η συγκομιδή της τομάτας ξεκινά από τις 20-25 Ιουλίου για τις πρώιμες ποικιλίες, ενώ τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο συγκομίζεται ο κύριος όγκος της παραγωγής που προέρχεται από τις μεσοπρώιμες ποικιλίες. Ανάλογα με τις καιρικές και εδαφολογικές συνθήκες η συγκομιδή μπορεί να συνεχιστεί μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου με τις όψιμες ποικιλίες (Αγγίδης, 1996).

Ίσως η πιο σημαντική διαδικασία κατά τη συγκομιδή είναι η διαλογή των καρπών, είτε αυτή γίνεται χειρωνακτικά, είτε μηχανικά με ανιχνευτή χρώματος στη μηχανή συγκομιδής. Η διαλογή γίνεται για την απομάκρυνση ελαττωματικών καρπών (π.χ. με ηλιόκαμα, με μούχλα ή σήψη, με προσβολές από έντομα, με σχισίματα) και καρπών χωρίς αποδεκτό χρώμα (πράσινοι καρποί). Επίσης, κατά τη χειρωνακτική διαλογή, πρέπει να αφαιρούνται όσο είναι δυνατόν βρωμιές και χώμα. Αυτό είναι ένα από τα προβλήματα της μηχανικής συγκομιδής, δηλαδή η συχνή επιμόλυνση της πρώτης ύλης με χώμα και υποβάθμιση της ποιότητάς της. Μετά στη συγκομιδή και διαλογή των καρπών τομάτας, ακολουθεί η μαζική μεταφορά της πρώτης ύλης στις βιομηχανίες μεταποίησης (Gould, 1992).

2.4. Προϊόντα τομάτας

Έχουν αναπτυχθεί πολλές διεργασίες επεξεργασίας της τομάτας που δίνουν στην κατανάλωση πληθώρα προϊόντων. Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα προϊόντα επεξεργασίας τομάτας.

2.5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού βιομηχανικής τομάτας

2.5.1. Χρώμα

2.5.2. Υφή – Σκληρότητα

2.5.3. Περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά

2.5.4. Ολική Οξύτητα και pH

2.5.5. Ελαττώματα καρπού και ξένες ύλες

Οι υψηλής ποιότητας ώριμοι καρποί τομάτας οφείλουν να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: καλά διαμορφωμένο σχήμα, ομοιόμορφο και φωτεινό χρώμα, απουσία ρωγμών, ηλιοκαύματος, βλαβών από έντομα, μηχανικών ζημιών, κ.α. (Sargent and Moretti, 2004). Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζονται οι ποιοτικές κατηγορίες για τη βιομηχανική τομάτα σύμφωνα με τα πρότυπα των Η.Π.Α..

2.5.1. Χρώμα

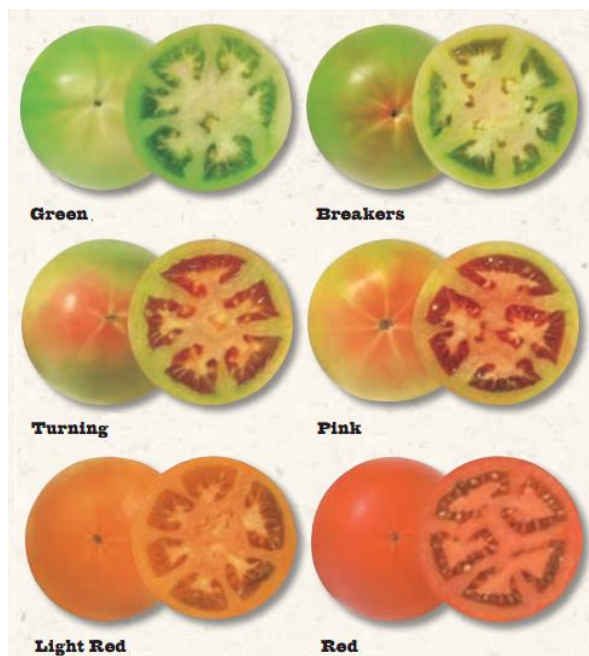
Το χρώμα είναι ίσως ο πιο σημαντικός παράγοντας ποιοτικής αξιολόγησης για όλα τα τρόφιμα και αυτό γιατί είναι το πρώτο που παρατηρεί ο καταναλωτής. Είναι σημαντικό επομένως το χρώμα να δημιουργεί μια θετική πρώτη εντύπωση. Στην περίπτωση της τομάτας και των προϊόντων τομάτας η χρωματική ποιότητα πρακτικά αντιπροσωπεύει και τη συνολική ποιότητα του προϊόντος. Με βάση αυτό η βιομηχανία μεταποίησης τομάτας επιδιώκει να προμηθεύεται σταθερά πρώτη ύλη υψηλής χρωματικής ποιότητας (Gould, 1992).

Η επιτυχής αξιολόγηση του χρώματος της τομάτας και των προϊόντων της βασίζεται στη γνώση της προέλευσης του χρώματός της και των παραγόντων που το επηρεάζουν. Το χρώμα του καρπού της τομάτας οφείλεται στην παρουσία των καροτενοειδών ουσιών: λυκοπένιο, α-, β-, γ-, δ- καροτένιο και ξανθοφύλλες. Τα καροτενοειδή είναι μεταξύ των σημαντικότερων χρωστικών ουσιών που απαντώνται στα φρούτα.

Πίνακας 2.3. Τα σημαντικότερα προϊόντα τομάτας και οι ορισμοί τους σύμφωνα με των Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.

Προϊόν	Ορισμός
Φυσικός χυμός τομάτας	Ο ασυμπύκνωτος χυμός των ώριμων καρπών της τομάτας (<i>Lycopersicon esculentum</i>), χωρίς φλοιούς και σπέρματα.
Ελαφρώς συμπυκνωμένος χυμός τομάτας	Το προϊόν που παρασκευάζεται από χυμό τομάτας που έχει υποστεί ελαφρά συμπύκνωση, ώστε τα στερεά συστατικά να είναι τουλάχιστον 6%.
Τοματοπολτός	<p>Το προϊόν που παρασκευάζεται με συμπύκνωση του χυμού των νωπών καρπών της τομάτας. Ανάλογα με το βαθμό συμπύκνωσης διακρίνεται στους παρακάτω τύπους:</p> <p>α) Πελτέ τύπου Θήρας, ο οποίος πρέπει να περιέχει στερεά συστατικά από χυμό τομάτας τουλάχιστον 40%.</p> <p>β) Τοματοπολτό τριπλής συμπύκνωσης: στερεά συστατικά τουλάχιστον 36%.</p> <p>γ) Τοματοπολτό διπλής συμπύκνωσης: στερεά συστατικά τουλάχιστον 28%.</p> <p>δ) Τοματοπολτό απλής συμπύκνωσης: στερεά συστατικά τουλάχιστον 22%.</p> <p>ε) Ημισυμπυκνωμένο τοματοπολτό: στερεά συστατικά τουλάχιστον 16%.</p>
Αποφλοιωμένες κονσερβοποιημένες τομάτες ολόκληρες ή σε τεμάχια	
Κέτσαπ	<p>Το προϊόν που παρασκευάζεται με ειδική επεξεργασία είτε της ακατέργαστης σάρκας της τομάτας είτε του τοματοπολτού.</p> <p>Το προϊόν Κέτσαπ τομάτα (Tomato Ketchup), μπορεί να περιέχει ξύδι, αλάτι, αρτύματα, μπαχαρικά και φυσικές γλυκαντικές ύλες. Στο προϊόν που χαρακτηρίζεται γενικά απλώς ως «κέτσαπ» επιτρέπεται η προσθήκη και άλλων συστατικών, εφόσον αυτά δεν μεταβάλλουν τη φύση του προϊόντος. Στην ονομασία πώλησης δεν πρέπει να γίνεται αναφορά στη λέξη τομάτα.</p>

Το κυρίαρχο καροτενοειδές του καρπού της τομάτας είναι το λυκοπένιο, αφού αποτελεί το 90 % των καροτενοειδών του καρπού (Βασιλακάκης, 2006). Η συσσώρευση λυκοπενίου στον καρπό της τομάτας εξαρτάται από το βαθμό ωρίμασης (Lewinsohn et al., 2005). Έτσι η συγκέντρωση λυκοπενίου αυξάνεται σημαντικά κατά την αύξηση του καρπού από το στάδιο “ώριμος πράσινος” μέχρι το στάδιο “ώριμος κόκκινος” (Brandt et al. 2006; Dumas et al. 2003; Helyes et al. 2006). Στους Πίνακες 2.5 και 2.6 και στην Εικόνα 2.1 παρουσιάζονται τα στάδια φυσιολογικής και εμπορικής ωριμότητας της τομάτας.



Εικόνα 2.1. Στάδια εμπορικής ωριμότητας - χρωματισμός καρπού τομάτας.

Πίνακας 2.4. Κατηγορίες ποιότητας βιομηχανικής τομάτας. Πηγή: *United States Standards for Grades of Tomatoes for Processing, 1983.*

Κατηγορίες ποιότητας	Περιγραφή
Κατηγορία Α	<p>Τομάτες σφιχτές, με ικανοποιητικό χρώμα (ανάλογα την ποικιλία), απουσία</p> <ul style="list-style-type: none"> - προνυμφών, - βλαβών από προνύμφες, - βλαβών από παγετό, - στελέχους μήκους πάνω από 2,5 cm, - μηχανικών βλαβών που προκαλούν απώλεια περισσότερο από 10 % του βάρους της τομάτας (όταν έχουν εκτεθεί σε ζημιά περισσότερες από μία κοιλότητες), - μούχλας ή σήψης και οποιοδήποτε άλλο ελάττωμα ή συνδυασμό ελαττωμάτων η απομάκρυνση του οποίου προκαλεί απώλεια περισσότερο από 10 % του βάρους της τομάτας.
Κατηγορία Β	<p>Τομάτες αρκετά σφιχτές, με ικανοποιητικό χρώμα (ανάλογα την ποικιλία), απουσία</p> <ul style="list-style-type: none"> - προνυμφών, - βλαβών από προνύμφες, - βλαβών από παγετό, - στελέχους μήκους πάνω από 7,5 cm, - μηχανικών βλαβών που προκαλούν απώλεια περισσότερο από 20 % του βάρους της τομάτας (όταν έχουν εκτεθεί σε ζημιά περισσότερες από δύο κοιλότητες), - μούχλας ή σήψης και οποιοδήποτε άλλο ελάττωμα ή συνδυασμό ελαττωμάτων η απομάκρυνση του οποίου προκαλεί απώλεια περισσότερο από 20 % του βάρους της τομάτας.
Κατηγορία Γ	<p>Τομάτες αρκετά σφιχτές, με ικανοποιητικό χρώμα (ανάλογα την ποικιλία), απουσία</p> <ul style="list-style-type: none"> - προνυμφών, - βλαβών από προνύμφες, - βλαβών από παγετό, - στελέχους μήκους πάνω από 7,5 cm, - ανθράκωσης (μέχρι δύο σημεία ή μέχρι 9,5 mm σε διάμετρο), - μούχλας ή σήψης ή συνδυασμό ελαττωμάτων η απομάκρυνση των οποίων προκαλεί απώλεια περισσότερο από 20 % του βάρους της τομάτας, από το οποίο όχι περισσότερο από το 10 % να οφείλεται σε μούχλα ή σήψη.
Απορριπτέοι (Culls)	<p>Απορριπτέοι είναι οι καρποί που δεν πληρούν τις απαιτήσεις της κατηγορίας Γ και εκείνοι που είναι εντελώς πράσινοι.</p>

Πίνακας 2.5. Στάδια φυσιολογικής ωριμότητας καρπού τομάτας (Sargent and Moretti, 2004).

Στάδια φυσιολογικής ωριμότητας	Εσωτερική εμφάνιση καρπού
MG-1	Ανώριμοι σπόροι (άσπροι) οι οποίοι κόβονται κατά τον τεμαχισμό της τομάτας. Καθόλου σχηματισμός ζελατινώδους ουσίας στις κοιλότητες.
MG-2	Ώριμοι σπόροι. Σχηματισμός ζελατινώδους ουσίας σε δύο τουλάχιστον κοιλότητες.
MG-3	Οι σπόροι κατά τον τεμαχισμό της τομάτας παραμερίζονται. Όλες οι κοιλότητες έχουν ζελατινώδη ουσία, ενώ το εσωτερικό χρώμα είναι ακόμα πράσινο.
MG-4	Εμφάνιση κόκκινου χρώματος στη ζελατινώδη ουσία και στο περικάρπιο.

Πίνακας 2.6. Στάδια εμπορικής ωριμότητας - χρωματισμός καρπού τομάτας (Sargent and Moretti, 2004).

Στάδια εμπορικής ωριμότητας	Εξωτερικός χρωματισμός καρπού
Ανώριμος (Immature)	Ο καρπός δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς ώστε να ωριμάσει εμπορικά σε αποδεκτά επίπεδα ποιότητας. Κάποιοι καρποί προοδευτικά θα ωριμάσουν εμπορικά, αλλά θα προκύψουν προϊόντα χαμηλής ποιότητας.
Ώριμος πράσινος (Mature Green)	Ο καρπός θα ωριμάσει εμπορικά σε αποδεκτά επίπεδα ποιότητας. Η επιφάνεια του καρπού είναι αποκλειστικά πράσινη. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τα τέσσερα στάδια φυσιολογικής ωριμότητας (MG-1, MG-2, MG-3, και MG-4).
Σπάσιμο (Breaker)	Υπάρχει ένα χαρακτηριστικό «σπάσιμο» στο χρώμα του καρπού από πράσινο σε φαιο-κίτρινο, ροζ ή κόκκινο σε μια περιοχή του καρπού μικρότερη από το 10 % της επιφάνειάς του.
Αλλαγή (Turning)	Η επιφάνεια του καρπού δεν είναι πράσινη σε ποσοστό 10 % - 30 %. Στο σύνολο υπάρχει χαρακτηριστική αλλαγή από το πράσινο χρώμα σε καφέ-κίτρινο, ροζ, κόκκινο ή συνδυασμό αυτών.
Ρόδινο (Pink)	Το 30 % - 60 % της επιφάνειας δεν είναι πράσινο. Στο σύνολο η επιφάνεια του καρπού παρουσιάζει ρόδινο ή κόκκινο χρώμα.
Ανοικτό κόκκινο (Light Red)	Το 60 % - 90 % της επιφάνειας δεν είναι πράσινο. Στο σύνολο, ο καρπός εμφανίζει ροζ-κόκκινο ή κόκκινο χρώμα.
Ώριμος κόκκινος (Red)	Περισσότερο από 90 % της επιφάνειας δεν είναι πράσινο. Στο σύνολο, ο καρπός έχει κόκκινο χρώμα.

2.5.2. Υφή – Σκληρότητα

Η υφή δεν είναι ένα μονοσήμαντο, καθορισμένο με σαφήνεια χαρακτηριστικό, αλλά συμπεριλαμβάνει τις δομικές, οργανοληπτικές και μηχανικές ιδιότητες ενός τροφίμου (Abbott and Harker, 2006). Η έννοια της υφής περιλαμβάνει μηχανικές ιδιότητες που ενδιαφέρουν όχι μόνο από καταναλωτικής, αλλά και από εμπορικής άποψης, όπως π.χ. η ανθεκτικότητα των προϊόντων στις μηχανικές καταπονήσεις (Abbott and Harker, 2006; Kneen, 2002).

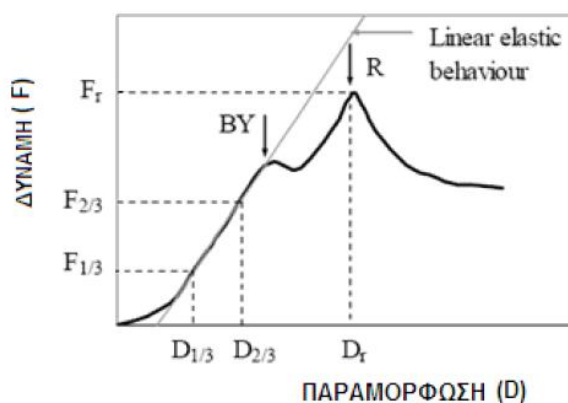
Η υφή μπορεί να εκτιμηθεί με αντικειμενικές μετρήσεις ή με οργανοληπτικούς ελέγχους από ειδικά εκπαιδευμένους κριτές. Ορισμένοι από τους πολλούς όρους που συναντώνται στη βιβλιογραφία για να χαρακτηρίσουν την υφή των νωπών φρούτων και λαχανικών είναι: σκληρό (hard, tough), συνεκτικό ή σφιχτό (firm), μαλακό (soft), τραγανό (crisp), αλευρώδες (mealy), εύτηκτο (melting), ξηρό (dry), χυμώδες (juicy) κ.α. (Abbott and Harker, 2006). Στην πραγματικότητα, υπάρχει έντονη διαφωνία μεταξύ οργανοληπτικών και μηχανικών όρων που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της υφής, και ιδιαίτερα για τη συνεκτικότητα (firmness), που είναι ένα από τα κύρια ποιοτικά κριτήρια για τις τομάτες.

Παράγοντες που επηρεάζουν την υφή των φρούτων και λαχανικών είναι: α) η ποικιλία, β) το στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή, γ) οι καλλιεργητικές τεχνικές (ποσότητα και τύπος λιπασμάτων, εφαρμογή ορμονών, άρδευση, βαθμός έκθεσης στο ηλιακό φως κ.α.), δ) οι περιβαλλοντικές συνθήκες και ε) οι μετασυλλεκτικοί παράγοντες στρες (μηχανικοί χειρισμοί, χαμηλή υγρασία, πάγωμα κ.α.) (Barrett et al., 1998).

Η αντικειμενική μέτρηση της υφής γίνεται με εφαρμογή στο προϊόν κάποιου μηχανικού φορτίου και η εκτίμηση των σχέσεων των παραμέτρων μάζα, χρόνος και απόσταση. Υπάρχουν πολλοί τύποι μηχανικών φορτίων και κατ' αντιστοιχία μέθοδοι μέτρησης της υφής. Οι δύο βασικότερες μέθοδοι είναι η διάτρηση ή διείδυση (καταστρεπτική μέθοδος) και η συμπίεση ή παραμόρφωση (μη καταστρεπτική μέθοδος). Από τις μεθόδους αυτές προκύπτουν οι καμπύλες δύναμης / παραμόρφωσης από όπου μπορούν να εκτιμηθούν κάποιες βασικές μηχανικές ιδιότητες του δείγματος, όπως η μέγιστη δύναμη ή δύναμη ρήξης του δείγματος (Abbott and Harker, 2006; Barrett et al., 1998). **Παραμόρφωση** είναι η μεταβολή στη διάμετρο του καρπού λόγω εφαρμογής σταθερής δύναμης. Η δύναμη αυτή πρέπει να είναι μικρότερη από την ελάχιστη δύναμη στην οποία εμφανίζεται η αστοχία της

επιδερμίδας (Bourne, 2002). **Διάτρηση** είναι η μη αναστρέψιμη βλάβη που προκαλείται σε έναν καρπό λόγω εφαρμογής σταθερής δύναμης με αποτέλεσμα τη διάρρηξή του. Η μέθοδος της διάτρησης ή διείσδυσης είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης των μηχανικών ιδιοτήτων των φρούτων. Με τα τεστ διάτρησης εκτιμάται η εφαρμοζόμενη δύναμη και παραμόρφωση που απαιτείται ώστε να εισέλθει το έμβολο στο προϊόν σε συγκεκριμένο βάθος προκαλώντας μη αναστρέψιμη βλάβη (Jackman, 1995; Bourne, 2002).

Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζεται μια χαρακτηριστική καμπύλη δύναμης / παραμόρφωσης τομάτας που συμπιέζεται υπό σταθερή ταχύτητα. Αν και τα φρούτα και τα λαχανικά είναι ιξωδοελαστικά υλικά, προσεγγίζονται συχνά ως ελαστικά. Η σκληρότητα των νωπών αγροτικών προϊόντων μπορεί να μετρηθεί και στις τρεις περιοχές - ελαστική, όριο διαρροής και σημείο ρήξης - που παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.1, ανάλογα με το σκοπό της μέτρησης. Τα μετρούμενα χαρακτηριστικά πέρα από την ελαστική περιοχή της καμπύλης είναι σημαντικότερα από εκείνα σε αυτή, επειδή αντιπροσωπεύουν χαρακτηριστικά ή βλάβες που παρατηρούνται στους φυτικούς ιστούς κατά τους μηχανικούς τραυματισμούς ή την κατανάλωση τους (μάσηση). Οποιαδήποτε μη καταστρεπτική μέθοδος (π.χ. συμπίεση) περιορίζεται στην ελαστική περιοχή (Abbott et al., 1997; Abbott and Harker, 2006; Chen and Sun, 1991).



Σχήμα 2.1. Χαρακτηριστική καμπύλη δύναμης / παραμόρφωσης (F/D) τομάτας που συμπιέζεται υπό σταθερή ταχύτητα (Mohsenin, 1986).

Η περιοχή της καμπύλης από την αρχή μέχρι το σημείο BY (bioyield point - όριο διαρροής) ονομάζεται ελαστική περιοχή.

R (rupture point) είναι το σημείο ρήξης ή το σημείο μαζικής αστοχίας του ιστού.

F_r και D_r είναι η δύναμη ρήξης και η παραμόρφωση κατά τη ρήξη.

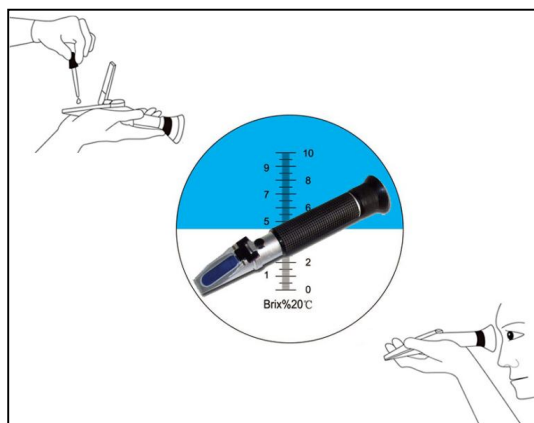
F_{1/3} και F_{2/3} είναι η δύναμη στο 1/3 και 2/3 της F_r και D_{1/3} και D_{2/3} είναι η παραμόρφωση που αντιστοιχεί στις F_{1/3} και F_{2/3}.

2.5.3. Περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά

Η περιεκτικότητα της τομάτας σε στερεά συστατικά, ή κάποια κλάσματα αυτών όπως τα ολικά υδατοδιαλυτά στερεά, χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση των αποδόσεων σε τελικό προϊόν (π.χ. τοματοπολτός), της συνεκτικότητάς του και της γενικότερης ποιότητάς του. Η περιεκτικότητα της τομάτας σε στερεά συστατικά είναι ένα χαρακτηριστικό που κυμαίνεται ευρέως, καθώς εξαρτάται από την ποικιλία, το ποσοστό ωρίμασης κατά τη συγκομιδή, την τοποθεσία, τις κλιματικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές πρακτικές (λίπανση, άρδευση). Στην Καλιφόρνια έχει παρατηρηθεί ότι ποικιλίες τομάτας με υψηλές αποδόσεις σε καρπό τείνουν να δίνουν χυμό με χαμηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και το αντίθετο (Gould, 1992).

Η επίσημη μέθοδος προσδιορισμού της περιεκτικότητας της τομάτας σε (ολικά) στερεά συστατικά περιλαμβάνει ξήρανση δείγματος τομάτας υπό κενό στους 70°C για 2 ώρες. Άλλες μέθοδοι είναι ξήρανση δείγματος τομάτας σε ατμοσφαιρική πίεση στους 100°C για 6 ώρες ή ξήρανση σε φούρνο μικροκυμάτων μέχρι σταθερού βάρους. Επειδή οι μέθοδοι προσδιορισμού της περιεκτικότητας της τομάτας σε (ολικά) στερεά συστατικά είναι χρονοβόρες, μετρώνται άλλα κλάσματα αυτών, και πιο συχνά τα ολικά (υδατο-) διαλυτά στερεά (Gould, 1992).

Τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά της τομάτας είναι τα σάκχαρα, τα οξέα, τα άλατα, τα μέταλλα και κάποιες πρωτεΐνες. Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών γίνεται με απευθείας ανάγνωση από διαθλασίμετρο (Εικόνα 2.2) και εκτιμάται σε βαθμούς Brix.



Εικόνα 2.2. Διαθλασίμετρο χειρός.

2.5.4. Ολική Οξύτητα και pH

Τα οξέα αποτελούν σημαντικό παράγοντα γεύσης και ποιότητας της τομάτας και των προϊόντων της (Lambeth et al., 1964). Ο προσδιορισμός των ολικών οξέων γίνεται τιτλοδοτώντας ένα μέρος του δείγματος με μια βάση γνωστής συγκέντρωσης και ένα κατάλληλο δείκτη για να προσδιοριστεί το τελικό σημείο της αντίδρασης εξουδετέρωσης. Η τιτλοδότηση μετράει και εκφράζει την οξύτητα του διαλύματος ως προς το επικρατές οξύ, στην περίπτωση της τομάτας το κιτρικό οξύ (Gould, 1992). Η ολική οξύτητα μπορεί να εκφραστεί με τους παρακάτω τρόπους:

1) σε ml NaOH 0,1N ανά 100 ml δείγματος:

$$\text{ml NaOH 0,1N ανά 100 ml δείγματος} = \frac{\text{όγκος NaOH 0,1N}}{\text{όγκος δείγματος}} \times 100$$

2) σε g οξέος ανά ml δείγματος:

$$\begin{aligned} \text{g οξέος ανά ml δείγματος} &= \\ &= \frac{\text{όγκος NaOH} \times \text{Κανονικότητα (N) NaOH} \times \text{mEq οξέος (0,064 για το κιτρικό)}}{\text{όγκος δείγματος}} \end{aligned}$$

3) σε g οξέος ανά 100 g δείγματος (% w/w):

$$\begin{aligned} \text{g οξέος ανά 100 g δείγματος (% w/w)} &= \\ &= \frac{\text{όγκος NaOH} \times \text{Κανονικότητα NaOH} \times \text{mEq οξέος} \times \text{όγκος αρχ. διαλ.}}{\text{όγκος τιτλ. κλάσματος του αρχ. διαλ.} \times \text{βάρος δείγματος που αραιώθηκε για να δώσει το αρχ. διαλ.}} \times 100 \end{aligned}$$

Το pH στα τρόφιμα παίζει σημαντικό ρόλο καθώς ρυθμίζει πολλές χημικές και μικροβιολογικές αντιδράσεις. Ο προσδιορισμός του pH γίνεται είτε με χρωματομετρικές μεθόδους με τη βοήθεια δεικτών, είτε για μεγαλύτερη ακρίβεια με ηλεκτρονικά πεχάμετρα ηλεκτροδίων (Gould, 1992).

Στη βιομηχανία κονσερβοποίησης τροφίμων αυτό που παίζει σημαντικότερο ρόλο είναι η τιμή του pH της πρώτης ύλης και όχι η ολική οξύτητα. Όπως προαναφέρθηκε το pH είναι εκείνο που ρυθμίζει τις χημικές και μικροβιολογικές αντιδράσεις στα τρόφιμα και έτσι είναι εκείνο που καθορίζει τη θερμοκρασία και τη διάρκεια εφαρμογής της κατά την κονσερβοποίηση ενός τροφίμου. Όσο χαμηλότερο είναι το pH, τόσο χαμηλότερος ο βαθμός θέρμανσης που απαιτείται για την κονσερβοποίησή του. Ένα τρόφιμο θεωρείται όξινο όταν έχει pH μικρότερο ή ίσο με 4,6 που πρακτικά έχει τοποθετηθεί σαν όριο εξ' αιτίας του βακτηρίου *Clostridium botulinum*, του οποίου τα σπόρια δεν μπορούν να βλαστήσουν κάτω από αυτό το pH εάν έχει γίνει σωστή κονσερβοποίηση (Gould, 1992).

