

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ : ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

Π Τ Υ Χ Ι Α Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

«Τα οργανικά και ανόργανα υποστρώματα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Η γεωργική αξιοποίηση αποβλήτων ελαιουργείων - Δοκιμαστική χρήση προϊόντος βιομετατροπής τους σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες».

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Μαρκόπουλος Κυριάκος

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: Παπανδριανού Μαρία

Τσερπέ Βασιλική

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 1997

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
----------	---

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
----------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

1.1 ΚΟΠΡΟΣ	10
1.1.1 Η διατήρηση της κόπρου	12
1.1.2 Επεμβάσεις κατά τη ζύμωση	12
1.2 ΤΥΡΦΗ (Peat)	13
1.3 ΑΛΛΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	17
1.3.1 Υπολείμματα ξύλου	18
1.3.2 Φλοιοί δέντρων	18
1.3.3 Τα πριονίδια	19
1.3.4 Υπολείμματα ελαιουργίας	19
1.4 Compost - ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	19
1.4.1 Τι είναι κομποστοποίηση	20
1.4.2 Τι μπορεί να κομποστοποιηθεί	21
1.4.3 Φάσεις της κομποστοποίησης	23
1.4.4 Τεχνικές της κομποστοποίησης	25
1.4.5 Πλεονεκτήματα κομποστοποίησης	26
1.4.6 Παρασκευή Compost από Δημοτικά Απορρίμματα	27
1.5 ΦΥΤΟΧΩΜΑΤΑ	34
1.5.1 Φυλλόχωμα (Leaf mold)	34
1.5.2 Δασοχώματα	35
1.5.3 Καστανόχωμα	36
1.5.4 Σχινόχωμα	36
1.5.5 Ερεικόχωμα	36
1.5.6 Κουμαρόχωμα	37
1.5.7 Τσιπουρόχωμα	37

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

2.1 ΠΕΡΛΙΤΗΣ	38
2.1.1 Το ορυκτό περλίτης	38
2.1.2 Ο διογκωμένος περλίτης	39
2.2 ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ	44
2.3 ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑ	46
2.4 ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΕΣ	47
2.4.1 ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ	48
2.4.1.1 Πρώτη ύλη, παρασκευή και σύσταση	48
2.4.1.2 Ιδιότητες	49
2.4.2 ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ	53
2.5 ΑΜΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΙ	54
2.5.1 ΑΜΜΟΣ	54
2.5.2 ΧΑΛΙΚΙ	56
2.6 ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΑΡΓΙΛΛΟΣ	56
2.7 ΖΕΟΛΙΘΟΙ	57
2.8 ΠΛΑΣΤΙΚΑ	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΙΓΜΑΤΑ

3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ	60
3.2 ΕΔΑΦΙΚΑ ΜΕΙΓΜΑΤΑ	62
3.2.1 Πλεονεκτήματα εδαφικών μειγμάτων	65
3.2.2 Μειονεκτήματα εδαφικών μειγμάτων	65
3.3 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΜΕΙΓΜΑΤΑ (ΚΟΜΠΟΣΤΕΣ - COMPOSTS)	66
3.3.1 Παρασκευή συνθετικών μειγμάτων	66
3.3.2 Πλεονεκτήματα συνθετικών μειγμάτων	71
3.3.3 Μειονεκτήματα συνθετικών μειγμάτων	71
3.4 ΕΔΑΦΙΚΑ ΜΕΙΓΜΑΤΑ ή ΕΤΟΙΜΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

4.1 Η ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	75
---	----

4.1.1 Τύρφη	75
4.1.2 Περλίτης και Βερμικουλίτης	77
4.1.3 Πετροβάμβακας	80
4.1.4 Άμμος	85
4.1.5 Κόπρος	86
4.1.6 Φυτοχώματα	87
4.1.7 Πλαστικά	89
4.1.8 ΚΥΒΟΙ ΑΠΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	90
4.2 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	92
4.2.1 Γενικές έννοιες και ορισμοί	92
4.2.2 Υποστρώματα Υδροπονίας	92
4.2.3 Συστήματα Υδροπονικών καλλιεργειών	95
4.2.4 Ταξινόμηση	96
4.2.5 Στατιστικά στοιχεία	99
4.2.6 Δυνατότητες διάδοσης της υδροπονίας στην Ελλάδα.	101

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

1.1 ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ	104
1.1.1 Τύποι Γεωργικών Λυμάτων	105
1.2 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ	107
1.2.1 Τα υγρά απόβλητα (λιόζουμα, κασιίγαρος)	109
1.3 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ	114
1.3.1 Ρυπαντική ικανότητα αποβλήτων	116
1.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ή ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΑΕ	117
1.4.1 Βιολιπασματοποίηση αποβλήτων	120
1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΟΧΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ	126
1.5.1 Κομποστοποίηση	126
1.5.2 Συγκομποστοποίηση (co-composting)	127
1.5.3 Συστήματα κομποστοποίησης	130
1.5.4 Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών	130
1.5.5 COMPOST φύλλων ελιάς	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ

2.1 Υλικά - Μέθοδοι	133
2.2 Αποτελέσματα - Συζήτηση	138
2.3 Συμπεράσματα	147
Βιβλιογραφία	149
Παράρτημα	

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της παρούσης εργασίας που μας ανατέθηκε στα πλαίσια της υποχρέωσής μας για την ολοκλήρωση των σπουδών μας στο Τ.Ε.Ι Καλαμάτας αποτελείται από δυο μέρη.

Στο πρώτο μέρος γίνεται μια περιγραφή των διαφόρων κατηγοριών υποστρωμάτων και εδαφικών ή άλλων μειγμάτων που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Ακολουθεί γενική παρουσίαση της χρήσης των υποστρωμάτων σε διάφορες καλλιέργειες με ειδική αναφορά στην υδροπονία.

Στο δεύτερο μέρος, γίνεται αρχικά μια πλήρης περιγραφή για τα απόβλητα των ελαιουργείων, τη ρύπανση που προκαλούν στο περιβάλλον εάν απορρίπτονται ελεύθερα στη φύση, και τις δυνατότητες αξιοποίησής τους με σκοπό την αποφυγή του παραπάνω προβλήματος. Στο τέλος παρατίθεται πειραματική εργασία που αφορά την δοκιμαστική χρήση βιολιπάσματος σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες τομάτας, μελιτζάνας, φασολιού και μαρουλιού και διατυπώνονται συμπεράσματα από τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν. Σημειώνουμε ότι το πειραματικό μέρος σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Π. Καραβίτη και με την εποπτεία του καθηγητή Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Κ. Μπαλή.

Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής και ιδιαίτερα του πειραματικού μέρους θα ήταν επομένως αδύνατη εάν δεν είχαμε την αμέριστη συμπαράσταση και διευκόλυνση του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας στο οποίο πραγματοποιήσαμε την πρακτική μας άσκηση.

Για τη συμβολή και τη βοήθεια που είχαμε στην όλη μας προσπάθεια για την ανάπτυξη του θέματός μας και την τελική σύνταξη της εργασίας μας θεωρούμε υποχρέωσή μας να ευχαριστήσουμε ειδικότερα τους εξής:

Τον καθηγητή μας κ. Κ. Μαρκόπουλο για την ανάθεση του θέματος και τις πολύτιμες συμβουλές του και την ηθική συμπαράσταση που μας έδειξε.

Τον κ. Π. Καραβίτη ερευνητή του Ινστιτούτου Ελαίας Καλαμάτας για την βοήθεια διεξαγωγής του πειράματος καθώς και για το μεγάλο του ενδιαφέρον για όλα τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν.

Τον κ. Ι. Καρύδη προϊστάμενο του Ινστιτούτου Ελαίας για την υποστήριξή του σε όλα τα θέματα, καθώς και όλους τους υπόλοιπους εργαζόμενους στο χώρο αυτό.

Τον κ. Κ. Μπαλή για το πολύτιμο βιβλιογραφικό υλικό σχετικά με το θέμα καθώς και για την άριστη συνεργασία του .

Τον κ. Σ. Βασιλειάδη καθηγητή του Τ.Ε.Ι Καλαμάτας για την βοήθειά του στην στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων.

Τους κ. Δ. Σάββα και κ. Β. Μανιό καθηγητές του Τ.Ε.Ι Άρτας και Ηρακλείου αντίστοιχα για την βιβλιογραφία που παρείχαν.

Επίσης όλους τους υπόλοιπους που βοήθησαν με μεγάλη κατανόηση.

Τελειώνοντας επισημαίνουμε ότι οποιαδήποτε ορθογραφικά , συντακτικά ή άλλα λάθη από τα οποία δεν μπορέσαμε να ξεφύγουμε βαρύνουν αποκλειστικά εμάς και όχι την οποιαδήποτε πηγή προέλευσης των στοιχείων μας ή τον επιβλέποντα καθηγητή μας.

Ακόμα αναφέρουμε ότι και οι δυο εργαστήκαμε το ίδιο και όλα τα θέματα τα αντιμετωπίσαμε μαζί, παρόλα αυτά την παρουσίαση του πρώτου μέρους την αναλαμβάνει η Τσερπέ Βασιλική και του δεύτερου μέρους η Παπανδριανού Μαρία.

Καλαμάτα 1997

ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο «υπόστρωμα» εννοούμε κάθε υλικό ή σκεύασμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη φυτών εκτός εδάφους. Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα, γενικά στην κηποκομία, μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- Υποστρώματα για την ανάπτυξη σποροφύτων.
- Υποστρώματα για την καλλιέργεια κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών (δρεπτά λουλούδια).
- Υποστρώματα για την ανάπτυξη καλλωπιστικών φυτών και θάμνων σε δοχεία.

Τη βάση των υποστρωμάτων μπορεί να αποτελέσουν υλικά οργανικής φύσης ή ανόργανης, τα οποία χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους είτε σε ανάμειξη μεταξύ τους.

Η εξακρίβωση, χρονολογικά, της έναρξης χρησιμοποίησης των υποστρωμάτων, είναι πολύ δύσκολη, δεδομένου ότι κατά καιρούς και σε διάφορα μέρη του κόσμου υπήρξαν διάφορες πρακτικές πάνω στο θέμα της παρασκευής και χρήσης των υποστρωμάτων. Η τύρφη, τα σάπια φύλλα και οι πευκοβελόνες έχουν χρησιμοποιηθεί πριν από πολλά χρόνια και από πολλούς καλλιεργητές στην ανάπτυξη φυτών Αζαλέας σε δοχεία, ενώ πειράματα για τη θρέψη της στα προηγούμενα υλικά αναφέρονται ότι έγιναν το 1892 στις Βερσαλλίες (Watson, 1913). Ο Laurie στο Ohio των Η.Π.Α πειραματίστηκε, προς το τέλος της δεκαετίας του 1920 και στις αρχές της δεκαετίας του 1930, πάνω στη χρήση μίγματος τύρφης και άμμου στην ανάπτυξη μεγάλου αριθμού φυτών, χωρίς όμως να υπάρξει συνέχεια έπ' αυτών των υποστρωμάτων στα επόμενα 20 χρόνια.

Η εισαγωγή των John Innes Composts από τους Lawrence and Newell το 1934 έδωσαν πολλά στην τυποποίηση και οργάνωση του μεγάλου αριθμού υλικών που χρησιμοποιούνταν. Πάνω από σαράντα χρόνια εμπειρίας με αυτά τα υποστρώματα έχουν δείξει ότι, εάν ετοιμαστούν και χρησιμοποιηθούν σωστά, μπορούν να αποκτηθούν πολύ καλά αποτελέσματα. Όμως σήμερα υλικά τα οποία σχηματίζουν τη βάση των John Innes Composts είναι πολύ ακριβά είτε πολύ δύσκολο να αποκτηθούν στην κατάλληλη ποιότητα και επαρκή ποσότητα. Συνεπώς οι καλλιεργητές έχουν αναγκαστεί να αποζητήσουν άλλα υλικά όπως η τύρφη, ο περλίτης, ο βερμικουλίτης κ. α.

Γενικά, όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε δοχεία οι ρίζες τους είναι περιορισμένες σε μικρό όγκο υποστρώματος, επομένως οι απαιτήσεις τους σε νερό,

αέρα και θρεπτικά στοιχεία είναι πολύ περισσότερο εντατικές από φυτά που αναπτύσσονται στο έδαφος και έχουν μια απεριόριστη δυνατότητα επέκτασης των ριζών και απείρως μεγαλύτερο όγκο χώματος για να αναπτυχθούν. Έχει εδώ και καιρό αναγνωριστεί από ερασιτέχνες και επαγγελματίες καλλιεργητές ότι χρησιμοποιώντας απλά (ένα κοινό) χώμα κήπου σε γλάστρα χωρίς καμιά βελτίωση των φυσικών του ιδιοτήτων ή των θρεπτικών στοιχείων που περιέχει θα δώσουν φτωχά αποτελέσματα. Οι καλλιεργητές παραδοσιακά έχουν χρησιμοποιήσει υλικά όπως φυλλόχωμα, αποσυντιθεμένη κοπριά ζώων, τύρφη, άμμο, χαλίκι σαν πρόσθετα στα εδάφη για την βελτίωση των φυσικών τους ιδιοτήτων.

Το υπόστρωμα παγκόσμια αναγνωρίζεται σαν μια από τις θεμελιώδους λίθους πάνω στο οποίο στηρίζεται η επιτυχημένη ανάπτυξη των φυτών. Η παροχή των σωστών φυσιολογικών και θρεπτικών συνθηκών είναι σημαντική τόσο για καρπούς όπως π.χ η τομάτα, η οποία παραμένει σε γλαστράκια για λίγες εβδομάδες πριν φυτευτεί στην οριστική της θέση στο θερμοκήπιο, όσο και για φυτά όπως το κυκλάμινο, τα οποία περνούν όλη τη ζωή τους σε γλάστρες.

Για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών τα υποστρώματα πρέπει να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, ώστε να δημιουργείται το κατάλληλο περιβάλλον για τη βλάστηση των σπόρων και την αύξηση των νεαρών φυτών. Συγκεκριμένα έχει ιδιαίτερη σημασία:

- Να συγκρατούν την αναγκαία ποσότητα νερού και ταυτόχρονα να περιέχουν αέρα σε αρκετό ποσοστό, ώστε να καλύπτονται οι υδατικές ανάγκες του φυτού, αλλά και η ρίζα να αερίζεται κανονικά (καλό πορώδες).
- Να έχουν το κατάλληλο pH (οξύτητα), ανάλογα με το καλλιεργούμενο φυτό.
- Να έχουν μικρή περιεκτικότητα σε άλατα και να μην περιέχουν τοξικές ουσίες.
- Να είναι εφοδιασμένα με τα κατάλληλα θρεπτικά στοιχεία, ανάλογα με τη χρήση τους (για σπορά ή ανάπτυξη) και να έχουν καλή ρυθμιστική και εναλλακτική ικανότητα, ώστε τα στοιχεία να προσλαμβάνονται εύκολα από τα φυτά.
- Να θερμαίνονται και να απολυμαίνονται εύκολα, χωρίς να μεταβάλλεται η δομή τους.
- Να είναι απαλλαγμένα από σπόρους ζιζανίων και από παθογόνα (νηματώδεις, μύκητες, βακτήρια).
- Να είναι συμπαγή τόσο που να μπορούν τα φυτά, τα μοσχεύματα ή οι σπόροι να συγκρατούνται στη θέση τους.
- Να μην αποσυνθέτονται εύκολα με το χρόνο.
- Να είναι εύκολα στην εφαρμογή τους και φθηνά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Τα οργανικά υλικά έχουν προέλευση είτε φυτική (υπολείμματα φυτών) είτε ζωική (κοπριάς). Από τα οργανικά υλικά τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα στην παρασκευή υποστρωμάτων είναι τα ακόλουθα:

1.1 ΚΟΠΡΟΣ (Manure)

Η κόπρος ή κοπριά των ζώων αποτελεί την κύρια πηγή οργανικής λίπανσης. Είναι μείγμα από την στρωμνή των ζώων (άχυρο, τύρφη κ.τ.λ.), υπολείμματα τροφής και περιττώματα. Τα στοιχεία αυτά της κοπριάς μετά από ζύμωση που υφίστανται μετατρέπονται σε χούμο.

Η αξία της κόπρου είναι μεγάλη. Το μόνο πρόβλημα σήμερα είναι η δυσκολία εξεύρεσής της. Εκτός του ότι περιέχει σημαντικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, η σημαντικότερη συμβολή της είναι η βελτίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, με αποτέλεσμα την καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του προς όφελος των φυτών.

Η περιεκτικότητα της κοπριάς σε θρεπτικά στοιχεία ποικίλλει ανάλογα με :

- Το είδος και την ηλικία των ζώων.
- Την σύνθεση της ζωτροφής.
- Το είδος της στρωμνής.
- Τον τρόπο και χρόνο διατήρησής της.

Κατά μέσον όρο η κόπρος περιέχει 0,4-0,8% N, 0,2-0,5% P₂O₅ και 0,2-0,4% K₂O. Η μέση περιεκτικότητα κατά είδος ζώου φαίνεται στον παρακάτω (πίνακα 1.1).

Πίνακας 1.1: Περιεκτικότητα υγρής κόπρου διαφόρων ειδών ζώων.

Είδος ζώου	Μέση περιεκτικότητα %			
	Νερό	N	P	K
Βοοειδή	80	0,65	0,20	0,45
Πρόβατα	65	0,80	0,20	0,70
Αλογα	60	0,70	0,50	0,60
Πουλερικά	75	2,00	1,50	0,85

Η κόπρος των χοίρων (όπως επίσης και τα ανθρώπινα κόπρανα) δεν θεωρείται κατάλληλη για λίπανση. Επίσης η κόπρος των πουλερικών δεν συνίσταται

γιατί παθαίνει αμέσως ζύμωση και χάνει το άζωτο υπό μορφή αμμωνίας, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί αν αποξηρανθεί αμέσως.

Οι ζωτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες (ψυχανθή κ.λ.π.), όταν δεν χρησιμοποιούνται πλήρως από τα ζώα και αποβάλλονται μερικώς, δίνουν κόπρο καλής ποιότητας και γρήγορης αποσύνθεσης. Αντίθετα τροφές πλούσιες σε υδατάνθρακες (π.χ. άχυρο) δεν συμβάλλουν στην παραγωγή καλής ποιότητας κόπρου, η οποία επί πλέον αποσυντίθεται αργά.

Ο ρόλος της στρωμνής είναι κυρίως η απορρόφηση των υγρών αποβλήτων και η δημιουργία ευχάριστου και άνετου περιβάλλοντος για τα ζώα. Από λιπαντικής πλευράς, η στρωμνή δεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία των υγρών αποβλήτων. Συνήθως χρησιμοποιείται ως στρωμνή άχυρο ή άλλα φυτικά υπολείμματα, καθώς και τύρφη, η οποία και κατακρατεί μεγάλες ποσότητες υγρών. Η ποσότητα της στρωμνής που χρειάζεται ανά ζώο την ημέρα είναι 3-5 κιλά για μεγάλα ζώα (αγελάδες, άλογα) και 0,2- 0,3 κιλά για μικρά (αιγοπρόβατα).

Η στρωμνή είναι απαραίτητη στο σχηματισμό της κόπρου γιατί, εκτός από τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει, χρησιμεύει ως πηγή άνθρακα απαραίτητου για τη δραστηριοποίηση των αποσυνθετικών μικροοργανισμών.

Η περιεκτικότητα διαφόρων υλικών στρωμνής σε βασικά θρεπτικά στοιχεία φαίνεται στον πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2: Περιεκτικότητα διαφόρων υλικών στρωμνής σε θρεπτικά στοιχεία.

Είδος υλικού	Περιεκτικότητα %		
	ξηράς	ουσίας	
	N	P	K
Άχυρο σιτηρών	0,50	0,20	1,00
Άχυρο ψυχανθών	1,85	1,20	1,30
Καλάμια	0,27	0,47	1,55
Φτέρη	1,44	0,20	0,11
Τύρφη	0,83	0,10	0,20
Πριονίδια	0,20	0,10	0,20

Η περιεκτικότητα του τελικού προϊόντος της κόπρου σε θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται κατά πολύ από τον τρόπο και χρόνο διατήρησής της.

Η κόπρος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί νωπή για λίπανση επειδή κατά τη ζύμωσή της εκλύονται φυτοτοξικές ουσίες. Χρησιμοποιείται αφού υποστεί τη διαδικασία της ζύμωσης (χώνεμα) και χουμποποιηθεί, οπότε παράγεται ένα νέο ομογενές προϊόν που έχει σκούρο χρώμα.

Κατά τη διαδικασία της ζύμωσης μπορεί να σημειωθούν μικρές ή μεγάλες απώλειες θρεπτικών στοιχείων, να εκτραπεί η ζύμωση ή και να διακοπεί. Κατά τη ζύμωση, η οποία αρχίζει αμέσως μετά την ανάμιξη των στερεών και υγρών αποβλήτων με τη στρωμνή, οι οργανικές ενώσεις αποσυντίθενται άλλες γρήγορα (π.χ. κυτταρίνες) και άλλες αργά (π.χ. λιγνίνες, πρωτεΐνες). Από την ουρία που περιέχεται στο μίγμα παράγεται αέρια αμμωνία η οποία ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την απώλεια αζώτου. Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη βοήθεια βακτηρίων (*Micrococcus urea*) και είναι εντονότερη υπό συνθήκες αυξημένης θερμοκρασίας. Στην εξωτερική επιφάνεια του σωρού της κόπρου επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες (50-65°C) λόγω της δράσης αερόβιων μικροοργανισμών, ενώ στο εσωτερικό οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες (35-40°C) λόγω επικράτησης αναερόβιων μικροοργανισμών.

Κατά τη διατήρηση της κόπρου μέχρι να ολοκληρωθεί η ζύμωση, κύρια επιδίωξη είναι ο περιορισμός των απωλειών σε θρεπτικά στοιχεία.

1.1.1 Η διατήρηση της κόπρου

Ο πιο σωστός τρόπος διατήρησης της κόπρου είναι η καθημερινή αποκομιδή και μεταφορά της σε ειδικό χώρο που έχει κατασκευασθεί για το σκοπό αυτό κοντά στο στάβλο και λέγεται κοπροσωρός.

Το σημείο όπου κατασκευάζεται ο κοπροσωρός πρέπει να είναι όσο το δυνατό σκιερό και προφυλαγμένο από ανέμους. Συνήθως κατασκευάζεται ένα τσιμεντένιο δάπεδο με δυο πλευρές με ελαφρά κλίση προς το εσωτερικό, όπου υπάρχει μικρό αυλάκι με σχάρα για την απομάκρυνση και την συγκέντρωση των υγρών αποβλήτων σε δεξαμενή. Οι διαστάσεις του δαπέδου είναι ανάλογες του αριθμού των εκτρεφόμενων ζώων.

Μετά από 5-10 μήνες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες ολοκληρώνεται η ζύμωση και η κόπρος είναι έτοιμη για χρήση. Στο στάδιο αυτό η χωνεμένη κόπρος έχει υφή χώματος, σκούρου χρώματος, τα δε επιμέρους υλικά της δεν ξεχωρίζουν (π.χ. άχυρα κ.λ.π.).

1.1.2 Επεμβάσεις κατά τη ζύμωση.

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης γίνονται επεμβάσεις κυρίως για τη ρύθμιση της υγρασίας και του αερισμού ή για την προσθήκη υλικών που περιορίζουν τις

απώλειες. Όταν η κόπρος περιέχει πολύ άχυρο, ξεραίνεται γρήγορα και χρειάζεται κατάβρεγμα για την εξασφάλιση της υγρασίας στους αποσυνθετικούς μικροοργανισμούς. Η υπερβολική όμως υγρασία, που φαίνεται από την εκροή πολλών υγρών, δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες και καθυστέρηση της ζύμωσης.

Όταν η θερμοκρασία του κοπροσωρού υπερβαίνει τους 50-55°C, συμπιέζεται, ώστε να περιορισθεί η αερόβια ζύμωση, αλλιώς θα έχουμε απώλειες αμμωνίας λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Αντίθετα όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή, αναποδογυρίζεται ο κοπροσωρός ή ανασηκώνεται με πηρούνες ή άλλα εργαλεία, ώστε να αυξηθεί ο αερισμός και επομένως η αερόβια ζύμωση.

Η έλλειψη αερισμού γίνεται αντιληπτή από την ανυπόφορη δυσσομία του κοπροσωρού, σημάδι ότι γίνεται αναερόβια ζύμωση κατά την οποία παράγονται δύσσομα αέρια.

Οι απώλειες σε άζωτο, που είναι πιθανό φαινόμενο κατά τη ζύμωση, οφείλονται στο σχηματισμό ανθρακικού αμμωνίου (NH₄)₂CO₃ από ουρία και άλλες αζωτούχες ουσίες (λευκώματα κ.λ.π.) με τη δράση βακτηρίων του γένους *Micrococcus*. Το ανθρακικό αμμώνιο είναι ευδιάλυτο και εύκολα διασπάται σε αμμωνία (NH₃) με την αντίδραση:



Η αμμωνία ως αέριο φεύγει, αλλά και αυτούσιο ανθρακικό αμμώνιο μπορεί να φύγει όταν ο κοπροσωρός είναι εκτεθειμένος στις βροχές του χειμώνα.

Για τη συγκράτηση των απωλειών σε άζωτο προσθέτουμε γύψο (CaSO₄), ο οποίος δεσμεύει την αμμωνία σε θειικό αμμώνιο, ή μπετονίτη (αργιλώδες πέτρωμα σε μορφή σκόνης) 2 - 3 κιλά ανά κυβικό μέτρο ή αργιλώδες χώμα 1-3%. Τα υλικά αυτά προστίθενται κατά το σχηματισμό του κοπροσωρού. Ο διασκορπισμός σκόνης ξυλοκάρβουνου βοηθά επίσης στη συγκράτηση των απωλειών του αζώτου.

1.2 ΤΥΡΦΗ (Peat)

Η τύρφη σχηματίζεται με την μερική αποδόμηση φυτών που αναπτύσσονται σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις, υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία και χαμηλή καλοκαιρινή θερμοκρασία ή στον πυθμένα λιμνών. Σε τέτοιες περιοχές, ελώδεις, με την πάροδο του χρόνου έχουν σχηματισθεί ολόκληρα κοιτάσματα, από τα οποία η τύρφη εξορύσσεται υφίσταται κάποια επεξεργασία (απολύμανση, άλεσμα, ομογενοποίηση, κ.λ.π.) και συσκευάζεται σε βιομηχανική κλίμακα. Οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων τυρφών συσχετίζονται με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και τα είδη των φυτών από τα οποία προέρχονται.

Τύρφη παράγεται κυρίως στη Ρωσία, Καναδά, Φιλανδία, Ιρλανδία, Πολωνία, Γερμανία, Σουηδία, Νορβηγία και Σκωτία. Στη χώρα μας βρίσκεται μαύρη τύρφη στον πυθμένα λιμνών που έχουν αποξηραθεί ή ελωδών εκτάσεων, όπως στα Τενάγη των Φιλιππών και στην περιοχή των Γιαννιτσών. Κατά την εξόρυξη της τύρφης, από τις εκτάσεις των βορείων ψυχρών περιοχών, αφαιρείται το επάνω στρώμα του εδάφους που φέρει τη βλάστηση και κάτω από αυτήν εξορύσσεται η ξανθιά τύρφη, το υλικό που δεν έχει αποσυντεθεί σε μεγάλο βαθμό και έχει πολλούς κενούς χώρους. Σε βαθύτερα στρώματα βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες η μαύρη τύρφη, που είναι περισσότερο αποσυντεθειμένη και έχει λιγότερους κενούς χώρους. Είναι τύρφη κατώτερης ποιότητας και τα χαρακτηριστικά της συνήθως βελτιώνονται με κατάψυξη. Η τύρφη είναι γενικά πολύ φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία, ενώ το pH της κυμαίνεται από 2 - 4.

Η ξανθιά τύρφη θεωρείται καλύτερης ποιότητας από την μαύρη γιατί η δομή της είναι αρκετά σταθερή, με συνέπεια η αποσύνθεσή της να λαμβάνει χώρα με αργούς ρυθμούς. Προέρχεται κυρίως από τη Ρωσία, αλλά και από αρκετές άλλες βορειοευρωπαϊκές χώρες

Έχει αυξημένο πορώδες (90 -95% του όγκου της) με καλή αναλογία μεταξύ μικρών και μεγάλων πόρων με συνέπεια να διακρίνεται από μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα. Έχει επίσης ικανοποιητική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, όμως στη φυσική της κατάσταση τα αρνητικά φορτία των κολλοειδών είναι κορεσμένα κυρίως με ιόντα υδρογόνου, με συνέπεια να είναι φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία και να έχει χαμηλό pH (3,5 - 4,0). Γι' αυτό η ξανθιά τύρφη, πριν χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα καλλιέργειας φυτών είτε αμιγής είτε σε μείγμα με άλλα υλικά, θα πρέπει απαραίτητα να αναμειγνύεται με μια μικρή ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) συνήθως 4 - 6 kg/m^3 για την ρύθμιση του pH της και λιπάσματα για τον εμπλουτισμό της σε θρεπτικά στοιχεία.

Η μαύρη τύρφη βρίσκεται σε πιο προχωρημένο στάδιο αποσύνθεσης από την ξανθιά τύρφη και γι' αυτό δεν έχει τόσο σταθερή δομή. Σε σύγκριση με την ξανθιά τύρφη έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος και πιο περιορισμένης έκτασης πορώδες, με συνέπεια η ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα να είναι μικρότερη. Αντίθετα, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων της μαύρης τύρφης είναι πολύ μεγάλη.

Μια άλλη διάκριση της τύρφης είναι ανάλογα με τις ομάδες φυτών από τα οποία προέρχεται και σύμφωνα με αυτό διακρίνεται στους παρακάτω δυο τύπους:

- α) Τύρφη Sphagnum, β) Τύρφη Sedge.

Μεταξύ των δυο τύπων υπάρχουν διαφορές ως προς τις φυσικές και χημικές ιδιότητες, όμως αυτό συμβαίνει ακόμα και στον ίδιο τύπο, όταν προέρχεται από διαφορετικές περιοχές.

Η τύρφη Sphagnum έχει περισσότερο σπογγώδη και ινώδη σύσταση και επομένως δίνει καλύτερο ισοζύγιο μεταξύ ποσοτήτων αέρα και νερού. Επίσης, αν και συνήθως έχει χαμηλότερο pH από την τύρφη Sedge, απαιτεί λιγότερο ασβέστιο για να αυξηθεί το pH μέχρι μια ορισμένη τιμή.

Η τύρφη Sedge έχει καλύτερες συγκολλητικές ιδιότητες και είναι καταλληλότερη για την κατασκευή κύβων τύρφης. Οι κύβοι ανάπτυξης νεαρών φυταρίων περιέχουν τουλάχιστον 50% κατ' όγκο τύρφη Sedge. Επίσης, στην τύρφη Sedge ο σχηματισμός νιτρικών συμβαίνει πολύ γρηγορότερα απ' ό,τι στην τύρφη Sphagnum. Αυτό σημαίνει ότι το «φρέσκο» μείγμα που γίνεται από τύρφη Sedge υπόκειται λιγότερο στη συσσώρευση αμμωνιακού αζώτου που θα μπορούσε να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στα νεαρά φυτά. Ακόμα η τύρφη Sedge έχει συνήθως περισσότερα μικρο- και μακρο-στοιχεία απ' ό,τι η τύρφη Sphagnum.

Στις Η.Π.Α. ο προσδιορισμός των εισαγόμενων τυρφών αναθεωρήθηκε το 1961. Τότε η American Society for Testing Materials (ASTM) πρότεινε ένα νέο σύστημα για την κατάταξη των τυρφών βασισμένο στη γενετική καταγωγή των φυτών προέλευσής τους και στην περιεκτικότητά τους σε ίνες. Στο σύστημα αυτό περιγράφονται πέντε τύποι τύρφης:

- Sphagnum Moss Peat (Peat Moss): Ο τύπος αυτός της τύρφης προέρχεται από βρύα (moss), κυρίως του γένους Sphagnum. Σύμφωνα με την ASTM, ένα ξηραμένο δείγμα τύρφης αυτού του τύπου, περιέχει πάνω από 75% κατά βάρος ίνες βρύων Sphagnum. Οι ίνες είναι στελέχη και φύλλα του Sphagnum στα οποία η κυτταρική δομή είναι αναγνωρίσιμη. Ακόμη η οργανική ουσία είναι πάνω από 90% σε ξηρή βάση.
- Hyrnum Moss Peat: Πρόκειται και πάλι για τύρφη βρύων αλλά του γένους Hyrnum. Προέρχεται από την μερική αποσύνθεση βλαστών και φύλλων διαφόρων ειδών βρύων του παραπάνω γένους και μπορεί να βρίσκεται σε μικρή αναλογία μέσα στην ξανθιά τύρφη και να αποσυντίθεται ταχύτερα από αυτή. Είναι καλό υλικό για εδαφικά μείγματα φυτών σε γλάστρες.
- Read - Sedge Peat: Πρόκειται για τύρφη καλαμιών και βούρλων. Είναι συνήθως λεπτότερη στην υφή, λιγότερο όξινη και λιγότερο ινώδης από τις προηγούμενες τύρφες με χρώμα σκούρο καφέ ή μαύρο. Ο μεγάλος βαθμός αποσυνθέσεως, η

λεπτή υφή και η έλλειψη ινών καθώς και η παρουσία κολλοειδών ουσιών, αργίλου κ.λ.π. την κάνουν ακατάλληλη για εδαφικά μείγματα.

- Peat Humus: Η περιεκτικότητά της σε ίνες είναι κάτω του 33,3% του ξηρού βάρους της.
- Other Peat: Σε αυτή την κατηγορία ανήκου όλες οι υπόλοιπες τύρφες που δεν μπορούν να καταταχθούν σε μια από τις προηγούμενες κατηγορίες.

Σημείωση: Ως ίνες θεωρούνται όλα τα φυτικά υπολείμματα που δεν περνούν από κόσκινο των 100 mesh.

Οι Kivinen and Ruustjarvi (1972) στην προσπάθειά τους να εισάγουν ένα σύστημα κατάταξης των τυρφών με διεθνή αποδοχή πρότειναν το ακόλουθο σύστημα βασισμένο στη βοτανική σύνθεση της τύρφης και ακόμη στο βαθμό αποδόμησής της:

1. Sphagnum moss peat
2. Hyrnym moss peat.
3. Sedge peat.
4. Forest peat.
5. Black peat (peat humus).

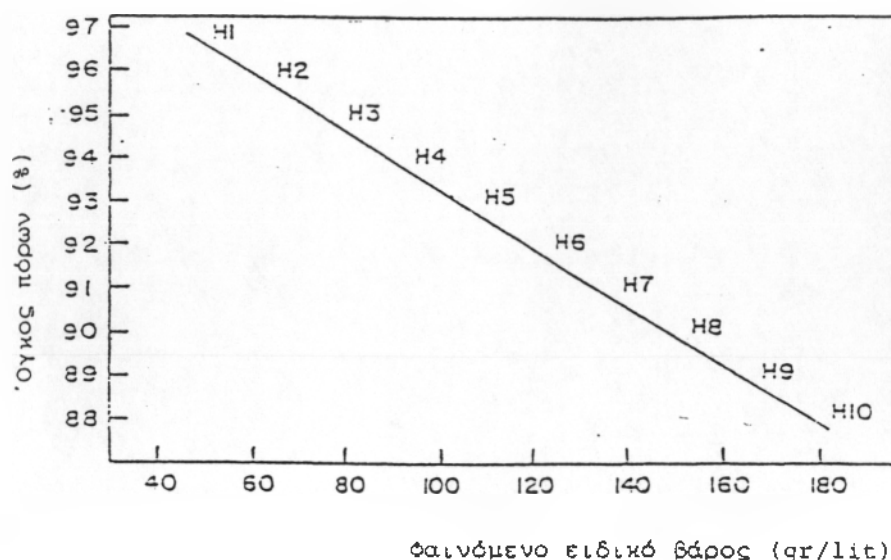
Η κατάταξη των τυρφών ανάλογα με το βαθμό αποδόμησής τους, βασισμένη στην κλίμακα Von Post είναι η ακόλουθη:

<u>Κατηγορία</u>	<u>Βαθμός αποδόμησης</u>
Light peat (ξανθιά τύρφη)	H 1 - 3
Dark peat (σκούρα τύρφη)	H 4 - 6
Black peat (μαύρη τύρφη)	H 7 - 10

Η τύρφη που εισάγεται στη χώρα μας ανήκει στον τύπο Sphagnum moss peat και από πλευράς βαθμού αποδόμησης στην κατηγορία Light peat.

Πίνακας 1.3 : Κυριότερες ιδιότητες της τύρφης από βρύα (Sphagnum moss peat). (A. C. Bunt 1976, Modern Potting Composts).

Φαινόμενο ειδικό βάρος gr/lt	60 - 100
Όγκος πόρων %	> 96
Οργανική ουσία %	> 98
Στάχτη %	< 2
Ολικό άζωτο % κατά βάρος	0,5 - 2,5
Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (meq/100gr)	110 - 130
pH (υδατικό εκχύλισμα)	3,5 - 4
Βάρος μπάλας kg	56
Όγκος μπάλας lt	360
Περιεχόμενο νερό στη μπάλα	
σε υγρή βάση %	50 - 60
σε ξηρή βάση %	100 - 150



Διάγραμμα 1.1: Σχέση μεταξύ του βαθμού αποδόμησης, όγκου πόρων και φαινόμενου ειδικού βάρους της τύρφης. (V. Ruustjarvi and R. A. Robertson 1975, Peat in Horticulture).

1.3 ΆΛΛΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Αν και η τύρφη είναι το πιο σημαντικό από τα οργανικά υλικά στην παρασκευή υποστρωμάτων, διάφορα άλλα υλικά χρησιμοποιούνται επίσης, όπως οι πευκοβελόνες, οι φλοιοί δένδρων, το πριονίδι και τα οργανικά υπολείμματα καλλιεργειών π.χ. φλούδες φασολιών και ρυζιού.

Συχνά η επικράτηση ενός συγκεκριμένου υλικού σχετίζεται με την τοπική του διαθεσιμότητα, το κόστος και επίσης την τοπική εμπειρία στην χρήση του. Ορισμένα υλικά χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για συγκεκριμένες καλλιέργειες π.χ. πευκοβελόνες χρησιμοποιούνται εκτενώς από καλλιεργητές αζαλέας στην Γερμανία και στο Βέλγιο, ενώ οι φλοιοί δέντρων συχνά χρησιμοποιούνται από καλλιεργητές ορχιδέας.

Στη συνέχεια ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των περισσότερο διαδεδομένων οργανικών υλικών:

1.3.1 Υπολείμματα ξύλου

Προέρχονται από τη βιομηχανία ξύλου και χαρτιού. Τα κυριότερα προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν πριν από τη χρησιμοποίησή τους ως υλικά υποστρωμάτων είναι:

- Η παρουσία των φυτοτοξικών ουσιών που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των φυτών. Για να μειωθεί η φυτοτοξική δράση των υπολειμμάτων του ξύλου απαιτείται ένα χρονικό διάστημα περίπου 5 μηνών.
- Η σχέση C/N είναι πάρα πολύ υψηλή και για να μην παρατηρηθεί έλλειψη αζώτου από το υπόστρωμα, απαιτείται η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων βραδείας απόδοσης ή η χουμποποίηση. Στην πράξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί 1 kg $\text{NH}_4\text{NO}_3/\text{m}^3$ ή 2 kg/m³ λιπάσματος βραδείας απόδοσης, τύπου 20-15-5-6.

1.3.2 Φλοιοί δέντρων

Στις διάφορες βιομηχανίες παρασκευής χαρτοπολτού ή άλλες ξυλουργικές βιομηχανίες, περισσεύουν σαν ανεπιθύμητα υλικά οι φλοιοί δέντρων, οι οποίοι, μετά από μια κατάλληλη επεξεργασία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υλικό εδαφικών μιγμάτων. Σήμερα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε παγκόσμια κλίμακα, για τη βελτίωση του αερισμού και των συνθηκών στράγγισης των εδαφικών μιγμάτων, σε αντικατάσταση της τύρφης.

Πιθανά προβλήματα, που συνδέονται με τη χρήση των φλοιών δέντρων, είναι η φυτοτοξικότητα, ανόργανη ή οργανική προέλευσης, και η πρόσκαιρη έλλειψη αζώτου.

Η σημαντικότερη φυτοτοξικότητα ανόργανη προέλευσης προέρχεται από περίσσεια μαγγανίου. Η ένταση της τοξικότητας εξαρτάται από το είδος των φυτών που καλλιεργούνται, το pH του μείγματος, την ποσότητα του φλοιού στο μείγμα, τα είδη των δέντρων από τα οποία προέρχεται ο φλοιός, τον τύπο του εδάφους στο οποίο αναπτύχθηκαν, καθώς και από τη μέθοδο αποφλοιώσης και περαιτέρω χειρισμών.

Αν ο φλοιός ζυμωθεί κατάλληλα πριν από τη χρησιμοποίησή του, τότε μπορεί να αποφευχθεί η τοξικότητά του. Κατά τη ζύμωση του φλοιού, απαιτείται προσθήκη υπερφωσφορικού και αζωτούχου λιπάσματος. Αν το pH είναι χαμηλό χρειάζεται και η προσθήκη ασβέστου. Η ποσότητα του ανταλλάξιμου μαγγανίου στο φλοιό, σύμφωνα με τα νορβηγικά πρότυπα, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 200 ppm.

Η οργανικής προέλευσης τοξικότητα προέρχεται από διάφορες οργανικές ουσίες, που η χημική τους σύνθεση ποικίλλει, ανάλογα με το είδος του φλοιού. Φαινολικές ενώσεις (κυρίως τανίνες) είναι γνωστό ότι περιορίζουν την ανάπτυξη των φυταρίων. Οι ουσίες αυτές γίνονται αδρανείς μετά τη ζύμωση του φλοιού.

Με τη χρησιμοποίηση του φλοιού και ιδιαίτερα του πριονιδιού στο υπόστρωμα, μπορεί να παρουσιαστεί πρόσκαιρη έλλειψη αζώτου. Η έλλειψη αυτή παρουσιάζεται γιατί αρχίζει αμέσως η αποδόμηση μέρους των οργανικών ουσιών του φλοιού και το άζωτο που προσθέτουμε για τα φυτά χρησιμοποιείται προσωρινά από τα βακτήρια και μύκητες που κάνουν την αποδόμηση. Το άζωτο αυτό θα δοθεί αργότερα στην καλλιέργεια με την καταστροφή των περισσότερων μικροοργανισμών. Και αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με τη σωστή ζύμωση του φλοιού πριν τη χρησιμοποίησή του.

Κάτι άλλο που πρέπει να έχει κανείς υπόψη του όταν χρησιμοποιεί υπόστρωμα από φλοιό, είναι ότι μερικοί αυξητικοί παράγοντες που εφαρμόζονται με διαβροχή στο υπόστρωμα αδρανοποιούνται κατά ένα μέρος.

Ο φλοιός φαίνεται να είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη δυνατότητα να αντικαταστήσει την τύρφη και να σταματήσει την εξάρτηση της κηποκομίας από αυτή.

1.3.3 Τα πριονίδια

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αμιγή μορφή ή σε μείγμα. Προηγουμένως απαιτείται ένα χρονικό διάστημα 6 - 12 μηνών για την κομποστοποίησή τους (στην αρχή της διαδικασίας θα πρέπει να προστίθεται 2 % επί της ξηράς ουσίας, άζωτο). Το υπόστρωμα από πριονίδια είναι ελαφρύ και εύκολο στο χειρισμό του, δε διαστέλλεται, έχει pH 4,2 - 6 και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για 2 - 6 καλλιεργητικές περιόδους. Όμως τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει είναι: ετερογένεια, δυσκολία στην απολύμανσή του, κακός αερισμός (κίνδυνος ασφυξίας των φυτών), ύπαρξη ρητινών που μπορεί να αποβούν τοξικές, ανάγκη χουμποποίησης και τέλος, κίνδυνος έλλειψης αζώτου αν δεν γίνει καλά η προετοιμασία.

