



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ :**

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΙΝ  
VITRO ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΥΡΗΣ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ  
ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ  
ΣΠΟΡΟ.**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΡΙΠΙΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΦΟΥΚΑ ΚΑΤΕΡΙΝΑ**

**ΑΡΤΑ 2019**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά της *in vitro* βλαστικότητα γύρης (% βλαστικότητα και μήκος γυρεοσωλήνων) σε φυτά τομάτας της ποικιλίας ACE 55 VF που προέρχονται από σπόρους βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας. Η σπορά έγινε τον Ιούλιο και η μεταφύτευση των φυτών πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2018. Η καλλιέργεια των φυτών έγινε με βιολογικό τρόπο σε γλάστρες με υπόστρωμα που αποτελούνταν από 70% τύρφη και 30% κομπόστ. Η γύρη συλλέχθηκε από άνθη της πρώτης ταξιανθίας στις 31/10 (για τα φυτά που προέρχονται από συμβατικό σπόρο) και στις 23/11 (για τα φυτά από βιολογικό σπόρο). Η γύρη υποβλήθηκε για *in vitro* βλάστηση σε υγρό υπόστρωμα, η σύνθεση του οποίου ήταν 12% σακχαρόζη και 50 mgL<sup>-1</sup> βορικό οξύ. Η διάρκεια επώασης της γύρης ήταν 6 ώρες στους 16 °C στο σκοτάδι. Για τις μετρήσεις των ποσοστών βλαστικότητα και του μήκους των γυρεοσωλήνων χρησιμοποιήθηκαν εικόνες που ελήφθησαν από οπτικό μικροσκόπιο με την χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φυτά που προήλθαν από βιολογικό σπόρο παρουσίασαν μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με τα φυτά που προήλθαν από σπόρο συμβατικής καλλιέργειας, με αποτέλεσμα την σημαντική καθυστέρηση στην άνθιση της πρώτης ταξιανθίας. Το γεγονός αυτό είχε σημαντικό αντίκτυπο στα χαρακτηριστικά της *in vitro* βλαστικότητα της γύρης, με μείωση τόσο στο ποσοστό βλαστικότητα όσο και στο μήκος των αναπτυσσόμενων γυρεοσωλήνων, συγκριτικά με τα φυτά που προέρχονται από συμβατικό σπόρο.

# **Comparative evaluation of the in vitro pollen germination characteristics of tomato plants originating from biological and conventional seed.**

## **SUMMARY**

The present work studied the characteristics of in vitro pollen germination (% germination and length of tubes) in tomato plants of the ACE variety 55 VF originating from seeds of biological and conventional cultivation. Sowing took place in July and the transplanting of plants was carried out in September 2018. The cultivation of plants was done organically in pots with substrate consisting of 70% peat and 30% compost. The pollen collected from flowers of the first inflorescence at 31/10 (for plants that came from conventional seed) and 23/11 (for plants from organic seed). The pollen was submitted for in vitro vegetation on a damp substrate, the composition of which was 12% sucrose and 50 mgL<sup>-1</sup> boric acid. The incubation duration of the pollen was 6 hours at 16 °C in the dark. Images taken from an optical microscope using a digital camera have been used to measure the germination rates and the length of the tubes. The results showed that plants derived from organic seed showed a lower growth rate compared to plants derived from conventional seed, resulting in a significant delay in the bloom of the first inflorescence. This has had a significant impact on the characteristics of in vitro pollen germination, with a decrease in both the germination rate and the length of the developing tubes, compared to the plants that came from conventional seed.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
Comparative evaluation of the in vitro pollen germination characteristics of tomato plants originating from biological and conventional seed. ....	3
SUMMARY .....	3
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΓΥΡΗ.....	7
1.2 ΜΟΡΦΗ –ΔΟΜΗΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΥ .....	8
1.3 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΥ .....	11
1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ .....	12
1.4.1 Μέγεθος.....	12
1.4.2Σχήμα :.....	13
1.4.3Βλαστικοί πόροι ή διαφράγματα (Apertures) :.....	13
1.4.4 Αρίθμηση διαφραγμάτων : .....	13
1.4.5 Επιφάνεια :Η επιφάνειαμπορεί να έχειποικίλεςδιακυμάνσεις , μπορεί να είναι λεία ή απροσδιόριστηάλλα και να περιέχειδιάφορεςπροεξοχές.....	13
1.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ.....	13
1.5.1 Διάφραγμα(apertures):.....	13
1.5.2 Σχήμα.....	15
1.5.3 Ανάγλυφο (sculpture) .....	16
2.ΜΙΚΡΟΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ.....	16
2.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΑ .....	18
2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗ. ....	21
2.3.1Ασβέστιο (Ca <sup>2+</sup> ).....	21
2.3.2 Σάκχαρα.....	22

2.3.3 Βόριο .....	22
2.3.4 Αμινοξέα.....	22
2.3.5 Ρυθμιστικές ουσίες .....	23
2.3.6 Κάλιο .....	23
2.3.7 Μαγνήσιο .....	23
2.3.8 Ορμόνες.....	24
2.3.9 Φλαβανόλες (Φαινολικές ουσίες).....	24
2.3.10 pH .....	24
2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ .....	25
2.4.1 Θερμοκρασία.....	25
2.4.2 Επίδραση θερμοκρασιακού στρες .....	25
2.4.3.Υγρασία.....	26
2.4.4 Ακτινοβολία.....	26
2.5 ΑΛΛΟΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ .....	26
2.5.1 Επίδραση φυτοφαρμάκων .....	27
3. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ –ΖΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ: .....	27
3.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΡΩΣΗΣ:.....	28
3.2 ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΓΥΡΗΣ:.....	29
3.2.1 Μέθοδοι βλάστησης: .....	29
3.2.2 Καλλιέργεια in vivo:.....	29
3.2.3 Καλλιέργεια in vitro: .....	29
4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΥΡΗΣ.....	31
4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ .....	32
4.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ .....	33
5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΠΟΡΟΙ & ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙΣΠΟΡΟΙ .....	35

5.1 ΣΠΟΡΟΙ ΚΕΙΜΗΛΙΩΝ .....	35
5.2 ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΝΤΟΜΑΤΕΣ .....	36
5.3 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗ ΤΟΜΑΤΑ .....	36
5.3.1 Άζωτο (N).....	37
5.3.2 Φωσφόρος (P).....	38
5.3.3 Κάλιο (K).....	38
5.3.4 Ασβέστιο (Ca) .....	39
5.3.5 Μαγνήσιο (Mg) .....	40
5.3.6 Θείο (S).....	40
5.3.7 Βόριο (B).....	41
5.3.8 Σίδηρος (Fe) .....	41
5.3.9 Μαγγάνιο (Mn).....	42
5.3.10 Ψευδάργυρος (Zn).....	43
5.3.11 Χαλκός (Cu) .....	43
5.3.12 Μολυβδαίνιο (Mo) .....	44
5.3.13 Χλώριο (Cl) .....	44
5.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	44
6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	47
6.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	50
6.3 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55

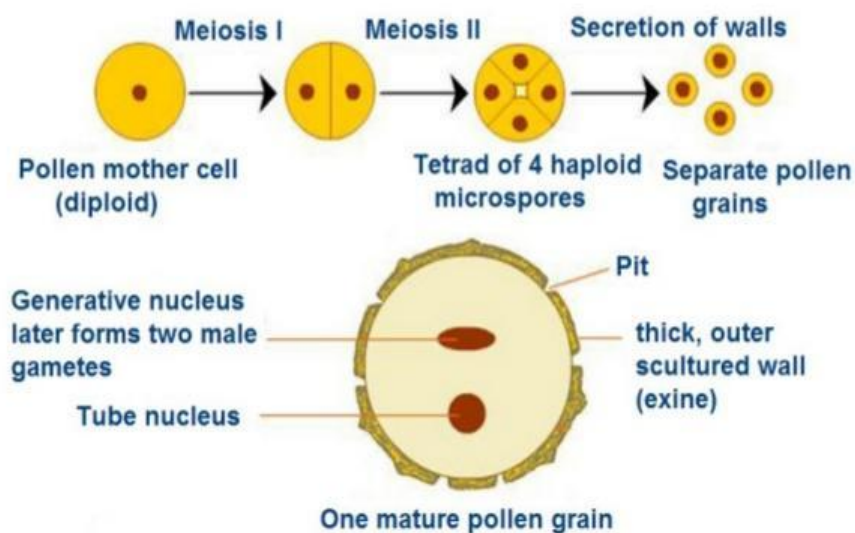
## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΓΥΡΗ

Η γύρη όταν απελευθερώνεται από τους ανθήρες των αγγειόσπερμων φυτών αποτελεί ένα σύνολο από πολυάριθμους κόκκους (γυρεόκοκκους). Ο γυρεόκοκκος είναι το μικροσπόριο στο οποίο οφείλεται ο εγγενής πολλαπλασιασμός. Αυτό συμβαίνει σε συνδυασμό ενός στίγματος και μιας ώριμης ωοθήκης.

Ο ρόλος του γυρεόκοκκου είναι να απελευθερώσει δυο γαμέτες μέσα στη σπερματική βλάστηση μιας επιδεικτικής ωοθήκης, με αποτέλεσμα να επιτευχθεί η διπλή γονιμοποίηση και να δημιουργηθεί το ζυγωτό από το οποίο θα δημιουργηθεί το έμβryo και το μητρικό του ενδοσπερμίου, το οποίο θα εξελιχθεί σε ενδοσπέρμιο.

Οι γυρεόκοκκοι ανάλογα με το είδος των φυτών αποτελούνται από ένα απλοειδές φυτό το οποίο αποτελείται από δύο ή τρία κύτταρα τα οποία περιβάλλονται από το σπορόδεμα (παχύ ή λεπτό τοίχωμα).

**In the pollen sac, pollen mother cells divide by meiosis to produce the pollen grains.**



ΕΙΚΟΝΑ 1. Απεικονίζεται η αναπαραγωγή της γύρης.  
ΠΗΓΗ: Structure of Pollen Grains Tutorvista.com

[BacktoTop](#)

## 1.2 ΜΟΡΦΗ –ΔΟΜΗΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΥ

Ο γυρέοκοκκος αποτελείται από το εξωτερικό τοίχωμα το οποίο έχει την ικανότητα να διατηρεί το περιεχόμενο του αρσενικού γαμετόφυτου κατά τη διαδικασία της μεταφοράς του από τον ανθηρά στο στίγμα του υπέρου και να εξασφαλίζει την βλάστηση του γυρέοκοκκου στο στίγμα του υπέρου.

Οι ζωντανοί γυρέοκοκκοί ανώτερων σπερματοφύτων αποτελούνται από ένα τοίχωμαδύο στρωμάτων το εξωτερικό και το εσωτερικό. Το εξωτερικό στρώμα ονομάζεται εξώστρωμα η αλλιώς εξίνη και αποτελείται από την σποροπολλενίνη μαζί με ελάχιστες ποσότητες πολυσακχαριτών. Το εσωτερικό στρώμα, καλείται ενδόστρωμα και αποτελείται από κυτταρίνη και πηκτίνη ενώ είναι εμβαπτισμένο με υλικά πρωτεϊνικής φύσεως. Η σποροπολλενίνη είναι ένα στρώμα αρκετά ανθεκτικό, συναντάται στους απολιθωμένους γυρέοκοκκους και στα ανωτέρα φυτά.

Το εξώστρωμα αποτελείται από δύο στρώσεις, τη σεξίνη και την νεξίνη. Η σεξίνη, περιέχει ραβδώσεις που ονομάζονται κολούμελα, οι οποίες στηρίζουν μια οροφή που αποκαλείται στέγη. Η στέγη μπορεί να είναι κατανεμημένη κατά θέσεις ή να απουσιάζει. Επίσης η εξίνη, περιέχει ραβδώσεις που δεν έχουν υποστηρικτικό ρόλο και καλούνται βάκτρα ή σκήπτρα.

### Pollen Wall Structure

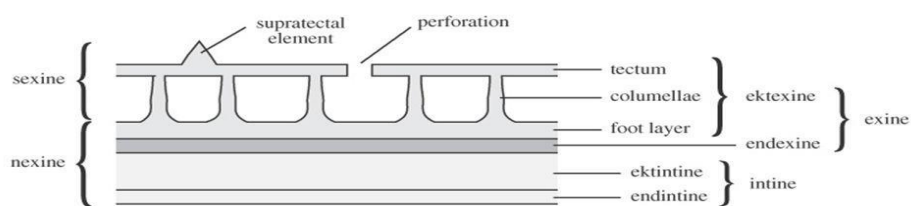


Figure 12.8 Pollen wall structure.

Copyright 2006, Elsevier, Inc. All rights reserved.

### tectate-columellate

ΕΙΚΟΝΑ 2. Απεικονίζουν τις επιμέρους ζώνες του εξώστρώματος και ενδοστρώματος του γυρέοκοκκου. (Pollen Wall Development By J. Heslop-Harrison)



Οι στρώσεις του γυρεόκοκκου συμπεριφέρονται διαφορετικά στις χρωστικές και η διαλυτότητα τους διαφέρει, κάτι που υποδηλώνει πως η σποροπολλενίνη των στρωμάτων αυτών διαφέρει χημικώς.

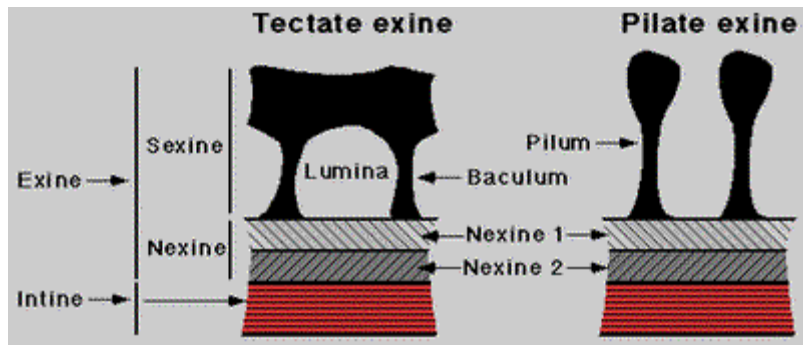
Το τοίχωμα των γυρεόκοκκων σχηματίζεται, όταν βρίσκεται στη φάση των τετρασπόριων. Το κάθε κύτταρο της τετράδας διαχωρίζεται από τα γειτονικά του με ένα στρώμα καλλόζης στο τοίχωμα του. Στη συνέχεια σχηματίζεται ένα στρώμα κυτταρίνης ενδιάμεσα της κυτταρικής μεμβράνης (πλασμάλημμα) του μικροσπορίου και της καλλόζης. Το στρώμα κυτταρίνης που έχει σχηματιστεί, έχει την ικανότητα να δημιουργεί ένα κάλυμμα στον γυρεόκοκκο, εκτός κάποιων περιοχών όπου υπάρχουν αυλακώσεις ή αλλιώς πόροι. Στις περιοχές των αυλακώσεων υπάρχει το ενδοπλασματικό δίκτυο κοντά στο πλασμάλημμα και λειτουργεί ως διάτρητο τοίχωμα που έχει ως στόχο να εμποδίζει την εναπόθεση κυτταρίνης στη περιοχή του τοιχώματος της καλλόζης. Έτσι, η κυτταρίνη μεταβιβάζεται σε όλο το τοίχωμα εκτός της περιοχής που βρίσκεται απέναντι από το ενδοπλασματικό δίκτυο και οι θέσεις των μικροπόρων βρίσκονται στις αρχικές θέσεις που βρίσκονταν το ενδοπλασματικό δίκτυο απέναντι από το πλασμάλημμα. Σε περίπτωση που ο ακριβής σχηματισμός των θέσεων των πλακών του ενδοπλασματικού δικτύου καταστραφεί, τότε η διαδικασία σχηματισμού τους στο τοίχωμα του γυρεόκοκκου διακόπτεται.

Σε κάποιες περιοχές του γυρεόκοκκου δεν υπάρχουν ανοίγματα με αποτέλεσμα το στρώμα της κυτταρίνης να διατρέχεται από προβάκτρα (ράβδους) τα οποία αποτελούνται από λιποπρωτεΐνες. Συνοψίζοντας, πριν εμφανιστεί η σποροπολλενίνη τα χαρακτηριστικά του εξωστρώματος (κατανομή των βάκτρων, αριθμό και θέση ανοιγμάτων), έχουν καταλάβει ήδη την θέση τους στο τοίχωμα και προκύπτει με αυτόν τον τρόπο η κατώτερη στρώση στο εξώστρωμα (νεξίνη). Με παρόμοιο τρόπο σχηματίζεται και το ανώτερο στρώμα κάτω από τη καλλόζη, που καλείται στέγη. Στο σημείο αυτό, το πρόβακτρο μετατρέπεται σε πιο παχύ και πυκνό με συνέπεια να χάσει την μεμβρανώδη υφή του. Ταυτόχρονα, το υλικό αποκτά ανθεκτικότητα στην ακετόλυση, όπου υποδηλώνει την ολοκλήρωση της εναπόθεσης της σποροπολλενίνης, έτση φάση αυτή καλείται πριμεξίνη.

Στην πορεία, το στρώμα της καλλόζης διασπάται και οι γυρεόκοκκοι απελευθερώνονται από τις τετράδες. Ακολουθεί μια αύξηση μεγέθους των

γυρεόκοκκων που οδηγεί επίσης σε αύξηση του μήκους του εξωστρώματος με αποτέλεσμα να γίνεται πιο λεπτό. Παράλληλα, το στρώμα της κυτταρίνης, στο οποίο μεταβιβάζονται τα προβάκτρα, διασκορπίζονται αφήνοντας με αυτό το τρόπο υπολείμματα μεταξύ των προβάκτρων. Ο σχηματισμός της νεξίνης, ειδικά της νεξίνης 2 (εξώστρωμα) αλλά και του ενδοστρώματος που εμπεριέχει κυτταρίνη, ξεκινά πριν τη διάλυση της καλλόξης και της δημιουργίας των τετράδων. Η νεξίνη 2 σχηματίζεται με την απόθεση μιας λεπτής μεμβράνης που παράγεται στην κυτοπλασματική μεμβράνη, όπου εκεί εναποτίθεται η σποροπολλενίνη. Το υλικό αυτό δημιουργεί τις παχύνσεις που περιβάλλονται από τον πόρο των γυρεόκοκκων στα μονοκότυλα φυτά. Η νεξίνη 2 συμβάλλει στο σχηματισμό του γυρεόκοκκου, αλλά και στην ποικιλομορφία των παχύνσεων του. Ύστερα από τη διάλυση της καλλόξης που περικλείει τους γυρεόκοκκους, κάποιοι γυρεόκοκκοι ελευθερώνονται στον ανθήρα και κάποιοι έρχονται σε επαφή με τα κύτταρα του τάπητα. Ο τάπητας αποτελείται από μια στρώση κυττάρων, όπου το εσωτερικό των κυττάρων του τάπητα, περιέχει σταγονίδια ή κόκκια που ονομάζονται σφαιρίδια λιπιδιακής προέλευσης. Τα σφαιρίδια, είναι καροτινοειδή και εστέρες αυτών, που αποτελούν ουσίες της σποροπολλενίνης, τα οποία ελευθερώνονται στο υγρό του ανθήρα καθώς τα κύτταρα του τάπητα σπάνε.

