



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ  
& ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ  
ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ  
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ  
ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΟΥ**



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΒΙΑΝΝΙΤΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009**

**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**  
**& ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ**  
**ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ**  
**ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**  
**ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΟΥ**

**ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ:**

- **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ**  
**ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**
- **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΡΕΠΤΩΝ ΑΝΘΕΩΝ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Δρ. Παπαδημητρίου Μιχαήλ**

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : Βιαννιτάκης Μιχαήλ**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η παρασκευή και αξιολόγηση παραγόμενου κόμποστ από φυτικά υπολείμματα καλλιέργειας χρυσανθέμου. Η αξιολόγηση του συγκεκριμένου κόμποστ έγινε σε ίδια καλλιέργεια. Οι εργασίες της πτυχιακής ξεκίνησαν κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2008 και ολοκληρώθηκαν περίπου ένα χρόνο μετά. Ο χώρος που πραγματοποιήθηκαν τα πειραματικά μέρη της ήταν το αγρόκτημα του ΑΤΕΙ Κρήτης στο εργαστήριο υποστρωμάτων και ανθοκομίας.

Η εργασία αποτελείται από τρία μέρη: αρχικά αναφέρονται οι γενικές πληροφορίες για την αξία και τη χρήση διαφόρων υποστρωμάτων ως εδαφοβελτιωτικά.

Στη συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση του πειραματικού μέρους παραγωγής κόμποστ από υπολείμματα χρυσανθέμου σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια και επαναχρησιμοποίηση του κόμποστ στην ίδια καλλιέργεια.

Τέλος παρατίθενται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα.

Αισθάνομαι υποχρεωμένος να ευχαριστήσω όλους εκείνους που βοήθησαν στην διεξαγωγή των πειραμάτων και την συγκέντρωση βιβλιογραφίας. Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Θρασύβουλο Μανιό και Δρ. Παπαδημητρίου Μιχάλη για την ουσιαστική βοήθεια, τη συνεχή καθοδήγηση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προέκυψαν. Επίσης ευχαριστώ θερμά τους συμφοιτητές μου Αντωνάκη Νίκο, Βλασιάδου Φιλίτσα, Κουζουλάκη Μανώλη, Λάο Πάρη, Λιναράκη Γιάννη, Μαγγίπα Αγορίτσα, Μοσχοβάκη Αντρέα, Νισωτάκη Μανώλη, Σαββίδη Παναγιώτη, Σαίμπρου Μαρία, Σηνιολάκη Χριστόφορο και Φούσκη Μανώλη καθώς και τον επιστημονικό συνεργάτη του εργαστηρίου διαχείρισης υγρών αποβλήτων κύριο Φουντουλάκη Μιχάλη, για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφεραν κατά τη διάρκεια των εργασιών που διεξήχθησαν στο πειραματικό μέρος.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
A.1. Μορφές θερμοκηπιακών καλλιεργειών ως προς το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών.....	6
A.2. Η οργανική λίπανση σήμερα.....	6
A.3. Γενικά στοιχεία γύρω από τις βιοχημικές μεταβολές των οργανικών υλικών στο έδαφος.....	8
A.4. Εδαφικό υπόστρωμα θερμοκηπίων - Επίδρασεις με την προσθήκη οργανικών υλικών.....	13
A.4.1. Επίδραση στα φυσικά χαρακτηριστικά.....	14
A.4.2. Επίδραση στα χημικά χαρακτηριστικά.....	14
A.5. Οργανικές πρώτες ύλες και στοιχεία επεξεργασίας τους για την παρασκευή οργανοχουμικών υλικών.....	16
A.5.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη βιολογική αποδόμηση των οργανικών υλικών.....	18
A.5.2. Χημική σύσταση οργανικών υλικών, περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία και φυσικές ιδιότητες τους.....	20
A.5.3. Μέθοδοι ζυμώσεως οργανικών υλικών.....	22
A.6. Στοιχεία πρακτικής εφαρμογής οργανικών χουμοποιημένων υλικών στα θερμοκήπια.....	24
A.7. Παράγοντες αξιολόγησης υποστρωμάτων.....	27
B. ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΟ ( <i>Chrysanthemum morifolium</i> ).....	30
B.1. Γενικά.....	30
B.2. Κατάταξη των ποικιλιών.....	31
B.2.1. Κατάταξη ανάλογα με τη μορφή του άνθους.....	31
B.2.2. Κατάταξη ανάλογα με την εμπορική χρήση.....	32
B.2.3. Κατάταξη ανάλογα με την αντίδραση στο φωτοπεριοδισμό.....	36
B.3. Καλλιεργητικές απαιτήσεις.....	36
B.3.1. Περιβάλλον.....	36
B.3.2. Έδαφος - Φύτευση - Υποστύλωση.....	40
B.3.3. Κορυφολόγημα.....	40

B.3.4. Έλεγχος ύψους.....	41
B.4. Πολλαπλασιασμός.....	41
B.5. Προβλήματα φυτοϋγείας.....	42
B.5.1. Εχθροί.....	42
B.5.2. Ασθένειες.....	42
B.5.3. Τροφοπενίες.....	42
B.5.4. Φυσιολογικές ανωμαλίες.....	42
Γ. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	44
Γ.1. Πειραματικό Μέρος Α'.....	44
Γ.1.1. Παράμετροι εργαστηριακής αξιολόγησης τελικών κόμποστ.....	50
Γ.2. Πειραματικό Μέρος Β'.....	50
Γ.2.1. Καλλιεργητικοί χειρισμοί.....	53
Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	55
Ε. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	57
ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	58

## **A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **A.1. Μορφές θερμοκηπιακών καλλιέργειών ως προς το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών**

Η χρησιμοποίηση των οργανικών υλικών γενικά, σαν βελτιωτικών εδάφους και σαν πηγή θρεπτικών στοιχείων στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, είναι φυσικό ότι αφορά την κλασική μορφή καλλιέργειας η οποία πραγματοποιείται στο έδαφος. Η διευκρίνιση αυτή κρίνεται απαραίτητη αφού όπως είναι γνωστό εκτός απ' αυτή τη μορφή καλλιέργειας στα θερμοκήπια υπάρχει και η υδροπονική καλλιέργεια είτε σε αεριζόμενο υδατικό διάλυμα των θρεπτικών στοιχείων είτε σε αδρανή υποστρώματα (άμμος, περλίτης κ.λπ.) τα οποία αρδεύονται περιοδικά με υδατικά και πάλι διαλύματα θρεπτικών στοιχείων. Αναφέρεται ακόμη η θερμοκηπιακή καλλιέργεια κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών σε υποστρώματα εξολοκλήρου οργανικά τα οποία είναι συσκευασμένα μέσα σε πλαστικούς σάκους (Growth Bags) και τέλος η αεροπονική με περιοδικούς ψεκασμούς του ριζικού συστήματος των φυτών με κατάλληλα θρεπτικά διαλύματα.

### **A.2. Η οργανική λίπανση σήμερα**

Μετά την παραπάνω διευκρίνηση, ότι δηλαδή αναφερόμαστε στην εδαφική καλλιέργεια των κηπευτικών - ανθοκομικών στα θερμοκήπια είναι φυσικό το έδαφος, όχι μόνο να μας απασχολεί σαν ένας από τους σοβαρότερους συντελεστές της παραγωγής αλλά προπαντός επιβάλλεται να αντιμετωπίζεται σαν ένα σύμπλοκο παραγόντων που το συνθέτουν τα ανόργανα και οργανικά συστατικά του κι όχι να θεωρείται απλώς σαν μια αποθήκη θρεπτικών στοιχείων και νερού. Από αυτή της σκοπιά επομένως εξετάζοντας το έδαφος θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας, μαζί με τα άλλα στοιχεία του, και την οργανική ουσία και το ρόλο που αυτή διαδραματίζει μέσα σ' αυτό το σύμπλοκο των παραγόντων. Και είναι γεγονός πως η οργανική ουσία ενώ αποτελεί ένα ελάχιστο μέρος του εδάφους (στη χώρα μας κυμαίνεται από 1-2%), ο ρόλος της είναι εξαιρετικά σημαντικός. Είναι φυσικό επομένως η παρέμβαση αυτή να μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία ιδιαίτερα σημαντική για την ελληνική γεωργία μέσα στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης. Στην

περίπτωση μάλιστα των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, ο ελλιπής εφοδιασμός των εδαφών τους με οργανική ουσία αποτελεί έναν από τους περιοριστικούς παράγοντες μεγιστοποίησης της παραγωγής τους, με αποτέλεσμα την ανάλογη συμβολή του στη διαμόρφωση του αυξημένου κόστους παραγωγής.

Ας δούμε όμως τι κάνει σήμερα ο καλλιεργητής των θερμοκηπίων πάνω σ' αυτό το θέμα της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Κάθε χρόνο χιλιάδες τόνοι κηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων από τα θερμοκήπια παίρνουν το δρόμο για τα μικρά και τα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας όπου και καταναλώνονται. Για να παραχθούν αυτές οι ποσότητες των προϊόντων όπως είναι γνωστό εκτός από την ηλιακή ενέργεια το CO<sub>2</sub> και τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που εγκλωβίστηκαν σ' αυτά ταυτόχρονα μια μικρή ή μεγάλη ποσότητα οργανικής ουσίας του εδάφους αποδομήθηκε κι έτσι το ήδη χαμηλό της επίπεδο έγινε ακόμη χαμηλότερο. Η απώλεια αυτή της οργανικής ουσίας σε σπάνιες περιπτώσεις αναπληρώνεται με κάποιο οργανικό υλικό (κοπριά κ.λπ.) που ο καλλιεργητής έχει στη διάθεση του σε καμία δε περίπτωση στη χώρα μας τα υπολείμματα της κατανάλωσης των κηπευτικών ή των δρεπών ανθέων στις πόλεις δεν παίρνουν το δρόμο της επιστροφής για να προστεθούν στο χώμα που τα γέννησε, όπως η φύση από μόνη της κάνει με την πτώση των φύλλων και καρπών στη ριζόσφαιρα του φυτού που τα παρήγαγε. Αντίθετα αυτά τα υπολείμματα μαζί με όλα τα σκουπίδια των πόλεων οδηγούνται σε κάποια χωματερή για να αποτελέσουν εστία ρύπανσης και μόλυνσης το περιβάλλοντος, θυσιάζοντας τα πάντα στο βωμό της οικονομικότητας.

Από την άλλη πλευρά ο καλλιεργητής βλέποντας χρόνο με το χρόνο την παραγωγή του να πέφτει, καταφεύγει στη συνεχή αύξηση των ανόργανων χημικών λιπασμάτων κι έτσι το «ασθενές» ήδη χώμα του θερμοκηπίου του γίνεται μέρα με τη μέρα και πιο «άψυχο» και στο τέλος κυριολεκτικά πεθαίνει κάτω από τους όγκους των δηλητηρίων που έχουν προστεθεί σ' αυτό (λιπάσματα, φάρμακα, άλατα κ.λπ.). Ενώ λοιπόν τα ανόργανα χημικά λιπάσματα αποτέλεσαν επανάσταση στη γεωργική πράξη και περιόρισαν την πείνα στη γη, η υπερβολική χρήση τους στο έδαφος και η μη ταυτόχρονη προσθήκη οργανικών μεταπλαστικών υλικών έχει σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση των εδαφών με σημαντικές επιπτώσεις στην παραγωγή και τελικά την απώλεια της καλλιεργήσιμης γης. Ακόμη η υπερβολική χρήση των ανόργανων χημικών λιπασμάτων και μάλιστα σε εδάφη χωρίς οργανική ουσία, προκαλεί αύξηση των αποπλυνομένων ποσοτήτων (νιτρικά) προς

τα υπόγεια και επιφανειακά νερά με σοβαρούς κινδύνους για τους ζωικούς οργανισμούς και φυσικά τον άνθρωπο. Η φύση μπορούμε να πούμε ότι κατά κάποιο τρόπο εκδικείται για το βιασμό που της γίνεται και σ' αυτό τον τομέα, ενώ θα μπορούσε αυτή η παρέμβαση του ανθρώπου να ήταν πολύ πιο απλή και ακίνδυνη αν παράλληλα προς τα ανόργανα χημικά λιπάσματα έκανε και μια μικρή αποτίμηση της φύσης στον τομέα της ανακύκλωσης της ύλης μέσα από το χώμα. Κι ενώ άρχισε και στη χώρα μας να εφαρμόζεται η ανακύκλωση για διάφορες πρώτες ύλες, βιομηχανικής χρήσης (μέταλλα, χαρτί, πλαστικά, κ.λπ.), στην περίπτωση της ανακύκλωσης των οργανικών υλικών και υπολειμμάτων και στην επαναφορά τους στο έδαφος, δεν έχει σημειωθεί καμιά πρόοδος. Κι όχι μόνον αυτό αλλά και ο πατροπαράδοτος σκουπιδόλακκος στο ελληνικό χωριό έχει σχεδόν εγκαταλειφθεί μια και οι καλλιεργητές με λίγες χούφτες λίπασμα μπορούν να έχουν ανόργανα θρεπτικά στοιχεία της κοπριάς αγνοώντας ή αδιαφορώντας για τις συνέπειες της μη χρησιμοποίησης οργανικών υλικών.

Μ' αυτή την ευρύτητα και πολυπλοκότητα θεωρείται ότι είναι απαραίτητο να κριθεί το θέμα της χρήσης των οργανικών υλικών σαν βελτιωτικών εδάφους και πηγή θρεπτικών στοιχείων, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη μας ότι οι πρώτες ύλες παρασκευής ορισμένων ανόργανων χημικών λιπασμάτων (φωσφορικά) είναι πεπερασμένες και η παρασκευή άλλων (αζωτούχα) είναι εξαιρετικά ενεργοφόρος.

Τελειώνοντας αυτή την εισαγωγή, θεωρείται σκόπιμο να αναφερθεί ότι όλα τα χημικά λιπάσματα που οι πρώτες ύλες τους εισάγονται από το εξωτερικό δημιουργούν μια επικίνδυνη εξάρτηση της χώρας μας από την παραγωγό χώρα.

### **A.3. Γενικά στοιχεία γύρω από τις βιοχημικές μεταβολές των οργανικών υλικών στο έδαφος**

Το έδαφος μαζί με το ελεύθερο νερό και τον ατμοσφαιρικό αέρα αποτελούν τους μεγάλους αποδέκτες όλων των προϊόντων των βιοχημικών διεργασιών σημειώνονται πάνω στον πλανήτη μας.

Το έδαφος ιδιαίτερα, δηλαδή το επιφανειακό στρώμα του φλοιού της γης αποτελεί το μεγάλο χωνευτήρι της οργανική ύλης η οποία βιοσυνθέεται στην επιφάνεια της γης από το φυτικό κόσμο και καταλήγει στο έδαφος είτε άμεσα μετά το θάνατό του, είτε έμμεσα



επεξεργασμένη από το ζωικό κόσμο σαν απορρίμματα ή νεκρά σώματα. Μετά από πολύπλοκες βιοχημικές διεργασίες μέσα στο έδαφος, η οργανική ύλη αποδομείται διαδοχικά σε απλούστερες ενώ και τα δομικά της στοιχεία το υπόλειμμα που απομένει αποτελεί την οργανική ουσία του εδάφους, το χούμο. Έτσι μπορεί να λεχθεί ότι το έδαφος στο σύνολό του με τα ανόργανα και οργανικά συστατικά του, τα ζωντανά και νεκρά μέρη του, αποτελεί ένα δυναμικό σύστημα που βρίσκεται σε συνεχή δράση τείνει σε σταθερότερες μορφές.

Σε πολύ γενικές γραμμές θα αναφερθεί το πως δρα αυτό το πολύπλοκο δυναμικό σύστημα, ως προς την αποδόμηση της οργανικής ύλης και ποιες είναι οι συνέπειες αυτής της δράσεως, κάθε καινούριο οργανικό υλικό που θα προστεθεί στο χώμα, προκαλεί και μια νέα ένταση στην ισορροπία του συστήματος η οποία έχει σημειωθεί μέχρι τη στιγμή της προσθήκης. Η πληθώρα των μικροοργανισμών του εδάφους, σε αριθμό και είδη, επιτίπουν πάνω στην οργανική ύλη και με τη βοήθεια των ενζυμικών συστημάτων αρχίζουν να την αποδομούν σε όλο και περισσότερο απλές ενώσεις προσποριζόμενες για τον εαυτό τους την ενέργεια που τους χρειάζεται και το βασικό δομικό στοιχείο του άνθρακα.