1.3.4 Υπολείμματα ελαιουργίας

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υποστρώματα καλλιέργειας μετά από κομποστοποίηση. (Στο δεύτερο μέρος της παρούσας εργασίας που ακολουθεί θα γίνει εκτενέστερη περιγραφή των δυνατοτήτων χρήσης τους).

Όλα τα παραπάνω υλικά για να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία ως υποστρώματα καλλιέργειας πρέπει να περάσουν από μια διαδικασία κομποστοποίησης η οποία περιγράφεται στη συνέχεια.

1.4 Compost - ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για ομοιογενή και σταθερής ποιότητας καλλιεργητικά υποστρώματα από τη μια μεριά, αλλά και διατήρησης της γονιμότητας

των εδαφών γενικότερα από την άλλη, έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση μεθόδων αξιοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων για την παραγωγή υψηλής ποιότητας υποκατάστατων και οργανικών βελτιωτικών εδάφους και λιπασμάτων με τη μέθοδο της «κομποστοποίησης». Παράλληλα τα συνεχώς μεγάλα προβλήματα διάθεσης των αστικών απορριμμάτων, της εξοικονόμησης ενέργειας, της αποκατάστασης και διατήρησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος προϋποθέτουν την εφαρμογή αποτελεσματικών και περιβαλλοντικά φιλικών μεθόδων διαχείρισης. Η κομποστοποίηση και στις δυο περιπτώσεις έρχεται να συμπληρώσει μια κυκλική διαδικασία που έχει διακοπεί. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σαν σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων, είτε σαν σύστημα διαχείρισης και αποκατάστασης της γονιμότητας του εδάφους.

1.4.1 Τι είναι κομποστοποίηση

Κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης έχουμε σαν αποτέλεσμα τα εξής:

1. Τον σχηματισμό ενός πλήθους μεταβολικών προϊόντων και κλασμάτων, όπως χουμικών ουσιών και λιγνο-πρωτεϊνών,
2. την απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων από οργανικές ενώσεις και μεταφορά τους σε διαλυτά ή αδιάλυτα ανόργανα άλατα, και
3. την έκλυση αερίων, όπως διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνίας, μεθανίου, υδρόθειου ή οξειδίων του αζώτου.

Ο όρος «κομπόστα» (compost) περιελάμβανε μέχρι πολύ πρόσφατα ετερόκλιτα προϊόντα παραγόμενα τόσο υπό αερόβιες όσο και υπό ζυμωτικές και αναερόβιες συνθήκες. Αυτή η χρήση του όρου προκαλεί σύγχυση δεδομένου ότι η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης ακολουθεί οπωσδήποτε διαφορετικές πορείες, περνάει από διαφορετικά στάδια και κατά συνέπεια τα προϊόντα τους θα πρέπει να προσδιορίζονται σαφέστερα με πιο πρόσφορους όρους.

Η σύγχυση οφείλεται κατά πολύ στην αντίληψη ότι η χουμοποίηση, επειδή αποτελεί φυσική διεργασία, είναι αναπόσπαστη και αναγκαία φάση κάθε βιοαποδομητικής πορείας. Η απλούστευση αυτή οδηγεί σε διπλό σφάλμα. Κατ' αρχήν, αν μια διεργασία συμβαίνει να είναι φυσική, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι και αναγκαία. Έπειτα, και αν ακόμα συμμετέχει στην πορεία ενός φυσικού φαινομένου, αυτό από μόνο του δεν επαρκεί για να προσδιορίσει το τελικό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, η καζείνοποίηση η οποία επίσης είναι μια φυσική διεργασία, δεν επαρκεί από μόνη της για τον χαρακτηρισμό κάθε αλλοιωμένου γάλακτος ως τυριού. Έπειτα, η χουμοποίηση δεν αντιπροσωπεύει κάποια αναγκαία πορεία

αποικοδόμησης της οργανικής ύλης. Αντίθετα, μπορεί να ανασταλεί ή εκτραπεί υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου ή ελαττωματικής σύνθεσης του υποστρώματος.

Στην δένδροκηπευτική ορολογία ο όρος «κομπόστα» (compost) έχει πολλές έννοιες. Χρησιμοποιείται για:

- α) Υλικά που έχουν υποστεί βιολογική αποδόμηση πριν χρησιμοποιηθούν ως υποστρώματα ή ενσωματωθούν στους λαχανόκηπους.
- β) Την κοπριά και αχυροστρωμνή που χρησιμοποιούνται ως βάση για το υπόστρωμα ανάπτυξης των μανιταριών και
- γ) Μείγματα οργανικών και ανόργανων υλικών που χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα για την ανάπτυξη φυτών.

Σε ότι αφορά τη χώρα μας, οι εξελληνισμένοι όροι composting = κομποστοποίηση και compost = κομπόστα, συχνά οδηγούν στην παρερμηνεία των εννοιών. Οι όροι «φυτόχωμα» ή οργανικό λίπασμα από την άλλη μεριά, προσδιορίζουν μια ετερόκλητη ποικιλία προϊόντων, συνήθως χουμοποιημένες φυσικές αποθέσεις οργανικών υλικών, τα οποία δεν έχουν παραχθεί κατ' ανάγκη από θερμόφιλες συνθήκες.

Σχολιάζοντας την κομποστοποίηση θα πρέπει να γίνει απόλυτα σαφής η διάκριση που υπάρχει μεταξύ της μονάδας παραγωγής και της διαδικασίας αυτής καθ' εαυτής. Η μονάδα παραγωγής αφορά το σύστημα του μηχανικού εξοπλισμού, τις εγκαταστάσεις και τα μέσα κομποστοποίησης. Η διαδικασία κομποστοποίησης αφορά την ορθή εφαρμογή της πορείας βιομετατροπής και την αριστοποίηση των παραμέτρων από τις οποίες ελέγχεται η αλληλουχία των φάσεων.

1.4.2 Τι μπορεί να κομποστοποιηθεί

Οποιοδήποτε μείγμα στερεών οργανικών υλικών προσφέρεται για κομποστοποίηση αρκεί η περιεκτικότητά του σε ξηρή οργανική ουσία να είναι άνω του 20%. Στον πίνακα 1.4 δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα οργανικών υλικών στα οποία έχει γίνει έρευνα για την παραγωγή κομποστών για γεωργική χρήση.

Πίνακας 1.4: Οργανικά υλικά που μπορούν να κομποστοποιηθούν.

ΠΗΓΕΣ	ΥΛΙΚΑ
Βιομηχανίες ξύλου	Φλοιοί δένδρων, πριονίδια.
Απορρίμματα πόλεων	Κλαδιά, φύλλα δένδοστοιχειών, οργανικό κλάσμα σκουπιδιών, λάσπες βιολογικού καθαρισμού.
Υφαντουργεία	Υπολείμματα βάμβακος, μαλλιού, λιναριού.
Καπνοβιομηχανίες	Νεύρα φύλλων καπνού, τρίμματα καπνού.
Χαρτοβιομηχανίες	Λάσπες.
Βιομηχανίες τροφίμων	Υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, στέμφυλα οينوποίησης, υπολείμματα σφαγείων.
Γεωργικές βιομηχανίες	Υπολείμματα εκκοκκισμού βάμβακος, ελαιοπυρήνας, πυρηνόξυλο, λιόφυλλα, άχυρο, φλοιοί ρυζιού.
Γεωργικές εκμεταλλεύσεις	Υπολείμματα καλλιεργειών, φύλλα και κλαδιά, κληματίδες.
Ζωοτεχνικές μονάδες	Κοπριά ορνιθοτροφείων, χοιροστασιών, βουστασιών, στρωμνή
Φυσικές πηγές	Οργανικές αποθέσεις, λιγνίτης.

Είναι προφανές ότι για να λειτουργήσει το σύστημα της κομποστοποίησης πρέπει να καλυφθούν οι ανάγκες των κύριων συντελεστών λειτουργίας του συστήματος δηλαδή των μικροοργανισμών. Συνήθως οι κύριες θρεπτικές ανάγκες αφορούν τις πηγές άνθρακα, ενέργειας και αζώτου.

Ιδανικά, οι παραπάνω πηγές του (πίνακα 1.4) πρέπει να παρέχονται σε τέτοιες αναλογίες που να εξασφαλίζουν όση ακριβώς ενέργεια χρειάζεται για να μετατραπεί σε μικροβιακό άζωτο όλη η ποσότητα του αζώτου που περιέχεται στο υλικό κομποστοποίησης. Στην πράξη τέτοιες ιδανικές αναλογίες είναι ανέφικτες. Ο λόγος C:N των οργανικών υλικών ποικίλλει σημαντικά (πίνακας 1.5).

Σε μελέτες αυξήσεως μικροβιακών πληθυσμών σε χημικά καθορισμένα θρεπτικά μέσα υπό εργαστηριακές συνθήκες, είναι εύκολο να διαπιστώσει κανείς πιο από τα θρεπτικά συστατικά αποτελεί τον περιοριστικό παράγοντα. Στην περίπτωση βιοαποδόμησης οργανικών υλικών στο εδαφικό περιβάλλον τα πράγματα γίνονται πιο ασαφή. Αν ο λόγος C:N είναι κάτω του 20, το περιεχόμενο άζωτο είναι κατά κανόνα επαρκές για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης από την μικροβιακή χλωρίδα του εδάφους. Χαμηλή αναλογία μπορεί να καθυστερήσει την κομποστοποίηση και να αυξήσει τις απώλειες αζώτου. Αν όμως ο λόγος είναι μεγαλύτερος, τότε το άζωτο ακινητοποιείται στο έδαφος. Δημιουργούνται δηλαδή συνθήκες τροφοπενίας αζώτου που αν και πρόσκαιρα, επιβάλλουν την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων.

Πίνακας 1.5: Τιμές του λόγου C:N διαφόρων οργανικών υλικών.

ΥΛΙΚΟ	ΛΟΓΟΣ C:N
Χούμος εδάφους	10
Τριφύλλι (φυτά νεαρής ηλικίας)	12
Κοπριά χωνεμένη	20
Υπολείμματα εκκοκισμού βάμβακος	22
Υπολείμματα καλλιέργειας τριφυλλίου	23
Φύλλα ελιάς	33
Σίκαλης (φυτά πράσινα)	36
Εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα (πυρηνόξυλο)	52
Καλαμιά αραβοσίτου	60
Άχυρο	80
Πριονίδι	400

(Forth & Turk 1972, Fundamentals of Soil Science, 5 th Edn. John Wiley. Δεδομένα Εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας Γ.Π.Α).

Στην περίπτωση της κομποστοποίησης έχει βρεθεί ότι η πλέον ευνοϊκή τιμή του λόγου C:N είναι της τάξεως 30-35. Σε αρκετές περιπτώσεις υλικών δεν χρειάζεται να γίνει καμιά διορθωτική παρέμβαση στην τιμή του λόγου C:N (π.χ. υπολείμματα εκκοκκιστηρίων βάμβακος). Σε άλλες, πρέπει είτε να προσθέτει άζωτο, είτε να αναμιχθούν διάφορα υλικά σε τέτοιες αναλογίες ώστε να προκύψει ένα πιο εξισορροπημένο μικροβιακό υπόστρωμα. Για παράδειγμα, τα οικιακά απορρίμματα μετά την απομάκρυνση των γυάλινων, μεταλλικών και πλαστικών αντικειμένων είναι πλούσια σε υδατάνθρακες (υπό μορφή φυτικών υπολειμμάτων και χαρτιού) αλλά φτωχά σε άζωτο.

1.4.3 Φάσεις της κομποστοποίησης

Η διαδικασία της κομποστοποίησης για να ολοκληρωθεί περνά από τέσσερις φάσεις (Διαγρ.1.2).

Η πρώτη φάση είναι η **φάση της αποικοδόμησης**. Δραστηριοποιούνται κυρίως τα βακτήρια και αρχίζουν οι αποικοδομήσεις των εύκολα διασπώμενων ουσιών (μονοσακχαρίτες, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες κ.λ.π.):

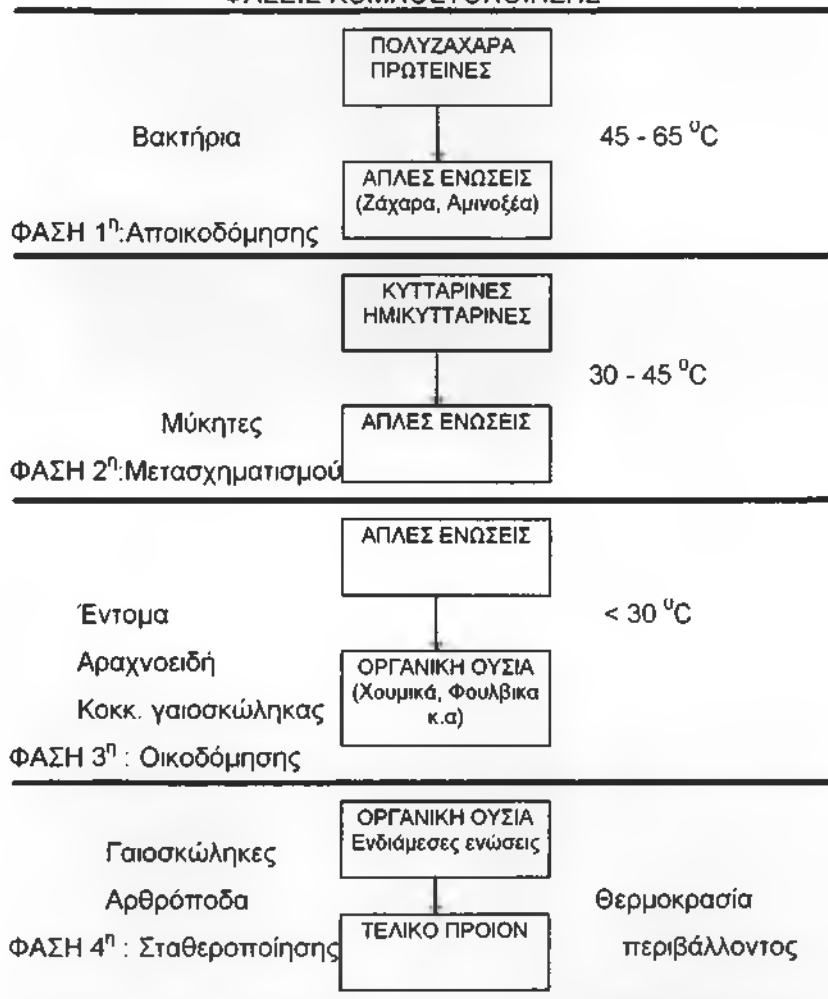
1. Πολυσακχαρίτες \longrightarrow Ολιγοσακχαρίτες \longrightarrow Απλά σάκχαρα \longrightarrow (CO_2 \uparrow H_2O).
2. Πρωτεΐνες \longrightarrow Πεπτίδια \longrightarrow Αμινοξέα.

Μέρος του παραγόμενου άνθρακα χρησιμοποιείται για την οικοδόμηση των μικροβιακών κυττάρων, ένα άλλο μέρος παραμένει σε ενώσεις μικρότερου μοριακού βάρους, που είναι προϊόντα διασπάσεων άλλων μεγαλύτερου Μ.Β. ενώσεων ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στην ατμόσφαιρα σαν διοξείδιο του άνθρακα.

Σ' αυτή τη φάση έχουμε μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας η οποία μπορεί να φθάσει τους 60-65°C ή και περισσότερο. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες είναι ανεπιθύμητες και πρέπει να παρεμποδίζεται η εμφάνισή τους. Ανεπιθύμητες όμως είναι και θερμοκρασίες κάτω από τους 40°C γιατί οδηγούν στην επιβράδυνση της διαδικασίας της κομποστοποίησης. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν στο σωρό υπάρχουν πολλά φυτικά υλικά (π.χ. από κήπους, καλλιέργειες λαχανικών κ.α.). Τότε για να πετύχουμε την άνοδο της θερμοκρασίας διαβρέχουμε το σωρό με σακχαρούχο διάλυμα 4% κατά βάρος.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2

ΦΑΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ



Σύντομα η θερμοκρασία πέφτει κάτω από 50°C και σηματοδοτεί την είσοδο στη δεύτερη φάση ή **φάση του μετασχηματισμού**. Εδώ η θερμοκρασία θα παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ 45 και 30°C ενώ οι μύκητες θα αναλάβουν τον πρωτεύοντα ρόλο στη διάσπαση των πιο σταθερών ουσιών (ημικυτταρίνες, κυτταρίνες).

Μετά από 2 έως 3 μήνες όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 30°C εισερχόμαστε στην τρίτη φάση ή **φάση της οικοδόμησης**. Ενώ συνεχίζεται η διάσπαση των πολύ σταθερών ουσιών (λιγνίνη) αρχίζει η οικοδόμηση των χουμικών ενώσεων (χουμικά οξέα, φουλβικά οξέα, χουμίνη). Εισέρχονται στο σωρό έντομα, αραχνοειδή και ο κόκκινος γαιοσκώληκας (*Eisenia foetida*) του οποίου ο ρόλος είναι σημαντικός στην παραγωγή των σταθερών χουμικών ενώσεων.

Καθώς η θερμοκρασία εξισώνεται με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος έχουμε περάσει πια στην τέταρτη και τελευταία φάση της κομποστοποίησης ή **φάση της σταθεροποίησης**, όπου ολοκληρώνεται η παρουσία του γαιοσκώληκα, των αρθρόποδων και διάφορων άλλων οργανισμών.

Για την συμπλήρωση και των τεσσάρων φάσεων στο σωρό της κομποστοποίησης απαιτούνται από τρεις έως έξι μήνες ανάλογα με το πόσες αναμοχλεύσεις έχουν γίνει.

1.4.4 Τεχνικές της κομποστοποίησης

Τα προς κομποστοποίηση υλικά συνήθως τεμαχίζονται και τοποθετούνται σε σωρούς. Υπάρχουν δυο κύριες κατηγορίες συστημάτων κομποστοποίησης:

- 1) Τα συστήματα κλειστού τύπου και
- 2) Τα συστήματα ανοικτού τύπου.

Συστήματα κλειστού τύπου

Στα συστήματα κλειστού τύπου τα φιλοτεμαχισμένα υλικά προωθούνται σε βιοαντιδραστήρες όπου μετά από επεξεργασία τους για μερικές ώρες ή ημέρες οδηγούνται σε συστήματα ανοικτού τύπου για την παραπέρα σταθεροποίηση.

Στους βιοαντιδραστήρες επικρατούν συνθήκες έντονης ανατάραξης και αερισμού. Αυτού του τύπου τα συστήματα απαιτούν μεγάλες αρχικές δαπάνες για αγορά μηχανολογικού εξοπλισμού και έχουν μεγάλες δαπάνες λειτουργίας. Σε αντιστάθμισμα όλων αυτών η διαδικασία της κομποστοποίησης επιταχύνεται. Είναι οικονομικά συμφέρουσες μόνο για βιομηχανικές μονάδες.

Συστήματα ανοικτού τύπου

Τα συστήματα ανοικτού τύπου είναι καταλληλότερα για μικρές μονάδες και για μεμονωμένους παραγωγούς που θέλουν να παράγουν compost από τα φυτικά

υπολείμματα των καλλιεργειών τους ή και της γύρω περιοχής. Χωρίζονται στα συστήματα με δυναμικό αερισμό και στα συστήματα με στατικό αερισμό.

Στα συστήματα ανοικτού τύπου τα προς κομποστοποίηση υλικά μετά από τον φιλοτεμαχισμό τους στοιβάζονται είτε σε σωρούς είτε σε γραμμές πρισματικής διατομής με βάση 2 έως 3 μέτρα και ύψος 1,5 έως 2 μέτρα. Το μήκος των γραμμών αυτών μπορεί να είναι μερικές δεκάδες έως εκατοντάδες μέτρα. Οι σωροί αυτοί αναδεύονται περιοδικά και μετά από 3 - 6 μήνες περίπου, που έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία, το κομποστοποιημένο υλικό αφού πρώτα κοσκινιστεί, για να αφαιρεθούν τυχόν χονδρόκοκκα ή αδρανή υλικά, σακιάζετε και οδηγείται στην κατανάλωση.

Στην αγορά διατίθεται ο κατάλληλος μηχανολογικός εξοπλισμός ο οποίος για μια μονάδα βιοτεχνικού τύπου πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον:

- ένα μηχάνημα τεμαχισμού των υλικών,
- ένα ειδικό μηχάνημα αναστροφής των γραμμών κομποστοποίησης, και
- ένα μηχάνημα κοσκνίσματος του έτοιμου compost.

Αν η παραγωγή του compost γίνεται μόνο για τις ανάγκες μεμονωμένου καλλιεργητή τότε ο απαιτούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός μπορεί να περιοριστεί σε ένα μηχάνημα το οποίο προσαρμόζεται στον γεωργικό ελκυστήρα και μπορεί να αναδεύει, να τεμαχίζει υλικά και να κοσκινίζει ταυτόχρονα με τη φόρτωση το έτοιμο υλικό.

1.4.5 Πλεονεκτήματα κομποστοποίησης

- Εξοικονομεί ενέργεια διότι η παραγόμενη κομπόστα υποκαθιστά ή μειώνει την χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και κατά συνέπεια συμβάλλει στη μείωση της αντίστοιχης ενέργειας που δαπανάται για την παραγωγή τους.
- Εξασφαλίζει ταχεία μείωση του όγκου και του βάρους του αρχικού υλικού λόγω της εξάτμισης του νερού και της αποικοδόμησης οργανικών υλικών. Έτσι, αυξάνεται η συγκέντρωση θρεπτικών υλικών ανά μονάδα όγκου και μειώνεται το κόστος αποθήκευσης και μεταφοράς.
- Εξουδετερώνει τις δυσάρεστες οσμές καθώς και τις ενοχλήσεις από μύγες και ποντικούς που κατά κανόνα συνοδεύουν τα αποσυντιθέμενα απορρίμματα.
- Το υλικό εξυγιαίνεται διότι στις παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της θερμόφιλης φάσης, θανατώνονται οι σπόροι ζιζανίων, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και τα παράσιτα που ενδεχομένως υπάρχουν στο αρχικό υλικό.

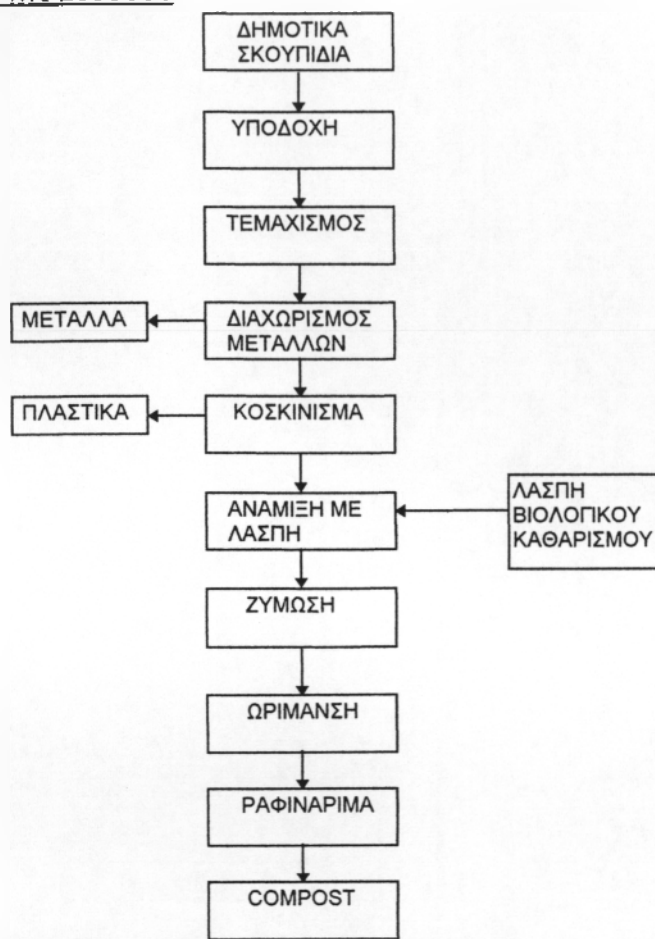
- Η ώριμη κομπόστα βελτιώνει τη σταθερότητα και τη γονιμότητα του εδάφους, δεν συνεπάγεται εκδήλωση φυτοτοξικών φαινομένων όπως το μη κομποστοποιημένο αρχικό υλικό, και εν γένει δρα ευεργετικά στην ριζόσφαιρα των φυτών.
- Η κομποστοποίηση απορριμμάτων υψηλής υγρασίας αυξάνει τη χωρητικότητα και την αποτελεσματικότητα λειτουργίας των μονάδων καύσης. Ας σημειωθεί ότι τα υψηλά ποσοστά υγρασίας καθιστούν την καύση εξαιρετικά ενεργοβόρα, ενώ παράλληλα μειώνουν τη θερμοκρασία καύσης γεγονός που διευκολύνει τον σχηματισμό διοξινών.
- Αυξάνει τη χωρητικότητα των χωματερών, επειδή τα οργανικά κλάσματα καταλαμβάνουν κατά κανόνα ένα σημαντικό ποσοστό στο σύνολο των απορριμμάτων.
- Εκμηδενίζει τον κίνδυνο ανάφλεξης και μειώνει τις πιθανότητες εκδήλωσης πυρκαϊών στις χωματερές.
- Η χρησιμοποίηση κομποστών σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες και γλαστρικά, μειώνει την εξάρτηση από την εισαγωγή τύρφης και άλλων οργανικών υποστρωμάτων.

1.4.6 Παρασκευή Compost από Δημοτικά Απορρίμματα

Η ιδέα της εφαρμογής του composting στα δημοτικά απορρίμματα τις πρώτες δεκαετίες του αιώνα μας, συνέβαλλε αποφασιστικά στη μηχανοποίηση αυτής της διαδικασίας σε πολλά μέρη του κόσμου. Στον Ευρωπαϊκό χώρο αναπτύχθηκε μια αξιόλογη τεχνολογία γύρω από τη χουμποποίηση των σκουπιδιών που συνεχώς βελτιώνεται.

Τα σκουπίδια φτάνουν κατά μέσο όρο στην ποσότητα του 1kg περίπου την ημέρα για κάθε άτομο. Μέσω της επεξεργασίας τους μπορούν να μειώσουν σημαντικά το ρυθμό της εξάντλησης των πλουτοπαραγωγικών πηγών με την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση μεγάλων ποσοτήτων από τα υλικά τους (χαρτιά, πλαστικά, μέταλλα, γυαλιά κ.λ.π.) και ακόμη με την παραγωγή από το οργανικό κλάσμα τους μεγάλων ποσοτήτων οργανοχουμικού εδαφοβελτιωτικού υλικού (compost) να συμβάλλουν στη διατήρηση της παραγωγικότητας των γεωργικών εδαφών.

- Τεχνική της μεθόδου



Διάγραμμα 1.3: Διαδοχικά στάδια επεξεργασίας σκουπιδιών.

Η όλη διαδικασία της επεξεργασίας των σκουπιδιών πραγματοποιείται στα ακόλουθα διαδοχικά στάδια που αναλύονται παρακάτω και φαίνονται και στο (διάγραμμα 1.3).

Υποδοχή σκουπιδιών: Τα απορριμματοφόρα αυτοκίνητα αδειάζουν το φορτίο τους σε ανοικτό υπεδάφιο σιλό από μπετό χωρητικότητας ίσης περίπου με το διπλάσιο του όγκου της ημερήσιας ποσότητας των σκουπιδιών που επεξεργάζεται το εργοστάσιο. Η διπλάσια αυτή χωρητικότητα του σιλό αποσκοπεί στην ύπαρξη δυνατότητας αποθήκευσης των σκουπιδιών δυο ημερών, στην περίπτωση που θα παρουσιαστεί κάποια ζημιά στη μονάδα και που συνήθως η επισκευή της δεν απαιτεί περισσότερο από δυο μέρες.

Τεμαχισμός σκουπιδιών: Ο τεμαχισμός των σκουπιδιών γίνεται συνήθως χωρίς καμία προηγούμενη διαλογή και οι μύλοι που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως σφυρόμυλοι οριζόντιας ή κατακόρυφης διάταξης. Σχεδόν κατά κανόνα οι μύλοι είναι εφοδιασμένοι με ασφαλιστικό σύστημα εκτόνωσης των αερίων που μπορούν να παραχθούν από ενδεχόμενη έκρηξη που μπορεί να σημειωθεί μέσα σ' αυτούς κατά

την άλεση των σκουπιδιών από βόμβα ή φιάλη υγραερίου ή ότι άλλο μπορεί να υπάρχει σ' αυτά και να προκαλέσει έκρηξη.

Η τροφοδοσία των μύλων γίνεται με μεταφορική ταινία που είτε μόνη της παραλαμβάνει τα σκουπίδια από τον πυθμένα κατάλληλα διαμορφωμένου σιλό είτε με τη βοήθεια γερανού με αρπαγή. Ο χειρισμός του γερανού γίνεται από το χειριστή που βρίσκεται πάνω στο σιλό στο δωμάτιο ελέγχου (control room).

Διαχωρισμός μεταλλικών αντικειμένων: Τα σκουπίδια μετά τον τεμαχισμό τους μεταφέρονται με μεταφορική ταινία και περνούν συγκροτήματα μαγνητών όπου και γίνεται ο διαχωρισμός των μεταλλικών αντικειμένων. Τα μεταλλικά αυτά αντικείμενα με τη βοήθεια και πάλι μεταφορικής ταινίας οδηγούνται είτε σε πρέσα συμπίεσης όπου και μετασχηματίζονται σε μεγάλους κύβους, είτε οδηγούνται έξω από το κτιριακό συγκρότημα και αδειάζονται σε containers. Στη συνέχεια τα διαχωριζόμενα μέταλλα μεταφέρονται και διαθέτονται σε μεταλλουργικές βιομηχανίες.

Διαχωρισμός πλαστικών: Μετά την απομάκρυνση των μεταλλικών αντικειμένων τα σκουπίδια μεταφέρονται σε κυλινδρικό συνήθως περιστρεφόμενο τύμπανο με οπές (κόσκινο) διαμέτρου γύρω στα 5-7cm. Τα διάφορα υλικά με διάμετρο μεγαλύτερη των 5 ή 7cm που δεν μπορούν να περάσουν από τις αντίστοιχες οπές του κόσκινου, πέφτουν σε μεταφορική ταινία που τα μεταφέρει έξω από το κτιριακό συγκρότημα του εργοστασίου. Τα υλικά αυτά είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος πλαστικά και ακολουθούν χαρτιά, υφάσματα κ.λ.π. που δεν τεμαχίζονται στο μύλο. Έτσι το κλάσμα αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί σαν καύσιμο υλικό (RDF) και σε μερικές περιπτώσεις σαν τέτοιο διαθέτεται σε βιομηχανίες που όμως απαραίτητα πρέπει να έχουν κατάλληλα φίλτρα για την προστασία του περιβάλλοντος.

Προσθήκη λάσπης - ομογενοποίηση: Με την προσθήκη της λάσπης του βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων επιτυγχάνεται η σωστή διάθεσή της αλλά και ταυτόχρονα με την υψηλή περιεκτικότητά της σε άζωτο μειώνει τη σχέση C/N και η χώνευση γίνεται γρηγορότερα. Η προσθήκη της λάσπης δεν εφαρμόζεται πάντα είτε γιατί δεν υπάρχει αυτή, όπως είναι σε επαρχιακές μονάδες πολλών μαζί κοινοτήτων, όπου δεν υπάρχουν μονάδες βιολογικού καθαρισμού, είτε γιατί θέλουν να μειώσουν το κόστος κατασκευής του εργοστασίου με τον αποκλεισμό του μηχανολογικού εξοπλισμού που απαιτείται για την προσθήκη της λάσπης (σιλό ή τανκ, αντλητικό συγκρότημα, ομογενοποιητής), ή όταν είναι ιδιαίτερα βεβαρημένη με βαριά μέταλλα.

Χώνευση: Μετά την ανωτέρω προετοιμασία των σκουπιδιών ακολουθεί η χώνευση τους που είναι η σημαντικότερη και η μεγαλύτερη σε διάρκεια φάση στη χουμποποίηση των σκουπιδιών. Η χώνευση γίνεται με διάφορους τρόπους αλλά βασικά μπορούμε να πούμε πως δυο είναι οι κυριότεροι ενώ οι υπόλοιποι αποτελούν παραλλαγές αυτών. Με τον πρώτο τρόπο τα σκουπίδια χωνεύονται στατικά χωρίς ανατάραξη αλλά με την εφαρμογή τεχνητού αερισμού για την εξασφάλιση των αερόβιων συνθηκών, ενώ με τον δεύτερο δεν εφαρμόζεται τεχνητός αερισμός και οι αερόβιες συνθήκες εξασφαλίζονται με περιοδική ανατάραξη (γυρίσματα).

Και στους δυο τρόπους είναι δυνατή η χρησιμοποίηση χωνευτήρα (μεγάλο περιστρεφόμενο τύμπανο), στο οποίο γίνεται η ανάμειξη των σκουπιδιών με τη λάσπη αλλά και ταυτόχρονα το προετοιμασμένο υλικό παραμένει μέσα στο χωνευτήρα για ένα ή δυο 24/ωρα οπότε και αρχίζει η χώνευση. Στη συνέχεια το υλικό μεταφέρεται σε υπόστεγο ή σε υπαίθριο χώρο όπου και εφαρμόζεται ο ένας ή ο άλλος τρόπος χώνευσης που αναφέρθηκαν.

Η χρησιμοποίηση του χωνευτήρα είναι αμφιλεγόμενη και παράλληλα το κόστος κατασκευής του πολύ υψηλό δεδομένου ότι η χωρητικότητά του πρέπει να είναι τέτοια που να χωρά το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων μιας ή δυο ημερών.

Ωρίμανση: Με την ολοκλήρωση της ταχείας φάσης της χώνευσης με κύριο μακροσκοπικό χαρακτηριστικό την πτώση της θερμοκρασίας χώνευσης στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, δεν σημαίνει ότι το υλικό αυτό είναι έτοιμο για να χρησιμοποιηθεί, τουλάχιστον σε ευαίσθητες γεωργικές καλλιέργειες όπως είναι τα κηπευτικά και τα άνθη. Είναι απαραίτητο να περάσει ακόμη το στάδιο της ωρίμανσης κατά την οποία συνεχίζεται φυσικά η χώνευση σε ήπιο τόνο και το υλικό απαλλάσσεται από διάφορες τοξικές ουσίες που παράγονται κατά τη φάση της ταχείας χώνευσης.

Η ωρίμανση γίνεται στο χώρο χώνευσης με ελάχιστο αερισμό ή γυρίσματα, πριν από το ραφινάρισμα. Μπορεί όμως ακόμη να γίνει και μετά το ραφινάρισμα στον αντίστοιχο χώρο.

Η διάρκεια της χώνευσης για τις ελληνικές συνθήκες υπολογίζεται γύρω στους 4 μήνες και η ωρίμανση γύρω στους 2 μήνες.

Ραφινάρισμα: Το ραφινάρισμα μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μια από τις περισσότερο σημαντικές εργασίες για την παρασκευή κομπόστας υψηλής ποιότητας κυρίως όσον αφορά την απαλλαγή της από τα γυαλιά.

Η εργασία αυτή γίνεται από μηχανικό συγκρότημα που κυρίως με βάση το διαφορετικό ειδικό βάρος μεταξύ του ζυμωμένου οργανικού κλάσματος, των γυαλιών και των μικροτεμαχιδίων πλαστικού, που πέρασαν από το κόσκινο, γίνεται ο διαχωρισμός τους. Έτσι τελικά το ζυμωμένο οργανικό υλικό απαλλάσσεται από τα γυαλιά και τα υπολείμματα των πλαστικών.

Η εξαφάνιση των γυαλιών μετά την απομάκρυνση και των τελευταίων τεμαχιδίων πλαστικού, γίνεται ακόμη και με το πέρασμα του ζυμωμένου υλικού μεταξύ δυο αντίστροφα και σε επαφή περιστρεφόμενων μεταλλικών κυλίνδρων οπότε τα τεμαχίδια του γυαλιού αλευροποιούνται.

Διάθεση: Η κομπόστα των απορριμμάτων προσφέρεται στην αγορά σε κατάσταση χύμα και σε πλαστικούς σάκους των 25kg ή και μικρότερου βάρους, χωρίς καμία προσθήκη ή μετά από την προσθήκη χημικών λιπασμάτων. Σε κατάσταση χύμα μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα στις γεωργικές μονάδες, ενώ η κομπόστα που βρίσκεται σε σάκους διατίθεται στην αγορά κυρίως για ερασιτέχνες κηπουρούς και τους οικογενειακούς ανθόκηπους. Η τιμή διάθεσης στον Ευρωπαϊκό χώρο κυμαίνεται σε ευρύτατα όρια και εξαρτάται βασικά από την ποιότητα του προϊόντος, και τη ζήτησή του.

Παραλλαγές: Στη διαδικασία επεξεργασίας και χώνευσης που περιληπτικά περιγράφηκε πιο πάνω υπάρχουν ορισμένες παραλλαγές από τις οποίες οι σημαντικότερες είναι:

- Η αντικατάσταση του υπεδάφιου σιλό με επίπεδη πλατφόρμα, με στόχο τον ευκολότερο καθαρισμό της.
- Η διαλογή με τα χέρια των μεταλλικών αντικειμένων, χαρτιών, γυαλιών κ.λ.π. πριν από το μύλο, εφαρμόζεται σε περιοχές όπου υπάρχουν διαθέσιμα εργατικά χέρια.
- Η κατάργηση του μύλου άλεσης και ο τεμαχισμός σχεδόν μόνο της οργανικής ύλης σε περιστρεφόμενο τύμπανο με κατάλληλες εσωτερικές προεξοχές.
- Η αντικατάσταση του οριζόντιου χωνευτήρα (περιστρεφόμενο τύμπανο) και κατακόρυφους χωνευτήρες από μπετό, για το πρώτο στάδιο χώνευσης.

- Πλεονεκτήματα της μεθόδου

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα παρακάτω:

1. Σαν φυσική διεργασία με κύρια προϊόντα το CO₂ και το H₂O δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Αυτό βεβαίως με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζονται οι αερόβιες συνθήκες στους σωρούς χώνευσης είτε με σωστό αερισμό ή με τη συχνή εφαρμογή των γυρισμάτων.

2. Το παραγόμενο προϊόν είναι χρήσιμο στη γεωργία αφού βελτιώνει την απόδοση των φτωχών εδαφών όπως είναι πολλά από τα εδάφη μας, ιδιαίτερα στη νότια και νησιωτική Ελλάδα.
3. Δίνει τη δυνατότητα ανακύκλωσης του χαρτιού, των μετάλλων και του γυαλιού και σε συνδυασμό με τη διαλογή στην πηγή μπορεί να συμβάλλει και στη σωστότερη αποκομιδή των απορριμμάτων.
4. Δίνει τη δυνατότητα διάθεσης και της λάσπης του βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων και την ανάμειξη και χώνευσή της ταυτόχρονα με το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων, απαλλάσσοντας την από το μέγιστο μέρος των παθογόνων μικροοργανισμών που υπάρχουν σ' αυτήν εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά τη χώνευση.
5. Δεν απαιτεί μεγάλη έκταση για την εγκατάσταση της μονάδας, σε σχέση με την υγειονομική ταφή. Υπολογίζεται ότι για μια μονάδα των 100 τόννων απορριμμάτων την ημέρα απαιτούνται 20 - 30 στρέμματα.

- Μειονεκτήματα της μεθόδου

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

1. Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας είναι περίπου τα διπλάσια από τα αντίστοιχα μεγέθη της υγειονομικής ταφής. Σε περίπτωση όμως πλήρους διάθεσης της παραγόμενης κομπόστας και των διαχωριζόμενων άλλων υλικών είναι δυνατή η κάλυψη του λειτουργικού κόστους.
2. Σε περίπτωση μη διάθεσης (ανακύκλωσης) των διαχωριζόμενων υλικών (μέταλλα, γυαλιά κ.λ.π.) είναι αναγκαία η ταφή τους. Ο απαιτούμενος γι' αυτό χώρος φτάνει στο 20% περίπου της κανονικής χωματερής, αλλά η ρυπαντική ικανότητα αυτών των υλικών (κυρίως ανόργανα) είναι περιορισμένη.

- Απαραίτητες προϋποθέσεις επιλογής της μεθόδου

Οι προϋποθέσεις για την επιλογή της μεθόδου της κομποστοποίησης είναι, κατά σειρά σπουδαιότητας, οι ακόλουθες:

1. Η διάθεση της παραγόμενης κομπόστας, σε τιμές που να μπορούν να καλύψουν σημαντικό τουλάχιστον μέρος του λειτουργικού κόστους. Γι' αυτό απαιτείται μελέτη των δυνατοτήτων της τοπικής αγοράς.
2. Η αυξημένη περιεκτικότητα των απορριμμάτων σε οργανικά υλικά. Γενικά τα δημοτικά απορρίμματα στον Ελληνικό χώρο έχουν υψηλό ποσοστό σε οργανικά υλικά που συνήθως υπερβαίνει το 50% του βάρους τους, που κρίνεται ικανοποιητικό για χουμποποίηση.
3. Η χαμηλή περιεκτικότητα του οργανικού κλάσματος σε βαριά μέταλλα.

4. Η ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων να μην είναι κάτω των 80 τόννων περίπου, με άριστη ποσότητα τους 150 τόννους.

• Παράγοντες που συντελούν υπέρ της επιλογής της μεθόδου της κομποστοποίησης

Οι παράγοντες που συντελούν υπέρ της μεθόδου κομποστοποίησης των δημοτικών απορριμμάτων είναι οι εξής:

1. Η στενότητα του χώρου και η υψηλή τιμή της γης για τη μεγάλη έκταση που απαιτείται για την υγειονομική ταφή.
2. Η χαμηλή περιεκτικότητα των απορριμμάτων σε χαρτί και πλαστικά που αποκλείει την καύση.
3. Η ύπαρξη εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού μια και είναι δυνατή η διάθεση της λάσπης κατά τον πλέον ακίνδυνο για την δημόσια υγεία τρόπο.
4. Η δυνατότητα διάθεσης του χαρτιού, των μετάλλων και των πλαστικών σε αντίστοιχες μονάδες ανακύκλωσης τους.

• Προϋποθέσεις επιτυχίας της μεθόδου

Σε περίπτωση που η προηγούμενη έρευνα σε μια συγκεκριμένη περιοχή και στα απορρίμματά της είναι θετική υπέρ της χουμποποίησης - κομποστοποίησης και κατά συνέπεια έχει αποφασισθεί η εγκατάσταση της σχετικής μονάδας, τότε οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να τηρηθούν προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιτυχία της είναι οι ακόλουθες:

1. Σωστή και με σχολαστικότητα εφαρμογή της μεθόδου.
2. Έλεγχος κάθε παραγόμενης ποσότητας κομπόστας ως προς την ωριμότητά της (φυτοτοξικότητα), τη σχέση C/N, το pH, την E.C., και κυρίως ως προς την περιεκτικότητά της σε βαριά μέταλλα, σε σχετικό εργαστήριο που πρέπει να υπάρχει στη μονάδα.
3. Προώθηση και διάθεση της κομπόστας με ταυτόχρονη παροχή οδηγιών χρήσης της (είδη καλλιεργειών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ποσότητες κ.λ.π.)
4. Στενή παρακολούθηση των αποτελεσμάτων εφαρμογής της κομπόστας για διόρθωση τυχόν σφαλμάτων.
5. Διερεύνηση δυνατοτήτων παραγωγής μειγμάτων (υποστρωμάτων) με άλλα υλικά για αστική διάθεση σε σάκους μικρής συσκευασίας.
6. Η σωστή ενημέρωση των κατοίκων της πόλης ώστε να κατανοήσουν την μέθοδο και να βοηθήσουν με κάθε τρόπο.

Η επιτυχία της μονάδας κομποστοποίησης των απορριμμάτων που θα εγκατασταθεί όταν οι παραπάνω παράγοντες θα συντελέσουν γι' αυτό, θα πρέπει να

βασισθεί στον ανθρώπινο παράγοντα σε όλες τις φάσεις από την επεξεργασία των απορριμμάτων μέχρι την αξιολόγηση του προϊόντος και τη διάθεσή του.