Στο εξώστρωμα του γυρεόκοκκου, υπάρχουν και άλλες ουσίες που προέρχονται από τα κύτταρα του τάπητα όπως η τρυφίνη και η πολλενκίτη. Η τρυφίνη προέρχεται από την αποικοδόμηση του ιδίου του ιστού του τάπητα ενώ η πολλενκίτη, προέρχεται από τα καροτινοειδή που συσσωρεύονται στα κύτταρα του τάπητα. Σε αυτές τις ουσίες, υπάρχουν χρωστικές και κολλώδη εύοσμα υλικά σημαντικά για την επίτευξη της επικονίασης. Τα κύτταρα των ταπήτων κάποιων γυρεόκοκκων παρέχουν και άλλες ουσίες όπως οι πρωτεΐνες αναγνώρισης. Οι πρωτεΐνες αναγνώρισης, εξασφαλίζουν τη βλάστηση του γυρεόκοκκου σε συμβιβαστό στίγμα υπέρου. Σε περιπτώσεις ασυμβιβαστότητας, οι πρωτεΐνες αναγνώρισης είναι υπεύθυνες για την αναβολή της ανάπτυξης της προβολής του γυρεόκοκκου.

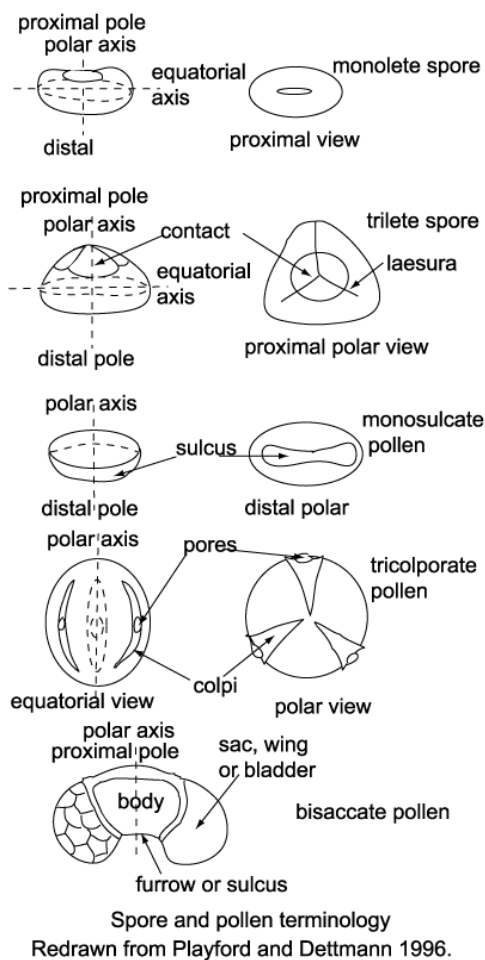


ΕΙΚΟΝΑ 3.Απεικονίζεται στη βάση των ράβδων νεξίνη που διακρίνεται σε δύο ζώνες τη νεξίνη 1 και τη νεξίνη 2. Κάτω από τις δυο ζώνες υπάρχει το ενδόστρωμα, το οποίο αποτελείται αποκλειστικά από κυτταρίνη.  
 ΠΗΓΗ : Exine – University of Lecesister

### 1.3 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΥ

Μορφολογικές περιοχές

Οι θέσεις που βρίσκονται στην επιφάνεια του γυρεόκοκκου, περιγράφονται από όρους από τις περιοχές της γης. Οι δυο αντίθετες καλούνται πολικές περιοχές .Στο μέσο της απόστασης των δύο μέσων βρίσκεται ο ισημερινός(equator) και τα αυλάκια (furrows), που έχουν τις άκρες τους προς τους πόλους .



ΕΙΚΟΝΑ 4. Απεικόνιση μορφολογικών περιοχών ενός γυρεόκοκκου. Ισημερινή όψη και πολική όψη.

ΠΗΓΗ : Spore and pollen terminology

## 1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ

Μεταξύ των αγγειόσπερμων φυτών υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στην μορφολογία των γυρεοκόκκων τους, οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν ως προς το σχήμα, το μέγεθος, την μορφή και το αριθμό των βλαστικών πόρων κλπ.,

**1.4.1 Μέγεθος:** Το μέγεθος κυμαίνεται από πολύ μικρό έως γιγάντιο

**1.4.2 Σχήμα :** είναι η περιφέρεια και το σχήμα ενός γυρεόκοκκου. Μπορεί να έχει διάφορα σχήματα όπως ημικυκλικό , στρογγυλό , τριγωνικό ωσειδείζαλλα και ακανόνιστο σχήμα .

#### **1.4.3 Βλαστικοί πόροι ή διαφράγματα (Apertures) :**

Τα διαφράγματα μπορεί να είναι αυλάκια , κόλποι , πόροι , συνδυασμός αυτών ή να έχουν ενωμένα ή ακανόνιστα αυλάκια .

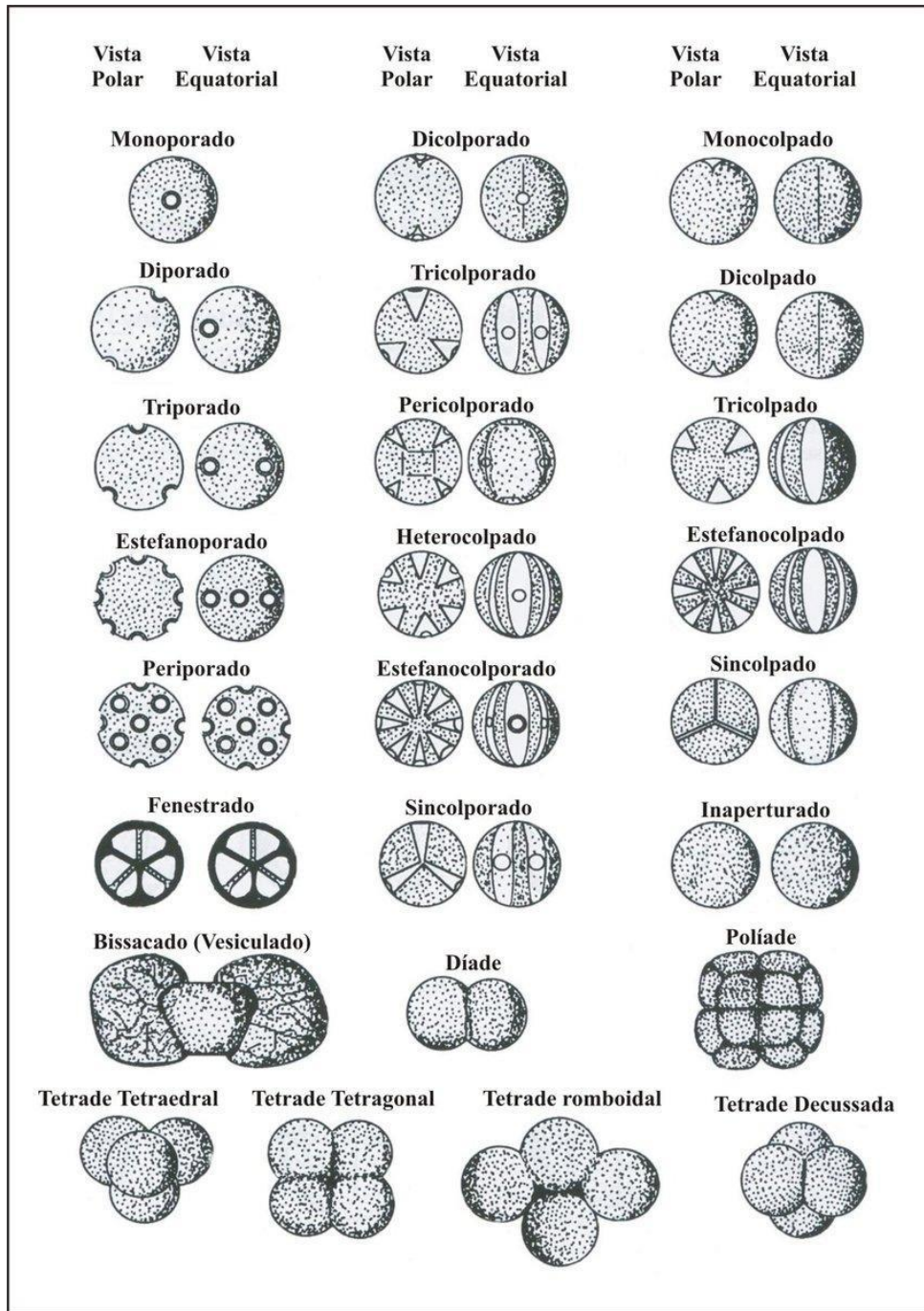
**1.4.4 Αρίθμηση διαφραγμάτων :** Η αρίθμηση των διαφραγμάτων μπορεί να ταξινομηθεί από 0 ή να μην προσδιορίζεται είτε να είναι πάνω από 12.

**1.4.5 Επιφάνεια :** Η επιφάνεια μπορεί να έχει ποικίλες διακυμάνσεις , μπορεί να είναι λεία ή απροσδιόριστη άλλα και να περιέχει διάφορες προεξοχές.

## **1.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ.**

### **1.5.1 Διάφραγμα (apertures):**

Διάφραγμα, ονομάζεται οτιδήποτε λεπτό ή ελλειπείς μέρος του εξωστρώματος. Τα διαφράγματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τους πόρους (pore) και τους κόλπους (colp). Οι κόλποι είναι μακροί και έχουν σχήμα καρβιού, με οξεία άκρα ενώ οι πόροι είναι ισοδιαμετρικές οπές και υπάρχει ενδεχόμενο να είναι επιμηκυμένοι, με κυκλικής μορφής άκρα. Κάποιες περιοχές που δεν απαρτίζονται από διαφράγματα, καλούνται με βάση το είδος των διαφραγμάτων που παράκινται. Η περιοχή που ορίζεται από δύο κόλπους ονομάζεται μεσοκόλπιο (mesocolpium), ενώ από δύο πόρους ονομάζεται μεσοπόριο (mesoporium). Η περιοχή, ονομάζεται αποκόλπιο (apocolpium) σε περίπτωση που τα διαφράγματα είναι κόλποι, αν είναι πόροι τότε καλούνται αποπόριο (apoporium).



EIKONA 5.

Η εικόνα 5 απεικονίζει τον αριθμό, τη θέση και το είδος των διαφραγμάτων.  
 ΠΗΓΗ : Morphological characteristics of pollen grains, article by Sugandha.

## 1.5.2 Σχήμα

Το σχήμα των γυρεόκοκκων στηρίζεται στο περίγραμμα της πολικής και ισημερινής όψης τους. Αυτό, λόγω της ποικιλομορφίας που παρουσιάζουν οι γυρεόκοκκοι.

Για να βρούμε το πόσο ένας γυρεόκοκκος είναι ελλειπτικός ή επιμήκης είναι, χρησιμοποιούμε το λόγο της πολικής προς την ισημερινή απόσταση P/E.

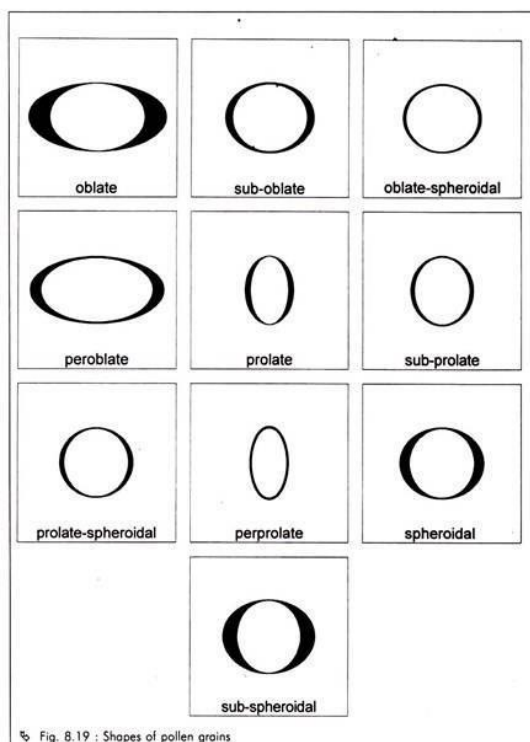
Συγκεκριμένα διαγράφονται στον παρακάτω πίνακα της εικόνας 8.

Table 4.1: Pollen shape classes (after Erdtman, 1952).

Shape classes	(PA/ED) × 100
Per-oblate	<50
Oblate	50-75
Sub-oblate	75-88
Oblate-spheroidal	88-99
Spheroidal	100
Prolate-Spheroidal	101-114
Sub-prolate	114-133
Prolate	133-200
Per-prolate	>200

ΕΙΚΟΝΑ 6

ΠΗΓΗ :pollen shale classes (after Erdtman,1952)



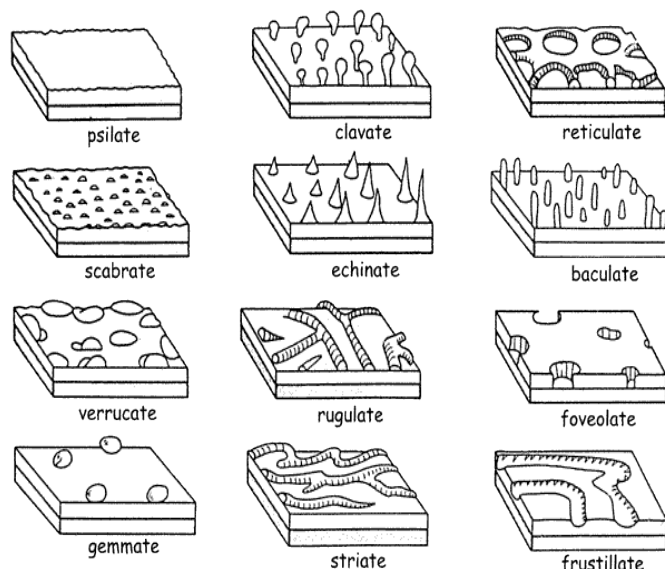
ΕΙΚΟΝΑ 7.

Στην εικόνα 7 απεικονίζεται το μέγεθος και το σχήματος πολικής όψης.

ΠΗΓΗ : Top 5 characteristics of pollen used in taxonomy /palynology  
Palynology Michael G. Simpson palynology

### 1.5.3 Ανάγλυφο (sculpture)

Το ανάγλυφο διακρίνεται από ποικίλες επιφάνειες που μπορεί να είναι ακροχορδοειδές, αυλακοειδές, βακτροειδές, δικτυωτό, εγκεφαλοειδές, εχινειδές, λιθοειδές, μεικτό ανάγλυφο, παραθυροειδές, πτυχωτό, ραβδωτό, ρηγματοειδές ή βοθριοειδές, ροπαλοειδές, ροδοειδές, ψιλοδαποειδής και τραχύ.



ΕΙΚΟΝΑ 8

Στην εικόνα 8 απεικονίζεται ο τύπος των διαφραγμάτων.

ΠΗΓΗ : (Morphological Characteristics of Pollen Grains article ).

## 2. ΜΙΚΡΟΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗ ΣΤΗΝ ΤΟΜΑΤΑ

Οι ανθήρες της ντομάτας διαθέτουν δύο θήκες όπου η κάθε μια αποτελείται από δύο μικροσποριάγγεια. Οι ανθήρες, συγκροτούνται από μια εξωτερική επιδερμίδα, τριών ή τεσσάρων στρωμάτων επιδερμικών κυττάρων και ένα στρώμα κυττάρων του τάπητα ο οποίος περικλείει τον σποριογόνο ιστό. Ο τάπητας διαθέτει διπύρηνια κύτταρα τα οποία περιέχουν χυμοτόπια. Ο σπορογόνος ιστός περικλείεται από μητρικά κύτταρα των μικροσπορίων, που περιβάλλονται από καλλόζη (στάδιο I). Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της μείωσης και η δημιουργία μικροσπορίων. Η τετράδα



περικλείεται από στρώμα καλλόζης καθώς τα κύτταρα του τάπητα παραμένουν αλώβητα ενώ παράλληλα διαθέτουν μεγάλα χυμοτόπια.(στάδιο ii).

Ακολούθως, τα μικροσπόρια αποκόπτονται και η καλλόζη αποδομείται. Αντίστοιχα συμβαίνουν αλλαγές στα κύτταρα του τάπητα δηλαδή, τα κύτταρα του τάπητα επιμηκύνονται και εκτείνονται εντός της κοιλότητας του ανθηρά αποκτώντας μορφή αμοιβάδας. Επιπλέον, παρατηρούνται στα χυμοτόπια και στην επιφάνεια των κυττάρων του τάπητα σκοτεινά υλικά τα οποία μοιάζουν με σποροπολλενίνη. (στάδιο iii).

Ακόμη, παρατηρείται πως ο τάπητας αρχίζει να εκφυλίζεται. Τα κύτταρα του τάπητα διαθέτουν μεγάλα χυμοτόπια τα οποία δεν διαθέτουν πυρήνα αλλά σποροπολλενίνη στην επιφάνεια του. Ωστόσο, τα μικροσπόρια διαθέτουν χυμοτόπια στη παρούσα φάση και έτσι ξεκινά η δημιουργία του εξωστρώματος και η διαδικασία της μίτωσης στο μικροσπόριο του πυρήνα. (στάδιο iv).

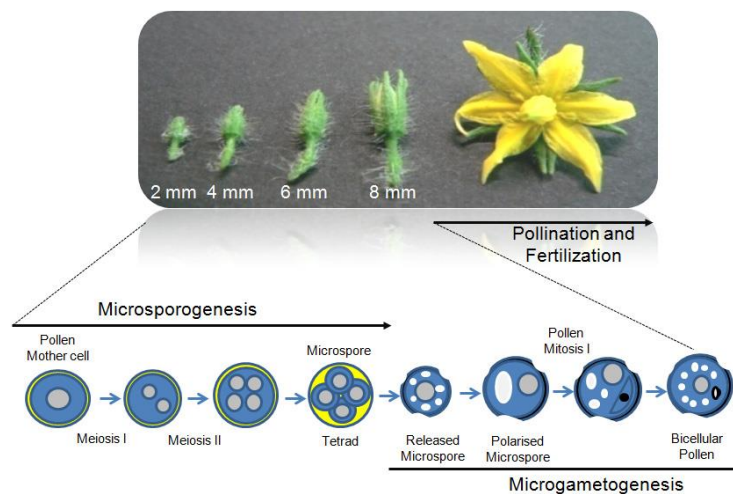
Έπειτα, διακρίνεται η δικύτταρη γύρη και το κυτταρόπλασμα της είναι αρκετά σκοτεινό εν σύγκριση με τα προηγούμενα στάδια. Οι γυρεόκοκκοι έχουν αναπτύξει σε καλή κατάσταση ενδόστρωμα και εξώστρωμα, ενώ τα κύτταρα του τάπητα εκφυλίζονται περισσότερο. (στάδιο v).