Η μικροβιακή αυτή αποδόμηση της οργανικής ύλης στο καλλιεργούμενο έδαφος έχει ιδιαίτερη σημασία τόσο αυτή καθαυτή η βιομηχανική διεργασία όσο και το αποτέλεσμα της. Οι μικροοργανισμοί του εδάφους χρησιμοποιούνται για τις δικές τους ανάγκες περίπου το 1/3 του οργανικού άνθρακα που συνολικά μεταβολίζουν, ενώ τα υπόλοιπα 2/3 τα ελευθερώνουν με τη μορφή του CO<sub>2</sub> (αερόβια ζύμωση). Είναι ακόμη γνωστό πως κατά μέσον όρο οι μικροοργανισμοί του εδάφους (βακτήρια, μύκητες, ακτινομύκητες) χρησιμοποιούν τον άνθρακα και το άζωτο για τη δόμηση των κυτταρικών τους συστατικών στην αναλογία του 10:1. από τα στοιχεία αυτά εύκολα γίνεται αντιληπτό πως ένα οργανικό υλικό περιέχει τα δυο στοιχεία (C και N) στην αναλογία του 30:1 τότε η μικροβιακή αποδόμηση του είναι συνεχής αφού για κάθε 30 μέρη μεταβολιζόμενου άνθρακα ή 10 μέρη αφομοιώσιμου υπάρχει και 1 μέρος αζώτου δηλαδή χρειάζεται το μικροβιακό κύτταρο.

Στην περίπτωση όμως που η αναλογία C/N είναι μεγαλύτερη από το 30:1 τότε οι μικροοργανισμοί είτε προσπορίζονται το απαιτούμενο άζωτο από το έδαφος και επομένως το στερούν από την καλλιέργεια που ενδεχομένως το στερείται (τροφοπενία αζώτου), είτε η αποδόμηση του οργανικού υλικού είναι διακεκομμένη μια και επαναλαμβάνεται η

δράση των μικροοργανισμών κάθε φορά που θα ελευθερωθεί άζωτο από τους μικροοργανισμούς που συμπλήρωσαν το βιολογικό τους κύκλο. Έτσι με τον ένα ή τον άλλο τρόπο (συνεχή ή διακεκομμένη μικροβιακή αποδόμηση) συνεχίζεται η αποδόμηση του οργανικού υλικού μες συνεχή απώλεια CO<sub>2</sub> μέχρι που η αναλογία C/N να φτάσει περίπου στο 17:1, από το σημείο αυτό και πέρα, ενώ συνεχίζεται η αποδόμηση της οργανικής ύλης, έστω και με βραδύ ρυθμό, η αναλογία C/N δεν μεταβάλλεται γιατί παράλληλα με την ελευθέρωση άνθρακος υπό τη μορφή του CO<sub>2</sub>, ελευθερώνεται ταυτόχρονα και άζωτο υπό τη μορφή αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) η οποία είτε χρησιμοποιείται αμέσως από τα φυτά ως έχει ή μετά από τη γνωστή νιτροποίηση, είτε ακόμη και χάνεται με την απόπλυση σαν νιτρικό άζωτο (NO<sub>3</sub>).

Από την παραπάνω ανάλυση γίνεται ακόμα αντιληπτό ότι όταν στο οργανικό υλικό που προστέθηκε στο έδαφος υπάρχει μια αναλογία C/N κάτω από το 30:1, τότε η μικροβιακή αποδόμηση του είναι συνεχής και γρήγορη και ταυτόχρονα σε συντομότερο χρόνο φτάνει η αναλογία C/N στο 17:1 απ' όπου αρχίζει η ελευθέρωση ανόργανου αζώτου. Αυτονόητο επίσης είναι ότι όταν την προσθήκη του οργανικού υλικού συνοδεύει και άφθονο άζωτο οι απώλειες του τελευταίου είναι σημαντικές.

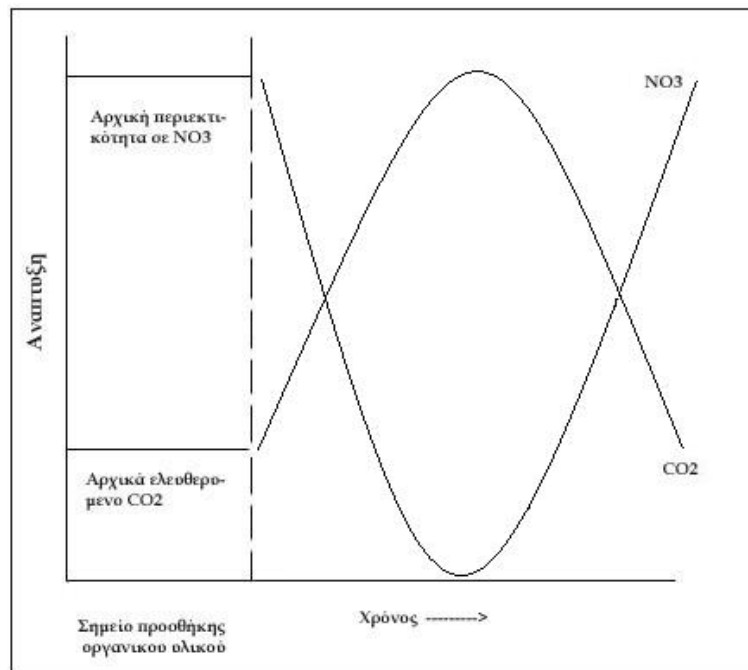
Διαγραμματικά παρουσιάζεται στην εικόνα 1 η πορεία συμμεταβολής του ελευθερούμενου CO<sub>2</sub> με την παρουσία του νιτρικού αζώτου (NO<sub>3</sub>) στο έδαφος. Είναι χαρακτηριστική η αντίστροφη πορεία τους.

Αν όμως η παραπάνω βιοχημική διεργασία έχει κάποια σημασία για την ισόρροπη θρέψη των φυτών στη διάρκεια της βιολογικής αποδόμησης του οργανικού υλικού στο χώμα και την αποφυγή απωλειών αζώτου, όλως ιδιαίτερη σημασία έχει το τελικό υπόλειμμα της οργανικής ύλης το οποίο και σήμερα ακόμη αποτελεί ένα κάποιο αίνιγμα ως προς τη χημική του σύσταση και τις φυσικοχημικές του ιδιότητες.

Γενικά δεχόμαστε ότι η οργανική ουσία που τελικά απομένει, αποτελείται από ένα λυγνινοπρωτεϊνικό σύμπλοκο και τα κύτταρα των μικροοργανισμών που αναπτύχθηκαν και αποδόμησαν το οργανικό υλικό. Και τα δύο αυτά συστατικά της χουμοποιημένης πια οργανικής ουσίας έχουν μια σχετικά σταθερή αναλογία C/N και η παραπέρα αποδόμηση τους γίνεται με εξαιρετικά βραδύ ρυθμό.

Στις δύο αυτές κατηγορίες συστατικών του χούμου δηλαδή τις ανθεκτικές στην παραπέρα αποδόμηση οργανικές ενώσεις (κυρίως λιγνίνη) και τις ενώσεις που σχηματίστηκαν από τους μικροοργανισμούς κατά τη συγκρότηση των κυττάρων τους

ενσωματώνεται με ορισμένες άγνωστης φύσεως αντιδράσεις το άζωτο κι έτσι γίνεται συστατικό τους.



Εικόνα 1. Διάγραμμα συμμεταβολής NO<sub>3</sub> στο έδαφος και ελευθερούμενο CO<sub>2</sub> με την προσθήκη οργανικού υλικού.

Τελικά υπολογίζεται ότι το 98% του αζώτου του εδάφους βρίσκεται υπό οργανική μορφή κι ότι το 1-3% του οργανικού αζώτου ανοργανοποιείται σε κάθε καλλιεργητική περίοδο. Το τελευταίο αυτό στοιχείο φανερώνει μια από τις υπηρεσίες τις οποίες προσφέρει η οργανική ουσία στο έδαφος παρεμποδίζοντας την απώλεια του αζώτου με την ενσωμάτωση του στις πολύπλοκες οργανικές ενώσεις χούμου. Το ίδιο επίσης ισχύει και για άλλα θρεπτικά στοιχεία που συμμετέχουν στη σύστασή του, παρεμποδίζοντας έτσι την απώλειά του.

Από φυσικοχημικής πλευράς ο χούμος είναι ένα άμορφο υλικό μεγάλου μοριακού βάρους (5.000-50.000) με πολύ μεγάλη ειδική επιφάνεια και κατιονική εναλλακτική ικανότητα όπως επίσης και μεγάλη ικανότητα στην απορρόφηση υγρασίας (80-90%) από κεκορεσμένη ατμόσφαιρα σε σύγκριση με το 10-15% της αργίλου. Ακόμα φέρει αρνητικά ηλεκτρικά φορτία που είναι κυρίως εκτεθειμένες καρβοξυλικές και φαινολικές ομάδες, το υδρογόνο των οποίων μπορεί να αντικατασταθεί μερικώς από άλλα κατιόντα. Σημειώνεται όμως ότι σε όξινο περιβάλλον το υδρογόνο δεν αντικαθίσταται εύκολα από άλλα κατιόντα (μικρή C.E.C.) ενώ σε περισσότερο αλκαλική αντίδραση η αντικατάσταση είναι ευκολότερη (μεγάλη C.E.C.).

Από την παραπάνω σύντομη ανασκόπηση των βιοχημικών μεταβολών των οργανικών υλικών στο έδαφος μπορούν συμπερασματικά, από πρακτικής πλευράς να σημειωθούν τα εξής:

α) Η άμεση προσθήκη οργανικού υλικού (αζύμωτο) στο έδαφος είναι ενδεχόμενο να προκαλέσει τροφопενία αζώτου ή και άλλων στοιχείων.

β) Όσο υψηλότερη είναι η σχέση C/N στο οργανικό υλικό που προσθέτουμε στο έδαφος, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος που δεσμεύεται το άζωτο του εδάφους και επομένως η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια στην οποία είναι δυνατόν να εμφανιστεί η τροφопενία του αζώτου.

γ) Όσο χαμηλότερη είναι η σχέση C/N στο οργανικό υλικό που προσθέτουμε στο έδαφος, τόσο συντομότερος είναι ο χρόνος που αρχίζει να ελευθερώνεται ανόργανο άζωτο για τις ανάγκες των φυτών.

δ) Η προσθήκη αζύμωτων οργανικών υλικών στο έδαφος πρέπει να συνοδεύεται με την προσθήκη αζώτου διορθώνοντας την αναλογία C/N στο 30/1 περίπου.

ε) Η υπερβολική προσθήκη αζώτου μαζί με το οργανικό υλικό η οποία χαμηλώνει την αναλογία C/N κάτω από το 25-30:1 έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια αζώτου.

ζ) το τελικό υπόλειμμα της χουμοποίησης των οργανικών υλικών ο χούμος είναι κυρίως λιγνινοπρωτεϊνικές ενώσεις που σημαίνει ότι η αυξημένη περιεκτικότητα των οργανικών υλικών σε λιγνίνη έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του τελικού χουμοποιημένου προϊόντος, με την προϋπόθεση βέβαια ότι υπάρχει η απαραίτητη ποσότητα αζώτου.

η) Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του χούμου βελτιώνουν τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους κι έτσι δημιουργούν καλύτερες προϋποθέσεις για την εξασφάλιση στα φυτά του νερού και των θρεπτικών στοιχείων.

Τελειώνοντας τις βιοχημικές μεταβολές των οργανικών υλικών στο έδαφος θα πρέπει και πάλι να σημειωθεί ότι, πέρα από τη γεωργική σκοπιμότητα, η διαδικασία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τη επιστροφή των διάφορων στοιχείων της οργανικής ύλης στους φυσικούς αποδέκτες τους, χωρίς προβλήματα στη ισορροπία του οικοσυστήματος.

Εδώ σημειώνεται ακόμη ότι όλη αυτή η διεργασία της χουμοποίησης των οργανικών υλικών μέσα στο έδαφος, όπως θα αναφερθεί πιο κάτω, μπορεί να γίνει και έξω από το έδαφος και μάλιστα κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες το δε προϊόν της

χουμοποίησης προστίθεται στη συνέχεια στο έδαφος. Η τεχνική αυτή εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα και κανένα σχεδόν κίνδυνο για καλλιεργούμενα φυτά.

#### **A.4. Εδαφικό υπόστρωμα θερμοκηπίων - Επιδράσεις με την προσθήκη οργανικών υλικών**

Αναφέρθηκε ότι το επιφανειακό στρώμα εδάφους και μάλιστα ανεξάρτητα από την ανθρώπινη δραστηριότητα πάνω σ' αυτό (καλλιέργεια, μη καλλιέργεια) αποτελεί στο σύνολό του ένα δυναμικό σύστημα που βρίσκεται σε συνεχή δράση και τείνει πάντα σε σταθερότερες μορφές ισορροπίας.

Στην περίπτωση των θερμοκηπίων ανθρώπινη δραστηριότητα πάνω σ' αυτό είναι εξαιρετικά έντονη και περιλαμβάνει όπως είναι γνωστό μια μεγάλη σειρά επεμβάσεων όπως είναι η καλλιέργεια, η άρδευση, η προσθήκη λιπασμάτων, η προσθήκη φαρμάκων κ.α. Ακόμη με την κάλυψη του θερμοκηπίου έχουμε μια σημαντική αλλαγή στην θερμοκρασία και υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα που έρχεται σε επαφή με το έδαφος και διεισδύει μέσα στο πορώδες του.

Είναι επομένως πολύ φυσικό κάτω από αυτές τις επεμβάσεις να σημειώνεται σημαντική ένταση στην ισορροπία του συστήματος με έντονες βιοχημικές διεργασίες πολλές από τις οποίες κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις αποβαίνουν ωφέλιμες για τα καλλιεργούμενα είδη και δικαιολογούν τις υψηλές δαπάνες κατασκευής των θερμοκηπίων παράλληλα και με την πολύπλευρη προστασία την οποία το θερμοκήπιο προσφέρει στο φυτό.

Από όσα είναι γνωστά για τις φυσικοχημικές ιδιότητες της οργανικής ουσίας του εδάφους (τελικό προϊόν της χουμοποίησης) και την επίδραση την οποία αυτή έχει πάνω στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους θα πρέπει να θεωρηθεί ότι είναι μία από τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την επιτυχία των θερμοκηπιακών καλλιεργειών στο έδαφος. Γενικά γίνεται δεκτό ότι η οργανική ουσία του εδάφους διορθώνει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του και αμβλύνει τα ανθρώπινα σφάλματα των καλλιεργητικών επεμβάσεων προς όφελος των φυτών. Η γενική αυτή θέση μπορεί να επιβεβαιωθεί με μια σημαντική αναφορά στις συγκεκριμένες επιδράσεις της οργανικής ουσίας μέσα στο έδαφος.

#### **A.4.1. Επίδραση στα φυσικά χαρακτηριστικά**

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους συσχετίζονται με την μηχανική του σύσταση και μπορούμε να πούμε ότι είναι το πορώδες ή δομή και οι υδατικές ιδιότητες του.

Πορώδες εδάφους ονομάζουμε το ποσοστό επί τις εκατό του όγκου του, το οποίο στην φυσική του κατάσταση καταλαμβάνεται από τους πόρους που σχηματίζονται μεταξύ των στερεών συστατικών του. Μεγάλη επίσης σημασία για την ανάπτυξη των φυτών έχει τόσο το συνολικό πορώδες όσο και η κατανομή του μεγέθους των πόρων. Οι μικροπόροι επιτρέπουν την κίνηση του νερού και του αέρα.

Δομή ενός εδάφους είναι η κατανομή των συσσωμάτων του από πλευράς μεγέθους.

Η οργανική ουσία έχει επίσης την ιδιότητα να ενεργεί σαν κολλητικός παράγοντας μεταξύ των εδαφικών κόκκων με την παρουσία της στο έδαφος επιπλέον συμβάλλει στην ανάπτυξη της μικροχλωρίδας και έμμεσα στην συσσωμάτωση και δημιουργία επιθυμητής δομής του εδάφους.

Ο όρος υδατικές ιδιότητες του εδάφους περιλαμβάνει όλες τις σχέσεις του νερού με το συγκεκριμένο έδαφος και την συμπεριφορά του νερού μέσα σε αυτό. Η οργανική ουσία βελτιώνοντας τη δομή και το πορώδες του εδάφους, φυσικό είναι να βελτιώνει και την χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας. Αυτό οφείλεται στο ότι αυξάνει η ποσότητα του νερού που το έδαφος μπορεί να συγκρατήσει στο κορεσμό, στην υδατοχωρητικότητα του και ταυτόχρονα με τη βελτίωση της κατανομής του μεγέθους των πόρων του. Έτσι το φυτό έχει στην διάθεσή του περισσότερο νερό που δεν συγκροτείται με εξαιρετικά μεγάλες δυνάμεις.