1.5 ΦΥΤΟΧΩΜΑΤΑ

Με τον όρο φυτόχωμα εννοούμε ποσότητα φυτικών υπολειμμάτων σε διάφορο βαθμό αποσυνθέσεως, μετά από διαδικασία ζυμώσεως (ή χωνέματος, όπως λέγεται συνήθως). Το υλικό αυτό μετά από ικανοποιητική ζύμωση, έχει ομοιόμορφη υφή και χρώμα που κυμαίνεται από καστανό ως μαύρο. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της αποσυνθέσεως, τόσο λιγότερο μπορούμε να ξεχωρίσουμε το αρχικό υλικό.

Φυσικό φυτόχωμα σχηματίζεται με τον καιρό κάτω από δασικά δένδρα και θάμνους ή σε χώρους όπου απορρίπτονται διάφορα φυτικά υλικά. Το φυτόχωμα ανάλογα με το υλικό από το οποίο προέρχεται λέγεται φυλλόχωμα, τσιπουρόχωμα, σχινόχωμα, καστανόχωμα κ.λ.π. και χρησιμοποιείται τόσο σε διάφορα εδαφικά μείγματα όσο και για τη βελτίωση του φυσικού εδάφους γιατί προσθέτει οργανική ουσία της οποίας η αξία είναι γνωστή.

Οι τύποι φυτοχώματος που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι οι παρακάτω:

1.5.1 Φυλλόχωμα (Leaf mold)

Προέρχεται από την αποσύνθεση των διαφόρων φυτικών υπολειμμάτων πάνω στο έδαφος τα οποία έχουν πολλή οργανική ουσία και σχηματίζονται κάτω από ειδικές συνθήκες. Στην παρασκευή φυλλοχωμάτων πρέπει να χρησιμοποιούνται φύλλα από υγιή φυτά και όχι άρρωστα, γιατί στην τελευταία περίπτωση τα παθογόνα μέσω του φυλλοχώματος μεταφέρονται στα φυτά που θα καλλιεργηθούν σ' αυτό. Όταν είναι σε προχωρημένο βαθμό αποσύνθεσης δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε γλάστρες γιατί λασπώνουν και εμποδίζουν την καλή αποστράγγιση.

Τα υπολείμματα των κωνοφόρων και των χόρτων έχουν πολύ όξινα χαρακτηριστικά ενώ τα πλατύφυλλα δένδρα λίγα. Σπουδαίο ρόλο στην όξινη του εδάφους παίζουν οι ετήσιες βροχοπτώσεις. Βροχοπτώσεις πάνω από 770 mm το χρόνο έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία όξινων εδαφών, ενώ κάτω από 500 mm τη δημιουργία αλκαλικών εδαφών, που βοηθά γι' αυτό κυρίως το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg).

Ένα φυλλόχωμα μπορεί να γίνει με δυο τρόπους, σε ανοικτό σωρό ή σε πλαστικές σακούλες.

Ανοικτός σωρός αποσύνθεσης

Ο σωρός μπορεί να αρχίσει το Φθινόπωρο που μαζεύονται τα περισσότερα φύλλα και να συμπληρωθεί την Άνοιξη με τα κλαδέματα. Στρώματα από φύλλα εναλλάσσονται με λεπτά στρώματα από χώμα, προστίθεται θειική αμμωνία και ασβέστης και ποτίζονται καλά. Μετά 3 με 4 εβδομάδες ο σωρός ανακατεύεται καλά σε όλο του το βάθος. Καλύπτεται με σήτα για προστατευτικούς λόγους και αφήνεται να αποσυντεθεί φροντίζοντας να διατηρείται πάντα νωπό.

Η ζύμωση που αναπτύσσεται από τους μικροοργανισμούς του χώματος προκαλεί αποσύνθεση των φύλλων. Αυτή θα είναι γρηγορότερη αν προσθέσουμε και λίγη κοπριά και φωσφορικά λιπάσματα. Ανάλογα και με τις επικρατούσες θερμοκρασίες σε 6 μήνες έως 1 χρόνο το φυλλόχωμα είναι συνήθως έτοιμο. Χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι τότε ότι τα φύλλα δεν ξεχωρίζουν πια. Αν το φυλλόχωμα χρησιμοποιηθεί για φυτά που θέλουν όξινο χώμα (γαρδένιες, καμέλιες), δεν προστίθεται ασβέστης.

Αποσύνθεση σε πλαστικές σακούλες

Ο τρόπος αυτός είναι πιο απλός. Τα φύλλα μαζεύονται το φθινόπωρο και τοποθετούνται σε πλαστικούς σάκους σε οριζόντια στρώματα. Τα στρώματα αυτά των φύλλων εναλλάσσονται με λεπτά στρώματα χώματος και ραντίζονται με αζωτούχο λίπασμα και ασβέστη. Αυτό συνεχίζεται μέχρι να γεμίσει ο σάκος. Μετά ποτίζεται και κλείνεται σφιχτά. Αποθηκεύονται οι σάκοι σε ζεστό μέρος για να μην διακοπεί η ζύμωση το χειμώνα και την επόμενη άνοιξη το φυλλόχωμα είναι έτοιμο. Η μέθοδος αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι το υλικό που ζυμώνεται δεν είναι εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες και δεν χρειάζεται παρακολούθηση (ποτίσματα, ανακάτεμα). Είναι πιο χρήσιμη αυτή η μέθοδος όταν απαιτούνται μικρές ποσότητες φυλλοχώματος.

Το φυλλόχωμα που γίνεται με τους παραπάνω τρόπους δεν είναι αποστειρωμένο. Επειδή μπορεί να περιέχει σπόρια παθογόνων και αυγά εντόμων και νηματωδών πρέπει να αποστειρωθεί πριν να χρησιμοποιηθεί, γιατί διαφορετικά θα γίνει φορέας διαφόρων εντομολογικών και φυτοπαθολογικών ασθενειών.

1.5.2 Δασοχώματα

Είναι φυλλοχώματα (φυτοχώματα) που προέρχονται από το πρώτο στρώμα σάπιων φύλλων και κλαδιών, που σχηματίζεται στα δάση. Συνήθως είναι πορώδη, πολύ διαπερατά από τον αέρα και το νερό. Όταν είναι πολύ φρέσκα συγκρατούν νερό διπλάσιο σχεδόν του βάρους τους. Χωνεύουν γρήγορα και είναι πλούσια σε εύκολα νιτροποιούμενο άζωτο, καθώς και σε αφομοιώσιμο φώσφορο και κάλι. Συγκρατούν επίσης τα θρεπτικά στοιχεία που δίνονται με τη λίπανση.

Χρησιμοποιούνται πολλές φορές μόνα τους για οξύφιλα φυτά που θέλουν πολύ υγρασία στο χώμα τους (Φτέρες, Αζαλέες, Βιγόνια κονδυλώδης). Τέτοια φυλλοχώματα είναι :της οξιάς με κιτρινωπό χρώμα και με pH 6,5, της φτελιάς, του σφένδαμου με pH 5,5 περίπου, της καστανιάς, δρυός με pH 4,5 ή λιγότερο. Τα τελευταία περιέχουν και τανίνη που τα κάνει ακατάλληλα για φυλλώδη φυτά.

Στην Ελλάδα σπάνια γίνεται χρήση των παραπάνω φυλλοχωμάτων.

1.5.3 Καστανόχωμα

Σχηματίζεται από σαπισμένους φλοιούς, κορμούς και φύλλα καστανιάς μαζί με χώμα που μαζεύεται γύρω από το δέντρο. Επειδή η καστανιά δεν ανέχεται τον ασβέστη στο έδαφος και είναι πολύ ευαίσθητη σ' αυτόν, η παρουσία της είναι ένα κριτήριο ότι το έδαφος είναι ουδέτερο ή όξινο και έτσι το καστανόχωμα θα είναι απαλλαγμένο από ασβέστη. Έχει χρώμα καστανόξανθο και περιέχει μικρά κομμάτια ξύλου, είναι ελαφρύ, διαπερατό και διαβρέχεται εύκολα από το νερό. Πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να αφήνεται πάντοτε σε σωρό για να συμπληρωθεί η αποσύνθεση. Εκτός που είναι δύσκολο να βρεθεί, τις περισσότερες φορές κυκλοφορεί νοθευμένο με φυτοχώματα άλλων προελεύσεων ή κομμάτια ξύλου, πριονίδια κ.λ.π.

1.5.4 Σχινόχωμα

Είναι πολύ συνηθισμένο και μαζεύεται κάτω από τους σχίνους. Χρησιμοποιείται πολύ στις γλάστρες από τους ερασιτέχνες καλλιεργητές, αλλά καμιά φορά περιέχει ρητίνες που σχηματίζουν μια κρούστα στην επιφάνεια του εδάφους, γι' αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται στα μίγματα για τα σπορεία. Λιγότερο χρησιμοποιείται το **πευκόχωμα** που σχηματίζεται από τις βελόνες πεύκων. Τόσο το σχινόχωμα όσο και το πευκόχωμα είναι αλκαλικά.

Στο εξωτερικό εκτιμάται πολύ το **ελατόχωμα**, δηλαδή το φυτόχωμα που συγκεντρώνεται από δάση κωνοφόρων τα οποία βρίσκονται σε εδάφη πυριτικής προελεύσεως (δεν έχουν ασβέστη) και προέρχεται από τις βελόνες των κωνοφόρων ανακατεμένες με φτέρες και βρύα.

1.5.5 Ερεικόχωμα

Είναι το χώμα που γίνεται από σάπισμα φύλλων και χόρτων όπου έχει ρείκια και επειδή συνήθως το έδαφος δεν περιέχει ασβέστη, το υλικό είναι όξινο. Σε αμμουδερά εδάφη το ερεικόχωμα είναι καλύτερο. Δεν υπάρχει στη χώρα μας σε ποσότητες. Χρησιμοποιείται πολύ στο εξωτερικό, ιδίως στη Γαλλία όπου κυκλοφορεί στο εμπόριο σαν μείγμα με πυριτική άμμο που προέρχεται από το έδαφος πάνω στο οποίο σχηματίζεται το ερεικόχωμα. Έχει πολύ όξινο pH (3 - 5) χωνεύει αργά, είναι

πολύ διαπερατό, δύσκολο στη διαβροχή, θερμαίνεται εύκολα. Πλούσιο σε οργανικό άζωτο που δύσκολα νιτροποιείται και πολλές φορές φτωχό σε αφομοιώσιμα θρεπτικά στοιχεία, χρειάζεται όταν χρησιμοποιείται, ιδιαίτερα καθαρό ερεικόχωμα για ορισμένα φυτά (π.χ. αζαλέα), άφθονες συμπληρωματικές υδρολιπάνσεις.

1.5.6 Κουμαρόχωμα

Προέρχεται από περιοχές με κουμαριές και είναι κατάλληλο για γλάστρες.

1.5.7 Τσιπουρόχωμα

Για την Ελλάδα είναι ένα φυτόχωμα καλό και άφθονο σε ορισμένες περιοχές και προέρχεται από το σάπισμα των τσαμπιών των σταφυλιών μετά την οινοποίησή τους. Εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν για εξαγωγή οινοπνεύματος, με απόσταξη, αργούν να χωνέψουν. Διευκολύνεται η ζύμωσή τους όταν προστεθεί λίγος ασβέστης, κοπριά και θειική αμμωνία. Καλό φυτόχωμα δίνουν τα κοτσάνια της σταφίδας. Πρέπει πάντοτε να χρησιμοποιείται αφού αποσυντεθεί αρκετά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Τα ανόργανα υλικά που χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους, είτε σε ανάμιξη με οργανικά υλικά ως υποστρώματα στις εκτός εδάφους καλλιέργειες έχουν προέλευση φυσική (άμμος) ή τεχνητή (περλίτης, πετροβάμβακας κ.α.). Τα τελευταία παρασκευάζονται με την επεξεργασία διαφόρων φυσικής προέλευσης ανόργανων υλικών. Τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα ανόργανα υλικά είναι τα ακόλουθα:

2.1 ΠΕΡΛΙΤΗΣ

2.1.1 Το ορυκτό περλίτης

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό, υαλώδες αργιλλοπυριτικό πέτρωμα προερχόμενο από όξινη λάβα που εκχύθηκε επιφανειακά ή υποθαλάσσια και η οποία ψύχθηκε και στερεοποιήθηκε ταχύτατα. Οι συνθήκες ψύξης και στερεοποίησής του ήταν τέτοιες που δεν επέτρεψαν στα άτομα του να τοποθετηθούν σε σχηματισμούς κρυσταλλικού πλέγματος, γεγονός που έδωσε τον υαλώδη ιστό του περλίτη.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επέδρασε για το σχηματισμό του περλίτη ήταν, η παρουσία νερού και διαφόρων αερίων που παγιδεύτηκαν στη μάζα του τη στιγμή ψύξης και στερεοποίησης του.

Το υαλώδες αυτό πέτρωμα που έχει λάμψη όμοια με το μαργαρίτη (pearl), από όπου και το όνομα περλίτης είναι λευκού χρώματος περιέχει 2 - 6% κρυσταλλικό νερό και όταν θερμανθεί γρήγορα, ώστε να μαλακώσει η υαλώδης μάζα του, διογκώνεται σε μια αφρώδη μάζα τουλάχιστον 10 - 20 φορές μεγαλύτερη από τον αρχικό της όγκο. Η ιδιότητα του αυτή χρησιμοποιείται από την βιομηχανία για τη δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού.

Ο ορυκτός περλίτης έχει ειδικό βάρος 2,3 - 2,4 g/cm³ και από πλευράς χημικής σύστασης χαρακτηρίζεται ως «πυριτικό αλουμίνιο». Στην Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα περλίτη στα νησιά Μήλο, Κω, Αντίπαρο και Νίσυρο.

Η χημική σύσταση του ελληνικού περλίτη από διάφορες περιοχές της χώρας παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

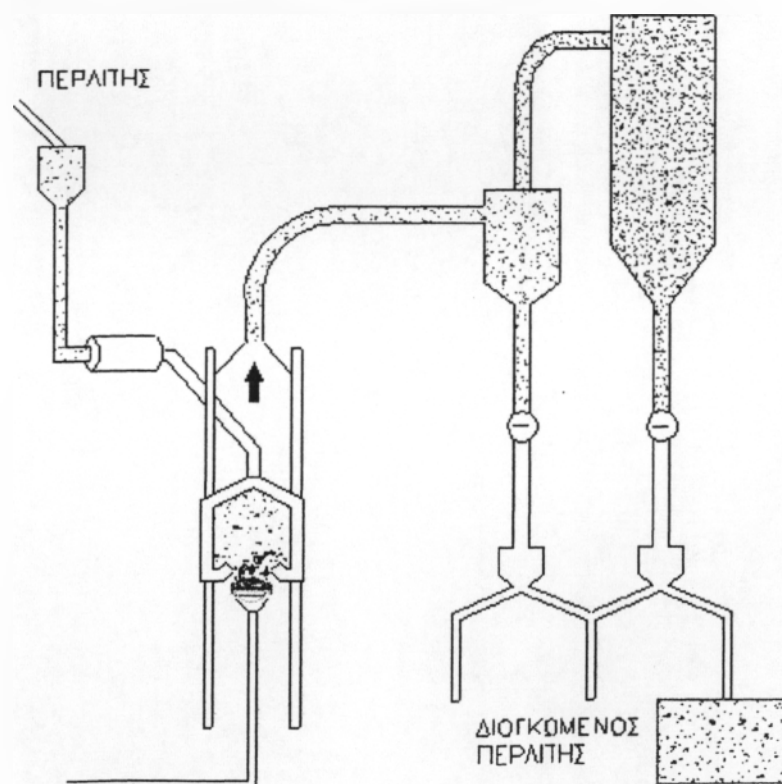
Πίνακας 2.1 : Χημική σύσταση ελληνικού περλίτη. (Χαρίτος, 1989).

	Κέφαλος Κω (%)	Τράχηλας Μήλου (%)	Χιβαδολίμνη Μήλου (%)
SiO ₂	74,0	73,0	73,8
Al ₂ O ₃	12,0	13,5	13,6
Fe ₂ O ₃	0,9	0,8	1,2
FeO	ίχνη	ίχνη	ίχνη
CaO	0,5	1,0	1,4
Na ₂ O	3,7	3,2	3,4
K ₂ O	4,2	4,8	2,9
MgO	0,3	0,3	0,6
TiO ₂	0,15	0,1	0,2
H ₂ O	3,10	2,9	2,9

2.1.2 Ο διογκωμένος περλίτης

Η διογκωση των κόκκων του περλίτη γίνεται μέσα σε φούρνους κάθετους ή οριζόντιους εγκαταστημένους μόνιμα στα κέντρα κατανάλωσής του επειδή ο περλίτης εξαιτίας του βάρους του είναι πολύ ελαφρύς και δεν προσφέρεται για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις.

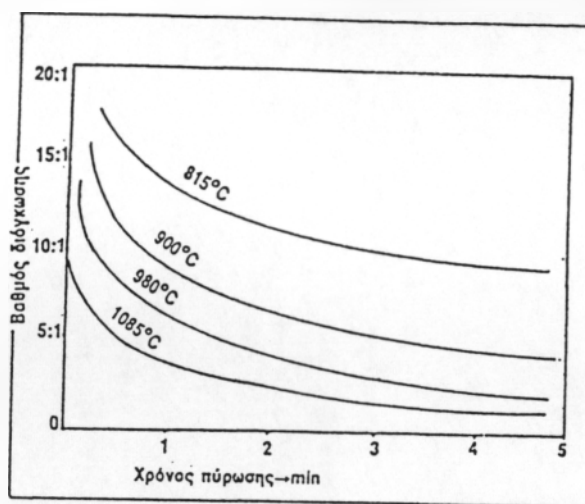
Κατά τη διογκωση οι κόκκοι του περλίτη περνούν με ταχύτητα από τους φούρνους και στον ίδιο χρόνο που διογκώνονται από τη θερμοκρασία, απορροφητήρες επιτυγχάνουν το διαχωρισμό τους σε διάφορες κοκκομετρίες.



Σχήμα 2.1: Εργαστηριακό σύστημα κατακόρυφου κλιβάνου διογκωσης περλίτη.

Η διόγκωση του περλίτη οφείλεται στο παγιδευμένο νερό και τα αέρια στη μάζα του, που προσπαθούν να ελευθερωθούν υπό μορφή ατμών, αλλά βρίσκουν δυσκολία γιατί η θερμοκρασία φέρεται απότομα σε χαμηλότερο σημείο από εκείνο της τήξης του περλίτη (1200 - 1300°C. Οι φυσαλίδες που σχηματίζονται από την πίεση των αερίων και του ατμού σχηματίζουν μια μάζα 10-20 φορές ελαφρύτερη της μάζας του αρχικού περλίτη, χρώματος λευκού.

Δηλαδή το ορυκτό περλίτης από την εξαγωγή του μέχρι τη διόγκωσή του χάνει το 1/3 του αρχικού βάρους του. Στο (διάγραμμα 2.1) φαίνεται η συσχέτιση του βαθμού διόγκωσης του περλίτη με τη θερμοκρασία και τη διάρκεια πύρωσής του.



Διάγραμμα 2.1: Συσχέτιση βαθμού διόγκωσης περλίτη με τη θερμοκρασία και τη διάρκεια πύρωσής του.

Η στερεή μάζα του περλίτη συνίσταται κατά τα 3/4 περίπου από διοξείδιο του πυριτίου, ενώ το υπόλοιπο 1/4 είναι οξείδιο του αργιλίου σε ποσοστό περίπου 14 %, καθώς επίσης και οξείδια του νατρίου, του καλίου, του σιδήρου κ.λ.π. σε μικρότερη ποσότητα.

Πίνακας 2.2: Τυπική χημική ανάλυση διογκωμένου περλίτη (%).

Διοξείδιο του πυριτίου SiO ₂	76,10
Οξείδιο αργιλίου Al ₂ O ₃	13,78
Οξείδιο τιτανίου TiO ₂	0,13
Οξείδιο σιδήρου Fe ₂ O ₃	1,25
Οξείδιο ασβεστίου CaO	1,20
Οξείδιο μαγνησίου MgO	0,56
Οξείδιο νατρίου Na ₂ O	3,76
Οξείδιο καλίου K ₂ O	3,12
Ανθρακικά (CO ₂)	0
Ολικό θείο (S)	0,018
Σύνολο	99,918

Γενικά οι συνθήκες διόγκωσης του περλίτη εξαρτώνται:

- από τον τύπο του περλίτη,
- από τη διάρκεια θέρμανσης,
- από τη θερμοκρασία,
- από την κοκκομετρία του ορυκτού περλίτη.

Έτσι, εάν π.χ. ο χρόνος της θέρμανσης είναι πολύ βραχύς, το προϊόν που παίρνουμε είναι λιγότερο σταθερό και πιο εύκολα θρυμματίζεται.

Από το παραπάνω παράδειγμα συμπεραίνεται ότι η τεχνική της διόγκωσης του περλίτη έχει τα μυστικά της. Για ορισμένους ελληνικούς περλίτες που είναι πορώδεις, απαιτείται μια ταχεία προθέρμανση σε 350°C πριν την τελική θέρμανσή τους στους 900 - 1000°C.

Ξεκινώντας από κοκκομετρίες του ορυκτού περλίτη 0,5 - 2,5 mm παίρνουμε μια σειρά από διάφορες κοκκομετρίες διογκωμένου περλίτη 1 - 5 mm.

Κατά τα στατιστικά δεδομένα, για να παραχθούν 100 τόνοι διογκωμένου περλίτη είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν 115 τόνοι ορυκτού κατεργασμένου περλίτη, ο οποίος προέρχεται από 150 τόννους εξαχθέντος.

Πίνακας 2.3: Τυπικές , φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες του διογκωμένου περλίτη. (Χαρίτος, 1989).

Μορφή	Κοκκώδες
Χρώμα	Λευκό
Οσμή	Άοσμο
Πυκνότητα (φαινόμενο βάρος)	40 - 150 kg/m ³
pH	6,5 - 7,5 (ουδέτερο)
Πραγματική πυκνότητα συμπαγούς ύλης	2.200 - 2.400 kg/m ³
Σημείο μαλάκυνσης	871 - 1.093 °C
Σημείο τήξης	1.260 - 1.343 °C
Ειδική θερμότητα	0,2 cal/g °C
Θερμική αγωγιμότητα	0,034 - 0,048 kcal/hm °C

Ο περλίτης είναι ένα υλικό με ουδέτερο pH και με πολύ χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα E.C (περίπου 0,030 mmhos/cm). Όπως αναφέρεται από τον Morrison et al (1960) η κατιονική εναλλακτική ικανότητα (C.E.C) είναι πολύ χαμηλή και κυμαίνεται γύρω στο 1,5 meq/100gr ξ.ο., και δεν περιέχει θρεπτικά στοιχεία .

Επομένως η θρέψη και η ανάπτυξη των φυτών που αναπτύσσονται στον περλίτη εξαρτώνται εξολοκλήρου από το θρεπτικό διάλυμα που τους παρέχεται.

Αν όμως οι φυσικοχημικές ιδιότητες του περλίτη είναι δεδομένες και με την κατάλληλη διαμόρφωση του θρεπτικού διαλύματος είναι δυνατόν να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών, δεν συμβαίνει το ίδιο και με τις φυσικές του ιδιότητές του. Αυτές κατά ένα μεγάλο μέρος, όπως συμβαίνει με όλα τα αδρανή υλικά εξαρτώνται από την κοκκομετρία τους.

Πίνακας 2.4: Επίδραση του μεγέθους των κόκκων του περλίτη στην ικανότητα συγκράτησης νερού.

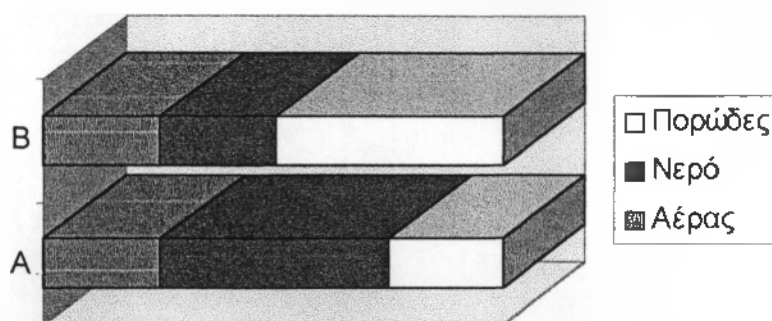
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΠΕΡΛΙΤΗ (mm)	ΟΛΙΚΟ ΠΟΡΩΔΕΣ (% V/V)	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ (% ξ.β.)
4,75 - 6,36	75,3	213
1,59 - 4,76	77,1	312
0,50 - 1,59	75,8	463

Στον (πίνακα 2.4) φαίνεται η μεταβολή της ικανότητας συγκράτησης νερού από τον περλίτη σε σχέση με την κοκκομετρία του. Από αυτά τα στοιχεία προκύπτει ότι, ενώ με τη μείωση του μεγέθους των κόκκων του περλίτη ουσιαστικά δεν έχουμε μεταβολή του ολικού πορώδους, (% του όγκου του), η ικανότητα συγκράτησης νερού μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα προς το μέγεθος των κόκκων του. Η μεταβολή αυτή της υδατοϊκανότητας του περλίτη, είναι φυσική αφού με τη μείωση του μεγέθους των κόκκων επέρχεται και αντίστοιχη μείωση του μεγέθους των πόρων, με αποτέλεσμα το νερό να συγκρατείται με δυνάμεις μεγαλύτερες από εκείνη της βαρύτητας.

Συμπερασματικά προκύπτει, από τα ανώτερα στοιχεία, ότι όσο ο περλίτης γίνεται περισσότερο λεπτόκοκκος και δεδομένου ότι με τη μεταβολή αυτή ουσιαστικά δεν μεταβάλλεται το ολικό πορώδες του, τόσο περισσότερο αυξάνεται η ποσότητα του συγκρατούμενου νερού και επομένως μειώνεται αντίστοιχα ο όγκος του περιεχομένου σ' αυτόν αέρα. Αυτό ακριβώς είναι το κρίσιμο σημείο το οποίο και θα πρέπει σε κάθε περίπτωση, ανάλογα με τη γεωργική χρήση του περλίτη και τις ανάγκες του φυτού που πρόκειται να αναπτυχθεί σ' αυτόν, να ρυθμίζεται με την κατάλληλη κοκκομετρική σύνθεσή του, για την εξασφάλιση στο φυτό των

απαραίτητων ποσοτήτων νερού και αέρα. Μια ιδιομορφία του περλίτη ως προς το πορώδες του είναι ότι εκτός από το ανοικτό πορώδες που έχει και που κυμαίνεται μεταξύ του 72 και 77 % περίπου, έχει και το κλειστό πορώδες του που είναι γύρω στο 10 % του όγκου του.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο περλίτης είναι ένα υλικό που καθιζάνει με αποτέλεσμα να μεταβάλλονται και οι φυσικές του ιδιότητες. Αυτό θα πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερα υπόψη στις κατακόρυφες καλλιέργειες όπου η μορφή αυτών των καλλιεργειών διευκολύνει την εμφάνιση αυτού του φαινομένου.



Διάγραμμα 2.2: Μείωση των πόρων λόγω καθίζησης.

A. Μετά την καθίζηση.

B. Πριν την καθίζηση.

Σήμερα ο ελληνικός διογκωμένος περλίτης προέρχεται κυρίως από τη Μήλο.

Είναι σημαντικό να αναφερθούν συνοπτικά τα πλεονεκτήματα του περλίτη τα οποία είναι τα εξής:

- Είναι υλικό ομοιογενές, που δίνει αξιόπιστα και προβλέψιμα αποτελέσματα.
- Είναι καθαρό, αποστειρωμένο, απαλλαγμένο από ασθένειες εδάφους, έντομα και σπόρους ζιζανίων.
- Δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες στη ρίζα για γρήγορη ριζοβολία, ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.
- Είναι ελαφρύ, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση εργατικών και μείωση του κόστους.
- Παρέχει ελεγχόμενη ανάπτυξη.
- Είναι εύχρηστο υλικό.
- Έχει καλές φυσικές ιδιότητες που προσφέρουν ιδεώδη στράγγιση και καλή συγκράτηση υγρασίας στα μείγματα.
- Είναι χημικά ουδέτερο, μη τοξικό, χωρίς παρενέργειες και περιπλοκές.

- Τα φυτά αποσπούν εύκολα τα θρεπτικά στοιχεία από αυτόν.

2.2 ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ

Προέρχεται από μαρμαρυγιακό πέτρωμα το οποίο έχει διογκωθεί με θέρμανση στους 1100°C με παρόμοια τεχνική όπως ο περλίτης, γι' αυτό είναι στείρο από μικροοργανισμούς και δεν χρειάζεται απολύμανση. Το τελικό προϊόν που προκύπτει αποτελείται από φυλλίδια διαστάσεων 1 - 5 mm που έχουν μορφή «ακορντεόν». Η φυλλοειδής διάταξη το βοηθά να συγκρατεί νερό και ιόντα θρεπτικών στοιχείων τα οποία προσλαμβάνονται στη συνέχεια από τις ρίζες των φυτών.

Παρακάτω παρατίθεται πίνακας όπου γίνεται σύγκριση των ιδιοτήτων του περλίτη και του βερμικουλίτη.

Πίνακας 2.5 : Σύγκριση ιδιοτήτων περλίτη και βερμικουλίτη.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΠΕΡΛΙΤΗΣ	ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ
Ανόργανος	Αδρανής και σταθερός ¹ Απεριόριστη διάρκεια	Μερικά δείγματα βρέθηκαν να περιέχουν βόριο και φθόριο. Δεν είναι πάντα αδρανής. Η δομή του σπάει με τον καιρό.
pH	6,5 - 7,5 (ουδέτερο)	6,0 - 9,5 ανάλογα με την προέλευση.
Μονωτικότητα	Πολύ καλή	Καλή όταν είναι καινούργιος. Μειώνεται με την παλαιώση.
Αποστειρωμένος	Ναι όταν είναι καινούργιος. Εύκολα αποστειρώνεται μετά τη χρήση.	Ναι όταν είναι καινούργιος.
Βάρος	Ελαφρύς	Ελαφρύς
Οσμή	Άοσμος	Άοσμος όταν είναι καινούργιος. Υποβαθμίζεται με την πάροδο του χρόνου.
Χρώμα	Λευκός	Γκριζός - Μπέζ
Αερισμός / Στράγγιση	Εξαιρετικά καλά	Καλή όταν είναι καινούργιος. Υποβαθμίζεται με την πάροδο του χρόνου.
Συγκράτηση Υγρασίας / Θρεπτικών ουσιών	Καλή	Καλή, αλλά με την πάροδο του χρόνου γίνεται υπέρβολική.

¹⁾ Σημειώνεται ότι, επειδή ο περλίτης είναι εντελώς αδρανής, παρουσιάζει κατά συνέπεια και το πλεονέκτημα να μπορεί ο γεωπόνος να ρυθμίζει το περιβάλλον από πλευράς ιόντων και pH. Αντίθετα ο βερμικουλίτης διαλύεται κατά ένα μέρος, δίνοντας μη ελεγχόμενες ποσότητες ιόντων π.χ. μαγνησίου.

Στη φυσική του κατάσταση ο βερμικουλίτης είναι σε λεπτά στρώματα και μοιάζει με σχιστόλιθο. Αποθέματα της πρώτης ύλης έχουν βρεθεί στις Η.Π.Α. και στη Νότιο Αφρική και γι' αυτό είναι περισσότερο διαδεδομένος σε χρήση σ' αυτές τις χώρες απ' ότι στην Ευρώπη.

Για κηποκομική χρήση η πρώτη ύλη θερμαίνεται στους 1000 °C για ένα λεπτό περίπου. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας το νερό που υπάρχει μεταξύ των φυλλιδίων της πρώτης ύλης γρήγορα μετατρέπεται σε ατμό, προκαλώντας αύξηση της πίεσης μεταξύ των φυλλιδίων με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος του υλικού κατά 15 - 20 φορές σε σχέση με τον αρχικό του όγκο, δίδοντας μια δικτυωτή δομή. Σ' αυτή τη μορφή πλέον ο βερμικουλίτης έχει ένα αυξημένο πορώδες και εξασφαλίζει μια καλή σχέση μεταξύ νερού και αέρα.

Ο βερμικουλίτης διατίθεται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την κοκκομετρική του σύνθεση που κλιμακώνεται από λεπτά τεμαχίδια, κατάλληλος για βλάστηση σπόρων, μέχρι και διάμετρο των τεμαχιδίων του γύρω στα 6 mm. Η μέση πυκνότητα (ειδικό βάρος) του βερμικουλίτη είναι μόνο 80 kg/m³ περίπου. Από κηποκομικής πλευράς μπορεί να καταταχθεί σε δυο κατηγορίες. Η μία κατηγορία είναι φυσιολογικά ελαφρώς όξινη με pH γύρω στο 6 μέχρι 6,8 και η άλλη κατηγορία περιέχει μια σημαντική ποσότητα μαγνησιακού ασβεστόλιθου που θρυμματίζεται σε μικρά τεμαχίδια κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας (ξεφύλλισμα) πριν από πυράκτωση, με αποτέλεσμα να ανεβάζει το pH πάνω από το 7.

Έχει μια σχετικώς αυξημένη C.E.C (κατιονική εναλλακτική ικανότητα) γύρω στα 100 - 150 meq/100gr και συγκρίνεται ως προς αυτό ευνοϊκά με την τύρφη. Το ολικό του πορώδες είναι 96 %. Πολλά δείγματα βερμικουλίτη περιέχουν 5 - 8 % διαθέσιμο κάλιο και 9 - 12 % μαγνήσιο. Επομένως υποστρώματα που παρασκευάζονται και με τη συμμετοχή βερμικουλίτη χρειάζονται μικρότερες ποσότητες απ' αυτά τα στοιχεία να προστεθούν με τη μορφή λιπασμάτων.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του είναι ότι, δεν απορροφά τα ανιόντα Cl⁻, NO₃⁻ και SO₄²⁻ αλλά απορροφά κάποιες ποσότητες του PO₄³⁻. Ο Bylow et al (1971) δημοσίευσε ότι όταν ο βερμικουλίτης μεταχειριστεί μ' ένα διάλυμα του δισόξινου φωσφορικού καλίου, τότε το 63 - 77 % του φωσφόρου απορροφάται και η απορροφούμενη ποσότητα εξαρτάται από τον τύπο του βερμικουλίτη. Το 25% του απορροφημένου φωσφόρου επιστρέφει στο διαθέσιμο τύπο ενώ το 75 % παραμένει δεσμευμένο.

Ο βερμικουλίτης είναι επίσης ικανός να δεσμεύσει μεγάλες ποσότητες αμμωνίου σε έναν αδιάθετο τύπο. Αυτό βοηθά στη ρύθμιση της ποσότητας του διαθέσιμου αζώτου στα φυτά όταν χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες οργανικού αζώτου ή λιπασμάτων που ελευθερώνονται ως αμμώνιο. Το μέγιστο μέρος του δεσμευμένου αμμωνίου είναι διαθέσιμο στα βακτήρια και μετασχηματίζεται σε νιτρικό άζωτο μέσα σε λίγες εβδομάδες και έτσι είναι και αυτό διαθέσιμο στα φυτά.

Όταν χρησιμοποιείται μόνος του ως υπόστρωμα για καλλιέργειες μεγάλης περιόδου υπάρχει μια τάση για κερηθροποίηση της δομής του μέχρι και την πλήρη καταστροφή της, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αερισμός και η αποστράγγιση. Γι' αυτό το λόγο είναι προτιμότερο να αναμειγνύεται είτε με περλίτη είτε με τύρφη.

Τα κυριότερα μειονεκτήματά του είναι η μικρή διάρκεια ζωής του, το γεγονός ότι καταστρέφεται εύκολα και το υψηλό του κόστος αφού εισάγεται στη χώρα μας. Επιπλέον αν και είναι αποστειρωμένο υλικό, αν χρειαστεί παραπέρα απολύμανση δεν είναι εύκολο να γίνει.

2.3 ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑ

Η ελαφρόπετρα και ο περλίτης είναι δυο ελληνικά προϊόντα με ενδιαφέρουσες ιδιότητες σαν υποστρώματα για την καλλιέργεια φυτών. Οι ιδιότητες αυτές σε συνδυασμό με το χαμηλό τους κόστος, ιδίως αυτό της ελαφρόπετρας, και την «οικολογική χροιά» τους, τα κάνουν ανταγωνιστικότερα σε σχέση με αντίστοιχα ξένα προϊόντα.

Ο περλίτης χρησιμοποιείται ήδη από ετών σε διάφορες χώρες (Βρετανία, Ισπανία, Ιταλία κ.λ.π.). Αντίθετα η ελαφρόπετρα έχει περιορισμένη εφαρμογή με εξαίρεση στη Ν. Ζηλανδία όπου φαίνεται ότι είναι το πιο εν χρήση υπόστρωμα για την υδροπονική καλλιέργεια φυτών.

Στην παρασκευή υποστρωμάτων για τις εκτός εδάφους καλλιέργειες αφαιρείται από την ελαφρόπετρα η περιεχόμενη σκόνη και κλασμάτωνα η υπόλοιπη σε κλάσματα της επιθυμητής κοκκομετρικής σύνθεσης. Μεγαλύτερη χρησιμοποίησή της γίνεται στην Κρήτη στην παρασκευή υποστρωμάτων ριζοβολίας των αμερικάνικων υποκειμένων του αμπελιού.

Θα ήταν πολλαπλά ωφέλιμη η εφαρμογή της μεθόδου και σε άλλες περιοχές της χώρας και για διάφορες καλλιέργειες (τομάτα, αγγουριά, πιπεριά, κολοκυθιά κ.λ.π.) με στόχο την αξιοποίηση ακόμα και άγονων σήμερα εκτάσεων, με ευνοϊκές για θερμοκήπια κλιματικές συνθήκες, όπου η απουσία γόνιμου εδάφους και επάρκειας σε νερό δεν επιτρέπουν τη συμβατική καλλιέργεια.

Παρακάτω δίνονται η χημική σύσταση της ελαφρόπετρας (πίνακας 2.6) και οι φυσικοχημικές ιδιότητές της (πίνακας 2.7).

Πίνακας 2.6: Χημική σύσταση της ελαφρόπετρας (%).

Διοξείδιο του πυριτίου (SiO ₂)	70,55
Οξείδιο του αργιλίου (Al ₂ O ₃)	12,24
Οξείδιο του σιδήρου (FeO)	0,89
Οξείδιο του ασβεστίου (CaO)	2,36
Οξείδιο του μαγνησίου (MgO)	0,1
οξείδιο του νατρίου (Na ₂ O)	3,49
Οξείδιο του καλίου (K ₂ O)	4,21
Συνολικά θειικά	0,03
Απώλεια θερμότητας	5,1
Απροσδιόριστα	1,03

Πίνακας 2.7: Φυσικές και χημικές ιδιότητες της ελαφρόπετρας.

Φυσικές ιδιότητες	
Ολικό πορώδες (V%)	75
Περιεκτικότητα πορώδους σε αέρα (V%)	65
Συγκράτηση νερού (%)	35
Εύκολα διαθέσιμο νερό (V%)	1,5 - 2,5
Μέγεθος κόκκου (mm)	0,15 - 19
Ολική πυκνότητα (gr/cm ³)	0,72
Χρώμα	Υπόλευκο
Χημικές ιδιότητες	
pH	8,5 - 9,0
Ιοντοανταλλακτική ικανότητα (meq/100gr)	0
Οσμή	Άοσμο

2.4 ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΕΣ

Οι ορυκτοβάμβακες παρασκευάζονται βιομηχανικά από φυσικά ορυκτά ή πετρώματα (βασάλτης, ασβεστόλιθος, γαιάνθρακας). Πριν χρησιμοποιηθούν σαν αδρανή υποστρώματα καλλιέργειας ήταν ήδη ευρύτατα γνωστά σαν μονωτικά υλικά.

Τα πλέον γνωστά είδη ορυκτοβάμβακα που χρησιμοποιούνται είναι ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας.

2.4.1 ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ

2.4.1.1 Πρώτη ύλη, παρασκευή και σύσταση

Ο πετροβάμβακας είναι ένα ανόργανο ινώδες υλικό. Η πρώτη ύλη για την παρασκευή του πετροβάμβακα (stonewool, rockwool) είναι διάφοροι τύποι πετρωμάτων κυρίως διαβάσης ή βασάλτης. Παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μείγματος που αποτελείται κατά 60 % από διαβάση, 20 % από ασβεστόλιθο και 20 % από άνθρακα. Το μείγμα αυτό θερμαίνεται στους 1600 °C. Ο άνθρακας χρησιμεύει κυρίως σαν καύσιμη ύλη για την επίτευξη αυτής της θερμοκρασίας. Σ' αυτή τη θερμοκρασία, το μείγμα ρευστοποιείται και οδηγείται σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο από το χώρο του οποίου εξέρχεται σε μορφή λεπτών ινών πάχους 6 - 8 μικρών (μ) και μήκους 3 mm. Το μήκος και το πάχος των ινών - παράγοντες που καθορίζουν τις μηχανικές ιδιότητες του υποστρώματος - καθορίζονται κυρίως από τη θερμοκρασία επεξεργασίας και τον αριθμό των στροφών του τυμπάνου.

Στη συνέχεια οι λεπτές αυτές ίνες συμπλέκονται και συγκολλώνται μεταξύ τους σε μια χαλαρή πλέξη με τη βοήθεια μιας συνδετικής ρητινικής ουσίας που ονομάζεται βακελλίτης, οπότε προκύπτει ένα προϊόν ελαφρύ και πορώδες με βαμβακώδη εμφάνιση. Παρακάτω δίνεται ενδεικτικά η χημική σύνθεση δυο διαφορετικής προέλευσης τύπων πετροβάμβακα:

Πίνακας 2.8: Χημική σύσταση του πετροβάμβακα.

Χημική ένωση	Πετροβάμβακας Grodan (%)	Πετροβάμβακας Tamis (%)
Διοξείδιο του πυριτίου (SiO ₂)	47	38,3
Οξείδιο του αλουμινίου (Al ₂ O ₃)	14	14,1
Οξείδιο του τιτανίου (TiO ₂)	1	-
Οξείδιο του σιδήρου (FeO)	8	12,8
Οξείδιο του ασβεστίου (CaO)	16	21,2
Οξείδιο του μαγνησίου (MgO)	10	9
Οξείδιο του μαγγανίου (MnO)	1	-
Οξείδιο του νατρίου (Na ₂ O)	2	3,5
Οξείδιο του καλίου (K ₂ O)	1	1

Όπως προκύπτει από την παραπάνω χημική σύσταση ο πετροβάμβακας είναι ένα πυριτικό αλουμίνιο με κάποιες επίσης ποσότητες ασβεστίου και μαγνησίου.

Οι διακυμάνσεις στη χημική σύνθεση των διαφόρων τύπων πετροβάμβακα οφείλονται κυρίως στην διαφορετική σύσταση της πρώτης ύλης (σύσταση ορυκτού διαβάση) που χρησιμοποιούν τα διάφορα εργοστάσια παρασκευής του και δευτερευόντως σε διαφορετική τεχνολογία επεξεργασία αυτών.