Στο επόμενο στάδιο, οι γυρεόκοκκοι διαθέτουν μικρά χυμοτόπια και αμυλόκοκκους και το κυτταρόπλασμα αποκτά έντονη απόχρωση. Επίσης στους γυρεόκοκκους διακρίνονται οι βλαστικοί πόροι αλλά και τα κατάλοιπα του τάπητα. (στάδιο vi).

Στη συνέχεια, οι γυρεόκοκκοι έχουν μορφή όμοια με εκείνη του προηγούμενου σταδίου. Όμως ο ιστός που βρίσκεται κάτω από την περιοχή του στομίου της θήκης του ανθηρά διαλύεται και έτσι δημιουργείται ένας γυρεόκοκκος σε μεγάλο μέγεθος. (στάδιο προδιάρρηξης), (στάδιο vii).

Τέλος, οι ανθήρες ωριμάζουν και διαρρηγνύονται, τα κύτταρα του στομίου εκφυλίζονται και παραμένουν μόνο οι γυρεόκοκκοι στη κοιλότητα του ανθήρα.

Τα στρώματα που συγκροτούν το τοίχωμα του ανθηρά αφυδατώνονται και κάποια κύτταρα του ιστού εκφυλίζονται. Οι γυρεόκοκκοι που έχουν ωριμάσει αφυδατώνονται.



ΕΙΚΟΝΑ 9 : Διαδικασία μικροσποριογένεσης της ντομάτας.

ΠΗΓΗ : (Ensuring Reproduction at High Temperatures: The Heat Stress Response during Anther and Pollen Development Academic research paper on "Biological sciences")

## 2.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΑ

Για να επιτευχθεί η βλάστηση του γυρεόκοκκου απαιτείται η ενυδάτωση του. Η ενυδάτωση *in vivo* οφείλεται στο νερό του στιγματικού υγρού ενώ *in vitro* στο νερό του υποστρώματος της βλάστησης και στην υγρασία που επικρατεί στο περιβάλλον. Πριν και κατά την έναρξη της βλάστησης πραγματοποιούνται κάποιες αλλαγές στο εσωτερικό του γυρεόκοκκου. Συγκεκριμένα, η όψη των μιτοχονδρίων παραμένει ίδια, τα σωματίδια Golgi μετασχηματίζονται σε εκκριτικά και δημιουργούν μεγάλα κυστίδια, τα οποία μεταβιβάζονται στη κυτταρική μεμβράνη του κυττάρου όπου διευκολύνουν την είσοδο ουσιών που αξιοποιούνται στη δόμηση του κυτταρικού τοιχώματος. Παρατηρείται, πως σημαντικό ρόλο στη βλάστηση του γυρεόκοκκου έχουν κάποια φυτοθρεπτικά συστατικά όπως οι φλαβονόλες. Οι φλαβονόλες λειτουργούν ως πρόδρομες ενώσεις για τη δημιουργία ουσιών που συνθέτουν τοίχωμα του γυρεοσωλήνα. Άλλη μια πρωτεΐνη που ενισχύει την ενυδάτωση του

γυρεόκοκκου αλλά και την βλάστηση του γυρεοσωλήνα είναι μια πρωτεΐνη που είναι πλούσια σε περιεκτικότητα από κυστεΐνη και ονομάζεται LAT52.

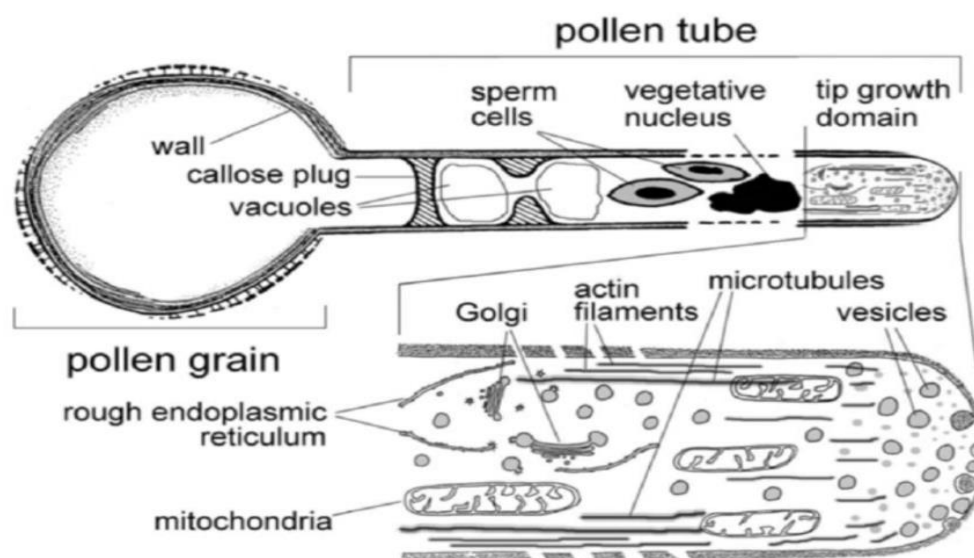
Αμέσως μετά την βλάστηση του γυρεόκοκκου παρατηρείται ο γυρεοσωλήνας. Ο γυρεοσωλήνας αποτελείται από πηκτίνες, ημικυτταρίνες, κυτταρίνες και καλλόζη. Οι πηκτίνες αποτελούν το ινώδες εξώστρωμα στο τοίχωμα του γυρεοσωλήνα. Ωστόσο υπάρχουν δύο ειδών πηκτίνης, οι εστεροποιημένες και οι όξινης οι οποίες κατατάσσονται διαφορετικά στο γυρεοσωλήνα, ανάλογα με τον τύπο του μέσου της βλάστησης.

Δηλαδή, όταν ο γυρεόκοκκος αναπτύσσεται σε υγρό υπόστρωμα η εστεροποιημένη μορφή παρατηρείται στην άκρη του γυρεοσωλήνα εν σύγκριση με την όξινη που κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το μήκος της. Σε περίπτωση που το θρεπτικό διάλυμα είναι στερεοποιημένο με άγαρ τότε και τα δυο είδη πηκτίνης κατανέμονται σε όλο το μήκος του γυρεοσωλήνα σε διάταξη δακτυλιοειδή. Αναφορικά, οι κυτταρίνες και η καλλόζη παρουσιάζονται πίσω από την αναπτυσσόμενη κορυφή του γυρεοσωλήνα. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις να μην υπάρχει καθόλου καλλόζη κοντά στη κορυφή του γυρεοσωλήνα όπως συμβαίνει με το *Nicotianatabacum*.

Ο αναπτυσσόμενος γυρεοσωλήνας διακρίνεται σε δύο περιοχές, την ακραία περιοχή η οποία διαθέτει εκκριντικούς μηχανισμούς που είναι υπεύθυνη για την επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα, και από τη βασική περιοχή η οποία το εκκριντικό σύστημα που διαθέτει συμβάλλει στην ενίσχυση του τοιχώματος και στη δημιουργία καλλόζης για την προστασία της κορυφής σε σχέση με το υπόλοιπο του γυρεοσωλήνα. Το κορυφαίο τμήμα του γυρεοσωλήνα περιέχει ποικιλόμορφα σωμάτια Golgi. Πίσω από το κορυφαίο τμήμα, το κυτταρόπλασμα απαρτίζεται από οργανίδια και σωμάτια Golgi που παράγουν πολύμορφα κυστίδια. Τα μικρά σε μέγεθος κυστίδια μεταφέρουν πολυσακχαρίτες ενώ τα μεγάλα είναι πρόδρομοι καλλόζης. Στη συνέχεια, συναντάμε την περιοχή στη οποία βρίσκονται οι πυρήνες των δύο κυττάρων. Στη περιοχή αυτή, υπάρχουν διάφορα οργανίδια και καλλόζη. Στη βασική περιοχή, όπου είναι η περιοχή που σχηματίζεται η καλλόζη, που συμβάλλει στην απομόνωση από τον υπόλοιπο γυρεοσωλήνα, παρατηρούνται μιτοχόνδρια, ριβοσωμάτια και λιπίδια, ενώ η καλλόζη είναι παχιά εν συγκρίσει με τις υπόλοιπες ουσίες. Ο σχηματισμός της καλλόζης και η απομόνωση του υπόλοιπου γυρεοσωλήνα πραγματοποιείται με τη παρουσία ενός ένζυμου, αυτό το ένζυμο ονομάζεται σύνθεση της καλλόζης όπου μεταφέρεται από

τις ενδοκυτταρικές μεμβράνες στο τοίχωμα του γυρεοσωλήνα και τον μετασχηματισμό του από την ανενεργό στην ενεργό μορφή. Η καλλόζη επίσης έχει και μηχανικό ρολό στο γυρεοσωλήνα, καθώς δεν προσδίδει συμπίεση σε αυτόν. Ακόμη, μια θετική επίδραση στην ανάπτυξη του τοιχώματος του γυρεοσωλήνα παρουσιάζει ομάδα των αραβινογαλακτανών, δηλαδή οι πρωτεΐνες Sta -39-3 και Sta -39-4 οι οποίες μοιάζουν με τις αραβινογαλακτάνες και επιδρούν ευνοϊκά στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα.

Χαρακτηριστικό ενδιαφέρον δείχνει η κίνηση των πυρήνων και των οργανιδίων στην αυξανόμενη άκρη του γυρεοσωλήνα καθώς επίσης και η μεταβίβαση των στοιχείων ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα προς την αναπτυσσόμενη άκρη. Στη κίνηση αυτή συμμετέχει το κυττασκελετικό σύστημα το οποίο αποτελείται από δυο είδη κινητήριων πρωτεϊνών. Το πρώτο είδος είναι ένας συνδυασμός ακτινών και μυοσινών ενώ το δεύτερο είναι συνδυασμός μικροτουμπουλινών. Το πρώτο είδος, ειδικά οι ακτίνες συμμετέχουν στη διαδικασία μεταβίβασης κιστιδίων από τις περιοχές κατασκευής τους στην αναπτυσσόμενη άκρη του γυρεοσωλήνα. Το σύστημα ακτινών – μυοσινών συμβάλλει και στη μεταφορά οργανιδίων προς την άκρη του γυρεοσωλήνα καθώς αυτό επιμηκύνεται. Το σύστημα των μικροτουμπουλινών συμβάλλει στη σύνδεση και στη μεταβίβαση του βλαστικού πυρήνα, ο οποίος έχει την ιδιαιτερότητα να βρίσκεται κοντά στην άκρη του γυρεοσωλήνα και του γενετικού, ο οποίος βρίσκεται πίσω από το βλαστικό.



ΕΙΚΟΝΑ 10. Ανατομία αναπτυσσόμενης άκρης του γυρεοσωλήνα.

ΠΗΓΗ : Schematic drawing of germinating pollen grain / ResearchGate.

Οι δύο ομάδες πρωτεϊνών που προαναφέραμε επηρεάζονται και από άλλες πρωτεΐνες. Η λειτουργία της ακτίνης επηρεάζεται άμεσα από παράγοντες πολυμερισμού της από την προφιλίνη αλλά και από άλλες ουσίες όπως η Lantrunculin B (LATB) και Cytochalazin D.

Επιπλέον, η δυνατότητα προσανατολισμού του γυρεοσωλήνα στο στίγμα και οι αλληλεπιδράσεις του με αυτό είναι χαρακτηριστική. Οι γυρεοσωλήνες τόσο *in vivo* όσο και *in vitro* προσανατολίζονται προς τα σημεία εκείνα που υπάρχει νερό με οσμωτικό δυναμικό που το καθιστούν προσδόκιμο από αυτούς. Τα λιπίδια, έχουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία ενυδάτωσης και κίνησης του γυρεοσωλήνα στο στίγμα. Ωστόσο, υπάρχει πιθανότητα οι γυρεοσωλήνες να προσανατολίζονται ανάλογα με την τάση του οξυγόνου δηλαδή να μεταφέρονται σε περιοχές όπου η τάση του οξυγόνου να είναι μικρή.

Ιδιαίτερο ρόλο στην βλάστηση του γυρεοσωλήνα *in vivo* είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του γυρεοσωλήνα και στους ιστούς του στίγματος. Δηλαδή, οι κινάσες (ένζυμο) οι οποίες ενεργοποιούνται στο κυτταρόπλασμα του γυρεοσωλήνα, συμβάλλουν στο σχηματισμό πρωτεϊνών στο εξώστρωμα του τοιχώματος του καθώς επίσης αλληλεπιδρούν με τις πρωτεΐνες που υπάρχουν στο στιγμιαίο υγρό. Οι πρωτεΐνες αυτές είναι γλυκοπρωτεΐνες και λειτουργούν ως « ταυτότητα» την οποία ρυθμίζει το στίγμα. Αυτό, σηματοδοτεί πως το στίγμα λειτουργεί ανάλογα με το αν ο γυρεόκοκκος προέρχεται από φυτό του ίδιου είδους ή από διαφορετικό.

## **2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΒΛΑΣΤΗΣΗ.**

### **2.3.1 Ασβέστιο ( $Ca^{2+}$ )**

Το ασβέστιο έχει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα και στην βλάστηση του γυρεόκοκκου. Συγκεκριμένα, το ασβέστιο ( $Ca^{2+}$ ) είναι χρήσιμο στο σχηματισμό πηκτινών του τοιχώματος του γυρεοσωλήνα. Επίσης συμμετέχει στο μόριο των πρωτοπηκτινών,. Ακόμη το ασβέστιο επιδρά στη δημιουργία αλλά και στη μεταφορά κιστιδίων και στην αναπτυσσόμενη άκρη του γυρεοσωλήνα. Επιπλέον το ασβέστιο είναι υπεύθυνο για τον προσανατολισμό του γυρεοσωλήνα.

Ωστόσο η έλλειψη ασβεστίου προκαλεί πρόβλημα στην βλάστηση και στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα και ρήξη του κυτταρικού τοιχώματος.

### **2.3.2 Σάκχαρα**

Σημαντικό ρόλο στην βλάστηση και στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα *in vivo* όσο και *in vitro* έχουν τα σάκχαρα. Τα σάκχαρα ρυθμίζουν το ωσμωτικό δυναμικό του διαλύματος στη βλάστηση του γυρεόκοκκου, έτσι ώστε να διευκολύνει την απορρόφηση του νερού. Επίσης οι βλαστάνοντες γυρεόκοκκοι προσλαμβάνουν σάκχαρα και από το θρεπτικό υπόστρωμα έκτος από τα αποθηκευμένα σάκχαρα που προϋπάρχουν στον γυρεόκοκκο. Το κυριότερο σάκχαρο που προσλαμβάνουν είναι η σακχαρόζη.

### **2.3.3 Βόριο**

Το βόριο συμμετέχει σε διάφορες διεργασίες όπως, στη μεταφορά σακχάρων, σύνθεση κυτταρικού τοιχώματος, εναπόθεση λιγνίνης, στο μεταβολισμό υδατανθράκων και RNA, στην αναπνοή, στον μεταβολισμό του ινδοδυλοξικού οξέος (IAA), στο μεταβολισμό φαινολικών ουσιών και συμβάλει στη σταθερότητα της κυτταρικής μεμβράνης. Συγκεκριμένα συμβάλλει στην απορρόφηση και στον μεταβολισμό των σακχάρων, αυξάνει την απορρόφηση του οξυγόνου και συμμετέχει στο σχηματισμόν πηκτινικών ουσιών για το τοίχωμα του γυρεοσωλήνα.

### **2.3.4 Αμινοξέα**

Τα αμινοξέα έχουν σημαντικό ρόλο στη βλάστηση της γύρης και στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα. Τα αμινοξέα που εντοπιστήκαν στους γυρεόκοκκους είναι η προλίνη, γλυκίνη, λεύκινη, φαινυλαλανίνη, η αργινίνη κ.α. Σημαντικό ρόλο διακατέχει η προλίνη καθώς ανιχνεύεται στους γυρεόκοκκους όλων των φυτών και συμβάλει στην ανάπτυξη της βλάστησης της γύρης. Η προλίνη αποτελεί περισσότερο από το 70% των ελεύθερων αμινοξέων στην ντομάτα και συσσωρεύεται στους γυρεόκοκκους κατά τη διαδικασία της ωρίμανσης τους. Ο ρόλος της προλίνης είναι πως συμμετέχει στο σχηματισμό του τοιχώματος του γυρεοσωλήνα αλλά και σε διάφορες φυσιολογικές διεργασίες. Η προλίνη στη ντομάτα εισέρχεται στο γυρεόκοκκο με τη βοήθεια ενός μεταφορέα που ονομάζεται LeProT1, ο οποίος

ενεργοποιείται κατά τη διαδικασία της ωρίμανσης και στη βλάστηση του γυρεόκοκκου.

### **2.3.5 Ρυθμιστικές ουσίες**

Οι γυρεόκοκκοι των φυτικών ειδών εμπεριέχουν μεγάλες ποσότητες ρυθμιστικών ουσιών (αυξίνες, γιβερελλίνες, κυτοκινίνες, αμπισισικό οξύ και αιθυλένιο). Οι ρυθμιστικές ουσίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη του φυτού και ειδικά στην βλάστηση της γύρης. Οι γιβερελλίνες συμβάλλουν στην βλάστηση της γύρης στα αρχικά στάδια, αυτό συμβαίνει λόγω της μείωσης της περιεκτικότητας του στη γύρη κατά τη πρώτη ώρα της βλάστησης. Η κυτοκινίνη συνέβαλλε θετικά στην ανάπτυξη και βλάστηση του γυρεοσωλήνα, όταν προστέθηκε στο θρεπτικό υπόστρωμα και το αιθυλένιο δρα ευεργετικά στη βλάστηση της γύρης

### **2.3.6 Κάλιο**

Ένα επιπλέον στοιχείο που επηρεάζει τη βλάστηση της γύρης είναι το κάλιο ( $K^+$ ). Το κάλιο συμμετέχει στην ισορρόπηση κατά τη διαδικασία της πρόσληψης αζώτου (N) και φωσφόρου (P). Συμμετέχει στη διαδικασία της πρωτεινoσύνθεσης, στο σχηματισμό και στη μεταφορά υδατανθράκων, στις κυτταρικές διαιρέσεις και στη δράση των στομάτων. Ακόμη, συμμετέχει σε συστήματα ενζυμικά, στην ωσμωρύθμιση και συμβάλλει και στην σταθεροποίηση του pH του κυτταροπλάσματος. Όταν μειωθεί η συγκέντρωση του καλίου στο θρεπτικό υπόστρωμα θα μειωθεί η βλαστικότητα και η ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα, ενώ η αύξηση της συγκέντρωσης του, θα οδηγήσει σε αύξηση της ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα αλλά θα μειωθεί η βλαστικότητα της, αυτό παρατηρήθηκε στο φυτό *Arabidopsis thaliana*.