Τελειώνοντας την επίδραση της οργανικής ουσίας πάνω στα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους θα πρέπει ακόμη να αναφερθεί και η θετική επίδραση που έχει πάνω στην θερμοκρασία του. Η επίδραση αυτή είναι έμμεση με την βελτίωση της δομής του εδάφους και την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα μέσα σε αυτό, αλλά και άμεση εξαιτίας του σκούρου μελανού χρώματος που προσδίδει στο έδαφος.

#### **A.4.2. Επίδραση στα χημικά χαρακτηριστικά**

Η οργανική ουσία του εδάφους επηρεάζει ποικιλότροπα τα χημικά χαρακτηριστικά του και δημιουργεί καλύτερο περιβάλλον για την ανάπτυξη των φυτών .

Οι χημικές ιδιότητες που υφίστανται την ευνοϊκή επίδραση της οργανικής ουσίας είναι κυρίως το pH , η κατιονική εναλλακτική ικανότητα , η συγκέντρωση και η αφομοιωσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και οι μεταβολές του αζώτου στο έδαφος( νιτροποίηση- απονιτροποίηση).

Η επίδραση της οργανικής ουσίας πάνω στο pH του εδάφους οφείλεται στην αύξηση της οξύτητας( πτώση του pH) εξαιτίας των διαφόρων οργανικών και ανόργανων οξέων που παράγονται κατά τη διάρκεια της βιολογικής αποδόμησης των οργανικών υλικών αλλά και της νιτροποίησης του αμμωνιακού αζώτου που απελευθερώνεται σταδιακά μετά την αποδόμηση. Η επίδραση αυτή της οργανικής ουσίας έχει ιδιαίτερη σημασία για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες για τις οποίες συνήθως το άριστο pH κυμαίνεται μεταξύ 6και 7. Δεδομένου ότι τα εδάφη της Κρήτης είναι στο μεγαλύτερο τους ποσοστό αλκαλικά η προσθήκη οργανικών υλικών στα εδάφη των θερμοκηπίων έχει ιδιαίτερη βαρύτητα ως προς αυτό το σημείο.

Η θετική επίδραση της οργανικής ουσίας πάνω στην κατιονική εναλλακτική ιδιότητα του εδάφους είναι αυτονόητη δεδομένου ότι ο χούμος έχει τη μεγαλύτερη εναλλακτική ικανότητα από όλα τα οργανικά και ανόργανα υλικά όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

*Πίνακας 1: Κατιονική εναλλακτική ικανότητα.*

α/α	Υλικά	Me / 100 gr
1	Χούμος	200
2	Βερμικουλίτης	150
3	Λειπή άργιλος	56 - 63
4	Χοντρή άργιλος	22 - 52
5	Ιλύς	3 - 5
6	Περλίτης	1 - 5
7	Τύρφη	100 - 120

Ως προς τη συγκέντρωση και αφομοίωση των θρεπτικών στοιχείων αναφέρεται ότι στην διάρκεια της βιολογικής αποδόμησης των οργανικών υλικών το άζωτο ενσωματώνεται στα λιγνιτοπρωτεϊνικά σύμπλοκα του τελικού χουμοποιημένου υλικού και έτσι αποφεύγεται η απώλεια του. Ακόμη στα οργανικά κολλοειδή σωματίδια με την

αυξημένη κατιονική εναλλακτική ιδιότητα δεσμεύονται διάφορα κατιόντα τα οποία και αποδομούνται από στο φυτό με ανταλλαγή υδρογόνου.

Σ' αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι τα οργανικά υλικά που προσθέτονται στο έδαφος αυξάνουν την γονιμότητα του με την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που έχουν. Επίσης η οργανική ουσία του εδάφους με την βελτίωση των αερόβιων συνθηκών συμβάλλει στην νιτροποίηση του αζώτου και παρεμποδίζει την απονιτροποίηση του, η οποία σημειώνεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες.

#### **A.5. Οργανικές πρώτες ύλες και στοιχεία επεξεργασίας τους για την παρασκευή οργανοχουμικών υλικών**

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα διάφορα οργανικά υλικά αντί να προστεθούν στο έδαφος κι εκεί να χουμποποιηθούν, είναι δυνατόν να είναι δυνατόν να επεξεργασθούν έξω από το έδαφος και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες να αποδομηθούν. Η γενική διαδικασία που εφαρμόζεται για την ελεγχόμενη αυτή ζύμωση των οργανικών υλικών είναι γνωστή με το διεθνή όρο COMPOSTING.

##### Αντικείμενο κομποστοποίησης (COMPOSTING)

Δεδομένου ότι η σημερινή διάθεση των φυτικών υπολειμμάτων γίνεται κυρίως με την ταφή τους στη χωματερή ή με απόρριψη στο περιβάλλον. Ένα μικρό μόνο μέρος χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη και ως ζωοτροφή, η αξιοποίησή τους με την προηγούμενη διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί ως ιδιαίτερα σημαντική, αφού είναι δυνατόν να προσφέρει μια σημαντική ποσότητα οργανικών εδαφοβελτιωτικών και για τις θερμοκηπιακές και άλλες καλλιέργειες, αλλά και να συμβάλει στη γενικότερη προστασία του περιβάλλοντος.

Τα πλεονεκτήματα τη διαδικασίας αυτής βασικά μπορούμε να πούμε ότι είναι τα εξής:

α) Είναι δυνατή η επιτάχυνση της ζύμωσης τους κι έτσι η σημαντική μείωση του απαιτούμενου χρόνου για τη χουμποποίησή τους.

β) Η άμεση χρησιμοποίηση του εδάφους μετά την προσθήκη τους και η αποφυγή του απαιτούμενου χρόνου για τη χουμποποίηση τους.



γ) Ο έλεγχος του τελικού προϊόντος και η δυνατότητα διόρθωσης ορισμένων στοιχείων του, αν είναι απαραίτητο (pH, υδατοχωρητικότητα κ.λπ).

δ) Ο εμπλουτισμός του τελικού προϊόντος με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία.

ε) Με την εξασφάλιση υψηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της ζύμωσης το χουμοποιημένο προϊόν είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων και από μολύσματα ορισμένων φυτοπαθογόνων.

Οι οργανικές πρώτες ύλες που προσφέρονται γι' αυτή την επεξεργασία μπορεί να καταταχθούν ως εξής:

1. Οι κοπριές όλων των ζώων συμπεριλαμβανομένης της κουτσουλιάς και της κοπριάς χοίρων.
2. Τα διάφορα φυτικά υπολείμματα που μένουν στον αγρό αρκεί να έχουν χαμηλό κόστος συγκεντρώσεως. Εδώ μπορούν να συμπεριληφθούν τα άχυρα των σιτηρών, τα φύλλα των δέντρων, οι κληματίδες της αμπέλου, υπολείμματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών κ.α.
3. Τα υποπροϊόντα ή υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών και βιομηχανιών επεξεργασίας δασικών προϊόντων. Εδώ περιλαμβάνονται το πυρηγόξυλο, τα φύλλα ελιάς, τα λέπυρα ρυζιού, τα στέμφυλα, οι φλοιοί δασικών δένδρων, τα πριονίδια κ.λπ.
4. Διάφορα υπολείμματα αυτοφυούς βλάστησης, η τέρφη και τα φύκια της θάλασσας.
5. Σκουπίδια πόλεων.
6. Απόβλητα υπονόμων και βόθρων.

Ορισμένα από τα παραπάνω οργανικά υλικά και κυρίως τα γεωργικής προελεύσεως, είναι δυνατό να επεξεργαστούν από τον ίδιο τον καλλιεργητή και στις ποσότητες που χρειάζονται για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειές του. Τα υπόλοιπα όμως υλικά και κυρίως τα σκουπίδια πόλεων και τα απόβλητα υπονόμων και βόθρων είναι δύσκολο να επεξεργαστούν από τον καλλιεργητή και σ' αυτές τις περιπτώσεις σε άλλες χώρες η επεξεργασία τους αναλαμβάνεται από δημόσιους φορείς ή συνεταιριστικές οργανώσεις ή και ιδιωτικές επιχειρήσεις.

### A.5.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη βιολογική αποδόμηση των οργανικών υλικών.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη βιολογική αποδόμηση των οργανικών υλικών και συμβάλλουν στην παρασκευή υψηλής ποιότητας χουμοποιημένου προϊόντος είναι οι εξής:

α) Η σχέση C/N της οργανικής πρώτης ύλης: Η σχέση αυτή όπως ήδη αναφέρθηκε στις βιομηχανικές μεταβολές των οργανικών υλικών στο έδαφος θα πρέπει να είναι γύρω στο 25-30:1 για την εξασφάλιση γρήγορης και χωρίς απώλειες αζώτου βιολογική αποδόμηση του οργανικού υλικού. Στην περίπτωση που η σχέση αυτή είναι μεγαλύτερη διορθώνεται με την προσθήκη κάποιας πηγής αζώτου. Ενδεικτικά σημειώνεται ότι ο λόγος αυτός στο άχυρο της βρώμης είναι 48:1, στο άχυρο του σίτου 128:1, στο πυρηνόξυλο 52:1, στην κοπριά βοδιών 28:1 και στα πριονίδια 511:1 (COTAAS 1956, Μανιός 1979).

Απαραίτητη επομένως προϋπόθεση για τη ζύμωση κάποιου οργανικού υλικού είναι ο εργαστηριακός προσδιορισμός της περιεκτικότητας του σε άνθρακα και ολικό άζωτο.

β) Η πηγή αζώτου: Η πηγή αζώτου που θα χρησιμοποιηθεί για τη διόρθωση της σχέσης C/N στα οργανικά υλικά που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο πρέπει βασικά να μην παρεμποδίζει την άνοδο του pH στην ελαφρώς αλκαλική περιοχή όπου και κυρίως αναπτύσσεται ο βακτηριακός πληθυσμός χωρίς να παρεμποδίζεται και η ανάπτυξη των μυκήτων και αντιμυκήτων. Έτσι θα πρέπει να αποκλείονται οι θεικές μορφές του αζώτου.

Εκτός από τις ανόργανες πηγές του αζώτου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οργανικά υλικά πλούσια σε άζωτο, όπως π.χ. είναι η κουτσουλιά και τα απόβλητα των υπονόμων και βόθρων. Τα τελευταία χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε άλλες χώρες για τη ζύμωση των σκουπιδιών σε ορισμένες αναλογίες ανάλογα με την ποιότητα και την περιεκτικότητα των σκουπιδιών σε άζωτο.

γ) Η αντίδραση του υλικού (pH). Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι μικροοργανισμοί που αποδομούν τα οργανικά υλικά ανήκουν στα μεγάλα αθροίσματα των βακτηρίων, μυκήτων και ακτινομυκήτων. Για την ανάπτυξη και δράση αυτών των μικροοργανισμών, ιδιαίτερη σημασία έχει το pH του υποστρώματος. Το ελαφρό αλκαλικό pH καλύπτει τις ανάγκες των βακτηρίων και ακτινοκυκήτων και είναι αναδεκτό και από τους μύκητες.

Συνήθως με την έναρξη της ζύμωσης, σημειώνεται μια μικρή πτώση στο pH και στη συνέχεια ανέρχεται στην αλκαλική περιοχή εξαιτίας της ελευθέρωσης αμμωνίας. Είναι όμως δυνατή και η διόρθωση προς τα άνω του pH με την προσθήκη ασβέστη.

Με την ολοκλήρωση της ζύμωσης το pH συνήθως κατέρχεται στην όξινη περιοχή.

δ) Η υγρασία και ο αερισμός. Η βιολογική αποδόμηση των οργανικών υλικών για την παραγωγή χουμοποιημένου προϊόντος πρέπει να είναι αερόβιος. Έτσι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή ζύμωση είναι η εξασφάλιση αερόβιων συνθηκών. Παράλληλα όμως το υλικό θα πρέπει να έχει ένα υψηλό επίπεδο υγρασίας για την κάλυψη των αναγκών των μικροοργανισμών. Οι δύο αυτοί παράγοντες αντιστρατεύονται ο ένας τον άλλο και θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην εξασφάλιση και των δύο.

Συνήθως το επίπεδο υγρασίας που κυμαίνεται μεταξύ του 70-80% του νερού που το υλικό συγκρατεί στον κορεσμό είναι ικανοποιητικό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Ο αερισμός μπορεί να εξασφαλισθεί με συχνά γυρίσματα του υλικού που ζυμώνεται ή ακόμη και με τη διοχέτευση αέρος υπό πίεση μέσα στη μάζα του ζυμούμενου υλικού.

ε) Το μέγεθος των τεμαχιδίων. Η επίδραση του μεγέθους των τεμαχιδίων πάνω στη ζύμωση του υλικού που πρόκειται να ζυμωθεί είναι σχετική και εξαρτάται βασικά από τη χημική σύσταση του υλικού. Υλικά με αυξημένη περιεκτικότητα π.χ. σε κυτταρίνη και ιδιαίτερα σε λιγνίνη, θα πρέπει να έχουν μέγεθος μικρό και μάλιστα κάτω του μισού εκατοστού (μεγάλη διάσταση). Υλικά περισσότερο ευπρόσβλητα από τους μικροοργανισμούς, μπορούν να έχουν μέγεθος μεγαλύτερο μέχρι και λίγα εκατοστά. Ακόμη το μέγεθος των τεμαχίων δεν θα πρέπει να είναι πάρα πολύ μικρό γιατί περιορίζει τους ελεύθερους χώρους και δυσκολεύει τον αερισμό του υλικού.

ζ) Το μικροβιακό μόλυσμα. Εκτός από τη χρησιμοποίηση του εδάφους (κηπόχωμα) σαν γενικό μόλυσμα του υλικού που πρόκειται να ζυμωθεί, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση και εξειδικευμένων μικροβιακών μολυσμάτων όπως π.χ. είναι η περίπτωση κυτταρινολυτικών μικροοργανισμών για τη ζύμωση υλικών με αυξημένη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη.

### **A.5.2. Χημική σύσταση οργανικών υλικών, περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία και φυσικές ιδιότητες τους.**

Μια σωστή επεξεργασία ενός οργανικού υλικού για την παρασκευή χουμοποιημένου προϊόντος απαιτεί τη μελέτη της χημικής σύστασής του (οργανικές ενώσεις που το συνθέτουν) και των φυσικών ιδιοτήτων του (φαινόμενο και πραγματικό ειδικό βάρος, πορώδες και υδατοϊκανότητα). Παράλληλα σκόπιμο είναι εκτός από τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του σε άνθρακα και ολικό άζωτο να γίνει προσδιορισμός της περιεκτικότητας του και στα υπόλοιπα στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Ο τελευταίος αυτός προσδιορισμός εκτός του ότι μπορεί να μας οδηγήσει σε κάποια διόρθωση που θα εξυπηρετήσει τη ζύμωση, μας δίνει και μια γενική εικόνα για τη θρεπτική αξία του προϊόντος που θα προκύψει η οποία σκόπιμο είναι να ολοκληρώνεται με μια ακόμη ανάλυση με την ολοκλήρωση της ζύμωσης.

Ο προσδιορισμός των οργανικών χημικών ενώσεων (κυτταρίνη, ημικυτταρίες, λιγνίνη, λίπη, πρωτεΐνες, διαλυτά σάκχαρα κ.λπ.) που συνθέτουν το υλικό που πρόκειται να ζυμωθεί, έχει ιδιαίτερη σημασία για τους εξής λόγους:

α) Η αυξημένη περιεκτικότητα του σε κυτταρίνη και ιδιαίτερα σε λιγνίνη σημαίνει δυσκολία στη βιολογική αποδόμηση του και μεγάλης διάρκειας ζύμωση. Ταυτόχρονα όμως σημαίνει ότι το τελικό χουμοποιημένο προϊόν θα έχει μεγαλύτερη μακροβιότητα μέσα στο έδαφος σαν οργανική ουσία.

β) Το μέγεθος των τεμαχιδίων του υλικού μπορεί να καθοριστεί, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, από τη χημική του σύσταση. Όσο πιο δύσκολο στη βιολογική αποδόμηση είναι το υλικό τόσο τα τεμαχιδιά του θα πρέπει να είναι μικρότερου μεγέθους.