2.4.1.2 Ιδιότητες

Οι ιδιότητες του πετροβάμβακα διαφέρουν σημαντικά από τις ιδιότητες άλλων υποστρωμάτων και για την αποτελεσματική χρησιμοποίησή του είναι απαραίτητο να είναι γνωστές:

α) Φυσικές ιδιότητες

Ο πετροβάμβακας έχει ειδικό βάρος $60 - 100 \text{ kg/m}^3$ και οι πόροι που σχηματίζονται μεταξύ των ινών στο τελικό προϊόν καταλαμβάνουν το 96 % περίπου του όγκου του, ενώ μόνο το 4 % περίπου του όγκου του αποτελείται από στερεά ύλη. Οι πόροι όμως του πετροβάμβακα, λόγω του τρόπου παρασκευής του διαφέρουν σημαντικά από αυτούς του εδάφους ή άλλων υποστρωμάτων, όπως π. χ, η τύρφη, ο περλίτης κ.λ.π. Όπως ειπώθηκε πιο πάνω, η δομή του πετροβάμβακα προκύπτει ως αποτέλεσμα της ακανόνιστης συγκόλλησης λεπτών άκαμπτων βελονών - ινών μεταξύ τους σε όλες τις διευθύνσεις, οπότε σχηματίζεται μια αραιή τρισδιάστατη πλέξη. Επομένως οι πόροι του στην πραγματικότητα είναι μικρές κοιλότητες ακανόνιστου σχήματος και παραπλήσιου μεγέθους. Σε αυτή την κατάσταση ο πετροβάμβακας είναι μάλλον υδρόφοβος, δεδομένου ότι οι λεπτές βελόνες της πλέξης του, λόγω των δυνάμεων επιφανειακής τάσης δεν συγκρατούν το νερό πάνω τους. Αυτή η συμπεριφορά αντιστρέφεται από τις βιομηχανίες παρασκευής πετροβάμβακα για γεωργική χρήση μέσω της προσθήκης ενός ειδικού προσκολλητικού (tenside) στην ψυχόμενη λάβα κατά την διαδικασία της παρασκευής του υποστρώματος. Χάρης στο προσκολλητικό αυτό που καλύπτει την επιφάνεια των ινών, η επιφανειακή τάση εξουδετερώνεται, με συνέπεια όλοι σχεδόν οι πόροι του να μπορούν να γεμίσουν με νερό, όταν ο πετροβάμβακας διαβρέχεται. Ο βασικός παράγοντας που διαφοροποιεί τον βαθμό πλήρωσης των πόρων με νερό στα διάφορα τμήματα του πετροβάμβακα είναι η βαρύτητα και επομένως το ύψος του συγκεκριμένου σημείου από τη βάση του υποστρώματος.

Πίνακας 2.9: Περιεκτικότητα σε νερό και αέρα (%) στα διάφορα ύψη από τη βάση της, μιας πλάκας πετροβάμβακα πυκνότητας 70 kg/m^3 , μετά τον κορεσμό της με νερό.

Ύψος από βάση (cm)	Όγκος ξηρής ουσίας (%)	Όγκος (%)		Πόροι (%)
		Νερού	Αέρα	
1,0	3,8	92	4	96
5,0	3,8	85	11	96
7,5	3,8	78	18	96
10,0	3,8	74	22	96
15,0	3,8	54	42	96

Από τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι μια πλάκα πάχους 7,5 cm, που είναι το συνηθισμένο πάχος των πλακών πετροβάμβακα για την ανάπτυξη φυτών, εξασφαλίζει για το φυτό ικανή ποσότητα αέρα που κυμαίνεται από 4 % στη βάση, 11 % στο ύψος των 5 cm και 18 % στο επάνω μέρος της πλάκας, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό του συγκρατούμενου νερού είναι 92, 85 και 78 % αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι η πλάκα πάχους 7,5 cm κρατά στην άνω επιφάνειά της μεγάλη ποσότητα νερού που είναι ένας βασικός παράγοντας για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε όλο το πάχος της πλάκας.

Η ευνοϊκότερη αναλογία μεταξύ αέρα και νερού μέσα στο υπόστρωμα προκύπτει όταν τα τεμάχια του υποστρώματος (πλάκες, κύβοι) έχουν ύψος 7,5 cm. Προσθήκη περισσότερου όγκου υποστρώματος ανά φυτό μέσω αύξησης του ύψους των πλακών ή των κύβων πάνω από 7,5 cm συνήθως δεν είναι σκόπιμη, αφού στα στρώματα του πετροβάμβακα που βρίσκονται πάνω από αυτό το ύψος η περιεκτικότητα σε νερό θα είναι πολύ χαμηλή. Επομένως, ο επιπλέον όγκος υποστρώματος δεν θα αξιοποιείται ικανοποιητικά για την αύξηση της συγκράτησης νερού μετά από κάθε πότισμα. Εξαιρέση αποτελούν καλλιέργειες με ιδιαίτερη ευαισθησία σε μυκητολογικές ασθένειες του λαιμού, οι οποίες απαιτούν χαμηλή υγρασία στην περιοχή αυτή του φυτού, οπότε το συνιστώμενο ύψος των πλακών καλλιέργειας μπορεί να αυξηθεί στα 10 cm (π.χ. ζέρμπερα).

Από όσα εκτέθηκαν παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι το νερό που περιέχει ο πετροβάμβακας είναι στο σύνολό του σχεδόν διαθέσιμο για τα φυτά, αφού ουσιαστικά το νερό δεν συγκρατείται σε μικρούς πόρους μέσω μύζησης όπως συμβαίνει με τα πορώδη του εδάφους και των περισσότερων άλλων υποστρωμάτων.

Ειδικά οι μεγάλοι ειδικού βάρους πετροβάμβακες είναι σε θέση, σε κατάσταση κορεσμού να συγκρατούν περισσότερο νερό (περίπου 80 % του όγκου

τους) σε σύγκριση με τους πετροβάμβακες που έχουν πιο αραιή πλέξη και επομένως χαμηλότερο ειδικό βάρος.

Η ικανότητα που διακρίνει τους τύπους πετροβάμβακα, με σχετικά μεγάλο ειδικό βάρος, να συγκρατούν περισσότερο νερό οφείλεται στην πυκνότερη πλέξη των ινών τους, η οποία έχει σαν συνέπεια οι πόροι τους να είναι κατά μέσο όρο μικρότεροι σε μέγεθος. Χάρης στην ιδιότητά τους αυτή, οι μεγάλοι ειδικού βάρους πετροβάμβακες, παρέχουν στις καλλιέργειες μεγαλύτερη προστασία από τον κίνδυνο να διψάσουν κάποια στιγμή τα φυτά λόγω πρόωρης εξάντλησης του νερού στην περιοχή του ριζοστρώματος, ως αποτέλεσμα της έντονης διαπνοής που χαρακτηρίζει τα μεσογειακά κλίματα. Επιπλέον, η ικανότητα συγκράτησης περισσότερου νερού ανά μονάδα όγκου δίνει τη δυνατότητα διεξαγωγής της καλλιέργειας με μικρότερη κατανάλωση νερού και λιπασμάτων, λόγω περιορισμού των απωλειών νερού κατά τα ποτίσματα. Οι απώλειες αυτές προέρχονται από την απορροή μέρους του χορηγούμενου διαλύματος. Απορροή εμφανίζεται εφόσον ο πετροβάμβακας κορεσθεί με διάλυμα πριν ακόμα τελειώσει το πότισμα. Επειδή λοιπόν οι μεγάλοι ειδικού βάρους πετροβάμβακες έχουν μεγαλύτερη υδατοχωρητικότητα, τα ποτίσματα μπορούν να γίνονται σε αραιότερα χρονικά διαστήματα χωρίς κίνδυνο για την καλλιέργεια, ενώ δεν είναι απαραίτητο να στοχεύουν κάθε φορά στον πλήρη κορεσμό των υποστρωμάτων με θρεπτικό διάλυμα. Έτσι η πιθανότητα, κατά το επόμενο πότισμα το υπόστρωμα να είναι ακόμα γεμάτο με θρεπτικό διάλυμα και ένα μεγάλο μέρος της ποσότητας που θα χορηγηθεί να μην μπορεί να συγκρατηθεί και να απομακρυνθεί ως απορροή είναι μικρότερη. Οι μεγάλοι ειδικού βάρους πετροβάμβακες (περίπου 120 gr/lit) έχουν μεγάλη διάρκεια χρήσης και είναι κατάλληλοι για 5 - 6 καλλιέργειες μικρής διάρκειας (των 4 - 5 μηνών) ή τρεις καλλιέργειες μεγάλης διάρκειας (8 - 10 μηνών).

β) Φυσικοχημικές ιδιότητες

pH: Το pH του πετροβάμβακα είναι ελαφρώς αλκαλικό και κυμαίνεται μεταξύ του 7 και 8,5. Η διόρθωσή του όμως μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του θρεπτικού διαλύματος στις υδροπονικές καλλιέργειες (Verwer and Welleman, 1980).

Στην χημική σύσταση του πετροβάμβακα υπάρχουν σημαντικά θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά αλλά πρακτικά κανένα από αυτά δεν ελευθερώνεται. Σε υπερβολικά χαμηλές συνθήκες pH π.χ. σε υποστρώματα στα οποία έχει εφαρμοστεί μια πολύ υψηλή δόση οξέος υπάρχει η πιθανότητα να συμβεί αποσύνθεση των ινών. Αυτή η αποσύνθεση αρχίζει πολύ αργά όταν το pH είναι 5. Εάν το pH μειωθεί στο 4 η αποσύνθεση είναι εμφανής.

Οι καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης αποκτούνται με pH γύρω στο 5,8, όπου δεν συμβαίνει αποσύνθεση των ινών του και ο πετροβάμβακας μπορεί να θεωρηθεί σαν τελείως αδρανής εφόσον δεν παρατηρείται δέσμευση ή απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων από τις ίνες του. Αυτό σε συνδυασμό με το γεγονός ότι στερείται ανταλλακτικής ικανότητας καθιστά τον πετροβάμβακα ένα χημικά αδρανές υλικό. Έτσι η θρέψη των φυτών μπορεί να ελέγχεται και να ρυθμίζεται πλήρως μέσω της χορήγησης θρεπτικού διαλύματος κατάλληλης σύστασης.

Κατιονική Εναλλακτική Ικανότητα (C.E.C): Η C.E.C του πετροβάμβακα πρακτικά είναι μηδέν. Ο πετροβάμβακας δηλαδή ούτε συγκρατεί ούτε ανταλλάσσει ιόντα από το διάλυμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μπορεί να εκπλύνεται από κάθε διάλυμα που έχει προηγουμένως χρησιμοποιηθεί (Donnan and Biggs, 1984).

Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C): Η E.C του πετροβάμβακα πρακτικά είναι μηδέν και κατά τη χρήση του επηρεάζεται από την E.C του χρησιμοποιημένου διαλύματος.

Βιοαποδομησιμότητα: Ο πετροβάμβακας δεν είναι βιοαποδομήσιμος. Αυτό καταρχήν φαίνεται ότι μπορεί να προκαλέσει περιβαλλοντικά προβλήματα με τη συσσώρευση του χρησιμοποιημένου πετροβάμβακα στο χώρο χρήσης του. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με την ενσωμάτωση του πετροβάμβακα στο έδαφος, αφού προηγουμένως θρυματιστεί, προκαλώντας έτσι και βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους για υπαίθριες καλλιέργειες.

Απ' όσα προαναφέρθηκαν για τον πετροβάμβακα είναι προφανές ότι η άριστη συμπεριφορά του ως υπόστρωμα καλλιέργειας οφείλεται:

- Στην υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού που τον χαρακτηρίζει, σε συνδυασμό με την επίτευξη άριστης αναλογίας μεταξύ αέρα και νερού στο πορώδες του.
- Στο γεγονός ότι το νερό που συγκρατεί ο πετροβάμβακας είναι σχεδόν στο σύνολό του εύκολα διαθέσιμο για τα φυτά, πράγμα που δεν συμβαίνει με τα περισσότερα άλλα υποστρώματα.
- Στην χημική του αδράνεια που δίνει τη δυνατότητα στον καλλιεργητή να καθορίζει και να ελέγχει πλήρως τη θρέψη των φυτών που αναπτύσσονται πάνω του μέσω της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος.
- Στην πλήρη απουσία παθογόνων, ζωικών εχθρών και ζιζανίων σε οποιαδήποτε μορφή μέσα στη μάζα του, με συνέπεια να παρέχεται αποτελεσματική προστασία στην καλλιέργεια από ζιζάνια και ασθένειες εδάφους.
- Στην δυνατότητα που υπάρχει να καθορίζεται εύκολα όχι μόνο ο όγκος που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και το σχήμα του (πλάκες, κύβοι κ.λ.π.), χωρίς να εξαρτάται

κανείς από τα υλικά συσκευασίας του (σάκοι, κ.λ.π.) ή υποδοχής του στον χώρο του θερμοκηπίου (γλάστρες, φυτοδοχεία διαφόρων τύπων, κ.λ.π.).

2.4.2 ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ

Ο υαλοβάμβακας είναι παρεμφερές υλικό με τον πετροβάμβακα. Όπως ο πετροβάμβακας, έτσι και ο υαλοβάμβακας παράγεται από φυσικές πρώτες ύλες (χαλαζιακή άμμος) μετά από θερμική επεξεργασία και χρησιμοποιείται κυρίως σαν μονωτικό υλικό. Για την παρασκευή του υαλοβάμβακα θερμαίνεται ένα μίγμα κρυσταλλικής άμμου, ασβεστόλιθου, βόρακα και ορισμένων άλλων ανόργανων φυσικών υλών σε θερμοκρασία 1400 °C. Το μείγμα τήκεται και στη συνέχεια, με εξοπλισμό παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πετροβάμβακα μετατρέπεται σε μια αραιή πλέξη λεπτών βελονών. Οι βελόνες αυτές συγκολλώνται μεταξύ τους με βακελλίτη και γίνονται υδρόφιλες μέσω προσθήκης μιας ειδικής προσκολλητικής ουσίας (tenside) όπως ο πετροβάμβακας.

Η χρήση του υαλοβάμβακα ως υπόστρωμα καλλιέργειας μέχρι σήμερα δεν έχει εξαπλωθεί ιδιαίτερα. Οι λόγοι σχετίζονται κυρίως με το κόστος παραγωγής του, το οποίο είναι αρκετά υψηλότερο από αυτό του πετροβάμβακα. Επειδή όμως είναι υλικό με λεπτότερη, πιο ομοιόμορφη και πιο σταθερή δομή σε σύγκριση με τον πετροβάμβακα, μπορεί να παράγεται και να διατίθεται με πιο αραιή πλέξη βελονών - ινών, δηλαδή με χαμηλότερο ειδικό βάρος (μέχρι και 25 - 30 gr/lt) για υπόστρωμα καλλιέργειας. Με τον τρόπο αυτό το κόστος του μειώνεται σημαντικά. Παρά την υψηλή του ποιότητα όμως λόγω του πολύ μικρού ειδικού βάρους του ο υαλοβάμβακας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περισσότερες από 1 - 2 καλλιεργητικές περιόδους (οι κατασκευαστές του τον συνιστούν ως υπόστρωμα μιας χρήσεως). Ως υπόστρωμα μιας χρήσεως διαθέτει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως η αποφυγή απολύμανσης στις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους και η σιγουριά για την ποιότητα και την καλή κατάσταση του υποστρώματος. Η χρήση του όμως σε μεγάλη κλίμακα θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα συσσώρευσης μεγάλων ποσοτήτων χρησιμοποιημένων και απαξιωμένων υποστρωμάτων σε ποσότητες που είναι δύσκολο να απορροφηθούν από το περιβάλλον. Βέβαια, οι πρώτες ύλες από τις οποίες παρασκευάζεται ο υαλοβάμβακας είναι φυσικές και επομένως ανακυκλώσιμες από τη φύση, ίσως όμως όχι με τον ρυθμό που θα συσσωρευόταν στα θερμοκήπια λόγω της χρήσης του ως υποστρώματος, σε περίπτωση μαζικής εξάπλωσης αυτού του τρόπου καλλιέργειας. Είναι ευνόητο ότι αφού ο υαλοβάμβακας συνήθως διαθέτει αραιότερη πλέξη και συνεπώς χαμηλότερο ειδικό βάρος από τον πετροβάμβακα, θα έχει κατά μέσο όρο μεγαλύτερου μεγέθους

πόρους και επομένως μειωμένη ικανότητα συγκράτησης νερού. Αυτό σημαίνει ότι, όταν καλλιεργούνται φυτά σε υαλοβάμβακα χαμηλού ειδικού βάρους, η παροχή νερού (θρεπτικού διαλύματος) θα πρέπει να είναι συχνότερη (περισσότερα ποτίσματα ανά ημέρα), ενώ ο χρόνος κάθε άρδευσης βραχύτερος. Η συνολική ποσότητα χορηγούμενου διαλύματος ανά φυτό και ημέρα όμως θα πρέπει να είναι η ίδια όπως και στις καλλιέργειες πετροβάμβακα, αφού η κατανάλωση νερού και θρεπτικών στοιχείων δεν εξαρτάται από το είδος του ορυκτοβάμβακα που χρησιμοποιείται.

2.5 ΑΜΜΟΣ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΙ

Η άμμος και τα χαλίκια σπάνια χρησιμοποιούνται μόνα τους σαν βάση υποστρωμάτων. Συνήθως χρησιμοποιούνται σαν πρόσθετα σε άλλα υλικά με σκοπό την αλλαγή των γενικών φυσικών ιδιοτήτων τους. Η διαφορά μεταξύ άμμου και χαλικιού είναι καθαρά διαφορά μεγέθους των μορίων τους. Συγκεκριμένα για σκοπούς μηχανικής ανάλυσης έχει καθιερωθεί ο παρακάτω διαχωρισμός:

	<u>Διάμετρος</u> <u>τεμαχιδίων</u>
Άργιλλος (Clay)	< 0,002 mm
Ίλος (Silt)	0,002 - 0,02 mm
Λεπτή άμμος (Fine sand)	0,02 - 0,2 mm
Χοντρή άμμος (Coarse sand)	0,2 - 2 mm
Χαλίκι	> 2 mm

Ειδικότερα για το χαλίκι ισχύουν τα παρακάτω:

	<u>Διάμετρος τεμαχιδίων</u>
<u>Χαλίκι</u>	2 - 20 mm
<u>Μεγάλοι χάλικες ή λίθοι</u>	> 20 mm

2.5.1 ΑΜΜΟΣ

Η άμμος είναι το φθηνότερο και σχετικά εύκολα διαθέσιμο υλικό. Χρησιμοποιείται κυρίως η ποταμίσια άμμος, κατά προτίμηση πυριτική, δηλαδή το πέτρωμα από το οποίο προέρχεται να είναι πυριτικής συστάσεως. Άμμος που προέρχεται από αποσάθρωση ασβεστολιθικών πετρωμάτων δεν χρησιμοποιείται γιατί επηρεάζει το pH του εδάφους. Ένας τρόπος για να διακρίνουμε πότε είναι

ασβεστολιθικής προέλευσης είναι να ρίξουμε λίγες σταγόνες υδροχλωρικού οξέως στην υπό εξέταση άμμο. Θα παρατηρήσουμε ότι βγαίνει χαρακτηριστικός αφρός.

Η άμμος που προέρχεται από παραθαλάσσιες περιοχές θα πρέπει να ξεπλένεται καλά με άφθονο νερό, για να απομακρύνονται τα άλατα.

Η πολύ ψιλή άμμος μπορεί να έχει και άργιλλο οπότε μειώνεται η αξία της για τη βελτίωση του εδάφους. Η χονδρή άμμος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε μεγάλη ποσότητα στο εδαφικό μέσο των πολλαπλασιασθηρίων, γιατί εμποδίζει τη συγκράτηση του χώματος από τις ρίζες των μικρών φυτών στη μεταφύτευση.

Η χρησιμοποίηση άμμου στα μείγματα τύρφης δίνει σταθερότητα στα δοχεία καλλιέργειας, λόγω αύξησης του βάρους τους και βελτιώνει την ικανότητα ύγρανσης του μείγματος. Όταν το δοχείο αποτελείται εξ' ολοκλήρου από τύρφη και στεγνώσει, δύσκολα επανυγραίνεται, ενώ μείγμα τύρφης και άμμου επανυγραίνεται ευκολότερα. Γενικά η χρησιμοποιούμενη άμμος πρέπει να είναι μετρίου μεγέθους και οι κόκκοι της να έχουν γωνίες.

Οι κόκκοι της έχουν μικρό έως μηδαμινό πορώδες και επομένως δεν συγκρατούν νερό στο εσωτερικό τους. Η άμμος ως σύνολο σχηματίζει εκτεταμένο πορώδες στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των κόκκων. Επειδή όμως είναι ένα σχετικά χονδρόκοκκο υλικό οι πόροι αυτοί στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι μεγάλου μεγέθους, με συνέπεια να μην μπορούν να συγκρατήσουν νερό. Γι' αυτό παρουσιάζει μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, συγκρινόμενη με άλλα υποστρώματα.

Εξαιτίας της χαμηλής ικανότητας συγκράτησης υγρασίας πρέπει να ποτίζεται πολύ τακτικά (πολλές φορές κατά τη διάρκεια μιας μέρας) για να διατηρείται συνεχώς αρκετά υγρή για την ανάπτυξη των ριζών. Αυτό όμως συνεπάγεται σημαντικές απώλειες σε θρεπτικό διάλυμα και νερό λόγω απορροής σημαντικού μέρους τους σε κάθε πότισμα. Αυτές οι απώλειες βέβαια μπορούν κατά ένα μέρος να αποφευχθούν μέσω της μείωσης του χρόνου παροχής διαλύματος σε κάθε πότισμα.

Έχει το μειονέκτημα ότι είναι βαριά και ζυγίζει περίπου 1800 kg/m^3 όταν είναι υγρή και 1500 kg/m^3 όταν είναι στεγνή.

Τα πλεονεκτήματα της άμμου ως υποστρώματος είναι το φθινό κόστος απόκτησής της και η θεωρητικά απεριόριστη διάρκεια ζωής της. Για την αποφυγή εξάπλωσης εδαφογενών ασθενειών όμως θα ήταν καλύτερα να απολυμάνεται πριν από την έναρξη κάθε νέας καλλιεργητικής περιόδου. Η απολύμανση της άμμου μπορεί να γίνει εύκολα και αποτελεσματικά με ατμό.

2.5.2 ΧΑΛΙΚΙ

Το χαλίκι είναι ένα χονδρόκοκκο υπόστρωμα. Η χημική του σύσταση ποικίλλει και εξαρτάται από το μητρικό πέτρωμα από το οποίο προέρχεται. Η διάμετρος των διαφόρων κοκκομετριών χαλικιού που χρησιμοποιούνται περισσότερο κυμαίνεται μεταξύ 5 και 20 mm. Σαν υπόστρωμα έχει πρακτικά μηδενική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και είναι χημικά αδρανές, αμελητέα ικανότητα συγκράτησης νερού.

Επίσης το χαλίκι έχει υψηλό ειδικό βάρος το οποίο καθιστά τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις προβληματική και τους χειρισμούς κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας δύσκολη και επίπονη και επομένως αρκετά δαπανηρή.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το χαλίκι είναι ότι παρέχει καλό αερισμό στο ριζικό σύστημα, έχει πολύ καλό πορώδες και απεριόριστη διάρκεια ζωής.

2.6 ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΑΡΓΙΛΛΟΣ

Η διογκωμένη άργιλλος παράγεται μετά από θέρμανση σχιστόλιθου στους 1200 °C. Σε αυτή τη θερμοκρασία η οργανική ουσία καίγεται, ενώ τα αργιλλικά ορυκτά μετατρέπονται σε αδρανή οξειδία του αργιλίου και των άλλων μετάλλων που υπάρχουν στο κρυσταλλικό πλέγμα. Το αποτέλεσμα είναι, το υλικό να συμπεριφέρεται σαν αδρανές υλικό.

Η διογκωμένη άργιλλος παράγεται σε διάφορες κοκκομετρικές κλάσεις. Από αυτές, για χρήση σε υδροπονικές καλλιέργειες προτιμάται αυτή των 4 - 8 mm.

Αρχικά η διογκωμένη άργιλλος δοκιμάστηκε σε ανθοκομικές καλλιέργειες (κυρίως τριαντάφυλλο), στον (πίνακα 2.10) δίνονται οι επιθυμητές ιδιότητες της διογκωμένης αργίλλου για καλλιέργεια ορχιδέας.

Οι λόγοι που ώθησαν τους παραγωγούς να την δοκιμάσουν για υπόστρωμα καλλιέργειας ήταν η μεγάλη διάρκεια ζωής της. Πολλοί πίστεψαν ότι θα μπορούσε να λυθεί έτσι το πρόβλημα που υπήρχε με την αποκομιδή του χρησιμοποιούμενου και απαξιωμένου πλέον υποστρώματος μετά το τέλος της καλλιέργειας. Το πρόβλημα αυτό υπάρχει κυρίως με τον πετροβάμβακα.

Η διογκωμένη άργιλλος έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (μεγαλύτερη από αυτήν του περλίτη) και αέρα. Γι' αυτό το λόγο, το υλικό έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα σαν υπόστρωμα καλλιέργειας.

Πίνακας 2.10: Επιθυμητές ιδιότητες της διογκωμένης αργίλλου για καλλιέργεια ορχιδέας. (F. Penningsfeld, 1980 ISOSC Proceedings).

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διάμετρος κόκκων	4 - 8 mm και 8 - 16 mm
Φαινόμενο ειδικό βάρος	300 - 600 gr/lt
Απορροφούμενο νερό	80 - 150 gr/lt
Ύψος της τριχοειδούς ανύψωσης	8 - 12 cm
pH	5 - 7
Αγωγιμότητα	400 μ Siemens (μmho)
Ca	86 mg/100 gr αργίλλου
Na	11 mg/100 gr αργίλλου
Mg	15 mg/100 gr αργίλλου
Cl	10 mg/100 gr αργίλλου
F	1,2 mg/100 gr αργίλλου

Τα μόνα μειονεκτήματα που παρουσιάζει είναι το σχετικά υψηλό κόστος και η αναγκαιότητα καθαρισμού και απολύμανσης κάθε χρόνο πριν από κάθε νέα καλλιέργεια.

Η διογκωμένη άργιλλος κυριαρχεί ως υπόστρωμα στην κατασκευή φυτοσυνθέσεων σε χώρους εκθέσεων, γραφείων και καταστημάτων.

2.7 ΖΕΟΛΙΘΟΙ

Οι ζεόλιθοι είναι ηφαιστειογενή ορυκτά αλκαλιών και αλκαλικών γαιών και βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στη Θράκη. Στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε πρόσφατα ως υπόστρωμα στην υδροπονία. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα έδειξαν ότι είναι πολλά υποσχόμενο υπόστρωμα λόγω της υψηλής ιοντο-ανταλλακτικής του ικανότητας και του εύκολα διαθέσιμου νερού στο φυτό. Χρησιμοποιείται μόνο του ή σε μείγματα με περλίτη ή ελαφρόπετρα.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι χημικές ιδιότητες του ζεόλιθου (πίνακας 2.11), οι φυσικές του ιδιότητες (πίνακας 2.12) και η χημική του σύσταση (πίνακας 2.13).

Πίνακας 2.11: Χημικές ιδιότητες ζεόλιθου.

ρΗ	6,5 - 8,0
Ιοντο-ανταλλακτική ικανότητα (meq/100 gr)	75,7
Όσμη	Άοσμο

Πίνακας 2.12: Φυσικές ιδιότητες του ζεόλιθου.

Ολικό πορώδες (V%)	78
Περιεκτικότητα πορώδους σε αέρα (V%)	17
Συγκράτηση νερού (%)	40
Εύκολα διαθέσιμο νερό H ₂ O (%)	10
Μέγεθος κόκκου (mm)	0,5 - 6,0
Ολική πυκνότητα (gr/cm ³)	1,85
Χρώμα	Υπόλευκο

Πίνακας 2.13: Χημική σύσταση ζεόλιθου (%).

Διοξείδιο του πυριτίου	68,20
Οξειδίο του αργιλίου	11,32
Οξειδίο του τιτανίου	0,07
Οξειδίο του σιδήρου	0,58
Οξειδίο του ασβεστίου	0,01
Οξειδίο του μαγνησίου	0,66
Οξειδίο του νατρίου	0,99
Οξειδίο του καλίου	3,12
Οξειδίο του φωσφόρου	0,01
Απώλεια θερμότητας	12,42

2.8 ΠΛΑΣΤΙΚΑ

Ένα αποτέλεσμα της ταχείας ανάπτυξης της βιομηχανίας πλαστικών είναι το αυξανόμενο ενδιαφέρον της χρήσης αφρωδών πλαστικών στην παρασκευή υποστρωμάτων. Αρχικώς η πολυουρεθάνη που απόμενε ως απόβλητο από τις

βιομηχανικές μεθόδους χρησιμοποιούταν στην παρασκευή πλαστικών γλαστρών και μέσα σε λίγα χρόνια αυτός ο τύπος της γλάστρας έχει ουσιαστικά αντικαταστήσει τις παραδοσιακές πορώδεις πήλινες γλάστρες. Πιο πρόσφατα, οι καλλιεργητές πειραματίστηκαν με υποστρώματα από τύρφη αναμειγμένη με πλαστικά υλικά.

Τα πιο σημαντικά είναι το διογκωμένο πολυστυρένιο και η διογκωμένη πολυουρεθάνη.

Το πρώτο υλικό έχει pH ουδέτερο, είναι αδρανές, σταθερό και βελτιώνει τον αερισμό και την αποστράγγιση του υποστρώματος. Δεν αποσυντίθεται ή συμπυκνώνεται με κανονική χρήση, έχει χαμηλή πυκνότητα και βάρος μόνο 20 kg/m³.

Αν και το ολικό πορώδες του υλικού είναι υψηλό (περίπου 95%) το νερό δεν απορροφάται από αυτό. Είναι σημαντικό ακόμη να αναφερθεί πως δεν περιέχει θρεπτικά στοιχεία και ούτε απορροφά ή συγκρατεί λιπάσματα.

Η διογκωμένη πολυουρεθάνη περιέχει άζωτο βραδείας απελευθέρωσης, βελτιώνει την αποστράγγιση, μπορεί να συγκρατήσει μικρή ποσότητα νερού όμως υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσει προβλήματα φυτοτοξικότητας.

Ζυγίζει μόνο 12 - 15 kg/m³, το pH της είναι περίπου ουδέτερο και δεν αποσυντίθεται από μικροοργανισμούς.

Η πολυουρεθάνη είναι διαθέσιμη σε κοκκώδη μορφή, σε κύβους ή πλάκες με μια ρηχή κοιλότητα στην επάνω επιφάνεια στην οποία μπορούν να εισαχθούν τα φυτάρια, μοσχεύματα ή σπόροι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΙΓΜΑΤΑ

3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΙΓΜΑΤΩΝ

Στην εκλογή των κατάλληλων υλικών για την σύνθεση των μειγμάτων εξετάζονται οι απαιτήσεις των φυτών σε σχέση με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του μείγματος πάνω στο οποίο θα αναπτυχθούν και οι ιδιότητες του κάθε υλικού σε συνδυασμό με τα άλλα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν. Όταν χρησιμοποιούνται για προσθήκη στον αγρό εξετάζονται επίσης οι ιδιότητες του χώματος που θα βελτιωθεί σε σχέση με τις απαιτήσεις των φυτών που θα καλλιεργηθούν καθώς και η σκοπιμότητα και το κόστος αυτής της εργασίας.

Ένα καλό εδαφικό μείγμα πρέπει να έχει τα παρακάτω **γενικά χαρακτηριστικά** που έχουν εφαρμογή για όλες τις περιπτώσεις:

- Συνεκτικότητα και σταθερότητα για να στηρίζει καλά τα φυτά.
- Σταθερό όγκο είτε είναι υγρό, είτε ξηρό. Μερικά μείγματα όταν χάσουν υγρασία συρρικνώνονται και μετά είναι δύσκολο να υγρανθούν πάλι, γιατί το νερό φεύγει από το χώρο που μένει μεταξύ της μπάλας του χώματος και των τοιχωμάτων της γλάστρας. Σ' αυτή την περίπτωση το μείγμα υγραίνεται με το βύθισμα της γλάστρας σε δοχείο με νερό και με κανονικά ποτίσματα στη συνέχεια.
- Ικανοποιητικό πορώδες δηλαδή αρκετό όγκο πόρων για να απομακρύνεται η περίσσεια του νερού με την αποστράγγιση και συγχρόνως να διατηρεί αρκετή υγρασία για τις ανάγκες των φυτών και να αποφεύγει το συχνό πότισμα.
- Καλό αερισμό γιατί οι ρίζες των φυτών έχουν ανάγκη από οξυγόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με το κατάλληλο μέγεθος πόρων που έχει το εδαφικό υλικό. Ιδιαίτερη σημασία έχει αυτή η ιδιότητα σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται γλάστρες από πλαστική ύλη ή άλλο μη πορώδες υλικό.
- Δυνατότητα να αποστειρώνεται με ατμό. Μείγματα με μεγάλη ποσότητα οργανικής ουσίας δεν συνίσταται να αποστειρώνονται με ατμό γιατί μπορεί να προκληθεί τοξικότητα από αμμωνία στα φυτά.
- Κατάλληλο pH για τα φυτά που πρόκειται να καλλιεργηθούν, γιατί άλλα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν σε διάφορα pH του εδάφους, άλλα όμως θέλουν να είναι ακριβώς καθορισμένο όπως π.χ. τα οξύφιλα φυτά (αζαλέα, ορτανσία κ.λ.π.) που αναπτύσσονται μόνο σε όξινο έδαφος.

- Όταν το μείγμα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για γλάστρες πρέπει να έχει μικρό βάρος για να είναι ευκολότερη η μεταφορά του. Μερικές φορές όμως αντίθετα χρειάζεται να προστεθεί άμμος στο μείγμα ειδικά για να αποκτήσουν βάρος οι γλάστρες και να μην πέφτουν τα φυτά.

Μερικά από τα **ειδικά χαρακτηριστικά** που πρέπει να έχει ένα μείγμα ανάλογα με το σκοπό που προορίζεται είναι τα παρακάτω:

- Μείγματα που θα χρησιμοποιηθούν για σπορά σπόρων ή ριζοβολία μοσχευμάτων σε κασάκια, γλάστρες, σπορεία και τραπέζια θερμοκηπίων πρέπει να συγκρατούν αρκετή υγρασία και συγχρόνως να εξασφαλίζουν καλή κυκλοφορία του αέρα στο εδαφικό μέσο γιατί το οξυγόνο του αέρα είναι απαραίτητο για τη βλάστηση των σπόρων και τη ριζοβολία των μοσχευμάτων. Αυτό εξασφαλίζεται με την προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων τύρφης, φυτοχώματος, περλίτη κ.λ.π. Απαραίτητα το μείγμα που προορίζεται για τις παραπάνω χρήσεις πρέπει να είναι ομοιόμορφο και να κοσκινίζεται καλά ώστε να μην υπάρχουν κομμάτια τύρφης ή άλλων υλικών. Πρέπει να είναι απαλλαγμένο από παθογόνα και σπόρους ζιζανίων και να μην περιέχει κοπριά ή οργανική ύλη σε αποσύνθεση, γιατί εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε άζωτο τα φυτά ψηλώνουν απότομα και γίνονται ασθενικά. Τα περισσότερα από αυτά τα υλικά δεν περιέχουν καθόλου θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά, γι' αυτό προστίθενται στο μείγμα πριν τη σπορά ή τη φύτευση ή καλύτερα προστίθενται σε διαλυτή μορφή στο νερό ποτίσματος που δίνεται στα μικρά φυτά. Ακόμη μπορούν να προστεθούν διαλυτά λιπάσματα στο νερό που χρησιμοποιείται στο σύστημα υδρονέφωσης για τη ριζοβολία μοσχευμάτων. Πάντα μιλάμε όμως για μικρές ποσότητες λιπασμάτων, γιατί διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος να περιοριστεί η ανάπτυξη και να παρουσιαστούν τοξικότητες από υπερβολικές ποσότητες αλάτων.
- Για τα φυτά που θα μείνουν πολύ καιρό στην ίδια γλάστρα (γαρυφαλλιές, τριανταφυλλιές) το μείγμα πρέπει να περιέχει ανόργανα υλικά σε μεγαλύτερη αναλογία και μάλιστα επειδή τα οργανικά υλικά που τυχόν θα προστεθούν αποσυντίθενται σε μικρό χρόνο, η αποστράγγιση και ο αερισμός του εδαφικού μείγματος πρέπει να βασιστούν στην προσθήκη άμμου. Το φυσικό χώμα που θα προστεθεί δίνει στα φυτά σημαντική ποσότητα από τα στοιχεία που χρειάζονται και αποφεύγονται οι τροφοπενίες.
- Για τα φυτά εσωτερικών χώρων το μείγμα πρέπει να εξασφαλίζει καλή αποστράγγιση και να μην είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία γιατί τα φυτά με το

μειωμένο φωτισμό που υπάρχει σε αυτούς τους χώρους δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων και μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα από την παρουσία αλάτων. Σ' αυτή την περίπτωση το μείγμα πρέπει να έχει τις ίδιες ιδιότητες με το εδαφικό μέσο του φυσικού περιβάλλοντος που προέρχεται το φυτό π.χ. για τα φυτά που κατάγονται από τροπικές χώρες και αναπτύσσονται κάτω από τα πυκνά δέντρα πάνω σε ένα στρώμα που αποτελείται από φύλλα και άλλες οργανικές ουσίες σε ημιαποσύνθεση, το μείγμα πρέπει να παρέχει αρκετό φυτόχλωμα όχι καλά χωνεμένο. Για τα επίφυτα που αναπτύσσονται πάνω σε δέντρα στους τροπικούς, συνίσταται για το μείγμα, φλοιοί δέντρων, κλαδάκια κ.λ.π. ενώ για τους κάκτους που κατάγονται από τις ημερημικές περιοχές η προσθήκη μεγάλης ποσότητας άμμου στο μείγμα είναι απαραίτητη.

- Όσα φυτά προορίζονται να μείνουν στις γλάστρες για μικρό χρόνο όπως π.χ. οι τουλίπες στη διάρκεια του φορτσαρίσματος και που μάλιστα έχουν μέσα στο βολβό όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται για τη βλάστηση, σημασία έχει μόνο η καλή κυκλοφορία του αέρα στο εδαφικό μείγμα και η συγκράτηση της υγρασίας, γιατί η έλλειψη υγρασίας και για μικρό χρόνο έχει σαν συνέπεια αποτυχία στην άνθηση.

Τα μείγματα ανάλογα με τον αν περιέχουν ή όχι έδαφος διακρίνονται σε εδαφικά μείγματα και συνθετικά μείγματα ή κομπόστες (composts).

3.2 ΕΔΑΦΙΚΑ ΜΕΙΓΜΑΤΑ

Προκειμένου να βελτιωθούν οι φυσικές ιδιότητες αλλά και η θρεπτική αξία του εδάφους χρησιμοποιούνται διάφορα οργανικά και ανόργανα υλικά. Έτσι από τα οργανικά υλικά το πιο διαδεδομένο και χρήσιμο υλικό ήταν και είναι η κοπριά. Προέχει η κοπριά αιγοπροβάτων και ακολουθεί η πλούσια σε στρωμνή αγελαδινή κοπριά. Αποφεύγεται η χρήση κοπριάς χοίρων και πουλερικών (κουτσουλιά) επειδή είναι πλούσιες σε άλατα και αζωτούχες ουσίες, οι οποίες απελευθερώνονται υπό μορφή αμμωνίας και προκαλούν βλάβη στα νεαρά και ευπαθή φυτά μετά τη βλάστηση των σπόρων. Οποιοδήποτε είδος κοπριάς και αν χρησιμοποιηθεί αυτή πρέπει να είναι «χωνεμένη» δηλαδή να υποστεί τη διαδικασία της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης.

Καλής σύστασης μείγματα προκύπτουν από ανάμειξη 2 μερών εδάφους, 1 μέρους κοπριάς, 1 μέρους ποταμίσιας άμμου. Το μείγμα αυτό πρέπει να εμπλουτιστεί και με μικρές ποσότητες χημικών λιπασμάτων που δεν περιέχει η

κοπριά (φωσφορούχα, καλιούχα). Για παραπέρα βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του μείγματος και ιδιαίτερα του πορώδους και της στράγγισης, μπορούν να προστεθούν μικρές ποσότητες περλίτη ή βερμικουλίτη. Στην περίπτωση που είναι δύσκολο η εύρεση της κοπριάς, στη θέση της μπορεί να χρησιμοποιηθεί τύρφη. Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι η αναλογία μεταξύ των υλικών εξαρτάται πρώτα απ' όλα από την ποιότητα του εδάφους που θα χρησιμοποιηθεί. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του αμμοαργιλλώδους εδάφους δεν χρησιμοποιείται για την παρασκευή του μείγματος η άμμος. Όμως σε αργιλλώδες ή πηλώδες έδαφος είναι εντελώς απαραίτητη η άμμος. Επίσης, αντί της κοπριάς ή της τύρφης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες οργανικές ύλες όπως π.χ. άχυρο, στέμφυλα οينوποιίας, σπάδικες αραβοσίτου, πριονίδια κ.λ.π., αρκεί να έχουν υποστεί ανάλογη διαδικασία αποδόμησης της οργανικής τους ύλης. Για καλής ποιότητας μείγματα προτιμώνται τα αμμοπηλώδη ή τα ελαφρά αργιλλοπηλώδη εδάφη τα οποία ψιλοχωματίζονται πριν τη χρησιμοποίησή τους. Η σπουδαιότητα του εδάφους στο μείγμα οφείλεται τόσο στις φυσικοχημικές του όσο και στις βιολογικές του ιδιότητες και κυρίως στις ιδιότητες των κolloειδών της αργίλλου, δηλαδή στην ικανότητα ανταλλαγής ανιόντων και κατιόντων και τον εφοδιασμό του μείγματος με ιχνοστοιχεία. Έτσι, κατά την επιλογή του εδάφους, οι παρακάτω παράμετροι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη: το pH, τα συστατικά του, η δομή του, η υφή του, η περιεκτικότητά του σε οργανική ύλη η οποία καθορίζει και την αντίδραση του εδάφους στην αποστείρωσή του, ιδιαίτερα με ατμό.

1. Το pH του εδάφους πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 6,5. Το pH επιδρά τόσο στην ανόργανη θρέψη των φυτών όσο και στην αντίδραση του εδάφους στην αποστείρωσή του με ατμό. Όταν το pH είναι μικρότερο από 5,5 υπάρχει κίνδυνος μικρής γονιμότητας του εδάφους. Αντίθετα όταν το pH του εδάφους είναι πάνω από 6,5 υπάρχει η πιθανότητα εκδήλωσης στα φυτά συμπτωμάτων τροφοπενιών κυρίως βορίου και σιδήρου και υψηλός κίνδυνος τοξικότητας αμμωνίας μετά την αποστείρωση με ατμό.
2. Μηχανική σύσταση: Αυτή αναφέρεται στο ποσοστό συμμετοχής στο έδαφος της αργίλλου, της ιλύος (πηλός) και της άμμου. Έδαφος που περιέχει περίπου 20% άργιλλο θεωρείται το καταλληλότερο για παρασκευή μειγμάτων και καλείται έδαφος μετρίως αργιλλώδες. Το έδαφος μπορεί πρακτικά να αναγνωριστεί ως μετρίως αργιλλώδες από την ικανότητά του να δημιουργεί, μετά τη διαβροχή του, στιλπνή επιφάνεια όταν τρίβει ανάμεσα στα δάκτυλά μας.