### **2.3.7 Μαγνήσιο**

Άλλο ένα στοιχείο που επηρεάζει τη βλάστηση της γύρης είναι το μαγνήσιο ( $Mg^{2+}$ ). Το μαγνήσιο σε μικρές συγκεντρώσεις (1mg/l και 10mg/l) συμβάλλει στην

ανάπτυξη της βλαστικότητας και της ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οδηγεί σε αντίθετα αποτελέσματα. Στους γυρεόκοκκους το μαγνήσιο συμβάλλει στη μεταφορά σακχάρων αυτό συμβαίνει επειδή ενεργοποιεί τη φρουκτοκινάση, η οποία παρεμποδίζεται από τις μεγάλες συγκεντρώσεις της φρουκτόζης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η αυξημένη συγκέντρωση του μαγνησίου οδήγησε σε μείωση της βλαστικότητας.

### **2.3.8 Ορμόνες**

Οι ορμόνες (τεστοστερόνη, προγεστερόνη και εστραδιάλη) συμβάλλουν στην αύξηση βλαστικότητας αλλά και στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα της γύρης του καπνού όταν προστεθούν στο θρεπτικό υπόστρωμα.

### **2.3.9 Φλαβανόλες (Φαινολικές ουσίες)**

Οι φλαβανόλες συμβάλλουν στην βλάστηση του γυρεόκοκκου και στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα. Οι ευεργετικές επιδράσεις των φλαβονολών όσον αφορά στη βλάστηση της γύρης οφείλεται στο άγλυκο κομμάτι της και όχι στο γλυκοζίτη και πως χωρίς την ύπαρξη φλαβονολών η γύρη αδυνατεί να βλαστήσει. Οι φλαβονόλες αποτελούν πρόδρομες ενώσεις για τη δημιουργία του κυτταρικού τοιχώματος του γυρεοσωλήνα. Διαπιστώθηκε πως με την έλλειψη φλαβονολών οι γυρεοσωλήνες αρχίζουν να αναπτύσσονται κανονικά στην αρχή όμως μετά το πέρας δυο ωρών προκληθήκαν διαταραχές κατά το σχηματισμό της αναπτυσσόμενης άκρης. Σε αυτό το διάστημα τα κυστίδια που παρήχθησαν στα οργανίδια που προορίζονταν για το τοίχωμα δεν αφομοιώθηκαν και αυτό είχε ως συνέπεια το αναπτυσσόμενο άκρος να χάσει τη συνοχή του.

### **2.3.10 pH**

Η τιμή του pH για ικανοποιητική βλάστηση εξαρτάται από τα φυτικά είδη. Ασφαλής βλάστηση σε διαφορές ποικιλίες γύρης παρατηρείται σε pH που κυμαίνεται μεταξύ 6,5 και 7,1 ενώ σταθερή βλάστηση και ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα παρατηρείται σε



τιμές ΡΗ από 3,5 έως 9. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου το pH μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της άνθησης.

## **2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ**

### **2.4.1 Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την βλαστικότητα των γυρεόκοκκων και την ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα. Ο τρόπος και ο βαθμός επίδρασης της θερμοκρασίας εξαρτάται από το είδος του φυτού και την ποικιλία.

Η βλάστηση της γύρης και η ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα επιτυγχάνεται από τους 17°C έως τους 30°C σε σχέση με τις υψηλότερες θερμοκρασίες που επιβραδύνουν την ανάπτυξη τους.

Σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας το ποσοστό της βλαστικότητας και της ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα είναι μειωμένα, σε τέτοιες συνθήκες *in vivo* υπάρχει ενδεχόμενο οι γυρεοσωλήνες να μην οδηγηθούν στην ωθήκη. Η διάμετρος του γυρεοσωλήνα έχει την ικανότητα να αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Επίσης, η θερμοκρασία επηρεάζει την σταθερότητα των τοιχωμάτων του γυρεοσωλήνα.

Ένας παράγοντας που επηρεάζει τη βλαστικότητα της γύρης και την ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα είναι η θερμοκρασία της γύρης. Σε φυτά ντομάτας που καλλιεργούνταν σε θερμοκρασία νύχτας 18°C και 22°C παρατηρήθηκε πως η ποσότητα γύρης που δημιουργήθηκε ήταν μεγαλύτερη καθώς και το ποσοστό της φυσιολογικής γύρης. Αλλά η μεγαλύτερη βλαστικότητα εμφανίστηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκρασία νύχτας 26°C. Ακόμη, όταν οι γυρεόκοκκοι διαφόρων ποικιλιών ντομάτας τέθηκαν προς βλάστηση μετά από την επίδραση υψηλής θερμοκρασίας 45°C, η βλαστικότητα επηρεαζόταν από τον κάθε γονότυπο.

### **2.4.2 Επίδραση θερμοκρασιακού στρες**

Παρατηρήθηκε πως η συνεχής έκθεση της ντομάτας σε υψηλές θερμοκρασίες (ήμερα/νύχτα σε θερμοκρασίες 32°C – 26°C αντίστοιχα) προκάλεσε μείωση στο αριθμό των κόκκων γύρης ανά λουλούδι και μειωμένη βιωσιμότητα. Η θερμική αυτή καταπόνηση οδήγησε στην αλλαγή του μεταβολισμού των υδατανθράκων κατά τη

διαδικασία της ανάπτυξης. Σε ευνοϊκές συνθήκες, σε θερμοκρασία 28°C/22°C, το άμυλο είχε συσσωρευτεί στη γύρη σε τιμή που κυμαίνεται τα 3d πριν τη διαδικασία της άνθησης ενώ στη συνέχεια μειώθηκε. Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των ανθέων η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών σακχάρων αρχίζει να αυξάνεται στο τοίχωμα του ανθήρα και στους κόκκους γύρης, φτάνοντας έτσι στο μέγιστο.

#### **2.4.3. Υγρασία**

Η υψηλή σχετική υγρασία συμβάλλει στην βλάστηση της γύρης και στην ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα. Η υγρασία, περιορίζει την αφυδάτωση του γυρεόκοκκου και του γυρεοσωλήνα. Η αφυδάτωση ωστόσο μπορεί να επιφέρει και τη νέκρωση του γυρεόκοκκου.

#### **2.4.4 Ακτινοβολία**

Η γύρη που συλλέχτηκε από φυτά που βλάστησαν σε κανονικές συνθήκες ήταν πιο ευαίσθητα στην ακτινοβολία UV-B in vitro σε σύγκριση με τη γύρη που βλάστησε σε περιβάλλον με ακτινοβολία UV-B. Επίσης η ακτινοβολία UV-B μείωσε τη βλαστικότητα γύρης αλλά και το μήκος του γυρεοσωλήνα. Η ακτινοβολία UV-B προκάλεσε στο καλαμπόκι αύξηση χρωστικών στους γυρεόκοκκους που ήταν προς βλάστηση αλλά και μορφολογικές αλλαγές στο κυτταρόπλασμα ενώ η συγκέντρωση των πρωτεϊνών δεν επηρεάστηκε. Στη σόγια η ακτινοβολία UV-B προκάλεσε συρρικνωμένους γυρεόκοκκους και έλλειψη βλαστικών πόρων. Συνεπώς, το πόσο επηρεάζει η ακτινοβολία το κάθε φυτό αυτό εξαρτάται από τη ποικιλία.

Οι ακτίνες  $\gamma$  επίσης μπορούν να συμβάλουν στη βλάστηση της γύρης. Διαπιστώθηκε πως με τη χρήση ακτινών  $\gamma$  σε μικρές δόσεις στη γύρη της αμπέλου η βλαστικότητα είχε ευνοϊκά αποτελέσματα. Αντίθετα, με τις μεγάλες δόσεις ακτινών  $\gamma$  που οδήγησαν σε μείωση της βλαστικότητας.

### **2.5 ΆΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη βλάστηση της γύρης είναι η αλατότητα του εδάφους, η όξινη βροχή και πυρόπληκτες περιοχές. Η αυξημένη αλατότητα στο έδαφος οδηγεί σε μείωση της βλαστικότητας της γύρης.

Επίσης, το βρόχινο νερό επιδρά στη βλάστηση του γυρεόκοκκου δημιουργώντας προβλήματα στην διαδικασία της επικονίασης και στη βλάστηση των γυρεόκοκκων. Ακόμη, εξαιτίας των βιομηχανικών κέντρων που απελευθερώνουν μεγάλες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα(CO<sub>2</sub>), διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) και οξείδια αζώτου (N), το pH του βρόχινου νερού που δημιουργείται είναι αρκετά χαμηλόκαθώς έχουν σχηματιστεί ασθενή οξέα όπως το ανθρακικό, το νιτρικό και το θειώδες. Όταν το pH της όξινης βροχής είναι κάτω από 4,0 τότε η ζωτικότητα και η βλαστικότητα της γύρης μειώνεται. Όσον αφορά τις περιοχές που έχουν καεί πρόσφατα, η ανάπτυξη των φυτών σε αυτές τις περιοχές οδήγησε στη παραγωγή μεγάλης ποσότητας γύρης με μεγάλο ποσοστό βλαστικότητας και μήκος γυρεοσωλήνα. Αυτό συμβαίνει λόγω των αυξημένων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, συγκεκριμένα του καλίου και του φωσφόρου αλλά και στη δημιουργία μικροκλίματος .

### **2.5.1 Επίδραση φυτοφαρμάκων**

Μια ερευνα που πραγματοποιήθηκε στη ντομάτα, αφορούσε την επίδραση των φυτοφαρμάκων στη μορφολογία της γύρης στη ντομάτα. Οι ντομάτες που εκτέθηκαν έξι ώρες σε παρασιτοκτόνα εμφάνισαν μορφολογικές αλλαγές. Κάποια συνέβαλλαν στην ανάπτυξη και την βλάστηση των γυρεοσωλήνα, ορισμένα οδήγησαν σε μια φυσιολογική επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα αλλά δεν επέφεραν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Μερικά οδήγησαν σε χαμηλή βλάστηση και επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα ενώ άλλα παρεμπόδισαν τη διαδικασία της βλάστησης και προκάλεσαν ανωμαλίες στο σχήμα και στην αποσύνθεση των κόκκων γύρης.

## **3. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ –ΖΩΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ:**

Μεγάλη σημασία αποτελεί ο προσδιορισμός της βιωσιμότητας της γύρης.

Οι μέθοδοι προσδιορισμού ανακατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες : (α) χρώση γύρης, (β) βλαστικότητα γύρης (γ) καρποδετική και σποροπαραγωγική αποδοτικότητα της γύρης.

Οι έρευνες που περιλαμβάνουν χρώση αναφέρονται στη διάκριση των ζωντανών από τους νεκρούς γυρεόκοκκους με κριτήριο τον διαφορετικό χρωματισμό σταθεροποίησης των γυρεόκοκκων με χρωστικές που είναι απαραίτητες μόνο όταν δεν είναι αναγκαίος ο υπολογισμός της βιωσιμότητας της γύρης. Οι έρευνες οι οποίες στηρίζονται στη βλαστικότητα της γύρης παρατηρούν τους ζωντανούς από τους νεκρούς γυρεόκοκκους ανάλογα με την απόδοση τους στο να βλαστήσουν και να αναπτύξουν γυρεοσωλήνα *in vitro* και *in vivo*. Τέλος οι έρευνες που κάνουν αναφορά στην καρποδετική και σποροπαραγωγική απόδοση της γύρης συσχετίζουν την ικανότητα αυτή υπό εξέταση δείγματος με τη νωπή γύρη, μετά από τεχνητές επικονιάσεις όταν δεν υπάρχουν θέματα ασυμβίβαστου. Η τελευταία μέθοδος είναι απαιτητική στην εφαρμογή της καθώς απαιτεί χρόνο από την αρχή της διαδικασίας μέχρι την συγκομιδή των σπόρων. Ωστόσο όμως η συγκεκριμένη μέθοδος συμβάλει σε πειράματα που αφορούν την αποθηκευμένη γύρη καθώς χρησιμοποιείται σε διασταυρώσεις αρκετά αργότερα από τον χρόνο συλλογής της. Αντιθέτως με τις μεθόδους της βλάστησης στη γύρη δεν δίνουν έγκυρα αποτελέσματα σε σύγκριση με τη μέθοδο που προαναφέραμε πιο πάνω δεν απαιτεί χρόνο και εφαρμόζεται παράλληλα σε πολλά δείγματα και παρέχουν ένα καλό μέτρο της βιωσιμότητας της γύρης και γι αυτό το λόγο επιλέγονται.

### **3.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΡΩΣΗΣ:**

Η διάκριση που επιτυγχάνεται μεταξύ βιώσιμων και μη γυρεόκοκκων με τις συγκεκριμένες μεθόδους στηρίζονται στη παρατήρηση μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών, με κριτήριο τις εναλλακτικές μορφές χρώσης. Αρκετοί μέθοδοι εδράζονται στη ανακάλυψη της παρουσίας κυτοπλάσματος, άλλες στην ανίχνευση ενζύμων, άλλες στην εμφάνιση αμύλου και ορισμένες στην παρουσία αμέριστων κυτταρικών μεμβρανών. Για την διάκριση του αμύλου γίνεται χρήση η αντίδραση ιωδίου, συγκεκριμένα του Iodine-Potassiumiodide (I-KID). Για τον χρωματισμό χρωμοσωμάτων, πυρήνων και γύρης έχει χρησιμοποιηθεί η ακετοκαρμίνη. Άλλες χρωστικές ή συνδυασμό χρωστικών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον χρωματισμό βιώσιμων η μη γυρεόκοκκων είναι το υδατικό διάλυμα πράσινου μαλαχίτη, όξινης φουξίνης και πορτοκαλί -G με εισαγωγή αλκοόλης, γλυκερόλης και φαινόλης, παρουσία οξικού οξέος. Μια ακόμη μέθοδος είναι αυτή του τετραζολίου,

όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα άλατα τετραζολίου όπως το 3 (4-5-dimethyl thiazol 1-2) 2,5-diphenyl tetrazoliumbromid (MTT), αλλά αυτό εξαρτάται από την χημική ένωση και την αναγωγή της για τη παραγωγή έγχρωμου προϊόντος. Επίσης συμβάλλει και η ακεραιότητα των μεμβρανών καθώς είναι σημαντική για την πρόληψη της απώλειας του προϊόντος που θα παραχθεί (formazan). Συμπερασματικά, καταλήγουμε πως οι μέθοδοι που βασίζονται στη χρώση για τον προσδιορισμό της βλαστικότητας της γύρης δίνουν μεγαλύτερες τιμές σε σύγκριση με την *in vitro* μέτρηση.

### **3.2 ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΓΥΡΗΣ:**

Είναι η εκπτώξη και η αύξηση των γυρεοσωλήνων από τους γυρεόκοκκους, όταν βρεθούν σε κατάλληλο περιβάλλον.

#### **3.2.1 Μέθοδοι βλάστησης:**

Μέθοδος *in vivo* και μέθοδος *in vitro*.

#### **3.2.2 Καλλιέργεια *in vivo*:**

Στη συγκεκριμένη μέθοδο η γύρη τοποθετείται και αφήνεται να βλαστήσει επί του στύλου του υπέρου. Η παρατήρηση των γυρεοσωλήνων που έχουν βλαστήσει από τους παρακείμενους ιστούς του στύλου στηρίζεται στην ύπαρξη της καλλόζης στο τοίχωμα του γυρεοσωλήνα, ενώ αυτή απουσιάζει από τους ιστούς του υπέρου. Για να εντοπίσουμε την καλλόζη χρησιμοποιείται το κυανούν της ανιλίνης, μια χρωστική που αντιδρά με τη καλλόζη και προκαλεί τον φθορισμό της.

#### **3.2.3 Καλλιέργεια *in vitro*:**

Για τη καλλιέργεια της γύρης στη τομάτα έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα θρεπτικά υποστρώματα. Ένα προτεινόμενο υπόστρωμα που χρησιμοποιείται συχνά περιλαμβάνει σακχαρόζη και βορικό οξύ. Στο συγκεκριμένο υπόστρωμα μπορούν να προστεθούν οργανικές ουσίες όπως νιτρικό ασβέστιο, νιτρικό κάλιο κ.α. ή

συνδυασμόανόργανων αλάτων. Το pH των υποστρωμάτων αυτών παρεμβάλλεται μεταξύ 5,2 και 6,8 και κατά τη διάρκεια της βλάστησης μπορούν να εμπλουτιστούν με οργανικές ουσίες όπως βιταμίνες, ένζυμα κ.τ.λ. Ωστόσο η ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων ολοκληρώνεται εντός των 12 ωρών.

Επίσης η καλλιέργεια της γύρης της τομάτας παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα, ένα από αυτά είναι η ανομοιομορφία στα δείγματα της γύρης τα οποία διαθέτουν μια ανομοιομορφία στην βλαστικότητα όταν διαλέγονται από διάφορα άνθη ή ανθήρες που βρίσκονται στο ίδιο άνθος. Ακόμη η διασπορά και η πυκνότητα της γύρης στο υπόστρωμα επιδρά στη βλαστικότητα και στην ωρίμανση των γυρεοσωλήνων. Έτσι αξιοσημείωτο είναι τα δείγματα γύρης να συμμειγνύονται ομοιόμορφα πριν τη χρήση τους και να διασκορπίζονται επίσης ομοιόμορφα στα υποστρώματα.

Κάποιες από τις διαφορές στη καλλιέργεια της γύρης οφείλονται στη γενετική ποικιλομορφία. Σημαντικό ρόλο στις θρεπτικές ανάγκες της γύρης έχει ο αριθμός του γονιώματος, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και συνθήκες ανόργανης διατροφής φυτών. Επιπλέον υπάρχουν διαφορές στις ανάγκες της γύρης μεταξύ των φυτικών ειδών και ποικιλιών του ίδιου είδους ως προς τη σύσταση του υποστρώματος και στις συνθήκες επώασης και γι' αυτό το λόγο δεν συνίσταται μια καθορισμένη οδηγία για τη καλλιέργεια της γύρης κάποιου φυτικού είδους.

Μια εξειδικευμένη μέθοδος για την καλλιέργεια της γύρης *in vitro* είναι της «κρεμασμένης σταγόνας», όπου οι γυρεόκοκκοι αφήνονται πάνω σε μια σταγόνα υγρού υποστρώματος που βρίσκεται πάνω σε μια καλυπτρίδα, η οποία επιστρέφεται και στηρίζεται στο άνοιγμα της κοιλότητας της αντικειμενοφόρου πλακάς. Στα χείλη τοποθετείται βαζελίνη ή ορυκτέλαιο για αποφυγή της ύπαρξης υγρασίας, ενώ στον πυθμένα προστίθεται μια σταγόνα αποσταγμένου νερού με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν συνθήκες με υψηλή υγρασία για την αποφυγή της αλλαγής της συγκέντρωσης των υλικών των υποστρωμάτων από εξάτμιση. Μετά την επώαση των γυρεόκοκκων η καλύπτρα μεταφέρεται σε κοινή αντικειμενοφόρο πλακά προσφέροντας την δυνατότητα μικροσκοπικής παρατήρησης.