γ) Είναι δυνατή η επιλογή κατάλληλου μικροβιακού μολύσματος ανάλογα με τη κύρια οργανική ένωση που συνθέτει το υλικό αν και σ' αυτό υπάρχουν ορισμένες επιφυλάξεις, ως προς τη σκοπιμότητα της επιλογής.

δ) Είναι δυνατή η ανάμιξη ορισμένων οργανικών υλικών για τη διόρθωση ακραίων περιπτώσεων χημικής σύστασης και φυσικών χαρακτηριστικών και ταυτόχρονα την επιτάχυνση της ζύμωσης.

Με τον προσδιορισμό του πορώδους και της υδατοϊκανότητας του προετοιμασμένου υλικού (τεμαχισμένο) σε συνδυασμό και με τον προσδιορισμό της

υγρασίας του, είναι δυνατό να καθορισθεί η ποσότητα του νερού που θα προστεθεί πριν από τη ζύμωση.

Στον πίνακα 2 εμφανίζεται η χημική σύσταση ορισμένων οργανικών υλικών που προσφέρονται για την παρασκευή οργανοχουμικών προϊόντων.

Πίνακας 2. Χημική σύσταση διαφόρων οργανικών υλικών, % ξηρής ουσίας.

α/α	Οργανικά υλικά	Κυτταρίνη	Ημικυτταρίνες	Λιγνίνη	Αζωτούχες ενώσεις
1 <sup>α</sup>	Κοπριά αγελάδων με τα σόρα	25,2	18,6	20,2	14,9
2 <sup>α</sup>	Κοπριά αλόγων	27,2	23,5	14,2	6,8
3 <sup>α</sup>	Κοπριά προβάτων	18,7	18,5	20,7	25,5
4 <sup>β</sup>	Διάφορα είδη τύρφης	8,4-14,0	3,4-16,6	32,8-50,8	3,6-6,4
5 <sup>γ</sup>	Άχυρο σίτου	39,10	26,35	21,60	2,20
6 <sup>γ</sup>	Ωριμα στελέχη αραβοσίτου	28,67	21,91	9,46	2,44
7 <sup>γ</sup>	Πευκοβελόνες	16,43	18,98	22,68	2,19
8 <sup>γ</sup>	Πηρυνόξυλο	37,58	13,07	21,56	6,63

α: Cottas 1956, β: Bunt 1976, γ: Πολυζόπουλος 1971, δ: Μανιός 1979

Στον πίνακα 3 εμφανίζεται η περιεκτικότητα σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία διαφόρων οργανικών υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για χουμοποίηση.

Πίνακας 3. Περιεκτικότητα σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία διαφόρων οργανικών υλικών % ξηρής ουσίας.

α/α	Οργανικά υλικά	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1 <sup>α</sup>	Κοπριά βοδιών	1,67	1,1	0,56
2 <sup>α</sup>	Κοπριά αλόγων	2,29	1,25	1,38
3 <sup>α</sup>	Κοπριά προβάτων	3,75	1,87	1,25
4 <sup>α</sup>	Κοπριά χοίρων	3,75	3,13	2,50
5 <sup>α</sup>	Κοπριά ορνίθων	6,27	5,92	3,27
6 <sup>α</sup>	Οικιακά σκουπίδια - υπολείμματα	0,4-0,8	0,2-0,5	0,8-1,5
7 <sup>α</sup>	Απόβλητα βόθρων στερεά	5-7	3-5,4	1-2,5
8 <sup>α</sup>	Απόβλητα βόθρων υγρά	15-19	2,5-5	3-4,5
9 <sup>β</sup>	Πηρυνόξυλο	1,06	0,113	0,833

α: Cottas 1956, β: Μανιός 1979

### A.5.3. Μέθοδοι ζυμώσεως οργανικών υλικών

Εκτός από την προετοιμασία του υλικού, που σε γενικές γραμμές αναφέρθηκαν προηγουμένως (τεμαχισμός, διόρθωσης σχέσης C/N, διόρθωση pH, προσθήκη νερού κ.λπ.), είναι απαραίτητο, για τη γρήγορη ζύμωσή του, να εξασφαλιστεί και η ύψωση της θερμοκρασίας στο επίπεδο των 50-60° C. Για να επιτευχθεί αυτή η θερμοκρασία απαραίτητη προϋπόθεση είναι η μάζα του υλικού να είναι τόση που αθροιστικά οι μικροποσότητες της ενέργειας που ελευθερώνονται υπό μορφή θερμότητας να προκαλέσουν την ανύψωση της θερμοκρασίας. Ακόμη, στη μεγάλη και συγκεντρωμένη ποσότητα του υλικού, τα εξωτερικά στρώματα ενεργούν θερμομονωτικά για την παραγόμενη θερμότητα κι' έτσι συμβάλλουν στην ανύψωση της θερμοκρασίας.

Για τη ζύμωση των οργανικών υλικών υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι. Η επιλογή της μεθόδου καθορίζεται βασικά από τρεις παράγοντες:

α) Τη μορφή του φορέα επεξεργασίας του υλικού (επιχείρηση ή καλλιεργητής).

β) Τη μορφή της πρώτης ύλης (δύσκολο υλικό όπως τα σκουπίδια ή εύκολο όπως τα φυτικά υπολείμματα).

γ) Την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Οι μέθοδοι που σήμερα χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

1. Η μέθοδος του κιβωτίου. Τα υλικά τοποθετούνται μέσα σε κιβώτια (από 1 M<sup>3</sup> και πάνω) μεταλλικά ή ξύλινα τα οποία φέρνουν τρύπες πλευρικά και στον πάτο για τον αερισμό των υλικών, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιούνται κυρίως από μικροκαλλιεργητές για τη χουμποποίηση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών του.
2. Η μέθοδος του λάκκου. Τα υλικά τοποθετούνται σε λάκκους με κατάλληλη διαμόρφωση του πάτου τους για τον αερισμό των υλικών. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει το μειονέκτημα του κακού αερισμού και τη δυσκολία μηχανικού γυρίσματος των υλικών. Συνήθως εφαρμόζεται από τους καλλιεργητές.
3. Η μέθοδος του σωρού. Είναι η πιο παλιά και περισσότερο διαδεδομένη μέθοδος. Οι σωροί διακρίνονται σ' αυτούς που αερίζονται τεχνητά από κάτω με ρεύμα αέρος και σ' αυτούς που αερίζονται με γυρίσματα με τη βοήθεια μηχανικών μέσων. Το ύψος των σωρών συνήθως δεν ξεπερνά το 1,5 μ. και το πλάτος του τα 2-3 μ. Το μήκος τους μπορεί να είναι απεριόριστο. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για όλα

σχεδόν τα οργανικά υλικά και ανεξάρτητα από τη μορφή του φορέα επεξεργασίας τους.

4. Η μέθοδος της μηχανικής επεξεργασίας. Είναι η μέθοδος που απαιτεί ιδιαίτερες και δαπανηρές εγκαταστάσεις για την επεξεργασία και ζύμωση κυρίως των Δημοτικών σκουπιδιών σε ανάμιξη συνήθως με απόβλητα υπονόμων.

Η μέθοδος αυτή έχει πολλές παραλλαγές και συνήθως η ζύμωση των υλικών μετά την πρώτη φάση της, μέσα στους μηχανικούς ζυμωτήρες, ολοκληρώνεται σε σωρούς τεχνητά αεριζόμενους ή μηχανικά αναστρεφόμενους κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα.

### **Θερμοκρασία χώνευσης**

Η θερμοκρασία χώνευσης αποτελεί μια από τις πιο χαρακτηριστικές παραμέτρους παρακολούθησης της πορείας του composting. Οι μεταβολές της μπορούν να αποδώσουν, σε γενικές γραμμές, την πορεία της βιολογικής αποδόμησης του υλικού στο οποίο γίνεται η χώνευση, γιατί η άνοδος και η πτώση της, είναι ανάλογη με τη θερμότητα που ελευθερώνεται από την οξειδωτική δράση των μικροοργανισμών, πάνω στον οργανικό άνθρακα του υποστρώματος.

Με την έναρξη της βιολογικής αποδόμησης και την ελευθέρωση θερμότητας η θερμοκρασία του υπό χώνευση υλικού ανέρχεται, με την προϋπόθεση βέβαια ότι η απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον είναι μικρότερη από εκείνη που ελευθερώνεται. Με την άνοδο της θερμοκρασίας σημειώνεται διαδοχικά η εμφάνιση και επικράτηση των μεσόφιλων και θερμόφιλων μικροοργανισμών, οι οποίοι με τη δράση τους προκαλούν περαιτέρω άνοδο της θερμοκρασίας. Φαίνεται όμως πως από ένα ορισμένο σημείο και πέρα η άνοδος της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα εξώθερμων χημικών αντιδράσεων. Πολλές φορές μάλιστα η θερμοκρασία μπορεί να φθάσει σε επίπεδα, όπου αναστέλλεται η ενζυματική δραστηριότητα ή ακόμη προκαλείται και θερμικός θάνατος ορισμένων τουλάχιστο ωφέλιμων μικροοργανισμών.

Η καταγραφή της θερμοκρασίας χώνευσης στο κέντρο περίπου του σωρού, γινόταν με ηλεκτρονικό θερμόμετρο σε καθημερινή βάση. Η πορεία της θερμοκρασίας χώνευσης αποτελούσε ένα βασικό κριτήριο για τη σταδιακά επερχόμενη αναερωβίωση μέσα στη

μάζα του σφουρού και την αναγκαιότητα επέμβασης για αερισμό, με την αναστροφή και επαναοξυματισμό του σειραδίου.

#### **A.6. Στοιχεία πρακτικής εφαρμογής οργανικών χουμοποιημένων υλικών στα θερμοκήπια**

Από την προηγούμενη ανάλυση των βιοχημικών μεταβολών των αζύμων οργανικών υλικών στο έδαφος και τους κινδύνους που διατρέχουν οι καλλιέργειες που πραγματοποιούνται στη διάρκεια αυτών των διεργασιών μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η χρησιμοποίηση αζύμων οργανικών υλικών στα θερμοκήπια που καλλιεργούνται κάθε χρόνο θα πρέπει να αποκλείεται.

Η χρήση όλων ανεξάρτητα των χουμοποιημένων οργανικών υλικών και ανεξάρτητα της πρώτης ύλης είναι ακίνδυνη και επωφελής για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες με τις ακόλουθες όμως προϋποθέσεις:

1. Η αποδόμηση της οργανικής πρώτης ύλης να είναι προχωρημένου βαθμού. Ο βαθμός αποδομήσεως ενός οργανικού υλικού κρίνεται: α) από τη σχέση C/N η οποία θα πρέπει να πλησιάζει στο 17/1, β) από την έναρξη ελευθέρωσης αμμωνίας και αζώτου που γρήγορα μετατρέπεται σε νιτρικό και μ' αυτή τη μορφή ανιχνεύεται και γ) από το σημαντικά χαμηλό ποσοστό κυτταρίνης που περιέχεται σ' αυτό σε σχέση με την περιεκτικότητα της πρώτης ύλης.

2. Η περιεκτικότητα τους σε βαριά μέταλλα να μην υπερβαίνει για το καθένα απ' αυτά, τα επιτρεπτά όρια. Ο κίνδυνος αυτός μπορεί να παρουσιαστεί σε οργανοχουμικά υλικά που έχουν σαν πρώτη ύλη τα δημοτικά σκουπίδια και τα απόβλητα υπονόμων και βόθρων.

3. Ο εμπλουτισμός τους σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία θα πρέπει να είναι περιορισμένος. Η αυξημένη περιεκτικότητά τους σ' αυτά αποκλείει τη χρησιμοποίησή τους σε μεγάλες ποσότητες κατά στρέμμα γιατί υπάρχει ο κίνδυνος τοξικών συγκεντρώσεων οργανικών στοιχείων στο έδαφος αλλά και γιατί το κόστος τους είναι απαγορευτικό.



## Ποσότητες οργανοχουμικών υλικών ανά στρέμμα.

Η προσθήκη των οργανοχουμικών υλικών δεν αποσκοπεί στη μόνιμη αύξηση της οργανικής ουσίας (χούμος) του εδάφους γιατί όπως είναι γνωστό αυτό είναι εξαιρετικά δύσκολο και δαπανηρό. Στόχος της προσθήκης τους είναι η βελτίωση των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του εδάφους στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η επανειλημμένη προσθήκη οργανοχουμικών υλικών εξασφαλίζει το στόχο της χουμοποίησης τους και φυσικά συμβάλλει και στην αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα που να καθορίζουν τις ποσότητες των οργανοχουμικών υλικών που πρέπει να προσθέτουμε ανάλογα με το έδαφος και την καλλιέργεια που θα πραγματοποιήσουμε. Γενικά όμως μπορούμε να πούμε ότι κατά την προσθήκη των οργανοχουμικών υλικών θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

α) Τα βαριά αργιλώδη και τα ελαφρά αμμώδη εδάφη χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες.

β) Οι ανάγκες σε οργανική ουσία αυξάνουν όσο περισσότερο η καλλιέργεια είναι απαιτητική σε νερό και θρεπτικά στοιχεία.

γ) Η αυξημένη προσθήκη οργανοχουμικών υλικών αμβλύνει τις δυσμενείς επιδράσεις του νερού αρδεύσεως με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα.

δ) Η αυξημένη προσθήκη οργανοχουμικών υλικών διατηρεί τη θερμοκρασία του εδάφους σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια του χειμώνα οπότε και πραγματοποιούνται οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Από εμπειρία αναφέρεται συνήθως ότι για μια υπαίθρια κηπευτική καλλιέργεια η ποσότητα της χωνεμένης κοπριάς και επομένως και των άλλων οργανοχουμικών υλικών χωρίς εμπλουτισμό σε ανόργανα στοιχεία θα πρέπει να είναι γύρω στα 4-5 m<sup>3</sup> στο στρέμμα. Αν τώρα λάβουμε υπόψη μας τη μεγαλύτερη χρονική διάρκεια των θερμοκηπιακών καλλιεργειών και την υπερδιπλάσια παραγωγή κατά στρέμμα, σε σχέση με τις υπαίθριες καλλιέργειες, τότε θα πρέπει να μιλούμε για 10 M<sup>3</sup> τουλάχιστο οργανοχουμικών υλικών και τα στρέμμα θερμοκηπιακής καλλιέργειας.

Η ποσότητα αυτή των 10 m<sup>3</sup> στο στρέμμα, ουσιαστικά αντιπροσωπεύει ξηρή οργανική ουσία γύρω στους 4-6 τόνους. Αν τώρα υπολογίσουμε ότι το βάρος του εδάφους ενός στρέμματος σε βάθος 20 cm φτάνει περίπου τους 300 τόνους τότε η οργανική ουσία

που προσθέτουμε με τις πιο πάνω ποσότητες φτάνει το 1,3-2%, δηλαδή διπλασιάζουμε (προσωρινά) την οργανική ουσία του εδάφους.

### **Τρόπος προσθήκης οργανοχουμικών υλικών**

Ο κλασικός τρόπος προσθήκης των οργανικών υλικών είναι το σκόρπισμα τους πάνω σ'όλη την επιφάνεια του εδάφους και η ενσωμάτωση τους μέσα στο χώμα με φρεζάρισμα.

Στις περιπτώσεις που το έδαφος του θερμοκηπίου είναι χωρισμένο σε αλίες με διάφορα υλικά (τσιμέντο, τσιμεντόλιθους, φύλλα ελενίτ κ.λπ.) τότε φυσικά τα οργανοχουμικά υλικά προσθέτονται μέσα στο χώρο των αλιών και ενσωματώνονται και πάλι με σβάρνισμα (μικρά σκαπτικά). Το ίδιο όμως μπορεί να γίνει και στα θερμοκήπια χωρίς αλίες προσθέτοντας τα οργανοχουμικά υλικά σε γραμμές πλάτους 50-60 cm πάνω στις οποίες πρόκειται να εγκατασταθούν τα φυτά. Η ενσωμάτωση γίνεται και πάλι με σβάρνισμα. Οι ζώνες του εδάφους που παρεμβάλλονται μεταξύ των ζωνών που προστέθηκε το οργανοχουμικό υλικό έχουν πλάτος γύρω στα 50 cm.

Από τα πιο πάνω στοιχεία φαίνεται αμέσως ότι με την τοποθέτηση του υλικού σε ζώνες το ποσοστό της οργανικής ουσίας που προσθέτουμε διπλασιάζεται αφού στο 50% περίπου της έκτασης του θερμοκηπίου δεν προσθέτουμε οργανοχουμικό υλικό.