Κάποιοι από του πιο σημαντικούς παράγοντες που πιθανότατα επηρεάζουν το pH ενός καρπού είναι: α) η ποικιλία, β) ο βαθμός ωρίμασης, γ) οι καλλιεργητικές πρακτικές, δ) η τοποθεσία, ε) οι διαδικασίες συγκομιδής και συντήρησης πριν την επεξεργασία (Gould, 1992).

2.5.5. Ελαττώματα καρπού και ξένες ύλες

Ανάμεσα στα χαρακτηριστικά ποιότητας του καρπού της τομάτας είναι και η απουσία οποιουδήποτε ελαττώματος του καρπού και η απουσία ξένων υλών από την πρώτη ύλη που θα παραλάβει το εργοστάσιο μεταποίησης. Τα κυριότερα ελαττώματα του καρπού της τομάτας παρουσιάζονται παρακάτω.

Προσβολές από έντομα, ακάρεα, μύκητες, βακτήρια και ιούς. Οι κυριότεροι εχθροί και ασθένειες της καλλιέργειας παρουσιάζονται εκτενώς στο κεφάλαιο 2.6.

Ηλιοκάμα. Σε περίπτωση έντονης ηλιοφάνειας οι εκτεθειμένοι καρποί εμφανίζουν τοπικά εγκαύματα που έχουν τη μορφή αποχρωματισμένων υδαρών κηλίδων και η ζημιά είναι μόνιμη. Συμβαίνει σε ποικιλίες τομάτας με αραιό φύλλωμα ή σε φυτά που έχασαν φύλλωμα για διάφορους λόγους ή απλά σε όσους καρπούς τυχαίνει να είναι εκτεθειμένοι. Οι κατεστραμμένοι ιστοί αποτελούν εστίες δευτερογενών μολύνσεων, συνήθως μυκητολογικών προσβολών (Αγγίδης, 1996; Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 2.3. Ηλιακό έγκαυμα σε τομάτες.

Βούλα ή ξηρή σήψη κορυφής. Παρουσιάζεται νέκρωση και ξήρανση σε σχήμα βούλας χρώματος καφέ ή μαύρο στο αντίθετο του ποδίσκου άκρο. Οφείλεται σε απορρόφηση νερού του καρπού από τα φύλλα σε περιόδους έντονης διαπνοής ή σε δυσκολίες στην απορρόφηση του εδαφικού νερού από το φυτό γενικότερα. Η εκδήλωση της ξηράς κορυφής συχνά συνδέεται με έλλειψη ασβεστίου ή δυσκολία απορρόφησής του, με αλάτωση του εδάφους, υπερβολικό άζωτο, ανώμαλη άρδευση

και ζημιές στο ριζικό σύστημα του φυτού. Η ξηρή κορυφή σχεδόν πάντα αποτελεί εστία δευτερογενούς μυκητολογικής προσβολής, οπότε οδηγεί στη σήψη του καρπού (Αγγίδης, 1996; Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 2.4. Βούλα ξηρής κορυφής σε καρπούς τομάτας επάνω στο φυτό.



Εικόνα 2.5. Βούλα ξηρής κορυφής σε συγκομισμένους καρπούς τομάτας.

Σχισίματα. Παρουσιάζονται σχισμές περιμετρικά ή κάθετα στο μίσχο του καρπού. Το φαινόμενο εμφανίζεται με την άνοδο της θερμοκρασίας κυρίως σε υπαίθριες καλλιέργειες και οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας εντός του καρπού με τη θερμοκρασία του αέρα. Το φαινόμενο συχνά εκδηλώνεται σε περίοδο υπερβολικής υγρασίας ή άρδευσης, ύστερα από περίοδο ξηρασίας (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 2.6. Σχίσσιμο καρπού τομάτας κάθετα στο μίσχο.



Εικόνα 2.7. Σχίσσιμο καρπού τομάτας περιμετρικά του μίσχου.

Ανώριμοι καρποί. Καρποί τομάτας που δεν έχουν ξεπεράσει το στάδιο «Ρόδινο», δηλαδή καρποί η επιφάνεια των οποίων είναι πράσινη κατά 40 – 70 %. Οι καρποί αυτοί δεν είναι κατάλληλοι για μεταποίηση και είτε απορρίπτονται, είτε εάν υπάρχει δυνατότητα σταδιακής συγκομιδής, αφήνονται στο φυτό να ωριμάσουν.

Στελέχη, χώμα, πέτρες. Ξένες ύλες που βρίσκονται ανάμεσα στην πρώτη ύλη ως αποτέλεσμα της μηχανικής συγκομιδής. Αποτελούν κυρίως οικονομική ζημιά για τα εργοστάσια μεταποίησης αφού, εάν υπάρχουν, συνυπολογίζονται στο βάρος της πρώτης ύλης, αλλά και ποιοτική ζημιά αφού είναι πηγές μόλυνσεων για τη συγκομισμένη τομάτα.

2.6. Εχθροί και ασθένειες της τομάτας και τρόποι αντιμετώπισης στα πλαίσια της βιολογικής παραγωγής

Η βιομηχανική τομάτα, όπως όλες οι υπαίθριες καλλιέργειες, εκτίθεται στις φυσικές συνθήκες του περιβάλλοντος και του εδάφους και είναι εκτεθειμένη σε ένα μεγάλο αριθμό από ασθένειες (μύκητες, βακτήρια, ιούς) και εχθρούς (ζώα, έντομα, ακάρεα), που σε συνάρτηση με την καθυστερημένη ανίχνευσή τους μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές απώλειες παραγωγής. Οι γνώσεις και η εμπειρία μιας καλλιέργειας βοηθούν στην έγκαιρη ανίχνευση κάποιας προσβολής ή άλλης προβληματικής κατάστασης που μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση της παραγωγής.

Η φυτοπροστασία στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας έχει να κάνει με την πρόληψη και την παρακολούθηση. Προς αυτή την κατεύθυνση, σημαντική είναι η υιοθέτηση σωστών καλλιεργητικών πρακτικών που οδηγούν στην ομαλή και υγιεινή ανάπτυξη των φυτών, όπως η χρήση πιστοποιημένου σπόρου, η σωστή επιλογή αγρού (προηγούμενες καλλιέργειες, γειτνίαση, έδαφος), η κατάλληλη αμειψισπορά (περιορισμός των μολυσμάτων και των ζιζανίων), η κατάλληλη λίπανση, η κατάλληλη άρδευση και η σωστή κατεργασία του εδάφους. Σημαντική ακόμα είναι η τακτική παρακολούθηση της καλλιέργειας για προσβολές και η παρακολούθηση των πληθυσμών των εχθρών της καλλιέργειας.

Μια από τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, άλλωστε, είναι η διατήρηση της υγείας των φυτών με προληπτικά μέτρα, όπως: α) η επιλογή κατάλληλων και ανθεκτικών ποικιλιών στα παράσιτα και τις ασθένειες, β) η σωστή αμειψισπορά, γ) μηχανικές και φυσικές μέθοδοι (κατεργασία εδάφους, ηλιοαπολύμανση κ.λπ.) και δ) η προστασία των φυσικών εχθρών των παρασίτων (Κανονισμός 834/2007). Στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας λοιπόν προτιμάται η πρόληψη αντί της θεραπείας. Ωστόσο, υπάρχουν και για τη βιολογική παραγωγή συγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, κυρίως φυσικής προέλευσης (βλέπε Παράρτημα).

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν θεραπευτικά μέτρα για τις ιώσεις, έτσι είναι πολύ σημαντική η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, ο περιορισμός των αφίδων και των θριπών και η άμεση απομάκρυνση των προσβεβλημένων φυτών (Ολύμπιος, 1994; Σάνδρος, 2007).

2.6.1. Οι κυριότεροι εχθροί της τομάτας (έντομα και ακάρεα)

Αλευρώδεις (Hemiptera - Aleyrodidae): Τα κυριότερα είδη είναι το *Trialeurodes vaporariorum* και το *Bemisia tabaci*. Γενικά, είναι δευτερεύουσας σημασίας εχθροί στην υπαίθρια καλλιέργεια της τομάτας στη χώρα μας. Εναποθέτουν τα αυγά τους στην κάτω επιφάνεια των κορυφαίων φύλλων. Τα τέλεια και οι προνύμφες τρέφονται μυζώντας τους χυμούς των φυτών. Προκαλούν άμεση ζημιά με τη μύζηση των φυτικών χυμών - τα προσβεβλημένα φύλλα κιτρινίζουν ή γίνονται εύθραυστα - και έμμεση με την έκκριση μελιτωμάτων που μπορούν να αποτελέσουν υπόστρωμα για μυκητολογικές προσβολές (π.χ. καπνιά, ο μύκητας *Cladosporium*, που μειώνει τη φωτοσυνθετική επιφάνεια και προκαλεί μείωση της εμπορικής αξίας των προϊόντων). Το *Bemisia tabaci* είναι πολύ ικανός φορέας του ιού του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων της τομάτας (TYLCV). Έχουν πολύ μεγάλο εύρος φυτών ξενιστών, περισσότερα από 250 είδη (Παπαδούλης, Περδίκη, 2000; Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.8. *Trialeurodes vaporariorum*

Η αντιμετώπιση των αλευρωδών στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας γίνεται είτε με αξιοποίηση των φυσικών εχθρών τους, είτε με ψεκάσμο με υδατικό διάλυμα αλάτων λιπαρών οξέων με κάλιο (μαλακό σαπούνι) (Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Φυσιικοί εχθροί αλευρωδών: Το παρασιτοειδές *Encarsia formosa* τοποθετεί το αυγό του στη νύμφη του αλευρώδη η οποία θανατώνεται. Τρέφεται και με τα μελιτώματα των αλευρωδών. Τα παρασιτοειδή *Eretmocerus eremicus* και *Eretmocerus mundus* παρασιτούν και αυτά τις νύμφες των αλευρωδών. Τα *Macrolophus pygmaeus*, *Dicyphus errans* και *Nesidiocoris tenuis* είναι ιθαγενή, πολυφάγα αρπακτικά που συναντώνται φυσικά σε καλλιέργειες σολανωδών και συμβάλλουν σημαντικά στον περιορισμό του πληθυσμού των αλευρωδών. Το *Nesidiocoris tenuis* είναι κοινό στην Ελλάδα και σε υψηλούς πληθυσμούς και

απουσία λείας μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην τομάτα τρεφόμενο από τους φυτικούς ιστούς (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000).

Αφίδες (Hemiptera - Aphididae): Τα κυριότερα είδη είναι το *Macrosiphum euphorbiae* (αφίδα της πατάτας), *Aphis gossypii* (αφίδα του βαμβακιού), *Myzus persicae* (αφίδα του καπνού και της ροδακινιάς). Πολυφάγα, μικροσκοπικά έντομα που αναπτύσσουν αποικίες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, από όπου τρέφονται μυζώντας χυμούς. Τα φυτά της τομάτας γενικά μπορούν να ανεχθούν υψηλούς πληθυσμούς αφίδων χωρίς αξιοσημείωτη μείωση της παραγωγής. Ωστόσο σε πρώιμες προσβολές υψηλοί πληθυσμοί αφίδων μπορούν να προκαλέσουν αποτυχία έκπτυξης φύλλων, συστροφή φύλλων, φυλλόπτωση και καθήλωση της ανάπτυξης των φυτών. Προκαλούν επίσης έμμεση ζημιά με την έκκριση μελιτωμάτων (υπόστρωμα για μυκητολογικές προσβολές) και τη μεταφορά ιώσεων. Γενικά, οι φυσικοί εχθροί είναι άφθονοι και μπορούν να ελέγξουν τους πληθυσμούς των αφίδων (Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.9. *Myzus persicae*

Η αντιμετώπιση των αφίδων στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας γίνεται είτε με αξιοποίηση των φυσικών εχθρών τους, είτε με ψεκασμό με υδατικό διάλυμα αλάτων λιπαρών οξέων με κάλιο (μαλακό σαπούνι) ή ψεκασμό με φυτοπροστατευτικά προϊόντα, κυρίως φυσικής προέλευσης (βλέπε Παράρτημα) (Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Φυσικοί εχθροί αφίδων: Τα παρασιτοειδή *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi* και *Aphelinus abdominalis*. Το θηλυκό τοποθετεί το αυγό του στη νύμφη της αφίδας, στη συνέχεια η προνύμφη του παρασιτοειδούς καταναλώνει τη νύμφη της αφίδας από μέσα και τελικά η αφίδα μουμιοποιείται. Αρπακτικά έντομα των οικογενειών *Coccinellidae* (*Coccinella punctata*, *Hippodamia spp.*), *Syrphidae*, *Chrysopidae* και *Miridae*. Ακόμα, το *Aphidoletes aphidimyza* η προνύμφη του οποίου παρουσιάζει αρπακτικές ιδιότητες και έχει υψηλή αποτελεσματικότητα στην εύρεση αποικιών

αφίδων. Νυμφώνεται σε βομβύκιο στο έδαφος. Σε αυτό το στάδιο μπορεί να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000).

Θρίπες (Thysanoptera - Thripidae): Τα κυριότερα είδη είναι το *Frankliniella occidentalis* (θρίπας της Καλιφόρνιας) και το *Thrips tabaci* (θρίπας του καπνού). Προσβάλλουν τα φυτά της τομάτας σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Προνύμφες και ακμαία τρέφονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και σε όλα τα υπέργεια μέρη. Ωστόσο, ο κύριος λόγος για τον οποίο θεωρούνται εχθροί είναι ότι μεταδίδουν ιώσεις, για παράδειγμα τον ιό του κηλιδωτού μαρασμού της τομάτας (TSWV) (Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.10. *Frankliniella occidentalis*

Προληπτικά μέτρα για τον περιορισμό των θριπών: περιορισμός των ζιζανίων μέσα και γύρω από την καλλιέργεια (φορείς ιών), απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, ηλιοαπολύμανση του εδάφους μετά το πέρας της καλλιέργειας και παρακολούθηση του πληθυσμού των εντόμων (Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Η αντιμετώπιση των θριπών στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας γίνεται είτε με αξιοποίηση των φυσικών εχθρών τους, είτε με εφαρμογή σκευάσματος του εντομοπαθογόνου μύκητα *Beauveria bassiana*, είτε με ψεκασμό με υδατικό διάλυμα αλάτων λιπαρών οξέων με κάλιο (μαλακό σαπούνι) (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Φυσιικοί εχθροί θριπών: Τα αρπακτικά ημίπτερα *Orius spp.* (Anthocoridae), τα αρπακτικά ακάρεα *Neoseiulus cucumeris*, *Neoseiulus barkeri*, *Amblyseius swirskii* και *Iphiseius degenerans* (Phytoseiidae). Ο συνδυασμός Phytoseiidae και Anthocoridae κάνει πιο αποτελεσματική τη βιολογική αντιμετώπιση των θριπών. Τα Phytoseiidae τρέφονται με νύμφες και τα Anthocoridae με ενήλικα θριπών (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000).

Φυλλορούκτες (Diptera - Agromyzidae): Τα κυριότερα είδη είναι το *Liriomyza bryoniae*, *L. trifoliae*, *L. huidobrensis*. Είναι μικροσκοπικές μύγες περίπου 2 mm με πολύ μεγάλη κινητικότητα. Ανοίγουν χαρακτηριστικές στοές στα φύλλα για να τοποθετήσουν τα αυγά τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα λόγω των στοών ή λόγω της πτώσης των φύλλων. Οι ζημιές είναι σημαντικές όταν τα φυτά είναι μικρά. Οι οπές που κάνουν στα φύλλα μπορούν να προκαλέσουν έμμεσες ζημιές αφού αποτελούν σημεία εισόδου για μύκητες και βακτήρια. Έχουν μεγάλο εύρος φυτών ξενιστών, 120 είδη (Σάνδρος, 2007).

Προληπτικά μέτρα κατά της εμφάνισης ή επανεμφάνισης του εντόμου είναι η άμεση απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών, σε περιορισμένης έκτασης προσβολή και η ηλιοαπολύμανση του εδάφους στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου για την θανάτωση των νυμφών που διαχειμάζουν στο έδαφος (Σάνδρος, 2007).

Η αντιμετώπιση των φυλλορουκτών στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας γίνεται είτε με αξιοποίηση των παρασιτοειδών υμενοπτέρων *Diglyphus isaea* και *Dacnusa sibirica* - η προνύμφη του παρασιτοειδούς παρασιτεί τη νύμφη του φυλλορούκτη εντός της στοάς (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000).

Λεπιδόπτερα:

- *Tuta absoluta*, Gelechiidae
- *Helicoverpa armigera*, Noctuidae (Πράσινο σκουλήκι)

***Tuta absoluta*, Gelechiidae**

Το θηλυκό γεννά μέχρι και 260 αυγά στη διάρκεια της ζωής του (10-15 ημέρες) τα οποία εναποθέτει κυρίως στα φύλλα και σε μικρό ποσοστό στους πράσινους καρπούς στα σέπαλα. Η προνύμφη τρέφεται και νυμφώνεται μέσα στα φύλλα.

Σε καρπούς: Η προσβολή συνήθως διαπιστώνεται κάτω από τον κάλυκα του καρπού και δεν είναι ορατή στα αρχικά στάδια, παρά μόνο εάν ανασηκωθούν τα σέπαλα του κάλυκα. Σε προχωρημένο στάδιο η προσβολή είναι ορατή και στην επιφάνεια του καρπού. Αρχικά παρατηρούνται μικρές σκουρόχρωμες οπές και στην συνέχεια ακανόνιστες στοές και σφαιροειδή αποχωρήματα από την τροφική δραστηριότητα της προνύμφης.

Σε φύλλα και σε στελέχη: Η διαπίστωση προσβολής από το έντομο στα φύλλα είναι σχετικά δύσκολη. Στα αρχικά στάδια μοιάζει αρκετά με προσβολή από *Liriomyza spp.*. Σε προχωρημένο στάδιο η προσβολή μπορεί να διακριθεί πιο εύκολα, καθώς οι στοές είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές των *Liriomyza spp.*, ενώ παρατηρούνται και αποχωρήματα. Προσβολές παρατηρούνται και σε νεαρούς βλαστούς και στις μασχάλες των φύλλων, ωστόσο οι στοές είναι λιγότερο ευδιάκριτες.



α



β



γ



δ

Εικόνες 2.11 α-δ. α, β) Ακμαίο *Tuta absoluta*, γ) προνύμφη *Tuta absoluta*, δ) λεπτομέρεια κεφαλής προνύμφης *Tuta absoluta*.



α



β

Εικόνες 2.12 α-β. Προσβολές *Tuta absoluta* σε καρπούς τομάτας.



Εικόνα 2.13. Στοές *Tuta absoluta* σε φύλλο.

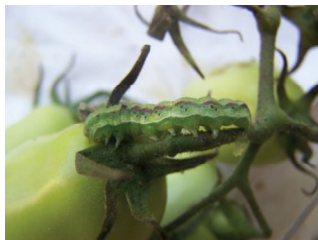
Μέτρα πρόληψης για την αποφυγή της έναρξης προσβολών από το έντομο στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας ή τον περιορισμό της εξάπλωσης του:

- α) Χρήση υγιών (πιστοποιημένων) φυτών
- β) Καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και των ζιζανίων που ανήκουν στην ίδια οικογένεια με την τομάτα (Solanaceae)
- γ) Απομάκρυνση και καταστροφή προσβεβλημένων φύλλων και καρπών στον αγρό αλλά και στους χώρους συγκέντρωσης και συσκευασίας της τομάτας
- δ) Αποφυγή φύτευσης καλλιέργειας τομάτας κοντά σε ήδη προσβεβλημένες καλλιέργειες σολανωδών. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Αντιμετώπιση: Οι κύριοι φυσικοί εχθροί του εντόμου είναι τα αρπακτικά *Myridae spp.*, *Macrolophus caliginosus* και *Nesiodiocoris tenuis*. Τα αρπακτικά αυτά μπορούν να συμβάλλουν στη διατήρηση των πληθυσμών του *Tuta absoluta* σε χαμηλά επίπεδα. Επομένως θα πρέπει να αποφεύγονται οι επεμβάσεις με ευρέως φάσματος εντομοκτόνα που θα διαταράξουν τη φυσική βιολογική αντιμετώπιση και να επιλέγονται εκλεκτικά εντομοκτόνα μη τοξικά για τα ωφέλιμα, όπως π.χ. σκευάσματα *Bacillus thuringiensis var. kusrstaki*. (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

***Helicoverpa armigera*, Noctuidae (Πράσινο σκουλήκι)**

Το πράσινο σκουλήκι προσβάλλει νεαρούς και ώριμους καρπούς. Οι προσβεβλημένοι καρποί φέρουν μια οπή εισόδου της προνύμφης, ενώ συνήθως είναι εμφανή τα περιττώματα γύρω από τη βάση των καρπών. Το εσωτερικό των καρπών κατατρώγεται από τις προνύμφες. Μία προνύμφη προσβάλλει συνήθως περισσότερους από ένα καρπό. Το έντομο αναπτύσσει 3 γενιές. Διαχειμάζει ως νύμφη στο έδαφος.



Εικόνα 2.14. Προνύμφη *Helicoverpa armigera*



Εικόνα 2.15. Προσβολή *Helicoverpa armigera* σε καρπό τομάτας.

Καλλιεργητικά μέτρα: Φυτά με μεγάλη βλαστική ανάπτυξη είναι πιο ευάλωτα στην προσβολή από το πράσινο σκουλήκι. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να εφαρμόζονται οι κατάλληλες ποσότητες άρδευσης και λίπανσης καθώς επίσης και πυκνότητες φυτών ώστε να αποφευχθεί η μεγάλη βλαστική ανάπτυξη των φυτών.

Αντιμετώπιση: Η σοβαρότητα της προσβολής από το πράσινο σκουλήκι είναι συνάρτηση του αριθμού και της ηλικίας των προνυμφών και του σταδίου ανάπτυξης της καλλιέργειας. Η παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου και η αντιμετώπιση θα πρέπει να εστιάζονται στα ωά και της μικρής ηλικίας προνύμφες καθώς οι μεγαλύτερες της 3ης ηλικίας προνύμφες (που κάνουν και τη μεγαλύτερη ζημιά) δεν θανατώνονται εύκολα. Πολλοί φυσικοί εχθροί, ιδιαίτερα παρασιτοειδή, μπορούν να συμβάλλουν στη διατήρηση των πληθυσμών του πράσινου σκουληκιού σε χαμηλά επίπεδα. Επίσης χρησιμοποιούνται σκευάσματα του *Bacillus thuringiensis* με εξειδικευμένη δράση εναντίον των προνυμφών των λεπιδοπτέρων (*B. thuringiensis* var. *aizawai*, *B. thuringiensis* var. *kurstaki*).

(LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

Έντομα εδάφους: Τα κυριότερα είναι τα *Agriotes spp.* (σιδηροσκούληκα), κολεόπτερα της οικογένειας Elateridae και τα *Agrotis spp.* (αγρότιδες ή κοφτοσκούληκα ή караφατμέ), λεπιδόπτερα της οικογένειας Noctuidae. Οι προνύμφες των εντόμων αυτών προκαλούν ζημιά στο φύτρωμα των σπόρων ή στα νεαρά φυτά καταστρέφοντας τις ρίζες και το στέλεχος στη βάση του.

Για την αντιμετώπισή τους μπορούν να γίνουν βαθιά οργώματα για να καταστραφούν οι διαχειμάζουσες μορφές τους στο έδαφος. Για τα *Agrotis spp.* που είναι λεπιδόπτερα μπορεί να γίνει χρήση παγίδων με κάποιο προσελκυστικό τροφής και νερό για παγίδευση των ενήλικων ατόμων. Εναντίον των προνυμφών των λεπιδοπτέρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. (Αγγίδης, 1996; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Ακάρεα:

- *Tetranychus urticae* (κοινός τετράνυχος)
- *Aculops lycopersici*

Tetranychus urticae (κοινός τετράνυχος)

Οι διαχειμάζουσες μορφές των τετράνυχων είναι τα γονιμοποιημένα θηλυκά άτομα, που βρίσκονται είτε πάνω στο έδαφος ή σε φυτικά υπολείμματα. Μόλις η θερμοκρασία ανέβει πάνω από τους 12 °C δραστηριοποιούνται και ωτοκούν. Συνήθως εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων (Εικόνα 2.16) και με την βοήθεια των στιλέτων (χηληκεράτων) που διαθέτουν, μυζούν φυτικούς χυμούς, προκαλώντας κακή λειτουργία στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή του φυτού. Επίσης, παράγουν πυκνό ιστό. Τα προσβεβλημένα φύλλα χάνουν μεγάλη ποσότητα νερού με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν γλωρωτικές κηλίδες, πρόωρη γήρανση και φυλλόπτωση. Φυτά στρεσαρισμένα από έλλειψη νερού ευνοούν εξάρσεις τετράνυχου γι' αυτό η καλλιέργεια πρέπει να αρδεύεται κανονικά (Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.16. *Tetranychus urticae* σε φύλλο τομάτας.

Η παρακολούθηση του πληθυσμού του τετράνυχου γίνεται με παρατήρηση των φυτών σε όλα τα στάδια της καλλιέργειας. Μερικές φορές οι ακραίες γραμμές είναι πιο έντονα προσβεβλημένες από το υπόλοιπο χωράφι, ειδικά εάν υπάρχει γειτονική καλλιέργεια ξενιστής π.χ. μηδική, φασόλια ή ζαχαρότευτλα (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Η αντιμετώπιση του τετράνυχου στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας βασίζεται στη διατήρηση των φυσικών εχθρών του (βλέπε παράγραφο 3.2.4.). Οι πιο σημαντικοί φυσικοί εχθροί είναι, νωρίς στην καλλιεργητική περίοδο, ο θρίπας της Καλιφόρνιας (*Frankliniella occidentalis*) που δρα ως αρπακτικό, ενώ αργότερα τα αρπακτικά ακάρεα της οικογένειας Phytoseiidae και τα αρπακτικά έντομα *Macrolophus caliginosus*. (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

Aculops lycopersici

Ανήκει στην οικογένεια των Eriophyidae. Οι διαχειμάζουσες μορφές του είναι τα γονιμοποιημένα θηλυκά άτομα, τα οποία δραστηριοποιούνται και ωοτοκούν μόλις η θερμοκρασία ανέβει πάνω από τους 26 °C και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας είναι περίπου 30 %. Τα ακάρεα αυτά προσβάλλουν όλα τα πράσινα μέρη των φυτών, τα άνθη και τους νεαρούς καρπούς (Εικόνες 2.17 και 2.18). Τα προσβεβλημένα φύλλα συστρέφονται, παρουσιάζουν αργυρή στιλπνότητα και το φυτό αποκτά όψη μαλασμού. Οι προσβεβλημένοι καρποί εμφανίζουν αργυρόχρωμες κηλίδες, ιδιαίτερα γύρω από το μίσχο, δεν αναπτύσσονται και δεν ωριμάζουν κανονικά, ενώ έχουν φελλώδη υφή (Αγγίδης, 1996; Παπαδούλης, Περδίκης, 2000; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.17. Προσβεβλημένοι καρποί τομάτας από *Aculops lycopersici*.



Εικόνα 2.18. Προσβεβλημένα φύλλα τομάτας από *Aculops lycopersici*.

Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους τους (0,12 - 0,15 mm) είναι αόρατα στο γυμνό μάτι και συχνά γίνονται αντιληπτά όταν τα φυτά έχουν ήδη συμπτώματα. Η αντιμετώπιση βασίζεται στην έγκαιρη διάγνωση της προσβολής. Πρέπει να γίνεται έλεγχος για παρουσία γκρίζων σημείων στα χαμηλότερα μέρη του φυτού. Αν παρατηρηθούν τέτοια φυτά ελέγχονται για παρουσία ακάρεων με τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού (τουλάχιστον $\times 14$).