Μια εναλλακτική μέθοδος της προηγούμενης διαδικασίας είναι η μέθοδος της «ιστάμενης σταγόνας». Στη συγκεκριμένη μέθοδο η σταγόνα που προέρχεται από το υπόστρωμα μεταφέρεται σε αντικειμενοφόρο πλάκα η οποία για διαφύλαξη του σχήματος της σταγόνας διαθέτει φακοειδή εκκαφή. Για την αποφυγή της εξάτμισης

του υποστρώματος, απαιτείται επώαση να πραγματοποιείται σε κλειστά δοχεία με συνθήκες υψηλής υγρασίας. Σε περίπτωση όπου δεν υπάρχει ζήτηση για μικροσκοπική εξέταση ή όταν η γύρη αξιοποιείται για βιοχημικές μελέτες, υπάρχει δυνατότητα να γίνονται καλλιέργειες γύρης με επαρκείς ποσότητες γυρεόκοκκων σε δοκιμαστικούς σωλήνες ή σε φιάλες που θα περιέχουν υγρά πάνω σε δονητή ή με την βοήθεια πεπιεσμένου αέρα, ο οποίος διοχετεύεται εντός του διαλύματος επώασης. Όταν το υπόστρωμα συμπληρωθεί με άγαρ ή ζελατίνη, αυτό αποκτά ημιστερεά μορφή και εξαπλώνεται σε γυάλινες επιφάνειες ή τρυβλία. Σε τέτοιες καταστάσεις η ομοιόμορφη προσθήκη της γύρης στο υπόστρωμα γίνεται με «σκόνισμα» των γυρεόκοκκων, με την χρήση λεπτών πινέλων, όπου και σε αυτά τα υποστρώματα απαιτείται να παρθούν μετρά για να αποφυγή της εξάτμισης τους, η οποία μπορεί να καταλήξει στην αλλαγή της συγκέντρωσης των υλικών τους.

Σχετικά με τη γύρη της ντομάτας έχουν χρησιμοποιηθεί και υγρά και στερεά υποστρώματα. Τα υποστρώματα αυτά διακρίνονται σε υδατικά διαλύματα σακχαρόζης και βορικού οξέος με τη χρήση ή όχι άγαρ. Υπάρχει και το ενδεχόμενο τα υποστρώματα να ενισχύονται και με τη παρουσία αλάτων Ca, Mg, και K.

#### **4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΥΡΗΣ**

Η συντήρηση της γύρης αφορά στην διατήρηση της βλαστικής και γονιμοποιητικής απόδοσης της για χρονικά διαστήματα μεγαλύτερα σε σχέση με εκείνα που μπορεί κάτω από περιβαλλοντικές συνθήκες να επιτευχθεί, έτσι ώστε να είναι κατάλληλη για χρήση σε ερευνητικές και αναπαραγωγικές διαδικασίες.

Η αποθήκευση της γύρης έχει ως στόχο τη δημιουργία διασταυρώσεων ποικιλιών, ειδών και γενεών, για παράγωγη βελτιωμένων και νέων φυτών που θα είναι προσαρμοσμένα στις ανθρώπινες απαιτήσεις. Επίσης μπορεί να συμβάλλει σε προγράμματα διατήρησης γενετικού υλικού. Ακόμη η αποθήκευση γύρης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία απλοειδών φυτών από απομονωμένη γύρη. Επιπλέον σημαντικό ρόλο έχει και στις μελισσοκομικές καλλιέργειες και σε έρευνες αλλεργικών παθήσεων όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση μας ενδιαφέρει η διατήρηση της χημικής σύστασης της γύρης κι όχι η διατήρηση της ζωτικότητας. Τέλος με τη αποθήκευση της γύρης υπάρχει αυξημένη ζήτηση για τη χρήση της

βλαστικότητα της γύρης και την επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα, στον εντοπισμό δυσμενών επιδράσεων αφορά στην βιολογική δραστηριότητα που μπορεί να δημιουργηθεί στο περιβάλλον (μετάλλαξη).

#### 4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Τα συστήματα αποθήκευσης διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

Α) Συντήρηση σε θερμοκρασία 3 -5°C : Το σύστημα αυτό αφορά συντήρηση μικρής χρονικής περιόδου και η επίτευξη της θερμοκρασίας πραγματοποιείται σε θαλάμους οικιακού ψυγείου.

β) Συντήρηση σε θερμοκρασίες -10 έως 34°C: Η επίτευξη των θερμοκρασιών αυτών πραγματοποιούνται σε κοινά ψυκτικά σύστημα που βρίσκονται και στα οικιακά ψυγεία (κατάψυξη). Σαΐτες τις θερμοκρασίες διατηρείται η βλαστικότητα της γύρης για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

γ) Κρυοσυντήρηση : Είναι μια μέθοδος όπου η γύρη αποθηκεύεται για αρκετά χρόνια σε αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες, στους -70°C, -80°C βή μπορεί να φτάσει και σε θερμοκρασίες μέχρι -190°C σε υπερκαταψύκτες σε υγρό άζωτο έτσι ώστε να διατηρηθούν βιώσιμα.

δ) Ξήρανση με Λυοφιλοποίηση : Με την Λυοφιλοποίηση απομακρύνεται το νερό που περιέχετε στη γύρη εξαιτίας των χαμηλών πιέσεων (εξάχνωση) στην οποία εκτίθεται η λυοφιλοποίηση υπό ψύξη, η γύρη πρώτα καταψύχεται και στη συνέχεια εκτίθεται σε χαμηλές πιέσεις. Έτσι η γύρη διατηρείται άριστα για αρκετό διάστημα.

ε) Συντήρηση σε οργανικούς διαλύτες : Διάφοροι οργανικοί διαλύτες όπως (άνυδρη αλκοόλη, βουτανόλη, αιθέρες, βενζίνη κα) αυξάνουν την μακροβιότητα της γύρης σε περίπτωση που αποθηκευτεί σε αυτούς.

Συνοψίζοντας από τις μεθόδους που προαναφέραμε, καταλήγουμε πως το καλύτερο σύστημα αποθήκευσης γύρης είναι η έκθεση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Κρυοσυντήρηση), καθώς διατηρεί αναλλοίωτη τη ζωτικότητα της γύρης για μεγάλη χρονική περίοδο.



## 4.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ

Όπως προαναφέραμε οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συντήρηση της γύρης είναι η θερμοκρασία και η υγρασία. Η μακροβιότητα της γύρης αυξάνεται σε συνθήκες που επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες. Όσον αφορά την υγρασία, αντιλαμβανόμαστε πως η μείωση της υγρασίας ενεργεί θετικά στη μακροβιότητα της γύρης κατά τη συντήρησή της. Η υγρασία που υπάρχει στη γύρη (υδατικό περιεχόμενο) εξαρτάται με τις συνθήκες υγρασίας που επικρατούν στο περιβάλλον κατά τη διαδικασία της συλλογής της, τη μεταχείριση της και την συντήρησή της.

Ωστόσο υπάρχουν φυτικά είδη όπου η γύρη που παράγουν αντιδρά θετικά στη μείωση της υγρασίας της, αλλά υπάρχουν και είδη γύρης τα οποία χρειάζονται περιβάλλον με συνθήκες υψηλής υγρασίας για να διατηρήσουν την ζωτικότητα τους.

Η γύρη διακρίνεται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με τον αριθμό των κυττάρων τους στο στάδιο της ωρίμανσης. Η γύρη που περιέχει ένα γενετικό κύτταρο (δικύτταρη γύρη) αποτελείται από ένα παχύ εξώστρωμα το οποίο δεν επηρεάζεται σημαντικά από την αφυδάτωση και έχει αυξημένη μακροζωία. Επίσης η γύρη που περιέχει ζεύγος κυττάρων σπέρματος (τρικύτταρη γύρη) η οποία διαθέτει ένα λεπτό εξώστρωμα με συνέπεια να μην είναι ανθεκτική στην αφυδάτωση και να έχει μειωμένη διάρκεια ζωής. Επιπλέον υπάρχουν οικογένειες που έχουν γένη με δικύτταρη και τρικύτταρη γύρη, σε σχέση όμως με τα είδη ενός γένους που παράγουν ενός τύπου γύρη

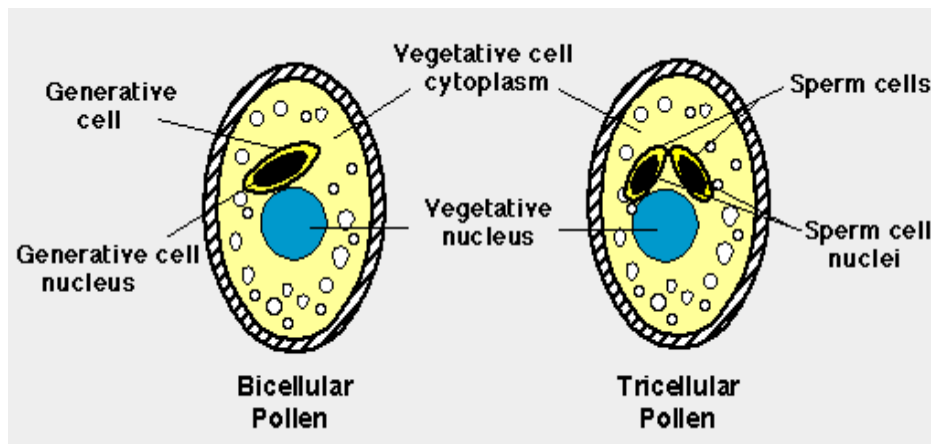
Στα είδη με δικύτταρη γύρη η ζωτικότητα τους διατηρείται για μεγάλη χρονική περίοδο, όταν στον περιβάλλον συντήρησης η σχετική υγρασία είναι χαμηλή. Η δικύτταρη γύρη επιβιώνει σε συνθήκες υγρασίας 10% ενώ σε άλλα είδη η γύρη που παράγουν μπορεί να αποθηκευτεί σε συνθήκες υγρασίας μεταξύ 10% και 30%.

Όταν η αφυδάτωση της γύρης γίνει κάτω από ένα ελάχιστο όριο υγρασίας αυτό μπορεί να συντελέσει σε απώλεια της ζωτικότητας. Η συντήρηση της γύρης σε συνθήκες υγρασίας 0% ελαττώνει αρκετά την μακροζωία της γύρης. Παράλληλα όμως υπάρχουν είδη γύρης που μπορούν και επιβιώνουν σε συνθήκες υγρασίας 0% κάτι που αποδεικνύει πως διακατέχονται από υψηλό ποσοστό νερού.

Παρατηρείται πως όταν η γύρη χρησιμοποιείται σε *in vitro* καλλιέργειες χάνεται η βλαστική της απόδοση μετά από συνεχή αφυδάτωση. Απαραίτητη η ενυδάτωση της γύρης πριν τη διασπορά της στο υπόστρωμα έτσι ώστε να παρατηρηθεί αυξημένο

ποσοστό βλαστικότητας in vitro. Σε κάποια είδη που παράγουν γύρη παρατηρείται το φαινόμενο της επανυδάτωσης όπως στην λυοφιλοποιημένη γύρη που χρειάζεται επανυδάτωση πριν τη διαδικασία της βλαστικότητας. Η επανυδάτωση δεν είναι απαραίτητη στις διαδικασίες επικονιάσεως λόγω της φυσικής επανυδάτωσης που συμβαίνει στην επιφάνεια του στίγματος.

Αντιθέτως, με τα είδη της τρικύτταρης γύρης συντηρούνται για μεγάλη χρονική περίοδο σε συνθήκες αυξημένης σχετικής υγρασίας σε σχέση με την δικύτταρη γύρη. Όσον αφορά την αφυδάτωση τα είδη τρικύτταρης γύρης διαφέρουν ως προς την ικανότητα να μένουν ανεπηρέαστη σε αυτήν.



ΕΙΚΟΝΑ 12 : Απεικόνιση δικύτταρη και τρικύτταρου κυττάρου.  
ΠΗΓΗ : Pollen is...universityof Leicester.

## 5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΠΟΡΟΙ & ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΣΠΟΡΟΙ

Ο οργανικός (βιολογικός) σπόρος προέρχεται από ένα μητρικό φυτό το οποίο καλλιεργείται σε ένα βιολογικό αγρόκτημα. Οι οργανικοί σπόροι έχουν παραχθεί είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στις συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας. Στις βιολογικές καλλιέργειες τα θρεπτικά συστατικά είναι διασκορπισμένα στο έδαφος τα οποία διατηρούνται λόγω της απουσίας των χημικών παραγόντων. Για τη συγκομιδή των βιολογικών σπόρων, οι καλλιέργειες παραμένουν στον αγρό μεγάλη χρονική περίοδο. Όσο μια καλλιέργεια παραμένει στον αγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα τόσο μεγαλύτερες πιθανότητες παρουσιάζει να έρθει σε επαφή με ασθένειες και παράσιτα. Έτσι, ο καλλιεργητής πρέπει να διατηρεί τα φυτά υγιή μέχρι το στάδιο της ωριμότητας, να καταστρέψει τα φυτά που έχουν προσβληθεί από ασθένειες και παράσιτα και να διατηρήσει τα φυτά που είναι υγιείς καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου. Αυτό σηματοδοτεί πως οι σπόροι που παράγονται από τα υγιή – ισχυρότερα φυτά μεταδώσουν αυτά τα χαρακτηριστικά στις μελλοντικές γενεές σπόρων.

Όσον αφορά τους συμβατικούς σπόρους, οι συμβατικοί σπόροι παραμένουν στο χωράφι για όσο χρονικό διάστημα χρειαστεί χωρίς όμως το πρότυπο των βιολογικών καλλιεργειών. Δηλαδή οι σπόροι είναι επιβαρυνμένοι με φυτοφάρμακα και παρασιτοκτόνα.

Επίσης συμβατικός σπόρος σημαίνει υβριδοποίηση ή γενετικώς τροποποιημένα δηλαδή ομοιόμορφα προϊόντα τα οποία έχουν την ικανότητα να διατηρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο όμως τους συμβατικούς σπόρους δεν μπορούμε να τους αποθηκεύσουμε από τα φυτά μας, αυτό συμβαίνει επειδή τα φυτά έχουν υποστεί τη διαδικασία της υβριδοποίησης και έτσι οι σπόροι θα είναι αποστειρωμένοι και θα παράγουν ένα φυτό διαφορετικό από το φυτό που πήραμε το σπόρο.

### 5.1 ΣΠΟΡΟΙ ΚΕΙΜΗΛΙΩΝ

Οι σπόροι κειμήλιων είναι σπόροι που προέρχονται από φυτά που έχουν περάσει από πολλές καλλιεργητικές περιόδους και έχουν διατηρηθεί σωστά. Συνήθως είναι εύγεστα, ανθεκτικά σε ασθένειες και ομοιόμορφα. Οι σπόροι αυτοί έχουν την

ικανότητα να αποθηκεύονται και να ξαναχρησιμοποιούνται πάλι την επόμενη καλλιεργητική περίοδο.

## **5.2 ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΝΤΟΜΑΤΕΣ**

Διαπιστώθηκε πως οι βιολογικές ντομάτες ήταν πλουσιότερες σε λυκοπένιο (+ 20%), βιταμίνη C (+ 30%), ολικές φαινόλες (+ 24%) και φλαβονοειδή (+ 21%) και είχαν υψηλότερη (+ 6%) *in vitro* αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τις συμβατικές ντομάτες όπου το λυκοπένιο συγκεντρώθηκε κυρίως στον πολτό, ενώ στους οργανικούς, στο φλοιό. Οι σπόροι περιείχαν υψηλά επίπεδα βιοδραστικών ενώσεων. Μόνο οι φαινολικές ενώσεις είχαν παρόμοια κατανομή μεταξύ των διάφορων κλασμάτων και των δύο τύπων τομάτας. Επιπλέον, μια ανάλυση έδειξε ότι η βιολογική καλλιέργεια βελτίωσε τις γευστικές ιδιότητες αυτής της ποικιλίας τομάτας.

## **5.3 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗ ΤΟΜΑΤΑ**

Χρειάζονται 12 θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή της ντομάτας. Τα θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται είναι το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), το θείο (S), το βόριο (B), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το μολυβδαίνιο (Mo). Ορισμένα θρεπτικά συστατικά όπως το άζωτο (N), φώσφορος (P), κάλιο (K), μαγνήσιο (Mg) και θείο (S), απαιτούνται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες για την ανάπτυξη της παραγωγής καθώς το έδαφος δεν μπορεί να της παράγει σε μεγάλες ποσότητες. Έτσι προστίθενται με τη μορφή λιπασμάτων και κοπριάς στο έδαφος. Τα στοιχειά βόριο (B), μαγγάνιο (Mn), χαλκός (Cu), ψευδάργυρος (Zn), και μολυβδαίνιο (Mo) απαιτούνται σε μικρές ποσότητες.

### 5.3.1 Άζωτο (N)

Το άζωτο είναι το πιο απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη της ντομάτας και απαιτείται σε μεγάλη ποσότητα. Η έλλειψη του μπορεί να οδηγήσει σε μη φυσιολογική ανάπτυξη, ειδικά στην ανάπτυξη των φύλλων που βρίσκονται στη βάση του φυτού της ντομάτας. Επίσης, προκαλεί στα παλαιότερα φύλλα κιτρίνισμα με αποτέλεσμα να πεθαίνουν πρόωρα. Προκαλεί μείωση της παράγωγης, συγκεκριμένα παρατηρείται υποβάθμιση όσων αφορά στον αριθμό και το μέγεθος του καρπού, την ποιότητα, το χρώμα και τη γεύση της ντομάτας.

Η έλλειψη αζώτου πραγματοποιείται μετά τη συγκομιδή της βιομάζας του φυτού, από ελλιπή κατεργασία εδάφους όπως χρήση εργαλείων και λιπασμάτων, με την διάβρωση, την απορροή και την έκπλυση. Ακόμη ο λόγος C:N συμβάλει στην ακινητοποίηση του αζώτου στο έδαφος. Η ποσότητα του αζώτου είναι απαραίτητη όχι μόνο για την ανάπτυξη και την παραγωγή της ντομάτας αλλά και για την παραγωγή φυλλώματος. Αντίθετα όμως, η υπερβολική ποσότητα αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της παραγωγής λόγω καθυστερημένης ωρίμανσης καρπών. Επιπλέον, τα νεότερα φύλλα μπορούν να αποκτήσουν σκούρο χρώμα και μικρό μέγεθος. Οι ρίζες θα αποκτήσουν ένα καστανό μεταχρωματισμό και το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος θα καταστεί ανενεργό. Με την υπερβολική λίπανση και κοπριά που προστίθεται στο έδαφος, προκύπτουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών αλάτων ( $\text{NO}_3$ ) που συσσωρεύεται στο έδαφος. Ωστόσο όμως δημιουργείται και το πρόβλημα της νιτροποίησης όπου το αμμωνιακό άζωτο μετατρέπεται σε νιτρικό άλας. Το νιτρικό άζωτο αξιοποιείται από τα νέα φύλλα όπου θα μετατρέψει σε αμινοξέα λόγω της ενέργειας που παράγεται μέσω της φωτοσύνθεσης. Είναι ένα αρνητικά φορτισμένο ιόν και δεν συμμετέχει στην διαδικασία ανταλλαγής κατιόντων. Έτσι δεν μπορεί να δεσμευθεί με τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια που περιέχονται στο έδαφος με αποτέλεσμα να δημιουργεί πρόβλημα. Το πρόβλημα που δημιουργείται είναι ότι τα νιτρικά αποπλένονται με το νερό της βροχής μέσω του εδάφους και καταλήγουν σε υδάτινους αποδεκτές με συνέπεια τη μόλυνση τους.