### **Χρόνος προσθήκης οργανοχουμικών υλικών.**

Η προσθήκη των οργανοχουμικών υλικών στο έδαφος των θερμοκηπιακών καλλιεργειών δεν θα πρέπει να γίνεται την τελευταία στιγμή πριν από τη φύτευση. Σκόπιμο είναι η προσθήκη να προηγείται 2-4 βδομάδες πριν από την φύτευση και αμέσως μετά την ενσωμάτωση της ακολουθεί μια ελαφρή άρδευση και στη συνέχεια, όταν το έδαφος έρθει στο ρώγο του, να γίνεται ένα φρεζάρισμα. Έτσι δημιουργούνται οι προϋποθέσεις και δίδεται το χρονικό περιθώριο να επέλθει κάποια ισορροπία στο εδαφικό σύστημα μετά την προσθήκη της οργανικής ουσίας και του μεγάλου μικροβιακού πληθυσμού που προστέθηκε, με όλες τις ευνοϊκές επιδράσεις πάνω στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Έτσι το φυτό βρίσκεται αμέσως σ'ένα ευνοϊκό εδαφικό περιβάλλον και εγκαθίσταται ευκολότερα.

## Μολυσματικότητα οργανοχουμικών υλικών.

Με τη ζύμωση των οργανικών υλικών όπου η θερμοκρασία φτάνει και διατηρείται για μερικές μέρες στους 70° C και για μερικές εβδομάδες πάνω από 40° C επέρχεται καταστροφή όλων των σπόρων των ζιζανίων, των αναπαραγωγικών μανάδων πολλών παθογόνων εκτός από μερικούς θερμοάντοχους ιούς όπως είναι ο ιός του μωσαϊκού του καπνού (TWV) και ενδεχομένως και άλλων. Κομπόστες που παράγονται από μολυσμένα π.χ. φυτά ντομάτας είναι πιθανό να φέρουν μολύσματα του ιού.

Γενικά αναφέρεται ότι περιορίζεται η προσβολή σε διάφορα καλλωπιστικά φυτά από τις ασθένειες του ριζικού συστήματος PRIZOCTONIA, ΡΥTHIUM και ΡΗΥΤΟΡΗΤHORA, όταν αυτά καλλιεργούνται σε ζυμωμένο φλοιό δασικών δένδρων (Hoitting, 1975).

Γενικά τα οργανοχουμικά υλικά είναι σκόπιμο να προσθέτονται στο έδαφος του θερμοκηπίου μετά την απολύμανση για να διατηρείται ο μικροβιακός πληθυσμός του και η ευνοϊκή επίδρασή του στο εδαφικό σύστημα. Απαραίτητα όμως θα πρέπει να βεβαιώνεται από τον παρασκευαστή ότι είναι απαλλαγμένο παθογόνων μολυσμάτων.

### A.7. Παράγοντες αξιολόγησης υποστρωμάτων

Διακρίνουμε τους εξής παράγοντες αξιολόγησης υποστρωμάτων:

- **Φ.Ε.Β.:** Με τον όρο **Φαινόμενο Ειδικό Βάρος** ενός υποστρώματος, εκφράζουμε το βάρος της ξηράς ουσίας του υποστρώματος ανά μονάδα όγκου (τεμαχιδίων και πόρων)(gr/cm<sup>3</sup>).
- **Π.Ε.Β.:** Με τον όρο **Πραγματικό Ειδικό Βάρος** ενός υποστρώματος εκφράζουμε το βάρος της ξηράς ουσίας ανά μονάδα όγκου χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη μας τον υπολογισμό του όγκου, το πορώδες του υποστρώματος (gr/cm<sup>3</sup>).

Όσο μικρότερο είναι το Φ.Ε.Β., τόσο το υπόστρωμα είναι περισσότερο πορώδες με καλύτερες φυσικές ιδιότητες για την ανάπτυξη των φυτών. Ο συνδυασμός μέτρησης Φ.Ε.Β. και Π.Ε.Γ. μας δίνει μια πληρέστερη εικόνα των φυσικών ιδιοτήτων του υποστρώματος,

όπως π.χ. ο ολικός όγκος των πόρων (Ο.Ο.Π.), ο οποίος επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών.

- **Υδατοϊκανότητα:** με τον όρο υδατοϊκανότητα ενός υποστρώματος εννοούμε τη διαφορά μεταξύ της ποσότητας νερού που μπορεί να συγκρατήσει μετά τον κορεσμό και τη στράγγιση και της ποσότητας του νερού που συγκρατεί στο σημείο μάρανσης (με την επίδραση της βαρύτητας). Όσο μεγαλύτερη είναι η υδατοϊκανότητα ενός υποστρώματος τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του νερού που συγκρατεί. Αυτό σημαίνει ότι σε υψηλές τιμές υδατοϊκανότητας ο αερισμός του υποστρώματος μειώνεται και επομένως πρέπει να γίνει η προσθήκη κάποιου αδρανούς υλικού.
- **Καμπύλη Ελευθέρωσης Νερού:** προσδιορίζοντας την υδατοϊκανότητα ενός υποστρώματος δεν έχουμε την πλήρη εικόνα των υδατικών ιδιοτήτων του, γιατί αυτό που έχει τη μεγαλύτερη σημασία είναι η ποσότητα του εύκολα διαθέσιμου νερού προς τον περιεχόμενο αέρα σε χαμηλά επίπεδα μύζησης. Με τον όρο εύκολα διαθέσιμο νερό, εκφράζουμε τον όγκο του νερού που ελευθερώνεται με τη μύζηση από 10-30cm στήλης νερού και εκφράζεται σε % του όγκου του υποστρώματος. Προσδιορίζοντας την καμπύλη ελευθέρωσης νερού, μπορούμε να βρούμε την ποσότητα του εύκολα διαθέσιμου νερού. Το φυτό μπορεί να εκμεταλλευτεί μόνο το εύκολα διαθέσιμο νερό, γι' αυτό είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της καμπύλης ελευθέρωσης νερού.
- **Οξύτητα (pH):** με τον όρο pH εκφράζουμε τη συγκέντρωση των ιόντων  $H^+$  και  $OH^-$  στο διάλυμα ή στην περίπτωση των υποστρωμάτων στο εκχύλισμα. Η τιμή του pH σε ένα υπόστρωμα είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών και κυρίως επιδρά στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Έχει αποδειχτεί ότι τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα ευρύ φάσμα τιμών pH από 4 μέχρι 8. Όταν το pH είναι πολύ υψηλό ή πολύ χαμηλό τότε δυσχεραίνεται η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Όμως τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία έχουν διαφορετικό φάσμα απορρόφησης, δηλαδή ενώ μερικά δεν απορροφούνται σε πολύ χαμηλές τιμές pH, μερικά απορροφούνται ή και βρίσκονται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις, με αποτέλεσμα να προκαλείται φυτοτοξικότητα στα φυτά. Το ίδιο συμβαίνει και σε πολύ χαμηλές τιμές pH.

Η οξύτητα του υποστρώματος επηρεάζει επίσης και την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, τόσο εκείνων που βοηθούν στην ανάπτυξη των φυτών όσο κι εκείνων που προκαλούν ασθένειες.

- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα (C.E.C.):** η κατιονική εναλλακτική ικανότητα είναι ένας μηχανισμός με τον οποίο το υπόστρωμα συγκρατεί τα ιόντα και εφοδιάζει με αυτά τα φυτά. Ο μηχανισμός αυτός ρυθμίζει την ποσότητα των κατιόντων που το υπόστρωμα θα συγκρατήσει ανά μονάδα βάρους και εκφράζεται ως meq ανά 100gr ξηρού βάρους. Όσο μεγαλύτερη είναι η sec, τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη με την οποία τα ιόντα συγκρατούνται και δεν παρασύρονται από το νερό άρδευσης.

## B. ΧΡΥΣΑΝΘΕΜΟ (*Chrysanthemum morifolium*)

### B.1. Γενικά

Το χρυσάνθεμο θεωρείται ιθαγενές φυτό της Ιαπωνίας και σήμερα έχει καθιερωθεί σαν εθνικό λουλούδι της χώρας αυτής. Σύμφωνα με την Κινεζική ιστορία, το χρυσάνθεμο καλλιεργούσαν οι Κινέζοι πριν από περίπου 2000 χρόνια.

Από τις Ευρωπαϊκές χώρες φαίνεται να έχει εισαχθεί για πρώτη φορά στην Ολλανδία, το 1688 από έναν ολλανδό έμπορο, ενώ αρκετά χρόνια αργότερα, γύρω στο 1975, εισήχθη και στις Η.Π.Α.

Το χρυσάνθεμο, που καλλιεργείται σήμερα εμπορικά για κομμένο λουλούδι ή γλαστρικό, βοτανικά αναγνωρίζεται σαν *Chrysanthemum morifolium* από τον L. H. Bailey. Ανήκει στην οικογένεια Compositae και ο τύπος λουλουδιού είναι «κεφαλή». Ενώ δηλαδή το λουλούδι του χρυσανθέμου φαίνεται σαν ατομικό λουλούδι στην πραγματικότητα είναι μια ανθική «κεφαλή», η οποία αποτελείται από πολλά μικρά ατομικά ανθίδια που περικλείονται από έναν κάλυκα.

Τα ανθίδια αυτά είναι δύο ειδών: τα *ακτινωτά* που έχουν πολύ ανεπτυγμένα πέταλα και τα *δισκωτά* που τα πέταλα τους είναι πολύ μικρά και έχουν σωληνωτό σχήμα. Και τα δυο αυτά είδη ανθιδίων συνυπάρχουν στην ανθική «κεφαλή», όπως φαίνονται στην εικόνα αριστερά.



Κανονικά, τα *ακτινωτά* ανθίδια δεν έχουν στήμονες, αλλά μόνο ύπερο δηλαδή είναι θηλυκά και σχεδόν όλα γόνιμα. Τα *δισκωτά* είναι πλήρη,

δηλαδή φέρουν στήμονες και ύπερο και είναι επίσης γόνιμα. Σε μια ανθική «κεφαλή», το κέντρο καταλαμβάνουν τα *δισκωτά* ανθίδια ενώ κυκλικά, γύρω και εξωτερικά από τα *δισκωτά* βρίσκονται τα *ακτινωτά*.

## **B.2. Κατάταξη των ποικιλιών**

Περίπου 700 ποικιλίες είναι διαθέσιμες για εμπορική χρήση. Ο μεγάλος αυτός αριθμός οφείλεται βασικά στην μακριά ιστορία της εντατικής διαλογής και υβριδισμού, την εμπορική αξία που έχει αποκτήσει το χρυσάνθεμο σε όλο τον κόσμο, καθώς και την δυνατότητα χρησιμοποίησης του για πολλούς σκοπούς (κομμένο λουλούδι, φυτό γλάστρας, φυτό κήπου κ.α.). Οι ποικιλίες αυτές κατατάσσονται σε διάφορες ομάδες ανάλογα με την μορφή του άνθους, την εμπορική χρήση και την αντίδραση στο φωτοπεριοδισμό.

### **B.2.1. Κατάταξη ανάλογα με την μορφή του άνθους**

Στην κατάταξη αυτή, χρησιμοποιείται σαν κριτήριο η διάταξη των ανθιδίων πάνω στην ανθική «κεφαλή». Έτσι, διακρίνονται οι ακόλουθοι τύποι :

#### Τα μικρανθή ή πολυανθή

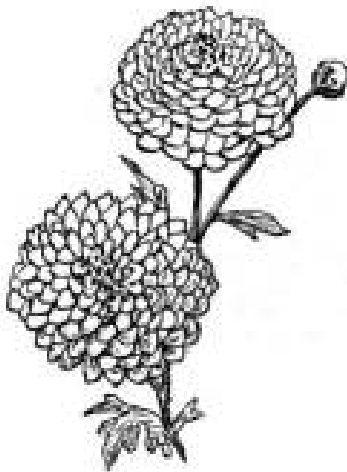
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι τύποι των λουλουδιών που έχουν ανθική «κεφαλή» μικρού μεγέθους. Συνήθως αναπτύσσονται σαν πολυανθή, δηλαδή πολλά άνθη σε κάθε ανθικό στέλεχος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ακόλουθοι επιμέρους τύποι:



- Τα μονά (singles): Τα λουλούδια των ποικιλιών αυτών, φέρουν μια ή περισσότερες εξωτερικές σειρές ακτινωτών ανθιδίων και στο κέντρο τα δισκωτά σε επίπεδη ανάπτυξη.



- Οι ανεμώνες (anemones): Ο τύπος αυτός είναι όμοιος με τον προηγούμενο, εκτός από τα δισκωτά ανθίδια, που είναι λίγο πιο επιμήκη και φουσκωτά , δίνοντας έτσι την εντύπωση μαξιλαριού. Συχνά, τα δισκωτά ανθίδια έχουν διαφορετικό χρώμα από τα ακτινωτά.



- Οι φούντες ή πομπόν (pompons): Σχεδόν όλη η κεφαλή καλύπτεται από κοντά, πλατιά , συνήθως με κύρτωση προς το εσωτερικό, ακτινωτά.

### **B.2.2. Κατάταξη ανάλογα με την εμπορική χρήση**

Το χρυσάνθεμο καλλιεργείται για διάφορους εμπορικούς σκοπούς. Έτσι το καλλιεργητικό πρόγραμμα που θα εφαρμόσει ένας καλλιεργητής εξαρτάται βασικά από την χρήση για την οποία προορίζεται η παραγωγή. Έτσι , τα χρυσάνθεμα μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

#### Χρυσάνθεμα για κομμένα λουλούδια

- Χρυσάνθεμα που ξεμπομπουκιάζονται για να παραχθεί ένα λουλούδι σε κάθε βλαστό.



α. Κανονικά (Standards): Είναι μεγάλα λουλούδια που παράγονται ανά ένα στην κορυφή κάθε βλαστού. Για παραγωγή standards τύπου λουλουδιών, χρησιμοποιούνται Incurred, Reflexed και λιγότερο Spriders και Fuji. Στα φυτά αυτά αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί και αφήνεται μόνο ο επάκριος. Τα λουλούδια έχουν ανθική κεφαλή με διάμετρο 10-15 cm και τα ανθικά στελέχη έχουν μήκος 60 - 100 cm. Από μερικούς βελτιωτικούς οίκους έχουν παραχθεί κάποιες υπερμεγέθης ποικιλίες όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



β. Disbud: Αυτός ο όρος αναφέρεται σε ορισμένες ποικιλίες των κατηγοριών rompons, decoratives και anemones. Και εδώ αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί και αφήνεται μόνο ο επάκριος που δίνει ανθικό μεγάλο στέλεχος, αλλά μικρότερο από τα standards. Διάμετρος λουλουδιών 5 - 10 cm.



- Χρυσάνθεμα με περισσότερα από ένα λουλούδια ανά ανθικό στέλεχος (πολυανθή ή Spray)

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται ποικιλίες που καλλιεργούνται για παραγωγή πολλών λουλουδιών ανά ανθικό στέλεχος. Εδώ οι πλάγιοι οφθαλμοί

δεν αφαιρούνται ή αφαιρούνται ελάχιστα. Για να αναπτυχθούν όμως οι πλάγιοι οφθαλμοί αφαιρείται ο κεντρικός (κορυφολόγηση). Πολλοί τύποι ποικιλιών καλλιεργούνται για τον σκοπό αυτό αλλά οι κυριότεροι ανήκουν στα rompons. Για τον λόγο αυτό ο όρος rompons έχει επικρατήσει να σημαίνει πολυανθές ή σπρέι (Spray) χρυσάνθεμο. Για την παραγωγή τέτοιων λουλουδιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ποικιλίες από τις κατηγορίες μονά, ανεμώνες και διακοσμητικά.



### Χρυσάνθεμα για γλάστρες

Το χρυσάνθεμο σαν φυτό γλάστρας είναι πολύ διαδεδομένο στις χώρες της δυτικής Ευρώπης και στις Η.Π.Α.

- Φυτό γλάστρας για εσωτερικούς χώρους: Εδώ υπάγονται ειδικές ποικιλίες, τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι κοντοί βλαστοί, εύκολη και πλούσια διακλάδωση και καλοσχηματισμένο φυτό.
- Φυτό γλάστρας για κήπο : Το κυριότερο χαρακτηριστικό των ποικιλιών που υπάγονται στην κατηγορία αυτή είναι η αντοχή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες.