Η αντιμετώπιση του *Aculops lycopersici* στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας βασίζεται στην αξιοποίηση των φυσικών εχθρών του, κυρίως στα αρπακτικά ακάρεα της οικογένειας Phytoseiidae. Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφορα σκευάσματα που περιέχουν ακάρεα της οικογένειας Phytoseiidae σε αδρανή μορφή και χρησιμοποιούνται για απελευθέρωση στην καλλιέργεια (Παπαδούλης, Περδίκης, 2000; Σάνδρος, 2007; LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

2.6.2. Οι κυριότερες ασθένειες της τομάτας (μύκητες, βακτήρια, ιοί)

Ωίδιο. Είναι η πιο συνηθισμένη ασθένεια των υπαίθριων καλλιεργειών. Η ασθένεια οφείλεται στο μύκητα *Leveillula taurica* (ασκομύκητας), ο οποίος εισέρχεται στο φυτό από τα στομάτια των φύλλων, όπου εγκαθιστά το μυκήλιό του. Ο μύκητας προσβάλλει τα ώριμα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα και η προσβολή ξεκινά από τα φύλλα της βάσης του φυτού. Τα συμπτώματα της ασθένειας είναι κιτρινοπράσινες ή κίτρινες κηλίδες στην πάνω επιφάνεια των ώριμων φύλλων. Συχνά στην κάτω επιφάνεια αναπτύσσεται λεπτή, υπόλευκη μέχρι ανοιχτή καστανή αλευρώδης εξάνθηση, η οποία όταν οι συνθήκες είναι πολύ ευνοϊκές αναπτύσσεται και στην πάνω επιφάνεια του φύλλου. Κάτω από συνθήκες έντονης προσβολής οι κηλίδες συνενώνονται και γίνονται νεκρωτικές με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος του ελάσματος του φύλλου να ξεραίνεται. Παράλληλα, ανάλογα με το επίπεδο προσβολής μειώνεται και η παραγωγή και οργανοληπτική ποιότητα των καρπών (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.19. Ωίδιο σε φύλλο τομάτας.

Τα κονίδια του μύκητα, που αποτελούν το μόλυσμα, μεταφέρονται με τον άνεμο και εξαπλώνουν την ασθένεια. Επειδή το παθογόνο προσβάλλει πολυάριθμα καλλιεργούμενα φυτά όπως τη μελιτζάνα, την πιπεριά, την αγκινάρα, τη πατάτα, αλλά και διάφορα αυτοφυή είδη, ο μύκητας μπορεί να επιβιώνει στην ίδια περιοχή όλο το χρόνο. Ευνοϊκές συνθήκες για τη βλάστηση των κονιδίων και την εξάπλωσή τους είναι η χαμηλή σχετική υγρασία (50 – 70 %) και θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 20 - 25 °C. Τα κονίδια μπορεί να βλαστήσουν ακόμη και σε πολύ χαμηλή σχετική υγρασία 20 – 30 % (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Καλλιεργητικά μέτρα για την αποφυγή - περιορισμό της ασθένειας:

- Τα νεαρά φυτά που μεταφυτεύονται να είναι απολύτως υγιή· γι' αυτό απαιτείται σχολαστικός έλεγχος στα σπορεία.

- Τα φυτά να φυτεύονται σε αποστάσεις τέτοιες ώστε να εξασφαλίζεται καλός αερισμός στη βάση τους.
- Να εφαρμόζεται ισορροπημένη αζωτούχος λίπανση στα κατάλληλα στάδια.
- Να αποφεύγεται η γεινίαση καλλιέργειας τομάτας με άλλες καλλιέργειες σολανωδών και να ελέγχονται τα αυτοφυή φυτά στα περιθώρια των αγρών για παρουσία συμπτωμάτων ωιδίου.
- Τέλος, παρότι δεν υπάρχουν ποικιλίες ή υβρίδια τομάτας ανθεκτικά στην ασθένεια, είναι γνωστό ότι ορισμένες (-α) προσβάλλονται λιγότερο. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

Αντιμετώπιση: Οι πρώιμες προσβολές, 6-8 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση, έχουν σημαντική επίπτωση στις αποδόσεις και στην ποιότητα του καρπού. Για το λόγο αυτό σημαντική είναι η πρόληψη εμφάνισης της ασθένειας και / ή ο περιορισμός του αρχικού μολύσματος. Έτσι, την περίοδο αυτή απαιτείται προσεκτική παρατήρηση του αγρού για τον εντοπισμό των πρώτων κηλίδων και σε περίπτωση που κριθεί σκόπιμο να γίνει εφαρμογή μυκητοκτόνου. Οι πρώτες εφαρμογές στοχεύουν στην αποτροπή εγκατάστασης του μύκητα ή στην μείωση του αρχικού μολύσματος και οι επόμενες στην πρόληψη εξάπλωσης του παθογόνου (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Ουσίες φυτοπροστασίας με μυκητοκτόνο δράση που επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία βάσει των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 και (ΕΚ) αριθ. 834/2007 είναι:

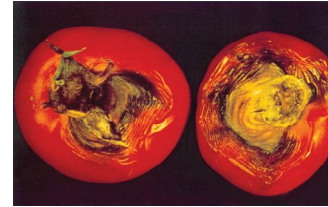
- α) ο χαλκός, υπό μορφή υδροξειδίου του χαλκού, όξινου χλωριούχου χαλκού, όξινου θεικού χαλκού (τριβασικός), οξειδίου του χαλκού, οκτανικού χαλκού – μέχρι 6 κιλά χαλκού ανά εκτάριο ετησίως
- β) το θείο.

Αλτερναρίωση. Η ασθένεια οφείλεται στο μύκητα *Alternaria solani*, ο οποίος προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη και τους καρπούς. Τα συμπτώματα της ασθένειας είναι κυκλικές ή γωνιώδεις καστανές ή καστανόμαυρες κηλίδες με ομόκεντρους κύκλους (μορφή στόχου) στα φύλλα της βάσης σε ανεπτυγμένα φυτά. Στα παλαιότερα φύλλα, οι κηλίδες αυτές συχνά περιβάλλονται από χλωρωτική ζώνη. Σε έντονη προσβολή τα φύλλα νεκρώνονται και πέφτουν. Τα παλαιότερα φύλλα προσβάλλονται πρώτα. Παρόμοιες κηλίδες σχηματίζονται στα στελέχη και τους

καρπούς. Οι κηλίδες στους καρπούς είναι συχνά λίγο βυθισμένες (Εικόνα 2.21) (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.20. Αλτερναρίωση σε φύλλο τομάτας.



Εικόνα 2.21. Αλτερναρίωση σε καρπό τομάτας.

Αρχικές πηγές μολυσμάτων είναι υπολείμματα καλλιεργειών και μολυσμένοι σπόροι τομάτας. Δευτερογενείς μολύνσεις και εξάπλωση της μόλυνσης γίνεται με τα κονίδια που παράγει ο μύκητας καθώς αναπτύσσεται. Η μεταφορά των κονιδίων γίνεται κυρίως με τον άνεμο, τη βροχή και το νερό ποτίσματος. Για τη βλάστηση των κονιδίων και την πραγματοποίηση των μολύνσεων χρειάζεται υγρασία > 96 % και θερμοκρασία γύρω στους 25 °C. Υγρός καιρός για μερικές ημέρες μετά από βροχή και θερμοκρασίες 20 – 25 °C ευνοούν ιδιαίτερα την ασθένεια. Με ξηρό και θερμό καιρό η ασθένεια παύει να αναπτύσσεται. Σε υψηλής γονιμότητας εδάφη ελαττώνεται σημαντικά η σοβαρότητα της ασθένειας. Ο μύκητας προσβάλλει κυρίως τα αδύνατα φυτά. Περίσσεια αζώτου και καλίου ευνοούν την ασθένεια, ενώ ο φώσφορος την περιορίζει (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Καλλιεργητικά μέτρα για την αποφυγή - περιορισμό της ασθένειας:

- Χρήση υγιούς σπόρου ή υγιών σποροφύτων.
- Καταστροφή υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας.
- Χορήγηση ισορροπημένης λίπανσης.
- Αποφυγή υγρασίας στο φύλλωμα.

Αντιμετώπιση: Γενικά δεν απαιτείται ειδική προστασία των φυτών από την αλτερναρίωση, καθώς οι ουσίες φυτοπροστασίας με μυκητοκτόνο δράση που χρησιμοποιούνται για άλλες ασθένειες όπως το ωίδιο και ο περονόσπορος προσφέρουν ταυτόχρονη προστασία (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Φυτόφθορα ή περονόσπορος. Η ασθένεια οφείλεται σε μύκητες του είδους *Phytophthora sp.*, οι οποίοι προσβάλλουν το λαιμό των φυτών και τους καρπούς. Η προσβολή του λαιμού εκδηλώνεται ιδιαίτερα στα νεαρά φυτάρια και σε περιβάλλον

αυξημένης εδαφικής υγρασίας και παρουσιάζεται ως υδατώδης, καστανή κηλίδα στη βάση του στελέχους. Στους ώριμους καρπούς η ασθένεια εκδηλώνεται με τη μορφή υδατώδους κηλίδας γκριζοκάστανου χρώματος που συνεχώς μεγαλώνει (Εικόνα 2.23). Η κηλίδα στους πράσινους άωρους καρπούς παρουσιάζει συγκεντρικές ζώνες διαφόρων αποχρώσεων (Εικόνα 2.22) και οι προσβεβλημένοι ιστοί διατηρούνται σφιχτοί για αρκετό διάστημα (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.22. Περονόσπορος σε άωρους καρπούς τομάτας.



Εικόνα 2.23. Περονόσπορος σε ώριμους καρπούς τομάτας.

Η φυτόφθορα είναι εδαφογενές παθογόνο που προσβάλλει με απευθείας επαφή των καρπών στο έδαφος ή μέσω των σταγονιδίων της βροχής ή του ποτίσματος. Η προσβολή απαντάται κυρίως κατά θέσεις στον αγρό. Ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη και εξάπλωση του μύκητα θεωρούνται η υψηλή εδαφική υγρασία (βαριά εδάφη, κακή αποστράγγιση) και θερμοκρασίες εδάφους 18 – 25 °C και υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία με θερμοκρασίες 20 – 30 °C (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Καλλιεργητικά μέτρα για την αποφυγή - περιορισμό της ασθένειας:

- Καλή διαχείριση του νερού και μείωση της εδαφικής υγρασίας.
- Αποφυγή μεγάλων διακυμάνσεων εδαφικής υγρασίας και περίσσειας νερού στα σημεία που οι καρποί έρχονται σε επαφή με το έδαφος.
- Αμειψισπορά με σιτηρά σε χωράφια με ιστορικό προσβολών (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Βακτηριακό έλκος της τομάτας. Η ασθένεια οφείλεται στο βακτήριο *Clavibacter michiganensis spp. michiganensis* (Cmm). Το Cmm προσβάλλει την τομάτα και τα αυτοφυή είδη: *Solanum mammosum*, *S. douglasii*, *S. nigrum* και *S. triflorum*. Οι προσβολές είναι δυνατόν να προέρχονται είτε από διασυστηματική μόλυνση (προσβολή αγγείων ξύλου), που είναι η πιο συχνή και πιο σοβαρή μορφή

της ασθένειας, ή/και από δευτερογενή επιφανειακή μόλυνση των υπέργειων οργάνων του φυτού. Η διασυστηματική προσβολή εξελίσσεται από τη βάση του φυτού προς την κορυφή (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Το φυτό της τομάτας είναι ευπαθές στο βακτήριο καθ' όλη τη βλαστική περίοδο. Η προσβολή σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης επιφέρει μάρανση και συχνά νέκρωση των σποροφύτων, ενώ όσα επιβιώσουν παρουσιάζουν περιορισμένη ανάπτυξη. Η προσβολή στα φύλλα εκδηλώνεται με μάρανση, συστροφή, καστανό μεταχρωματισμό και ξήρανση πρώτα των κατώτερων φύλλων και τελικά των ανώτερων φύλλων και της κορυφής. Ακόμα, στην επιφάνεια των στελεχών εμφανίζονται ραβδώσεις κίτρινου έως καστανού χρώματος, οι οποίες συχνά επεκτείνονται στους μίσχους φύλλων και ποδίσκους καρπών. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Στις διασυστηματικές μολύνσεις, οι καρποί, αν προσβληθούν στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους, συνήθως παραμορφώνονται και παραμένουν σχετικά μικροί με αλλοιωμένο χρώμα κατά θέσεις. Αν όμως προσβληθούν σε προχωρημένο στάδιο ωρίμανσης, μπορεί να παρουσιάζουν εξωτερικώς υγιή εμφάνιση. Στις επιφανειακές μολύνσεις, οι καρποί παρουσιάζουν μικρές, επιφανειακές, ελαφρώς υπερυψωμένες, κυκλικές, υπόλευκες κηλίδες, που προοδευτικά επεκτείνονται, σχίζονται στο κέντρο τους και αποκτούν καστανό χρώμα με υπόλευκη άλω. Η συνένωση πολλών τέτοιων κηλίδων προσδίδει στον καρπό δερματώδη εμφάνιση, κατά θέσεις (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Πηγή πρωτογενών μολυσμάτων αποτελούν: ο μολυσμένος σπόρος, τα σπορόφυτα τομάτας με λανθάνουσα προσβολή ή επιφυτικό πληθυσμό, ο επιφυτικός πληθυσμός στη φυλλόσφαιρα εναλλακτικών ξενιστών (σολανώδη ζιζάνια ή καλλιεργούμενα φυτά), τα υπολείμματα προσβεβλημένων φυτών τομάτας στο έδαφος, μολυσμένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια. Η μόλυνση συντελείται από πληγές και φυσικά ανοίγματα των φυτικών ιστών. Το παθογόνο μεταφέρεται με το σπόρο, το νερό της βροχής ή της άρδευσης, έντομα, νηματώδεις, τα εργαλεία, καθώς και με τα χέρια των καλλιεργητών (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Η εκδήλωση της ασθένειας ευνοείται σε θερμοκρασίες αέρα 24 - 28 °C, υψηλή υγρασία (> 80 %), σχετικά χαμηλή ένταση φωτισμού και γενικά σε περιβάλλον που ευνοεί τη γρήγορη ανάπτυξη βλάστησης. Το πρόβλημα είναι εντονότερο στα αμμώδη παρά στα πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη, καθώς και σε αλκαλικά εδάφη (pH \cong 8)

και υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων. Η καταπολέμηση του βακτηρίου σε ήδη μολυσμένες φυτείες είναι εξαιρετικά δύσκολη έως αδύνατη.

(LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

Προληπτικά μέτρα κατά της ασθένειας:

- Απομάκρυνση των ασθενών φυτών, κατά το δυνατόν με ολόκληρο το ριζικό τους σύστημα, και άμεση καταστροφή με φωτιά εκτός του αγρού.
- Εκτέλεση ψεκασμών στα υγιή φυτά με χαλκούχο σκεύασμα.
- Αποφυγή εκτέλεσης καλλιεργητικών εργασιών όταν τα φυτά είναι διαβρεγμένα.
- Αποφυγή δημιουργίας πληγών στο υπόγειο ή υπέργειο τμήμα των φυτών.
- Απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας.
- Αμειψισπορά 2-3 ετών με φυτά μη ξενιστές.
- Χρησιμοποίηση υγιούς, πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού.
- Περιορισμός των αυτοφυών σολανωδών.
- Εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης του εδάφους.
- Εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν, χρήση ανθεκτικών ποικιλιών τομάτας. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

Ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς (Cucumber mosaic virus, CMV). Ο ιός ανήκει στο γένος *Cucumovirus* της οικογένειας Bromoviridae. Έχει πολυάριθμους ξενιστές. Εκτός της τομάτας προσβάλλει περίπου 1000 είδη καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών όπως την πιπεριά, την πατάτα, τη μελιτζάνα, τα κολοκυνθοειδή, τα σταυρανθή και πολλά ζιζάνια (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Τα συνηθέστερα συμπτώματα στην τομάτα είναι μωσαϊκό, παραμόρφωση κυρίως με τη μορφή στένωσης των φύλλων και των βλαστών (νημάτωση), συρρίκνωση ολόκληρου του φυτού λόγω συστροφής μίσχων, βλαστών και φύλλων, χλώρωση και ιώδης μεταχρωματισμός στα νεύρα. Επίσης στους καρπούς παρατηρείται σκλήρυνση, περιοχές της επιφάνειας τους δεν αποκτούν το κόκκινο χρώμα των ώριμων καρπών και φέρουν καφέ εσωτερικό μεταχρωματισμό. Τέλος υπάρχει και μία θανατηφόρα μορφή της ασθένειας που προκαλεί νεκρώσεις σε όλα τα μέρη του φυτού και τους καρπούς και τελικά την ξήρανση ολόκληρου του φυτού (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Τα μολύσματα προέρχονται κυρίως από γειτονικά προσβεβλημένα φυτά, καλλιεργούμενα και αυτοφυή. Η μετάδοση του ιού γίνεται κυρίως με τα έντομα

φορείς του τις αφίδες. Μπορεί να εμφανιστεί καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η προσβολή φυτών σε νεαρό στάδιο έχει πιο έντονα συμπτώματα και μεγαλύτερες απώλειες στην παραγωγή (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.24. Ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς σε φύλλο τομάτας.



Εικόνα 2.25. Ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς σε καρπό τομάτας.

Καλλιεργητικά μέτρα για την αποφυγή - περιορισμό της ασθένειας:

- Αποφυγή εγκατάστασης αγρών τομάτας κοντά σε καλλιέργειες καλλωπιστικών φυτών ή άλλων λαχανικών, κυρίως κολοκυνθοειδών.
- Χρησιμοποίηση υγιών σποροφύτων για μεταφύτευση.
- Έλεγχος των φυτών σε συχνά διαστήματα μετά τη μεταφύτευση τους στον αγρό και απομάκρυνση όσων εμφανίζουν συμπτώματα ίωσης.
- Μείωση στο ελάχιστο της επαφής των φυτών μεταξύ τους.
- Αποφυγή επαφής των υγιών φυτών με τα χέρια εργατών που έχουν έρθει σε επαφή με ασθενή φυτά εκτός εάν έχουν προηγουμένως πλυθεί καλά.
- Λήψη μέτρων περιορισμού των αφίδων στον αγρό.
- Καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

Ιός του κηλιδωτού μαρρασμού της τομάτας (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV). Ο ιός ανήκει στο γένος *Tospovirus* της οικογένειας Bunyaviridae. Υπάρχουν πολλές φυλές του ιού και είναι δυνατόν να συνυπάρχουν στο ίδιο φυτό περισσότερες από μία φυλές. Προσβάλλει μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών, περίπου 560 είδη φυτών από 50 οικογένειες. Περισσότερα από 100 είδη ξενιστών φυτών ανήκουν στις οικογένειες Solanaceae και Compositae. Τα κυριότερα καλλιεργούμενα φυτά που προσβάλλει είναι η τομάτα, ο καπνός, η πατάτα, η

μελιτζάνα, η πιπεριά, το σέλινο, το λάχανο, το φασόλι, το μαρούλι, κ.ά. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Τα συνηθέστερα συμπτώματα στην τομάτα είναι η εμφάνιση μπρούτζινου μεταχρωματισμού στα νεαρά φύλλα ο οποίος συχνά συνοδεύεται από καρούλιασμα των φυλλαρίων προς τα κάτω. Αργότερα στα φύλλα εμφανίζονται πολυάριθμες μικρές καστανές μέχρι μαύρες νεκρωτικές κηλίδες. Παρατηρείται μαρασμός και νέκρωση των επάκριων βλαστών. Στους καρπούς σχηματίζονται ακανόνιστες κηλίδες με εναλλασσόμενες αποχρώσεις ανοικτού κόκκινου, κίτρινου ή πράσινου χρώματος χωρίς σαφή όρια διαχωρισμού μεταξύ τους ή ομόκεντρες κηλίδες των ιδίων αποχρώσεων (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).



Εικόνα 2.26. Ιός του κηλιδοτού μαρασμού της τομάτας σε καρπό τομάτας.



Εικόνα 2.27. Ιός του κηλιδοτού μαρασμού της τομάτας σε φύλλο τομάτας.

Τα μολύσματα προέρχονται κυρίως από γειτονικά προσβεβλημένα φυτά, καλλιεργούμενα και αυτοφυή. Η μετάδοση του ιού γίνεται κυρίως με τα έντομα φορείς του, τους θρίπες. Ο ιός μεταδίδεται επίσης μηχανικά με το χυμό αλλά και με το σπόρο. Ο ιός διαχειμάζει στα ζωντανά φυτά ξενιστές ή στο σώμα των μολυσμένων και διαχειμαζόντων θριπών. Μπορεί να εμφανιστεί καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η προσβολή φυτών σε νεαρό στάδιο έχει πιο έντονα συμπτώματα και μεγαλύτερες απώλειες στην παραγωγή (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012).

Καλλιεργητικά μέτρα για την αποφυγή - περιορισμό της ασθένειας:

- Αποφυγή εγκατάστασης αγρών τομάτας κοντά σε καλλιέργειες καλλωπιστικών φυτών ή άλλων λαχανικών.
- Χρησιμοποίηση υγιών σποροφύτων και σπόρων.
- Έλεγχος κατά διαστήματα των φυτών μετά τη μεταφύτευση τους στον αγρό και απομάκρυνση όσων εμφανίζουν συμπτώματα ίωσης.
- Μείωση στο ελάχιστο της επαφής των φυτών μεταξύ τους.

- Αποφυγή επαφής των υγιών φυτών με τα χέρια εργατών που έχουν έρθει σε επαφή με ασθενή φυτά εκτός εάν έχουν προηγουμένως πλυθεί καλά.
- Λήψη μέτρων περιορισμού των θριπών.
- Καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας. (LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012)

3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

3.1. Ορισμός, αρχές, κανόνες βιολογικής γεωργίας

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει η Διεθνής Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM), «η βιολογική γεωργία αποτελεί έναν οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά μακροπρόθεσμο βιώσιμο τρόπο άσκησης της γεωργίας».

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων: «η βιολογική γεωργία είναι ένα συνολικό σύστημα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και παραγωγής τροφίμων, το οποίο συνδυάζει βέλτιστες περιβαλλοντικές πρακτικές, υψηλό βαθμό βιοποικιλότητας, τη διατήρηση των φυσικών πόρων και παραγωγή που ανταποκρίνεται στην προτίμηση ορισμένων καταναλωτών σε προϊόντα που παράγονται με φυσικές ουσίες και διεργασίες που συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος».

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007 οι στόχοι της βιολογικής γεωργίας είναι: (α) η δημιουργία ενός συστήματος αειφόρου διαχείρισης της γεωργίας το οποίο, σέβεται τους κύκλους της φύσης, διατηρεί και βελτιώνει την υγεία του εδάφους, του νερού, των φυτών και των ζώων και την ισορροπία μεταξύ αυτών, συμβάλλει σε υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας και κάνει υπεύθυνη χρήση των ενεργειακών και φυσικών πόρων· (β) η παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας, παραγμένα μέσα από διεργασίες που δεν βλάπτουν το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την υγεία των φυτών και των ζώων.

Επιπλέον στόχοι της βιολογικής γεωργίας σύμφωνα με την IFOAM είναι, να προσφέρει στους αγρότες παραγωγούς διαβίωση σύμφωνη με τα ανθρώπινα δικαιώματα των Ηνωμένων Εθνών, να καλύψει τις βασικές τους ανάγκες και να τους παρέχει επαρκές εισόδημα και ικανοποίηση από την εργασία τους σε ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον.

Ειδικές αρχές της βιολογικής γεωργίας σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007:

1. Η διατήρηση και βελτίωση της ζωής που φιλοξενεί το έδαφος, της φυσικής γονιμότητας και της βιοποικιλότητας του εδάφους, και αποτροπή της συμπίεσης και διάβρωσης του εδάφους,
2. η ελαχιστοποίηση της χρήσης μη ανανεώσιμων πόρων,

3. η ανακύκλωση των αποβλήτων και υπολειμμάτων ζωικής και φυτικής προέλευσης μέσω εισροής τους στη φυτική και ζωική παραγωγή,
4. η συνεκτίμηση της τοπικής οικολογικής ισορροπίας στις αποφάσεις που αφορούν την καλλιέργεια,
5. η διατήρηση της υγείας των φυτών με προληπτικά μέτρα όπως:
 - i. η επιλογή κατάλληλων ειδών και ποικιλιών ανθεκτικών στα παράσιτα και τις ασθένειες,
 - ii. η κατάλληλη αμειψισπορά,
 - iii. μηχανικές και φυσικές μέθοδοι και
 - iv. η προστασία των φυσικών εχθρών των παρασίτων.

Κανόνες βιολογικής φυτικής παραγωγής σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007:

1. Η βιολογική φυτική παραγωγή χρησιμοποιεί τεχνικές άροσης και καλλιέργειας που διατηρούν ή αυξάνουν τις οργανικές ύλες του εδάφους, βελτιώνουν τη σταθερότητα και τη βιοποικιλότητά του (σε χλωρίδα και πανίδα) και αποτρέπουν τη συμπίεση και τη διάβρωσή του.
2. Η γονιμότητα και η βιολογική δραστηριότητα του εδάφους διατηρούνται και βελτιώνονται με αμειψισπορά που περιλαμβάνει ψυχανθή και άλλες καλλιέργειες χλωρής λίπανσης, και με τη διασπορά κόπρου ζώων ή οργανικών υλών, αμφοτέρων κατά προτίμηση λιπασματοποιημένων, από βιολογική παραγωγή.
3. Επιτρέπεται η χρήση βιοδυναμικών σκευασμάτων.
4. Λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο εφόσον έχουν εγκριθεί για χρήση σε βιολογικές παραγωγές.
5. Δεν χρησιμοποιούνται ανόργανα αζωτούχα λιπάσματα.
6. Όλες οι εφαρμοζόμενες τεχνικές φυτικής παραγωγής αποτρέπουν ή ελαχιστοποιούν τη συμβολή στη μόλυνση του περιβάλλοντος.
7. Η πρόληψη των ζημιών που προκαλούνται από βλαβερούς οργανισμούς, ασθένειες και ζιζάνια βασίζεται πρωτίστως στην προστασία από τους φυσικούς εχθρούς, στην επιλογή ειδών και ποικιλιών, στην αμειψισπορά και στις καλλιεργητικές τεχνικές και σε θερμικές διεργασίες.
8. Σε περίπτωση που έχει εντοπισθεί απειλή για τις καλλιέργειες, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται φυτοπροστατευτικά προϊόντα μόνον εφόσον έχουν εγκριθεί για χρήση σε βιολογικές παραγωγές.

9. Η βιολογική φυτική παραγωγή χρησιμοποιεί μόνον σπόρους και πολλαπλασιαστικό υλικό που έχουν παραχθεί με βιολογική μέθοδο.
10. Προϊόντα καθαρισμού και απολύμανσης χρησιμοποιούνται μόνο εφόσον έχουν εγκριθεί για χρήση σε βιολογικές παραγωγές.

Πλεονεκτήματα

- ❖ Η βιολογική γεωργία παράγει γεωργικά προϊόντα υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας απαλλαγμένα από υπολείμματα αγροχημικών.
- ❖ Η βιολογική γεωργία συμβάλλει στην καλή υγεία του παραγωγού και των καταναλωτών.
- ❖ Η βιολογική παραγωγή έχει μικρότερο κόστος από τη συμβατική λόγω μειωμένων εισροών.
- ❖ Η βιολογική γεωργία χρησιμοποιεί 45 % λιγότερη ενέργεια και είναι πιο αποτελεσματική ενεργειακά.
- ❖ Η βιολογική γεωργία συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και προστατεύοντας τους φυσικούς πόρους.
- ❖ Τα συστήματα βιολογικής γεωργίας επικοδομούν παρά καταστρέφουν την οργανική ύλη του εδάφους.
- ❖ Η βιολογική γεωργία δημιουργεί περισσότερες θέσεις εργασίας, παρέχει βιώσιμο εισόδημα για τους αγρότες, και μπορεί να αποκαταστήσει την εμπιστοσύνη της χώρας εφαρμογής στην αγροτική κοινότητα και το σύστημα διατροφής.