3. Υφή του εδάφους: Αναφέρεται κυρίως στην ιδιότητα των τριών συστατικών (άργιλλος, ίλος, άμμος) να σχηματίζουν συσσωματώματα μαζί με την οργανική ύλη. Επιθυμητό είναι τα συσσωματώματα αυτά να έχουν σταθερότητα και να μην αποδομούνται όταν το έδαφος είναι υγρό. Η ιδιότητα του εδάφους να σχηματίζει συσσωματώματα αποτελεί τη βασική παράμετρο του πορώδους του εδάφους, το οποίο σε συνδυασμό με τις βιολογικές ιδιότητες και τον εφοδιασμό του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία συνιστά τη βιόσφαιρα εντός της οποίας καλούνται να βλαστήσουν οι σπόροι ή να αναπτυχθούν οι ρίζες των φυτών .
4. Υδατοϊκανότητα ή υδατοχωρητικότητα του εδάφους: Τα διάφορα εδάφη συγκρατούν μετά τον κορεσμό τους μια ποσότητα νερού. Η ποσότητα αυτή εξαρτάται από την λεπτότητα των κόκκων και την υφή του εδάφους. Έτσι τα διάφορα εδάφη, ανάλογα με το πορώδες τους, στον κορεσμό τους συγκρατούν διαφορετικές ποσότητες νερού. Ο προσδιορισμός αυτής της ποσότητας κορεσμού δεν έχει και μεγάλη γεωργική αξία, διότι το νερό εκτοπίζοντας τον αέρα του εδάφους το καθιστά ακατάλληλο για καλλιέργεια. Αντίθετα, μεγάλη σημασία έχει η ικανότητα του εδάφους ή του μείγματος να συγκρατεί το νερό μετά το σταμάτημα της στράγγισης λόγω της βαρύτητας. Η ιδιότητα αυτή καλείται υδατοϊκανότητα ή υδατοχωρητικότητα του εδάφους και εκφράζεται ως ποσοστό νερού στο ξηρό έδαφος. Η υδατοϊκανότητα επηρεάζεται αποφασιστικά από την άργιλλο και την οργανική ύλη του εδάφους ή του μείγματος.
5. Οργανική ύλη του εδάφους: Η οργανική ύλη συμβάλλει στην ποιότητα του εδάφους πρώτον γιατί βελτιώνει τη δομή του και δεύτερο γιατί το εμπλουτίζει με θρεπτικά στοιχεία και ιδιαίτερα με άζωτο. Η οργανική ύλη μπορεί να απαντηθεί στο έδαφος είτε με τη μορφή ινωδών είτε μερικώς αποδομημένων ριζών των φυτών και μερικώς εντονότερα αποδομημένων οργανικών ουσιών που συνιστούν το χούμο. Έδαφος εφοδιασμένο με ικανοποιητικές ποσότητες οργανικής ουσίας μπορεί να αποτελεί μια μακρόχρονη και σταθερή πηγή αζώτου για τα φυτά. Η περιεχόμενη στο έδαφος οργανική ουσία καθορίζει και την ποσοστιαία αναλογία της κοπριάς ή άλλης οργανικής ουσίας που πρόκειται να προστεθεί για την παρασκευή του μείγματος.

Τα πρώτα καθορισμένης σύνθεσης μείγματα, που προορίζονται για διάφορες χρήσεις στη γεωργία, παρασκευάστηκαν και αναπτύχθηκαν από τους Lawrence και Newle το 1934 στο John Innes Institution της Αγγλίας απ' όπου πήραν και το όνομα «John Innes Composts» (J.I.C.).

Στον (πίνακα 3.1) φαίνεται η σύνθεση δυο υποστρωμάτων από J.I.C. Χαρακτηριστικό αυτό των υποστρωμάτων όπως φαίνεται και από τη σύνθεσή τους είναι η συμμετοχή του αργιλλώδους εδάφους και μάλιστα σε αυξημένη αναλογία.

Πίνακας 3.1: Σύνθεση «John Innes Composts», (Bunt, 1976).

Υλικά κατ' όγκον	Λιπάσματα (kg/m ³)
Υποστρώματα για σπορόφυτα	
<u>Συστατικά</u>	<u>Χημικά</u>
Αργιλλώδες χώμα: 2 μέρη	Υπερφωσφορικό (8% P): 1,18
Τύρφη : 1 μέρος	CaCO ₃ : 0,59
Άμμος ¹ : 1 μέρος	
Υποστρώματα για γλάστρες	
<u>Συστατικά</u>	<u>Χημικά</u>
Αργιλλώδες χώμα: 7 μέρη	Υπερφωσφορικό (8% P) ² : 1,18
Τύρφη : 3 μέρη	Θειικό κάλι ² : 0,59
Άμμος ¹ : 2 μέρη	CaCO ₃ : 0,59
	Οπλές & κέρατα ζώων ² : 1,18

1: Χονδρή άμμος.

2: Το υπερφωσφορικό μαζί με το θειικό κάλι και τις οπλές με κέρατα ζώων, διατίθεντο, σε μείγμα γνωστό ως «John Innes Base Fertilizer», (J.I,base fertilizer).

3.2.1 Πλεονεκτήματα εδαφικών μειγμάτων

- Το βασικό τους πλεονέκτημα είναι ότι, στην περίπτωση καλής ποιότητας εδάφους, περιέχουν θρεπτικά στοιχεία και η θρέψη των φυτών ιδιαίτερα σε ότι αφορά το άζωτο και το φώσφορο είναι εύκολη.
- Τροφοπενίες, ιδιαίτερα σε ότι αφορά στα ιχνοστοιχεία, σπάνια παρουσιάζονται.
- Χάρη στις ρυθμιστικές ιδιότητες των κολλοειδών του εδάφους, αποφεύγονται οι απότομες και απρόβλεπτες μεταβολές στη συμπεριφορά των φυτών.

3.2.2 Μειονεκτήματα εδαφικών μειγμάτων

- Δυσκολία στο να ευρεθεί κατάλληλο έδαφος το οποίο να μην προκαλεί προβλήματα ιδιαίτερα κατά την αποστείρωσή του με υδρατμό.
- Δυσκολία στην εύρεση μεγάλων αποθεμάτων της ίδιας ποιότητας εδάφους για να εξασφαλιστεί η συνεχής παραγωγή της ίδιας ποιότητας μείγματος.

- Το έδαφος πρέπει να διατηρείται ξερό και να υποστεί αποστείρωση πριν από τη χρησιμοποίησή του.
- Το παρασκευαζόμενο μείγμα έχει υψηλό ειδικό βάρος και συνεπώς είναι δύσκολος ο χειρισμός του (ανάμειξη, μεταφορά κ.λ.π.).
- Η παρασκευή του μείγματος θέλει ιδιαίτερη επιμέλεια προκειμένου να επιτευχθεί καλή ανάμειξη. Σε μερικές περιπτώσεις και το κόστος παρασκευής είναι υψηλό.

3.3 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΜΕΙΓΜΑΤΑ (ΚΟΜΠΟΣΤΕΣ - COMPOSTS)

Το αυξανόμενο κόστος εργασίας κατά την αποστείρωση του εδάφους και την παρασκευή των εδαφικών μειγμάτων και η δυσκολία να εξευρεθεί καλής ποιότητας έδαφος οδήγησε τους καλλιεργητές, ιδιαίτερα των αναπτυγμένων χωρών (ΒΔ Ευρώπη και Β. Αμερική), στη χρήση συνθετικών μειγμάτων τα οποία παρασκευάζονται εύκολα, είναι αξιόπιστα και δεν απαιτούν αποστείρωση εφόσον υποστούν σωστούς χειρισμούς.

Η επιλογή των υλικών που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ενός συνθετικού μείγματος καθορίζεται από την επάρκεια και τη διαθεσιμότητά τους, το κόστος προμήθειας, την τοπική εμπειρία και κυρίως την απαλλαγή του από τοξικές για τα φυτά ουσίες. Έτσι ενώ στις χώρες της Βορειοδυτικής Ευρώπης τη βάση των μειγμάτων αποτελεί η τύρφη (σε όλες τις μορφές της), στις Η.Π.Α και Καναδά αντιθέτως τη βάση των μειγμάτων αποτελεί ο βερμικουλίτης και ο περλίτης. Στη χώρα μας τις δυο τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται στροφή στη χρήση συνθετικών μειγμάτων από τύρφη, περλίτη και αποδομημένα υπολείμματα καλλιεργειών (π.χ. άχυρο, στέμφυλα οινοποιίας, σπάδικες και βράκτια φύλλα αραβοσίτου κ.λ.π.). Σε μερικές χώρες γίνεται ευρύτατη χρήση πριονιδίων και αλεσμένων φλοιών δέντρων, κατά προτίμηση από κωνοφόρα δέντρα. Πριονίδια από φυλλοβόλα δέντρα είναι λιγότερο κατάλληλα επειδή αποδομούνται γρήγορα.

3.3.1 Παρασκευή συνθετικών μειγμάτων

Συνθετικά μείγματα μπορεί να παρασκευάσει ο καλλιεργητής από μόνος του ή και να αγοράσει έτοιμα από το εμπόριο. Για την παρασκευή καλής ποιότητας μειγμάτων πρέπει να γίνει πολύ καλή ανάμειξη των υλικών που θα αποτελέσουν το τελικό μείγμα. Η εργασία αυτή γίνεται καλύτερα από ειδικά μηχανήματα, όπως σπαστήρες, κόσκινα, αναδευτήρες. Για τις μεγάλες εκμεταλλεύσεις διατίθενται εξειδικευμένα μηχανήματα τα οποία, αμέσως μετά την παρασκευή των μειγμάτων, τοποθετούν το μείγμα στις γλάστρες, στις σακκούλες, στους δίσκους ή άλλα είδη κλίνης σπόρου ή σποροφύτων. Στις αυτοματοποιημένες επιχειρήσεις μηχανήματα

παρασκευάζουν μικρούς κύβους εντός των οποίων σπέρνονται οι σπόροι ή μεταφυτεύονται τα μικρά σπορόφυτα.

Η σύνθεση αυτών των μειγμάτων διαφέρει ανάλογα με το είδος του φυτού και τη διαθεσιμότητα των υλικών σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Τα ανθοκομικά είδη είναι τα πλέον απαιτητικά και γι' αυτό έχει προταθεί σχεδόν για κάθε είδος ξεχωριστό μείγμα. Όμως υπάρχουν και μερικά μείγματα που είναι ανεκτά έως και πολύ καλά για ένα ευρύ κατάλογο καλλιεργούμενων φυτών. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά τέτοια μείγματα.

Στην Ιρλανδία, από το Αγροτικό Ινστιτούτο Kinsealy στο Δουβλίνο συνίσταται το μείγμα «Range Mix» το οποίο αποτελείται αποκλειστικά από τύρφη σε κάθε κυβικό μέτρο της οποίας προσθέτονται:

1,4 kg Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία	9,4 gr Βόρακας
0,7 kg Υπερφωσφορικό	14,2 gr Θειικός χαλκός
0,7 kg Θειικό κάλι	14,2 gr θειικό μαγγάνιο
2,2 kg Κίσηρη (ελαφρόπετρα)	14,2 gr Θειικός ψευδάργυρος
5,6 kg Σκόνη ασβεστόπετρας	23,4 gr Χηλικός σίδηρος
42,5 kg Θειικός σίδηρος	2,4 gr Μολυβδαινούχο νάτριο

Εάν πρόκειται για τομάτα προσθέτονται ανά m^3 τύρφης : 1,4 kg υπερφωσφορικό, 0,7 kg ασβεστούχος νιτρική αμμωνία και 0,7 kg ουρική φορμαλδεΰδη, ενώ τα υπόλοιπα συστατικά παραμένουν στις ίδιες ποσότητες.

Στην Ολλανδία, από τον Ερευνητικό Σταθμό του Aalsmeer συνίσταται το μείγμα:

- 10 μέρη κατ' όγκο κανονική τύρφη από Sphagnum
- 10 μέρη κατ' όγκο αποδομημένη μαύρη τύρφη από Sphagnum
- 1 μέρος κατ' όγκο ποταμίσιας άμμου

Σε κάθε m^3 του ανωτέρω μείγματος προσθέτονται:

- 7 kg Δολομίτης (5% MgO)
- 1,5 kg Σύνθετο λίπασμα 16 - 10 - 20
- 150 gr Υπερφωσφορικό
- 250 gr Εμπορικό σκεύασμα «Sporumix PG» το οποίο περιέχει 25% Mg, 0,3% Cu, 0,1% B, 0,5% Mn, 0,15% Zn και 0,6% Mo.

Το μείγμα αυτό έχει pH μεταξύ 5,5 και 6,5 και περιέχει σε mg/lit τα εξής θρεπτικά στοιχεία: N: 240, P: 92, K: 249, B: 0,25, Cu: 0,75, Mn: 1,25, Zn: 0,375, Mo: 1,5.

Στις Η.Π.Α

α) Το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας συνιστά μείγμα αποτελούμενο από:

75% κατ' όγκο τύρφη

25% κατ' όγκο άμμο

Το ανωτέρω μείγμα εμπλουτίζεται με χημικά λιπάσματα στις κατώτερες αναλογίες ανά m³:

0,15 kg Νιτρικό κάλι 3,0 kg Δολομίτη (MgCO³ .CaCo³)

0,15 kg Θεϊικό κάλι 3,0 kg Ανθρακικό ασβέστιο

1,2 kg Υπερφωσφορικό

Το όλο μείγμα αποδίδει 20 mg/lit N, 95 mg/lit P και 123 mg/lit K.

β) Το Πανεπιστήμιο του Cornell συνιστά μείγμα αποτελούμενο από:

50% κατ' όγκο τύρφη

50% κατ' όγκο βερμικουλίτη ή περλίτη

Ανά m³ του ανωτέρω μείγματος προσθέτονται:

0,9 kg Νιτρικό ασβέστιο ή νιτρικό κάλι

0,6 kg Υπερφωσφορικό

3,0 kg Ανθρακικό ασβέστιο

70 gr μείγμα ιχνοστοιχείων

Το όλο μείγμα αποδίδει 117 mg/lit N, 48 mg/lit P και 340 mg/lit K.

Το ίδιο Πανεπιστήμιο συνιστά ένα δεύτερο μείγμα αποτελούμενο από:

2 μέρη κατ' όγκο τύρφη

1 μέρος κατ' όγκο βερμικουλίτη

1 μέρος κατ' όγκο περλίτη

στο οποίο προσθέτονται ανά m³ τα ακόλουθα:

0,6 kg Νιτρικό κάλι 4,9 kg Δολομίτης

1,2 kg Υπερφωσφορικό 0,4 kg Θεϊικός σίδηρος

1,6 kg Σύνθετο λίπασμα 10 - 10 - 10 70 gr μείγμα ιχνοστοιχείων

Το όλο μείγμα αποδίδει 238 mg/lit N, 165 mg/lit P και 360 mg/lit K.

γ) Μείγματα με βάση τα πριονίδια μαλακού ξύλου.

i. Κομπόστα I αποτελούμενη από:

66,6% κατ' όγκο πριονίδια κοκκινόξυλου

33,3% κατ' όγκο ψιλή άμμο

στην οποία ανά m³ προσθέτονται:

1,48 kg Υπερφωσφορικό 1,78 kg Δολομίτης

0,30 kg Θεϊικό κάλι 0,59 kg Θεϊικός σίδηρος

ii. Κομπόστα II αποτελούμενη από:

33,3% κατ' όγκο πριονίδια κοκκινόξυλου

33,3% κατ' όγκο τύρφη

33,3% κατ' όγκο ψιλή άμμο

στην οποία ανά m^3 προσθέτονται:

0,59 kg Νιτρικό ασβέστιο

4,15 kg Ανθρακικό ασβέστιο

1,48 kg Υπερφωσφορικό

4,15 kg Δολομίτης

0,59 kg Νιτρικό κάλι

0,59 kg Θεϊικός σίδηρος

Στη Γερμανία το Ινστιτούτο Εδαφολογίας και Θρέψης Φυτών του Μονάχου συνιστά ένα πλήθος μειγμάτων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και το σκοπό των καλλιεργούμενων ειδών και κυρίως των ανθοκομικών ειδών. Πέραν αυτών των επιμέρους μειγμάτων, συνιστά βασικά μείγματα στα οποία κύρια συστατικά είναι η τύρφη αφενός και ένα σύνθετο λίπασμα που περιέχει 12% N, 12% P_2O_5 , 16% K_2O και 2% MgO αφετέρου. Ανάλογα με το επιδιωκόμενο pH, σε κάθε m^3 τύρφης προσθέτονται αντίστοιχες ποσότητες του ανωτέρω λιπάσματος οπότε προκύπτουν τρεις βασικές κομπόστες, ως ακολούθως:

Κομπόστα I. Προορίζεται για φυτά ευαίσθητα στα άλατα όπως η καμέλια, η γαρδένια κ.α. και προκύπτει όταν σε κάθε m^3 τύρφης προστεθούν 0,5 έως 1,0 kg του ανωτέρω σύνθετου λιπάσματος, οπότε η απόδοση σε βασικά θρεπτικά στοιχεία είναι: 60 - 120 mg/lit N, 26 - 53 mg/lit P και 66 - 133 mg/lit K.

Κομπόστα II. Προορίζεται για φυτά μετρίως ανθεκτικά στα άλατα όπως η ζέρμπερα, η τριανταφυλλιά κ.α. και προκύπτει όταν σε κάθε m^3 τύρφης προστεθούν 1,5 kg του σύνθετου λιπάσματος, οπότε η απόδοση της κομπόστας σε θρεπτικά στοιχεία είναι: 180 mg/lit N, 80 mg/lit P και 200 mg/lit K.

Κομπόστα III. Προορίζεται για φυτά που έχουν αρκετή αντοχή στα άλατα όπως τα γαρύφαλλα, τα χρυσάνθεμα κ.α. και προκύπτει όταν σε κάθε m^3 τύρφης προστεθούν 3 kg του σύνθετου λιπάσματος, οπότε η απόδοση της κομπόστας σε θρεπτικά στοιχεία είναι: 360 mg/lit N, 160 mg/lit P και 400 mg/lit K.

Στη Μεγάλη Βρετανία συνθετικές κομπόστες έχουν τυποποιηθεί από το Ινστιτούτο Έρευνας Θερμοκηπιακών καλλιεργειών (Glasshouse Crops Research Institute), στις οποίες μεγάλη έμφαση έχει δοθεί στην επίλυση προβλημάτων θρέψης που σχετίζονται με το άζωτο και τα ιχνοστοιχεία. Κυκλοφορούν οι παρακάτω κομπόστες:

i. GCRI κομπόστα σπορειών αποτελούμενη από:

50% κατ' όγκο τύρφη

50% κατ' όγκο άμμο ελεύθερη από ασβέστη

Σε κάθε m^3 του ανωτέρω μείγματος προσθέτονται:

0,75 kg Υπερφωσφορικό (0 - 20 - 0)

0,4 kg Νιτρικό κάλι

3,0 kg Ασβεστόπετρα

Η μεγάλη αναλογία της άμμου διευκολύνει αφενός την ταχεία απομάκρυνση, από την κλίνη του σπορείου, των σποροφύτων που πρόκειται να μεταφυτευτούν και αφετέρου ελαχιστοποιεί την απώλεια ριζών κατά τη διαδικασία αυτή. Επειδή η ανωτέρω κομπόστα είναι πολύ φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία, η μεταφύτευση των σποροφύτων πρέπει να γίνει στα αρχικά στάδια της βλάστησης.

ii. GCR1 Κομπόστα μεταφύτευσης I. Είναι κομπόστα γενικής χρήσης και συνίσταται από 75% κατ' όγκο τύρφη και 25% κατ' όγκο άμμο, σε κάθε m³ της οποίας προσθέτονται:

0,40 kg Νιτρική αμμωνία

2,25 kg Ασβεστόπετρα

1,50 kg Υπερφωσφορικό

2,25 kg Δολομίτη

0,75 kg Νιτρικό κάλι

0,375 kg μείγμα ιχνοστοιχείων

Η κομπόστα αυτή περιέχει ανά λίτρο 230 mg N (από το οποίο το 30% είναι σε αμμωνιακή μορφή), 120 mg P και 290 mg K και μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί αμέσως μόλις παρασκευαστεί, είτε να αποθηκευτεί για απεριόριστο χρόνο.

iii. GCR1 Κομπόστα μεταφύτευσης II. Η κομπόστα αυτή είναι σχεδόν ταυτόσημη με την προαναφερθείσα και διαφέρει μόνο στο ότι αντί της νιτρικής αμμωνίας περιέχει φορμαλδεΐδη (ourea-formaldehyde) σε ποσότητες μεταξύ 0,5 - 1,0 kg ανά m³ κομπόστας, ανάλογα με τη ζωηρότητα που επιθυμούμε να δώσουμε στα φυτά. Έτσι στη διάρκεια του χειμώνα, όπου είναι επιθυμητή η μικρή ταχύτητα ανάπτυξης, χρησιμοποιούνται μικρές ποσότητες ουρίας, ενώ την άνοιξη και το καλοκαίρι, όπου η ανάπτυξη των φυτών είναι ζωηρή, χρησιμοποιούνται υψηλές δόσεις ουρίας.

Η κομπόστα αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί αμέσως μετά την παρασκευή της επειδή υπάρχει ο κίνδυνος πρόκλησης βλαβών στα φυτά από απελευθέρωση αερίου αμμωνίας κατά την αποθήκευση. Έχει το πλεονέκτημα της απελευθέρωσης του αζώτου με βραδύ ρυθμό, σε αντίθεση με την κομπόστα I που απελευθερώνει γρήγορα το άζωτο, επειδή αυτό βρίσκεται με τη μορφή της νιτρικής αμμωνίας.

iv. GCR1 Κομπόστα μεταφύτευσης III. Για την παρασκευή αυτής της κομπόστας στο βασικό μείγμα (75% τύρφη, 25% άμμος) προσθέτονται ανά m³:

0,2 kg Νιτρική αμμωνία

0,4 kg Νιτρικό κάλι

1,5 kg Εμπορικό σκεύασμα «Mag Amp» ή «Enmag».

Το εμπορικό λίπασμα περιέχει αμμωνιο-φωσφορικό μαγνήσιο και χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις εκείνες που ο φώσφορος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα θρεπτικά διαλύματα. Η προαναφερθείσα ποσότητα του εμπορικού σκευάσματος αρκεί να καλύψει τις ανάγκες μερικών καλλιεργειών μέχρι 10 εβδομάδες.

3.3.2 Πλεονεκτήματα συνθετικών μειγμάτων

- Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη τυποποίηση των επί μέρους υλικών, καλύτερη ομογενοποίηση του μείγματος και μεγαλύτερη σταθερότητα στην ποιότητα του μείγματος από παρτίδα σε παρτίδα.
- Δεν απαιτείται αποστείρωση των υλικών (είναι από μόνα τους αποστειρωμένα).
- Είναι μικρότερο το κόστος παρασκευής τους.
- Είναι ελαφρού βάρους και συνεπώς εύκολα στους χειρισμούς.
- Η μικρή έως μηδαμινή περιεκτικότητα των συστατικών υλικών σε θρεπτικά στοιχεία επιτρέπει τον ευκολότερο έλεγχο και ρύθμιση των λιπάνσεων ώστε να ελέγχεται καλύτερα η ανάπτυξη των φυτών.

3.3.3 Μειονεκτήματα συνθετικών μειγμάτων

- Απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή στον έλεγχο του αζώτου, του φωσφόρου και των ιχνοστοιχείων όπως π.χ του βορίου και του χαλκού.
- Μεγαλύτερη εξάρτηση της ανάπτυξης των φυτών από την υγρή λίπανση.
- Έλλειψη της ρυθμιστικής ικανότητας των μειγμάτων επειδή κανένα από τα συστατικά υλικά δεν έχει τις ιδιότητες των κολλοειδών του εδάφους. Έτσι, ακόμα και οι μικρότερες αλλαγές ή παρεκκλίσεις από τις σταθερές και προκαθορισμένες τιμές των διαφόρων παραμέτρων έχουν άμεσο αντίκτυπο στη θρέψη και συνεπώς στην ανάπτυξη των φυτών.
- Η καλύτερη αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων των συνθετικών μειγμάτων απαιτεί καλλιεργητές περισσότερο εκπαιδευμένους και εξειδικευμένους στις απαιτήσεις των τεχνικών καλλιέργειας πάνω σε τέτοια υποστρώματα.

3.4 ΕΔΑΦΙΚΑ ΜΕΙΓΜΑΤΑ ή ΕΤΟΙΜΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον παραδοσιακό τρόπο καλλιέργειας κηπευτικών και ανθοκομικών ειδών, ο παραγωγός προσπαθώντας να βελτιώσει τις συνθήκες ανάπτυξης και να αυξήσει τις πιθανότητες επιτυχίας, προσθέτει στο έδαφος οργανική ουσία (κοπριά ή χλωρή λίπανση) και φροντίζει να χρησιμοποιεί κατά το δυνατό, γόνιμο χώμα ή να μεταφέρει φυτόχωμα από δασικές περιοχές. Η υιοθέτηση όμως νέων μεθόδων καλλιέργειας τον αναγκάζει να χρησιμοποιήσει καταλληλότερα

υποστρώματα και η τύρφη μπαίνει εντυπωσιακά στην κηποκομική πρακτική. Η μεγάλη ζήτηση έχει σαν συνέπεια τη διάθεση και μη ελεγχόμενων ποσοτήτων, με πολύ όξινη αντίδραση ή με πολύ αλκαλική, αν έχει προστεθεί υπερβολική ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου για εξουδετέρωση. Έτσι οι ζημιές είναι σημαντικές και το κόστος μεγαλώνει.

Βέβαια, μετά από συνεχή χρήση και πειραματισμό και αφού ξεπεραστούν οι πρώτες δυσκολίες, πολλοί παραγωγοί αποκτούν την απαραίτητη γνώση και εμπειρία για να χρησιμοποιούν με επιτυχία εδαφικά μείγματα που παρασκευάζουν οι ίδιοι, με ανάμειξη των κατάλληλων υλικών και προσθήκη θρεπτικών στοιχείων. Και πραγματικά, τα αποτελέσματα μπορεί είναι πολύ ικανοποιητικά, σε ότι αφορά τόσο την επιτυχία φυτρώματος όσο και την ανάπτυξη των φυτών. Όμως για να πετύχει κανείς κάτι τέτοιο χρειάζεται να αφιερώσει πολύ χρόνο και εργασία, να παρατηρεί συνέχεια τα φυτά, να επεμβαίνει όποτε χρειάζεται και να εκτελεί με σχολαστικότητα όλες τις καλλιεργητικές φροντίδες.

Η έλλειψη όμως της απαραίτητης εμπειρίας και του κατάλληλου εξοπλισμού ελέγχου των συνθηκών καλλιέργειας, έχει σαν συνέπεια παραγωγοί που ξεκινούν μια νέα καλλιέργεια ή σπέρνουν νέες απαιτητικές ποικιλίες και υβρίδια φυτών, να έχουν πολλές αποτυχίες στο φύτεμα και καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Έτσι και σε συνδυασμό με τη σημαντική αύξηση των κοστολογίων το κόστος ανεβαίνει κατακόρυφα, η παραγωγή μειώνεται και οψιμίζει, η ποιότητα υποβαθμίζεται και η καλλιέργεια καταντά ασύμφορη.

Η χρησιμοποίηση ελεγμένων υποστρωμάτων, ειδικά φτιαγμένων για συγκεκριμένες συνθήκες και για ορισμένες καλλιέργειες, εξασφαλίζει ένα σίγουρο αποτέλεσμα και απαλλάσσει τον παραγωγό από μια σειρά εργασιών που απαιτούν κόπο, χρόνο και γνώσεις. Τα βιομηχανοποιημένα, τυποποιημένα υποστρώματα, που παράγονται από εξειδικευμένες μονάδες σε μια ποικιλία τύπων, ώστε να καλύπτουν κάθε είδος και στάδιο καλλιέργειας, έχουν σταθερή και ελεγμένη σύσταση και ο παραγωγός δεν έχει παρά να επιλέξει το καταλληλότερο, ανάλογα με το τι ακριβώς πρόκειται να κάνει. Έτσι αποφεύγει:

- Να ψάξει για τύρφη ελεγμένη ή για αποδεκτό φυτόχωμα και να το μεταφέρει.
- Να βρει κοπριά χωνεμένη, να τη μεταφέρει και να την απολυμάνει με ατμό ή χημικά μέσα. Αν δεν είναι χωνεμένη θα πρέπει να τη χρησιμοποιήσει μετά από μερικούς μήνες και στο μεταξύ να τη βρέχει συνέχεια για να απομακρύνει το N που πλεονάζει.

- Να προσθέσει λίπασμα και αδρανή υλικά για βελτίωση της δομής, στις κατάλληλες αναλογίες, να τα αναμειξει και να προσπαθήσει να φτιάξει όσο το δυνατό πιο ομοιογενές μείγμα.
- Να φτιάξει διαφορετικά μείγματα, για σπορά ή ανάπτυξη των νεαρών φυτών μετά το σπορείο ή και μετά τη μεταφύτευση ακόμη.

Όλη αυτή η διαδικασία δεν αποκλείει ορισμένα προβλήματα, που ο κίνδυνος να εμφανιστούν εξαρτάται όχι μόνο από την επιμέλεια του παραγωγού, αλλά και από αρκετούς αστάθμητους παράγοντες.

Τα τυποποιημένα υποστρώματα, αντίθετα έχουν σταθερή σύσταση, δεν περιέχουν σπόρους ζιζανίων και παθογόνα, έχουν την κατάλληλη οξύτητα (pH) και περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία, δεν περιέχουν άλατα, ούτε υπολείμματα φυτοφαρμάκων (αφού δεν χρειάζονται απολύμανση) και φυσικά δεν απαιτούν χρόνο και κόστος παραγωγής. Οι βιομηχανίες που τα παρασκευάζουν διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό και ειδικευμένο προσωπικό για να φτιάξουν ένα ισορροπημένο υλικό, με σταθερή σύσταση στη μονάδα του όγκου, κάτι που είναι εξαιρετικά δύσκολο να πετύχει ο παραγωγός. Το έτοιμο υπόστρωμα δίνει τη σιγουριά ενός επιτυχημένου αποτελέσματος, πλεονέκτημα καθοριστικό, ιδιαίτερα για έναν άπειρο παραγωγό. Έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι με τη χρήση βιομηχανοποιημένου υποστρώματος στο σπορείο εκμηδενίζονται οι πιθανότητες αποτυχίας, τα φυτά μεγαλώνουν γρηγορότερα, γίνονται πιο εύρωστα και είναι απαλλαγμένα από αρρώστιες. Έτσι, ένας παραγωγός, που βέβαια δεν θα παραμελήσει τα νεαρά φυτά, αλλά θα φροντίσει να έχουν την κατάλληλη θερμοκρασία, αερισμό, υγρασία, νερό κ.λ.π., σε ελάχιστες περιπτώσεις μπορεί να πάθει οικονομική ζημιά.

Με όλα αυτά τα πλεονεκτήματα ένα τυποποιημένο υπόστρωμα δεν θα πρέπει να θεωρείται ακριβό, αν λάβει κανείς υπόψη το κόστος των εργασιών που αποφεύγονται, την πρωιμότητα και την ευρωστία των φυτών, που συνεπάγονται καλύτερες τιμές και μεγαλύτερη παραγωγή. Επίσης αξιοποιούνται όλοι οι σπόροι, οι οποίοι σήμερα είναι ακριβοί και σε μη ελεγμένα υποστρώματα δεν φυτρώνουν όλοι. Έτσι, όσοι παραγωγοί τα δοκιμάσουν τα αποδέχονται και σήμερα, σε περιοχές που έχουν γίνει γνωστά, ένα 90% των φυτών παράγεται με τυποποιημένα υποστρώματα. Θα πρέπει όμως να χρησιμοποιείται κάθε φορά ο κατάλληλος τύπος και όχι το υπόστρωμα που προορίζεται για σπορά λαχανικών να χρησιμοποιείται και για ανάπτυξη ανθοκομικών.

Για μια πετυχημένη και οικονομικά αποδοτική καλλιέργεια, λοιπόν, θα πρέπει οι παραγωγοί να προβληματιστούν ποια υποστρώματα, μέσα και συστήματα καλλιέργειας είναι τα πιο κατάλληλα για τη δική τους καλλιέργεια και ανάλογα να πειραματιστούν και να σταθμίσουν τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα, πόσο στοιχίζει και τι αποδίδει το καθένα. Με την απαιτούμενη προσοχή και υπευθυνότητα στην εργασία τους θα μπορέσουν, με τα μέσα που διαθέτουν, να αποκτήσουν γερά φυτά, καλή παραγωγή και ικανοποιητικό εισόδημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

4.1 Η ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

4.1.1 Τύρφη

Η τύρφη είναι από τα πλέον διαδεδομένα οργανικά υλικά. Τα τελευταία χρόνια η χρησιμοποίησή της παρουσιάζει τεράστια αύξηση στην κηποκομία. Οι κύριες αιτίες είναι δύο:

1. Η μείωση της χρησιμοποίησης μειγμάτων που βασίζονται στο φυσικό έδαφος, που συνήθως περιείχαν μόνο 25% τύρφη, και η αύξηση της χρησιμοποίησης μειγμάτων χωρίς φυσικό έδαφος, που περιέχουν 75% τύρφη.
2. Η υιοθέτηση νέων μεθόδων καλλιέργειας, που είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης τύρφης.

Η τύρφη χρησιμοποιείται στην υδροπονική καλλιέργεια, στην καλλιέργεια σε υποστρώματα, στη βελτίωση του εδάφους, στην παρασκευή κύβων τύρφης και στη δημιουργία φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού. Η διάρκεια ζωής της είναι γύρω στα δυο χρόνια ή περισσότερο όταν πρόκειται για την ξανθιά τύρφη.

Σε καθαρή μορφή συνίσταται για τη βλάστηση των σπόρων όλων των φυτικών ειδών φυτών, για το ρίζωμα και καλλιέργεια μοσχευμάτων λαχανικών και ανθοκομικών, για φυτά εσωτερικού χώρου, μπαλκονιών κ.λ.π. Μπορεί να παίξει το ρόλο φυτοχώματος σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών, ανθοκομικών, καλλωπιστικών και άλλων ειδών.

Η τύρφη επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα μείγματα ριζοβολίας μοσχευμάτων και σποράς σπόρων, για τη διατήρηση βολβών, για την επίστρωση του εδάφους προς συγκράτηση της υγρασίας, καθώς και για ενσωμάτωση στο έδαφος όπως η κόπρος.

Πρέπει πάντοτε να προστίθεται στα μείγματα εδάφους στα οποία θα αναπτυχθούν φυτά «εσωτερικών χώρων», όπως είναι: η αράλια, η βιγόνια rex, ο κολεός, η μαράντα, ο φίκος, ο πόθος κ.α.

Όταν χρησιμοποιείται σε μείγματα που προορίζονται για σπορά ή για ριζοβολία μοσχευμάτων πρέπει να κοσκινίζεται πριν, γιατί αν υπάρχουν μεγάλα κομμάτια τύρφης στο μείγμα, συγκρατούνται οι ρίζες από αυτά και στην εξαγωγή των φυταρίων ή των μοσχευμάτων μπορούν να κοπούν. Καλύτερη είναι εκείνη που βρίσκεται σε μικρότερο βαθμό αποσύνθεσης.

Η τύρφη χρησιμοποιείται σαν συστατικό εδαφικών μειγμάτων, συνήθως σε αναλογία 1:5 ή 1:4, γιατί τα κάνει «αφράτα» και τα εμπλουτίζει σε οργανική ουσία και μέταλλα. Ακόμη έχει το πλεονέκτημα όταν διαβραχεί να συγκρατεί 3 - 4 φορές το ξηρό βάρος της σε νερό. Έτσι τα εδαφικά μείγματα που έχουν τύρφη χρειάζονται πιο αραιά ποτίσματα. Στο εμπόριο έρχεται συνήθως συσκευασμένη σε μπάλες. Δεν περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς και γι' αυτό δεν χρειάζεται αποστείρωση. Προτού αναμειχθεί με τα άλλα συστατικά των μειγμάτων, πρέπει να τοποθετηθεί μερικές ώρες στο νερό για να διαβραχεί καλά.

Διαβροχή της τύρφης

Οι ασχολούμενοι με την παρασκευή των μειγμάτων έχουν την εμπειρία το πόσο δύσκολη υπόθεση είναι η ταχεία διαβροχή της τύρφης. Η δυσκολία διαβροχής αφορά τόσο αυτή καθαυτή την τύρφη ως μεμονωμένο υλικό όσο και τα μείγματα που περιέχουν τύρφη και τα οποία έχουν ξηρανθεί, επειδή πέρασε αρκετός χρόνος από τη στιγμή της παρασκευής τους.

Καλή διαβροχή της τύρφης επιτυγχάνεται με το σταδιακό ψεκάσμο της αμέσως μετά το άνοιγμα της μπάλας και το ταυτόχρονο ανακάτεμά της. Δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να προστεθεί ευθύς εξ αρχής μεγάλη ποσότητα νερού, ιδιαίτερα όταν στην τύρφη ή στο μείγμα τύρφη - άμμος έχει προστεθεί το βασικό λίπασμα. Στην περίπτωση αυτή το λίπασμα προσκολλάται στα αρχικά μέρη της τύρφης που θα συναντήσει, παραμένει εκεί σε μεγάλες συγκεντρώσεις και δεν διαχέεται στην υπόλοιπη μάζα κατά τη διαδικασία της ανάμειξης.

Αυτή είναι η κύρια αιτία που παρατηρούνται διαφορές στην ανάπτυξη των φυτών σε γλάστρες, αν και το μείγμα που περιέχουν προέρχεται από την ίδια παρτίδα ανάμειξης. Αυτές οι διαφορές ποικίλλουν από απλή εμφάνιση συμπτωμάτων τροφοπενιών σε μερικές γλάστρες μέχρι την εκδήλωση φαινομένων τοξικότητας σε άλλες γλάστρες λόγω υπερβολικής συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων.

Ο καλύτερος τρόπος παρασκευής των μειγμάτων, είναι να προστεθούν στην ξηρή τύρφη, η άμμος ή ο περλίτης ή ο βερμικουλίτης και το βασικό λίπασμα. Αρχίζει έτσι η ανάμειξη και ακολούθως προστίθεται σταδιακά το νερό σε μικρές ποσότητες ενώ συνεχίζεται η ανάμειξη. Πάντως για μια καλή διαβροχή του μείγματος η ποσότητα του νερού πρέπει να φθάσει στο 250% του ξηρού βάρους της τύρφης. Βέβαια αυτός ο τρόπος διαβροχής του μείγματος δεν μπορεί να εφαρμοστεί στις γλάστρες όπου το περιεχόμενο μείγμα έχει αφεθεί να ξηρανθεί.

Συνεπώς για να επιτευχθεί η καλή διαβροχή πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας παράγοντας διαβροχής ο οποίος μειώνει την επιφανειακή τάση της τύρφης. Πιστεύεται ότι η δυσκολία διαβροχής της τύρφης οφείλεται μάλλον στο σχηματισμό λεπτού υμένα από αέρα στην επιφάνεια των συστατικών της τύρφης και την παρουσία χουμικού σιδήρου και όχι σε φυσικές κηρώδεις ουσίες και ρητίνες που υπάρχουν στην τύρφη. Υπάρχει ένα πλήθος από διαβρεχτικούς παράγοντες όμως οι περισσότεροι προκαλούν τοξικότητες στα φυτά. Συνεπώς πρέπει να επιλεγούν μόνο εκείνοι που είναι ασφαλείς για τα φυτά. Αναφέρονται παρακάτω μερικοί παράγοντες διαβροχής που έχουν δοκιμαστεί και συσταθεί από τους Sheldrake και Matkin το 1971:

- i. T-Det C -30, που βασίζεται σε λάδι κάστορα και οξειδίο του αιθυλενίου.
- ii. Triton N - 101, που βασίζεται στην πολυαιθοξυ-αιθανόλη με 9-10 μόρια οξειδίου του αιθυλενίου.
- iii. Triton X - 102, που βασίζεται στην οκτυλ-μεθοξυ-πολυαιθοξυ-αιθανόλη με 12 - 13 μόρια οξειδίου του αιθυλενίου.

Οι παράγοντες διαβροχής για να επιτελέσουν τον στόχο τους πρέπει να προσθέτονται στο νερό σε αναλογία 0,1% ή 1000 ppm. Τα μείγματα τα οποία περιέχουν άμμο διαβρέχονται ευκολότερα από τα μείγματα που περιέχουν μόνο τύρφη.

4.1.2 Περλίτης και Βερμικουλίτης

Σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά δυο σχετικά «νέα» υλικά με καλές προοπτικές στην γεωργία, ο περλίτης και ο βερμικουλίτης. Και τα δυο έχουν δοκιμαστεί με ανάλογη επιτυχία, είτε μόνα τους είτε σε ανάμειξη με άλλα συστατικά, σαν υποστρώματα ριζοβολίας και βελτιωτικά εδάφους. Ιδιαίτερα ο περλίτης χρησιμοποιείται για γεωργικές χρήσεις σε ευρεία κλίμακα στις Η.Π.Α και στην Ιαπωνία και ολοένα σε αυξανόμενη έκταση στις διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες.

Οι κυριότερες χρήσεις του περλίτη, σε καλλιέργειες υπό κάλυψη, συνοψίζονται σε δυο:

- Χρήση περλίτη αμιγούς
- Χρήση περλίτη σε ανάμειξη με άλλα υλικά.

Ενώ ο περλίτης σκέτος αποδείχτηκε σαν αξιόπιστο και σίγουρο αδρανές υλικό για υδροπονικές καλλιέργειες και συστήματα υδρονέφωσης, στην πράξη είχε μέχρι τώρα μεγαλύτερη επιτυχία σαν συστατικό μειγμάτων και βελτιωτικών του

εδάφους. Και αυτό γιατί, όταν χρησιμοποιείται με τύρφη και χώμα έχει μεγαλύτερες ανοχές για ανθρώπινα λάθη, παρά όταν χρησιμοποιείται αμιγής.

Περλίτης αμιγής χρησιμοποιείται ήδη σε ευρεία κλίμακα και στην Ελλάδα σε ριζωτήρια γαρυφάλλου με υδρονέφωση. Επίσης η εταιρεία ΒΙΟΡΥΛ έχει αναπτύξει ένα πλήρες σύστημα οριζόντιας και κάθετης καλλιέργειας υψηλής τεχνολογίας, με αμιγή περλίτη και με θρεπτικά στοιχεία δική της παραγωγή (Αυξενόλ).

Οι χρησιμοποιούμενοι κόκκοι περλίτη στα εδαφικά μείγματα είναι διαμέτρου 1,5 - 3 mm ενώ στην υδροπονία και στην ριζοβολία μοσχευμάτων 3 - 5 mm.

Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει τις κυριότερες εφαρμογές του σε διάφορους τύπους μιγμάτων.

Πίνακας 4.1 : Σύνθεση μειγμάτων.

ΤΥΠΟΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΥΛΙΚΩΝ					ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	Τύρφη	Περλίτης	Χώμα	Άμμος	Βερμικουλίτης	
1. Για σπόρους και μοσχεύματα	1	1	-	-	-	Γενική χρήση
2. Για σπόρους και μοσχεύματα	1	1	2	-	-	«John Iness» βελτιωμένο
3. Ευαίσθητα μοσχεύματα	5	1	1(ή)	1	-	Κατάλληλο για φούξια
4. Για γαρύφαλλα	1	2	-	-	-	Σε συνθήκες υδρονέφωσης σκέτος περλίτης
5. Για έρρικες	1	1	2	-	-	-
6. Για δοχεία	1	1	-	-	-	-
7. Για δοχεία	3	2	7	-	-	«John Iness» βελτιωμένο
8. Για δοχεία	2	1	-	-	-	Για φυτά που απαιτούν πολύ υγρασία
9. Για δοχεία	4	1	-	-	-	Για φυτά που απαιτούν πάρα πολύ υγρασία
10. Βελτιωτικό εδάφους	1	1	-	-	-	-
11. Για τροπικά φυτά	2	1	-	-	1	-

Σημείωση 1: Όλες οι αναλογίες εκφράζονται σε όγκο.
Σημείωση 2: Σε όλα τα παραπάνω μίγματα ενσωματώνονται διάφορα θρεπτικά στοιχεία κατά τις ανάγκες των διαφόρων φυτών.

Αρκετοί παραγωγοί πειραματίστηκαν με περλίτη σε διάφορους συνδυασμούς με τύρφη, χώμα, φλοιό δέντρων, λεπτό χαλίκι, άμμο και βερμικουλίτη.

Σαν εδαφοβελτιωτικό ο περλίτης χρησιμοποιείται προπαντός για τη βελτίωση του πορώδους σε εδάφη συνεκτικά π.χ. αργιλλώδη.

Στον πιο κάτω πίνακα αναφέρονται οι χρήσεις του περλίτη αναλυτικά.

Πίνακας 4.2: Χρήσεις του περλίτη.

ΧΡΗΣΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Πολλαπλασιαστήρια	Καθαρός περλίτης αποτελεί ένα ιδεώδες υπόστρωμα πολλαπλασιασμού/ ριζοβολίας μοσχευμάτων σε μονάδες υδρονέφωσης, με ή με χωρίς άμμο και χαλίκι.
Υδροπονία	Σαν υπόστρωμα ριζοβολίας ο περλίτης, αμιγής, έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα σε διάφορες υδροπονικές καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένου και του γαρυφάλλου.
Ring Culture (Καλλιέργεια δακτυλίου)	σε Πολύ καλά αποτελέσματα έδωσε η καλλιέργεια ντομάτας σε γλάστρες χωρίς πυθμένα γεμάτες με «κομπόστα» και τοποθετημένες πάνω σε στρώμα περλίτη αντί των συνηθισμένων χαλικιών, στάχτης και τύρφης.
Χειμερινή προστασία	Οι ιδιότητες θερμομόνωσης και καλού αερισμού καθιστούν τον περλίτη κατάλληλο για φύλαξη βολβών και κονδύλων (π.χ ντάλιας)κατά τους χειμερινούς μήνες.
Μείγματα σποράς και ριζοβολίας	Μείγματα «κομπόστες» τύρφης/περλίτη έχουν αποδειχτεί πολύ πετυχημένο υπόστρωμα σποράς και ριζοβολίας (βλ. πίνακα4.1).
Μείγματα ανάπτυξης	Μείγματα περλίτη σε διάφορες αναλογίες με άλλα υλικά ταιριάζουν σχεδόν σε όλες τις συνηθισμένες καλλιέργειες (βλ. πίνακα 4.1). Τα πλεονεκτήματά τους είναι ελαφρότητα, καλή στράγγιση και καλή συγκράτηση υγρασίας.
Βελτιωτικό εδάφους	του Βαριά, συνεκτικά εδάφη σε παρτέρια και χλοοτάπητες μπορούν να βελτιωθούν και να αποκτήσουν επιθυμητό «πορώδες», για κατάλληλο αερισμό και στράγγιση με την προσθήκη περλίτη ή μίγματος περλίτη/τύρφης.
Ζαρντινιέρες	Η ελαφρότητα των μειγμάτων τύρφης/περλίτη τα καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλα για βεράντες και μπαλκόνια, όπου υπάρχουν περιορισμοί βάρους.

Μείγματα με περλίτη προσφέρουν μεγάλες σοδειές και γρήγορη ανάπτυξη των φυτών. Παραγωγοί εξειδικευμένων καλλιεργειών, όπως γαρύφαλλα, χρυσάνθεμα, φούξιες, ορχιδέες κ.λ.π. βρήκαν ότι τα μοσχεύματά τους ριζώνουν πιο γρήγορα σε μείγματα που περιέχουν περλίτη και συγκεκριμένα στο μισό χρόνο ή

στα δυο τρίτα του χρόνου που απαιτείται για μείγματα χωρίς περλίτη. Ορισμένοι παραγωγοί υποστηρίζουν ότι σε ριζωτήρια με συνθήκες υδρονέφωσης, με χρήση σκέτου περλίτη ή μειγμάτων που περιέχουν περλίτη, απαιτείται λιγότερη θέρμανση για τη ριζοβολία.

Ο βερμικουλίτης και αυτός χρησιμοποιείται για παρασκευή εδαφικών μειγμάτων συνήθως σε συνδυασμό με άλλα υλικά όπως είναι η τύρφη, ο περλίτης, η άμμος κ.λ.π. Εάν όμως το pH είναι πάνω από 7 γίνεται επεξεργασία με φωσφορικό οξύ ή φωσφορικό μονοαμμώνιο για τη μείωσή του. Βερμικουλίτης με υψηλό pH συνήθως χρησιμοποιείται για βιομηχανικούς σκοπούς όπως είναι π.χ. θερμικές μονώσεις οροφών κ.λ.π.

Ένα πλεονέκτημα των δυο παραπάνω υλικών είναι ότι η υψηλή θερμοκρασία στην οποία υποβάλλονται κατά την κατεργασία τους τα απαλλάσσει από το ενδεχόμενο να είναι φορείς εντομολογικών, φυτοπαθολογικών ασθενειών και σπόρων ζιζανίων.

4.1.3 Πετροβάμβακας

Οι κυριότερες εφαρμογές του πετροβάμβακα είναι σαν μονωτικό υλικό (θερμομονωτικό, ηχομονωτικό), σαν αντιπυρικό υλικό, στην παραγωγή συνθετικών προϊόντων από ίνες και στη ναυπηγική. Η σπουδαιότητα του υλικού αυτού σαν υπόστρωμα για τη γεωργία ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του '60 στη Δανία, ενώ σε εμπορική κλίμακα πρωτοεμφανίστηκε το 1975 στην Ολλανδία.

Ο πετροβάμβακας παράγεται σε διάφορους τύπους, για να καλύψει αντίστοιχες ανάγκες, όπως είναι π.χ. η παραγωγή σποροφύτων, η ριζοβολία μοσχευμάτων, η ανάπτυξη λαχανοκομικών φυτών γλάστρας.

Περισσότερο γνωστά είναι τα προϊόντα πετροβάμβακα της Δανέζικης εταιρείας **Grodania** τα οποία διατίθενται στην αγορά με το όνομα **GRODAN**, και λιγότερο γνωστά τα προϊόντα πετροβάμβακα **TAMIS** με τα οποία συνεργάζεται η εταιρεία «Ανθοκηπευτική Αργυράκη». Συγκεκριμένα τα προϊόντα **GRODAN** που κυκλοφορούν στην αγορά είναι τα εξής:

- Κύβοι για παραγωγή σποροφύτων ή ρίζωμα μοσχευμάτων.

Οι κύβοι αυτοί χρησιμοποιούνται για της σπορά και ανάπτυξη σποροφύτων, καθώς και για το ρίζωμα των μοσχευμάτων μέχρι το στάδιο της μεταφύτευσης σε μεγαλύτερους κύβους ανάπτυξης.

- Κύβοι ανάπτυξης.

Οι κύβοι ανάπτυξης χρησιμοποιούνται για την απευθείας σπορά ή ριζώμα μοσχευμάτων, καθώς και για τη μεταφύτευση ήδη ριζωμένων φυτών από τον προηγούμενο τύπο.

- Πλάκες / υπόστρωμα ανάπτυξης.

Οι πλάκες ανάπτυξης (slabs) χρησιμοποιούνται για τη γρήγορη και μεγάλη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών, τα οποία είναι ριζωμένα σε ένα από τους προηγούμενους τύπος κύβων, παρέχοντας ένα ομοιόμορφο και ιδανικό περιβάλλον.

Οι πλάκες ανάπτυξης (slabs) μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για 3 χρόνια (4 - 6 καλλιέργειες ανάλογα της πυκνότητας φύτευσης). Στη βόρεια Ευρώπη και βόρεια Αμερική οι πλάκες ανάπτυξης όταν επαναχρησιμοποιούνται απολυμαίνονται με ατμό.

Σε χώρες με κλιματικές συνθήκες όπως η Ελλάδα, η Ιαπωνία και το Ισραήλ χρησιμοποιείται η ηλιοαπολύμανση. Με δεδομένο την καλοκαιρινή παύση των καλλιεργειών στα θερμοκήπια μπορεί να εφαρμοστεί η ηλιοαπολύμανση του πετροβάμβακα. Έχοντας δε υπόψη τη μικρή θερμοχωρητικότητά του σε σχέση με το έδαφος οι θερμοκρασίες που μπορούν να αναπτυχθούν στο υπόστρωμα είναι μεγαλύτερες του εδάφους (για μια περίοδο 1 ½ - 2 μήνες). Πριν την καλλιέργεια μπορεί να συνδυαστεί και ένα ριζοπότισμα μ' ένα μυκητοκτόνο.

- Κοκκώδες υλικό (Granulates)

Το κοκκώδες υλικό χωρίζεται σε δυο τύπους. Τον υδρόφιλο, ο οποίος χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό φυταρίων, την καλλιέργεια γλαστρικών φυτών και για φυτείες μητρικών φυτών, και τον υδρόφοβο ο οποίος χρησιμοποιείται σε εδαφικά μείγματα (κομπόστες) για τη βελτίωσή τους.

Για γεωργική χρήση ο πετροβάμβακας TAMIS διατίθεται σε μορφή πλακών, διαστάσεων αναλόγων με το είδος του φυτού που πρόκειται να καλλιεργηθεί πάνω τους. Συνήθως για τα λαχανικά χρησιμοποιούνται πλάκες διαστάσεων 7,5x15x100 cm ενώ για τα ανθοκομικά φυτά οι διαστάσεις είναι τελείως διαφορετικές από είδος σε είδος.

Οι τομείς της γεωργίας που χρησιμοποιείται ο πετροβάμβακας είναι οι ακόλουθοι:

- **Λαχανοκομία**

Στην Λαχανοκομία ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται στον πολλαπλασιασμό και ανάπτυξη όλων των φυτών των θερμοκηπιακών καλλιεργειών (τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, μελιτζάνα, πεπόνι, φράουλα κ.λ.π.).

Οι πλάκες πετροβάμβακα για την καλλιέργεια λαχανοκομικών φυτών διατίθενται είτε περιτυλιγμένες με ασπρόμαυρο πλαστικό είτε ακάλυπτες, ανάλογα με τις προτιμήσεις των καλλιεργητών. Οι πλάκες αυτές μπορεί να είναι και μόνο για μια χρήση, δηλαδή μια μόνο καλλιέργεια.

Σε μεγάλη κλίμακα καλλιεργείται η τομάτα και το αγγούρι. Για την καλλιέργεια τομάτας χρησιμοποιείται πλάκα διαστάσεων 90x15x7,5 cm για δυο φυτά. Η πυκνότητα φύτευσης του αγγουριού και της τομάτας αντίστοιχα είναι 1,5 φυτά/m² και 2,4 - 2,9 φυτά/m².

• Ανθοκομία

Η χρήση του πετροβάμβακα στην ανθοκομία γίνεται για τον πολλαπλασιασμό γλαστρικών φυτών, φυτών για δρεπτά άνθη καθώς και για την καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών (ζέρμπερα, γαρύφαλλο, τριαντάφυλλο, χρυσάνθεμο κ.λ.π.)

Οι πλάκες για την καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών (παραγωγή κομμένων λουλουδιών) έχουν σχεδιαστεί για μακρά περίοδο χρήσης (πολλές καλλιεργητικές περιόδους). Αυτές οι πλάκες έχουν μεγαλύτερη ομοιομορφία, καλύτερης ποιότητας ίνες και καλύτερη δομική σταθερότητα. Διατίθενται και αυτές καλυμμένες με ασπρόμαυρο πλαστικό ή και ακάλυπτες.

Πίνακας 4.3: Πλάκες πετροβάμβακα για ανθοκομικά φυτά.

Διαστάσεις (cm)	Ανθοκομικές καλλιέργειες
Με πλαστικό περίβλημα	
90 x 15 x 7,5	Τριαντάφυλλα
90 x 20 x 7,5	Γαρύφαλλα, Τριαντάφυλλα
90 x 30 x 7,5	Γαρύφαλλα, Τριαντάφυλλα
90 x 15 x 10	Ζέρμπερα, Τριαντάφυλλα
Χωρίς πλαστικό περίβλημα	
90 x 15 x 7,5	Τριαντάφυλλα
90 x 20 x 7,5	Γαρύφαλλα, Τριαντάφυλλα
90 x 30 x 7,5	Γαρύφαλλα, τριαντάφυλλα
90 x 45 x 7,5	Γαρύφαλλα, Τριαντάφυλλα

- **Πολλαπλασιασμό φυτών**

Για τον πολλαπλασιασμό ξυλωδών και μη φυτών (μοσχεύματα), ο πετροβάμβακας είναι εξαίρετο υπόστρωμα ριζοβολίας. Επιτυγχάνεται ομοιομορφία, πρωίμηση και ελαχιστοποιούνται οι απώλειες στη ριζοβόληση. Επίσης υπάρχουν εξειδικευμένα προϊόντα για τον μικροπολλαπλασιασμό (micropropagation).

- **Αρχιτεκτονική τοπίου**

Εξειδικευμένα προϊόντα πετροβάμβακα χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ταρασόκηπων (roof gardens), κήπων και γενικότερα στην εξωτερική και εσωτερική διακόσμηση χώρων με χλοοτάπητες, θάμνους και δέντρα.

- **Εδαφοβελτίωση, μείγματα ριζοβολίας και ανάπτυξης**

Οι τύποι Granulate ανάλογα της κοκκομετρικής δομής και διαμέτρου χρησιμοποιούνται σε διάφορα μείγματα, αλλά και στην καλλιέργεια φυτών όπως ορχιδέες, ανθούρια κ.α.

- **Τοίχοι απορρόφησης θορύβου (Sound walls)**

Κατασκευάζονται κατά μήκος εθνικών οδών, σιδηροδρομικών γραμμών κ.λ.π. για ηχομόνωση των αστικών περιοχών. Ταυτόχρονα φυτεύονται αναρριχώμενα φυτά ώστε να έχουμε πράσινο (περιβάλλον - καλαισθησία).

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι καλλιέργειες στις οποίες χρησιμοποιείται περισσότερο ο πετροβάμβακας και σε ποιες καλλιέργειες γίνονται πειράματα για την χρησιμοποίησή του.

Πίνακας 4.4: Εφαρμογές του πετροβάμβακα.

Καλλιέργειες	Ενδιαφέρον	Πειράματα	Εφαρμογές στην πράξη	
			σε μικρή κλίμακα	σε μεγάλη κλίμακα
Λαχανικά				
Αγγούρια				
Τομάτες				
Πιπεριές				
Πεπόνια				
Μελιτζάνες				
Κάρδαμο				
Μαρούλια				
Φράουλες				
Φασόλια				
Δρεπτά άνθη				
Γαρυφαλλά				
Τριαντάφυλλα				
Ζέρμπερες				
Χρυσάνθεμα				
Φυτά γλάστρας				
Σαιντπώλια				
Βιγκόνια				
Ποϊνσέτια				
Βολβοί				
Υδροπονική καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών				
Πολλαπλασιασμός				
Μοσχεύματα και σπόροι				
Βελτίωση δομής				
Υποστρώματα για γλάστρες και δοχεία				

Όπως φαίνεται οι καλλιέργειες των λαχανικών κυριαρχούν και ειδικότερα οι τομάτες και τα αγγούρια.

Είναι ο πετροβάμβακας φιλικός για το περιβάλλον;

Καθώς ο όγκος του πετροβάμβακα που χρησιμοποιείται συνεχώς μεγαλώνει ιδιαίτερα στις χώρες της βόρειας Ευρώπης, αναπτύχθηκε ένας προβληματισμός που ανησύχησε τις χώρες αυτές και τελευταία τη χώρα μας και συγκεκριμένα « τι γίνεται ο πετροβάμβακας μετά τη χρήση του, αποδομείται ή επιβαρύνει το περιβάλλον;».

Για την απάντηση στον προβληματισμό αυτό θα που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι ο πετροβάμβακας είναι προϊόν ορυκτής προέλευσης και η αποδόμησή του εξαρτάται από δυο κυρίως παράγοντες:

- α) τον όγκο του πετροβάμβακα που ενσωματώνεται στο έδαφος και

β) τη μηχανική και χημική σύσταση του εδάφους, αν δηλαδή είναι πηλώδες, αργιλλώδες, αν υπάρχει οργανική ουσία κ.α.

Οι ενέργειες που έχουν γίνει για την αντιμετώπιση και επίλυση του παραπάνω προβληματισμού είναι οι παρακάτω:

1. Σε χώρες της βόρειας Ευρώπης, όπως π.χ. η Ολλανδία, όπου ο όγκος του χρησιμοποιούμενου πετροβάμβακα είναι μεγάλος, υπάρχει η δυνατότητα της ανακύκλωσης του προϊόντος από τα εργοστάσια παρασκευής του.
2. Γίνεται εκτεταμένη έρευνα σε συνεργασία με εταιρείες οικοδομικών υλικών για τη χρήση του ήδη χρησιμοποιηθέντος πετροβάμβακα σε μείγματα με άλλα υλικά, όπως για παράδειγμα στην κατασκευή πυροτούβλων, υλικών επικάλυψης επιφανειών κ.α.

Στη χώρα μας συνίσταται η με προυποθέσεις ενσωμάτωση του χρησιμοποιούμενου πετροβάμβακα σε αγρούς για τη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του χώματος ή θαψιμό του σε χωματερές, αφού σαν υλικό είναι ελαφρύ και δέχεται ισχυρή συμπίεση.

Ένα άλλο θέμα που συζητείται είναι η σχέση του πετροβάμβακα με την υγεία του ατόμου που χρησιμοποιεί το υλικό αυτό. Θα πρέπει λοιπόν να γίνει γνωστό ότι ο πετροβάμβακας έχει ταξινομηθεί από διεθνείς οργανισμούς, όπως ο Διεθνής Οργανισμός Υγείας που ανήκει στον ΟΗΕ, ο Διεθνής Οργανισμός Εργασίας, η Διεθνής Αντικαρκινική Εταιρεία, ερευνητικά ινστιτούτα από διάφορες χώρες κ.α., σε ότι αφορά την επικινδυνότητά του για την υγεία του ανθρώπου στην ίδια κατηγορία με τον καφέ και το πριονίδι.

4.1.4 Άμμος

Από τις ανόργανες ύλες που χρησιμοποιούνται στα εδαφικά μείγματα πολύ διαδεδομένη είναι η άμμος, η οποία όταν προστεθεί σε μείγμα τύρφης δίνει σταθερότητα στα δοχεία καλλιέργειας, λόγω αύξησης του βάρους τους, και βελτιώνει την ικανότητα του μείγματος να προσλαμβάνει και να συγκρατεί νερό.

Χρησιμοποιείται στα σπορεία, στα τραπέζια ριζοβολίας μοσχευμάτων, στις υδροπονικές καλλιέργειες και για τη βελτίωση του εδάφους αμιγές ή μαζί με οργανικά υλικά.

Στο έδαφος προστίθεται σε διάφορες αναλογίες για να αυξηθεί η διαπερατότητά του ώστε να έχουμε καλή στράγγιση. Στα διάφορα εδαφικά μείγματα θεωρείται απαραίτητο συστατικό και προστίθεται σε αναλογία 1:5 ή 1:4 ή 1:3 ανάλογα με τις απαιτήσεις του φυτού. Πρέπει να τονισθεί ότι η άμμος δεν προσθέτει

στο έδαφος θρεπτικά συστατικά ούτε τα συγκρατεί για να τα αποδώσει στη συνέχεια στο εδαφικό διάλυμα.

Για να χρησιμοποιηθεί η άμμος στην υδροπονία πρέπει να απομακρυνθούν όλα τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 0,2 mm διαφορετικά προκαλεί προβλήματα ασφυξίας στις ρίζες των φυτών. Ακόμη και μετά την απομάκρυνση των ανωτέρω αναφερόμενων σωματιδίων η άμμος δεν παρέχει καλό αερισμό στη ριζόσφαιρα και ως εκ τούτου μπορεί να παρατηρηθεί μειωμένη παραγωγή των φυτών. Η άμμος που χρησιμοποιείται στην ανθοκομία έχει κοκκομετρία από 0,05 έως 0,5 mm.

4.1.5 Κόπρος

Η κοπριά πρέπει να έχει ζυμωθεί καλά για να αποτελέσει συστατικό των μειγμάτων όπως μείγματα για γλάστρες, για σπορεία κ.λ.π. Επίσης μπορεί να προστεθεί και στο φυσικό έδαφος του κήπου και να αποδώσει σε αυτό καλές ιδιότητες. Είναι το ίδιο καλή και για τα αμμώδη εδάφη που τα κάνει να κρατούν περισσότερη υγρασία και για τα συνεκτικά που τα κάνει να στραγγίζουν καλύτερα και να κατεργάζονται ευκολότερα. Η καλύτερη κοπριά είναι αυτή που προέρχεται από τα μηρυκαστικά, ενώ η κοπριά των χοίρων και των πουλερικών έχει μεγάλη αλατότητα και πιθανόν υψηλή περιεκτικότητα σε χαλκό και ψευδάργυρο. Το pH της κοπριάς κυμαίνεται από 6 - 7,5 και χρησιμοποιείται για φυτά που ευνοούνται σ' αυτή την περιοχή του pH. Χρησιμοποιείται μαζί με φυλλόχωμα για τα φυτά «εσωτερικών χώρων» όπως είναι ο κισσός, η δράκαινα, ο φίκος, το φιλόδεντρο κ.α. καθώς και στις τριανταφυλλιές, γεράνια, ορτανσίες, χρυσάνθεμα, γλαδίστους, τουλίπες κ.α.

Η νωπή κοπριά χρησιμοποιείται μερικές φορές το φθινόπωρο αλλά πάντα πολύ πριν της εγκαταστάσεως της φυτείας σε έναν αγρό και έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Χάνονται λιγότερα λιπαντικά στοιχεία κατά την αποσύνθεσή της.
- Προστίθενται περισσότερα βακτήρια στο έδαφος.
- Δίνεται μεγαλύτερη δυνατότητα στα βακτήρια να ελευθερώσουν περισσότερα λιπαντικά στοιχεία κατά της διαλύσεως.

Η χωνεμένη κοπριά χρησιμοποιείται συνήθως κατά την άνοιξη. Καλά προσεγμένη και χωνεμένη κοπριά είναι πολύ χρήσιμη γιατί:

- Εφαρμόζεται λίγο πριν την καλλιέργεια.
- Είναι μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία, τα οποία αφομοιώνονται εύκολα.
- Δεν θερμαίνεται εύκολα.

- Περιέχει περισσότερο φώσφορο σε σχέση με το άζωτο και έτσι εξασφαλίζει καλύτερη ισορροπία λιπάνσεως.

4.1.6 Φυτοχώματα

Ένα φυτόχωμα που εκτιμάται πολύ από τους ανθοκόμους της Αττικής είναι το κουμαρόχωμα. Χρησιμοποιείται στα μείγματα όλων σχεδόν των φυλλωδών και άλλων φυτών, όπου παίρνει μέρος σε αναλογία 60 - 70% σε ανάμειξη με την κόπρη, άμμο ή τσιπουρόχωμα, που παραδοσιακά χρησιμοποιείται στα μείγματα για τις γλάστρες των κυκλαμίνων. Καλό επίσης θεωρείται το χαρουπόχωμα, για τα φυτά που θέλουν υγρασία στα χώματά τους, πρέπει όμως να είναι χωνεμένο κατά τη χρησιμοποίησή του. Πολύ διαδεδομένο είναι το σχινόχωμα, επειδή βρίσκεται εύκολα, περιέχει όμως ρητίνες που σχηματίζουν κρούστα στην επιφάνεια της γλάστρας γι' αυτό είναι ακατάλληλο τελείως για τα κακτοειδή και για τα σπορεία.

Το πευκόχωμα χρησιμοποιείται μόνο για την διαπερατότητα στα μείγματα. Το ελατόχωμα όμως εκτιμάται ιδιαίτερα γιατί είναι κατάλληλο για τα οξύφιλα φυτά (Αζαλέα, Φτέρη κ.λ.π.).

Το φυτόχωμα που δημιουργείται από βρύα χρησιμοποιείται σε ανάμειξη με φυλλόχωμα για τα Βρομελιώδη, Αζαλέα, Ανθούρια κ.λ.π., ιδιαίτερα όμως στα μείγματα για τα «επίφυτα». Το ερεικόχωμα χρησιμοποιείται πολύ στην Ευρώπη στα μείγματα ιδιαίτερα για τα ασβεστόφοβα ή οξίφιλα φυτά που ονομάζονται και «φυτά ερεικοχώματος»: Αζαλέα, Ροδόδεντρο, Γαρδένια, Ερείκη, Καμέλια, Μαγνόλια, Ορτανσία κ.λ.π.

Το τσιπουρόχωμα χρησιμεύει για τα μείγματα όλων των φυτών σε γλάστρες, στα οποία λόγω της χονδροκόκκης υφής του δίνει διαπερατότητα.

Παρακάτω δίνονται γενικές αρχές για την παρασκευή μειγμάτων με τη συμμετοχή φυτοχωμάτων για διάφορες χρήσεις:

1. Για μείγματα σε δοχεία, πλαίσια, σπορεία κ.λ.π. στα οποία θα τοποθετηθούν σπόροι, πρέπει να χρησιμοποιηθούν υλικά που κρατούν υγρασία και αερίζονται καλά, π.χ. ψιλοκοσκινισμένη τύρφη για να συγκρατεί υγρασία και άμμο ποταμίσια ή βερμικουλίτη σε αναλογία 1:1 με την τύρφη για την εξασφάλιση καλού αερισμού. Αν η τύρφη δεν είναι διαθέσιμη μπορεί να γίνει χρήση άμμου και χώματος από τον κήπο (κηπόχωμα) σε αναλογία 2:1 και 1 μέρος ψιλοκοσκινισμένη κοπριά.
2. Για τη ριζοβόληση των μοσχευμάτων συνίσταται μείγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 ή άμμο και τύρφη στην ίδια αναλογία. Επίσης μπορεί να παρασκευαστεί μείγμα από άμμο και (φυλλόχωμα) στην ίδια αναλογία ή άμμο,

φυλλόχωμα και κοπριά σε αναλογία 1:1:1. Ο περλίτης είναι προτιμότερος από το βερμικουλίτη, γιατί ο βερμικουλίτης συμπιέζεται από τη συνεχή χρήση και τείνει να γίνει συμπαγής.

3. Για τα φυτά που μεγαλώνουν γρήγορα και απαιτούν συχνές αλλαγές από γλάστρα σε γλάστρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν φυτοχώματα που γρήγορα δίνουν θρεπτικά στοιχεία στα φυτά. Έτσι μπορούν να παρασκευαστούν μείγματα από 1 μέρος άμμου, 2 μέρη κητόχωμα και 1 μέρος τύρφης (ή κοπριάς ή φυλλοχώματος ή καστανόχωματος κ.λ.π.). Παρόμοιες συνθέσεις μειγμάτων δίνονται στον (πίνακα 4.5).
4. Για φυτά που καλλιεργούνται για το φύλλωμά τους (π.χ. τα περισσότερα φυτά «εσωτερικών χώρων»), και τα οποία κατάγονται από τροπικές και υποτροπικές χώρες, χρειάζονται παρόμοιες εδαφοκλιματικές συνθήκες για να αναπτυχθούν στη χώρα μας. Έτσι το μείγμα που θα κατασκευαστεί, πρέπει να έχει οργανικά υλικά, σε ημιαποσύνθεση (τύρφη, κουμαρόχωμα, τσιπουρόχωμα κ.λ.π.), χονδροειδή οργανικά υλικά (κλαδάκια, φλοιούς δέντρων, φύλλα κ.λ.π.) και προπαντός δεν πρέπει να περιέχει ασβέστη (πίνακας 4.5). Ένα καλό μείγμα αποτελείται από τύρφη και περλίτη σε αναλογία 1:1.
5. Για τα οξύφιλα φυτά: αζαλέα, γαρδένια, ορτανσία, περιδόφυτα, ροδόδενδρο κ.α. πρέπει να παραχθούν μείγματα που η τελική τους σύνθεση να έχει όξινη χημική αντίδραση ($\text{pH} < 5,5$). Φυσικά και γι' αυτή την περίπτωση αποφεύγονται τελείως υλικά που έχουν ασβέστη. Ένα καλό μείγμα γι' αυτά τα φυτά είναι: 4 μέρη καστανόχωμα ή ερεικόχωμα και 2 μέρη κουμαρόχωμα.

Πίνακας 4.5 : Εκλογή μειγμάτων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των φυτών.

Είδος φυτών	Υλικά για μείγματα										
	Κηρόχωμα	Άμμος	Φυλλόχωμα	Καστανόχωμα	Ερεϊκόχωμα	Τύρφη	Κουμαρόχωμα	Τσιπουρόχωμα	Κοπριά (χωνεμένη)	Έδαφος μέσης συστάσεως	
Αζαλέα				2	2		1				Γαρδένια, Καμέλια
Αράλια	2		1			1			1		
Βιγόνια (tex)	2	1	2			2					
Βουκαμβίλλια	1	1					3	2	1		Γιασεμί, Ιβίσκος
Βιβουρνο		1						2	2	2	Ευώνυμο
Γαρύφαλλο		1							1	3	
Δράκαινα	1		1			1					
Ερείκη		1			4	1					
Κάκτους		2	1							2	και άλλα παχύφυτα
Κισσός			1			1			1	2	(Ωραιόφυλλο)
Κολεός			1							2	
Κρότον			1						1	1	
Μαράντα	2	1	2			2	1				
Πεπερόμια	2	1	2			2					
Πόθος	1		2			1					
Πτεριδόφυτα			1	1	2						
Σανσεβέρια	1		2								
Τριανταφυλλιά	1								1	3	Χρυσάνθεμα
Φίκος	1		2			1	1		1		
Φιλόδενδρο	1		2			1			1		
Φοινικοειδή	2		1		1	1					

6. Για τους κάκτους και τα άλλα παχύφυτα, τα οποία κατάγονται από ερημικές ή ημιερημικές περιοχές, συνίστανται μείγματα που έχουν χονδρόκοκκα ανόργανα υλικά και λίγη καλά χωνεμένη οργανική ουσία. Ένα καλό μείγμα γι' αυτά τα φυτά είναι: 1 μέρος χώμα αμμώδες, 1 μέρος φυλλόχωμα αρκετά χωνεμένο και 1 μέρος χονδρή άμμος. Φυσικά τα ποτίσματα θα είναι περιορισμένα.
7. Τέλος για φυτά όπως είναι οι τριανταφυλλιές, τα γαρύφαλλα, τα χρυσάνθεμα και πολλοί καλωπιστικοί θάμνοι, κατάλληλα είναι τα μείγματα στα οποία τα ανόργανα συστατικά βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία από τα οργανικά. Το γαρύφαλλο π.χ. θέλει έδαφος που να στραγγίζει εύκολα (αμμοπηλώδες) με λίγη οργανική ουσία και ΡΗ ουδέτερο. Για τις τριανταφυλλιές μπορούν να χρησιμοποιηθούν 3 μέρη κοκκινόχωματος ή εδαφικού χώματος μέσης συστάσεως, 1 μέρος κοπριά και 1 μέρος τσιπουρόχωμα. Για τα χρυσάνθεμα μπορεί να γίνει αναμείξη από κηπόχωμα και κοπριά σε αναλογία 3:1.

4.1.7 Πλαστικά

Τα πλαστικά συνήθως προστίθενται σε μείγματα σε ποσότητες όχι μεγαλύτερες από 30 - 50%. Τα μείγματα τους είναι συνήθως με τύρφη σε αναλογία

που καθορίζονται από τις ανάγκες του κάθε φυτού. Έχουν το μειονέκτημα ότι ανεβαίνουν στην επιφάνεια του υποστρώματος εξαιτίας του μικρού τους βάρους.

Συνήθως το πολυστυρένιο αναμιγνύεται με τύρφη και η ακριβής αναλογία πολυστυρενίου:τύρφης ρυθμίζεται από τον τύπο του καλλιεργούμενου φυτού. Για παράδειγμα υποστρώματα για κυκλάμινα, γλοξίνιες, φούξιες κ.λ.π. συνήθως περιέχουν 25% κ.ο. πολυστυρένιο και 75% κ.ο. τύρφη, ενώ στα επίφυτα τα οποία απαιτούν λιγότερο νερό, το περιεχόμενο πολυστυρένιο αυξάνεται στο 50%. Γενικά το πολυστυρένιο θεωρείται ιδανικό υλικό για φυτά που χρειάζονται καλό αερισμό του ριζικού τους συστήματος.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ένα τεχνητό υλικό ριζοβολίας της Bayer γνωστό ως «Baustrat». Πρόκειται για ειδικές «πλάκες» διαστάσεων 38x58,5 εκ. που αποτελούνται από μικρούς κύβους (3x3x4 εκ.) πολυουρεθάνης. Τα μοσχεύματα, ή οι σπόροι τοποθετούνται στους κύβους, αφού προηγουμένως ποτισθεί η «πλάκα», όπου ριζοβολούν και αναπτύσσονται γρήγορα.

Χρήση Αφρώδων Πλαστικών στην Υδροπονία

Τα αφρώδη πλαστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών αντί των χαλικιών, γεγονός που μειώνει το κόστος προμήθειας και εγκατάστασής των. Το πλέον διαδεδομένο υλικό είναι ο αφρώδης πολυεστέρας, ο οποίος είναι αδρανές και πολύ ελαφρύ υλικό. Συνιστάται η διαβροχή του με νερό για δυο με τρεις εβδομάδες πριν τη χρησιμοποίησή του ως υπόστρωμα υδροπονίας. Διαφορετικά μπορεί να προκληθεί μείωση στην παραγωγή εξαιτίας της φορμαλδεϋδης που εκλύεται κατά τα αρχικά στάδια διαβροχής του. Το αφρώδες πλαστικό πρέπει να καλύπτει τα 2/3 του απαραίτητου πάχους του υποστρώματος στην κλίνη και το ανώτερο 1/3 πρέπει να αποτελείται από χαλίκια, τα οποία έτσι προστατεύουν τα τεμάχια του πολυεστέρα από το να παρασυρθούν από τον άνεμο. Περίπου το 3-5% του υλικού του αφρώδους πλαστικού προσκολλάται στο ριζικό σύστημα και απομακρύνεται από την κλίνη κατά το τέλος της καλλιέργειας. Η απώλεια αυτή πρέπει να υπολογίζεται στο κόστος εγκατάστασης του υλικού.

4.1.8 ΚΥΒΟΙ ΑΠΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Για εξοικονόμηση χώρου, χρόνου, υλικών και εργατικών, τα τελευταία χρόνια έχει υιοθετηθεί από πολλές μονάδες μια νέα τεχνική, κατά την οποία δεν χρησιμοποιούνται δοχεία καλλιέργειας, αλλά το υπόστρωμα διαμορφώνεται σε εδαφικούς κύβους (soil blocks). Με τη βοήθεια απλών, χειροκίνητων εργαλείων ή

αυτόματων μηχανών, που ανακατεύουν τα υλικά, φτιάχνουν το μείγμα όσο γίνεται πιο ομοιογενές, το διαβρέχουν, σχηματίζουν τους κύβους (σε διάφορα μεγέθη), τοποθετούν στη μέση τους σπόρους και τακτοποιούν τους κύβους στο έδαφος κατευθείαν ή μέσα σε τελάρα.

Η μέθοδος αυτή, παρά τα σημαντικά (οικονομικά κυρίως) πλεονεκτήματα, έχει το μειονέκτημα ότι δημιουργεί υπόστρωμα πιο συμπιεσμένο, δηλαδή με μικρότερο πορώδες, ενώ η επιφάνεια εξάτμισης του νερού είναι μεγαλύτερη. Έτσι η θερμοκρασία του είναι μικρότερη, με αποτέλεσμα το χειμώνα να καθυστερεί κάπως η ανάπτυξη των ριζών. Επιπλέον συχνά παρατηρείται μια ανομοιομορφία στα παραγόμενα φυτά, που οφείλεται στο διαφορετικό βαθμό συμπίεσης των κύβων. Το πρόβλημα δημιουργείται όταν οι κύβοι σχηματίζονται με χειροκίνητα εργαλεία, οπότε η δύναμη συμπίεσης από εργάτη σε εργάτη διαφέρει. Πολύ συμπιεσμένοι κύβοι συγκρατούν περισσότερο νερό και δεν έχουν καλό πορώδες, ενώ οι χαλαροί στεγνώνουν γρήγορα. Βέβαια οι κύβοι που παράγονται από τις αυτόματες μηχανές είναι ομοιόμορφοι και δεν παρουσιάζονται προβλήματα, αλλά το κόστος ενός τέτοιου εξοπλισμού δικαιολογείται μόνο σε μονάδες που παράγουν 500 - 600 χιλιάδες φυτά. Επομένως, για τις ελληνικές εκμεταλλεύσεις, που συνήθως παράγουν 5 - 10 χιλιάδες φυτά, μόνο χειροκίνητα εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τα οποία δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα αν ο παραγωγός φροντίσει να εξασκεί κατά το δυνατό σταθερή δύναμη συμπίεσης.

Ανάλογα με την αφθονία των υλικών που υπάρχουν σε μια περιοχή και το κόστος τους, μπορεί να κάνει κάποιος διάφορους συνδυασμούς υλικών για να παρασκευάσει εδαφικά μείγματα, κατάλληλα για το σχηματισμό εδαφικών κύβων με το μικρότερο κόστος. Ένα παράδειγμα μερικών συνδυασμών δίνεται στον (πίνακα 4.6). Οι αριθμοί αναφέρουν πόσα μέρη χρησιμοποιούνται από το κάθε υλικό.

Πίνακας 4.6: Συνδυασμός υλικών για παρασκευή εδαφικών μειγμάτων και στη συνέχεια εδαφικών κύβων ανάπτυξης φυτών.

Συνθετικό μείγμα	Τύρφη	Φυτόχωμα ή τύρφη ξανθή	Άμμος	Αποσυντεθειμένα υπολείμματα λαχανικών	Καλά χωνεμένη κοπριά	Τυρφώδες έδαφος	Πηλός
I	3	2	1	-	-	-	-
II	1	-	1	1	-	-	-
III	1	-	-	-	1	1	-
IV	-	-	1	-	5	3	2
V	2	-	-	4	2	-	-
VI	-	-	-	2	1	-	1
VII	-	3	-	-	5	-	2
VIII	-	-	-	-	4	-	1

Από συμπιεσμένη τύρφη κατασκευάζονται και θήκες μιας χρήσης, τα γνωστά jiffy strips, τα οποία έχουν παρόμοιο σχήμα με τις πλαστικές θήκες, αλλά αποσυντίθενται μετά τη μεταφύτευση και «ενσωματώνονται» με το υπόστρωμα που περιέχουν. Έτσι αποφεύγεται το κόστος συγκέντρωσης, καθαρισμού, απολύμανσης και αποθήκευσης των δίσκων που ξαναχρησιμοποιούνται, ενώ οι ρίζες έχουν τη δυνατότητα να διαπεράσουν τα τοιχώματα και να αναπτυχθούν ελεύθερα. Με το ίδιο υλικό κατασκευάζονται επίσης γλαστράκια jiffy-pots και ταμπλέτες jiffy-7, jiffy-9, jiffy poly roll, οι οποίες αποτελούνται από συμπιεσμένη τύρφη κλεισμένη σε ειδικό νάιλον δίχτυ, που όταν βραχεί διογκώνεται και σχηματίζει μια αυτόνομη «μπάλα», όπως ο κύβος εδάφους. Το δίχτυ διαχωρίζει τη μια από την άλλη χωρίς να παρεμποδίζει την ανάπτυξη των ριζών.

4.2 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

4.2.1 Γενικές έννοιες και ορισμοί

Η υδροπονία είναι μέθοδος καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται εντός στερεών υποστρωμάτων εμποτισμένων με τεχνητό θρεπτικό διάλυμα ή εντός καθαρού θρεπτικού διαλύματος, από το οποίο τα φυτά παίρνουν τις απαραίτητες για την ανάπτυξή τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Τα υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών συνήθως είναι πορώδη υλικά, φυσικά ή προερχόμενα από βιομηχανική επεξεργασία, τα οποία χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατούν νερό (θρεπτικό διάλυμα) και αέρα σε αναλογίες κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών. Έτσι στο βαθμό που το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται περιέχει τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία, τα υποστρώματα μπορούν να υποκαθιστούν το έδαφος. Τα περισσότερα υποστρώματα υδροπονίας στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά.

4.2.2 Υποστρώματα Υδροπονίας

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με καλύτερο τρόπο. Μόνο όταν εκπληρώνεται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος αντί της καλλιέργειας στο έδαφος.

Η χρησιμότητα του εδάφους για τα φυτά συνίσταται στην εξασφάλιση της ανόργανης θρέψης τους και στην παροχή μηχανικής στήριξης σε αυτά. Πρόβλημα στήριξης των φυτών όμως δεν υφίσταται στις υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος, εφόσον αυτές λαμβάνουν χώρο στο θερμοκήπιο. Τα φυτά που αναπτύσσονται αρκετά σε ύψος (τομάτα, αγγούρι, τριαντάφυλλο κ.λ.π.) προσδένονται και υποστυλώνονται, με συνέπεια να μην έχουν ανάγκη την στήριξη που τους παρέχει το έδαφος, ενώ τα χαμηλής ανάπτυξης (μαρούλι, γογγύλι, ζέρμπερα κ.λ.π.) στηρίζονται ικανοποιητικά από το υπόστρωμα. Επομένως, η βασική λειτουργία την οποία καλούνται να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η εξασφάλιση καλής και ισόρροπης θρέψης στα φυτά.

Ο προφανέστερος τρόπος εξασφάλισης καλής και ισόρροπης θρέψης στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η χρησιμοποίηση υποστρωμάτων που συμπεριφέρονται όπως ένα πολύ καλό και γόνιμο έδαφος. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση του προβλήματος, τα χρησιμοποιούμενα υποστρώματα θα πρέπει να έχουν πολύ καλή και ομοιόμορφη δομή, υφή και σύσταση και να διαθέτουν υψηλό επίπεδο ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων. Θα πρέπει δηλαδή να μπορούν να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ιόντων όταν αυτά υπάρχουν σε περίσσεια στο εδαφικό διάλυμα και αντίστοιχα, να μπορούν άμεσα να απελευθερώσουν αξιόλογες ποσότητες από αυτά όταν στο χώρο του ριζοστρώματος δημιουργούνται συνθήκες ανεπάρκειας. Τα υποστρώματα αυτά συνήθως περιέχουν οργανική ουσία είτε σε μορφή τύρφης είτε σε κάποια άλλη μορφή και μπορούν να χαρακτηρισθούν ως **χημικώς ενεργά υποστρώματα**. Στην πραγματικότητα τα υποστρώματα αυτά υπερτερούν μόνο χάρις στην ομοιομορφία τους και στην επιλογή των πλέων κατάλληλων υλικών για την παρασκευή τους σε σύγκριση με τα περισσότερα φυσικά εδάφη. Παράλληλα όμως μειονεκτούν σε σύγκριση με το χώμα λόγω του πολύ μικρότερου όγκου υποστρώματος ανά φυτό. Από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται προφανές ότι η καλλιέργεια φυτών σε χημικώς ενεργά υποστρώματα κατά βάση προσομοιάζει πολύ με τις κοινές καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα στο έδαφος με συνέπεια οι δυνατότητες αριστοποίησης της θρέψης να είναι περιορισμένες αφού όπως και στο έδαφος η θρέψη δεν είναι πλήρως ελεγχόμενη.

Όπως είναι γνωστό, ο ρόλος του εδάφους στην θρέψη των φυτών είναι πολύπλευρος και συνίσταται τόσο στην παροχή θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα και μέσω αυτού στα φυτά όσο και στη ρύθμιση της διαθεσιμότητας των υπάρχοντων θρεπτικών στοιχείων. Η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους οφείλεται

κυρίως στην ανταλλακτική του ικανότητα η οποία του επιτρέπει να εναποθηκεύει ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων όταν αυτά βρίσκονται σε αφθονία και να τα απελευθερώνει ξανά όταν οι συγκεντρώσεις τους στο εδαφικό διάλυμα μειώνονται λόγω απορρόφησης από τα φυτά ανεξάρτητα από την εξωτερική χορήγηση θρεπτικών στοιχείων. Για τα καλλιεργούμενα φυτά αυτό σημαίνει ότι μπορούν να επιβιώσουν και να αναπτύσσονται ως ένα βαθμό, ακόμη και όταν η χορήγηση λιπασμάτων στην καλλιέργεια αποκλίνει σημαντικά από τις ποσότητες που απορροφώνται από αυτή. Από την άλλη πλευρά όμως, η έντονη αυτή εξάρτηση της προσφοράς θρεπτικών στοιχείων στα φυτά από το έδαφος αποτελεί μειονέκτημα για την καλλιέργεια, δεδομένου ότι λόγω της ετερογένειας του εδάφους και των δυσχερειών στην πρόβλεψη των συνθηκών περιβάλλοντος είναι δύσκολο να εκτιμηθεί πως ακριβώς θα συμπεριφερθεί αυτό από άποψη θρέψης σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Επομένως η κατάρτιση ενός ισόρροπου σχήματος λίπανσης και θρέψης της καλλιέργειας δυσχεραίνεται ενώ και η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου σχήματος λίγο ως πολύ περιορίζεται αφού η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικά στοιχεία δεν εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τις χορηγούμενες ποσότητες λιπασμάτων αλλά και από τις εκάστοτε ιδιότητες του εδάφους. Για αυτούς τους λόγους μια άλλη προσέγγιση στην επιλογή κατάλληλων για υδροπονία υποστρωμάτων είναι αυτή που θα ρυθμίζει την θρέψη των φυτών με τον ίδιο τρόπο όπως το έδαφος. Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, το υπόστρωμα θα πρέπει να μην ασκεί καμία ρύθμιση στην προσφορά θρεπτικών στοιχείων στα φυτά με συνέπεια να είναι δυνατός ο πλήρης έλεγχος της θρέψης μέσω της λίπανσης και μόνο. Τα υλικά αυτά δηλαδή θα πρέπει να μην συγκρατούν αλλά και να μην αποδίδουν ανόργανα ιόντα στο περιεχόμενο σε αυτά θρεπτικό διάλυμα. Τα υλικά που χαρακτηρίζονται από μια τέτοια συμπεριφορά ονομάζονται **χημικώς αδρανή υποστρώματα** και χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην υδροπονία.