### **B.2.3. Κατάταξη ανάλογα με την αντίδραση στο φωτοπεριοδισμό**

Η άνθιση του χρυσανθέμου ρυθμίζεται από το μήκος της ημέρας ή πιο σωστά από το μήκος της νύχτας. Έτσι όλες οι ποικιλίες αρχίζουν την διαφοροποίηση του βλαστοφόρου οφθαλμού σε ανθοφόρο κάτω από το ίδιο καθεστώς μικρής ημέρας (ή μεγάλης νύχτας), όμως διαφέρουν στο χρόνο που χρειάζεται από τότε που αρχίζει η διαφοροποίηση μέχρι να ανθίσουν. Οι ποικιλίες που υπάρχουν σήμερα και που χρησιμοποιούνται για προγράμματα παραγωγής χρυσανθέμων όλο το χρόνο, κατατάσσονται σε ομάδες των 6, 7, 8, .... 15 εβδομάδων για να ανθίσουν, από τότε που μπαίνουν σε καθεστώς φωτοπεριοδισμού μικρής ημέρας. Πριν όμως από την εφαρμογή των *προγραμμάτων άνθισης* όλο τον χρόνο, οι ποικιλίες κατατάσσονται σε πρώιμες (ανθίζουν από 15 Οκτωβρίου μέχρι 19 Νοεμβρίου) και όψιμες (ανθίζουν μετά τις 10 Νοεμβρίου).

## **B.3. Καλλιεργητικές απαιτήσεις**

### **B.3.1. Περιβάλλον**

#### **Φως - Φωτοπεριοδισμός**

Τα χρυσάνθεμα πρέπει να αναπτύσσονται σε πλήρη φωτισμό. Μειωμένη ένταση φωτός επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή των λουλουδιών. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μπορεί να χρειαστεί σκίαση, με σκοπό να αποφευχθεί το ξεθώριασμα του χρώματος των λουλουδιών από την υψηλή ένταση φωτός.

Όσον αφορά το φωτοπεριοδισμό, το χρυσάνθεμο είναι φυτό μικρής ημέρας. Αυτό σημαίνει ότι το φυτό δεν ανθίζει, δηλαδή δεν διαφοροποιούνται οι βλαστοφόροι οφθαλμοί σε ανθοφόρους εφόσον το μήκος ημέρας δεν είναι μικρό. Πιο συγκεκριμένα, το φυτό δεν ανθίζει όταν το μήκος ημέρας είναι μεγαλύτερο από κάποιο όριο που λέγεται «κρίσιμη φωτοπερίοδος», που για το χρυσάνθεμο είναι 14,5 ώρες. Για να εξασφαλιστεί καθεστώς μικρής ημέρας, όταν το μήκος της ημέρας είναι μεγαλύτερο από την κρίσιμη φωτοπερίοδο και στην προκειμένη περίπτωση 14,5 ώρες, καλύπτουμε τα φυτά με ένα μαύρο υλικό (μαύρο ύφασμα ή φύλλα μαύρου πλαστικού) που δεν είναι διαπερατό στο φως.

Τα φυτά καλύπτονται συνήθως από τις 5 το απόγευμα και ξεσκεπάζονται την επόμενη στις 7-8 το πρωί. Η κάλυψη αυτή εφαρμόζεται, παρά το γεγονός ότι εξασφαλίζει ημέρα 9-10 ωρών, που είναι πολύ πιο κάτω από την κρίσιμη φωτοπερίοδο των 14,5 και 13,5 ωρών, γιατί ανταποκρίνεται στο καθημερινό ωράριο εργασίας των εργατών. Χρειάζεται όμως προσοχή γιατί η κάλυψη των φυτών από τις 5 το απόγευμα, το καλοκαίρι, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας γύρω από τα φυτά με δυσμενές συνέπειες για την ανάπτυξη τους. Γι' αυτό, η μέθοδος αυτή συνιστάται μόνο όταν υπάρχει δυναμικός αερισμός.

Για να εξασφαλίζονται συνθήκες σκότους, δεν πρέπει κάτω από το υλικό κάλυψης να υπάρχει φωτισμός μεγαλύτερος από 10-20 Lux. Προσοχή πρέπει επίσης να δίνεται έτσι ώστε, στο υλικό να μην υπάρχουν οπές που να επιτρέπουν την διόδο του φωτός, ιδιαίτερα στην βάση του φυτού, γιατί τα ηλικιωμένα φύλλα της βάσης θεωρούνται περισσότερο ενεργά και φορείς κάποιου παράγοντα που εξασφαλίζει την άνθιση. Η συσκότιση είναι συνεχής και αρχίζει όταν τα φυτά αποκτήσουν ύψος 45 cm. Το πότε σταματά η κάλυψη εξαρτάται βασικά από την ποικιλία.

Γενικά, τα φυτά διατηρούνται σε καθεστώς μικρής ηλικίας μέχρι μέχρι την στιγμή που τα μπουμπούκια αρχίζουν να δείχνουν το χρώμα τους. Κατά τους χειμερινούς μήνες, που η διάρκεια της ημέρας είναι μικρή, τα χρυσάνθεμα είναι δυνατό να ανθίσουν χωρίς να αποκτήσουν το επιθυμητό ύψος των 40-50 cm. Για να αποφευχθεί αυτό, πρέπει να γίνει εφαρμογή τεχνικού φωτισμού εντάσεως 60-100 Lux στο επίπεδο των φυτών με λαμπτήρες πυρακτώσεως 150 Watt. Σε κάθε 9 m<sup>2</sup> πρέπει να αντιστοιχεί ένας λαμπτήρας, που τοποθετείται σε ύψος 2 - 2,2 m από τα φυτά. Ο φωτισμός πρέπει να δίνεται έτσι ώστε τα

φυτά να παραμένουν στο σκοτάδι για περισσότερες από 5 ώρες. Έτσι δίνονται 5 ώρες μετά την δύση του ήλιου και 5 ώρες πριν την ανατολή του. Ο φωτισμός δεν είναι απαραίτητο να είναι συνεχής. Μπορεί να δίνεται σε επαναλαμβανόμενους κύκλους, όπου το 1/5 κάθε κύκλου θα είναι φως και τα 4/5 σκοτάδι, με ελάχιστη φωτεινή περίοδο τα 6 min φωτός, ακολουθούν 24 min σκοτάδι και αυτό επαναλαμβάνεται για 6 φορές.

Στον διακοπόμενο φωτισμό, κατάλληλες είναι οι λάμπες πυρακτώσεως, οι οποίες ανάβουν και σβήνουν γρήγορα, σε αντίθεση με τις λάμπες φθορισμού. Επειδή όμως στις λάμπες φθορισμού μόνο το 5-8 % της ενέργειας αποδίδεται σαν φως είναι χρήσιμος ο εφοδιασμός τους με ανακλαστήρες.

Ο συμπληρωματικός φωτισμός για την παρεμπόδιση της ανθοφόρας κατά διάφορους μήνες, είναι: για το μήνα Μάιο, φωτίζουμε 1 ώρα τη νύχτα, τον Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Απρίλιο φωτίζουμε 2 ώρες τη νύχτα. Τον Οκτώβριο και Μάρτιο, φωτίζουμε 3 ώρες τη νύχτα, το Νοέμβριο και Φεβρουάριο, φωτίζουμε 4 ώρες τη νύχτα και τέλος για τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο, φωτίζουμε 5 ώρες τη νύχτα. Παρατηρούμε ότι κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο δεν χρειάζεται εφαρμογή τεχνητού φωτισμού διότι, τότε συμπληρώνονται οι απαιτούμενες ώρες υπό φυσικές συνθήκες.

## **Θερμοκρασία**

Το χρυσάνθεμο είναι ευαίσθητο στη θερμοκρασία. Ακόμα και η θερμοκρασία στην οποία αναπτύσσονται τα μητρικά φυτά επηρεάζει την άνθιση των φυτών που προέρχονται απ' αυτά. Η θερμοκρασία που συνιστάται τη νύχτα είναι 16°C. Θερμοκρασία μεγαλύτερη ή μικρότερη από αυτή μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στην ανάπτυξη και άνθιση. Οποσδήποτε όμως, οι διάφορες ποικιλίες αντιδρούν διαφορετικά στη θερμοκρασία.

Ο Cathey μελέτησε προσεκτικά την επίδραση της θερμοκρασίας πάνω σε μεγάλο αριθμό ποικιλιών και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ποικιλίες χρυσανθέμου μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες, ανάλογα με τη θερμοκρασία.

### **Ουδέτερες ποικιλίες**

Περιλαμβάνονται ποικιλίες που συνήθως δεν παρουσιάζουν προβλήματα άνθισης μεταξύ 10°C και 27°C, ενώ η άνθιση προχωρεί ταχύτατα στους 15,5°C. Ποικιλίες

της κατηγορίας αυτής συνιστάται να χρησιμοποιούνται για πρόγραμμα παραγωγής όλο το χρόνο.

#### Θερμοθετικές ποικιλίες

Είναι αυτές που δεν ανθίζουν σε θερμοκρασίες κάτω των 16°C. Ανθική καταβολή μπορεί να εγκατασταθεί, αλλά δεν αναπτύσσεται εφόσον η θερμοκρασία κατέβει στους 16°C.

#### Θερμοαρνητικές ποικιλίες

Οι ποικιλίες αυτές δεν ανθίζουν σε θερμοκρασίες πάνω από τους 16°C. Χαμηλότερες θερμοκρασίες (10°C), μπορεί να καθυστερήσουν την άνθιση, όμως δεν την εμποδίζουν. Οι ποικιλίες της κατηγορίας αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθούν για προγράμματα καλλιέργειας όλο το χρόνο, εφόσον η θερμοκρασία νύχτας μπορεί να διατηρείται σε επίπεδα 16°C και λίγο χαμηλότερα. Για καλοκαιρινή όμως καλλιέργεια πρέπει να αποφεύγονται.

#### Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία του χώρου του θερμοκηπίου πρέπει να διατηρείται στα επίπεδα του 70%. Αυξημένη σχετική υγρασία (90°C και άνω). Δημιουργεί περιβάλλον ευνοϊκό για την ανάπτυξη ασθενειών (βοτρυτιδα κ.λπ.) ενώ ξηρότερα ατμόσφαιρα (60% και άνω), επιδρά δυσμενώς στην ανάπτυξη των φυτών.

#### Διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>

Το CO<sub>2</sub> είναι μια από τις χημικές ενώσεις που λαμβάνουν μέρος στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Είναι λογικό λοιπόν ότι ο τεχνητός εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου σε CO<sub>2</sub> θα επιφέρει αύξηση των αποδόσεων. Ακόμα και στα συνήθη επίπεδα μιας κανονικής ατμόσφαιρας (300 ppm) ο παράγοντας αυτός θεωρείται περιοριστικός.

Για μια εφαρμογή CO<sub>2</sub> συνιστάται χορήγηση τουλάχιστον 750 ppm CO<sub>2</sub>, προτιμάται όμως η δόση 1000-1500 ppm. Επειδή όμως με την εφαρμογή αυτή θα αυξηθεί η ανάπτυξη των φυτών, χρειάζεται να γίνει και ανάλογη προσαρμογή της άρδευσης, λίπανσης, ακόμα και της θερμοκρασίας.

### **B.3.2. Έδαφος – Φύτευση – Υποστύλωση**

Το χρυσάνθεμο θέλει έδαφος που να του εξασφαλίζει και αερισμό και στράγγιση. Η προσθήκη οργανικής ουσίας σε μορφή κοπριάς, τύρφης ή άλλου φυτικού υπολείμματος είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της υφής και δομής του. Η οργανική ουσία πρέπει να καταλαμβάνει το 25-30% του όγκου του εδαφικού μείγματος σε ένα βάθος 20cm. Αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί εξολοκλήρου τεχνητό υπόστρωμα, ένα μείγμα από χώμα, οργανική ύλη και αδρανή ουσία (άμμος και περλίτης) σε ίση αναλογία (1:1:1) θεωρείται κατάλληλο. Το pH του εδάφους πρέπει να κυμαίνεται από 6-7. Απολύμανση ή αποστείρωση του εδάφους είναι απαραίτητη για να εξασφαλίζονται υγιεινές συνθήκες ανάπτυξης της ρίζας.

Κατά την προετοιμασία του εδάφους και πριν τη φύτευση πρέπει να ενσωματώνεται στο έδαφος το φωσφορικό λίπασμα (200-250 Kg 0-21-0/στρ.) και δολομίτης (200-250Kg/στρ.), αν η περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο είναι χαμηλή. Μπορεί επίσης να ενσωματωθεί και 11-15-15 σε ποσότητα 80-100 κιλά/στρ., ώστε η έναρξη των κανονικών επιφανειακών λιπάνσεων καθυστερεί λίγο.

Η φύτευση πρέπει να γίνεται σε έδαφος διαμορφωμένο σε υπερυψωμένες αλίες (σαμάρια) πλάτους συνήθως 1m. Βέβαια, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται υπερυψωμένα τραπέζια βάθους 20-25 cm, αλλά το κόστος τους είναι μεγάλο.

Πριν τη φύτευση πρέπει να γίνουν οι εργασίες της υποστύλωσης των φυτών. Ζημιές από κακή υποστύλωση δεν είναι ασυνήθιστες. Φυτά που δεν αναπτύσσονται όρθια συνήθως παράγουν αδύνατα και με μικρά φύλλα στελέχη και αυτό λόγω σκίασης.

Γενικά όμως, όταν δεν γίνεται σωστή υποστύλωση η ποιότητα είναι υποβαθμισμένη και οι κίνδυνοι ανάπτυξης ασθενειών είναι μεγάλοι.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος υποστύλωσης είναι εκείνος με μεταλλικό ή πλαστικό δίχτυ, που φέρει 20x20 cm. Το δίχτυ αυτό, τοποθετείται στο έδαφος και κατά τη χρησιμοποίησή του, ανυψώνεται ανάλογα με την ανάπτυξη των φυτών.

### **B.3.3. Κορυφολόγημα**

Κορυφολόγημα είναι η κοπή της κορυφής ενός βλαστού, γεγονός που εξαναγκάζει σε ανάπτυξη τους εναπομείναντες πλάγιους μασχαλιαίους οφθαλμούς. Μεγάλη σημασία έχει ο χρόνος κατά τον οποίο θα γίνει το κορυφολόγημα.



Υπάρχουν κατάλογοι που τυπώνονται από τις διάφορες εταιρίες παραγωγής και εμπορίας μοσχευμάτων χρυσανθέμου, που συνιστούν ημερομηνίες εκτέλεσης του κορυφολογήματος και που ποικίλουν ανάλογα με την εποχή του έτους και την ποικιλία. Φυτά που φυτεύονται το Δεκέμβριο - Ιανουάριο, δέχονται κορυφολόγημα 4 εβδομάδες μετά τη φύτευση. Όταν φυτεύονται Μάιο - 15 Αυγούστου, κορυφολογούνται 2 εβδομάδες μετά τη φύτευση.

### **Τύποι κορυφολογήματος**

Αυστηρό: Αφαιρείται κορυφή μήκους πάνω από 2,5 cm. Ο τύπος αυτός συνιστάται, όχι μόνο γιατί οι πλάγιοι βλαστοί που θα προκύψουν αναπτύσσονται με καθυστέρηση, αλλά επίσης γιατί υπάρχει απώλεια χρόνου και φυλλικής επιφάνειας.

Ελαφρό: Αφαιρείται 1-2,5 cm της κορυφής του βλαστού. Ο τρόπος αυτός εξασφαλίζει την ανάπτυξη μεγάλου αριθμού πλαγίων οφθαλμών.

Τσίμπημα: Αυτό είναι ακόμη πιο ελαφρό από τον δεύτερο τύπο. Αφαιρείται το ακρότατο σημείο χωρίς κανένα από τα ανεπτυγμένα φύλλα. Αναπτύσσονται πάρα πολλοί πλάγιοι οφθαλμοί και σε γρήγορο ρυθμό.

### **B.3.4. Έλεγχος ύψους**

Στα χρυσάνθεμα τύπου Spray, επιδιώκεται μια όσο το δυνατόν περισσότερη συμπαγής ομοιόμορφη ανθοφορία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρησιμοποίηση επιβραδυντών αύξησης, όπως είναι το ALAR\*85, το οποίο χρησιμοποιείται σε δοσολογία 1-2 gr/lit νερού, ανάλογα με την ζωηρότητα της ποικιλίας. Γίνονται 2-3 ψεκασμοί, ο πρώτος όταν τα φυτά αποκτήσουν ύψος 50-60 cm και ο δεύτερος μισό μήνα μετά. Ως αποτέλεσμα έχουμε τη βράχυνση των μεσογονάτιων διαστημάτων και τη δημιουργία ομοιόμορφης και πιο συμπαγούς άνθησης.