Προβλήματα

- ❖ Η βιολογική παραγωγή έχει συχνά μικρότερες αποδόσεις από τη συμβατική.
- ❖ Τα βιολογικά γεωργικά προϊόντα έχουν συνήθως λιγότερο ελκυστική εμφάνιση από αυτά της συμβατικής παραγωγής.
- ❖ Οι παραγωγοί χρειάζονται εκπαίδευση επί των μεθόδων και πρακτικών της βιολογικής παραγωγής.

3.2. Καλλιεργητικές πρακτικές στη βιολογική παραγωγή

3.2.1. Ηλιοαπολύμανση εδάφους

Το έδαφος που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση της βιολογικής καλλιέργειας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ελεύθερο από παθογόνα και σπόρους πολυετών ζιζανίων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης κατά τους θερμούς μήνες του καλοκαιριού Ιούλιο και Αύγουστο.

Για την ορθή εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει να γίνουν τα ακόλουθα: α) να εκριζώνονται προηγούμενες καλλιέργειες ή ζιζάνια και να απομακρύνονται επιμελώς τα φυτικά υπολείμματα, β) το έδαφος να ψιλοχωματίζεται και να απομακρύνονται κατά το δυνατόν οι πέτρες, γ) να τοποθετείται σύστημα άρδευσης στάγδην σε αποστάσεις που να επιτρέπουν την πλήρη διαβροχή του εδάφους, δ) να εφαρμόζεται το πλαστικό κάλυψης (ειδικό για ηλιοαπολύμανση) έτσι ώστε να εφάπτεται με την επιφάνεια του εδάφους (τυχόν δημιουργία διάκενων αέρα μειώνει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου) και στη συνέχεια οι άκρες του πλαστικού να θάβονται σε αυλάκια στο έδαφος, ε) μετά την εδαφοκάλυψη το έδαφος ποτίζεται μέχρι το ρώγο του (το νερό είναι απαραίτητο για την ομοιόμορφη και αποτελεσματική θέρμανση του εδάφους, λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας που διαθέτει σε σύγκριση με τον αέρα), στ) η ηλιοαπολύμανση να διαρκεί για 4-8 εβδομάδες.



Εικόνα 3.1. Εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης

Ο μηχανισμός δράσης της μεθόδου βασίζεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους. Με μια σωστή εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης επιτυγχάνονται θερμοκρασίες εδάφους από 40 έως 60 °C. Οι θερμοκρασίες αυτές καταστρέφουν τους σπόρους των ζιζανίων και θανατώνουν τα περισσότερα παθογόνα εδάφους (μύκητες, νηματώδεις) που είναι μεσόφιλα και εξασθενούν τα υπόλοιπα (κυρίως βακτήρια). Οι εξασθενημένοι παθογόνοι τελικά δεν επιβιώνουν λόγω ανταγωνισμού με τους θερμοφίλους και θερμοανθεκτικούς ωφέλιμους μικροοργανισμούς που επικρατούν σε

αυτές τις συνθήκες. Ακόμα, με την αύξηση της θερμοκρασίας και την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας στο έδαφος, παράγονται διάφορα τοξικά αέρια όπως, NH_3 , CO_2 και SO_2 που δρουν συμπληρωματικά στην καταπολέμηση των παθογόνων μικροοργανισμών. Τέλος, με την ηλιοαπολύμανση ευνοείται η γονιμότητα του εδάφους αφού αυξάνεται ο ρυθμός αποσύνθεσης της οργανικής ύλης και απελευθερώνονται πολλά θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά, όπως άζωτο σε νιτρικές και αμμωνιακές ρίζες (NO_3^- , NH_4^+), ασβέστιο (Ca^{2+}) και μαγνήσιο (Mg^{2+}). (Τζάμος και Αντωνίου, 2008; Διαδίκτυο 7)

3.2.2. Οργανική λίπανση και διατήρηση εδαφικής γονιμότητας

Η οργανική λίπανση εμπλουτίζει το έδαφος σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, ενθαρρύνει την ανάπτυξη των εδαφικών οργανισμών (γεωσκώληκες, έντομα κ.ά.) και μικροοργανισμών, ευνοεί τη δομή (πορώδες) και την υφή του εδάφους με αποτέλεσμα την καλύτερη εκμετάλλευση νερού από τα φυτά, τον καλύτερο αερισμό των ριζών και την καλύτερη θέρμανση του εδάφους. Ακόμα, τα θρεπτικά στοιχεία στην οργανική λίπανση απαντώνται σε οργανικές μορφές οπότε αποδεσμεύονται αργά, μειώνοντας έτσι τις απώλειες στο περιβάλλον, με έκπλυση στο έδαφος ή με εξάτμιση.



Εικόνα 3.2. Η ύπαρξη γεωσκωλήκων στο έδαφος είναι ένδειξη υγιούς οργανικού εδάφους.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007, μια από τις αρχές της βιολογικής γεωργίας είναι: «η διατήρηση και βελτίωση της ζωής που φιλοξενεί το έδαφος, της φυσικής γονιμότητας και της βιοποικιλότητας του εδάφους, και αποτροπή της συμπίεσης και διάβρωσης του εδάφους»· από όπου προκύπτει και ο κανόνας «η γονιμότητα και η βιολογική δραστηριότητα του εδάφους πρέπει να διατηρούνται και να βελτιώνονται με καλλιέργειες χλωρής λίπανσης και με τη διασπορά κόπρου ζώων ή φυτικών υπολειμμάτων, κατά προτίμηση κομποστοποιημένων, και προερχόμενων από μονάδες βιολογικής παραγωγής».

Για τους παραπάνω λόγους, σε έναν βιολογικό αγρό πρέπει να γίνεται οργανική λίπανση με τη διασπορά οργανικού λιπάσματος ή με τη χρήση φυτών χλωρής λίπανση.

i. Οργανικά λιπάσματα

Οργανικό λίπασμα είναι κάθε φυσικό οργανικό υλικό που προστίθεται στο έδαφος, και ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων του βρίσκεται υπό τη μορφή οργανικών ενώσεων, ενώ δεν περιέχει τοξικές ουσίες και παθογόνους μικροοργανισμούς (Σιδηράς, 1997). Τα κυριότερα οργανικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι **κοπριές** ζώων και διάφορα είδη **κομπόστ** από φυτικά υπολείμματα. Τα επιτρεπόμενα στη βιολογική γεωργία λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά παρατίθενται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος.

Στους Πίνακες 3.1 και 3.2 παρουσιάζεται η μέση σύσταση της φρέσκιας κοπριάς διαφόρων ζώων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία αντίστοιχα.

Κομπόστ μπορεί να δημιουργηθεί με την αξιοποίηση διαφόρων οργανικών υλικών, όπως, υπολείμματα καλλιεργειών (π.χ. άχυρα), φύλλα, βλαστούς, οικιακά απορρίμματα, κοπριές, χορτοκοπές, κ.ά.. Τα υλικά αυτά αναμιγνύονται συνήθως με έδαφος και στη συνέχεια υπόκεινται κομποστοποίηση. Κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υλικών και μετατροπή τους σε σταθερές ουσίες, χούμο και αργίλο-χουμικά σύμπλοκα (Σιδηράς, 1997). Ακόμα κατά την κομποστοποίηση αναπτύσσονται θερμοκρασίες που καταστρέφουν πολλά παθογόνα και σπόρους ζιζανίων. Τα σημεία που πρέπει να προσεχτούν για την ομαλή πορεία της κομποστοποίησης είναι: η σωστή ανάμιξη (αναλογία C/N) και στρωμάτωση των υλικών (χαλαρή στοίβαξη), η ύγρανση (πότισμα) και ο αερισμός (αναμόχλευση) του μίγματος (βλέπε και Πίνακα 3.3). Η περιεκτικότητα του τελικού προϊόντος σε θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται από τα αρχικά υλικά, όμως γενικά κυμαίνεται από 1 έως 2 % σε άζωτο, 0,5 – 1 % σε φωσφόρο, 0,5 – 1 % σε κάλιο και υπάρχουν και αξιόλογες ποσότητες μικροστοιχείων (Σιδηράς, 1997). Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι ποιοτικές κατηγορίες και οι απαιτήσεις από τα κόμποστ.

ii. Χλωρές λιπάνσεις

Χλωρή λίπανση είναι η σπορά με ετήσια φυτά (αγρωστώδη, ψυχανθή ή μίγματα) το φθινόπωρο και η ενσωμάτωση τους στο έδαφος την άνοιξη κατά την πλήρη άνθησή τους. Τα φυτά χλωρής λίπανσης εμπλουτίζουν το έδαφος με

οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, ενθαρρύνουν τη βιολογική δραστηριότητα, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους, προστατεύουν το έδαφος από τη διάβρωση και ελέγχουν τα ζιζάνια. Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζεται η χημική σύσταση διαφόρων φυτών κατάλληλων για χλωρή λίπανση. Τα φυτά χλωρής λίπανσης έχουν λόγο C/N που κυμαίνεται μεταξύ 10 – 15 : 1 (Σιδηράς, 1997).

Πίνακας 3.1. Μέση σύσταση (%) της φρέσκιας κοπριάς διαφόρων ζώων (Σιδηράς, 1997).

Είδος ζώου	Ξηρά ουσία	Οργανική ουσία	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Βόδι	23	20	0,40	0,16	0,50	0,45	0,10
Άλογο	29	25	0,60	0,28	0,53	0,25	0,14
Πρόβατο	36	32	0,80	0,23	0,67	0,33	0,18
Χοίρος	20	18	0,55	0,76	0,50	0,40	0,20
Κότα	26	17	1,30	1,10	0,60	3,40	-

Πίνακας 3.2. Μέση σύσταση (σε g/m³) των διαφόρων ειδών ρευστής κοπριάς σε μικροστοιχεία (Σιδηράς, 1997).

Είδος ζώου	Μικροστοιχεία					
	Cu	Na	Mn	Zn	B	Mo
Βόδι	2,8	450	54	14	2,7	0,12
Χοίρος	5,2	1200	21	28	2,7	0,13
Κότα	5,8	380	36	27	2,8	0,26

Πίνακας 3.3. Απαιτήσεις από το αρχικό υλικό για μια κανονική πορεία κομποστοποίησης (Σιδηράς, 1997).

Κριτήρια	Απαιτήσεις
Ξηρά ουσία	15-30 % κατ' όγκο
Αέρας	30-50 % κατ' όγκο
Νερό	40-60 % κατ' όγκο
C:N	20-30:1
pH	6-8

Πίνακας 3.4. Ποιοτικές κατηγορίες και απαιτήσεις κόμποστ (Σιδηράς, 1997).

Χαρακτηριστικά ποιότητας	Κατηγορίες ποιότητας		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Οργανική ουσία (%)*	> 40	30 – 40	20 – 30
Αζωτο (%)*	1,1 – 1,5	0,6 – 1,0	0,3 – 0,5
pH	5,5 – 7,0		
Άλατα	Μέγιστο 10,0 g KCl/l		
Ξηρά ουσία	Τουλάχιστον 35 %		
Μήκος τεμαχιδίων	Τουλάχιστον το 90 % ≤ 50 mm		
* επί της ξηράς ουσίας			

Πίνακας 3.5. Χημική σύσταση φυτών κατάλληλων για χλωρή λίπανση στο στάδιο της άνθησης (Σιδηράς, 1997).

Είδος φυτού	Μακροστοιχεία και μικροστοιχεία							
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
ΑΓΡΩΣΤΩΔΗ								
Βρώμη	1,65	0,10	1,60	0,25	0,17	11	7	102
Σίκαλη	1,22	0,08	1,40	0,18	0,14	15	6	53
Κριθάρι	1,34	0,10	1,60	0,37	0,17	17	8	98
ΨΥΧΑΝΘΗ								
Βίκος	2,02	0,13	2,10	0,86	0,27	26	9	61
Λαθούρι	2,23	0,10	2,90	0,39	0,19	22	11	52
Φακή	2,09	0,12	1,75	0,84	0,35	38	12	119
Ρεβίθι	2,58	0,18	1,95	1,39	0,89	35	13	81
Λούπινο	1,91	0,16	2,50	0,59	0,39	66	14	359
Ερυθρό τριφύλλι	1,94	0,10	1,90	1,09	0,32	35	23	43
Λευκό τριφύλλι	1,94	0,10	1,90	0,95	0,36	21	14	95
Μηδική	2,10	0,18	2,10	1,10	0,38	38	26	88

3.2.3. Διαχείριση αυτοφυούς βλάστησης (έλεγχος ζιζανίων)

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007, δυο βασικοί κανόνες της βιολογικής γεωργίας είναι: α) «η χρήση τεχνικών άροσης και καλλιέργειας που διατηρούν ή αυξάνουν τις οργανικές ύλες στο έδαφος, βελτιώνουν τη σταθερότητα και τη βιοποικιλότητά του και αποτρέπουν τη συμπίεση και τη διάβρωσή του» και β) «η πρόληψη των ζημιών που προκαλούνται από ζιζάνια βασίζεται πρωτίστως στην αμειψισπορά, σε καλλιεργητικές τεχνικές και σε θερμικές διεργασίες (βλέπε ηλιοαπολύμανση)». Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες συμπίεσης, διάβρωσης, απώλειας οργανικής ουσίας και νερού από το έδαφος είναι η συχνή άροση για απαλλαγή από τα ζιζάνια.

Για αποφυγή των παραπάνω, στη βιολογική γεωργία συνιστάται να γίνεται ελάχιστη ή καθόλου εδαφική κατεργασία. Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι εφικτός με τους παρακάτω τρόπους:

- α) κάλυψη του εδάφους με ετήσια φυτά (γκαζόν, ψυχανθή, αγροστώδη),
- β) κάλυψη του εδάφους με διάφορα υλικά, αλλιώς “mulching” (χορτοκοπές, άχυρο, πριονίδι, τεμαχισμένα κλαδέματα),
- γ) κοπή ζιζανίων με χορτοκοπτικό πριν παράγουν σπόρο και εναπόθεση ή ενσωμάτωσή τους στο έδαφος.

3.2.4. Διατήρηση και αύξηση των φυσικών εχθρών

Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007, μια από τις βασικές αρχές της βιολογικής γεωργίας είναι «η διατήρηση της υγείας των φυτών με προληπτικά μέτρα, όπως η προστασία των φυσικών εχθρών των παρασίτων»· απ' όπου προκύπτει και ο κανόνας «η πρόληψη των ζημιών που προκαλούνται από βλαβερούς οργανισμούς βασίζεται μεταξύ άλλων στην προστασία των φυσικών εχθρών».

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η διατήρηση και αύξηση, εάν είναι δυνατόν, των πληθυσμών των φυσικών εχθρών σε έναν αγρό βιολογικής διαχείρισης, είναι απαραίτητη. Η διατήρηση συνίσταται στη μη λήψη μέτρων που θα οδηγούσαν σε καταστροφή ή μείωση του πληθυσμού των φυσικών εχθρών. Η αύξηση συνίσταται στη λήψη μέτρων που συμβάλλουν στην αύξηση της διάρκειας ζωής και της αναπαραγωγικής ικανότητας των φυσικών εχθρών, καθώς και στην αύξηση της ελκυστικότητας ενός ενδιαιτήματος ως προς τους φυσικούς εχθρούς (Λυκουρέσης, 1995).

Οι διάφορες τεχνικές και χειρισμοί που μπορούν να συνεισφέρουν στη διατήρηση και στην αύξηση των πληθυσμών των φυσικών εχθρών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

- i. Προστασία από εντομοκτόνα:* Έχουν προκύψει περιστατικά μεγάλης αύξησης του πληθυσμού ενός επιβλαβούς εντόμου έπειτα από την εφαρμογή ή τις εφαρμογές ευρέως φάσματος εντομοκτόνου, αφού αυτό τελικά θανάτωσε και τους φυσικούς εχθρούς που υπήρχαν στην περιοχή (Λυκουρέσης, 1995). Αν και στη βιολογική γεωργία δεν χρησιμοποιούνται συνθετικά εντομοκτόνα, μπορούν να προκύψουν προβλήματα από τη χρήση αυτών σε γειτονικές καλλιέργειες. Για προστασία από τα εντομοκτόνα συστήνεται η χρήση φυτοφράχτη μεταξύ των καλλιεργειών, ενώ στη συμβατική καλλιέργεια συστήνεται η μείωση των ψεκασμών, η χρήση εκλεκτικών εντομοκτόνων και η ρύθμιση του χρόνου εφαρμογής τους.
- ii. Αποφυγή επιβλαβών καλλιεργητικών πρακτικών:* Οι καλλιεργητικές πρακτικές όπως η άροση, το δισκοσβάρνισμα, η καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας κ.ά. είναι χρήσιμα, αρκετές φορές για τη μείωση των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων, εξίσου όμως μπορούν να μειώσουν και τους πληθυσμούς των φυσικών εχθρών (Λυκουρέσης, 1995). Σκόπιμο είναι να γνωρίζουμε τη διαχειμάζουσα μορφή (π.χ. πούπα στο έδαφος) του / των φυσικών

εχθρών που χρειάζεται να διατηρήσουμε και να τροποποιούμε ανάλογα τους καλλιεργητικούς χειρισμούς.

- iii. **Διαφύλαξη αδρανών σταδίων:** η συντήρηση αδρανών σταδίων είναι σημαντική ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που υπάρχει μικρός ή καθόλου πληθυσμός του επιθυμητού φυσικού εχθρού και απαιτείται εισαγωγή του. Παράδειγμα αδρανούς σταδίου είναι οι παρασιτισμένες νύμφες επιβλαβών εντόμων με το επιθυμητό παρασιτοειδές (Λυκουρέσης, 1995).
- iv. **Διατήρηση της ποικιλότητας της αυτοφυούς βλάστησης:** είναι απαραίτητη δεδομένου ότι μέσω αυτής μπορούν να υπάρχουν πηγές τροφής, εναλλακτικοί ξενιστές (για τα παρασιτοειδή), καταφύγια και θέσεις διαχείμασης των φυσικών εχθρών. Έχει βρεθεί ότι το φυτό *Urtica dioica*, ή κοινώς η τσουκνίδα, φιλοξενεί ικανούς πληθυσμούς του παρασιτοειδούς των επιβλαβών αφίδων *Aphidius ervi* (Λυκουρέσης, 1995).
- v. **Εναλλακτικοί ξενιστές και λεία:** Οι φυσικοί εχθροί που δεν είναι εξειδικευμένοι ως προς τον ξενιστή ή τη λεία τους, κάποιες χρονικές περιόδους (πριν ή μετά τον κύκλο του εχθρού της καλλιέργειας) χρειάζονται εναλλακτικές πηγές τροφής για να επιζήσουν. Εάν αυτοί οι εναλλακτικοί ξενιστές ή λεία δεν βρίσκονται δίπλα στην καλλιέργεια, τότε ο πληθυσμός του φυσικού εχθρού θα μειωθεί και όταν παρουσιαστεί το έντομο-εχθρός της καλλιέργειας θα υπάρχει πρόβλημα. Αντίθετα, εάν οι εναλλακτικοί ξενιστές ή λεία βρίσκονται δίπλα στην καλλιέργεια, τότε οι φυσικοί εχθροί εισέρχονται στην καλλιέργεια νωρίτερα και σε ικανούς πληθυσμούς ώστε να ελέγξουν τον πληθυσμό του επιβλαβούς εντόμου πριν αυτός αυξηθεί. Για τη διατήρηση εναλλακτικών ξενιστών και λείας δίπλα στην καλλιέργεια απαραίτητη είναι η διατήρηση, όπως προαναφέρθηκε, της αυτοφυούς βλάστησης και επιπροσθέτως η ύπαρξη θάμνων ή δέντρων στα περιθώρια των αγρών (Λυκουρέσης, 1995).
- vi. **Διαθέσιμες πηγές τροφής:** Το νέκταρ των ανθέων των αυτοφυών φυτών αποτελούν σημαντικές πηγές τροφής για πολλούς φυσικούς εχθρούς εντόμων-εχθρών των καλλιεργειών. Έχει βρεθεί ότι τα άνθη των φυτών Umbeliferae είναι ιδιαίτερα ελκυστικά για τα παρασιτοειδή υμενόπτερα (Λυκουρέσης, 1995).
- vii. **Διαθέσιμα καταφύγια και θέσεις διαχείμασης:** παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των φυσικών εχθρών. Τέτοια αποτελούν οι φράκτες πολυετών φυτών και οι λωρίδες αυτοφυούς βλάστησης στα περιθώρια των αγρών. Έχει βρεθεί ότι

το μεγαλύτερο ποσοστό των αρπακτικών ειδών διαχειμάζει στα περιθώρια των αγρών. Η δημιουργία φρακτών με θάμνους ή λωρίδων με επιθυμητά ποώδη φυτά στα περιθώρια, είναι χειρισμοί που διατηρούν και αυξάνουν τους πληθυσμούς των φυσικών εχθρών των εντόμων-εχθρών των καλλιεργειών (Λυκουρέσης, 1995).

3.3. Σύγκριση ποιότητας προϊόντων βιολογικής παραγωγής με αυτών της συμβατικής παραγωγής

Τις τελευταίες δεκαετίες, η ολοένα αυξανόμενη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για την ασφάλεια των τροφίμων και την προστασία του περιβάλλοντος, παράλληλα με τις πολιτικές των περισσότερων χωρών για ενίσχυση της αειφόρου γεωργίας έχουν δώσει μια ταχεία ώθηση στην εξάπλωση των βιολογικών καλλιεργειών. Αυτό συμβαίνει γιατί πράγματι η βιολογική γεωργία δίνει ασφαλή προϊόντα, απαλλαγμένα από ορμόνες και υπολείμματα αγροχημικών, ενώ συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος αφού έχει μειωμένες εισροές (ενέργεια, λιπάσματα) και άρα μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ενώ εποικοδομεί παρά καταστρέφει την οργανική ύλη του εδάφους και δεν ρυπαίνει τα υπόγεια ύδατα.

Ακόμα, υπάρχει μια ευρέως διαδεδομένη άποψη, ότι η βιολογική γεωργία παράγει τρόφιμα καλύτερης ποιότητας και διατροφικής αξίας από ότι η συμβατική γεωργία (Schuphan, 1974; Woese et al., 1997; Lundegårdh & Mårtensson, 2003). Αν πράγματι υπάρχει διαφορά στη διατροφική αξία των βιολογικών και των συμβατικών γεωργικών προϊόντων είναι ακόμα ασαφές (Brandt & Molgaard, 2001; Gennaro & Quaglia, 2003; Magkos et al., 2003). Η σύγκριση προϊόντων βιολογικής και συμβατικής γεωργίας σε επίπεδα θρεπτικής αξίας και οργανοληπτικής ποιότητας δίνει συχνά αντικρουόμενα αποτελέσματα, έτσι, δεν μπορεί ακόμα να γίνει μια σαφής σύνδεση μεταξύ συστήματος καλλιέργειας και θρεπτικής αξίας γεωργικών προϊόντων (Woese et al., 1997; Bourne & Prescott, 2002).

Για να είναι έγκυρη η σύγκριση της διατροφικής αξίας μεταξύ προϊόντων βιολογικής και συμβατικής γεωργίας, απαιτείται τα φυτά να έχουν καλλιεργηθεί σε παρόμοιες εδαφοκλιματικές συνθήκες, με ίδιες ποσότητες διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά, να έχει ληφθεί δείγμα την ίδια περίοδο και αυτό να έχει επεξεργαστεί και αναλυθεί με τον ίδιο τρόπο και με έγκυρες μεθόδους (Kumpulainen,

2001; Magkos et al., 2003). Δυστυχώς οι περισσότερες μελέτες δεν έχουν γίνει κάτω από παρόμοιες συνθήκες γι' αυτό είναι δύσκολο να βγουν γενικότερα συμπεράσματα. Ακόμα, η συγκέντρωση σε θρεπτικά συστατικά στα φυτικά προϊόντα συχνά εκφράζεται επί ξηρού βάρους. Ωστόσο, μη σημαντικές διαφορές στη σύσταση επί ξηρού βάρους, μπορεί να σημαίνουν σημαντικές διαφορές στη σύσταση επί νωπού βάρους μεταξύ προϊόντων βιολογικής και συμβατικής γεωργίας, εάν υπάρχει σημαντική διαφορά στο ποσοστό ξηράς ουσίας μεταξύ των δύο. Γι' αυτό είναι σημαντικό τα θρεπτικά συστατικά των φυτικών προϊόντων να εκφράζονται επί νωπού βάρους (Magkos et al., 2003).

Πολλοί ερευνητές δηλώνουν ότι τα βιολογικά γεωργικά προϊόντα περιέχουν **λιγότερα νιτρικά** και υψηλότερη περιεκτικότητα σε σημαντικές θρεπτικές ουσίες σε σχέση με τα συμβατικά (Bruulsema, 2002; Granstedt & Kjellenberg, 1997; Maggio et al., 2008; Rembialowska, 1999; Schuphan, 1974; Varis et al., 1996; Worthington, 2001). Όσο αφορά τα περιεχόμενα **θρεπτικά συστατικά** οι διαφορές μεταξύ βιολογικών και συμβατικών προϊόντων είναι μικρές και επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως εδαφοκλιματικές συνθήκες, λίπανση και μεταχείριση των προϊόντων μετά τη συγκομιδή κ.ά. (Gennaro and Quaglia, 2003).

Σύμφωνα με μελέτη των Kelly and Bateman (2010), διαπιστώθηκε ότι οι καρποί βιολογικής καλλιέργειας έχουν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις μαγνησίου, ασβεστίου, χαλκού και ψευδαργύρου συγκριτικά με καρπούς συμβατικής καλλιέργειας και αυτό το αποδίδουν στην αυξημένη δραστηριότητα μυκόρριζας στα οργανικά εδάφη. Άλλες μελέτες δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και ιχνοστοιχεία μεταξύ προϊόντων βιολογικής και συμβατικής γεωργίας (Warman & Haward, 1998; Worthington, 1998; Magkos et al., 2003). Γενικά, για τα περιεχόμενα **ανόργανα στοιχεία** δεν υπάρχει κάποια σαφής τάση, αλλά θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι ορισμένα από αυτά, όπως ο φώσφορος, το μαγνήσιο και κάλιο, έχουν βρεθεί σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε τομάτες, πατάτες, καρότα, μαρούλι, σπανάκι και λάχανο βιολογικής καλλιέργειας σε σχέση με τα αντίστοιχα λαχανικά συμβατικής καλλιέργειας. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί με τις διαφορές στην εδαφολογική σύσταση, η οποία έχει επιπτώσεις στο μεταβολισμό των φυτών και στην ανόργανη απορρόφηση από το έδαφος (Gennaro and Quaglia, 2003).

Ένα πιθανό ποιοτικό πλεονέκτημα των βιολογικών προϊόντων έναντι των συμβατικών είναι η υψηλότερη συγκέντρωση σε δευτερεύουσες ουσίες, όπως οι **βιταμίνες και οι αντιοξειδωτικές ουσίες**. Σε μελέτες που έγιναν σε αρκετά λαχανικά (τομάτες, μαρούλι, σπανάκι και λάχανο) βιολογικής καλλιέργειας, παρατηρήθηκε υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες C, A και αντιοξειδωτικών ουσιών συγκριτικά με τα λαχανικά συμβατικής καλλιέργειας (Asami et al 2003; Caris-Veyrat et al., 2004; Chassy et al 2006; Hallmann, 2012; Heaton 2001; Oliveira et al., 2013; Vinha et al., 2014; Weibel et al 2000; Woese et al, 1997). Ερευνητικά στοιχεία έδειξαν επίσης ότι βιολογικά προϊόντα περιείχαν περισσότερες βιοδραστικές ουσίες, όπως πολυφαινόλες, φλαβονοειδή και καροτινοειδή (Caris-Veyrat et al., 2004; Györe-Kisa et al., 2012; Hallmann, 2012; Hallmann and Rembialkowska, 2007; Oliveira et al., 2013; Vinha et al., 2014).

Ωστόσο, τρόφιμα υψηλής ποιότητας και διαθρεπτικής αξίας μπορούν να παραχθούν είτε με οργανική, είτε με ανόργανη πηγή λίπανσης των φυτών. Οι διαφορές που προκύπτουν συχνά σε ποιότητα ή αποδόσεις οφείλονται στη διαφορά των ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων και στον τρόπο που αυτά είναι διαθέσιμα για τα φυτά.