### 5.3.2 Φωσφόρος (P)

Ο φώσφορος είναι ένα θρεπτικό στοιχείο το οποίο συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, στην παραγωγή ικανοποιητικού αριθμού ανθών, στη πρόωμη ανάπτυξη καρπών και σπορών, βελτιώνει το χρώμα τη γεύση, τη σκληρότητα και τη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C. Η έλλειψη φώσφορου οδηγεί σε μη φυσιολογική ανάπτυξη στη ντομάτα δηλαδή σχηματίζονται λεπτοί μίσχοι και σκούρο πράσινο χρώμα στην πάνω επιφάνεια των φύλλων ενώ στα παλαιότερα φύλλα εμφανίζουν πρόωγη γήρανση, γκρι και μωβ μεταχρωματισμό.

Ο φώσφορος απορροφάται εύκολα από το έδαφος και η περίσσεια του στο έδαφος είναι λιγότερο επιβλαβής σε σχέση με το άζωτο, αλλά μπορεί να επηρεάσει τη διαθεσιμότητα ορισμένων θρεπτικών στοιχείων όπως σίδηρος, ψευδάργυρος, μαγγάνιο και χαλκός περιορίζοντας τη διαλυτότητα τους στο έδαφος και τη μετατόπιση τους μέσα στο φυτό. Σοβαρό πρόβλημα μπορεί να δημιουργηθεί σε εδάφη με υψηλό δείκτη pH ή σε ασβεστώδη εδάφη.

### 5.3.3 Κάλιο (K)

Το κάλιο απορροφάται από τη ντομάτα σε μεγάλη ποσότητα όπως το άζωτο. Συμβάλλει στη πρόωμη ανάπτυξη των καρπών με αποτελεσματική αύξηση παραγωγής της ντομάτας και επηρεάζει την ποιότητα της. Η μείωση καλίου προκαλεί ακανόνιστο σχήμα καρπών ενώ η αυξημένη συγκέντρωση καλίου οδηγεί σε αυξημένη οξύτητα χυμού ντομάτας, κηλίδες, ανομοιομορφή χρώση, κηρώδη επίστρωση, γκρι και λευκή απόχρωση και μείωση καρπών. Το κάλιο είναι απαραίτητο στη μετακίνηση του νερού μέσα στο φυτό, συμβάλλει στην ενεργοποίηση των ενζύμων που είναι απαραίτητο για τον μεταβολισμό και στη κίνηση των υδατανθράκων, στο μεταβολισμό του αζώτου, στη σύνθεση πρωτεϊνών αλλά και στη συγκέντρωση των κυτταρικών υγρών. Ακόμη, αυξάνει τις συγκεντρώσεις των κιτρικών και των μηλικών οξέων, των ολικών στερεών, των σακχάρων και το καροτένιο στη ντομάτα. Η παντελής έλλειψη καλίου οδηγεί στο σχηματισμό φύλλων με καφέ περιθώριο και κιτρίνισμα, τα συμπτώματα εμφανίζονται στα παλιά φύλλα και μεταδίδονται στο φυτό κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του. Επίσης μπορεί να προκαλέσει μείωση της περιεκτικότητας σε λυκοπένιο. Αντιθέτως, η αυξημένη συγκέντρωση καλίου δεν φέρει

κάποια αρνητική επίδραση, μπορεί όμως να επηρεάσει τη διαθεσιμότητα του μαγνησίου στο έδαφος. Έτσι προτείνεται να διατηρείται ο λόγος 2:1 Κ:Μγ για να αποφευχθεί η έλλειψη μαγνησίου καθώς προστίθεται το κάλιο. Το κάλιο όπως και το άζωτο είναι διαλυτά στοιχεία στο νερό και μπορεί να αποπλυθεί από το έδαφος και να καταλήξει στους υδάτινους αποδεκτές. Για το λόγο αυτό κάλο θα ήταν να γίνεται μια ανάλυση εδάφους πριν προστεθεί ποσότητα καλίου στη ντομάτα έτσι ώστε να μειώσουμε όσο τον δυνατόν γίνεται την έκπλυση του καλίου από το έδαφος αλλά θα στοχεύει και στη βέλτιστη παραγωγή ντομάτας.

#### **5.3.4 Ασβέστιο (Ca)**

Το ασβέστιο απαιτείται από την ντομάτα σε μεγάλη ποσότητα λόγω της υψηλής συγκέντρωσής της στις φυτικές διεργασίες. Τα περισσότερα εδάφη περιέχουν επαρκή ποσότητα για την ανάπτυξη της ντομάτας. Η ανεπάρκεια ασβεστίου εμφανίζεται όταν το pH εδάφους είναι κάτω από 4,5. Στη περίπτωση αυτή, προστίθεται ασβέστιο για την αύξηση του pH. Άριστες τιμές pH είναι από 5,5 έως 7,0. Ωστόσο, θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική συγκέντρωση ασβεστίου, καθώς μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη μικροθρεπτικών συστατικών, όπως σιδήρου και μαγγανίου. Τα εδάφη ασβεστώνονται κάθε 3 έως 5 έτη για να ρυθμίσουν το pH. Η ανεπάρκεια ασβεστίου μπορεί να προκαλέσει μια διαταραχή, που ονομάζεται "φθορά άκρου άνθησης", σε καρπούς ντομάτας. Η διαταραχή αυτή οφείλεται στην έλλειψη κίνησης και διανομής του ασβεστίου μέσα στο φυτό, αν και το έδαφος δεν παρουσιάζει απώλειες. Υπάρχει πιθανότητα τα φύλλα να περιέχουν άφθονη ποσότητα ασβεστίου, εν συγκρίσει με τους καρπούς που μπορεί να μην διαθέτουν κάποια ποσότητα ασβεστίου. Έτσι οι καρποί αρχίζουν να σαπίζουν στο κάτω μέρος και στη συνέχεια εξαπλώνεται προς τα πάνω. Επίσης το ξηρό έδαφος και η υψηλή περιεκτικότητα του καλίου στο έδαφος, η υψηλή συγκέντρωση διαλυτών αλάτων στο έδαφος και η αυξημένη περιεκτικότητα σε νερό μπορεί να συμβάλλουν στη δημιουργία της διαταραχής. Για να αντιμετωπίσουμε τη διαταραχή μπορούμε να ψεκάσουμε το φύλλωμα με διάλυμα ασβεστίου, να προσθέσουμε ασβέστιο στο έδαφος εάν η περιεκτικότητα σε άλατα είναι υψηλή ή ψεκάζοντας συχνά εάν περιορίζεται ο όγκος ριζοβολίας. Η έλλειψη ασβεστίου, μπορεί να δημιουργήσει ένα ανοιχτό πράσινο ή κίτρινο χρώμα συνεπώς και μαλάκωση τους με αποτέλεσμα τα φύλλα να

παραμένουν μικρά σε μέγεθος και κυρτά και τα αυξανόμενα σημεία να μην αναπτύσσονται.

### **5.3.5 Μαγνήσιο (Mg)**

Το μαγνήσιο είναι ένα συστατικό της χλωροφύλλης, της πηκτίνης, των οργανικών οξέων και των προσμείξεων. Η παραγωγή καρπών ντομάτας αυξάνεται σημαντικά με την εφαρμογή λιπάσματος μαγνησίου. Τα συμπτώματα που δημιουργούνται από την έλλειψη καλίου είναι η χλωρίωση στα φύλλα στη βάση του μοσχεύματος τα οποία εκτείνονται προς τα πάνω. Τα παλαιότερα φύλλα γίνονται κίτρινα και εμφανίζονται καφέ νεκρωτικές περιοχές μεταξύ των φλεβών πριν από την πτώση των φύλλων. Η ανεπάρκεια μαγνησίου δεν επηρεάζει την παραγωγή καρπών. Η έλλειψη μαγνησίου μπορεί να παρατηρηθεί σε αμμώδη εδάφη, εδάφη υψηλά σε επίπεδα καλίου όπου η αναλογία K: Mg είναι > 4,0 και σε εδάφη με κακή δομή ή αποστράγγιση. Η έλλειψη μαγνησίου μπορεί να αντιμετωπιστεί με ψεκασμό  $MgSO_4$  στο φύλλο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού της τομάτας. Η εφαρμογή δολομιτικών ασβεστολιθικών πετρωμάτων μπορεί να συμβάλει στην αύξηση του pH του εδάφους έτσι ώστε να παραχθεί τόση ποσότητα ασβεστίου όση και μαγνησίου για να καλύψει τις ανάγκες της ντομάτας.

### **5.3.6 Θείο (S)**

Το θείο είναι συστατικό της πρωτεΐνης και των αμινοξέων. Η έλλειψη θείου στο χωράφι είναι σπάνια επειδή συνήθως εφαρμόζεται συνδυασμός με λιπάσματα αζώτου φώσφορου και καλίου. Οι ντομάτες μπορούν επίσης να απορροφήσουν θείο σε μορφή διοξειδίου του θείου ( $SO_2$ ) από την ατμόσφαιρα, αλλά αν εκτεθούν πάνω από 0,5 mg, το διοξείδιο του θείου ( $SO_2$ ) μπορεί να προκαλέσει βυθισμένες λευκές κηλίδες οι οποίες μπορούν να εμφανιστούν και στους καρπούς ντομάτας. Αντίθετα, η ανεπάρκεια του θείου μπορεί να προκαλέσει χλωρίωση στα φύλλα, μωβ κηλίδες και νεκρωτικές κηλίδες μεταξύ των νευρών. Η ανεπάρκεια του θείου μπορεί να εμφανιστεί σε καλλιέργεια που δεν διαθέτει υψηλή συγκέντρωση θείου.



### 5.3.7 Βόριο (B)

Το βόριοκατέχει σημαντικό ρόλο στην γονιμοποίηση και την παραγωγική ανάπτυξη της ντομάτας. Μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή λουλουδιών καισπόρωνντομάτας. Η έλλειψη βορίου προκαλείδιατροφικές διαταραχές στην εμπορική παραγωγή τομάτας ενώ ηανεπάρκεια εμφανίζεταισε ασβεστολιθικάεδάφη. Η διαταραχή εμφανίζεται με τη συστροφή των πράσινων φύλλων που αποκτούν ένα κίτρινο μεταχρωματισμό, γίνονται εύθραυστα με καφέ χρώση στη νεύρωση. Επιπλέον μπορούννα μειώσουν την ικανότητα ανάπτυξης των ριζών και να προκαλέσουν διόγκωση σε υποκοτυληδόνεςκαικοτυληδόνες, προκαλούν ακανόνιστη διεύρυνση των φύλλωνκαιανωμαλίες στην κυτταρική δομή. Παρατηρήθηκε πως ηανεπάρκεια είναι επιταχυνόμενη, με την αύξηση του pH του εδάφους και την ξηρότητα που επικρατεί γύρω από τη ζώνη ρίζας. Επίσης η ανεπάρκεια βορίουεμφανίζεται όταν το επίπεδο στον ιστό ντομάτας πέσει κάτω από τα  $19 \text{ mgkg}^{-1}$ . Η ανεπάρκεια μπορεί να αντιμετωπιστείμε ψεκασμό διαλύματος βόρακα στο φύλλωμα στα  $0,5 \text{ mgL}^{-1}$  ή εφαρμόζοντας βόρακα στο έδαφος στα 22 kg. Ακόμη παρατηρήθηκε ότι η εφαρμογή του λιπάσματος βορίουαύξησε σημαντικά την απόδοση της τομάτας του θερμοκηπίου. Ωστόσο η περίσσεια του βορίουμπορεί, να προκαλέσει περιθωριακά καύση και συστροφή των παλαιότερων φύλλων. Η νέκρωση που δημιουργείται γίνεται ξηρή καιεμφανίζονται νεκρωτικές κηλίδες. Παράλληλα η τέφρα και τα απόβλητα που χρησιμοποιούνται ως βελτιωτικά εδάφους μπορούν να περιέχουν υψηλή συγκέντρωσηβορίουκαι μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα βορίουστις τομάτες. Η τοξικότητα μπορεί να μειωθεί με την πλημμύρα ή την ασβέστωση του εδάφους.

### 5.3.8 Σίδηρος (Fe)

Ο σίδηροςαποτελεί συστατικό πολλών ενζύμων στον μεταβολισμό της ντομάτας. Η έλλειψη σιδήρουεμφανίζεται σε εδάφη μευψηλό pH, και σε ασβεστολιθικά εδάφη. Τα συμπτώματα της έλλειψης σιδήρουείναι ανοικτό κίτρινο χρώμα και ενδιάμεση χλώρωση που αφήνει κοντά στην βάση του φυτού. Σε σοβαρή περίπτωση, παρατηρείταιλευκή χλωρίωση η οποίααναπτύσσεται σε ολόκληρη την επιφάνεια των φύλλων. Τα φύλλα παραμένουν μικρά και η ανάπτυξη των φυτών παραμένει σταθερή. Η διαταραχή προκαλείταιαπό την κακή δομή του εδάφους ή την απορροή,

σεαλκαλικά εδάφη με βαριά υφή. Μπορεί επίσης να εμφανιστούν εδάφη που περιέχουν τύρφη. Η υπερβολική περιεκτικότητα του φώσφορου στο έδαφος μπορεί να μειώσει τη διαλυτότητα του σιδήρου και τη μετατόπιση του στην τομάτα, αυξάνοντας έτσι την ανεπάρκεια του. Η διαταραχή είναι δύσκολο να διαγνωστεί από ταφυτά ή με την ανάλυση εδάφους. Ως αποτέλεσμα, το οπτικό σύμπτωμα είναι απάντηση στην εφαρμογή του σιδήρου στην ανάπτυξη ντομάτας για την αντιμετώπιση της διαταραχής. Η διαταραχή μπορεί να αντιμετωπιστεί βελτιώνοντας τη δομή του εδάφους, την αποστράγγιση και μειώνοντας το pH του εδάφους, όπως με την ενίσχυση του περιεχομένου του εδάφους με την εφαρμογή λιπάσματος ή κοπριάς. Η ανεπάρκεια μπορεί επίσης να μειωθεί με ψεκασμό χηλικού σιδήρου (Fe-EDTA) στα 37 mg L<sup>-1</sup> στο φύλλωμα τομάτας κάθε 2 εβδομάδες.

### 5.3.9 Μαγγάνιο (Mn)

Όπως και με το σίδηρο, έτσι και η ανεπάρκεια του μαγγανίου προκαλείται από το υψηλό pH εδάφους. Αν και είναι λιγότερο συνηθισμένο φαινόμενο. Η έλλειψη μαγγανίου μπορεί να εμφανιστεί σε φυτά τομάτας που καλλιεργούνται σε αμμώδη εδάφη, οργανικά εδάφη και τύρφης εξαιτίας της υπερβολικής πίεσης. Το σύμπτωμα εμφανίζεται ως ανοιχτόχρωμο πράσινο μεδιάχυτο χλώριο στα μεσαία και νεότερα φύλλα, όπου στη συνέχεια δημιουργούνται καφέ νεκρωτικές κηλίδες στο κέντρο της ανοιχτής περιοχής. Αν και το σύμπτωμα είναι λιγότερο σοβαρό από αυτό που προκαλείται από την έλλειψη σιδήρου, η ανεπάρκεια του μαγγανίου μπορεί να ανιχνευθεί με ανάλυση των φυτών. Η έλλειψη μπορεί να μειωθεί με ψεκασμό MnSO<sub>4</sub> στα 6 kg ha<sup>-1</sup> πολλαπλής διάρκειας ανάπτυξης τομάτας. Η αποστείρωση του εδάφους με ατμό για τον έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών στο θερμοκήπιο μπορεί να αυξήσει τη διαθεσιμότητα μαγγανίου και την τοξικότητα στην τομάτα. Αυτό συμβαίνει επειδή η αποστείρωση παρέχει ιδανικό περιβάλλον για τους μικροοργανισμούς να ανάγουν το οργανικό δεσμευμένο Mn και τα τρισθενή Mn<sup>3+</sup> ανάγονται σε δισθενή κατιόντα Mn<sup>2+</sup> σε υψηλή θερμοκρασία. Τα υγρά και συμπαγή εδάφη είναι πιθανότερο να εμφανίσουν τοξικότητα μαγγανίου σε τέτοιες συνθήκες. Εμφανίζονται καφέ νεκρωτικές κηλίδες ανάμεσα στις φλέβες της ντομάτας, οι οποίες εκτείνονται σε στελέχη και υποκείμενα. Οι καφέ κηλίδες εμφανίζονται στους μίσχους. Τα νεαρά φύλλα παρουσιάζουν εσωτερική χλώρωση και παραμένουν μικρά.

Η ανάπτυξη των φυτών είναι εξαντλημένη. Η τοξικότητα στην τομάτα εμφανίζεται όταν η συγκέντρωση του (Mn) στο χώμα είναι  $> 80 \text{ mg kg}^{-1}$  και στο φυτό  $> 1000 \text{ mg kg}^{-1}$ . Η τοξικότητα μπορεί να μειωθεί με την ταχεία αποστείρωση του εδάφους με ένα μίγμα ατμού και αέρα σε χαμηλή θερμοκρασία, με ασβέστωση του εδάφους ώστε να αυξηθεί το  $\text{pH} > 7,0$  και με εφαρμογή υδατοδιαλυτού λιπάσματος φώσφορου, όπως το τριπλό υπερφωσφορικό, το οποίο μειώνει τη διαθεσιμότητα του μαγγανίου.

### 5.3.10 Ψευδάργυρος (Zn)

Ο ψευδάργυρος είναι συστατικό του ενζύμου που είναι απαραίτητο για τον μεταβολισμό των θρεπτικών ουσιών στην ντομάτα. Η ανεπάρκεια εμφανίζεται ως καφέ κηλίδα στα φύλλα με ελαφρά χλωρίωση και προς τα κάτω συστροφή των μίσχων. Το υψηλό επίπεδο φώσφορου στο έδαφος μπορεί επίσης να μειώσει την ανθεκτικότητα στη ντομάτα και την ανεπάρκεια των αποτελεσμάτων. Αντίθετα, το υψηλό επίπεδο του ψευδαργύρου στο έδαφος μπορεί να είναι τοξικό για την τομάτα. Τα νεαρότερα φύλλα εμφανίζουν ενδιάμεση χλώρωση ενώ τα παλαιότερα φύλλα κάμπτονται προς τα κάτω. Η τοξικότητα του ψευδαργύρου μπορεί να προκύψει από την εφαρμογή οργανικών υλικών που έχουν μολυνθεί με ψευδάργυρο, όπως λάσπη, λύματα και τη χρήση νερού που έχει συσσωρευτεί σε διαβρωμένους γαλβανισμένους σωλήνες. Η εφαρμογή υδατοδιαλυτού λιπάσματος και οργανικής ύλης χαμηλής συγκέντρωσης σε ψευδάργυρο μπορεί να μειώσει την τοξικότητα.