### **B.4. Πολλαπλασιασμός**

Το χρυσάνθεμο μπορεί να πολλαπλασιαστεί με σπόρο, διαίρεση, εμβολιασμό και μοσχεύματα. Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο χρησιμοποιείται κυρίως για υβριδισμούς. Η διαίρεση παλαιότερα ήταν η κυριότερη μέθοδος, σήμερα όμως χρησιμοποιείται σπάνια σε ποικιλίες για κήπους. Ο εμβολιασμός εφαρμόζεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις όπως π.χ.

για μελέτη ασθενειών. Έτσι, σε εμπορική κλίμακα, ο πολλαπλασιασμός του χρυσάνθεμου γίνεται βασικά με μοσχεύματα. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθούν δύο ειδών μοσχεύματα: εκείνα που έχουν ένα φύλλο και ένα οφθαλμό και εκείνα της κορυφής. Συμπερασματικά, ο πολλαπλασιασμός του χρυσάνθεμου, εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις, γίνεται με επάκρια μοσχεύματα

## **B.5. Προβλήματα φυτοϋγείας**

### **B.5.1. Εχθροί**

Αφίδα (*Myzus persicae*): Ιδιαίτερη έξαρση παρουσιάζει την άνοιξη και φθινόπωρο.

Θρίπας (*Frankliniella tritici fitch*, *Thrips tabaci Linderman*): υποβαθμίζει την ποιότητα των χρυσανθέμων.

Τετράνυχος (*Tetranychus telarius Linnaeus*).

Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum Westwood*).

Φυλλορόκτης (*Liriomyza munda Frick* και *Phytomyza atricornis Meigon*).

### **B.5.2. Ασθένειες**

**Βερτιτσιλλο** (*Verticillium albo-atrum* και *Verticillium dahliae*), **Ριζοκτόνια** (*Rhizoctonia solani*), **Σκληρωτία** (*Sclerotinia sclerotiorum*), **Βοτρύτης** (*Botrytis cinerea*), **Σκωρίαση** (*Puccinia chrysanthemi*), **Ωϊδίο** (*Erysiphe cichoracearum*), **Πύθιο** (*Pythium sp.*), **Φουζάριο** (*Fusarium sp.*), **Ασκόχυτα** (*Ascochyta chrysanthemi*), **Σεπτόρια** (*Septoria odesa* και *Septoria chrysanthemella*), **Βακτηρίωση** (*Erwinia chrysanthemi*), **Ιώσεις** (ιός του μωσαϊκού, του αγγουριού, της τομάτας κ.α.).

### **B.5.3. Τροφοπενίες**

Αζώτου (N), Φωσφόρου (P), Καλίου (K), Ασβεστίου (Ca), Μαγνησίου (Mg), Σιδήρου (Fe), Μαγγανίου (Mn), Βορίου (B).

### **B.5.4. Φυσιολογικές ανωμαλίες**

Καχεκτική ανάπτυξη: οφείλεται σε υπερλίπανση ή σε ελλιπή λίπανση, κακή στράγγιση, ιώσεις ή προσβολές από νηματώδεις.

Τυφλοί βλαστοί: από αυστηρό καθυστερημένο κορυφολόγημα, επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών κατά το σχηματισμό του λουλουδιού, εντομολογικές προσβολές.

Οφθαλμοί κορώνας: από μη ευνοϊκό καθεστώς φωτοπεριοδισμού και θερμοκρασίας.

Ανομοιόμορφη καλλιέργεια: όταν ενδεχομένως δεν δίνεται αρκετός αριθμός μεγάλων ημερών ή αντίθετα αν δίνεται υπερβολικός αριθμός μικρών ημερών.

Χλώρωση: από υπερβολική συγκέντρωση διαλυτών αλάτων ή από κακό αερισμό των ριζών.

## Γ. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο χώρο του αγροκτήματος του Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Ποιο συγκεκριμένα, το πρώτο μέρος έγινε στην πιστά διαχείρισης κόμποστ του εργαστηρίου Κομποστοποίησης και Διαχείρισης Υγρών Αποβλήτων και το δεύτερο μέρος στο πλαστικό θερμοκήπιο του εργαστηρίου Ανθοκομίας.

### Γ.1. Πειραματικό Μέρος Α'

Υπολείμματα από καλλιέργεια χρυσανθέμου σε θερμοκήπιο της Ιεράπετρας μεταφέρθηκαν σε πλαστικές σακούλες μια μέρα μετά την συλλογή τους (εικόνες 2,3). Έγινε ο τεμαχισμός τους σε ειδικό μηχάνημα (σπαστήρας) σε τεμάχια διαστάσεων 8 - 10 εκατοστά (εικόνα 5). Έπειτα διαμορφώθηκαν δυο σωροί, όπου στον ένα προσθέσαμε κλαδοκάθαρα σε αναλογία 1:1 ενώ ο άλλος αποτελούνταν μόνο από τεμαχισμένα υπολείμματα χρυσανθέμου 1:0. Για να γίνει το πρώτο πειραματικό μέρος χρειάστηκαν δυο μεταλλικά ντεπόζιτα όπου αφαιρέθηκε η πάνω επιφάνεια του και έγιναν μεγάλες οπές στον πάτο και στην περιφέρεια τους.

Στην συνέχεια έγινε διάβροχη και των δυο σωρών, καλή ανάμιξη και τοποθετήθηκαν μέσα στα ντεπόζιτα. Τα υπολείμματα καταλάμβαναν 800 λίτρα μέσα στο ντεπόζιτο. Επιπλέον, στο κέντρο του σωρού (μέσα στο ντεπόζιτο) τοποθετήθηκε μια ειδική κατασκευή (εικόνες 7,8), ούτως ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση των αερίων που εκλυόταν από τον σωρό.



Εικόνες 2,3 : Μεταφορά υπολειμμάτων σε πλαστικές σακούλες.



*Εικόνα 4: Εισαγωγή στον σπαστήρα*



*Εικόνα 5 : Τεμαχισμός στελεχών χρυσανθέμων.*



Εικόνα 6 : Διαμόρφωση σωρών

Καθημερινά γινόταν μετρήσεις σε κλιματολογικούς παράγοντες όπως ατμοσφαιρική θερμοκρασία, θερμοκρασία μέσα από το σωρό των δυο αναλογιών (1:1 , 1:0), αλλά και των αερίων που εκλυόταν (εικόνες 7,8). Οι μετρήσεις αυτές γινόταν με την βοήθεια ενός θερμομέτρου με ράβδο ώστε να λαμβάνουμε την θερμοκρασία από το κέντρο του σωρού. Όταν η θερμοκρασία του σωρού κυμαινόταν σε χαμηλά επίπεδα και για πολλές μέρες, τότε γινόταν άδειασμα (εικόνα 9) ,αναμόχλευση και ενυδάτωση του σωρού με 20 λίτρα νερό. Τέλος γινόταν επανατοποθέτηση μέσα στα ντεπόζιτα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται 'γύρισμα' και συνολικά έγινε 12 φορές. Μετά το πέρας της διαδικασίας Κομποστοποίησης ,έγινε ανάμιξη στο παραγόμενο προϊόν των δύο σωρών και μεταφέρθηκε στο κόσκινο με διάμετρο οπών 3 x 3 εκατοστά (εικόνα 12). Αφού απομακρύνθηκαν τα χονδρόκοκκα τεμάχια, το τελικό προϊόν ήταν έτοιμο για το πειραματικό μέρος Β'.



Εικόνα 7: Μέτρηση αερίων που εκλύονται.



Εικόνα 8: Μέτρηση θερμοκρασίας σωρού



*Εικόνα 9: Αδειασμα σωρού («γύρισμα»)*



*Εικόνα 10: Αναμόχλευση και ενυδάτωση σωρού*





Εικόνα 11: Προϊόν μετά το «γύρισμα» (1 : 1 αριστερά, 1 : 0 δεξιά)



Εικόνα 12: Κοσκίνισμα παραγόμενου κόμπост

### Γ.1.1. Παράμετροι εργαστηριακής αξιολόγησης τελικών κόμποστ

Για την αξιολόγηση των τελικών κόμποστ που παράχθηκαν πάρθηκε δείγμα από τους δύο σωρούς, μετά την ολοκλήρωση της χώνευσης και ωρίμανσης και σε αυτά έγιναν οι ακόλουθες αναλύσεις και προσδιορισμοί :

- **Υγρασία %**, σε υγρή βάση.
- **pH**, σε υδατικό εκχύλισμα με τη μέθοδο 1 : 1,5 κατ' όγκο.
- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC ( mS/cm )**, μετρήθηκε σε υδατικό εκχύλισμα με τη μέθοδο 1 : 1,5 κατ' όγκο.
- **Οργανικός άνθρακας ( C % )**, σε ξηρή βάση, με την μέθοδο της καύσης στους 600 °C για 16 ώρες με βάση τη σχέση : Οργανικός άνθρακας % = ( 100% - Τέφρα % ) / 1,8.
- **Οργανική ουσία**, με τη μέθοδο της καύσης στους 600 °C για 16 ώρες.
- **Ολικό N %**, με τη συσκευή mikrokjeldahl ( πέψη και απόσταξη )
- **Σχέση C/N**

### Γ.2. Πειραματικό Μέρος Β'

Από την υπάρχουσα καλλιέργεια χρυσανθέμου με υπόστρωμα έδαφος στην περιοχή της Ιεράπετρας, μεταφέρθηκαν 1.5 κυβικά επιφανειακό στρώμα χώματος. Στην συνέχεια οριοθετήθηκε ο χώρος που θα πραγματοποιούνταν το πείραμα μέσα στο θερμοκήπιο και διαμορφώθηκε το έδαφος σε ένα παρτέρι τύπου κανάλι (εικόνα 13). Αυτό είχε διαστάσεις 8 μέτρα μήκος ,1 μέτρο πλάτος και 0,15 μέτρα ύψος. Μέσα στο κανάλι τοποθετήθηκε το έδαφος (εικόνα 14) που μεταφέραμε από την καλλιέργεια στην Ιεράπετρα και στην συνέχεια χωρίσαμε το κανάλι σε 5 όμοια παρτέρια (εικόνα 15), διαστάσεων το καθένα 1.6 μέτρα μήκος. Ο διαχωρισμός τους έγινε με κομμάτια φευζόλ. Αφήσαμε ένα παρτέρι για ΜΑΡΤΥΡΑ και στα υπόλοιπα έγινε εφαρμογή με διαφορετική αναλογία (εικόνα 16) από το μείγμα του παραγόμενου κόμποστ από τα υπολείμματα χρυσανθέμου. Τέλος τοποθετήθηκαν κανονικά όλος ο λοιπός καλλιεργητικός εξοπλισμός όπως τα λάστιχα άρδευσης και το δίχτυ στήριξης. (εικόνα 17).



*Εικόνα 13: Διαμόρφωση εδάφους*



*Εικόνα 14: Τοποθέτηση χώματος από καλλιέργεια χρυσανθέμου.*



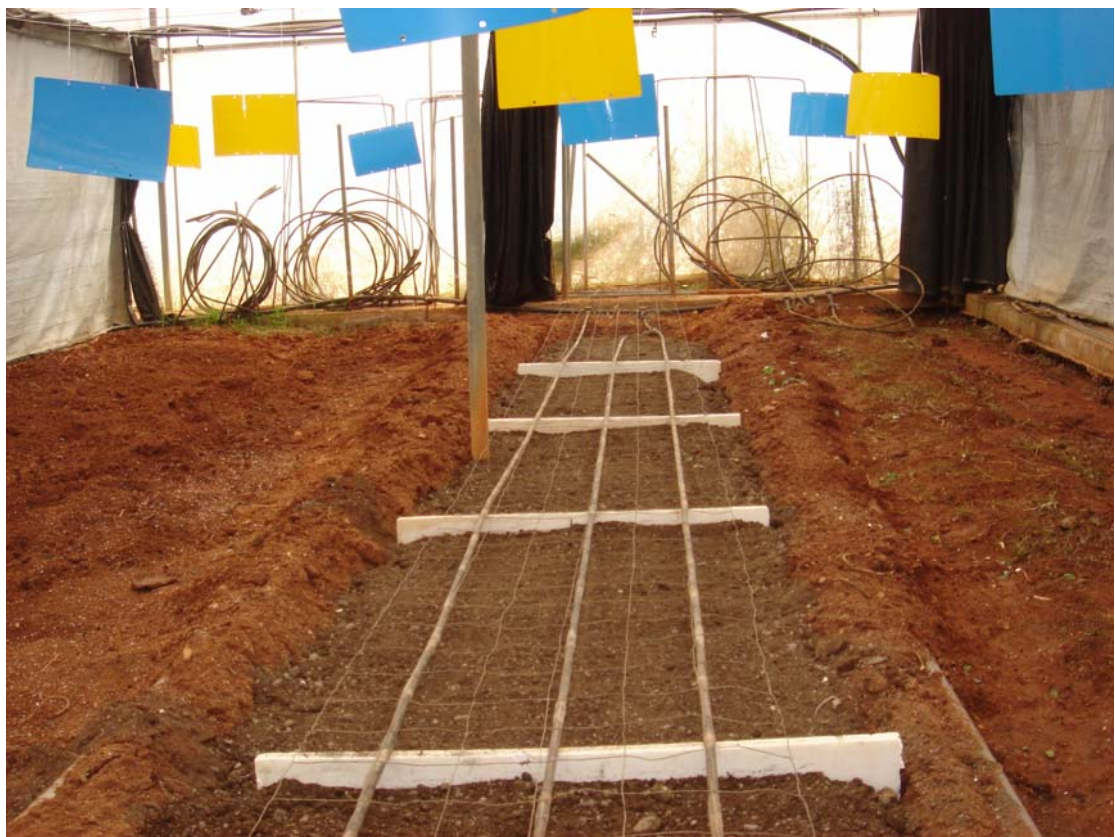
*Εικόνα 15: Διαχωρισμός 5 όμοιων τμημάτων*



*Εικόνα 16: Τοποθέτηση κομποστ σε διαφορετικές αναλογίες και ενσωμάτωση στο έδαφος*



*Εικόνα 17: Ενσωμάτωση κομποστ*



*Εικόνα 18: Τελική μορφή υλοστρώματος πριν την φύτευση.*

Μετά από την προετοιμασία του υποστρώματος ,ακολούθησε με την φύτευση των φυταριών. Η προμήθεια των φυτών έγινε από παραγωγό, όταν τα φυτά ήταν στο στάδιο της μεταφύτευσης. Τα φυτά άνηκαν στην ποικιλία Euro white. Ένα μέρος των φυτών ήταν ριζωμένα σε υπόστρωμα μείγμα μαύρης τύρφης και περλίτης (αναλογία 3 : 1) και ένα μέρος σε πετροβάμβακα (grodan). Σε κάθε παρτέρι φυτεύτηκαν φυτά και από τα δυο είδη υποστρώματος (εικόνες 18,19).

### Γ.2.1. Καλλιεργητικοί χειρισμοί

Το πειραματικό μέρος Β' διεξήχθη μαζί με άλλα σαμάρια χρυσανθέμων παραπλεύρως, ώστε να μην είναι απαραίτητη η διαφορετική εφαρμογή σε θρέψη και φυτοπροστασία.

Η καλλιέργεια αρδεύταν καθημερινά με 100 λίτρα νερό. Κάθε 2 μέρες παρασκευαζόταν διάλυμα με λίπασμα το οποίο γινόταν προσθήκη στο δοχείο άρδευσης. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 20-20-20 ευρείας χρήσης, Νιτρικό Κάλιο και Φωσφορικό Οξύ.

Κατά περιόδους έγινε εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων κυρίως για την καταπολέμηση των προνομφών *Kararhatme*, κατά της βαβμακάδας, αλλά και για μυκητολογικές ασθένειες.