Ουσιαστικά δεν υπάρχει θρεπτική και ποιοτική υπεροχή όσον αφορά λαχανικά είτε συμβατικής είτε βιολογικής καλλιέργειας. Υπεύθυνοι για αυτή την υπεροχή είναι ένα σύνολο παραγόντων που επηρεάζουν τη σύσταση των φυτικών ιστών. Αυτοί είναι: ποικιλία, κλίμα, τύπος εδάφους, καλλιεργητικές πρακτικές, χρήση φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων, ωριμότητα κατά τη συλλογή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί. Οι κάποιες αποκλίσεις που παρατηρούνται στη βιβλιογραφία, είναι αποτέλεσμα ίσως των διαφορετικών σταδίων φυσιολογικής ωριμότητας των καρπών κατά τη συγκομιδή (Pieper and Barrett, 2008). Για τον καθορισμό της σημαντικότητας της μιας καλλιέργειας έναντι στην άλλη, είναι αναγκαίο οι παράγοντες αυτοί να είναι ελεγχόμενοι και/ ή να συνυπολογίζονται στο πειραματικό πρόγραμμα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των παραγόμενων βιολογικών λαχανικών είναι σύνθετοι και αλληλένδετοι, επομένως είναι απαραίτητο να γίνουν πρόσθετες μελέτες ώστε να διαπιστωθούν οι πραγματικές αλληλεξαρτήσεις (Hallmann and Rembialkowska, 2007).

4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη αυτή έγινε με σκοπό την προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων και πληροφοριών σχετικά με την επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής τομάτας βιολογικής καλλιέργειας στην Ελλάδα, λόγω περιορισμένης σχετικής βιβλιογραφίας διεθνούς και εγχώριας.

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Γενικά

Στην παρούσα μελέτη καλλιεργήθηκε τομάτα βιομηχανικής χρήσης με τρία διαφορετικά είδη λίπανσης, τα οποία ήταν α) βιολογικό λίπασμα, β) αιγοπρόβεια κομποστοποιημένη κοπριά και γ) NPK 15-15-15, ενώ υπήρχαν και πειραματικά τεμάχια στα οποία δεν έγινε καμία εφαρμογή λίπανσης (μάρτυρας).

Η καλλιέργεια έγινε στο βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος 37° 59' 1,47'' Β, γεωγραφικό μήκος 23° 42' 6,98'' Α, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας). Ο συγκεκριμένος αγρός υφίσταται βιολογική διαχείριση από το 1995. Η καλλιέργεια της τομάτας έγινε την περίοδο 15 Απριλίου με 4 Αυγούστου 2014.

5.2. Φυτικό υλικό

20 δίσκοι με σπορόφυτα τομάτας βιομηχανικής χρήσης παραχωρήθηκαν από τη βιομηχανία μεταποίησης τομάτας Δ. Νομικός Α.Ε.. Το υβρίδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Heinz 3402, τα χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Χαρακτηριστικά υβριδίου τομάτας Heinz 3402 (Heinz Company, 2013).

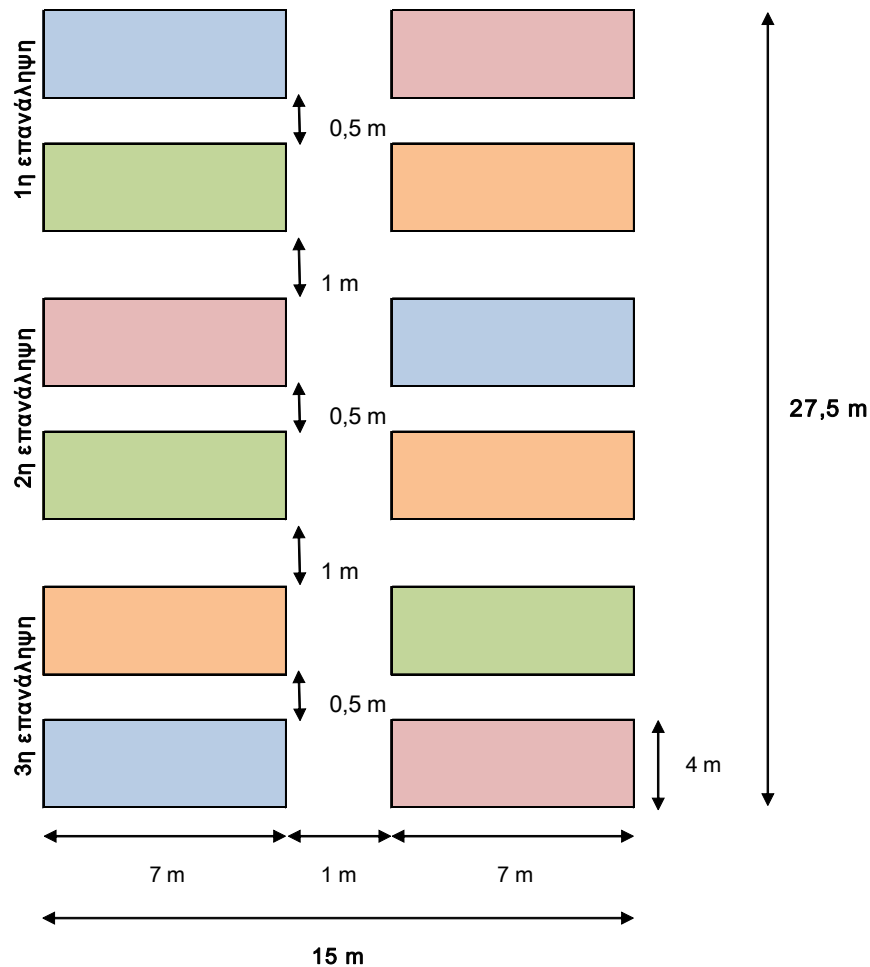
Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Ωρίμαση – Συγκομιδή	Μεσοπρώιμη (120 ημέρες), μηχανική συγκομιδή
Τύπος βλάστησης	Μεγάλος ημι-έρπων θάμνος
Καρπός	Λείοι, ομοιόμορφοι, \cong 66 g, °Brix = 5,1 κατά μέσο όρο.
Ανθεκτικότητες	<i>Verticillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , Κομβονηματώδεις (<i>Meloidogyne sp.</i>) και <i>Pseudomonas syringae</i> .
Προσαρμοστικότητα	Υπό ξηρές αλλά και υγρές συνθήκες αγρού δίνει άριστες αποδόσεις. Οι καρποί διατηρούνται καλά χάρη στο χαρακτηριστικό της παρατεταμένης διατήρησης στον αγρό του υβριδίου.



Εικόνα 5.1. Σπορόφυτα τομάτας υβριδίου Heinz 3402.

5.3. Πειραματικό σχέδιο

Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 ομάδες (3 επαναλήψεις) και 4 επεμβάσεις (4 διαφορετικά είδη λίπανσης). Χρησιμοποιήθηκαν 5,5 kg βιολογικού λιπάσματος ‘Biogen’, 4 kg αιογόβρεια κομποστοποιημένη κοπριά και 1 kg NPK λίπασμα ‘COMPO ENPEKA 15-15-15’ ανά πειραματικό τεμάχιο ή 196 kg, 143 kg και 36 kg ανά στρέμμα αντίστοιχα. Κάθε ομάδα (επανάληψη) αποτελούταν από 4 πειραματικά τεμάχια στα οποία ήταν τυχαία διατεταγμένες οι 4 επεμβάσεις. Ο συνολικός αριθμός των πειραματικών τεμαχίων ήταν 12. Κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 28 m² (4m × 7m). Η συνολική έκταση που χρησιμοποιήθηκε ήταν 412,5 m² συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων μεταξύ των τεμαχίων.



Επεμβάσεις	
α	Μάρτυρας (καθόλου)
β	compost1 (biogen 5,5 kg)
γ	compost2 (κοπριά 4 kg)
δ	NPK (compo enpeka 1 kg)

Σχήμα 5.1. Πειραματικό σχέδιο αγρού

5.4. Εδαφολογική ανάλυση αγρού

Το έδαφος του πειραματικού αγρού, κατόπιν αναλύσεως, χαρακτηρίζεται σαν αργιλλοπηλώδες (CL) σύμφωνα με την παρακάτω ανάλυση:

Πίνακας 5.2. Ανάλυση εδάφους βιολογικού αγρού ΓΠΑ.

CaCO ₃	15,99 %	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37 %	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

5.5. Λιπάσματα

Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζονται τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα και η μέση σύσταση αυτών.

Πίνακας 5.3. Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και η μέση σύσταση αυτών.

Βιολογικό λίπασμα 'Biogen'	
Άζωτο (N)	ολικό 7 % (οργανικό 100 %)
Φωσφόρος (P ₂ O ₅)	ολικός 4 % (διαλυτός στο ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο 65 %, υδατοδιαλυτός 60 %)
Κάλιο (K ₂ O)	7 % (υδατοδιαλυτό 100 %)
Μαγνήσιο (MgO)	2 %
Βόριο (B)	0,2 %
Οργανική ύλη	33 %
Ανόργανο λίπασμα 'COMPO ENPEKA 15-15-15+5S'	
Άζωτο (N)	ολικό 15 % (6,5 % νιτρικό, 8,5 % αμμωνιακό)
Φωσφόρος (P ₂ O ₅)	15 % (υδατοδιαλυτός 10 %)
Κάλιο (K ₂ O)	15 % (υδατοδιαλυτό 100 %)
Θείο (S)	5 % (υδατοδιαλυτό 4 %)

5.6. Εγκατάσταση πειραματικού αγρού

Από τις 10 μέχρι τις 14 Απριλίου 2014 έγινε η προετοιμασία του αγρού με όργωμα (25 cm βάθος), φρεζάρισμα, χάραξη των πειραματικών τεμαχίων και της περιμέτρου του αγρού και διασπορά των λιπασμάτων με το χέρι.



α



β



γ



δ



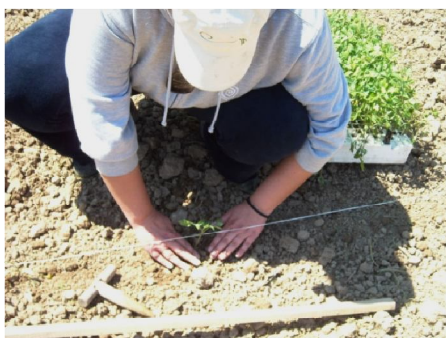
ε



στ

Εικόνες 5.2α-στ. Όργωμα, φρεζάρισμα, χάραξη αγρού και διασπορά λιπασμάτων.

Στις 15 Απριλίου έγινε η μεταφύτευση των σποροφύτων. Οι αποστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0,8 m μεταξύ των γραμμών και 0,4 m επί της γραμμής. Συνολικά μεταφυτεύτηκαν 1080 σπορόφυτα τομάτας.



α



β



γ



δ

Εικόνες 5.3α-δ. Φύτευση αγρού.

5.7. Καλλιεργητικές εργασίες

Η καλλιέργεια αρδεύτηκε με σύστημα στάγδην άρδευσης. Η συχνότητα της άρδευσης εξαρτήθηκε από τις καιρικές συνθήκες και την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους. Συνολικά, η καλλιέργεια αρδεύτηκε με 324 m³ νερό κατά προσέγγιση.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα διενεργούνταν σκαλίσματα και βοτανίσματα για να περιορισθεί ο αριθμός των ζιζανίων. Συνολικά έγιναν 6 βοτανίσματα.



α



β

Εικόνες 5.4α-β. Σύστημα άρδευσης.

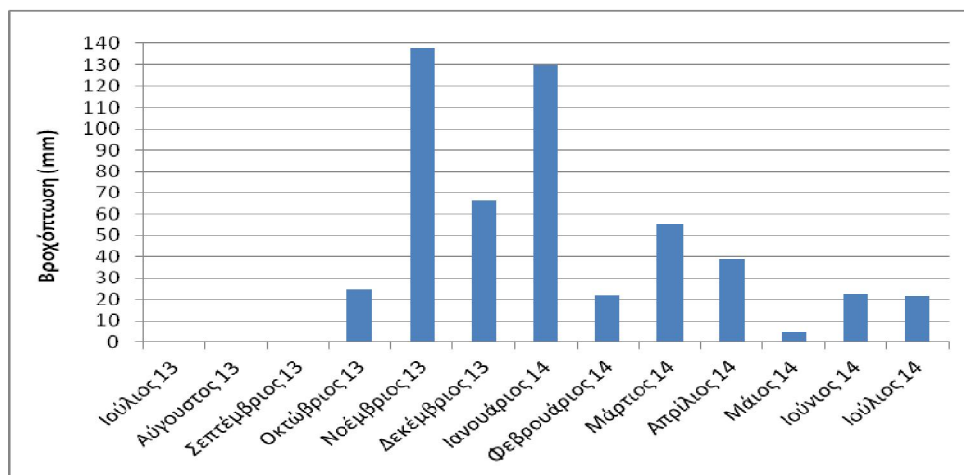
5.8. Μετεωρολογικά δεδομένα

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θερμοκρασιών και υγρασιών, μέγιστων και ελάχιστων που παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες της καλλιέργειας και η μηνιαία βροχόπτωση για την περίοδο 2013-2014. Τα δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην περιοχή Γκάζι Αθηνών.

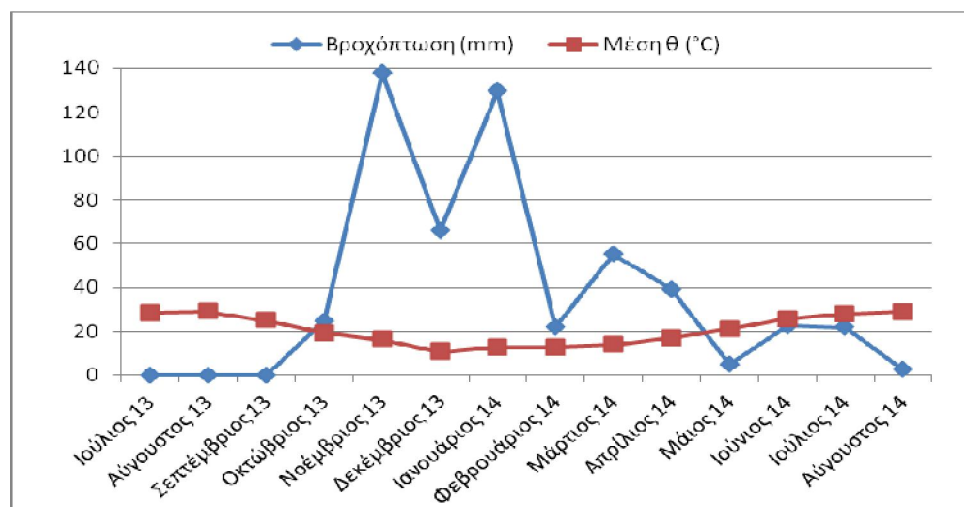
Πίνακας 5.4. Οι καιρικές συνθήκες την περίοδο της καλλιέργειας.

	Μέση Μέγιστη θ	Μέση Ελάχιστη θ	Μέση Μέγιστη Υγρασία	Μέση Ελάχιστη Υγρασία
Απρίλιος	21,0	13,5	82%	48%
Μάιος	24,6	16,7	71%	41%
Ιούνιος	30,1	21,4	70%	38%
Ιούλιος	32,6	24,2	67%	36%

Πηγή: www.meteo.gr



Γράφημα 5.1. Η μηνιαία βροχόπτωση για την περίοδο Ιούλιος 2013 - Ιούλιος 2014.



Γράφημα 5.2. Ομβροθερμικό διάγραμμα για την περίοδο Ιούλιος 2013 - Αύγουστος 2014.

5.9. Προσδιορισμοί – μετρήσεις

5.9.1. Αριθμός καρπών ανά φυτό

Πραγματοποιήθηκαν 6 μετρήσεις όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Μέτρηση	Ημέρες Από τη Φύτευση (ΗΑΦ)
1 ^η	28
2 ^η	35
3 ^η	44
4 ^η	53
5 ^η	81
6 ^η	112 (συγκομιδή)

Οι μετρήσεις έγιναν από 4 φυτά στη σειρά σε κάθε τεμάχιο. Οι σειρές των τεσσάρων φυτών επιλέχθηκαν στην αρχή με τυχαίο τρόπο, σημάνθηκαν και έπειτα έγιναν όλες οι μετρήσεις από τα ίδια φυτά.

5.9.2. Νωπό – ξηρό βάρος φυτού

Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Μέτρηση	Ημέρες Από τη Φύτευση (ΗΑΦ)
1 ^η	49
2 ^η	58
3 ^η	82

Για τη μέτρηση του νωπού βάρους: γινόταν τυχαία επιλογή ενός (1) φυτού ανά τεμάχιο το οποίο κοβόταν από τη βάση του, αφαιρούνταν με κλαδευτικό ψαλίδι τα άνθη και οι καρποί όπου υπήρχαν και τέλος ζυγίζόταν σε ζυγό ακριβείας KERN & Sohn GmbH (max = 60 kg, d = 2 g).

Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους: το φυτό που είχε κοπεί για το νωπό βάρος τοποθετούνταν σε κλίβανο σε θερμοκρασία 64 °C μέχρι σταθερού βάρους. Στη συνέχεια ζυγίζόταν στο ζυγό ακριβείας για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους.



α



β

Εικόνες 5.5α, β. Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους φυτού τομάτας.

5.9.3. Ποιοτικοί προσδιορισμοί

Για την εκτίμηση της σκληρότητας, του χρώματος και των ολικών διαλυτών στερεών συλλέχθηκαν δείγματα καρπών την 99^η ΗΑΦ. Τα δείγματα συλλέχθηκαν ως εξής: 3 καρποί ανά φυτό (από την 3^η ταξικαρπία) από 3 φυτά σε κάθε τεμάχιο. Συνολικά για κάθε τεμάχιο συλλέχθηκαν 9 καρποί.

Σκληρότητα - Αντοχή στη διάτρηση

Για την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων των καρπών, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της διάτρησης, που είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Τα τεστ διάτρησης βασίζονται στο πρότυπο μοντέλο των Magness-Taylor, Magness-Taylor fruit firmness test (Magness and Taylor, 1925) και χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της σκληρότητας πολλών καρπών. Υπάρχουν πολλές παραλλαγές του μοντέλου Magness-Taylor (MT), ωστόσο ο όρος “Magness-Taylor firmness” χρησιμοποιείται σε όλες τις παραλλαγές. Όλα τα όργανα χρησιμοποιούν έμβολα με παραβολικές κεφαλές συγκεκριμένης γεωμετρίας και μετρούν τη μέγιστη δύναμη που απαιτείται για τη διείδυση του εμβόλου 7,94 mm στη σάρκα (Haller, 1941).

Η σκληρότητα των καρπών στο παρόν πείραμα μετρήθηκε με επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201, που είναι εφοδιασμένο με κωνική ακίδα διαμέτρου 6,3mm, με ταχύτητα καθόδου της ακίδας 200 mm/min, και μετρά συμπίεση έως 50 N με ακρίβεια 0,1 N. Σε κάθε καρπό έγινε μια μέτρηση στην περιοχή του ισημερινού του καρπού με την ακίδα να διαρρηγνύει την επιδερμίδα και μερικά χιλιοστά από τη σάρκα του καρπού. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως η δύναμη (σε kg) που απαιτείται για τη διάτρηση του καρπού. Η τιμή για κάθε τεμάχιο εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος από τους 9 καρπούς.



Εικόνα 5.6. Επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201.

Ολικά διαλυτά στερεά - Βαθμοί Brix

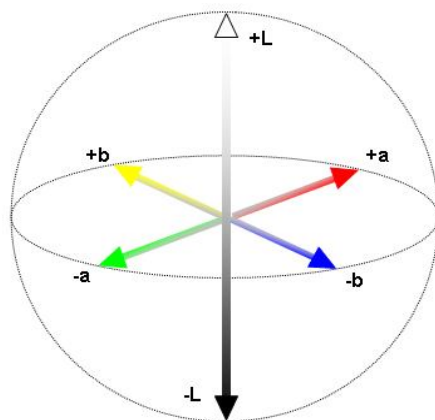
Τα ολικά (υδατο-) διαλυτά στερεά συστατικά της τομάτας είναι τα σάκχαρα, τα οξέα, τα άλατα, τα μέταλλα και κάποιες πρωτεΐνες. Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών γίνεται με απευθείας ανάγνωση από διαθλασίμετρο και εκτιμάται σε βαθμούς Brix (Gould, 1992).

Ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών σε αυτό το πείραμα έγινε με διαθλασίμετρο χειρός μοντέλο Schmidt & Haensch HR32B. Οι διάτρητοι καρποί από τη μέτρηση της συνεκτικότητας συνθλίβονταν με το χέρι μέχρι να προκύψει χυμός. Έπειτα μια σταγόνα χυμού τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή του οργάνου και ακολουθούσε η ανάγνωση με ακρίβεια 0,2 °Brix. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία 20 °C. Η τιμή για κάθε τεμάχιο εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος από τους 9 καρπούς.

Εκτίμηση χρώματος

Το χρώμα ενός αντικειμένου μπορεί να περιγραφεί από αρκετά χρωματικά συστήματα: RGB, Hunter L a b, CIE L* a* b*, CIE XYZ κ.ά.. Από τα σημαντικότερα συστήματα είναι το CIE L*a*b* (Commission Internationale de l'Éclairage, 1976). Πρόκειται για ένα ομοιόμορφο χρωματικό χώρο ο οποίος προσεγγίζει καλύτερα από όλα τα χρωματικά συστήματα την ανθρώπινη αντίληψη των χρωματικών διαφορών (Abbott, 1999).

Το κάθε χρώμα περιγράφεται από 3 συντεταγμένες ή χρωματικούς παράγοντες, τους L*, a* και b* που απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων (Σχήμα 5.2).



Σχήμα 5.2. Τρισδιάστατη απεικόνιση του χρωματικού μοντέλου CIE L*a*b*.

Ο παράγοντας L^* (Lightness) παρέχει πληροφορία για τη φωτεινότητα του αντικειμένου παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό) ενώ οι παράγοντες a^* και b^* παρέχουν την πληροφορία για το χρώμα χωρίς να υπάρχουν για αυτούς κάποια αριθμητικά όρια. Θετικές τιμές του a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου ενώ αρνητικές τιμές, αποχρώσεις του πράσινου. Αντίστοιχα θετικές τιμές του b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου και αρνητικές, αποχρώσεις του μπλε (Abbott, 1999; Papadakis and Yam, 2000; Yam and Papadakis, 2004).

Το εξωτερικό χρώμα (χρώμα περικαρπίου) μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR 200, που δίνει αριθμητικές τιμές για τις τρεις παραμέτρους μέτρησης του φωτός L^* , a^* , b^* του διεθνούς συστήματος CIE. Το όργανο βαθμονομήθηκε με μια λευκή πλάκα ($x=93,9$ $z=0,313$ $y=0,321$). Σε κάθε καρπό έγιναν 2 μετρήσεις στον ισημερινό του καρπού. Η τιμή για κάθε τεμάχιο εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος των 18 μετρήσεων (2 μετρήσεις ανά καρπό από 9 καρπούς).



Εικόνα 5.7. Χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR 200.



Εικόνα 5.8. Απεικόνιση λήψης μέτρησης χρώματος από την επιφάνεια τομάτας.

Ολική Οξύτητα

Για τη μέτρηση της ολικής οξύτητας συλλέχθηκαν δείγματα καρπών την 106^η ημέρα από τη μεταφύτευση. Τα δείγματα συλλέχθηκαν ως εξής: 1 ώριμος καρπός ανά φυτό από 2 φυτά σε κάθε τεμάχιο. Συνολικά για κάθε τεμάχιο συλλέχθηκαν 2 καρποί.

Ο προσδιορισμός των ολικών οξέων γίνεται τιτλοδοτώντας ένα μέρος του δείγματος με μια βάση γνωστή συγκέντρωσης και ένα κατάλληλο δείκτη για να προσδιοριστεί το τελικό σημείο της αντίδρασης εξουδετέρωσης. Η τιτλοδότηση μετράει και εκφράζει την οξύτητα του διαλύματος ως προς το επικρατές οξύ, στην περίπτωση της τομάτας το κιτρικό οξύ (Gould, 1992).

Στο παρόν πείραμα, για την αντίδραση εξουδετέρωσης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα NaOH N/50 (0,8 g NaOH σε 1 l απεσταγμένου νερού) με δείκτη φαινολοφθαλεΐνη 1

% (1 g φαινολοφθαλεΐνης σε 100 ml αιθυλικής αλκοόλης 95 %). Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η εξής: οι καρποί πολτοποιήθηκαν με οικιακό πολυκόπτη, έπειτα ζυγίστηκαν με ακρίβεια 10 g πολτού και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο. Ο ογκομετρικός κύλινδρος πληρώθηκε μέχρι τα 200 ml με απεσταγμένο νερό. Μετά από καλή ανατάραξη ακολούθησε διήθηση με τη χρήση πτυχωτού ηθμού (Macherey-Nagel MN 617we). Από το διήθημα παραλήφθηκαν 2 κλάσματα των 50 ml με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου και τοποθετήθηκαν σε ποτήρια ζέσεως. Ακολούθως προστέθηκαν 1-2 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης 1 % (δείκτης) και έγινε η τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH N/50, μέχρι να εμφανιστεί ροδόχρους χροιά με διάρκεια 30 δευτερολέπτων.

Τα ml του NaOH N/50 που απαιτήθηκαν για την εξουδετέρωση της οξύτητας του δείγματος εκφράστηκαν σε γραμμάρια κιτρικού οξέος ανά 100 g φρέσκου τοματοπολτού (% w/w) με την ακόλουθη σχέση:

$$\begin{aligned} \text{g οξέος ανά 100 g δείγματος (\% w/w)} &= \\ &= \frac{\text{όγκος NaOH} \times \text{Κανονικότητα NaOH} \times \text{mEq οξέος} \times \text{όγκος αρχ. διαλ.}}{\text{όγκος τιτλ. κλάσματος του αρχ. διαλ.} \times \text{βάρος δείγματος που αραιώθηκε για να δώσει το αρχ. διαλ.}} \times 100 \end{aligned}$$

όπου:

Κανονικότητα NaOH = 1/50 N

mEq κιτρικού οξέος = 0,064

Όγκος αρχικού διαλύματος = 200 ml

Όγκος τιτλοδοτούμενου κλάσματος του αρχικού διαλύματος = 50 ml

Βάρος δείγματος που αραιώθηκε για να δώσει το αρχικό διάλυμα = 10 g

5.9.4. Απόδοση

Για την εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας σε καρπούς χρησιμοποιήθηκαν οι σειρές των τεσσάρων φυτών ανά τεμάχιο που επιλέχθηκαν και σημάνθηκαν για την παρακολούθηση των καρπών. Την 112^η ΗΑΦ έγινε η συγκομιδή, μέτρηση και ζύγιση των καρπών και εκτιμήθηκαν η στρεμματική απόδοση σε kg/m² ή τον/στρ και το μέσο βάρος καρπού για κάθε επέμβαση. Σημειώνεται ότι μόνο οι ώριμοι και υγιείς καρποί συμπεριλήφθηκαν στις μετρήσεις, χωρίς ωστόσο να υπάρχουν πολλές απώλειες από ελαττωματικούς καρπούς.

5.10. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK 74104, USA).