### 5.3.11 Χαλκός (Cu)

Παρόλο που δεν είναι συνηθισμένο στα εδάφη, η ανεπάρκεια του χαλκού μπορεί να παρατηρηθεί στην τομάτα που καλλιεργείται σε εδάφη θερμοκηπίου ή σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε χαλκό. Το σύμπτωμα εμφανίζεται με κυρτωμένα φύλλα στα οποία σχηματίζεται σωληνοειδής εμφάνιση και καμπυλωμένους μίσχους προς τα κάτω. Κηλίδες εμφανίζονται κοντά στις φλέβες στα φύλλα. Η ανεπάρκεια μπορεί επίσης να παρατηρηθεί με την εφαρμογή της περίσσειας του φώσφορου σε ασβεστολιθικά εδάφη, γεγονός που μειώνει τη διαθεσιμότητα του χαλκού στη ντομάτα. Η ανεπάρκεια μπορεί να μειωθεί με ψεκασμό  $\text{CuSO}_4$  στα  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  στο φύλλωμα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της τομάτας. Όπως και με το ψευδάργυρο,

η τοξικότητα μπορεί να προκύψει από την εφαρμογή ουσιών που έχουν μολυνθεί με χαλαρό.

### **5.3.12 Μολυβδαίνιο (Mo)**

Το μολυβδαίνιο είναι απαραίτητο για τον μεταβολισμό αζώτου στη ντομάτα. Η ανεπάρκεια του μολυβδαινίου μπορεί να εμφανιστεί σε όξινα εδάφη, τύρφη και χωρίς λίπασμα. Η ανεπάρκεια εμφανίζεται ως χλωμό πράσινο χρώμα στα παλαιότερα φύλλα. Η ανεπάρκεια μπορεί να μειωθεί εφαρμόζοντας  $\text{NaMoO}_3$  ή  $\text{NH}_4\text{MoO}_3$  στα  $5 \text{ mgL}^{-1}$  στο φύλλωμα.

### **5.3.13 Χλώριο (Cl)**

Αν και το χλώριο δεν αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο και η ανεπάρκεια δεν συμβαίνει. Η μεγάλη συγκέντρωση χλωρίου στο έδαφος λόγω της υψηλής στάθμης διαλυτών αλάτων μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην ανάπτυξη της ντομάτας. Η περίσσεια του χλωρίου στο έδαφος μπορεί να αυξήσει την βλαστική ανάπτυξη με το κόστος της παραγωγής καρπών, παρόμοια με εκείνη που αυξάνεται από το υψηλό επίπεδο  $\text{NO}_3^-$  στο έδαφος. Η συγκέντρωση του χλωρίου στο έδαφος αυξάνεται με την εφαρμογή λιπασμάτων και οργανικών υλικών που περιέχουν χλώριο. Η εφαρμογή της άρδευσης και της εκροής αλατούχων υπόγειων υδάτων που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε χλώριο αυξάνει επίσης το επίπεδό της στο έδαφος.

## **5.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

Είναι γνωστό ότι τα θρεπτικά στοιχεία της ντομάτας που προέρχονται από την εφαρμογή λιπασμάτων και κοπριάς μπορεί να αυξήσει την απόδοση της ντομάτας. Στις τελευταίες δεκαετίες, έχει εφαρμοστεί μεγάλη ποσότητα λιπασμάτων στο έδαφος για να αυξηθεί η παραγωγή φυτών χωρίς να ληφθεί υπόψη η περιβαλλοντική επίπτωση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, τα υπόγεια ύδατα να έχουν μολυνθεί με θρεπτικά συστατικά, όπως  $\text{NO}_3$ , που προκαλούν κίνδυνο για την υγεία των ανθρώπων

και των ζώων, διότι η έκλυση  $\text{NO}_3$  από το έδαφος στα υπόγεια ύδατα σχετίζεται άμεσα με το ποσοστό λίπανσης του N. Η απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών, όπως του N και του P, από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις λόγω της υπερβολικής εφαρμογής ζωικών λιπασμάτων, αύξησε τον ευτροφισμό των λιμνών και των ποταμών, αυξάνοντας έτσι το κίνδυνο για την υγεία των θαλάσσιων ζώων. Ως αποτέλεσμα, η γεωργία είναι γνωστή ως πηγή ρύπανσης των θρεπτικών ουσιών στην επιφάνεια του εδάφους και στα υπόγεια ύδατα, αν και η μόλυνση μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως βιομηχανικά απόβλητα, δημοτικές χωματερές, ορυχεία ή σηπτικά συστήματα. Ένας άλλος λόγος για την αυξημένη ρύπανση των θρεπτικών ουσιών στην επιφάνεια του εδάφους και των υπόγειων υδάτων είναι η αναποτελεσματικότητα των φυτών να προσλαμβάνουν θρεπτικές ουσίες από τις κοπριές και τα λιπάσματα που εφαρμόζονται.

Επίσης η πιθανότητα απώλειας θρεπτικών συστατικών μέσω της διάβρωσης και της επιφανειακής απορροής παραμένει ακόμη μεγαλύτερη στα συστήματα παραγωγής λαχανικών. Η αύξηση του ρυθμού λίπανσης σε σχέση με εκείνη που απαιτείται από τα φυτά μπορεί να προκαλέσει οικονομικές απώλειες και περιβαλλοντικές ζημιές επειδή η λίπανση αυξάνει το κόστος της παραγωγής της τομάτας. Ο μειωμένος ρυθμός λίπανσης του N όχι μόνο παρήγαγε επαρκή ποσότητα σε ντομάτες αλλά μείωσε το κόστος της λίπανσης και την ενδεχόμενη έκλυση του N και μόλυνση των υπόγειων υδάτων. Συνεπώς απαιτείται επανεξέταση για να διαπιστωθεί αν ο μειωμένος ρυθμός λίπανσης για άλλα θρεπτικά στοιχεία μπορεί να διατηρήσει την απόδοση της ντομάτας και να βελτιώσει την περιβαλλοντική επίπτωση, επειδή η ποσότητα των λιπασμάτων που απαιτείται για τη ντομάτα ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η ανάλυση των δειγμάτων εδάφους και των φυτών πρέπει να διεξάγεται κάθε χρόνο πριν από την εφαρμογή των λιπασμάτων για τον προσδιορισμό των κατάλληλων ποσοτήτων, έτσι ώστε να μειωθούν τόσο η τιμή της λίπανσης όσο και η περιβαλλοντική υποβάθμιση. Η γρήγορη απελευθέρωση των θρεπτικών ουσιών από τα λιπάσματα μπορεί να αυξήσει την μόλυνση των υπόγειων υδάτων, εάν η αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων για την τομάτα είναι χαμηλή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές πηγές θρεπτικών ουσιών, όπως οι καλλιέργειες που καλύπτουν αργά τα θρεπτικά συστατικά οι οποίες μπορούν να

μειώσουν την ρύπανση. Οι καλλιέργειες χειμωνιάτικης κάλυψης μπορούν να ανακυκλώσουν και να συγκομίσουν τις θρεπτικές ουσίες του εδάφους (υπολείμματα) που μπορεί να χαθούν από τη διάβρωση, την απορροή και την έκπλυση και να αυξήσουν τη συγκέντρωση της οργανικής ύλης του εδάφους. Αν και οι καλλιέργειες κάλυψης έχουν οφέλη στη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους των υδάτων και στη μείωση του κόστους της λίπανσης, το οικονομικό και κοινωνικό τους κόστος πρέπει να εκτιμηθεί πριν χρησιμοποιηθεί υποκατάστατο λιπάσματος N. Για παράδειγμα, η αγορά σπόρων προς σπορά και καλλιέργεια μπορεί να αυξήσει το συνολικό κόστος της παραγωγής τομάτας. Η αποδοχή των αγροτών σε τέτοιες προσεγγίσεις πρέπει να αξιολογηθεί επειδή το σύστημα μπορεί να μην ταιριάζει στη εναλλαγή καλλιεργειών. Ο κλιματικός παράγοντας μπορεί να αποτελέσει άλλο εμπόδιο για την κάλυψη της παραγωγή επειδή οι καλλιέργειες κάλυψης συνήθως καλλιεργούνται τον χειμώνα όταν δεν καλλιεργούνται άλλες καλλιέργειες. Και οι περιφέρειες επίσης που δεν έχουν ήπιο χειμώνα μπορεί να μην υποστηρίζουν την κάλυψη της καλλιέργειας για παραγωγή.

## **6.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Είναι γνωστό ότι σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία που διέπει την βιολογική γεωργία, είναι υποχρεωτική η χρήση βιολογικών σπόρων για βιολογική παραγωγή (Κουτής κ.ά. 2018). Οι βιοκαλλιεργητές ωστόσο, συχνά χρησιμοποιούν συμβατικούς σπόρους καθώς προβλέπεται κατά παρέκκλιση η χορήγηση άδειας χρήσης σπόρων που δεν έχουν παραχθεί με τη βιολογική μέθοδο (ΦΕΚ 756/24-4-2009). Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν σε συνθήκες βιολογικής παραγωγής, τα χαρακτηριστικά της *in vitro* βλαστικότητας γύρης φυτών τομάτας που προέρχονται από συμβατικό σπόρο, σε σχέση με τα φυτά που προέρχονται από βιολογικό σπόρο. Σκοπός ήταν η συγκριτική αξιολόγηση της % βλαστικότητας και του μήκους των γυρεοσωλήνων της γύρης φυτών τομάτας της ίδιας ποικιλίας, που καλλιεργήθηκαν με βιολογικό τρόπο και προέρχονται από σπόρους βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας.

### **6.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

Φυτά τομάτας ντομάτας της ποικιλίας ACE 55 VF που προέρχονταν από σπόρους βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας, καλλιεργήθηκαν σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο με βιολογικό τρόπο σε γλάστρες με υπόστρωμα που αποτελούνταν από 70% τύρφη και 30% κομπόστ.

Η ποικιλία ACE 55 VF προέρχεται από την Ιταλία. Δεν έχει πολλές απαιτήσεις, έχει την δυνατότητα να παράγει καρπούς με λεπτή φλούδα και φτάνει σε ύψος 1,50 m Είναι ανθεκτική στο Βερτιτσίλιο (*Verticilliumdahlia*) και το Φουζάριο (*Fusariumsolani*) και αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν το καλοκαίρι.

Η σπορά τόσο των βιολογικών σπόρων όσο και των συμβατικών σπόρων, έγινε τον Ιούλιο σε δίσκους πολλαπλής σποράς με ατομικές θέσεις. Μετά το φύτεμα των σπόρων και την αρχική ανάπτυξη των νεαρών σποροφύτων φυτών στους δίσκους, τα νεαρά φυτά της τομάτας μεταφυτεύθηκαν σε πλαστικά γλαστράκια χωρητικότητας 1 L. Η πρώτη μεταφύτευση των φυτών από συμβατικό σπόρο ολοκληρώθηκε στις

15/8, ενώ των φυτών από βιολογικό σπόρο ολοκληρώθηκε στις 29/8, καθώς τα νεαρά φυτάρια από βιολογικό σπόρο παρουσίασαν καθυστέρηση στον ρυθμό ανάπτυξής τους.

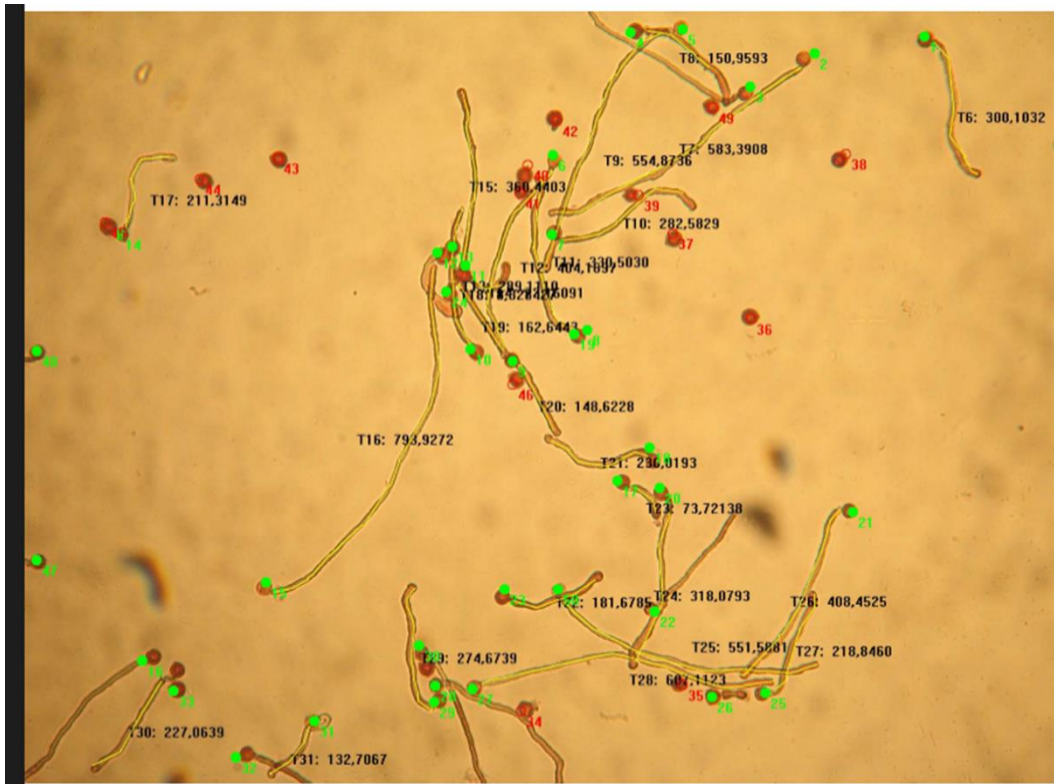
Ηδεύτερη μεταφύτευση των φυτών στην τελική τους θέση, πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2018. Χρησιμοποιήθηκαν πλαστικές γλάστρες χωρητικότητας των 10 L, γεμάτες με υπόστρωμα (70% τύρφη και 30% κομπόστ). Η ημερομηνία ολοκλήρωσης της μεταφύτευσης για τα σπορόφυτα που προήλθαν από σπόρο συμβατικής καλλιέργειας ήταν στις 19/9, ενώ για τα σπορόφυτα που προήλθαν από σπόρους βιολογικής καλλιέργειας στις 30/9. Για κάθε μία από τις δύο μεταχειρίσεις (φυτά από/ βιολογικό και συμβατικό σπόρο) χρησιμοποιήθηκαν 20 φυτά.

Η συλλογή της γύρης έγινε στις 31/10 (για τα φυτά που προέρχονταν από συμβατικό σπόρο) και στις 23/11 (για τα φυτά από βιολογικό σπόρο), από άνθη της πρώτης ταξιανθίας. Σε κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 10 άνθη. Η γύρη από κάθε ένα άνθος ξεχωριστά, υποβλήθηκε για *in vitro* βλάστηση σε υγρό υπόστρωμα, η σύνθεση του οποίου ήταν 0,4 M σακχαρόζη και 0,8 mM βορικό οξύ. Η διάρκεια επώασης της γύρης ήταν 6 ώρες στους 16 °C στο σκοτάδι.

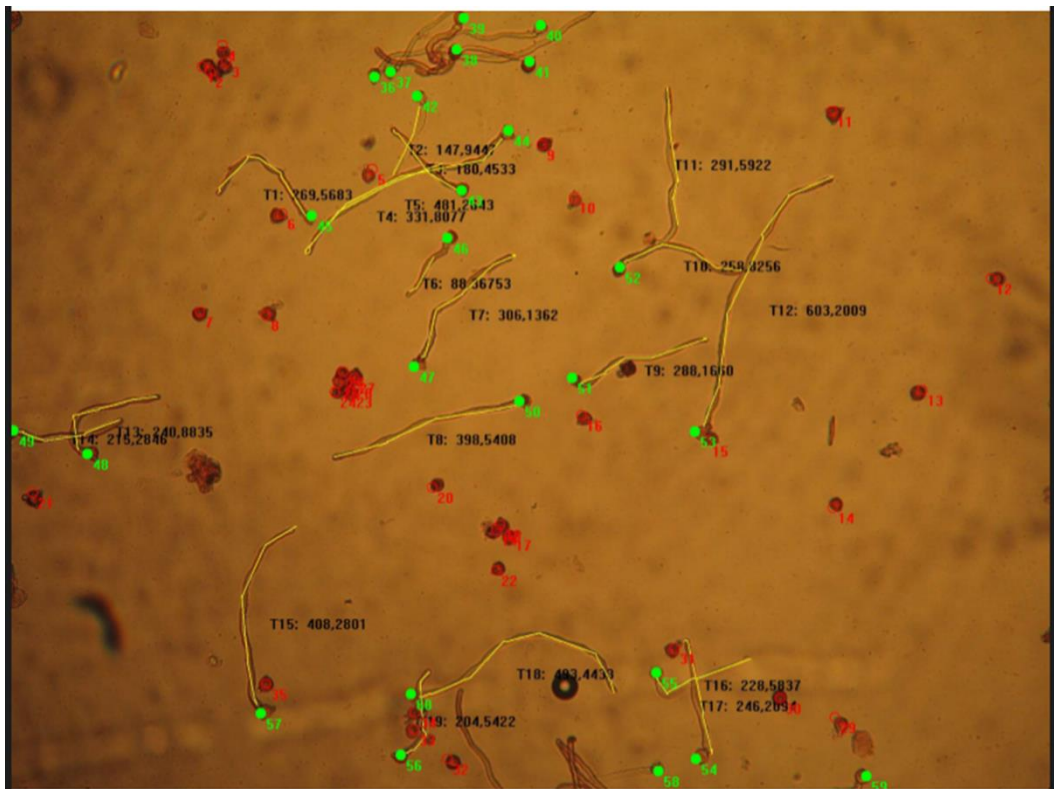
Για τις μετρήσεις των ποσοστών βλαστικότητας και του μήκους των γυρεοσωλήνων, χρησιμοποιήθηκαν εικόνες που ελήφθησαν σε οπτικό μικροσκόπιο με την χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής. Η βλαστικότητα της γύρης υπολογίστηκε ως μέσος όρος της βλαστικότητας από τα 10 άνθη (επαναλήψεις) σε κάθε μία από τις δύο μεταχειρίσεις. Το μήκος των γυρεοσωλήνων υπολογίστηκε σε πολλαπλάσια της διαμέτρου των γυρέοκοκκων (d).