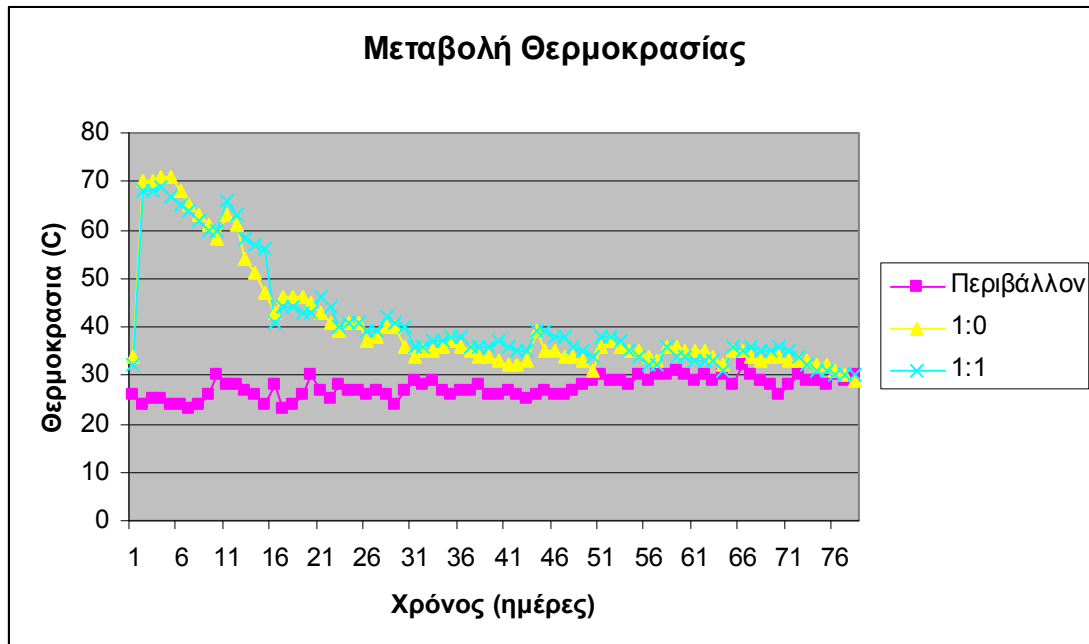


Εικόνες 19,20 : Εγκατάσταση φυτών.

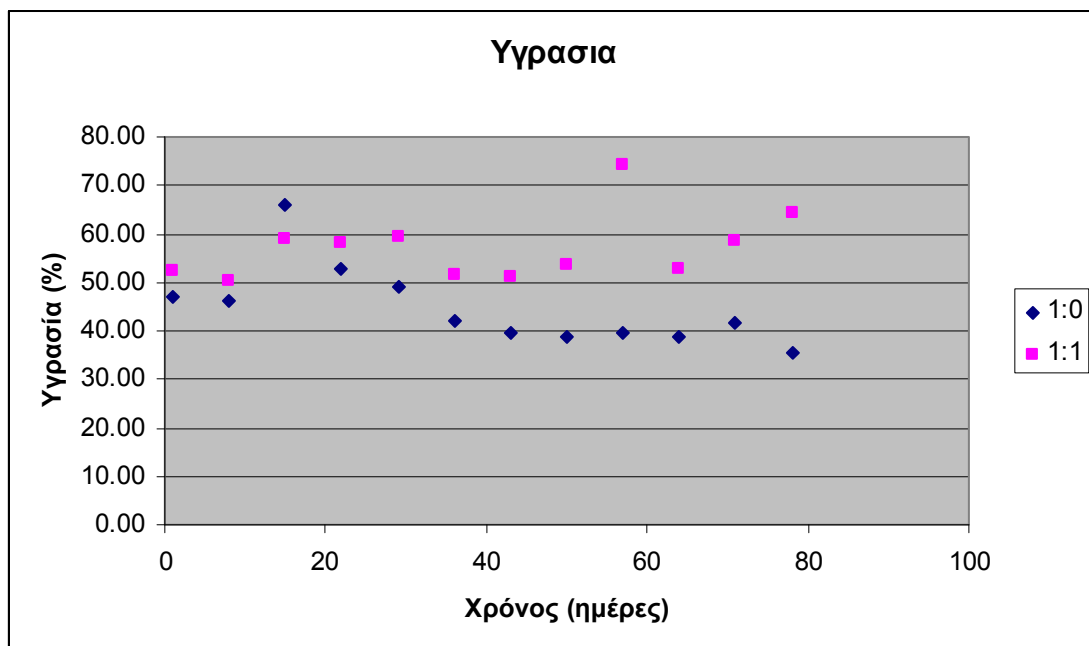
Επιπλέον στις καλλιεργητικές τεχνικές συγκαταλέγεται η συσκότιση με ειδικό μαύρο πανί στην οροφή του θερμοκηπίου. Η συσκότιση γινόταν καθημερινά από την χρονική στιγμή που το φυτό άρχισε το στάδιο της ανθοφορίας.

## Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πειραματικό Μέρος I: Οι μετρήσεις που γινόταν κατά την διάρκεια αυτού μέρους παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

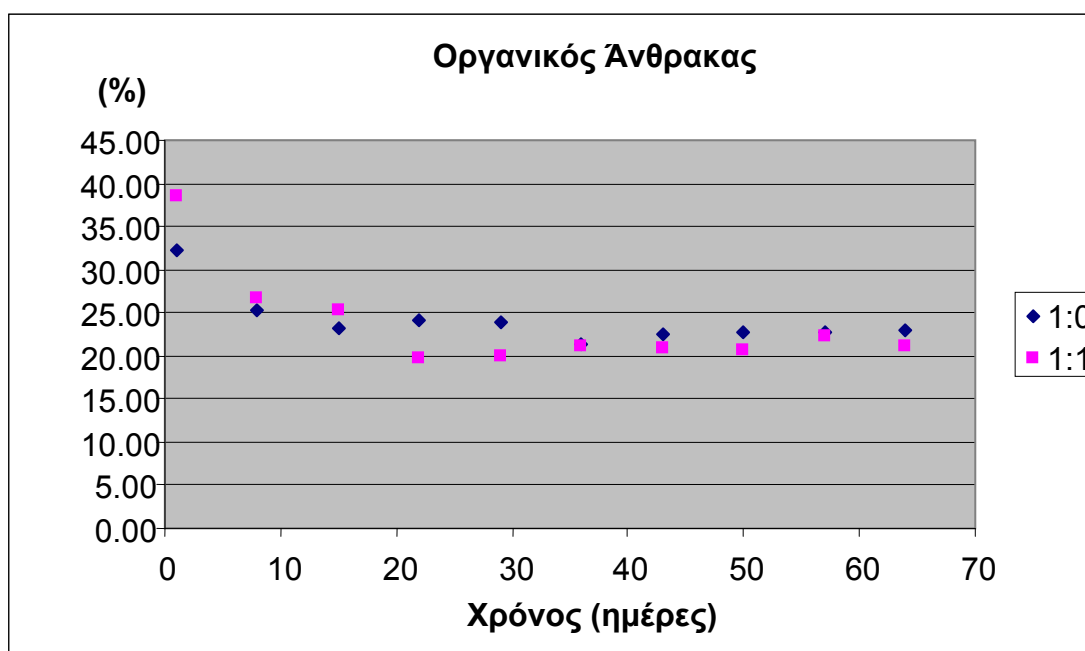


Διάγραμμα 1. Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.



Διάγραμμα 2. Μεταβολή της υγρασίας κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.





Διάγραμμα 3. Μεταβολή της οργανικου C κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.

Στην διάρκεια της καλλιέργειας γινόταν συνεχώς μακροσκοπικές παρατηρήσεις που αναφερόταν στην ανάπτυξη που είχαν τα φυτά στις διαφορετικές αναλογίες κόμποστ, όπου και αναπτυσσόταν. Όπως δείχνει η εικόνα, η μεγαλύτερη αναλογία (40 lit/m<sup>3</sup>) είχε συνεχώς μεγαλύτερα φυτά σε σχέση με τις υπόλοιπες αναλογίες και τον μαρτυρά.

Μετά από 90 μέρες καλλιέργειας, κόπηκαν τα στελέχη των φυτά εκριζώθηκαν και μετρήθηκε το βάρος της ρίζας και τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4. Αριθμός ριζών και μέσο βάρος ρίζας ανά επέμβαση

Αναλογίες κόμποστ (lit/m <sup>2</sup> )	Αριθμός ριζών (φυτών) / επέμβαση	Μέσο βάρος ρίζας/ επέμβαση (gr)
0 lit/m <sup>2</sup> (Μάρτυρας)	54	290
5 lit/m <sup>2</sup>	66	260
10 lit/m <sup>2</sup>	66	220
20 lit/m <sup>2</sup>	72	312
40 lit/m <sup>2</sup>	66	280



Εικόνα 21 :Τελική μορφή ριζικού συστήματος (το οποίο μετρήθηκε)



Εικόνες 22, 23 : Όψη ριζικού συστήματος (αναλογία 40 lit/m<sup>2</sup>)



Εικόνα 24 : Όψη φυτών (αναλογία 40 lit/m<sup>2</sup> )



Εικόνα 25 : Όψη φυτών (αναλογία 20 lit/m<sup>2</sup> )



Εικόνα 26 : Όψη φυτών (αναλογία 10lit/m<sup>2</sup> )



Εικόνα 27 : Όψη φυτών (αναλογία 5 lit/m<sup>2</sup> )



*Εικόνα 28 : Όψη φυτών (Μάρτιος)*

## Ε. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η μεταβολή της θερμοκρασίας του υλικού κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης. Όπως μπορούμε να δούμε και στις δυο αναλογίες η θερμοκρασία παρουσίασε ραγδαία αύξηση από τις πρώτες ημέρες λειτουργίας του πειράματος. Η θερμοκρασία ήταν περίπου 70 °C από την 2<sup>η</sup> ημέρα μέχρι την 7<sup>η</sup> ενώ σταδιακά μειωνόταν από εκεί και έπειτα. Ωστόσο το υλικό διατηρήθηκε σε θερμοκρασίες πάνω από 50 °C για ακόμα μια εβδομάδα. Από τα αποτελέσματα αυτά μπορούμε να πούμε ότι τα υπολείμματα των χρυσανθέμων είναι εύκολα βιο-διασπάσιμα. Ο απαραίτητος χρόνος για την κομποστοποίηση του συγκεκριμένου υλικού είναι λιγότερος από 4 εβδομάδες.

Η υγρασία κατά την διάρκεια του πειράματος διατηρήθηκε σχετικά σταθερή στο 60% με την προσθήκη νερού σε κάθε γύρισμα. Η οργανική ουσία μειώθηκε συνολικά κατά 31,7 % στο υλικό με τα χρυσάνθεμα και 38,2 % στο μείγμα κλαδοκάθαρων-χρυσανθέμων 1:1.

Όπως δείχνουν οι εικόνες 21 και 22, η προσθήκη κόμποστ στην μεγαλύτερη αναλογία (40 lit/m<sup>2</sup>) εμφάνισε έντονη βλαστογένεση από το υπόγειο τμήμα του βλαστού του φυτού. Η προσθήκη κόμποστ 20 lit/m<sup>2</sup> έδωσε το βαρύτερο ριζικό σύστημα των φυτών.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η προσθήκη κόμποστ σε ποσότητα 20-40 λ/τ.μ συνέβαλε στην καλύτερη ανάπτυξη τόσο του ριζικού συστήματος όσο και των ανθικών στελεχών και άρα στην ποιότητα των χρυσανθέμων.

## ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΣΕΛ 1-29

1. Alexander, M. (1977). *Introduction to soil Microbiology*. John Wiley, New York.
2. Bunt, A.C. (1976), *Modern potting composts*. George Allen and Unwin Ltd, London.
3. Cappaert, I. Verdonck, O. and Boodt, M. (1976a). *Composting of bark from pulp mills and the use of bark compost as a substrate for plant breeding*. *Compost Sci.*, 17 (4): 6-9.
4. Chang, Y. and Hudson. H.J. (1967). *The fungi of wheat straw compost*. *Trans Br.mycol.Soc.*, 50 (4):649-666.
5. Chang, Y. (1967). *The fungi of wheat straw compost*. *Trans Br.mycol.Soc.*, 50 (4):667-677.
6. Colueke, C.G. (1972). *"Composting". A study of the process and its principles*. Rodate Press, Emmaus, Pennsylvania.
7. Cotaas, H.B. (1956). *"Composting" Sanitary disposal and rectamation of organic wastes*. World Health Organization No 31.
8. Gray, K.R. and Biddlestone, A.J. (1974). *Decomposition of urban waste* pp.743-775. In Dickinson, G.H. and Pugh, G.J.F. (1974). *Biology of plant litter decomposition*, 2. Academic Press, London New York.
9. Hanan, J.J., Holley, W.D. and Goldsberry, K.L. (1978). *Greenhouse managment*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
10. Hoiting, H.A.J., Herr, L.J. and Schmitthenner, A.F. (1975). *Composted hard wood bark container media for control of root rots of ornamentals*. *Proceedings Am.Phytopathological Society* 2. p.39 (abstract).
11. Kononova, A.M.M. (1961). *Soil organic matter*. Pergamon Press, Oxford, London.
12. Κουγέας, Β. (1977). *Μικροβιολογία του εδάφους*. Μαθήματα για τους φοιτητές, Α.Γ.Σ.Α., Αθήνα
13. Κουκουλάκης, Πρ. (1971). *Εισαγωγή στην οργανική ουσία του εδάφους*.
14. Μανιός, Β. (1979). *Διερεύνηση δυνατότητας παρασκευής φυτοχώματος από εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα*. Διδακτορική διατριβή.
15. Νιάβης, Κ. (1968). *Εισαγωγή εις την μορφολογίαν των φυτών*. Κυτταρολογία. Αθήνα
16. Πουλοβασιλης, Α. (1977). *Σημειώσεις για το εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής*. Α.Γ.Σ.Α., Αθήνα.

17. Russell, E.W. (1973). *Soil conditions and plant growth*. Tenth edition. Longman, London and New York.
18. Steel, Elizabeth P. (2000). Τα μυστικά του γόνιμου εδάφους ( Secret of great soil). Ψυχάλου, Αθίνα.

### ΣΕΛ 30 - 58

1. Accati-Garibaldi, E., Kofranek, A.M. & Sachs, R.M. (1977). Relative efficiency of fluorescent and incandescent lamps in inhibiting flower induction in *Chrysanthemum morifolium* «Albatros». *Acta Hort.* 68, 51-58.
2. Ben-Jaacor, J. & Langhans, R.W. (1969). After-lighting of Chrysanthemums. N.Y. State Flower Grow. bull. 285, 1-3.
3. Cathey, H.M. (1954). Chrysanthemum temperature study. B. Thermal modifications of photoperiods previous to and after flower bud initiation. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 64, 492-498.
4. Cathey, H.M. (1955). Temperature guide to Chrysanthemum varieties. N.Y. State Flower Grow. bull. 119, 1-4.
5. Cathey, H.M. (1957). Chrysanthemum temperature study F. The effect of temperature upon the critical photoperiod necessary for the initiation and development of flowers of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Am.Soc. Hortic.Sci.* 69, 457-461.
6. Furuta, T. (1954). Photoperiod and flowering of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc.Am.Hortic.Sci.* 63, 457-461.
7. Horst, R.K. & Nelson, P.E. (1977). Diseases of *Chrysanthemum morifolium*. Cornell Univ., Inf.bull. 85, Ithaca, New York.
8. Kofranek, A.M. & Halevey, A.H. (1974). Minimum number of short days for production of high quality standard Chrysanthemums. *Hort. Science.* 9, 543-544.
9. Kofranek A.M. & Lunt, O.R. (1966). Mineral nutrition programs for ornamentals. *Florists' Rev.* 138 (3577), 15-16, 63 - 67.
10. Langhans, R.W. ed (1964). Chrysanthemums, A Manual of Culture. Insects and Economics of Chrysanthemums.
11. Laurie, A., Kiphinger, D.C. & Nelson, K.C. (1979). *Commercial Flower Forcing*, 8<sup>th</sup> ed. McGraw-hill, New York.



12. Marousky, F.J. (1971). Handling and opening bud-cut Chrysanthemum flowers with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. U.S. Dep. Agric. Mark Res. Rep. No 905.
13. Mastalerz, J.W. (1977). The Greenhouse Environment. Wiley, New York.
14. Post, K. (1977). Year round Chrysanthemum production. Proc.Am.Soc.Hortic.Sci. 49, 417-419.
15. Post, K. (1950). Controlled photoperiod and spray formation of chrysanthemums. Proc.Am.Soc.Hortic.Soc. 55, 467 - 472.
16. Post, K. & Fischer, C.W. Jr (1952). Commercial storage of cut flowers. N.Y. State Cxt.Bull. 853, 1-14.
17. Zacharioudakis, J.N. & Larson, S.A. (1972). Chemical removal of lateral buds of Chrysanthemums morifolium. Rannat.Hortic.Science, 11, 36-37.
18. Παπαδημητρίου Μιχάλης, 1992. Ανθοκομία II. Ηράκλειο.