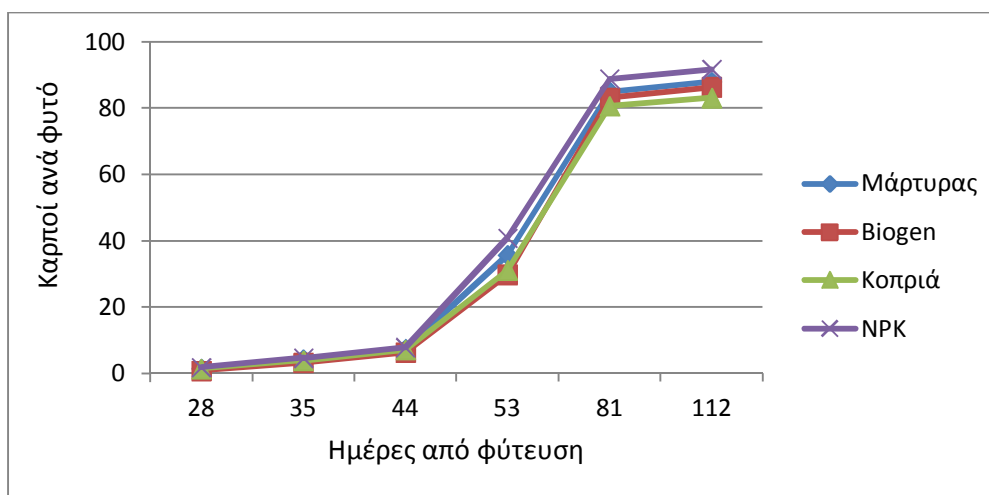
Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για τα δεδομένα του πειράματος και χρησιμοποιήθηκε το t-test για να εκτιμηθούν οι διαφορές ανάμεσα στις μέσες τιμές των μετρούμενων χαρακτηριστικών. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτιμήθηκαν με επίπεδο σημαντικότητας 5 % ($p < 0,05$).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη έγινε εφαρμογή διαφόρων ειδών λίπανσης σε βιολογική καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας και μελετήθηκε η επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά (καρποί ανά φυτό, ξηρό βάρος φυτού, αποδόσεις) και ποιοτικά χαρακτηριστικά (ολικά διαλυτά στερεά, ολικά οξέα, χρώμα, αντοχή στη διείδυση) της καλλιέργειας και των καρπών της.

6.1. Αριθμός καρπών ανά φυτό

Στο Γράφημα 6.1 παρουσιάζεται η πορεία της καρποφορίας των φυτών τομάτας όπως εξελίχθηκε στα τέσσερα διαφορετικά είδη λίπανσης, ενώ στον Πίνακα 6.1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα.



Γράφημα 6.1. Εξέλιξη καρποφορίας (καρποί ανά φυτό) για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

Πίνακας 6.1. Αριθμός καρπών ανά φυτό για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	Καρποί 28 ΗΑΦ	Καρποί 35 ΗΑΦ	Καρποί 44 ΗΑΦ	Καρποί 53 ΗΑΦ	Καρποί 81 ΗΑΦ	Καρποί 112 ΗΑΦ
Μάρτυρας	1,50 ± 0,25 ab	4,25 ± 0,25 a	7,50 ± 0,90 a	35,67 ± 11,55 a	85,00 ± 10,42 a	87,92 ± 10,77 a
Biogen	0,83 ± 0,29 b	3,25 ± 0,43 a	6,33 ± 0,95 a	29,83 ± 9,17 a	83,17 ± 8,03 a	86,33 ± 8,03 a
Κοπριά	1,42 ± 0,88 ab	3,92 ± 1,51 a	7,17 ± 1,76 a	31,17 ± 16,12 a	80,58 ± 4,51 a	83,08 ± 5,43 a
NPK	1,83 ± 0,38 a	4,67 ± 0,38 a	7,92 ± 0,76 a	40,83 ± 8,74 a	88,83 ± 23,88 a	91,67 ± 24,88 a

Δίπλα στο μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Στο στάδιο της συγκομιδής (112 ΗΑΦ) οι επεμβάσεις της οργανικής λίπανσης είχαν 6,5 – 9,8 % καρπούς λιγότερους από τις επεμβάσεις της ανόργανης λίπανσης. Τους περισσότερους καρπούς έδωσαν τα φυτά των επεμβάσεων της ανόργανης

λίπανσης (NPK 15-15-15 36 kg/στρ) με μέσο όρο κατά τη συγκομιδή 92 καρπούς ανά φυτό.

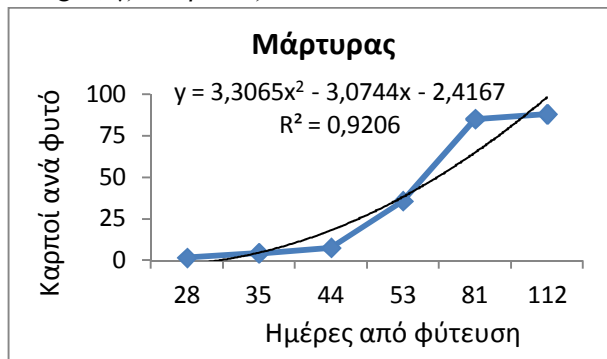
Η ανάλυση παραλλακτικότητας (Πίνακας 6.2) έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των καρπών τομάτας ανά φυτό μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα.

Πίνακας 6.2. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του αριθμού καρπών ανά φυτό ως προς τη λίπανση.

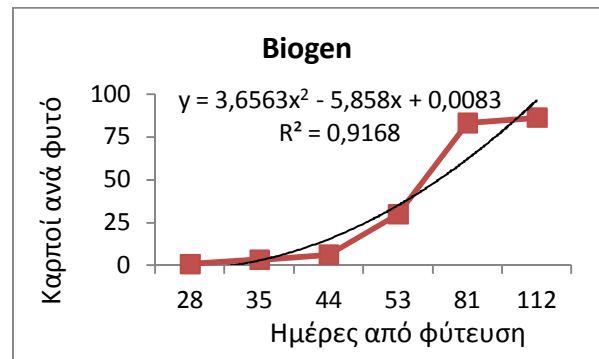
Μεταβλητή	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Καρποί 28 ΗΑΦ	1,56	3	0,52	2,13	8	0,27	1,954	0,200
Καρποί 35 ΗΑΦ	3,22	3	1,07	5,33	8	0,67	1,612	0,262
Καρποί 44 ΗΑΦ	4,06	3	1,35	10,75	8	1,34	1,006	0,439
Καρποί 53 ΗΑΦ	222,90	3	74,30	1107,42	8	138,43	0,537	0,670
Καρποί 81 ΗΑΦ	108,31	3	36,10	1526,88	8	190,86	0,189	0,901
Καρποί 112 ΗΑΦ	114,46	3	38,15	1657,79	8	207,22	0,184	0,904

Στα Γραφήματα 6.2.α-δ παρουσιάζονται, ξεχωριστά για κάθε επέμβαση, οι εξισώσεις και οι γραμμές εξέλιξης της καρποφορίας οι οποίες ακολουθούν εκθετική πορεία.

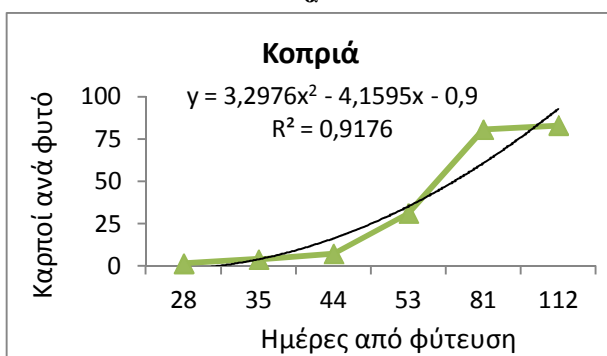
Γραφήματα 6.2.α-δ Εξισώσεις της εξέλιξης της καρποφορίας α) μάρτυρας, β) βιολογικό λίπασμα Biogen, γ) κοπριά, δ) NPK.



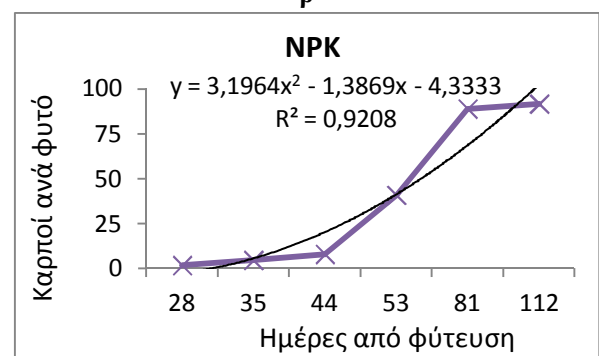
α



β



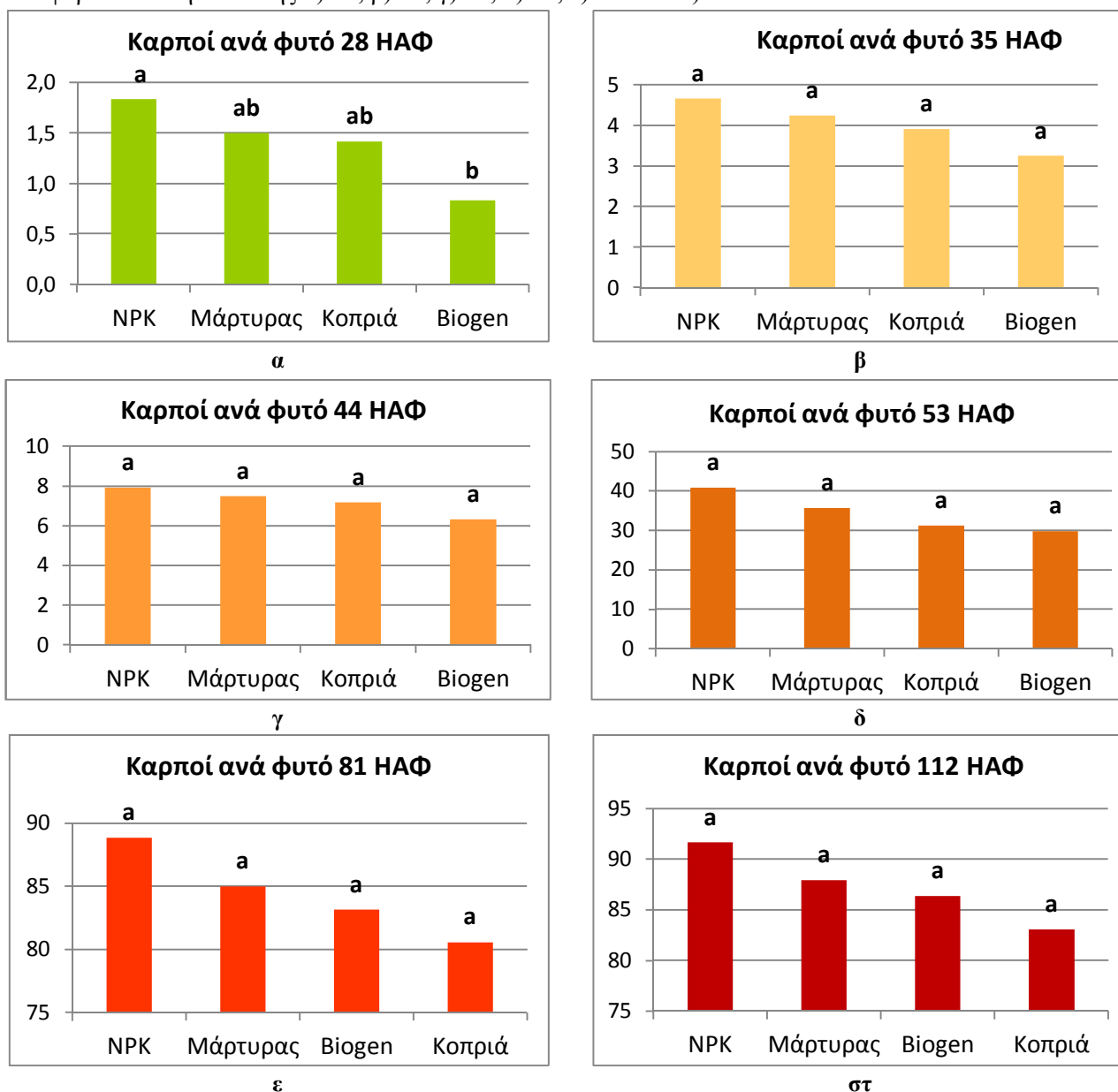
γ



δ

Στα Γραφήματα 6.3.α-στ παρουσιάζονται οι συγκρίσεις μέσω της μεθόδου t-test για τον αριθμό καρπών ανά φυτό στα διαφορετικά είδη λίπανσης. Επάνω από κάθε ράβδο τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Γραφήματα 6.3.α-στ Συγκρίσεις μέσω t-test ($p \leq 0,05$) για τον αριθμό καρπών ανά φυτό στα διαφορετικά είδη λίπανσης α) 28, β) 35, γ) 44, δ) 53, ε) 81 και στ) 112 ΗΑΦ.



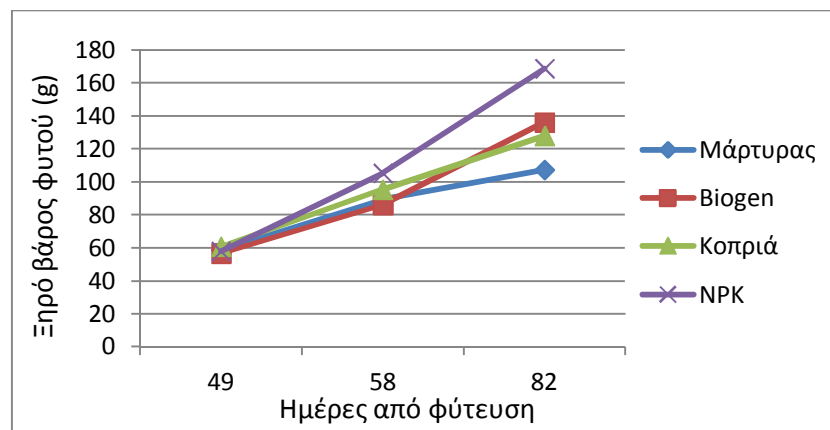
Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των καρπών ανά φυτό καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας μέχρι και τη συγκομιδή (112 ΗΑΦ) για τα τρία είδη λίπανσης και το μάρτυρα. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσαν τα πρώτα στάδια εμφάνισης των καρπών, κατά τα οποία παρατηρήθηκαν οριακές διαφορές στην ταχύτητα εμφάνισης των πρώτων καρπών, με ταχύτερη την εμφάνισή τους στην

ανόργανη λίπανση. Την ημέρα της συγκομιδής, οι περισσότεροι καρποί παρατηρήθηκαν στην ανόργανη λίπανση (92 καρποί ανά φυτό) και οι λιγότεροι στην αργοπρόβεια κοπριά (83 καρποί ανά φυτό).

Παρόμοια με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, οι Boček et al. (2008) σε συγκριτική μελέτη αποδόσεων και ποιοτικών χαρακτηριστικών βιομηχανικής τομάτας μεταξύ οργανικής και ανόργανης λίπανσης, δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των καρπών ανά m^2 , ωστόσο κατά τη συγκομιδή υπήρχαν περισσότεροι καρποί στις επεμβάσεις των οργανικών λιπάνσεων (72 – 81 καρποί ανά m^2) από τις επεμβάσεις της ανόργανης λίπανσης (69 καρποί ανά m^2).

6.2. Ξηρό βάρος φυτού

Στο Γράφημα 6.4 παρουσιάζεται η πορεία της φυτομάζας όπως εξελίχθηκε στα τέσσερα διαφορετικά είδη λίπανσης, ενώ στον Πίνακα 6.3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα και στον Πίνακα 6.4 η ανάλυση παραλλακτικότητας.



Γράφημα 6.4. Εξέλιξη φυτομάζας για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

Πίνακας 6.3. Εξέλιξη φυτομάζας για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	Ξηρό βάρος φυτού 49 ΗΑΦ	Ξηρό βάρος φυτού 58 ΗΑΦ	Ξηρό βάρος φυτού 82 ΗΑΦ
Μάρτυρας	58,67 ± 9,87 a	89,33 ± 5,03 a	107,33 ± 65,74 a
Biogen	56,67 ± 32,02 a	86,00 ± 22,00 a	136,00 ± 31,43 a
Κοπριά	60,67 ± 9,02 a	95,33 ± 4,62 a	128,00 ± 29,60 a
NPK	58,00 ± 17,09 a	105,33 ± 30,29 a	168,67 ± 56,05 a

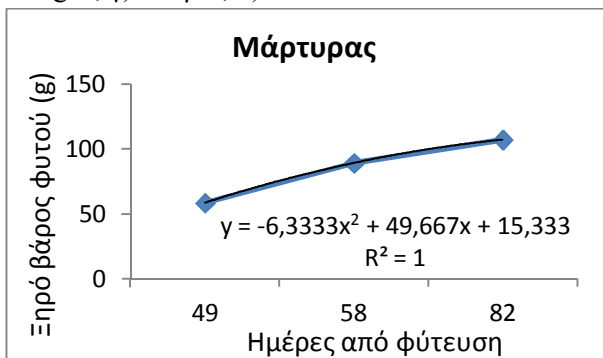
Δίπλα στο μέσο όρο και τη τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Πίνακας 6.4. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του ξηρού βάρους του φυτού ως προς τη λίπανση.

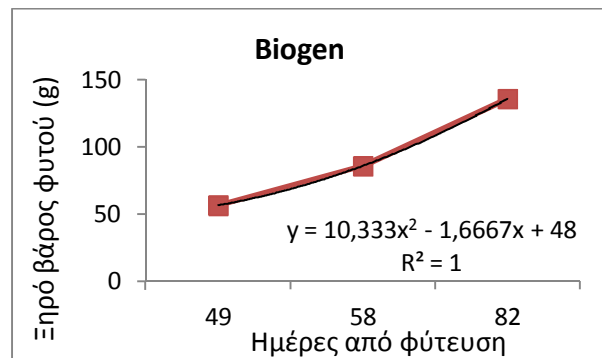
Μεταβλητή	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Ξηρό βάρος φυτού 49 ΗΑΦ	25,00	3	8,33	2992,00	8	374,00	0,022	0,995
Ξηρό βάρος φυτού 58 ΗΑΦ	648,00	3	216,00	2896,00	8	362,00	0,597	0,635
Ξηρό βάρος φυτού 82 ΗΑΦ	5846,67	3	1948,89	18653,33	8	2331,67	0,836	0,511

Στα Γραφήματα 6.5.α-δ παρουσιάζονται για κάθε επέμβαση οι εξισώσεις και οι γραμμές της εξέλιξης της φυτομάζας, ενώ στα Γραφήματα 6.6.α-γ παρουσιάζονται οι συγκρίσεις μέσων με τη μέθοδο t-test ($p \leq 0,05$) για το ξηρό βάρος φυτού στα διαφορετικά είδη λίπανσης, α) 49, β) 58 και γ) 82 ΗΑΦ.

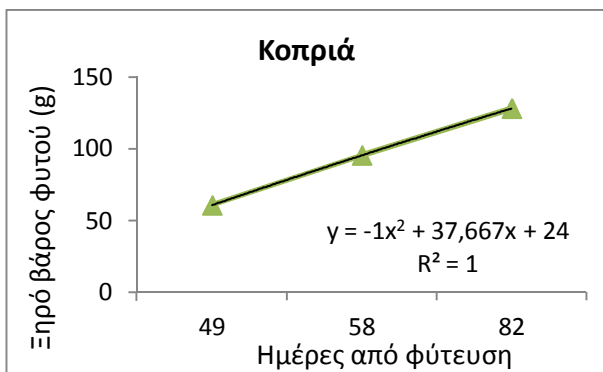
Γραφήματα 6.5.α-δ. Εξισώσεις της εξέλιξης της φυτομάζας α) μάρτυρας, β) βιολογικό λίπασμα Biogen, γ) κοπριά, δ) NPK.



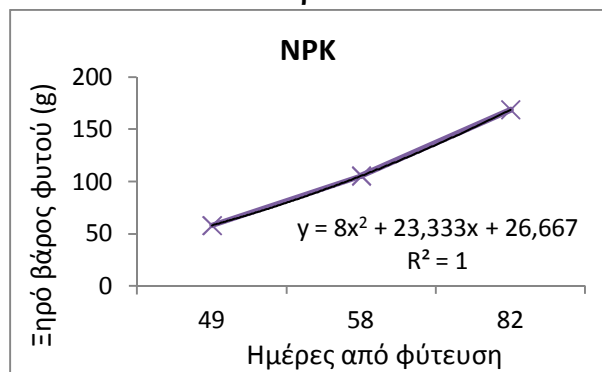
α



β

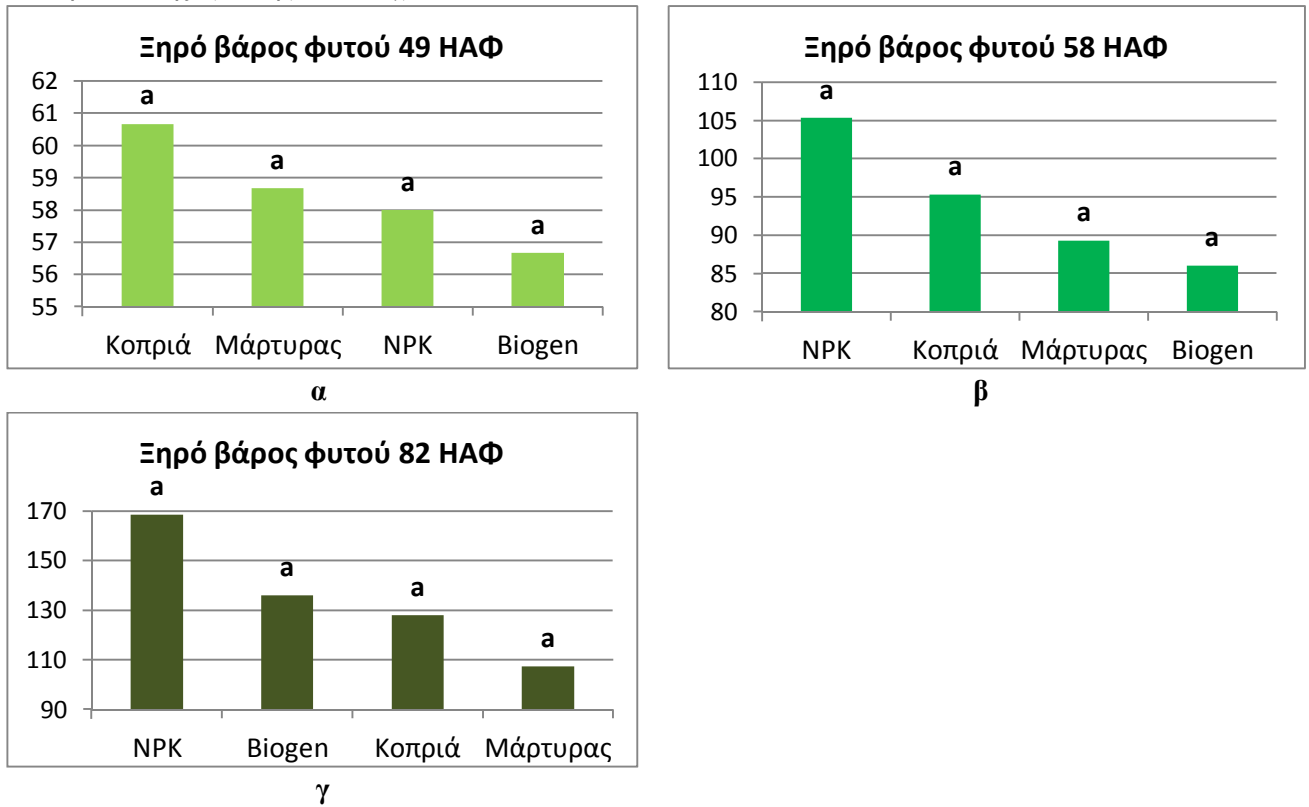


γ



δ

Γραφήματα 6.6.α-γ Συγκρίσεις μέσων t-test ($p \leq 0,05$) για το ξηρό βάρος φυτού (g) στα διαφορετικά είδη λίπανσης α) 49, β) 58 και γ) 82 ΗΑΦ.



Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας (Πίνακας 6.4), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά την εξέλιξη της φυτομάζας (ξηρό βάρος φυτού) της καλλιέργειας μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα. Ωστόσο, η ανόργανη λίπανση φαίνεται να έδωσε μια ταχεία ώθηση στη βλάστηση μετά τη 58^η ΗΑΦ, ενώ το οργανικό λίπασμα και η κοπριά έδρασαν πιο αργά (Γράφημα 6.4). Την 82^η ΗΑΦ το ξηρό βάρος των φυτών της οργανικής λίπανσης ήταν κατά 19,5 – 24,3 % μικρότερο από εκείνο των φυτών της ανόργανης λίπανσης. Πιο συγκεκριμένα, την 82^η ΗΑΦ το ξηρό βάρος των φυτών ήταν κατά μέσο όρο 128 g, 136 g και 169 g με κοπριά, βιολογικό λίπασμα και NPK λίπασμα αντίστοιχα.

6.3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού και αποδόσεις

Στον Πίνακα 6.5 παρουσιάζεται η ανάλυση παραλλακτικότητας για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών και τις αποδόσεις σε καρπό ως προς τη λίπανση. Από την ανάλυση παραλλακτικότητας προέκυψαν στατιστικά σημαντικές επιδράσεις του παράγοντα λίπανση στην οξύτητα και στο μέσο βάρος καρπού.

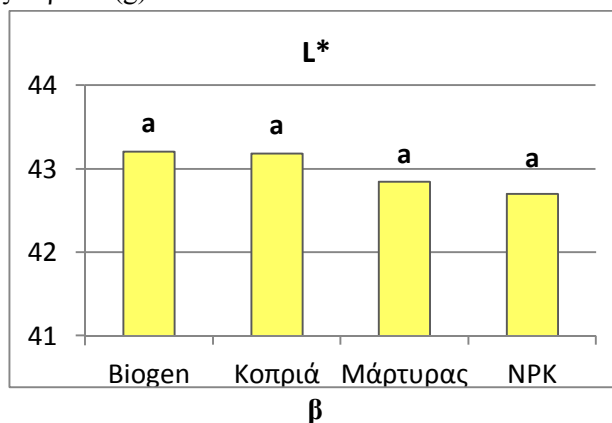
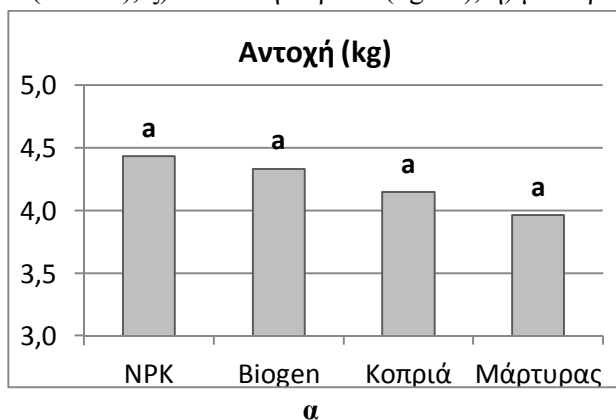
Πίνακας 6.5. Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των ποιοτικών χαρακτηριστικών και των αποδόσεων ως προς τη λίπανση.