Για την καταμέτρηση των ποσοστών βλαστικότητας όπως και του μήκους των γυρεοσωλήνων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα *image-proplus* (εικόνες 13 και 14) και για την στατιστική επεξεργασία των τιμών το πρόγραμμα *costat-6*. Οι συγκρίσεις των μέσων τιμών βλαστικότητας και του μήκους των γυρεοσωλήνων μεταξύ των φυτών από βιολογικό και συμβατικό σπόρο έγιναν με βάση την δοκιμασία *t-test*.





Εικόνα 13: Υπόδειγμα μέτρησης χαρακτηριστικών βλαστικότητας της γύρης τομάτας από συμβατικό σπόρο.  
 ○ : Μη βλαστημένοι γυρεόκοκκοι. ● : Βλαστημένοι γυρεόκοκκοι. — : Ιχνηλάτηση γυρεοσωλήνα



Εικόνα 14: Υπόδειγμα μέτρησης χαρακτηριστικών βλαστικότητας της γύρης τομάτας από βιολογικό σπόρο.  
 ○ : Μη βλαστημένοι γυρεόκοκκοι. ● : Βλαστημένοι γυρεόκοκκοι. — : Ιχνηλάτηση γυρεοσωλήνα

## 6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα ποσοστά της % βλαστικότητας, όπως προσδιορίστηκαν για τις δύο μεταχειρίσεις του πειράματος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας : Ποσοστά της % βλαστικότητας της γύρης των φυτών της τομάτας που προέρχονται από συμβατικό και από βιολογικό σπόρο.

	Φυτά από Συμβατικό σπόρο	Φυτά από Βιολογικό σπόρο
	91,09	42,98
	67,73	35,88
	41,98	35,39
	17,88	31,91
	87,78	29,86
	77,60	27,49
	59,01	26,64
	67,60	21,82
	51,23	20,57
	55,36	12,22
Μέσοι ±Τυπικό σφάλμα	<b>61,72±6,94</b>	<b>28,48±2,79</b>

Οι παραπάνω τιμές παρουσιάζουν μεγάλους συντελεστές παραλλακτικότητας ( $CV = StDev/Average*100$ ). Η βλαστικότητα της γύρης των φυτών από συμβατικό σπόρο είχε  $CV= 35,55 \%$  ενώ των φυτών από βιολογικό σπόρο ήταν  $CV= 31,78 \%$ . Για τον λόγο αυτό η αξιολόγησή τους και οι συγκρίσεις μεταξύ των μέσων τιμών βλαστικότητας, έγινε μετά από μετατροπή των ποσοστών βλαστικότητας σε μοίρες (arcsinetransformation) όπου:

$$Degr(^{\circ}) = \sin^{-1} \sqrt{\frac{\% \text{ germ}}{100}}$$

Μετά από την γωνιακή μετατροπή των παραπάνω τιμών βλαστικότητας σε μοίρες, οι συντελεστές παραλλακτικότητας που προέκυψαν ήταν 26,77 και 18,27 % αντίστοιχα για τα φυτά από συμβατικό και βιολογικό σπόρο (μέση βλαστικότητα  $\bar{Y}_1= 52,4$  με

Stdev<sub>1</sub>= 14,02 για τα φυτά από συμβατικό σπόρο και  $\bar{Y}_2 = 31,98$  με Stdev<sub>2</sub>= 5,84 για τα φυτά από βιολογικό σπόρο).

Ο έλεγχος της διαφοράς των μέσων τιμών της βλαστικότητας (μετά από την μετατροπή των ποσοστών σε μοίρες), έγινε με βάση την δοκιμασία του t (t-test). Η επιλογή της κατάλληλης δοκιμασίας (t-test για ίσες ή άνισες διακυμάνσεις), έγινε μετά από έλεγχο της ισότητας των διακυμάνσεων των δύο μεταβλητών, σύμφωνα με την δοκιμασία του F, σύμφωνα με την σχέση:

$$F_{\text{πειρ}} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{31,98^2}{5,84^2} = \frac{196,75}{34,14} = 5,76 \quad (P = 0,008)$$

Η παραπάνω τιμή είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή του  $F=3,18$  για επίπεδο σημαντικότητας 5% και βαθμούς ελευθερίας 9 και 9 (για τον αριθμητή και παρονομαστή) και συμπεραίνεται ότι οι διασπορές των δύο μεταβλητών είναι άνισες. Για το λόγο αυτό η σύγκριση της βλαστικότητας γύρης μεταξύ των φυτών από συμβατικό και βιολογικό σπόρο έγινε σύμφωνα με την δοκιμασία Welch t-test, για άνισες διασπορές των δειγμάτων.

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Η τιμή του t ήταν :  $t=4,25$  για  $v=12$  BE,  $P=0,001$ .

**Η παραπάνω δοκιμασία επιβεβαιώνει ότι η διαφορά της μέσης βλαστικότητας της γύρης των φυτών από συμβατικό σπόρο ήταν στατιστικά σημαντικά πολύ μεγαλύτερη από την μέση βλαστικότητα της γύρης από τα φυτά από βιολογικό σπόρο.**

Η αξιολόγηση του μήκους των γυρεοσωλήνων στις δύο μεταχειρίσεις του πειράματος, έγινε μετά από την καταμέτρηση ενός μεγάλου αριθμού γυρεοσωλήνων ανεξάρτητα από το άνθος που προερχόταν το δείγμα της γύρης. Για τα φυτά από συμβατικό σπόρο καταμετρήθηκαν 823 γυρεοσωλήνες, ενώ από την γύρη των φυτών από βιολογικό σπόρο 1376 γυρεοσωλήνες.

Και οι τιμές του μήκους των γυρεοσωλήνων παρουσίασαν μεγάλους συντελεστές παραλλακτικότητας. Ο συντελεστής παραλλακτικότητας των τιμών του μήκους των γυρεοσωλήνων από την γύρη των φυτών από συμβατικό σπόρο ήταν  $CV= 62,03 \%$ , ενώ στα φυτά από βιολογικό σπόρο ο συντελεστής παραλλακτικότητας των τιμών του

μήκους των γυρεοσωλήνων ήταν  $CV= 54,6 \%$ . Για τον λόγο αυτό οι τιμές του μήκους των γυρεοσωλήνων, (εκπεφρασμένες σε πολλαπλάσια της μέσης διαμέτρου των γυρεόκοκκων), πριν την στατιστική τους αξιολόγηση μετατράπηκαν σε τιμές των αντίστοιχων λογαρίθμων (λογαριθμικήμετατροπή). Μετά την μετατροπή αυτή οι συντελεστές παραλλακτικότητας ήταν  $28,56 \%$  για τα φυτά από συμβατικό σπόρο και  $27,9 \%$  για τα φυτά από βιολογικό σπόρο.

Μετά την λογαριθμική μετατροπή, από τις τιμές του μήκους των γυρεοσωλήνων της γύρης των φυτών από συμβατικό σπόρο εξαιρέθηκαν οι τέσσερις μικρότερες και από την γύρη των φυτών από βιολογικό σπόρο οι τρεις μικρότερες, καθώς σύμφωνα με την διατεταρτημοριακή μέθοδο του Tukey(interquartilemethod), οι τιμές αυτές κρίθηκαν ως ακραίες (outliers) και δεν υπολογίσθηκαν τόσο στον υπολογισμό των μέσων τιμών του μήκους των γυρεοσωλήνων όσο και στην δοκιμασία σημαντικότητας για την ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ τους.

Το μέσο μήκος των γυρεοσωλήνων της γύρης των φυτών από συμβατικό σπόρο ήταν,  $\bar{Y}_1= 10,25d \pm 0,22$  (μέσος  $\pm$  τυπικό σφάλμα, σε πολλαπλάσια της διαμέτρου των γυρεοκόκκων), με  $n_1=819$  παρατηρήσεις και τυπική απόκλιση  $stdev_1=6,32$ . Οι αντίστοιχες τιμές για την γύρη από βιολογικό σπόρο ήταν  $\bar{Y}_2= 8,1 d \pm 0,1$  με  $n_2=1373$  και  $stdev_2=4,41$ .

Ο στατιστικός έλεγχος και για την διαφορά στο μήκος των γυρεοσωλήνων μεταξύ των φυτών από βιολογικό και συμβατικό σπόρο έγινε (μετά την μετατροπή των παρατηρήσεων σε λογαριθμικές τιμές) σύμφωνα με την δοκιμασία Welch-testγια άνισο αριθμό παρατηρήσεων, αφού η δοκιμασία του Fγια τον έλεγχο της ισότητας των διασπορών ήταν  $F=1,24$  (με κρίσιμη τιμή  $F=1,1$  για 818 και 1372 βαθμούς ελευθερίας,  $P<0,001$ ).

Η τιμή του tπου προέκυψε από τις παρατηρήσεις του πειράματος ήταν  $t=7,9$  με  $v=1575$  βαθμούς ελευθερίας και  $P<0,001$ .

Σύμφωνα με το αποτέλεσμα της παραπάνω δοκιμασίας, **το μήκος των γυρεοσωλήνων που αναπτύσσουν οι γυρεόκοκκοι από τα φυτά που προήλθαν από συμβατικό σπόρο ήταν σημαντικά μεγαλύτερο σε σχέση με τα φυτά από βιολογικό σπόρο.**

### 6.3 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων προκύπτει πως η βλάστηση της γύρης της ντομάτας και η ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων είναι πολύπλοκες διεργασίες, οι οποίες εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Όσον αφορά στη θερμοκρασία επώασης, φαίνεται να αποτελεί μέρος του πολύπλοκου μηχανισμού της βλάστησης της γύρης. Πιθανοί παράγοντες που επηρεάζουν τη βέλτιστη θερμοκρασία επώασης είναι το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο συλλογής της γύρης, η μέθοδος συλλογής της, οι συνθήκες διατήρησής της και οι συνθήκες κατά το χειρισμό της. Μετά την επιλογή συγκεκριμένου διαλύματος και συγκεκριμένης θερμοκρασίας επώασης μπορεί κάποιος να καταλήξει σε ασφαλή αποτελέσματα. Για την περίπτωση που η έρευνα της βλαστικότητας έχει ως σκοπό την κατάταξη μεταξύ βιολογικού και συμβατικού σπόρου της ίδιας ποικιλίας, ανάλογα με τη δυναμικότητά τους ως προς τη βλαστικότητα και την ανάπτυξη του γυρεοσωλήνα στις ίδιες χρονικές στιγμές, τότε η σύγκριση των μέσων είναι ασφαλές κριτήριο, για να γίνει η κατάταξη αυτή. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτής της εργασίας. Στην περίπτωση όμως που το ενδιαφέρον μιας εργασίας εστιάζεται στην τελική κατάσταση, όπως για παράδειγμα σε μελέτες αναζήτησης του καλύτερου σπόρου ντομάτας για χρήση σε προγράμματα βελτίωσης της ντομάτας λαμβάνεται υπόψη το ποσοστό βλαστικότητας και το τελικό μήκος των γυρεοσωλήνων των βιολογικών και συμβατικών σπορών στον τελικό χρόνο (όπως στις 6 ώρες σε αυτή την εργασία). Σε αυτή την εργασία λαμβάνοντας υπόψη τις συγκρίσεις των μέσων, η κατάταξη των σπορών ανάλογα με το ποσοστό βλαστικότητας είναι όπως περιεγράφηκε στη συγκεκριμένη παράγραφο στα αποτελέσματα. Αν όμως συγκρίνει κανείς τους συμβατικούς με τους οργανικούς σπόρους κατά τη χρονική στιγμή των 6 ωρών μπορεί να δει πως το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας παρουσίασαν τα άνθη που προήλθαν από συμβατικό σπόρο ( $61,7 \pm 6,9\%$ ) σε σχέση με τα άνθη που προήλθαν από βιολογικό σπόρο ( $28,5 \pm 2,8\%$ ). Στην περίπτωση της μέτρησης της μέσης ταχύτητας ανάπτυξης του γυρεοσωλήνα τα πράγματα είναι διαφορετικά, γιατί λαμβάνεται υπόψη το μήκος του γυρεοσωλήνα μόνο κατά τη χρονική στιγμή των 6 ωρών για τον υπολογισμό της ταχύτητας. Έτσι η κατάταξη μπορεί να καταρτιστεί

μόνο με ένα τρόπο, αυτόν που περιγράφεται στην αντίστοιχη παράγραφο των αποτελεσμάτων.

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα, το μέσο μήκος του γυρεοσωλήνα στα φυτά από συμβατικό σπόρο ήταν ( $10,2 \pm 0,2d$ ) ενώ στα φυτά από συμβατικό σπόρο ήταν ( $8,1 \pm 0,1 d$ ), η οποία ήταν μια σημαντική διάφορα. Επίσης τα φυτά που προήρθαν από βιολογικό σπόρο παρουσίασαν σημαντική καθυστέρηση στην άνθιση της πρώτης ταξιανθίας κατά 23 μέρες παρ' ότι η σπορά έγινε την ίδια χρονική περίοδο.

Συνοψίζοντας όλα τα προηγούμενα μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι ο τρόπος της καλλιέργειας των φυτών, από τα οποία προέρχεται ο σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση μια νέας φυτείας τομάτας, έχει σημαντική επίδραση σε πολλές παραμέτρους της εξέλιξης της μελλοντικής καλλιέργειας. Οι σπόροι που προήλθαν από βιολογική καλλιέργεια, αν και γενετικά ίδιοι με εκείνους που ήταν προϊόν συμβατικής καλλιέργειας, παρουσίασαν διαφορές σε όλα τα στάδια της καλλιέργειάς τους στην παρούσα εργασία, σε σχέση με τα φυτά από συμβατικούς σπόρους. Οι βιολογικοί σπόροι φύτευαν αργότερα από τους συμβατικούς και τα φυτά αναπτύχθηκαν με μικρότερους ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με τα φυτά από τους συμβατικούς σπόρους. Σαν αποτέλεσμα αυτής της υστέρησης ήταν η καθυστέρηση στην άνθιση των φυτών από βιολογικούς σπόρους. Επίσης παρουσίασαν σημαντικά μικρότερο ποσοστό της *in vitro* βλαστικότητας της γύρης τους σε σύγκριση με την γύρη από τα φυτά από συμβατικούς σπόρους και παράλληλα σημαντικά χαμηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης των γυρεοσωλήνων τους. Όλα τα προηγούμενα έχουν σαφή επίδραση στην προωμότητα της παραγωγής των φυτών της τομάτας, η οποία μπορεί να έχει και αρνητικό αντίκτυπο στην συνολική παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Το τελευταίο όμως πρέπει να μελετηθεί και να επιβεβαιωθεί από σχετικά καλλιεργητικά πειράματα σύγκρισης της απόδοσης των φυτών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

daCosta-Nunes, José António, και Ueli Grossniklaus. 'Unveiling the gene-expression profile of pollen'. *Genome Biology*, τ. 5, τχ. 1, Δεκέμβριος 2003, σ 205. *BioMed Central*, doi:10.1186/gb-2003-5-1-205

Giorno, Filomena, κ.ά. 'Ensuring Reproduction at High Temperatures: The Heat Stress Response during Anther and Pollen Development'. *Plants*, τ. 2, τχ. 3, Ιούλιος 2013, σσ 489–506. *PubMed Central*, doi:10.3390/plants2030489.

Heslop-Harrison, J. 'Pollen Wall Development'. *Science*, τ. 161, τχ. 3838, Ιούλιος 1968, σσ 230–37. *science.sciencemag.org*, doi:10.1126/science.161.3838.230.

*MORPHOLOGY* *OF* *MICROSPORES.*

[http://www.botany.unibe.ch/paleo/pollen\\_e/morphology.htm](http://www.botany.unibe.ch/paleo/pollen_e/morphology.htm).

Ημερομηνία πρόσβασης 1 Μάιος 2019.

Organic, Heirloom or Conventional Seeds: Which Ones Should You Choose?'

*IndianCountryToday.Com*,

<https://newsmaven.io/indiancountrytoday/archive/organic-heirloom-or-conventional-seeds-which-ones-should-you-choose->

[GARBBxnMdUWTh41ZuzKKWA/](https://newsmaven.io/indiancountrytoday/archive/organic-heirloom-or-conventional-seeds-which-ones-should-you-choose-GARBBxnMdUWTh41ZuzKKWA/). Ημερομηνία πρόσβασης 1 Μάιος 2019.

Padilla, Flavio, κ.ά. 'The Effects of Pesticides on Morphology, Viability, and Germination of Blackberry (*Rubus Glaucus Benth.*) and Tree Tomato (*Solanum Betaceum Cav.*) Pollen Grains'. *3 Biotech*, τ. 7, τχ. 3, Ιούλιος 2017, σ 154. *PubMed*, doi:10.1007/s13205-017-0781-y.

*Palynology Michael G. Simpson Palynology (Gr, palynos, dust) = The study of pollen and spores Why study? –Use as characters in phylogenetic analysis –Use. - ppt download.* <https://slideplayer.com/slide/5316828/>. Ημερομηνία πρόσβασης 1 Μάιος 2019.

PDF) Mineral Nutrition of Tomato’. *ResearchGate*, [https://www.researchgate.net/publication/228960277\\_Mineral\\_nutrition\\_of\\_tomato](https://www.researchgate.net/publication/228960277_Mineral_nutrition_of_tomato). Ημερομηνία πρόσβασης 1 Μάιος 2019.

(PDF) The Effects of Pre-Sowing Treatments on Emergence and Seedling Growth of Tomato Seed (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Under Several Stress Conditions’. *ResearchGate*, doi:<http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2003.990.994>. Ημερομηνία πρόσβασης 1 Μάιος 2019.

‘Top 5 Characteristics of Pollen Used in Taxonomy | Palynology’. *Biology Discussion*, 12 Μάιος 2016, <http://www.biologydiscussion.com/plant-taxonomy/top-5-characteristics-of-pollen-used-in-taxonomy-palynology/30510>.

Vinha, Ana F., κ.ά. ‘Organic versus Conventional Tomatoes: Influence on Physicochemical Parameters, Bioactive Compounds and Sensorial Attributes’. *Food and Chemical Toxicology*, τ. 67, Μάιος 2014, σσ 139–44. *Crossref*, doi:10.1016/j.fct.2014.02.018.

Γιαννόπουλος, Ανδρέας. *Μελέτη της βλαστικότητας της γύρης ορισμένων ποικιλιών αμπέλου (Vitis vinifera L.)*. 2007. *dspace.aua.gr*, <http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/5651>.

*Διατριβή: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΓΥΡΗΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ: LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL - Κωδικός:*



8776. <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/8776#page/1/mode/2up>.

Ημερομηνία πρόσβασης 1 Μάιος 2019.

*Κουτής Κ. , Βακάλη Χ. (2018). Προοπτικές για την οργανική βελτίωση και σποροπαραγωγή στην Ελλάδα- Ετερογενές υλικό. 17<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Πάτρα 17-19 Οκτωβρίου.*

*Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Τεύχος Β΄, Αρ. Φύλλου 756, 24 Απριλίου 2009.*