Για να είναι σε θέση ένα υπόστρωμα να επιτελεί με τον καλύτερο τρόπο τον ρόλο για τον οποίο προορίζεται θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Σταθερή δομή, ώστε να μην αποσυντίθεται εύκολα.
- Ικανοποιητική αναλογία μεταξύ νερού και αέρα στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας.
- Ομοιομορφία στην σύσταση, στην εμφάνιση και στην συμπεριφορά από άποψη θρέψης.
- Απαλλαγή από παθογόνα, ζωικούς εχθρούς και σπόρους ζιζανίων.
- Εύκολο στη χρήση του και γενικά στους καλλιεργητικούς χειρισμούς.

- Σχετικά χαμηλό κόστος.

Εκτός από αυτά τα χαρακτηριστικά ένα καλό υπόστρωμα θα πρέπει ή να είναι χημικά αδρανές ή να διαθέτει μεγάλη ανταλλακτική ικανότητα και κατάλληλο pH εφόσον είναι χημικά ενεργό.

4.2.3 Συστήματα Υδροπονικών Καλλιεργειών

Μια ταξινόμηση των υδροπονικών συστημάτων είναι τα **ανοιχτά** και **κλειστά**. Ένα υδροπονικό σύστημα ονομάζεται ανοιχτό, όταν μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από το χώρο των ριζών δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον. Κλειστό αντίθετα καλείται κάθε υδροπονικό σύστημα, στο οποίο το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απομακρύνεται από το χώρο των ριζών συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται και με τη βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά για επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα έχουμε δηλαδή μια συνεχή κυκλική ροή του διαλύματος (ανακύκλωση).

Το δεύτερο σημαντικό χαρακτηριστικό, με βάση το οποίο ταξινομούνται τα διάφορα υδροπονικά συστήματα είναι το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα, εφόσον γίνεται χρήση κάποιου στερεού υποστρώματος. Διάκριση των υδροπονικών συστημάτων μπορεί να γίνει επίσης και με βάση τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως υποδοχείς υποστρωμάτων (φυτοδοχεία, υδροροές, σάκκοι κ.λ.π.), με βάση τον τρόπο άρδευσης (στάγδην άρδευση και είδος σταλακτών, ροή του διαλύματος σε κανάλια κ.λ.π.). Τέλος διάκριση των υδροπονικών συστημάτων μπορεί να γίνει επίσης και με βάση την τεχνική λειτουργίας του συστήματος εφόσον αυτή διακρίνεται από κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ή έναν ιδιαίτερο τρόπο λειτουργίας π.χ. (συστήματα NFT, plant plane hydroponics, κ.λ.π.). Στη συνέχεια θα ακολουθήσει ένα μεικτό σύστημα ταξινόμησης, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη όλα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαχωρίζουν ένα υδροπονικό σύστημα από τα υπόλοιπα. Κυρίαρχο ρόλο για την ταξινόμηση θα παίζει το υπόστρωμα, δεδομένου ότι αυτό είναι το σπουδαιότερο συστατικό μέρος ενός υδροπονικού συστήματος, το οποίο το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα.

4.2.4 Ταξινόμηση

Καλλιέργεια σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα

Καλλιέργεια σε δοχεία γεμισμένα με θρεπτικό διάλυμα.

Τα φυτά αναπτύσσονται είτε σε μικρά (ατομικά) είτε συνηθέστερα σε μεγάλα (ομαδικά) φυτοδοχεία τα οποία είναι γεμισμένα με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης σύστασης.

Τέτοιου είδους συστήματα δεν βρίσκουν εφαρμογή στη γεωργική πράξη γιατί παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα, σπουδαιότερα από τα οποία είναι οι δυσκολίες αερισμού και οξυγόνωσης των ριζών. Αυτά τα είδους συστήματα εφαρμόζονται μόνο σε επιστημονικά εργαστήρια σε βραχυχρόνια πειράματα διατροφής φυτών.

Σύστημα NFT

Το σύστημα N.F.T (Nutrient Film technique = Τεχνική λεπτής θρεπτικής στοιβάδας), είναι μια υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών, στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, το οποίο όμως είναι τρεχούμενο, σε αντίθεση με το προαναφερθέν σύστημα καλλιέργειας σε δοχεία γεμισμένα με στάσιμο θρεπτικό διάλυμα. Το NFT είναι ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα, δεδομένου ότι το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται συνεχώς και επαναχρησιμοποιείται.

Αεροπονία

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση υποστρώματος. Στις αεροπονικές μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο αναπτυσσόμενο μέσα σε κενά κιβώτια ή φυτοδοχεία ριζικό σύστημα, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος με υγρασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Επιδαπέδια υδροπονία

Όταν πρόκειται να εγκατασταθεί σύστημα επιδαπέδιας υδροπονίας, αρχικά το έδαφος του θερμοκηπίου θα πρέπει να ισοπεδωθεί επιμελημένα ώστε να μην υπάρχουν κοιλότητες και να αποκτήσει μια κλίση γύρω στο 1:50 - 1:75. Στη συνέχεια το έδαφος καλύπτεται σε όλη του την επιφάνεια με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Πάνω από το φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου και σε όλη την

έκταση που καταλαμβάνει αυτό, επιστρώνεται ένα λεπτό φύλλο από ένα απορροφητικό υλικό με τριχοειδείς ιδιότητες π.χ. υαλοϋφασμα. Το απορροφητικό φύλλο σκεπάζεται από πάνω σε όλη του την επιφάνεια με ένα κάλυμα από πλαστικό πολυαιθυλένιο. Το πλαστικό φύλλο θα πρέπει να είναι ασπρόμαυρο με την λευκή επιφάνεια από πάνω, ώστε να αντανakλά μέρος του ηλιακού φωτός που πέφτει πάνω του.

Αφού γίνει αυτό, στο ανώτερο φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου ανοίγονται μικρές τρύπες και τοποθετούνται τα σπορόφυτα κατά την μεταφύτευσή τους. Μια σειρά από σωλήνες παροχής του θρεπτικού διαλύματος στην ανώτερη άκρη του θερμοκηπίου εξασφαλίζουν την παροχή θρεπτικού διαλύματος στα φυτά με την βοήθεια της κλίσης που έχει δοθεί στην επιφάνεια του θερμοκηπίου. Η ύπαρξη του απορροφητικού φύλλου εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή του θρεπτικού διαλύματος. Το θρεπτικό διάλυμα είναι δυνατόν να συλλέγεται και να επαναχρησιμοποιείται οπότε η καλλιέργεια αναπτύσσεται σε κλειστό υδροπονικό σύστημα ή να απορρέει και να χάνεται στο έδαφος οπότε η εγκατάσταση λειτουργεί ως ανοικτό υδροπονικό σύστημα.

Το σύστημα αυτό έχει αναπτυχθεί στη Γερμανία στα τέλη της δεκαετίας του 80 και τελειοποιήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 90. Μολονότι όμως μέχρι σήμερα δεν έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα στην καλλιεργητική πράξη δεν έχει εξαπλωθεί ακόμη σε μεγάλη κλίμακα.

2. Καλλιέργεια σε υποστρώματα

Η καλλιέργεια σε υποστρώματα διαχωρίζεται σε:

Καλλιέργεια σε κοκκώδη ανόργανα υποστρώματα.

Καλλιέργεια σε οργανικά ή μείγματα οργανικών και ανόργανων υλικών

Παρακάτω δίνεται ταξινόμηση στερεών υλικών που χρησιμοποιούνται για υδροπονικές καλλιέργειες με βάση την προέλευσή τους:

Πίνακας 4.7: Ταξινόμηση στερεών υλικών για υδροπονικές καλλιέργειες με βάση την προέλευσή τους.

Κατηγορία υλικών	Προέλευση	Τύποι
Ανόργανα		
Ορυκτά	Υλικά φυσικά	Χαλίκια, άμμος, ελαφρόπετρα
	Υλικά κατεργασμένα	Περλίτης, βερμικουλίτης, διογκωμένη άργιλλος, πετροβάμβακας, υαλοβάμβακας.
	Απόβλητα εργοστασίων	Τεμάχια τούβλων, σκωρίες, απόβλητα σιδηροβιομηχανιών
Συνθετικά	Πλαστικά διογκωμένα	Πολυστερίνη, πολυουρεθάνη
Οργανικά		
Φυτικά	Φυσικά προϊόντα Απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών	Τύρφη, άχυρα, φύλλα ελιάς, φλοιοί δέντρων, σπόροι και στέμφυλα σταφυλιών, ροκανίδια,
		απόβλητα ελαιουργείων, διάφορα κυτταρικά απόβλητα

Ως επί το πλείστον στην υδροπονία περισσότερο χρησιμοποιούνται τα ανόργανα υποστρώματα.

Όσον αφορά τη χρήση οργανικών υποστρωμάτων ή μείγματα αυτών με ανόργανα υλικά θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι τα οργανικά υλικά δεν είναι χημικά αδρανή και γι' αυτό κατά την κατάρτιση της σύνθεσης θρεπτικών διαλυμάτων που προορίζονται για καλλιέργειες σε αυτά θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η σύσταση των υλικών αυτών σε διαθέσιμα για τα φυτά θρεπτικά στοιχεία. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη και οι υπόλοιπες επιδράσεις αυτών στο διάλυμα οι οποίες σχετίζονται με την χημική τους δραστικότητα, όπως η ανταλλακτική τους ικανότητα, η επίδρασή τους στο pH του διαλύματος, η ταχύτητα αποσάθρωσης και ανοργανοποίησής τους στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας, κ.λ.π. Επειδή όμως όλες αυτές οι ιδιότητες παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις όχι μόνο μεταξύ ομοειδών υλικών αλλά και από παρτίδα σε παρτίδα του ίδιου υλικού, η χρήση αυτών των υποστρωμάτων είναι πιο επισφαλής από άποψη θρέψης. Εκτός αυτού, τα περισσότερα από τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οργανικά υποστρώματα καλλιέργειας δεν έχουν ικανοποιητική συμπεριφορά όσον αφορά την συγκράτηση νερού και αέρα, οπότε οι αναλογίες στερεά - υγρή φάση που προκύπτουν μετά την διαβροχή τους, συχνά δεν είναι ευνοϊκές για τα φυτά. Τέλος ένα άλλο μειονέκτημα που αφορά αρκετά από τα παραπάνω υλικά είναι ότι τα περισσότερα από αυτά πρέπει πρώτα να υποστούν βιολογική αποδόμηση (composting), γνωστή και ως χουμοποίηση, για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν

ως υποστρώματα καλλιέργειας. Διαφορετικά, υφίσταται κίνδυνος φυτοτοξικότητας λόγω ζύμωσης τους και συνεπακόλουθης αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό τους κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών πάνω τους.

Συχνά τα προαναφερθέντα οργανικά υλικά δεν χρησιμοποιούνται αυτούσια ως υποστρώματα αλλά σε μείγματα μεταξύ τους ή ακόμη συχνότερα με μείγματα με κάποιο ανόργανο αδρανές υλικό, όπως ο περλίτης, η ελαφρόπετρα, ο βερμικουλίτης κ.λ.π. Ο σκοπός της ανάμειξης μεταξύ τους και ιδιαίτερα με κάποιο ανόργανο αδρανές υλικό είναι η βελτίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους και κυρίως της υδατοπερατότητας και της αεροπερατότητας.

Στην πραγματικότητα το μείγμα που προκύπτει από μια τέτοια ανάμειξη αντιστοιχεί σε ένα τεχνητά παρασκευασμένο χώμα, το οποίο όμως είναι πιο ομοιογενές, έχει καλή δομή και αποστράγγιση και είναι απολυμασμένο. Επομένως και η θρέψη των φυτών που καλλιεργούνται σε τέτοια υλικά προσεγγίζει περισσότερο τον τρόπο θρέψης των καλλιεργειών εδάφους στις οποίες εφαρμόζεται υδρολίπανση και λιγότερο τους τρόπους τροφοδότησης των φυτών με θρεπτικά στοιχεία που εφαρμόζονται στα υπόλοιπα συστήματα υδροπονίας. Η μόνη πραγματική ομοιότητα της καλλιέργειας σε οργανικά υποστρώματα ή μείγματα αυτών με ανόργανα υλικά με την υδροπονία είναι η μείωση του όγκου του υλικού μέσα στο οποίο αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα. Γι' αυτό η χρήση του όρου υδροπονία για την περιγραφή αυτού του είδους των καλλιεργειών εκτός εδάφους είναι μάλλον αδόκιμη.

4.2.5 Στατιστικά στοιχεία

Παρόλη την εξέλιξη της επιστήμης στον τομέα της θρέψης φυτών, που επιτρέπει και προωθεί την πραγματοποίηση και εξέλιξη καθαρά υδροπονικών καλλιεργειών, όπως αυτής του NFT και της αεροπονίας, σε επιχειρηματική πλέον βάση τα είδη αυτά της καλλιέργειας δεν είναι ακόμη ευρέως διαδεδομένα, ανεξαρτήτως των πολλά υποσχόμενων αποδόσεων τους που αφορούν τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Αντίθετα οι υδροπονικές καλλιέργειες που πραγματοποιούνται με τη χρήση διαφόρων στερεών υποστρωμάτων όλο και περισσότερο επεκτείνονται, αντικαθιστώντας τις προβληματικές κλασικές καλλιέργειες εδάφους, ή αξιοποιώντας περιοχές που οι καλλιέργειες αυτές είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν.

Η επέκταση του συστήματος αυτού, είναι αφ' ενός αποτέλεσμα ορισμένων βασικών πλεονεκτημάτων του έναντι των κλασικών καλλιεργειών εδάφους (ανεξαρτοποίηση από τα προβλήματα του τελευταίου), αλλά και αποτέλεσμα του

μικρότερου συγκριτικά κόστους εγκατάστασής του, σε σχέση με τα δυο προηγούμενα συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας (NFT, Αεροπονία).

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται στατιστικά στοιχεία επέκτασης των υδροπονικών καλλιεργειών.

Πίνακας 4.8: Στατιστικά στοιχεία επέκτασης υδροπονικών καλλιεργειών.

1974	Guernsey	1500 στρ. καλλιέργειας σε growth bags
1975	Ολλανδία	10 στρ. σε πετροβάμβακα
1978	Ολλανδία	250 στρ. σε πετροβάμβακα
	Αγγλία	166 στρ. καλλιέργειας NFT εκ των οποίων: 137,6 στρ. τομάτα, 24,3 στρ. μαρούλι και 8,1 στρ. άλλες καλλιέργειες
1980	Ολλανδία	1500 στρ. σε πετροβάμβακα
	Αγγλία	340 στρ. NFT εκ των οποίων: 259 με τομάτα, 68 με μαρούλι και 16,2 άλλες καλλιέργειες
	Βέλγιο	Πραγματοποίηση πρώτης καλλιέργειας φράουλας σε NFT
1982	Γαλλία	1500 στρ. καλλιέργειας εκτός εδάφους 461,4 στρ. NFT εκ των οποίων: 380,4 τομάτα, 68,8 στρ. μαρούλι και 8,1 άλλες καλλιέργειες
1983	Ολλανδία	8.000 στρ. σε πετροβάμβακα
	Γαλλία	500 στρ. ανθοκαλλιέργειες εκτός εδάφους
	Βέλγιο	Πρώτη καλλιέργεια σε ανακυκλούμενη πολυουρεθάνη
1984	Αγγλία	590 στρ. NFT
	Γαλλία	3.000-4.000 στρ. καλλιέργειας εκτός εδάφους Ανθοκαλλιέργειες 500-800 στρ., Λαχανικά 3.000-3.200στρ., Πετροβάμβακας 1.600- 1.700 στρ., Τύρφη 600-700 στρ., Rouzsoleane (ηφαιστειογενές χώμα)500 στρ., NFT 200 στρ., Πολυουρεθάνη 15 στρ., Φλοιοί δέντρων 15 στρ.
1985	Γαλλία	Λαχανοκομικές καλλιέργειες 4.000 στρ. Τύρφη 1.000 στρ., Πετροβάμβακας 2.000στρ. Rouzsoleane και τύρφη 700 στρ., NFT 300στρ., Ανθοκαλλιέργειες 480 στρ.
1986	Γαλλία	4.000 στρ.
	Ολλανδία	επιπλέον 25.000 στρ.
	Ιαπωνία	5.000 στρ.
	Αγγλία	4.000 στρ.
1989	Βέλγιο	3.000 στρ. και 300 στρ. NFT
	Αγγλία	530 στρ. NFT και 3.740 στρ. σε υπόστρωμα
	Βέλγιο	1.300 στρ. NFT και 6.500 στρ. σε υπόστρωμα
	Γαλλία	830 στρ. NFT και 6.500 στρ. σε υπόστρωμα
	Γερμανία	7.000 στρ. NFT και 7.450 στρ. σε υπόστρωμα
	Η.Π.Α	14.900 στρ. NFT και 49.940 στρ. σε υπόστρωμα
1993	Ολλανδία	2.100 στρ. NFT και 30.000 στρ. σε υπόστρωμα
	Ελλάδα	120 - 150 στρ., από τα οποία περίπου 90 πετροβάμβακας, Λαχανοκομικές καλλιέργειες 120 στρ. Ανθοκομικές καλλιέργειες 30 στρ.

Στην Ελλάδα οι υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ λίγο ανεπτυγμένες. Καλλιέργειες σε πετροβάμβακα, περλίτη, τύρφες, έχουν ήδη πρακτική εφαρμογή και εξαπλώνονται με γοργούς ρυθμούς κυρίως στις λαχανοκομικές καλλιέργειες.

Στο μεγαλύτερο μέρος τους, οι υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα, αφορούν την τομάτα, το αγγούρι και το μαρούλι. Φαίνεται πως οι προοπτικές εξέλιξής τους είναι καλές, κυρίως για τις καλλιέργειες σε υποστρώματα και ιδιαίτερα για κάποια εγχώρια υλικά όπως είναι η ελαφρόπετρα.

4.2.6 Δυνατότητες διάδοσης της υδροπονίας στην Ελλάδα

Για να υπάρξει χρήση της υδροπονικής καλλιέργειας στην Ελλάδα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι:

1. Η επιτυχία από την εφαρμογή της υδροπονίας, που σημειώνεται σήμερα σε πολλές χώρες, καθώς και η τάση για την περαιτέρω εξάπλωσή της αποτελούν στοιχεία που αποδεικνύουν τη σημασία της μεθόδου αυτής. Παράλληλα, η μέθοδος εισάγει την εξελιγμένη μορφή ελεγχόμενης καλλιέργειας, αφού το περιβάλλον, στο σύνολό του, μπορεί να ρυθμιστεί. Οι υδροπονικές καλλιέργειες γίνονται κατά συνέπεια κάτω από συνθήκες θερμοκηπίου.
2. Η μορφή της καθαρής υδροπονίας, όπου το ριζικό σύστημα βρίσκεται μερικώς ή εξολοκλήρου μέσα στο νερό, παρουσιάζει υψηλή ευαισθησία στη ρύθμιση των θρεπτικών στοιχείων, στην ομαλή τροφοδότηση των φυτών και στην απομόνωση τυχόν προσβολής από ασθένειες. Η εφαρμογή της επομένως απαιτεί εξοπλισμό με πολύ υψηλή τεχνολογία, γεγονός που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν από κάθε σκέψη για τη χρησιμοποίηση αυτής της μορφής υδροπονίας. Η αεροπονία αποτελεί σήμερα μια τεχνική που μόνο πειραματικά εφαρμόζεται. Αντίθετα, η υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα παρουσιάζει τις λιγότερες απαιτήσεις και εφαρμόζεται πιο εύκολα από τους καλλιεργητές.
3. Για τη χώρα μας η εφαρμογή της υδροπονίας σε υποστρώματα μπορεί ανεπιφύλαχτα να θεωρηθεί σκόπιμη και σε ορισμένες περιπτώσεις αναγκαία, ενώ παράλληλα προβλέπεται να δώσει νέα ώθηση στην εξελισσόμενη καλλιεργητική τεχνική των εντατικών υπό κάλυψη καλλιεργειών. Οι λόγοι που δικαιολογούν τη σκοπιμότητα εφαρμογής της υδροπονίας στη χώρα μας είναι πολλοί. Η υποβάθμιση και ακαταλληλότητα των εδαφών στις καλλιέργειες θερμοκηπίων λόγω πολύχρονης και εντατικής εκμετάλλευσής τους και παράλληλα η αδυναμία του καλλιεργητή να εφαρμόσει σύστημα αμειψισποράς στο θερμοκήπιο, αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς λόγους, αφού η υδροπονία αποτελεί

- τη σωστή (και ίσως τη μόνη) αντιμετώπιση του προβλήματος στην περίπτωση αυτή.
4. Η σωρεία ασθενειών, που εμφανίζονται και ενδημούν στο έδαφος μετά τις πρώτες καλλιέργειες, αποτελούν πρόσθετο σοβαρό λόγο, αφού δεν είναι εύκολη η καταπολέμησή τους. Επιπλέον, η απολύμανση που χρησιμοποιείται σήμερα για την εξάλειψη των ασθενειών με κύριο απολυμαντικό το βρωμιούχο μεθύλιο, πέρα από το κόστος, περικλείει και κινδύνους για την υγεία του καταναλωτή.
 5. Στη χώρα μας ειδικότερα στις περιοχές με κατάλληλο μικροκλίμα για εκτός εποχής καλλιέργειες, συμβαίνει συχνά να υπάρχουν ακατάλληλα (άγονα, πετρώδη ή με κακή αποστράγγιση) εδάφη, με αποτέλεσμα να μην αξιοποιείται το ευνοϊκό κλίμα της περιοχής αφού τα εδάφη δεν μπορούν να καλλιεργηθούν. Το πρόβλημα αυτό όμως αντιμετωπίζεται, αν η καλλιέργεια ανεξαρτητοποιηθεί από το έδαφος, δυνατότητα που παρέχεται με την νέα τεχνική της υδροπονίας.
 6. Η ύπαρξη κατάλληλων υποστρωμάτων είναι επίσης προϋπόθεση για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής, καθώς και η ύπαρξη πειραματικών αποτελεσμάτων, για την εξακρίβωση του πιο κατάλληλου και πιο φθηνού σχετικά υλικού. Υποστρώματα κατάλληλα για άλλες χώρες, μπορεί για τη χώρα μας να κρίνονται οικονομικά ασύμφωρα. Επίσης, υποστρώματα κατάλληλα, αλλά με υψηλό κόστος, μπορούν να αντικατασταθούν με άλλα πιο φθηνά, που υπάρχουν άφθονα στην αγορά.
 7. Υδροπονική καλλιέργεια χωρίς την κατάλληλη τεχνολογία για αυτοματοποίηση του όλου συστήματος, δεν μπορεί να εφαρμοστεί. Επίσης δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε σωστή, επιστημονική βάση, χωρίς την ύπαρξη και συνεργασία εργαστηρίου αναλύσεων, που θα ελέγχει και θα κατευθύνει την καλλιέργεια. Χωρίς έλεγχο, από οργανωμένο εργαστήριο ή σταθμό έρευνας, της θρεπτικής κατάστασης του φυτού και της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος, η καλλιέργεια μόνο εμπειρική μπορεί να θεωρηθεί και μόνο από ευτυχή συγκυρία μπορεί να αναμένονται ικανοποιητικά αποτελέσματα.
 8. Τέλος, προκειμένου ένας καλλιεργητής να διενεργήσει υδροπονική καλλιέργεια, απαιτείται πέρα από τα παραπάνω, να είναι ικανός και κατάλληλα εκπαιδευμένος για τη σωστή εφαρμογή αυτής της υδροπονίας στην καλλιέργεια των φυτών υπό κάλυψη.

59039



300757

ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

1.1 ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ

Τα προϊόντα, υποπροϊόντα ή υλικά που δεν παρουσιάζουν οικονομικό ή κοινωνικό ενδιαφέρον, θεωρούνται άχρηστα ή αλλιώς απόβλητα ή λύματα.

Τα λύματα που προέρχονται από μια παραγωγική μονάδα συνήθως διοχετεύονται εκεί όπου η μακροχρόνια συσσώρευσή τους δεν αποτελεί πρόβλημα χώρου και τέτοια μέρη είναι τα ποτάμια, οι θάλασσες, το έδαφος και ο αέρας. Επομένως, από οικονομική άποψη, τα λύματα γενικά βαρύνουν το παθητικό μιας εκμετάλλευσης, δεδομένου ότι απαιτείται δαπάνη κεφαλαίου και εργασίας (ανθρώπινης και μηχανικής) για τις εγκαταστάσεις συγκέντρωσης και μεταφοράς τους. Από κοινωνική άποψη, τα λύματα προκαλούν τα ανθρώπινα συναισθήματα όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, επειδή δημιουργούν προβλήματα που σχετίζονται με τη ρύπανση, την υγιεινή καθώς και ενοχλήσεις των ανθρώπινων αισθήσεων (π.χ. οσμή, όραση).

Γενικά, τα λύματα κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες:

1. τα Βιομηχανικά (μέταλλα, χημικά, καυσαέρια) και
2. τα Γεωργικά, στα οποία περιλαμβάνονται τα λύματα που δημιουργούνται είτε κατά τη διαδικασία της πρωτογενούς γεωργικής παραγωγής είτε κατά την επεξεργασία ή τη μεταποίηση των γεωργικών προϊόντων. Τα λύματα αυτά είναι γνωστά επίσης και σαν οργανικά λύματα ή αναφέρονται κάτω από το γενικότερο όρο «Βιομάζα».

Είναι γεγονός ότι δεν υπάρχει τίποτε που να παράγεται από τη γεωργία και να μπορεί να χαρακτηριστεί «de facto» σαν απόβλητο. Αυτό συμβαίνει γιατί τα γεωργικά λύματα είναι φυσικά υποπροϊόντα, τα οποία ανακυκλώνονται με καθαρά βιολογικές μεθόδους, όπως φαίνεται στο (σχήμα 1.1), ενώ τα βιομηχανικά ελάχιστα ή συνήθως καθόλου δεν αποσυντίθενται ή διασπώνται με κάποια φυσική (δηλ. βιολογική) διαδικασία.

Για το λόγο αυτό, από τις δύο αυτές κατηγορίες λυμάτων, τα γεωργικά λύματα παρουσιάζουν ξεχωριστό ενδιαφέρον. Και αυτό γιατί η κατεργασία και η αξιοποίησή τους, είναι από τεχνική άποψη και εύκολη και οικονομικά συμφέρουσα.

1.1.1 Τύποι Γεωργικών Λυμάτων

Τα γεωργικά λύματα ανάλογα με την προέλευσή τους, διακρίνονται στους παρακάτω τύπους:

A. Γεωργικά και δασικά υπολείμματα και λύματα από επεξεργασία ή μεταποίηση γεωργικών και δασικών προϊόντων.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από αυτόν τον τύπο των γεωργικών λυμάτων είναι στους περισσότερους γνωστή. Η επεξεργασία και η μεταποίηση των γεωργικών και δασικών προϊόντων δημιουργεί μεγάλες ποσότητες λυμάτων, που μερικές φορές η ποσότητά τους είναι πολλαπλάσια αυτής των κυρίων προϊόντων.

Η έρευνα πάνω στην επεξεργασία αυτού του τύπου των λυμάτων για την οικονομική τους αξιοποίηση, βρίσκεται αυτή τη στιγμή σε εξέλιξη και τα μέχρι τώρα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά.

B. Λύματα κτηνοτροφικών μονάδων και μονάδων επεξεργασίας προϊόντων ζωικής προέλευσης.

Στα λύματα αυτού του τύπου περιλαμβάνονται:

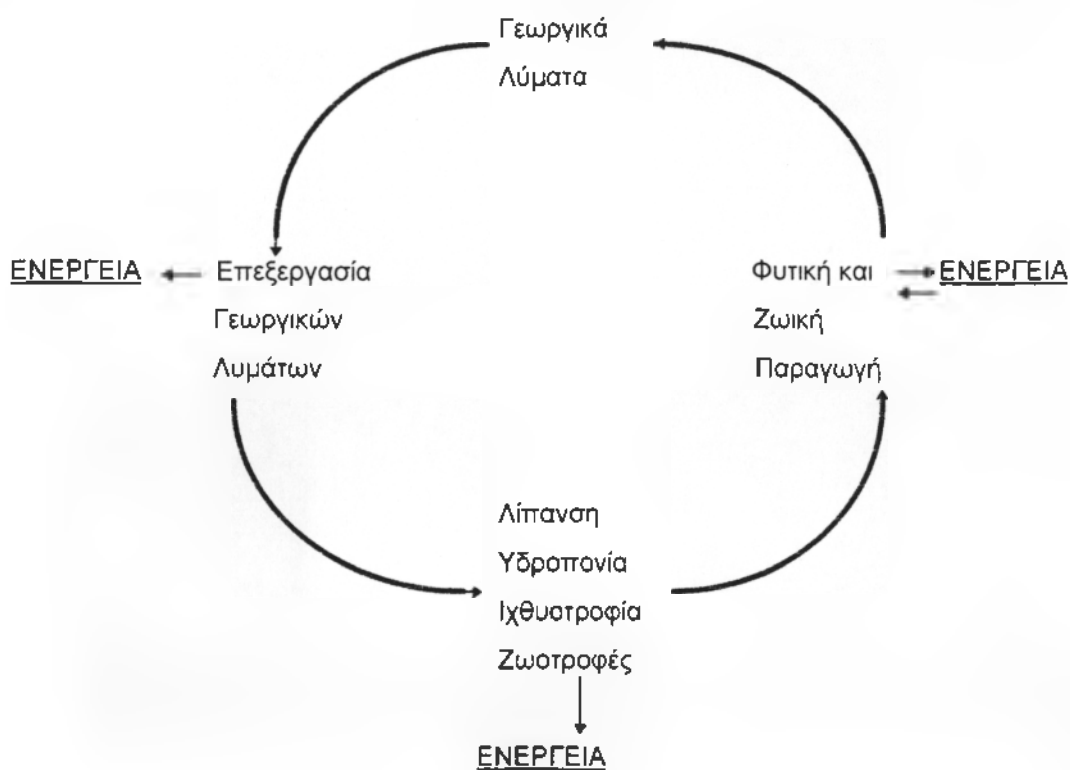
- Η ζωική κόπρος (και τα ούρα).
- Νερά καθαρισμού στάβλων.
- Υπόλοιπα ζωοτροφών και απορρίμματα εγκαταστάσεων επεξεργασίας και αποθήκευσης ζωοτροφών.
- Λύματα σφαγείων, βυρσοδεψιών, γαλακτοκομείων και κονσερβοποιείων ζωικών προϊόντων.
- Οικιακά απόβλητα των εγκαταστάσεων των κτηνοτροφικών επιχειρήσεων.

Γ. Γεωργικά χημικά σκευάσματα.

Στην κατηγορία των γεωργικών λυμάτων μπορούν τέλος να προστεθούν και τα διάφορα χημικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία είτε για τη λίπανση των καλλιεργειών (χημικά λιπάσματα) είτε για την προστασία της φυτικής και ζωικής παραγωγής (φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα-ζωικά φάρμακα). Τα χημικά αυτά προϊόντα, είναι πολύτιμα βοηθήματα του γεωργού και του κτηνοτρόφου. Η άκαιρη όμως χρήση τους ή η λανθασμένη χρησιμοποίησή τους σε άλλα φυτά ή ζώα αντί άλλων ή η εφαρμογή τους σε διαφορετική από την ενδεικνυόμενη δόση, τα μετατρέπει σε ισχυρά ρυπαντικά μέσα για το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να προκαλούν μέχρι και τέλεια αλλοίωση της οικολογικής διαμόρφωσης ενός τόπου (π.χ. ευτροφισμός, θανάτωση μικροοργανισμών ή εντόμων που δεν αποτελούσαν τον στόχο κ. λ.π.), χωρίς να αποκλείεται και ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία

(π.χ. υπολειμματική δράση φαρμάκων, υπερευκέντρωση νιτρικών σε υπόγεια νερά κ. λ. π.).

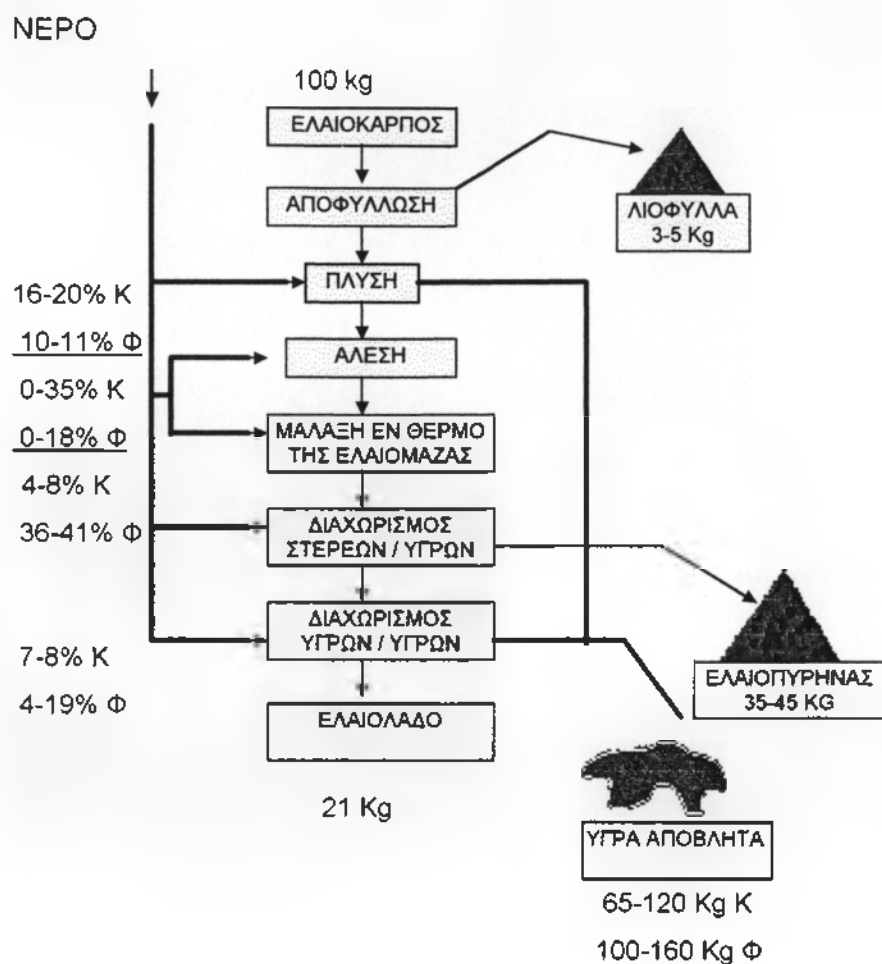
Τα χημικά λοιπόν σκευάσματα, με προορισμό τη γεωργική χρήση, μπορεί να αποτελέσουν ένα σοβαρό παράγοντα ρύπανσης του περιβάλλοντος, οπωσδήποτε όμως ο σωστός έλεγχος είναι δυνατό να περιορίσει τον κίνδυνο. Ακόμα, σαν προϊόντα βιομηχανικής προέλευσης, θεωρούνται και «ενεργοβόρα» σε αντίθεση με τα λύματα των δύο προηγούμενων τύπων γεωργικών λυμάτων.



Σχήμα 1.1: Ανακύκλωση γεωργικών λυμάτων στη φύση.

1.2 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

Η επεξεργασία του ελαιοκάρπου στα ελαιοτριβεία (ανεξαρτήτως τύπου και κατασκευαστικών διαφορών) ακολουθεί σε γενικές γραμμές την ροή χειρισμών που περιγράφεται στο διάγραμμα του σχήματος 1.2.



Σχήμα 1.2: Γενικευμένο διάγραμμα ροής επεξεργασίας του ελαιοκάρπου σε κλασσικού τύπου (Κ) και φυγοκεντρικά (Φ) ελαιοτριβεία.

Από αυτή την επεξεργασία εκτός από το λάδι παραλαμβάνουμε τα παρακάτω παραπροϊόντα:

α) **Ελαιοπυρήνα** (λιοκόκκια) που συνίσταται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (εξωκάρπιο, σαρκώδες μεσοκάρπιο, αποξηλωμένο ενδοκάρπιο), υπολείμματα ελαίου και ένα ποσοστό υγρασίας.

β) **Λιόφυλλα** που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιοκάρπο, και

γ) μια σημαντική σε όγκο και οργανικό φορτίο ποσότητα υγρών αποβλήτων, γνωστά ως **κατσιγάροι, λιόζουμα, ή μούργες**. Τα υγρά απόβλητα αποτελούνται κατά βάση

από το ζεστό και κρύο νερό, που προστίθεται κατά τη διαδικασία εξαγωγής του ελαιολάδου από τον ελαιόκαρπο και από τους φυτικούς χυμούς που απελευθερώνονται μετά την σύνθλιψη του ελαιοκάρπου και τη μάλαξη της ελαιοζύμης. Οι σχετικές μέσες ποσότητες ελαιολάδου, στερεών υπολειμμάτων και λιόζουμων που προκύπτουν από την επεξεργασία 100 Kg ελαιοκάρπου δίδονται στον παρακάτω πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1: Μέσες ποσότητες ελαιολάδου και στερεών και υγρών υπολειμμάτων από την επεξεργασία 100kg ελαιοκάρπου.

Προϊόντα και υπολείμματα	Σχετική ποσότητα (kg)
Ελαιόλαδο	21
Λιόφυλλα	3-5
Ελαιοπυρήνας	35-45
Λιόζουμα	65-175

Περιβαλλοντικά προβλήματα αποβλήτων δεν αναφέρονται και μάλλον δεν υπήρχαν, ή δεν ήταν σοβαρά στο παρελθόν. Φαίνεται ότι το πρωτόγονο σύστημα της χωρικής, σχεδόν κλειστής οικονομίας, δεν δημιουργούσε απόβλητα. Υπάρχουν μαρτυρίες ότι τα υποπροϊόντα των ελαιοτριβείων έβρισκαν ποικίλους τρόπους αξιοποίησης. Πολλοί αγρότες χρησιμοποιούσαν τα λιόζουμα, για την βελτίωση της γονιμότητας εδαφών, μια πρακτική που συνιστούσε πριν 2.000 χρόνια στα «Γεωργικά» του ο Κάτων, ενώ οι πλούσιες σε υπολείμματα λαδιού «μούργες» χρησίμευαν στην παραγωγή σαπουνιού. Έπειτα, ο ελαιοπυρήνας, τα γνωστά «λιοκόκκια» των παραδοσιακών μικρών ελαιοτριβείων, ήταν αρκετά πλούσια σε υπολείμματα ελαίου και χρησιμοποιούνταν σαν πρόσθετο κτηνοτροφών και σαν καύσιμο. Στα σύγχρονα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία η παραλαβή του ελαιολάδου είναι αποτελεσματικότερη και κατά συνέπεια τα λιοκόκκια που προκύπτουν είναι φτωχότερα σε λάδι και η κτηνοτροφική τους αξία μειωμένη. Έπειτα, υποβάλλονται σε εκχύλιση στα πυρηνελαιουργεία για την παραλαβή του πυρηνελαίου. Το πυρηνόξυλο που απομένει αξιοποιείται προς το παρόν σαν καύσιμο.

Η σύσταση των αποβλήτων (λιόζουμα, κασίγαροι) μεταξύ διαφόρων ελαιοτριβείων για τον ίδιο ελαιόκαρπο εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες του νερού που χρησιμοποιούνται στις φάσεις επεξεργασίας, οι οποίες διαφέρουν στους διάφορους τύπους αλλά και μπορεί να ποικίλουν σημαντικά ακόμα και για τον ίδιο τύπο ελαιοτριβείου ανάλογα της εφαρμοζόμενης πρακτικής. Πέραν αυτού, οι

διακυμάνσεις στη σύσταση των αποβλήτων εξαρτώνται από την ποιότητα του νερού, την ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης του ελαιοκάρπου.

1.2.1 Τα υγρά απόβλητα (λιόζουμα, κασίγαρος).

Ο κασίγαρος είναι ένα σκούρου χρώματος, θολό, όξινο και χαρακτηριστικής οσμής γαλάκτωμα. Είναι πλούσιο σε διαλυτά στο νερό οργανικά και ανόργανα υλικά καθώς και σε αδιάλυτα λεπτά οργανικά τεμαχίδια υπό μορφή αιωρήματος, και σταγονίδια υπολειμμάτων ελαίου. Τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνονται οι τιμές των κυριότερων φυσικοχημικών του χαρακτηριστικών δίδονται στον παρακάτω (πίνακα 1.2).

Πίνακας 1.2: Κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων (κασίγαροι) των ελαιοτριβείων.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ
Νερό	83-94%
Οργανικά συστατικά	4-16%
Ανόργανα συστατικά	1-2%
Πυκνότητα	1,024gr/cm ³
Αγωγιμότητα	8.000-16.000μs/cm
pH	4,5 - 6,5
Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ₅)	14.000-110.000 mg/l
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	41.400-130.000 mg/l

Τα συστατικά του λιόζουμου μπορούν να επηρεάσουν άμεσα ή και έμμεσα την αύξηση των φυτών μέσω της εδαφικής μικροχλωρίδας η οποία μπορεί να το χρησιμοποιήσει σαν υπόστρωμα, ή να το μετατρέψει σε άλλα προϊόντα, όπως τοξίνες, ρυθμιστές αύξησης και σταθεροποιητές εδάφους. Είναι γενικά αποδεκτό, μολονότι δεν έχει αποδειχτεί σε όλες τις περιπτώσεις, πως η φυτοτοξική δράση του λιόζουμου οφείλεται στα φαινολικά του συστατικά. Αν δεχθούμε την βασική αρχή, ότι οι περισσότερες ουσίες μπορεί να καταστούν τοξικές αν δοθούν σε υψηλές δόσεις οδηγούμεθα στο συμπέρασμα ότι το λιόζουμο πράγματι συγκροτεί μια μεγάλη δεξαμενή φυτοτοξικών ουσιών, οι οποίες αν συσσωρευτούν στην περιοχή της ριζόσφαιρας είναι ικανές να αποτελέσουν σοβαρούς ανασχετικούς παράγοντες αύξησης των φυτών. Εδώ αξίζει να σημειωθεί, ότι πολλές από τις φαινολικές ουσίες που εμφανίζονται στον πιο κάτω (πίνακα1.3), όπως το φερουλικό, το π-

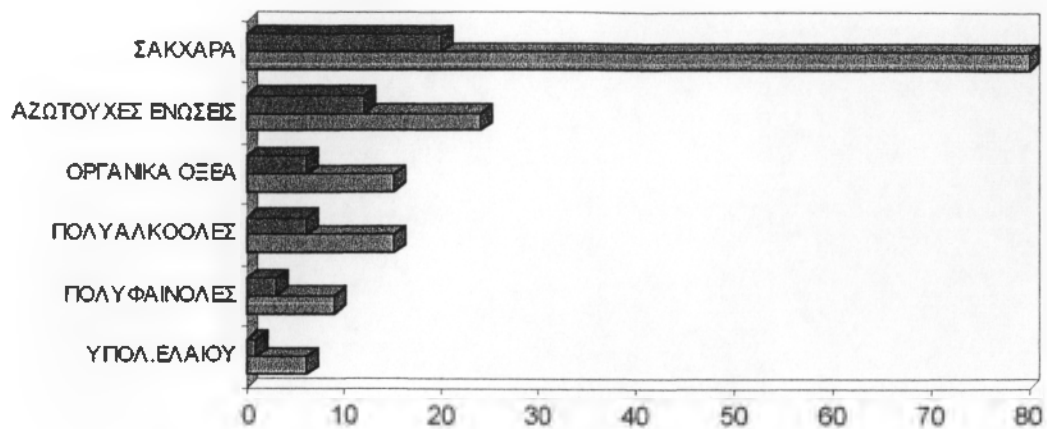
κουμαρικό, το π-υδροξυβενζοϊκό και το βανιλλικό οξύ, είναι ευρέως διαδεδομένα στο έδαφος, αλλά σπάνια συσσωρεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Πίνακας 1.3: Κύρια συστατικά του λιόζουμου.