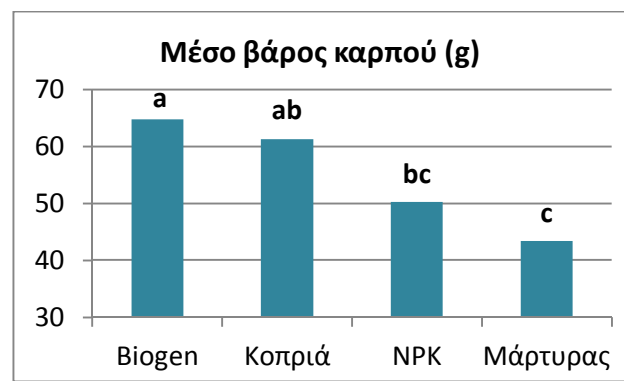
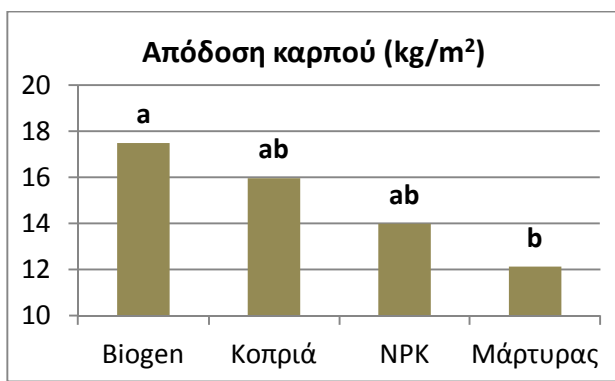
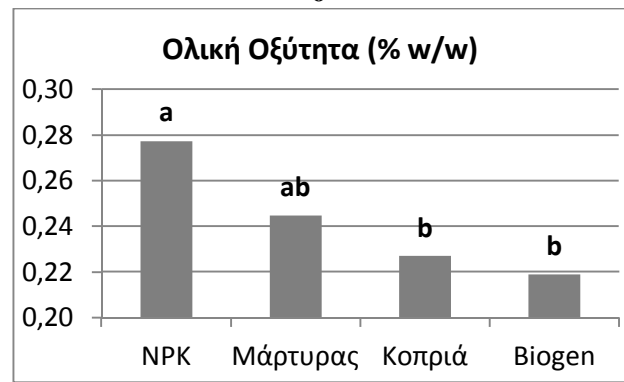
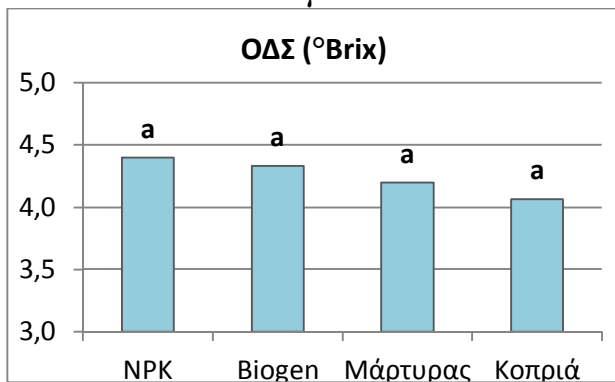
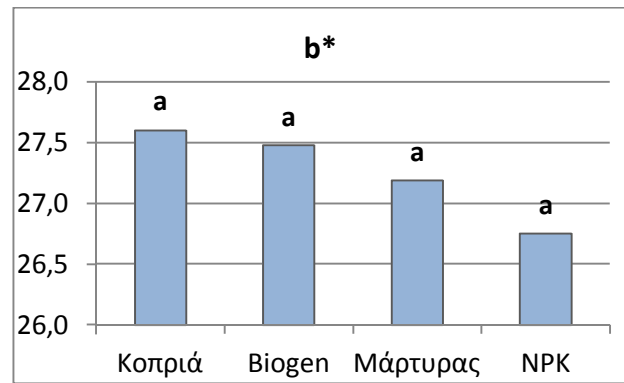
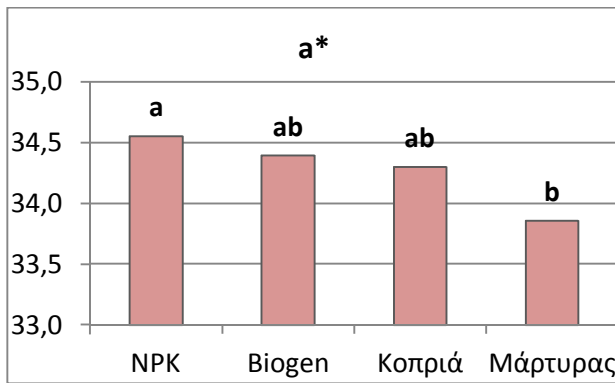
Μεταβλητή	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	
Σκληρότητα - Αντοχή (kg)	0,39	3	0,13	0,93	8	0,12	1,102	0,403	
Χρώμα περικαρπίου	L	0,57	3	0,19	2,71	8	0,34	0,564	0,654
	a	0,80	3	0,27	0,78	8	0,10	2,743	0,113
	b	1,29	3	0,43	8,17	8	1,02	0,422	0,743
	a/b	0,00	3	0,00	0,02	8	0,00	0,673	0,593
	Color index	3,84	3	1,28	17,28	8	2,16	0,592	0,638
	Hue	0,04	3	0,01	0,15	8	0,02	0,678	0,590
	Chroma	0,78	3	0,26	3,53	8	0,44	0,586	0,641
	DiffWRed	1,06	3	0,35	3,67	8	0,46	0,770	0,542
Ολική Οξύτητα (% w/w)	0,01	3	0,00	0,00	8	0,00	4,514	0,039	
ΟΔΣ (°Brix)	0,21	3	0,07	0,35	8	0,04	1,591	0,266	
ΟΔΣ / ΟΟ	25,92	3	8,64	38,31	8	4,79	1,804	0,224	
Απόδοση (kg/m ²)	48,88	3	16,29	54,74	8	6,84	2,381	0,145	
Μέσο βάρος καρπού (g)	877,86	3	292,62	381,70	8	47,71	6,133	0,018	

Με κόκκινο χρώμα είναι σημασμένες οι στατιστικά σημαντικές επιδράσεις με $p < 0,05$.

Στα Γραφήματα 6.7.α-η παρουσιάζονται οι συγκρίσεις μέσω της μεθόδου t-test ($p \leq 0,05$) των πιο σημαντικών ποιοτικών χαρακτηριστικών για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

Γραφήματα 6.7.α-η Συγκρίσεις μέσω της (t-test) για τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά στα διαφορετικά είδη λίπανσης α) αντοχή (kg), β) L* (CIE), γ) a* (CIE), δ) b* (CIE), ε) ΟΔΣ (°Brix), στ) Ολική Οξύτητα (% w/w), ζ) απόδοση καρπού (kg/m²), η) μέσο βάρος καρπού (g).





6.3.1. Αποδόσεις

Πίνακας 6.6. Αποδόσεις για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	Απόδοση (kg / m ²)
Μάρτυρας	12,14 ± 3,98 b
Biogen	17,48 ± 1,88 a
Κοπριά	15,97 ± 2,21 ab
NPK	13,98 ± 1,77 ab

Δίπλα στο μέσο όρο και την τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Υψηλότερες αποδόσεις σε καρπό (kg/m²) παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις με το οργανικό λίπασμα ('Biogen') με οριακές διαφορές από τις επεμβάσεις με την κοπριά και την ανόργανη λίπανση, αλλά στατιστικά σημαντική διαφορά από το μάρτυρα.

Παρόμοια, και σε άλλες συγκριτικές μελέτες δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στην απόδοση σε καρπό μεταξύ ανόργανης και οργανικής λίπανσης (Boček et al., 2008; Murmu et al., 2013).

Στην παρούσα μελέτη, αξιοσημείωτο είναι ότι οι αποδόσεις των επεμβάσεων με οργανική λίπανση υπερέχον των αποδόσεων των επεμβάσεων με ανόργανη λίπανση, έστω και οριακά, καθώς επίσης αξιοσημείωτες ήταν και οι αποδόσεις γενικά του πειράματος – κατά μέσο όρο 15 kg καρπού ανά m² – συγκριτικά με άλλες μελέτες καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας: 5-9 kg/m² με πρόβεια κοπριά (Madrid et al., 2009) και 6,7 kg/m² με κοπριά πουλερικών (Boček et al., 2008).

Αυτό μπορεί να αποδοθεί αφενός στη πυκνότητα φύτευσης (40εκ. × 80εκ.) και αφετέρου στην υψηλή γονιμότητα του εδάφους, που σε συνδυασμό μεγιστοποίησαν τις αποδόσεις της καλλιέργειας. Ταυτόχρονα υπήρξαν ελάχιστες απώλειες καρπού από προσβολές και ασθένειες, κάτι που οφείλεται τόσο στην ανθεκτικότητα του υβριδίου που χρησιμοποιήθηκε, όσο και στην ύπαρξη ικανού πληθυσμού ωφέλιμων οργανισμών (φυσικοί εχθροί των επιβλαβών οργανισμών της καλλιέργειας).

6.3.2. Βάρος καρπού

Πίνακας 6.7. Μέσο βάρος καρπού για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	Μέσο βάρος καρπού (g)
Μάρτυρας	43,39 ± 9,97 c
Biogen	64,77 ± 2,39 a
Κοπριά	61,30 ± 4,57 ab
NPK	50,23 ± 8,06 bc

Δίπλα στο μέσο όρο και την τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές (p ≤ 0,05).

Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης και οργανικής λίπανσης ως προς το βάρος του καρπού. Συγκεκριμένα, το μέσο βάρος καρπού των επεμβάσεων της οργανικής λίπανσης ήταν κατά 22 – 30 % μεγαλύτερο από εκείνο των επεμβάσεων της ανόργανης λίπανσης και κατά 29,5 – 33,8 % μεγαλύτερο από εκείνο των επεμβάσεων του μάρτυρα. Το υψηλότερο κατά μέσο όρο βάρος καρπού ήταν 65 g στις επεμβάσεις του οργανικού λιπάσματος ‘Biogen’, πολύ κοντά στο μέσο όρο των προδιαγραφών της ποικιλίας που είναι τα 66 g (Heinz Company, 2013).

Παρόμοια, οι Murmu et al. (2013) παρατήρησαν υψηλότερο ποσοστό μεγάλων καρπών τομάτας στις επεμβάσεις οργανικής λίπανσης (vermicompost) σε σχέση με τις επεμβάσεις ανόργανης λίπανσης. Αντίθετα, οι Oliveira et al. (2013) παρατήρησαν

ότι κατά τη βιολογική καλλιέργεια τομάτας η ανάπτυξη του καρπού ήταν μικρότερη συγκριτικά με τη συμβατική καλλιέργεια, ενώ οι Boček et al. (2008) και οι Madrid et al. (2009) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στο μέσο βάρος καρπού ανάμεσα σε οργανική (πρόβεια κοπριά και μείγμα κοπριάς – τύρφης) και ανόργανη λίπανση.

6.3.3. Χρώμα

Πίνακας 6.8. Τιμές για τους χρωματικούς παράγοντες του συστήματος CIE L*a*b* από το περικάρπιο καρπών τομάτας κατά τη συγκομιδή για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	L*	a*	b*
Μάρτυρας	42,84 ± 0,68 a	33,86 ± 0,33 b	27,19 ± 0,73 a
Biogen	43,21 ± 0,59 a	34,40 ± 0,32 ab	27,48 ± 1,39 a
Κοπριά	43,18 ± 0,61 a	34,30 ± 0,14 ab	27,60 ± 1,03 a
ΝΡΚ	42,70 ± 0,41 a	34,56 ± 0,40 a	26,75 ± 0,76 a

Δίπλα στο μέσο όρο και την τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Οι χρωματικοί παράγοντες L* και b* δεν παρουσίασαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα, ενώ ο παράγοντας a* παρουσίασε οριακές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης και οργανικής λίπανσης και σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης λίπανσης και μάρτυρα. Ο παράγοντας a*, που είναι ενδεικτικός του κόκκινου χρώματος του καρπού, υπερεξέλιξε στις επεμβάσεις της ανόργανης λίπανσης. Όσον αφορά το χρώμα, οι Pieper και Barrett, (2008) αναφέρουν ότι παρατήρησαν τιμές για το b κατά Hunter σημαντικά υψηλότερες σε καρπούς βιολογικής καλλιέργειας.

Ακόμα υπολογίστηκαν κάποιες χρωματικές παράμετροι (Πίνακας 6.9) σύμφωνα με τις παρακάτω εξισώσεις (Lopez Camelo et al., 1995; Madrid et al., 2009), που όμως δεν παρουσίασαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα (Πίνακας 6.5):

$$a^*/b^*$$

$$\text{hue} = \tan^{-1} (b^*/a^*)^2$$

$$\text{chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$$

$$\text{color index} = 1000 \times a^*/(L^* \times b^*)$$

$$\text{color difference with true red} = [(L^*-50)^2 + (a^*-60)^2 + b^{*2}]^{0,5}$$

Πίνακας 6.9. Τιμές για τις χρωματικές παραμέτρους a*/b*, hue, chroma, color index και color difference with true red από το περικάρπιο καρπών τομάτας κατά τη συγκομιδή για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	a/b ratio	color index	Hue	Chroma	DiffWRed
Μάρτυρας	1,25 ± 0,05 a	29,10 ± 1,52 a	1,33 ± 0,13 a	43,43 ± 0,24 a	38,40 ± 0,60 a
Biogen	1,25 ± 0,07 a	29,03 ± 1,91 a	1,36 ± 0,19 a	44,04 ± 0,82 a	38,18 ± 1,00 a
Κοπριά	1,24 ± 0,05 a	28,82 ± 1,43 a	1,33 ± 0,13 a	44,03 ± 0,67 a	38,33 ± 0,64 a
NPK	1,29 ± 0,02 a	30,27 ± 0,80 a	1,47 ± 0,07 a	43,70 ± 0,77 a	37,64 ± 0,25 a

6.3.4. Σκληρότητα - Αντοχή

Πίνακας 6.10. Αντοχή καρπών στη διάτρηση (σε kg) για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	Αντοχή (kg)
Μάρτυρας	3,96 ± 0,54 a
Biogen	4,33 ± 0,17 a
Κοπριά	4,15 ± 0,17 a
NPK	4,43 ± 0,34 a

Δίπλα στο μέσο όρο και την τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Η αντοχή των καρπών στη διείσδυση δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα, και ήταν κατά μέσο όρο 4 kg.

Διάφορα συμπεράσματα έχουν προκύψει κατά καιρούς από μελέτες όσον αφορά τη διαφορά στην υφή των καρπών τομάτας βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας. Οι Johansson et al. (1999) παρατήρησαν ότι οι βιολογικές τομάτες ήταν λιγότερο σκληρές και λιγότερο εύχυμες συγκριτικά με τις τομάτες συμβατικής παραγωγής, ενώ οι Talavera-Bianchi et al. (2010) διαπίστωσαν ότι οι βιολογικές τομάτες ήταν γενικά πιο εύχυμες και λιγότερο αλευρώδης από τις συμβατικές τομάτες και οι Barrett et al. (2007) διαπίστωσαν ότι οι οργανικές τομάτες ήταν μεγαλύτερης συνοχής σε σχέση με τις τομάτες συμβατικής καλλιέργειας.

6.3.5. Περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά και οξύτητα

Ένας βασικός παράγοντας ποιότητας της βιομηχανικής τομάτας, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά ($^{\circ}\text{Brix}$) δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα. Η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά ήταν κατά μέσο όρο 4,2 $^{\circ}\text{Brix}$ περίπου

ένα βαθμό χαμηλότερη από τον μέσο όρο για τη συγκεκριμένη ποικιλία, δηλαδή 5,1 °Brix (Heinz Company, 2013).

Πίνακας 6.11. Τιμές για τις ποιοτικές παραμέτρους Ολικά Διαλυτά Στερεά, Ολική Οξύτητα, ΟΔΣ/ΟΟ και αντοχή στη διάτρηση για καρπούς τομάτας κατά τη συγκομιδή για τα διαφορετικά είδη λίπανσης.

ΛΙΠΑΝΣΗ	ΟΔΣ (°Brix)	Ολική Οξύτητα (% κίτρ. οξύ w/w)	ΟΔΣ/ΟΟ
Μάρτυρας	4,21 ± 0,05 a	0,24 ± 0,01 ab	17,24 ± 0,97 a
Biogen	4,33 ± 0,37 a	0,22 ± 0,03 b	19,99 ± 3,28 a
Κοπριά	4,04 ± 0,08 a	0,23 ± 0,02 b	17,96 ± 2,07 a
ΝΡΚ	4,39 ± 0,18 a	0,28 ± 0,02 a	15,92 ± 1,79 a

Δίπλα στο μέσο όρο και την τυπική απόκλιση τοποθετείται διαφορετικό γράμμα για τις στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$).

Οι Györe-Kis et al. (2012) αναφέρουν ότι σε συγκριτική μελέτη συμβατικής και βιολογικής υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας που έκαναν, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά (°Brix) ήταν σημαντικά υψηλότερη στους καρπούς της συμβατικής καλλιέργειας. Αντίθετα, οι Oliveira et al. (2013) παρατήρησαν ότι κατά τη βιολογική καλλιέργεια τομάτας η τιμή των διαλυτών στερεών ήταν κατά 57 % υψηλότερη από αυτή των καρπών της συμβατικής καλλιέργειας. Παρόμοια, οι Pieper and Barrett (2008) παρατήρησαν ότι οι βιολογικής καλλιέργειας τομάτες περιείχαν περισσότερα ολικά διαλυτά στερεά σε σχέση με αυτές συμβατικής καλλιέργειας.

Σε αντίστοιχη συγκριτική μελέτη συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας τομάτας που έκαναν οι Migliori et al. (2012) δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στα ολικά σάκχαρα και στα ολικά στερεά συστατικά των καρπών τομάτας. Παρόμοια, ούτε οι Boček et al. (2008) παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στα ολικά στερεά καρπών βιομηχανικής τομάτας ανάμεσα σε οργανική και ανόργανη λίπανση.

Ένας δευτερεύων δείκτης ποιότητας που δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα, ήταν ο δείκτης ωριμότητας (brix/ογκ.οξύτητα), κατ' αναλογία με τα Brix. Το μικρό εύρος που είχε ο δείκτης brix/ογκ.οξύτητα (15,9-19,9) ανάμεσα στις επεμβάσεις υποδηλώνει ότι οι καρποί ήταν στο ίδιο στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή. Η Hallmann (2012) στο πείραμά της παρατήρησε ότι οι βιολογικά παραγόμενες (όσον αφορά τη λίπανση) τομάτες παρουσίασαν υψηλότερο λόγο αναγωγικών σακχάρων/οξέων και περιείχαν σημαντικά περισσότερα ολικά σάκχαρα από τις συμβατικά παραγμένες τομάτες.

Υψηλότερη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία και ολικά σάκχαρα σε τομάτες βιολογικής καλλιέργειας συγκριτικά με τομάτες συμβατικής καλλιέργειας αναφέρουν οι Caris-Veyrat et al. (2004), Gennaro and Quaglia (2003), Hallmann and Rembialkowska (2007), Worthington (2001). Αντίθετα, από άλλες μελέτες προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ολικά σάκχαρα, στην ολική οξύτητα και στο pH, μεταξύ βιολογικών και συμβατικών καρπών τομάτας (Johansson et al., 1999; Pieper and Barrett, 2008).

Στην παρούσα μελέτη, η ολική ογκομετρούμενη οξύτητα παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων ανόργανης και οργανικής λίπανσης. Συγκεκριμένα, την υψηλότερη οξύτητα παρουσίασαν οι καρποί των επεμβάσεων της ανόργανης λίπανσης με μέσο όρο 0,28 % κιτρικό οξύ w/w, ενώ οι καρποί των επεμβάσεων των οργανικών λιπάνσεων είχαν χαμηλότερη οξύτητα κατά 17,9 – 21,4 %. Συγκεκριμένα, οι καρποί των επεμβάσεων με αιγοπρόβεια κοπριά είχαν οξύτητα κατά μέσο όρο 0,23%, όμοια με τις τιμές των Madrid et al. (2009).

Αντίθετα, οι Oliveira et al. (2013) παρατήρησαν ότι κατά τη βιολογική καλλιέργεια τομάτας η τιμή της τιτλοδοτούμενης οξύτητας ήταν κατά 29 % υψηλότερη από αυτή των καρπών της συμβατικής καλλιέργειας· ενώ, στο πείραμα των Migliori et al. (2012) δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στα ολικά οξέα μεταξύ καρπών τομάτας που προήλθαν από συμβατική και βιολογική καλλιέργεια.

6.4. Συσχέτιση παραγόντων ποιότητας

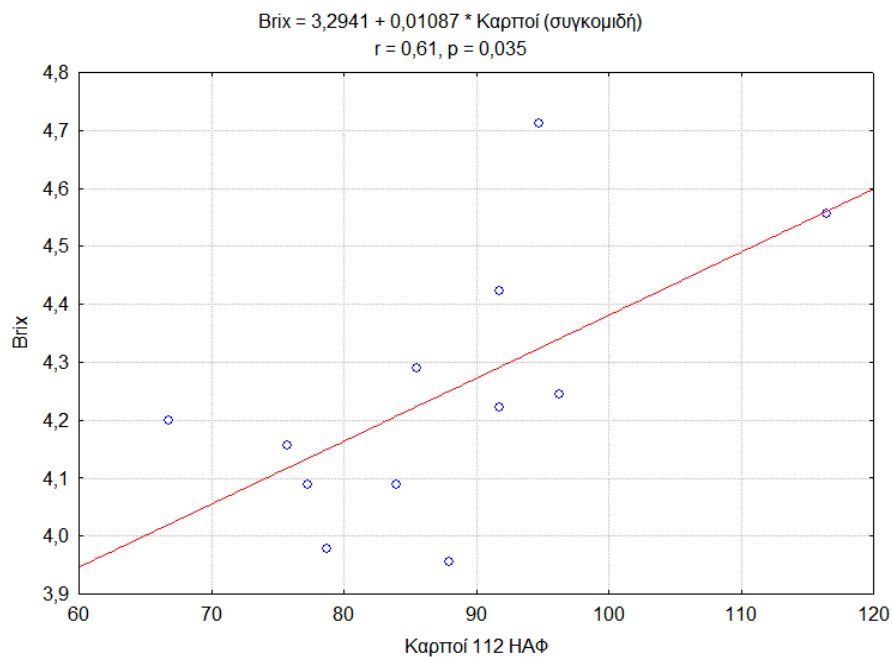
Στον Πίνακα 6.12 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις (r) των σημαντικότερων παραγόντων ποιότητας και απόδοσης.

Παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων L και b του χρώματος και μέσου βάρους καρπού και απόδοσης (kg/m^2). Επίσης, αξίζει να σημειωθούν α) η στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του βαθμού Brix και του αριθμού καρπών ανά φυτό κατά τη συγκομιδή (Γράφημα 6.8) και β) η οριακά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ του βαθμού Brix και του παράγοντα a του χρώματος (Γράφημα 6.9).

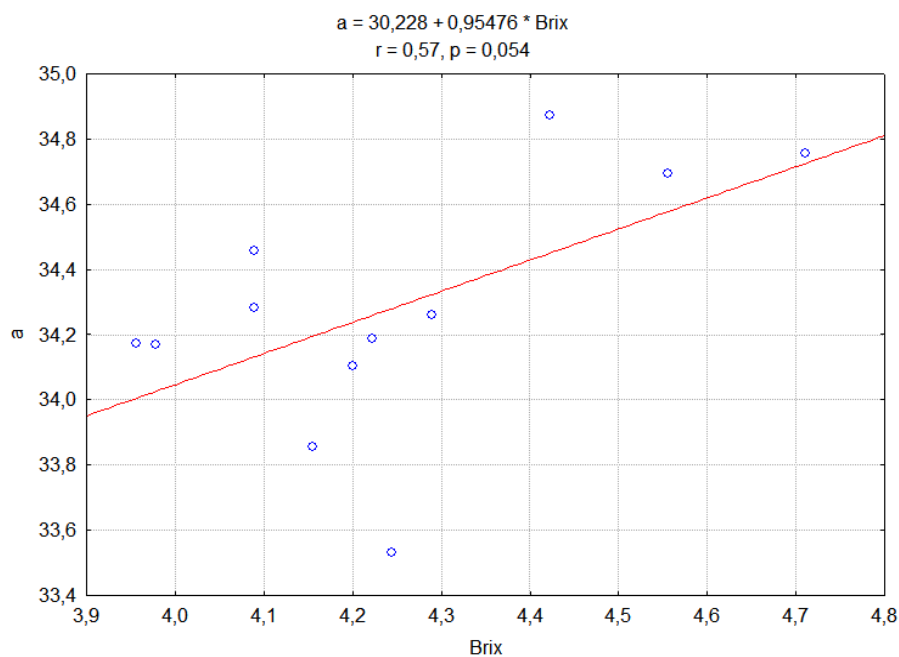
Πίνακας 6.12. Συσχετίσεις (r) των σημαντικότερων μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης.

	Καρποί 112 ΗΑΦ	Αντοχή (kg)	L	a	b	Οξύτητα % w/w	Brix	Μέσο βάρος καρπού	Απόδοση kg/m ²
Καρποί 112 ΗΑΦ	1,00	-0,49	0,02	0,36	0,14	-0,09	0,61	-0,21	0,43
Αντοχή (kg)	-0,49	1,00	-0,03	0,02	-0,08	0,38	-0,13	0,09	-0,24
L	0,02	-0,03	1,00	-0,13	0,90	-0,34	-0,13	0,19	0,20
a	0,36	0,02	-0,13	1,00	-0,10	-0,01	0,57	0,18	0,38
b	0,14	-0,08	0,90	-0,10	1,00	-0,23	-0,04	0,07	0,17
Οξύτητα % w/w	-0,09	0,38	-0,34	-0,01	-0,23	1,00	0,05	-0,35	-0,42
Brix	0,61	-0,13	-0,13	0,57	-0,04	0,05	1,00	-0,16	0,25
Μέσο βάρος καρπού	-0,21	0,09	0,19	0,18	0,07	-0,35	-0,16	1,00	0,78
Απόδοση kg/m ²	0,43	-0,24	0,20	0,38	0,17	-0,42	0,25	0,78	1,00

Οι σημασμένες με κόκκινο χρώμα συσχετίσεις είναι στατιστικά σημαντικές με $p < 0,05$, ενώ οι σημασμένες με πορτοκαλί χρώμα είναι οριακά είναι στατιστικά σημαντικές με $p \cong 0,05$.

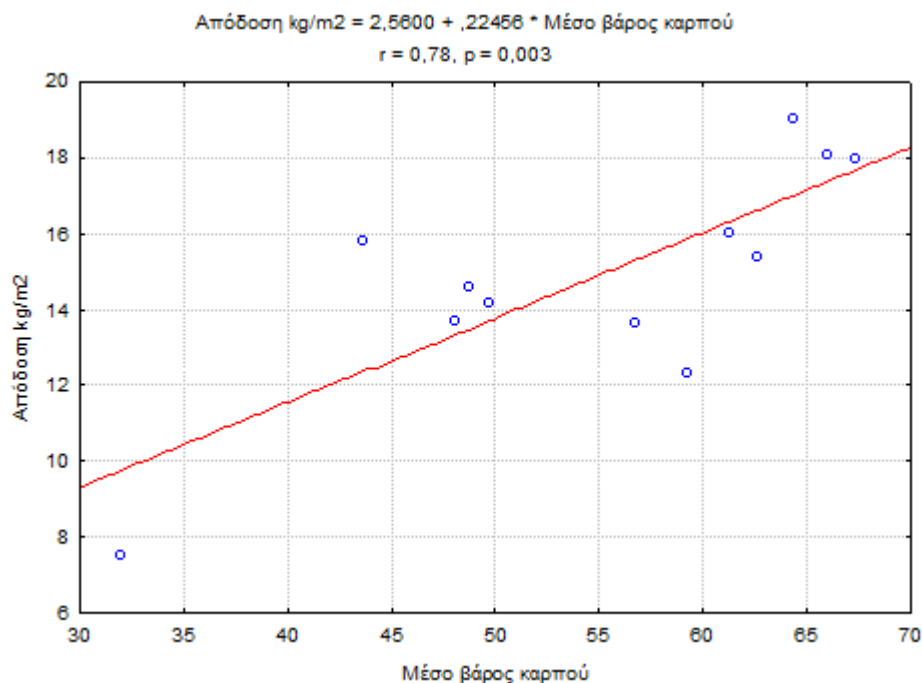


Γράφημα 6.8. Γραμμική σχέση μεταξύ αριθμού καρπών κατά τη συγκομιδή και °Brix.



Γράφημα 6.9. Γραμμική σχέση μεταξύ °Brix και a (κόκκινο χρώμα).

Η θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων Brix και παράγοντα a του χρώματος αποδίδεται στη φυσιολογική διαδικασία ωρίμασης του καρπού, κατά την οποία ο καρπός συσσωρεύει σάκχαρα και διαλυτά στερεά, ενώ ταυτόχρονα αποκτά έντονο κόκκινο χρώμα.



Γράφημα 6.10. Γραμμική σχέση μεταξύ απόδοσης σε καρπό και μέσο βάρος καρπού.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, η καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας σε σύστημα βιολογικής καλλιέργειας είχε πολύ ικανοποιητικές αποδόσεις, ενώ οι καρποί δεν υστερούσαν σε χαρακτηριστικά και δεν είχαν περισσότερα ελαττώματα από εκείνους της συμβατικής καλλιέργειας.

Η εφαρμογή οργανικού λιπάσματος ή κοπριάς έδωσε παρόμοιες στρεμματικές και ανά φυτό αποδόσεις με την εφαρμογή NPK λίπανσης, ωστόσο η εφαρμογή του οργανικού λιπάσματος απέδωσε σημαντική αύξηση στο μέσο βάρος καρπού συγκριτικά με την NPK λίπανση.

Η εφαρμογή οργανικού λιπάσματος ή κοπριάς έδωσε παρόμοια αύξηση φυτομάζας (ξηρό βάρος φυτού) με την εφαρμογή NPK λίπανσης.

Η εφαρμογή οργανικού λιπάσματος ή κοπριάς έδωσε καρπούς με παρόμοιο χρωματισμό και υφή με την εφαρμογή NPK λίπανσης, στο στάδιο κόκκινου ώριμου καρπού στο οποίο έγινε η συγκομιδή.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε διαλυτά στερεά (°Brix) δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ NPK, οργανικής λίπανσης και μάρτυρα, ενώ η ολική οξύτητα των καρπών ήταν σημαντικά υψηλότερη στους καρπούς στους οποίους εφαρμόστηκε NPK λίπανση από εκείνους της οργανικής λίπανσης.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης είναι ενθαρρυντικά για την καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας σε σύστημα βιολογικής γεωργίας, ωστόσο θα ήταν χρήσιμο να γίνει περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο θέμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους που επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία βάσει του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 όπως ορίζονται σε αυτούς και στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 2003/2003.

Όνομασία	Περιγραφή, απαιτήσεις σύνθεσης, όροι χρήσης, περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία
Σύνθετα προϊόντα ή προϊόντα που περιέχουν αποκλειστικά κοπριά αγροτικών ζώων.	Προϊόν που αποτελείται αποκλειστικά από μείγματα περιττωμάτων ζώων και φυτική ύλη (στρωμνή ζώων). Η προέλευση από εντατικοποιημένη εκτροφή απαγορεύεται.
Αποξηραμένη κοπριά αγροτικών ζώων και πουλερικών.	Η προέλευση από εντατικοποιημένη εκτροφή απαγορεύεται.
Κομποστοποιημένη κοπριά αγροτικών ζώων και πουλερικών.	Η προέλευση από εντατικοποιημένη εκτροφή απαγορεύεται
Υγρά απεκκρίματα ζώων	Χρήση μετά από ελεγχόμενη ζύμωση ή/και κατάλληλη αραίωση. Η προέλευση από εντατικοποιημένη εκτροφή απαγορεύεται.
Τα κατωτέρω προϊόντα και υποπροϊόντα ζωικής προέλευσης: αιματάλευρο (ξηρό αίμα) άλευρο οπλών άλευρο κεράτων οστεάλευρο ή αποξελαινωποιημένο οστεάλευρο ιχθυάλευρο κρεατάλευρο φτερά, μαλλί, γούνα, τρίχωμα γαλακτοκομικά προϊόντα	Μέγιστη συγκέντρωση σε mg/kg ξηράς ουσίας χρωμίου (VI): 0
Οικιακά απορρίμματα που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση ή ζύμωση.	Προϊόν που παράγεται από κατάλληλα διαχωρισμένα οικιακά απορρίμματα που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση ή αναερόβια ζύμωση. Μέγιστη συγκέντρωση σε mg/kg ξηράς ύλης: κάδμιο: 0,7 χαλκός: 70 νικέλιο: 25 μόλυβδος: 45 ψευδάργυρος: 200 υδράργυρος: 0,4 χρώμιο (σύνολο): 70· χρώμιο (VI): 0
Τύρφη	Χρήση που περιορίζεται στη φυτοκομία (φυτώρια)
Υπολείμματα καλλιέργειας μανιταριών	Η αρχική σύνθεση του υποστρώματος να περιορίζεται στα προϊόντα του παρόντος πίνακα.
Περιττώματα γαιοσκωλήκων και εντόμων	
Γκουανό	
Μείγματα φυτικών υλών που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση (κόμποστ).	
Προϊόντα και παραπροϊόντα φυτικής προέλευσης	π.χ. ελαιούχοι σπόροι, μεμβράνες κακάου, ριζίδια βύνης

Πίνακας 1. (συνέχεια)

Όνομασία	Περιγραφή, απαιτήσεις σύνθεσης, όροι χρήσης, περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία
Φύκια και προϊόντα φυκιών	Εφόσον λαμβάνονται απευθείας από: i) φυσική επεξεργασία (αφυδάτωσης, ψύξης, άλεσης), ii) εκχύλιση με νερό ή με όξινα ή/και αλκαλικά διαλύματα, iii) ζύμωση.
Πριονίδια και θρύμματα ξύλου	Από ξύλο που δεν έχει υποστεί χημική επεξεργασία μετά την υλοτόμηση.
Κομποστοποιημένοι φλοιοί δένδρων	Από ξύλο που δεν έχει υποστεί χημική επεξεργασία μετά την υλοτόμηση.
Τέφρα ξύλου	Από ξύλο που δεν έχει υποστεί χημική επεξεργασία μετά την υλοτόμηση.
Μαλακά φωσφορικά ορυκτά	Προϊόν που λαμβάνεται δια λειοτριβήσεως φυσικών μαλακών φωσφορικών ορυκτών και που περιέχει ως κύρια συστατικά φωσφορικό τριασβέστιο και ανθρακικό ασβέστιο. Περιεκτικότητα 25 % κατά βάρος σε P_2O_5 Μέγιστη συγκέντρωση σε κάδμιο 90 mg/kg P_2O_5
Φωσφορικό αργίλιο-ασβέστιο	Άμορφο προϊόν που λαμβάνεται δια θερμικής κατεργασίας και λειοτριβήσεως και που περιέχει ως κύρια συστατικά φωσφορικά ασβεστίου και αργιλίου. Περιεκτικότητα 30 % κατά βάρος σε P_2O_5 Μέγιστη συγκέντρωση σε κάδμιο 90 mg/kg P_2O_5 . Χρήση περιορισμένη στα αλκαλικά εδάφη (pH > 7,5).
Σκωρίες αποφωσφατώσεως: - φωσφορικά άλατα Thomas - σκωρίες Thomas	Προϊόν λαμβανόμενο δια κατεργασίας των σκωριών αποφωσφατώσεως του χυτοσιδήρου που περιέχει ως κύρια συστατικά φωσφοροπυριτικές ενώσεις του ασβεστίου. Περιεκτικότητα 12 % κατά βάρος σε P_2O_5
Ακατέργαστα άλατα καλίου ή καϊνίτης	Προϊόν λαμβανόμενο από ακατέργαστα άλατα καλίου με φυσική διαδικασία εκχύλισης και που είναι δυνατό να περιέχει και άλατα μαγνησίου. Περιεκτικότητα 10 % κατά βάρος σε K_2O και 5 % σε MgO .
Θεικό κάλιο περιέχον άλατα μαγνησίου	Προϊόν που παράγεται από ακατέργαστο καλιούχο άλας με φυσική διαδικασία εκχύλισης και που είναι δυνατό να περιέχει και άλατα μαγνησίου. Περιεκτικότητα 22 % κατά βάρος σε K_2O και 8 % σε MgO .
Βινάσση και εκχυλίσματα βινάσσης	Εξαιρούνται οι αμμωνιακές βινάσσεις.
Ανθρακικό ασβέστιο	Μόνο φυσικής προέλευσης π.χ. κρητίδα, μάργα, αλεσμένος ασβεστόλιθος, φωσφορικός ασβεστόλιθος, κ.λπ.
Ανθρακικό μαγνήσιο	Μόνο φυσικής προέλευσης π.χ. μαγνησίτης, αλεσμένο μαγνήσιο
Θεικό μαγνήσιο (κιζερίτης)	Ορυκτό προϊόν που περιέχει ως κύριο συστατικό θεικό μαγνήσιο μονοένυδρο. Περιεκτικότητα 24 % κατά βάρος σε MgO και 45 % σε SO_3 .

Πίνακας 1. (συνέχεια)

Όνομασία	Περιγραφή, απαιτήσεις σύνθεσης, όροι χρήσης, περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία
Διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου	Θεραπεία φυλλώματος μηλιών μετά τον εντοπισμό έλλειψης ασβεστίου. Περιεκτικότητα 12 % κατά βάρος σε CaO.
Θεικό ασβέστιο (γύψος)	Προϊόν φυσικής προέλευσης που περιέχει θεικό ασβέστιο με διάφορους βαθμούς ενυδάτωσης. Περιεκτικότητα 25 % κατά βάρος σε CaO και 35 % σε SO ₃ .
Βιομηχανική άσβεστος για παραγωγή ζάχαρης	Υποπροϊόν παραγωγής ζάχαρης από ζαχαρότευτλα.
Βιομηχανική άσβεστος από παραγωγή ζάχαρης	Βιομηχανική άσβεστος από παραγωγή αλατιού σε κενό.
Στοιχειακό θείο	Προϊόν φυσικής ή βιομηχανικής προέλευσης καθορισμένο κατά το μάλλον ή ήττον.
Ιχνοστοιχεία	Ανόργανα μικροθρεπτικά στοιχεία που απαριθμούνται στο μέρος E του παραρτήματος I του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2003/2003
Χλωριούχο νάτριο	Αποκλειστικά από ορυκτά άλατα.
Σκόνη πετρωμάτων και άργιλοι	

Πίνακας 2. Προϊόντα φυτοπροστασίας και άλλες ουσίες που επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία βάσει των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 και (ΕΚ) αριθ. 834/2007.

Όνομασία	Περιγραφή, απαιτήσεις σύνθεσης, όροι χρήσης
Αζαδιραχτίνη που λαμβάνεται από το <i>Azadirachta indica</i> (δένδρο Neem)	Έντομοκτόνο
Κηρός μελισσών	Παράγοντας κλαδέματος
Ζελατίνη	Έντομοκτόνο
Υδρολυόμενες πρωτεΐνες	Προσελκυστικό, μόνο σε επιτρεπόμενες εφαρμογές σε συνδυασμό με άλλα κατάλληλα προϊόντα αυτού του καταλόγου.
Λεκθίνη	Μυκητοκτόνο
Φυτικά έλαια (π.χ. έλαιο μέντας ή δυόσμου, έλαιο πεύκου, έλαιο καρύου του κυμνοειδούς)	Έντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο, μυκητοκτόνο και αναστολέας της βλάστησης.
Παρασκευάσματα με βάση πυρεθρίνες που εξάγονται από το <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Έντομοκτόνο
Κάσσια, που λαμβάνεται από το φυτό <i>Quassia amara</i>	Έντομοκτόνο, εντομοαπωθητικό
Ροτενόνη, που λαμβάνεται από τα φυτά <i>Derris spp</i> , <i>Lonchocarpus spp</i> και <i>Cubé et Terphrosia spp</i>	Έντομοκτόνο
Οργανισμοί (π.χ. έντομα)	Φυσιικοί εχθροί – βιολογική αντιμετώπιση εχθρών των καλλιεργειών.
Μικροοργανισμοί (βακτήρια, ιοί, μύκητες)	Φυσιικοί εχθροί – βιολογική αντιμετώπιση εχθρών των καλλιεργειών.
Ουσίες που παράγονται από μικροοργανισμούς: - Spinosad	Έντομοκτόνο. Μόνο όταν λαμβάνονται μέτρα για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου από βασικά παράσιτα και την ελαχιστοποίηση του κινδύνου από την ανάπτυξη αντοχής.
Όξινο φωσφορικό αμμώνιο	Προσελκυστικό. Μόνο σε παγίδες εντόμων.
Φερομόνες	Προσελκυστικό και αναστολέας σύζευξης. Μόνο σε παγίδες και εξατμιστήρες.
Πυρεθρινοειδή, (μόνο δ-μεθρίνη και λ-κυαλοθρίνη)	Έντομοκτόνο. Μόνο σε παγίδες με προσδιορισμένους προσελκυστικούς παράγοντες κατά των <i>Batrocera olea</i> και <i>Ceratitis capitata</i> .
Φωσφορικός σίδηρος [ορθοφωσφορικός σίδηρος (III)]	Μαλακιοκτόνο. Παρασκεύασμα επιφανειακής εφαρμογής μεταξύ των καλλιεργούμενων φυτών.
Άλατα λιπαρών οξέων με κάλιο (μαλακό σαπούνι)	Έντομοκτόνο
Αιθυλένιο	Ωρίμαση (αποπρασινισμός) μπανανών, ακτινιδίων και κάκι· ωρίμαση εσπεριδοειδών μόνο ως τμήμα στρατηγικής για την πρόληψη των ζημιών από τη μύγα των φρούτων στα εσπεριδοειδή· ανθική επαγωγή του ανανά· αναστολή της βλάστησης γεωμήλων και κρεμμυδιών.

Πίνακας 2. (συνέχεια)

Όνομασία	Περιγραφή, απαιτήσεις σύνθεσης, όροι χρήσης
Χαλκός, υπό μορφή υδροξειδίου του χαλκού, οξυχλωριούχου χαλκού, όξινου θειικού χαλκού (τριβασικός), οξειδίου του χαλκού, οκτανικού χαλκού	Μυκητοκτόνο Μέχρι 6 χιλιόγραμμα χαλκού ανά εκτάριο ετησίως. Για τις πολυετείς καλλιέργειες, τα κράτη μέλη μπορούν, κατά παρέκκλιση της προηγούμενης παραγράφου, να επιτρέψουν υπέρβαση του ορίου των 6 χιλγ. χαλκού σε ένα δεδομένο έτος, υπό τον όρο ότι η πραγματικά χρησιμοποιούμενη συνολική ποσότητα σε περίοδο 5 ετών, η οποία αποτελείται από αυτό το έτος και τα προηγούμενα τέσσερα έτη, δεν υπερβαίνει τα 30 χιλιόγραμμα.
Αργιλοκάλιο (θειικό αργίλιο) (Καλινίτης)	Επιβραδυντικό της ωρίμανσης
Θεική άσβεστος (πολυθειούχο ασβέστιο)	Μυκητοκτόνο, εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο
Παραφινέλαιο	Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο
Ορυκτέλαια	Εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο. Μόνο σε οπωροφόρα δένδρα, αμπέλια, ελαιόδενδρα και τροπικές καλλιέργειες.
Υπερμαγγανικό κάλιο	Μυκητοκτόνο, βακτηριοκτόνο. Μόνο σε οπωροφόρα δένδρα, ελαιόδενδρα και αμπέλια.
Άμμος χαλαζία	Εντομοαπωθητικό
Θείο	Μυκητοκτόνο, ακαρεοκτόνο, εντομοαπωθητικό
Υδροξείδιο του ασβεστίου	Μυκητοκτόνο. Μόνο σε οπωροφόρα δένδρα, και στα φυτώρια αυτών, για τον έλεγχο του <i>Nectria galligena</i>
Όξινο ανθρακικό κάλιο	Μυκητοκτόνο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγγίδης, Α.Δ., 1996. «Τομάτα υπαίθρια, επιτραπέζια, βιομηχανική - Καλλιέργεια, αξιοποίηση», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Βασιλακάκης Μιλτιάδης 2006. «Μετασυλλεκτική φυσιολογία, μεταχείριση οπωροκηπευτικών και τεχνολογία». Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.
- Δημητράκης, Κ.Γ., 1998. «Λαχανοκομία», Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 2007, για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91.
- Λυκουρέσης Δ.Π., 1995. «Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εντόμων – εχθρών των καλλιεργειών (Πανεπιστημιακές παραδόσεις)». Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ολύμπιος Χ.Μ., 1994. Στοιχεία Ειδικής Λαχανοκομίας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ολύμπιος, Χ.Μ, 2001. «Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Παναγιωτόπουλος Λ.Ι., 1995. Θρέψη και λίπανση της τόματας, Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 9, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα.
- Παπαδούλης Γ., Περδίκης Δ., (2000). Σημειώσεις μαθήματος «Βιολογική καταπολέμηση εχθρών των καλλιεργειών». Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Σάνδρος Γ.Δ., 2007. Η καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας: Πρακτικές οδηγίες, Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 10, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα.
- Σιδηράς Ν.Κ., 1997. «Οργανική λίπανση και αμειψισπορές». Εκδόσεις ΔΗΩ, Οργανισμός Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων.

- Σταμόπουλος Δ.Κ., 1994. «Έντομα αποθηκών, μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών». Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1995.
- Τζάμος Ε.Κ. και Αντωνίου Π.Π., 2008. «Ενημερωτικό φυλλάδιο - Σύγχρονες εφαρμογές της ηλιοαπολύμανσης για την αντιμετώπιση εδαφογενών παθογόνων σε θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες». Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Τσαπικούνης, Φ.Α., 1997. «Θρέψη - λίπανση των φυτών: Λαχανικά - Βιομηχανικά φυτά - Φυτά μεγάλης καλλιέργειας», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Abbott J.A. and Harker F.R., 2006. Texture. The Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Agriculture Handbook Number 66.
- Abbott J.A., Lu R., Upchurch B.L., and Stroshine R.L., 1997. “Technologies for nondestructive quality evaluation of fruits and vegetables”. Horticultural Reviews 20 : 1-120.
- Asami D.K, Hong Y.J., Barrett D.M. and Mitchell A.E., 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. J Agric Food Chem 51: 1237–1241.
- Barrett Diane M., Garcia Elisabeth and Wayne Jo Ellen, 1998. Textural Modification of Processing Tomatoes. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 38 (3) : 173–258.
- Belitz H.D., Grosch W., Schieberle P., 2006. «Χημεία Τροφίμων», 3^η έκδοση (μετάφραση), σελ. 1237-87. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Bourne D. and Prescott J., 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods, Critical Reviews in Food Science and Nutrition 42: 1-34.
- Bourne M.C., 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement, 2nd edition. New York Academic Press.
- Brandt K. & Molgaard J.P., 2001. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? J. Sci. Food Agric. 81, 924–931.

- Brandt S., Pék Z., Barna E., Lugasi A., and Helyes L., 2006. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 86 : 568- 572.
- Bruulsema T.W., 2002. Fertilizing for quality. In: *Proceedings of the Eastern Canada Agronomy Workshop*, Cornwall, Ontario, Canadian Fertilizer Institute, 1–9.
- Caris-Veyrat C, Amiot MJ, Tyssandier V, Grasselly D, Buret M, Mikolajczak M, Guillard JC, Bouteloup-Demange C, Borel P., 2004. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 6503–6509.
- Chassy A.W., Bui L., Renaud E.N., Van Horn M. and Mitchell A.E., 2006. Three year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J Agric Food Chem* 54: 8244–8252.
- Chen P. and Sun. Z., 1991. “A review of non-destructive methods for quality evaluation and sorting of agricultural products”. *Journal of Agricultural Engineering Research* 49 : 85-98.
- Crean D.E., 1966. “Acid components of fruit and vegetables: Production of acids by thermal processing”. *Food Technology* 1:55.
- 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 American Society for Horticultural Science* 83 : 369- 382.
- Gennaro L. and Quaglia G.B., 2003. Food Safety and Nutritional Quality of Organic Vegetables. *Acta Horticulturae* 61: 675–680.
- Gould W.A., 1992. “Tomato Production, Processing & technology”, CTI Publications Inc., Baltimore.
- Granstedt A. & Kjellenberg L., 1997. Long-term field experiment in Sweden: Effects of organic and inorganic fertilizers on soil fertility and crop quality. In:

Agricultural Production and Nutrition. Proceedings of International Conference, Tufts University, Boston, Massachusetts, 1–14.

Györe-Kisa Gy., Deáka K., Lugasib A., Csúr-Vargaa A. and Helyesa L., 2012. Comparison of conventional and organic tomato yield from a three-year-term experiment. *Acta Alimentaria*, Vol. 41 (4), pp. 486-493

Haller M.H., 1941. Fruit pressure testers and their practical applications. USDA Cir. No. 627.

Hallmann E., 2012. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. wileyonlinelibrary.com - DOI 10.1002/jsfa.5617

Hallmann E., Rembiałkowska E., 2007. Estimation of fruits quality of selected tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) from organic and conventional cultivation with special consideration on bioactive compounds content. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52 (3), 55-60.

Heaton S., 2001. Organic farming, food quality and human health: a review of the evidence. Bristol: U.K.: Soil Assn.

Helyes L., Pék Z., and Lugasi A. 2006. Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. *HortScience* 41: 1400-1401.

Hunter R. S. and R. W. Harold, 1987. "The measurement of appearance". Wiley, New York.

Hutchings J. B. 1994. "Food colour and appearance". Blackie Academic & Professional, New York. *J. Food. Sci.*, 28,404-9

Jackman R.L., 1995. "Components of tomato texture". Tomato Quality Workshop, Davis, California.

Jackman R.L. and Stanley, D.W., 1995. Perspectives in the textural evaluation of plant foods. *Trends in Food Science and Technology*, 6: 187–194.

Kelly S.D., Bateman A.S., 2010. Comparison of mineral concentrations in commercially grown organic and conventional crops - Tomatoes

- (*Lycopersicon esculentum*) and lettuces (*Lactuca sativa*). *Food Chemistry* 119, 738–745.
- Knee Michael, 2002. *Fruit Quality and its Biological Basis*. CRC Press, Columbus, Ohio, USA.
- Kumpulainen J., 2001. Organic and conventional grown foodstuffs: Nutritional and toxicological quality comparisons. *Proc. Int. Fert. Soc.* 472, 1–20.
- Lambeth V.N., Fields M.L., Huecker D.G., 1964. “The sugar-acid ratio of selected tomato varieties”. *Univ Miss Agric Exp Sta Res Bul.* 850.
- Lewinsohn Efraim, Sitrit Yaron, Bar Einat, Azulay Yaniv, Ibdah Mwafaq, Meir Ayala, Yosef Emanuel, Zamir Dani and Tadmor Yaakov, 2005. Not just colors - carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit, *Trends in Food Science & Technology* 16: 407–415.
- LIFE07 ENV/GR/000266 EcoPest, 2012. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. «Οδηγίες Φυτοπροστασίας: Βαμβάκι, Βιομηχανική Τομάτα, Καλαμπόκι», ISBN 978-960-88237-1-6.
- Lopez Camelo A.F., Gomez P.A., Cacace J.E., 1995. “Modelo para describir los cambios de color en tomate (cv. Tommy) durante la poscosecha.” CONGRESO ARGENTINO DE HORTICULTURA, 18, 1995. Termas de Río Hondo, Argentina. Resúmenes, ASAHO, p.212.
- Lundegårdh B. & Mårtensson A., 2003. Organically Produced Plant Foods – Evidence of Health Benefits. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 53, 3–15.
- Madrid Ramon, Barba Eva Maria, Sanchez Antonio and Garcia Antonio Lino, 2009. Effects of organic fertilisers and irrigation level on physical and chemical quality of industrial tomato fruit (cv. Nautilus). Published online in www.interscience.wiley.com. DOI 10.1002/jsfa.3763.
- Maggio A., Carillo P., Bulmetti G.S., Fuggi A., Barbieri G. & Pascale S.D., 2008. Potato yield and metabolic profiling under conventional and organic farming. *European Journal of Agronomy* 28, 343–350.

- Magkos F., Arvaniti F. & Zampelas A., 2003. Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 54, 357–371.
- Magness J.R. and G.F. Taylor, 1925. An improved type of pressure tester for the determination of fruit maturity. USDA Cir. No. 350.
- Miladi S., Gould W.A., Clementes R.L., 1969. “Heat processing effect of starch, sugars, proteins, amino acids of tomato juice”. *Food Technology* 23:93.
- Mohsenin N.N., 1986. “Physical properties of plant and animal materials”. Structure, physical characteristics and mechanical properties. 2nd edition, Gordon and Breach Science Publishers, New York, USA, pp. 891.
- Oliveira A.B., Moura C.F.H., Gomes-Filho E., Marco C.A., Urban L. et al., 2013. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLoS ONE* 8(2): e56354. doi:10.1371/journal.pone.0056354
- Papadakis E.S. and Yam L.K., 2000. A Versatile Inexpensive Technique for Measuring Color of Foods, *Food Technology* 54(12).
- Peleg M., 1980. The basics of solid foods rheology. 1st ed. In: *Food Texture: Instrumental and sensory measurement*, Moskowitz, H. R., Ed., Marcel Dekker, New York.
- Petro-Turza M., 1986. “Flavor of tomato and tomato products”. *Food Reviews International*, Vol. 2.
- Pieper J.R. and Barrett D.M., 2008. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *J Sci Food Agric* 89: 177–194.
- Rembalkowska E., 1999. Comparison on the contents of nitrates, nitrites, lead, cadmium and vitamin C in potatoes from conventional and ecological farms. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 8, 17–26.
- Sargent S.A. and Moretti C.L., 2004. “Tomato - The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks.” *Agriculture Handbook Number 66*. U.S. Department of Agriculture.

- Schuphan W., 1974. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. *Qual. Plan. – Pl. Fds. Hum. Nutr.* 23(4), 333–358.
- Shewfelt, R. L. 1993. *Measuring quality and maturity*. In: R. L. Shewfelt and S. E. Prussia (eds.). *Postharvest Handling: A System Approach*. Academic Press, San Diego, CA.
- Spencer D. & Possingham J.V., 1960. The effect of nutrient deficiencies on the Hill reaction of isolated chloroplasts from tomato. *Aust. J. Biol. Sci.* 13: 441-455.
- United States Standards for Grades of Tomatoes for Processing, 1983.
- Varis E., Pietilä L. & Koikkalainen, K., 1996. Comparison of Conventional, Integrated and Organic Potato Production in Field Experiments in Finland. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 46, 41–48.
- Vinha A.F., Barreira S.V.P., Costa A.S.G., Alves R.C., Oliveira M.B.P.P., 2014. Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food and Chemical Toxicology* 67: 139-144.
- Warman P.R. & Havard K.A., 1998. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agric. Ecosyst. Environ.* 68, 207–216.
- Weibel F., Bickel R., Leuthold S., Alfoldi T., 2000. Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. *Acta Horticulturae* 57: 417–26.
- Woese K., Lange D., Boess C. and Bogl K.W., 1997. A comparison of organically and conventionally grown foods: results of a review of the relevant literature. *Journal of Science Food Agriculture* 74: 281–293.
- Worthington V., 1998. Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. *Altern. Ther. Health Med.* 4, 58–69.

Worthington V., 2001. Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 7 (2): 161–173.

Yam L. K. and Papadakis E. S. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces, *Journal of Food Engineering* (61): 137-142.

Διαδίκτυο

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tomato>
2. <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/oporokipeytika/876-tomata>
3. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> - FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2014 | 27 April 2014
4. <http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor> - FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2014 | 28 April 2014
5. <http://www.opengov.gr/ypaat/wp-content/uploads/downloads/2014/06/atomatas.pdf> - Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, Διεύθυνση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής - «Οδηγίες Ολοκληρωμένης Φυτοπροστασίας στην καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας».
6. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση νομού Φθιώτιδας, Δ/νση Αγροτ. Ανάπτυξης, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής - «Προγράμματα αμειψισποράς για το Νομό Φθιώτιδας σύμφωνα με τους κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής», 2004.
7. Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, «Γρόποι απολύμανσης το εδάφους σε θερμοκήπια και υπαίθριες καλλιέργειες – Εναλλακτικές λύσεις στη χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου», Έκδοση 4/2006. [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/7E75A2D3B0A6DC99C2257A22003FE5F6/\\$file/42006ApolimansiEdafous.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/7E75A2D3B0A6DC99C2257A22003FE5F6/$file/42006ApolimansiEdafous.pdf?OpenElement).
8. Heinz H.J. Company, 2013 - http://www.heinzseed.com/new/hs_var_h3402.html.