Συστατικό	Αναλογία %	Κύριες ουσίες
Νερό	83 - 92	
Λίπη	0,03 - 1,0	Υπολείμματα ελαίου
Αζωτούχες ενώσεις	1,2 - 2,4	Γλουταμίνη, Προλίνη, Ιστιδίνη, Γλυκίνη, Αργινίνη, κ.α.
Σάκχαρα	2,0 - 8,0	Ραφινόζη, Μαννόζη, Σακχαρόζη, Γλυκόζη, Αραβινόζη, Ραμνόζη, κ.α.
Οργανικά οξέα	0,5 - 1,5	Οξικό, Κιτρικό, Ηλεκτρικό, Γλυκερινικό, Γαλακτικό, Μηλικό, Μηλονικό, Οξαλικό, Τρυγικό, κ.α.
Πολυαλκοόλες	0,5 - 1,5	Γλυκερίνη
Πηκτίνες, Ταννίνες	0,4 - 1,5	
Φαινολικές ενώσεις	0,3 - 0,8	Φλαβονοειδή (Απεγινίνη, Λουτεολίνη, Κερσετίνη), Φαινόλες (Καφεϊκό, Κινναμικό, 2,6-διυδροξυβενζοϊκό, π-υδροξυβενζοϊκό, Συριγγικό, 3,4,5-τριμεθοξυβενζοϊκό, Βανιλλικό, Βερατρικό, Φερούλικό, π-Κουμαρικό, Πρωτοκατεχικό, Υδροξυτυροσόλη, Τυροσόλη, Πυροκατεχικό) Ελαιουρωπαϊνή, κ.α.
Άλατα	0,4 - 1,5	K, P, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, S

Η υψηλή περιεκτικότητα του λιόζουμου τόσο σε ανόργανα όσο και σε οργανικά συστατικά το καθιστούν πιθανή πηγή θρεπτικών ουσιών και ενέργειας για πολυάριθμους μικροοργανισμούς. Αυτό πράγματι ισχύει για πολλούς μικροοργανισμούς. Αντίθετα, έχει διαπιστωθεί ότι κάποια από τα συστατικά, ιδιαίτερα τα φαινολικά, παρουσιάζουν ισχυρή επισχετική δράση έναντι ορισμένων βακτηρίων και μυκήτων του εδάφους.

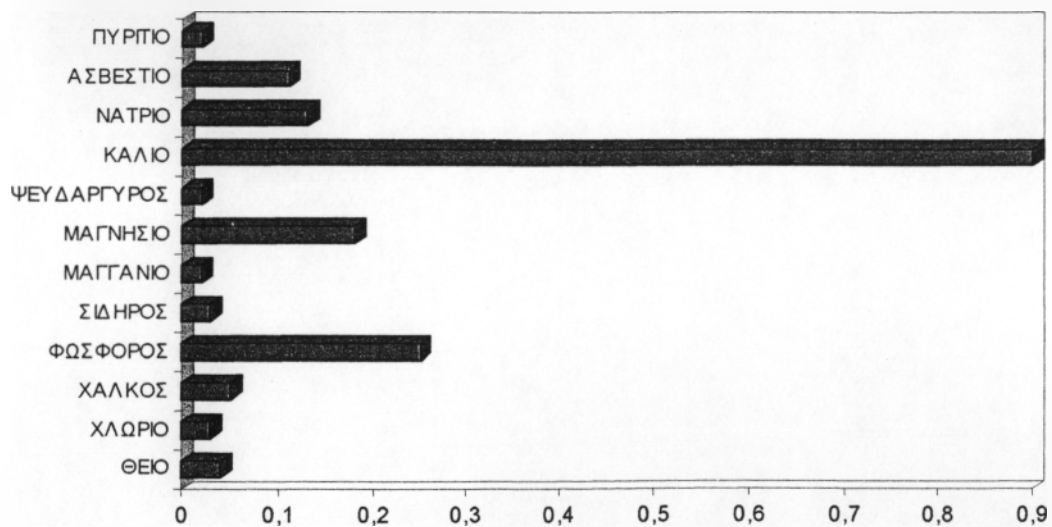
Το πιο σημαντικό από ποσοτικής απόψεως, μέρος του οργανικού κλάσματος είναι τα σάκχαρα (διαγρ.1.1). Οι πολυφαινόλες και οι λιπαρές ουσίες, μολονότι ποσοτικά υποδεέστερες, είναι από ποιοτικής απόψεως τα πιο σημαντικά συστατικά διότι προσδίδουν στον κασίγαρο ανεπιθύμητες φυσικοχημικές και βιολογικές ιδιότητες, (χρώμα, φυτοτοξικότητα, εμμονή στο περιβάλλον).



ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (gr/l)

Διάγραμμα 1.1: Σύσταση του οργανικού κλάσματος του κασιίγαρου. (Οι δύο μπάρες αντιστοιχούν στα όρια διακύμανσης - μέγιστο, ελάχιστο- που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία).

Τα ανόργανα συστατικά του κασιίγαρου όπως το κάλι, το μαγνήσιο, ο φώσφορος και πολλά ιχνοστοιχεία, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της λιπαντικής τους αξίας (διαγρ. 1.2).

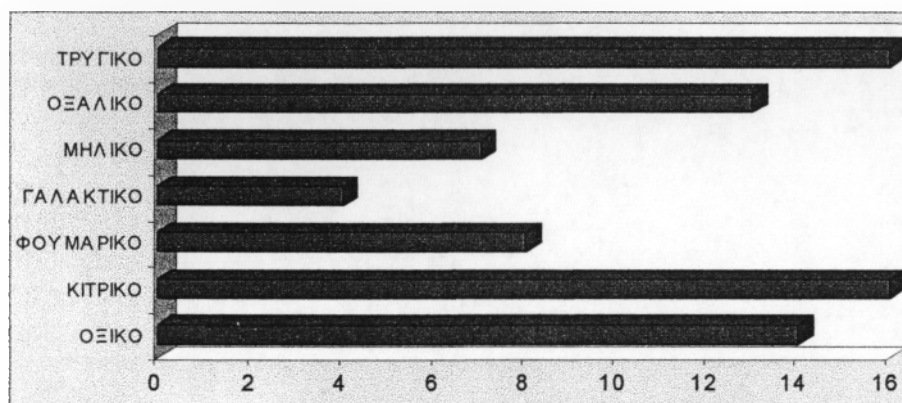


ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (gr/l)

Διάγραμμα 1.2: Περιεκτικότητα του κασιίγαρου σε ανόργανα στοιχεία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πλείστα των στοιχείων απαντώνται υπό μορφή ενώσεων με άλλα οργανικά κυρίως συστατικά και δεν είναι άμεσα διαθέσιμα στα φυτά. Μπορούν όμως να καταστούν διαθέσιμα και να αξιοποιηθούν αν ο κασιγάρος υποστεί την αποικοδομητική δράση μικροοργανισμών, ανάλογη με αυτή που παρατηρείται στα οργανικά λιπάσματα.

Μεταξύ των σακχάρων τα πιο σημαντικά είναι: η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η μανόζη, η ραφινόζη, η γαλακτόζη, η ξυλόζη, η ραμνόζη και η αραβινόζη. Από τις πολυαλκοόλες οι κυριότερες είναι η γλυκερίνη και η μανιτόλη. Στις αζωτούχες ουσίες περιλαμβάνονται η προλίνη, ιστιδίνη, γλυκίνη, αργινίνη και άλλα 14 αμινοξέα που συνιστούν πρωτεϊνικά και άλλα σύμπλοκα κλάσματα του κασιγάρου. Τα οργανικά οξέα αποτελούν σημαντικό, ιδιαίτερα από πλευράς φυτοτοξικότητας, κλάσμα που περιλαμβάνει τα οξέα οξικό, φουμαρικό, γαλακτικό, μηλικό, τρυγικό, οξαλικό, κιτρικό (διάγρ.1.3). Υπό ορισμένες συνθήκες διάθεσης του κασιγάρου, όπως λίμνασης ή απόθεσης στο έδαφος σε μεγάλες ποσότητες, είναι δυνατόν να σχηματισθούν επίσης και άλλα οξέα όπως βουτυρικό, προπιονικό, ηλεκτρικό, μυρμηκικό και ν' αυξηθούν οι συγκεντρώσεις οξικού οξέως. Μια τέτοια εξέλιξη είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητη αφού το σύνολο των δευτερογενών αυτών προϊόντων έχουν έντονες φυτοτοξικές ιδιότητες και πολλά έχουν δυσάρεστη οσμή.

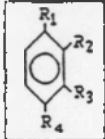


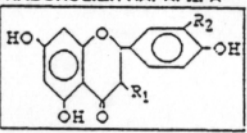
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)

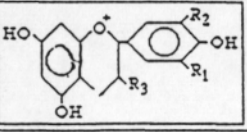
Διάγραμμα 1. 3: Περιεκτικότητα του κασιγάρου σε οργανικά οξέα.

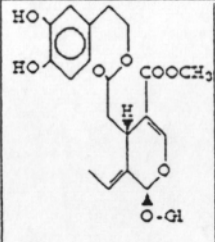
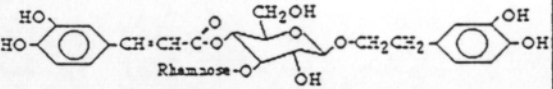
Στον (πίνακα 1.4) αναφέρονται τα πιο χαρακτηριστικά από τα φαινολικά συστατικά που έχουν ανιχνευθεί στον κασιγάρου. Σε αυτά θα πρέπει να προστεθούν και πολυμερείς ουσίες καστανόμαυρου χρώματος που σχηματίζονται δευτερογενώς μέσω ενζυμικών αντιδράσεων που αρχίζουν αμέσως μετά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου.

Πίνακας 1.4: Φαινολικά παράγωγα συστατικών του κασιόγαρου.

ΦΑΙΝΟΛΕΣ				
				
R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
-OH	-OH	-H	-CH=CHCOOH	Καφεϊκό οξύ
-H	-H	-H	-CH=CHCOOH	Κινημαϊκό οξύ
-H	-H	-OH	-CH=CHCOOH	Καυμαϊκό
-OH	-OH	-H	-COOH	Πρωτοκατεγικό οξύ
-OH	-OCH ₃	-H	-COOH	Θανυλλικό οξύ
-OCH ₃	-OCH ₃	-H	-COOH	Θεραϊκό οξύ
-OH	-H	-H	-COOH	ο-Υδροξυβενζοϊκό οξύ
-H	-OH	-H	-CH ₂ CH ₂ OH	Τυροσολή
-OH	-OH	-H	-CH ₂ CH ₂ OH	Υδροξυτυροσολή

ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ ΠΑΡΑΓΩΓΑ	R ₁	R ₂	
	-H	-H	Απεργινίνη
	-H	-OH	Λουτεολίνη
	-OH	-OH	Κερασετίνη
	-O-Gl-Rh	-OH	Ρουτίνη
Gl = Γλυκόζη, Rh = Ραμνόζη			

ΑΝΘΟΚΥΑΝΕΙΣ	R ₁	R ₂	R ₃	
	-H	-OH	-OH	Κυανιδίνη
	-H	-OCH ₃	-OH	Παιονιδίνη
	-OH	-OH	-OH	Δελφινιδίνη

 Ελικυρωπαΐνη	 Βερμπασκοσίδη
---	---

Από τα συστατικά που περιέχονται πρωτογενώς στον κασιόγαρο οι φαινολικές ενώσεις και οι λιπαρές ουσίες, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον περιβαλλοντικό διότι:

1. Περιορίζουν το φάσμα και τη δράση των μικροοργανισμών εκείνων που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν και να αποδομήσουν τα άλλα συστατικά.
2. Προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι φυτών καθώς και έναντι πολλών ευαίσθητων υδροβίων ζωικών ειδών.
3. Βιοαποδομούνται με βραδύ σχετικά ρυθμό από εξειδικευμένες, αλλά σχετικά ολιγάριθμες ομάδες μικροοργανισμών.

Από τα στοιχεία που παρατέθηκαν γίνεται φανερό ότι ο κασιόγαρος είναι ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα μεγάλου οργανικού φορτίου, έχει φυτοτοξικές ιδιότητες, και η διάθεσή του μπορεί να έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις, περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές ανάλογα με την ικανότητα του αποδέκτη για αυτοκαθαρισμό.

Στα θετικά του κατσίγαρου πρέπει να αναγνωρισθεί το γεγονός ότι είναι κατά κανόνα ελεύθερος ενώσεων υψηλού περιβαλλοντικού κινδύνου και δεν περιέχει, όπως άλλοι τύποι βιομηχανικών αποβλήτων, βαρέα μέταλλα, αμίαντο ή μη βιοαποδομήσιμες συνθετικές οργανικές ενώσεις.

1.3 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ

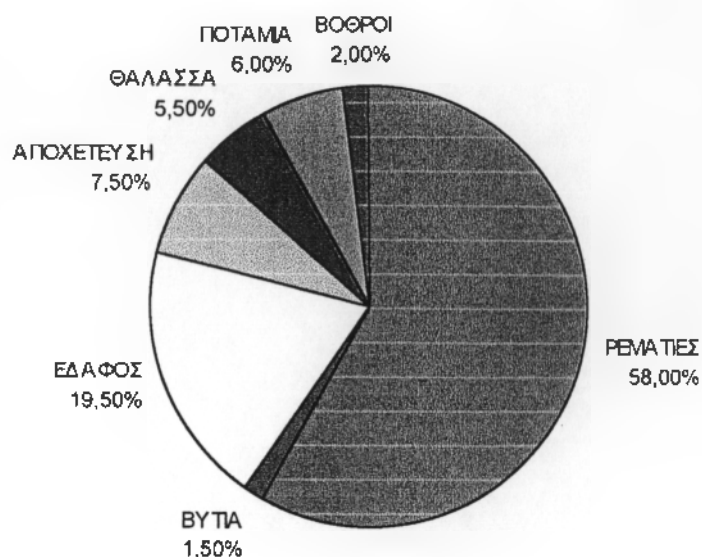
Τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος δημιουργούνται από τα υγρά απόβλητα. Ο εκσυγχρονισμός των ελαιотριβείων και η αύξηση της παραγωγής του ελαιολάδου, κατά τα τελευταία χρόνια, είχε σαν συνέπεια την παραγωγή αυξημένου σχετικά όγκου υγρών αποβλήτων, περίπου όση και η ποσότητα επεξεργασμένου ελαιοκάρπου. Στα φυγοκεντρικά ελαιотριβεία που σήμερα ως επί το πλείστον λειτουργούν προστίθεται περισσότερο νερό (ποσότητα ίση με 0,3 - 0,5 του επεξεργαζόμενου ελαιοκάρπου). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αραιώση των περιεχόμενων συστατικών, με συνέπεια την μείωση του BOD₅, ωστόσο η τελική ποσότητα των υγρών αποβλήτων αυξάνεται (0,65 l/kg ελαιοκάρπου στα κλασσικού τύπου και 1,00 l/kg ελαιοκάρπου στα φυγοκεντρικού).

Ο πιο συνηθισμένος, αλλά περιβαλλοντικά επιλήψιμος, τρόπος διάθεσης που εφαρμόζεται είναι η απόρριψή τους σε αποδέκτες «ευκολίας», όπως κοντινούς χείμαρρους, ξερορέματα, έδαφος, θάλασσες ή και λίμνες.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του (διαγράμματος 1.4) το 58% περίπου των ελαιотριβείων διοχετεύουν τα απόβλητά τους σε ρεματιές και μεγάλο μέρος τους καταλήγει αναπόφευκτα σε υδάτινους αποδέκτες. Το 11,5% των ελαιотριβείων διοχετεύουν τα απόβλητά τους κατευθείαν στη θάλασσα και σε ποτάμια, το 19,5% στο έδαφος και το υπόλοιπο 11% σε διάφορους άλλους αποδέκτες, όπως βόθρους, αποχετευτικούς αγωγούς ή τα απομακρύνουν με βυτία με άγνωστη τελική διάθεση.

Πρέπει να υπογραμμισθεί ότι σε όλες τις περιπτώσεις έχουν επισημανθεί σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως:

- ρύπανση επίγειων και υπόγειων υδάτινων πόρων και της θάλασσας,
- εκδήλωση τοξικών φαινομένων στην υδρόβια πανίδα,
- ζημιές σε γεωργικές καλλιέργειες λόγω της έντονης φυτοτοξικότητάς τους,
- αισθητική υποβάθμιση ακτών ιδιαίτερου κάλους και μεγάλης τουριστικής αξίας,
- ενοχλήσεις κατοίκων αστικών κέντρων λόγω της έκλυσης δύσοσμων εκπομπών.



Διάγραμμα 1.4: Υφιστάμενη κατάσταση διάθεσης των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα.

Η ρυπογόνος δράση του κασιίγαρου οφείλεται κυρίως στη μεγάλη περιεκτικότητά του σε οργανικές ουσίες. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται και διάφορες φαινολικές ενώσεις καθώς και λιπαρά οξέα, που επιτείνουν τα προβλήματα, γιατί οι ουσίες αυτές είναι τοξικές, τόσο στα φυτά όσο και στα υδρόβια ζώα. Βέβαια σε μερικές περιπτώσεις ορισμένα φυτά εμφανίζουν κάποια μεγάλη ανθεκτικότητα απ' ό,τι άλλα. Τις περισσότερες φορές όμως αυτή η διαφορά οφείλεται, είτε στο ότι αυτά τα φυτά είναι βαθύρριζα είτε στο ότι βρίσκονται σε λήθαργο και έτσι διαφεύγουν της τοξικής δράσης του κασιίγαρου. Επίσης ορισμένες φορές ο κασιίγαρος διεισδύει σε βαθύτερα υδροφόρα στρώματα και ρυπαίνει παρακείμενες πηγές.

Στις περιπτώσεις που ο κασιίγαρος απορρίπτεται σε θάλασσα, λίμνες ή ποτάμια, πέρα από την άμεση τοξικότητά του, εμφανίζονται μια σειρά από πρόσθετα προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα σάκχαρα του κασιίγαρου αποτελούν πρόσφορο υπόστρωμα που ευνοεί την ανάπτυξη ενός μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών. Στο υδάτινο περιβάλλον αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι η ανάπτυξη υπερβολικά μεγάλων πληθυσμών μικροοργανισμών συνεπάγεται την κατανάλωση του οξυγόνου που βρίσκεται στο νερό. Έτσι πολλά είδη ψαριών, ακόμη και όσα αντέχουν την άμεση τοξικότητα του κασιίγαρου, αδυνατούν να επιβιώσουν και τελικά αφανίζονται λόγω των συνθηκών ασφυξίας που δημιουργούνται στο περιβάλλον τους.

Κατά συνέπεια η ανεξέλεγκτη απόρριψη του κασίγαρου στο έδαφος, στη θάλασσα κ.τ.λ. υποβαθμίζει το περιβάλλον όχι μόνο αισθητικά, αλλά κυρίως διότι μπορεί να προξενήσει σημαντικές βλάβες, τόσο στα καλλιεργούμενα φυτά και αυτοφυή όσο και στις λεπτές ισορροπίες, από τις οποίες εξαρτάται η ζωή στις θάλασσες και τις λίμνες.

1.3.1 Ρυπαντική ικανότητα αποβλήτων

Τα απόβλητα των ελαιουργείων έχουν πολύ υψηλό BOD (Biochemical Oxygen Demand - βιοχημική απαίτηση οξυγόνου). Αυτό είναι ένα μέτρο της οργανικής μόλυνσης και εκφράζει τον αριθμό των mg του διαλυμένου οξυγόνου που χρειάζονται για να διασπαστούν από τα βακτήρια οι οργανικές ύλες που περιέχονται σε ένα λίτρο δείγματος, η μέτρηση συνήθως γίνεται για διάστημα 5 ημερών στους 20°C και γι' αυτό είναι γνωστό ως BOD₅. Στο σημείο αυτό αναφέρεται ενδεικτικά ότι μια αποδεκτή τιμή μόλυνσης (στο Ηνωμένο Βασίλειο) περιορίζεται στα 20ppm, ενώ η τιμή του BOD₅ για τα απόβλητα των ελαιουργείων, κυμαίνεται από 14.000 μέχρι 110.000ppm. Τα υγρά απόβλητα (μη αραιωμένα) που προέρχονται από πρόσφατα μαζεμένες ελιές, έχουν BOD₅ 80.000 - 90.000ppm. Αυτά που προέρχονται από ελιές ώριμες και χτυπημένες έχουν BOD₅ 40.000 - 50.000ppm.

Το COD (Chemical Oxygen Demand - χημική απαίτηση οξυγόνου) μετρά το οξυγόνο που χρειάζεται για να οξειδωθεί από ένα ισχυρό χημικό οξειδωτικό η οργανική ύλη που περιέχεται σε ένα δείγμα. Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων έχουν COD 41.400 - 130.000ppm και παρουσιάζουν δυσαρμονία στο λόγο BOD₅ : N : P, που είναι σημαντικός για τη διατροφή των μικροοργανισμών που περιέχουν βιοτοξικές ουσίες π.χ. φαινόλες. Ένα ελαιουργείο δυναμικότητας 1.500 τόνων ελαιοκάρπου / χρόνο προκαλεί την ίδια μόλυνση με ένα συνοικισμό 8.000 ατόμων. Ο περιορισμός της τιμής του BOD₅ είναι συχνά ο κύριος στόχος των κατεργασιών των αποβλήτων και το κυριότερο κριτήριο των κανονισμών.

Είναι γεγονός ότι η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και η δυνατότητα καλύτερης πληροφόρησης του αγροτικού πληθυσμού, με την αλματώδη ανάπτυξη των μέσων ενημέρωσης, οδήγησαν σε αυξημένες απαιτήσεις για καλύτερες συνθήκες διαβίωσης και αυξημένη ευαισθησία για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος σε σχέση ακόμα και με το πιο πρόσφατο παρελθόν. Δεν είναι λοιπόν παράξενο γιατί παρουσιάζεται τόσο έντονη κινητικότητα και πίεση προς τους ελαιοτριβείς τον τελευταίο καιρό για την αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων των ελαιοτριβείων τους.

1.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ή ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΑΕ

Από την έναρξη της μελέτης των ΥΑΕ -Υγρών Αποβλήτων Ελαιουργείων- (οι πρώτες αναφορές στη βιβλιογραφία εμφανίζονται τη δεκαετία του 50) έχουν γίνει προσπάθειες μείωσης του ρυπογόνου δυναμικού τους, ώστε να καταστεί δυνατή η ασφαλής απόρριψή τους στο περιβάλλον ή η χρήση τους ως πρώτη ύλη σε άλλες φυσικοχημικές ή βιολογικές διαδικασίες με οικονομικό ενδιαφέρον. Σε όλες αυτές τις μελέτες ο οικονομικός παράγοντας δημιουργεί δυσκολίες για τη μεταφορά των πορισμάτων των διαφόρων ερευνών σε επίπεδο εφαρμογής και ιδιαίτερα σε σχήματα επεξεργασίας που αφορούν μεμονωμένα ελαιοτριβεία καθώς η μη συνεχής λειτουργία τους αυξάνει υπέρμετρα το κόστος τους (Fedsl, 1986). Μερικές από τις χρήσεις που έχουν προταθεί ή μελετηθεί είναι οι παρακάτω:

Αερόβιος βιολογικός καθαρισμός.(Borja Padilla et al., 1991) Με χρήση του μύκητα *Phanerochaete chrysosporium* (Sayadi and Ellouz, 1992) η αερόβια επεξεργασία μπορεί να γίνει απ' ευθείας σε αραιωμένα απόβλητα είτε σε απόβλητα που προέρχονται από αναερόβια χώνευση (Τσώνης, 1988). Ενθαρρυντικά αποτελέσματα έχει δώσει η χρήση του μύκητα *Aspergillus niger* ο οποίος φαίνεται ότι έχει αξιόλογες δυνατότητες αποδόμησης διαφόρων ενώσεων των ΥΑΕ με σύγχρονη «αποτοξικοποίησή» τους (Hamdi and Ellouz 1992b, Hamdi et al., 1992). Παρόμοια προσέγγιση πραγματοποιείται από τους Borja et al, 1995, οι οποίοι χρησιμοποιούν αερόβια επεξεργασία με τους μύκητες *Azotobacter chroococcum*, *Aspergillus terreus* και *Geotrichum candidum* με αποτέλεσμα τη μείωση των ολικών φαινολικών έως και 95% και τη μείωση του COD έως και 75%. Επίσης η βιομάζα που παράγεται από τους μύκητες μπορεί να αποτελέσει ζωοτροφή για τα μηρυκαστικά (Vaccaipino et al., 1986a).

Αναερόβιος βιολογικός καθαρισμός ή / και βιομεθανοποίηση. Αποσκοπεί στον καθαρισμό των αποβλήτων με ταυτόχρονη παραγωγή βιοαερίου (κυρίως μεθανίου), που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αέριο καύσιμο. Σε αυτή την περίπτωση δημιουργούνται δυσκολίες από την αντιμικροβιακή δράση των λιπαρών οξέων και των φαινολικών συστατικών των ΥΑΕ πάνω στους μικροοργανισμούς της μεθανογένεσης. (Rozzi και Di Pinto, 1986), (Borja Padilla et al, 1990a), (Borja Padilla et al, 1990b). Η μεθανογένεση εξαρτάται από το COD του αποβλήτου (Hamdi, 1992).

Άμεση απόρριψη στο έδαφος για εξάτμιση ή διήθηση. (Della Monica et al, 1980, Morisot και Tournier, 1986, Di Giacomo, 1991, Annesini, 1993), (Garcia-Ortiz Rodriguez, 1986).

Απόρριψη σε δεξαμενές ή τεχνητές λεκάνες για εξάτμιση. Αποσκοπεί στην συμπίκνωση του αποβλήτου που προκύπτει από μείωση του όγκου του λόγω φυσικής εξάτμισης ενώ παράλληλα έχουμε βιοαποδόμηση συστατικών του και μείωση του BOD₅ και COD καθώς και προοδευτική μείωση του φαινολικού τους περιεχομένου (Saez et al., 1992). Εκτός από τη φυσική εξάτμιση έχει εφαρμοσθεί και η εξαναγκασμένη εξάτμιση με ειδικές διατάξεις που μπορούν να αυξήσουν ως και 40 φορές την απόδοση των αβαθών λεκανών (Fiestas Ros de Ursinos και Borja Padilla ,1992). Οι Annesini και Gironi, 1991, προτείνουν την αποφυγή παρατεταμένης αποθήκευσης των ΥΑΕ όταν πρόκειται να ακολουθήσει επεξεργασία τους με εξάτμιση ή απόσταξη καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση πτητικών ενώσεων με συνέπεια τη μείωση της ικανότητας διαχωρισμού τους.

Τεχνητή εξάτμιση. Συντελεί στη μείωση του COD μέχρι και 90% (Di Giacomo et al, 1991) μέσω της χρήσης ειδικών συσκευών σε βιομηχανικό επίπεδο (industrial evaporators). Οι ίδιοι ερευνητές προτείνουν στη συνέχεια θερμική αποσύνθεση των αποβλήτων μέσω μιας πυρολυτικής επεξεργασίας δυο σταδίων.

Θερμική συμπίκνωση. Η πρόταση του Valenzuela Ruiz, 1986 συνίσταται σε μια θερμική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αμέσως μετά την παραγωγή τους, με παράλληλη ανάκτηση μέρους του ελαιολάδου που περιέχεται σε αυτά και ταυτόχρονη χρήση τους ως πηγή ενέργειας του ελαιοτριβείου.

Συμπύκνωση με απόσταξη. Διάφορα πειράματα, σε εργαστηριακό επίπεδο, πραγματοποιήθηκαν με απόβλητα καθώς και τεχνητά υλικά που προσομοιάζουν τις ιδιότητες των αποβλήτων (Annesini et al., 1983).

Παραγωγή αντιοξειδωτικών ουσιών. Ο Kemal Unal ,1994, προτείνει εξαγωγή φαινολικών ουσιών από τα ΥΑΕ και χρησιμοποίησή τους ως αντιοξειδωτικών σε λίπη και έλαια.

Παραγωγή ενζύμων. Χρήση των ΥΑΕ σε συνδυασμό με υπολείμματα καλλιέργειας ηλίανθου ως υπόστρωμα του *Cryptococcus albidus* (στέλεχος IMAT-4735) οδήγησε σε παραγωγή ενζύμου το οποίο συμπυκνωμένο με υπερδιήθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μηχανική εξαγωγή του ελαιολάδου (Petruccioli et al, 1988).

Παραγωγή πρώτων υλών. Εξαγωγή διαφόρων συστατικών από τα ΥΑΕ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εμπλουτισμό μειγμάτων ζωοτροφών για πουλερικά, γαλακτωματοποιητές, τασιενεργές ουσίες και άλλες ουσίες (Donoso Arce, 1987).

Παραγωγή στερεών καυσίμων. Στερεά δείγματα από λεκάνες οξείδωσης - εξάτμισης ελέγχθηκαν για τον τρόπο καύσης τους και την παραγωγή θερμικής ενέργειας. Βρέθηκε, από τους Pertietra et al., 1986, ότι η θερμοκρασία ανάφλεξης είναι 485°C και παράγεται θερμότητα ίση με 6.084 kcal/kg. Αυτή η απόδοση είναι πολύ καλύτερη της τύρφης, του λιγνίτη ή του ξύλου με πρόβλημα όμως τον ατμό και τον καπνό που παράγεται και υπήρξε ιδιαίτερα διαβρωτικός για τα ελαστικά τμήματα της συσκευής ελέγχου της παραπάνω δοκιμασίας.

Παραγωγή «βιοτασιενεργών» ουσιών (Biosurfactants). Όπως αναφέρεται από τους Marcade et al, 1993, μερικά στελέχη *Pseudomonas sp.* είχαν την ικανότητα να αναπτυχθούν και να συσσωρεύσουν ραμνολιπίδια (ramnolipids) - ενώσεις με τασιενεργές ιδιότητες- χρησιμοποιώντας τα ΥΑΕ ως μοναδική πηγή άνθρακα.

Χρήση των ΥΑΕ ενάντια σε φυτικές ασθένειες. Οι Capasso et al., 1995, δοκίμασαν τα ΥΑΕ πάνω στον μικροοργανισμό *Pseudomonas syringae pv. savastanoi* με ενθαρρυντικά αποτελέσματα, αν και ως εφικτή λύση προτείνουν τη χρήση συστατικών των ΥΑΕ όπως η υδροξυτυροσόλη που στερείται φυτοτοξικότητας.

Συμμετοχή σε οδοποιία -δομικά έργα. Οι Friaa et al., 1986 αναφέρουν ότι δοκίμασαν τα ΥΑΕ στην επεξεργασία εδάφους και βρήκαν ότι καθιστά αυτό (το έδαφος) αδιαπέρατο στην ανύψωση του νερού μέσω τριχοειδών φαινομένων και βελτιώνει κατά πολύ τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του, ιδιαίτερα αν υποστεί θερμική επεξεργασία. Έτσι εφάρμοσαν την ανακάλυψή τους στην κατασκευή αγροτικού οδικού δικτύου.

Οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν ότι κατασκεύασαν πλίθους (unbaked earth bricks) με τη συμμετοχή ΥΑΕ ως συνδετικού υλικού οι οποίοι είχαν καλύτερο λόγο κόστους/ αποτέλεσμα σε σχέση με άλλα υλικά όπως τσιμέντο, ασβέστης, άσφαλτος και άχυρο και με αυτό το υλικό κατασκευάστηκε ένα σχολικό κτίριο.

Εκτός από τις παραπάνω χρήσεις των υγρών αποβλήτων ιδιαίτερα σημαντική είναι η βιολιπασματοποίησή τους και η συμμετοχή τους στην παραγωγή compost. Ακολουθεί εκτενέστερη περιγραφή των μεθόδων αυτών, λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν. Αποτελέσματα της χρήσης

βιολιπασματοποιημένων λιόζουμων σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες παρουσιάζονται στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

1.4.1 Βιολιπασματοποίηση αποβλήτων

Μεθοδολογία - Βασικές αρχές

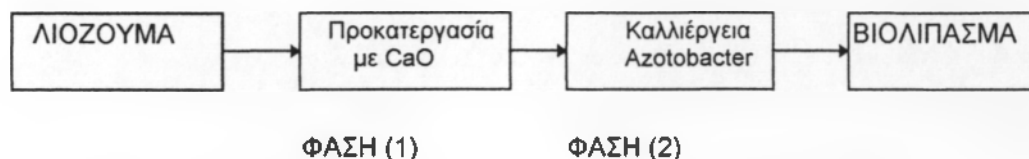
Ερευνητικές εργασίες που διεξήχθησαν στη διάρκεια των τελευταίων δέκα ετών στο εργαστήριο Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γ.Π.Α. αρχικά με τη στήριξη του Υπουργείου Γεωργίας και αργότερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχουν αποδείξει ότι τα λιόζουμα συνιστούν ένα καλό εκλεκτικό υπόστρωμα μιας εξαιρετικά ενδιαφέρουσας και χρήσιμης από γεωργικής απόψεως μικροβιακής χλωρίδας. Συγκεκριμένα τα λιόζουμα υπό αερόβιες συνθήκες εμπλουτισμού, ευνοούν την εκλεκτική επικράτηση αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων του γένους *Azotobacter* σε εντυπωσιακά επίπεδα.

Η ιδιότητα αυτή αξιοποιήθηκε με την ανάπτυξη πρωτότυπης μεθοδολογίας με την οποία τα ρυπογόνα για το περιβάλλον και φυτοτοξικά για τις καλλιέργειες υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων μετατρέπονται σε εδαφοβελτιωτικό υλικό υψηλής λιπαντικής αξίας. Η μέθοδος συνίσταται στην αξιοποίηση των λιόζουμων σαν μικροβιακό υπόστρωμα για την ανάπτυξη εξειδικευμένων, και από γεωργικής απόψεως εξαιρετικά ωφέλιμων, μικροοργανισμών οι οποίοι:

- Μεταβολίζουν και χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά του κασιόγαρου σαν πηγή ενέργειας.
- Δεσμεύουν μοριακό άζωτο από την ατμόσφαιρα και σχηματίζουν αζωτούχες ενώσεις οι οποίες αποικοδομούμενες στο έδαφος αποδίδουν το δεσμευμένο άζωτο υπό μορφή αφομοιώσιμη για τα φυτά.
- Παράγουν αυξίνες φυτών που ευνοούν την ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος.
- Σχηματίζουν μεγάλες ποσότητες οργανικών πολυμερών ενώσεων με εδαφοβελτιωτικές ιδιότητες όπως η αύξηση της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων και κατά συνέπεια βελτίωση της δομής, του πορώδους και της υδατοϊκανότητας του εδάφους.
- Βελτιώνουν την γονιμότητα του εδάφους με την ανακύκλωση των λιπαντικών στοιχείων που περιέχονται στα λιόζουμα, και την παράλληλη κινητοποίηση εκείνων που βρίσκονται στο έδαφος υπό μη αφομοιώσιμη μορφή.

- Εμπλουτίζουν το περιβάλλον της ριζόσφαιρας με μικροβιακούς πληθυσμούς ευεργετικούς για την ανάπτυξη των φυτών.

Για την βιομετατροπή των λιόζουμων σε βιολίπασμα και μεταπλαστικό εδάφους με τη βοήθεια μικροοργανισμών εφαρμόστηκε η εξής πορεία χειρισμών (σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3: Σχηματική πορεία βιολιπασματοποίησης των λιόζουμων.

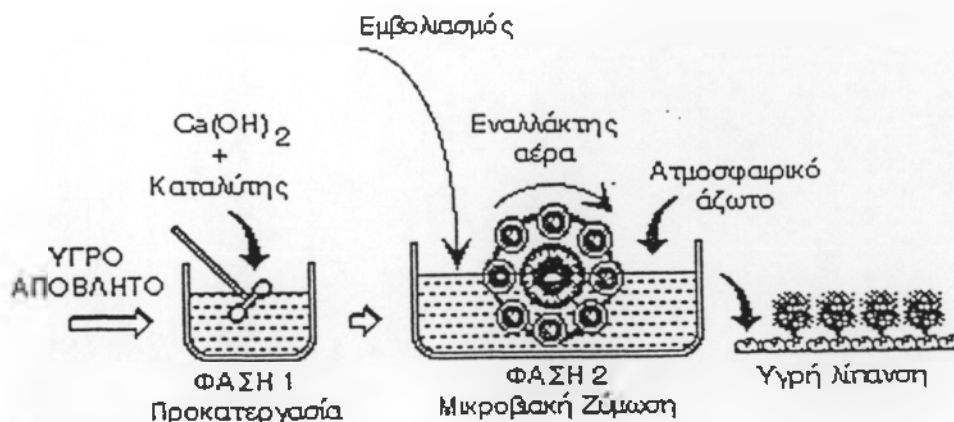
Αρχικά τα λιόζουμα υποβάλλονται επί έξι ώρες σε ήπια οξειδωτική προκατεργασία υπό αλκαλικές συνθήκες παρουσία $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Φάση 1).

Στη δεύτερη φάση το υλικό οδηγείται σε βιοαντιδραστήρα όπου έχουν εξασφαλισθεί αερόβιες συνθήκες και έχει εγκατασταθεί μικτός μικροβιακός πληθυσμός με επικρατέστερο ένα επιλεγμένο στέλεχος *Azotobacter*.

Η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα ότι η εφαρμογή της μπορεί να βασισθεί:

1. σε υλικά που υπάρχουν ήδη στην αγορά.
2. στη χρήση φυσικών (μη γενετικά τροποποιημένων) μικτών μικροβιακών πληθυσμών.
3. στην αξιοποίηση της υπάρχουσας στα πλείστα των ελαιοτριβείων υποδομής ασβέστωσης του κασίγαρου.

Πιο συγκεκριμένα (σχ.1.4), το υλικό αναμιγνύεται (Φάση 1, Προκατεργασίας) με οξείδιο του ασβεστίου μέχρι pH 11-12 (<2% κατά βάρος CaO) και υποβάλλεται σε οξειδωτική προκατεργασία η οποία διαρκεί 6 περίπου ώρες. Η ανάμειξη γίνεται εντός δεξαμενής εφοδιασμένης με μηχανικό σύστημα ανάδευσης. Ακολούθως (Φάση 2), το υλικό μεταφέρεται στον βιοαντιδραστήρα όπου έχει εγκατασταθεί μικροβιακός πληθυσμός, στον οποίο κυριαρχεί το εργαστηριακά επιλεγμένο στέλεχος *Azotobacter* που χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υψηλή ικανότητα δέσμευσης ατμοσφαιρικού αζώτου.



Σχήμα 1.4: Γενικευμένη πορεία χειρισμών της μεθόδου επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων για την παρασκευή υγρού οργανικού λιπάσματος.

Ο βιοαντιδραστήρας αποτελείται από δεξαμενή και εναλλάκτη αέρα μέσω του οποίου εφοδιάζεται ο μικροβιακός πληθυσμός με το απαραίτητο οξυγόνο και άζωτο από την ατμόσφαιρα. Κατά τη φάση αυτή:

- Εκδηλώνεται έντονη αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα.
- Βιοαποδομούνται τα φυτοτοξικά συστατικά του κασίγαρου.
- Παράγονται εξωκυτταρικά σημαντικές ποσότητες βιο-πολυμερών.
- Οι μικροοργανισμοί εκκρίνουν αυξητικούς παράγοντες (αυξίνες, κυτοκινίνες κ.α.) ευνοϊκούς στην αύξηση των φυτών.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Εξοικονόμηση ενέργειας, αφού το παραγόμενο βιο-λίπασμα είναι πλούσιο σε βιολογικά δεσμευμένο άζωτο και επομένως μειώνει την εξάρτηση από τα χημικά αζωτούχα λιπάσματα η παραγωγή των οποίων είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα.
- Εξοικονόμηση νερού αφού το προϊόν υποκαθιστά σε σημαντικό ποσοστό το νερό της άρδευσης.
- Οικονομία στη χρήση άλλων χημικών λιπασμάτων. Το βιο-λίπασμα περιέχει όλα τα ανόργανα στοιχεία του καρπού της ελιάς.
- Το αρχικό «απόβλητο» ανακυκλώνεται πλήρως κατά τρόπο απόλυτα φιλικό με το περιβάλλον, δεδομένου ότι η μέθοδος επεξεργασίας είναι «καθαρή», δε δημιουργεί απόβλητα, και όλο το αρχικό υλικό αξιοποιείται για τη διατήρηση και αύξηση της γονιμότητας του εδάφους.

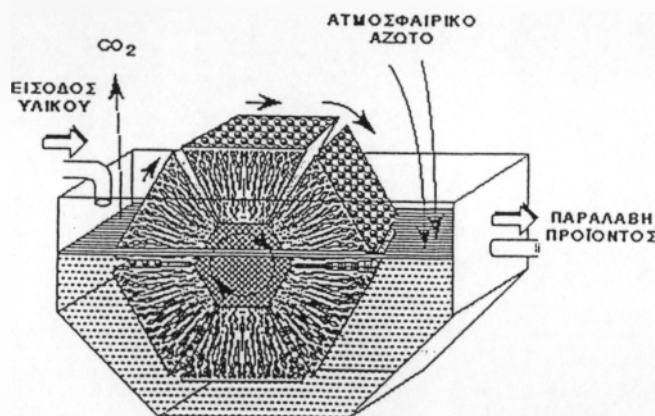
Προϊόν και χρήσεις

Το προϊόν που παραλαμβάνεται είναι ένα παχύρρευστο κίτρινου χρώματος υγρό του οποίου το pH έχει διαμορφωθεί στο 7,5-8 περίπου. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως «υγρό οργανικό εδαφοβελτιωτικό βιολογικό λίπασμα» επειδή:

- Τα μικροβιακής προελεύσεως βιο-πολυμερή που περιέχει βελτιώνουν τον ιστό, τη δομή και τα λοιπά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους και αυξάνουν την υδατοϊκανότητά του.
- Είναι εμπλουτισμένο βιολογικά με οργανικό άζωτο μέσω του μηχανισμού της δέσμευσης ατμοσφαιρικού αζώτου καθώς και με αυξητικούς για τα φυτά παράγοντες (αυξίνες, κυτοκινίνες).
- Περιέχει το σύνολο σχεδόν των κύριων λιπαντικών στοιχείων και ιχνοστοιχείων που περιέχονται στον ελαιόκαρπο και παραλαμβάνονται στο υδατικό κλάσμα των λιόζουμων.
- Συνιστά μικροβιακό εμβόλιο εδάφους που ενισχύει τις επισχετικές ιδιότητές του έναντι εδαφογενών παθογόνων μυκήτων.
- Μπορεί να αναμειχθεί σε οποιαδήποτε αναλογία με το νερό της άρδευσης και να χρησιμοποιηθεί σαν οργανικό λίπασμα, και σε μεγαλύτερες αναλογίες σαν εδαφοβελτιωτικό. Εξάλλου το προϊόν που παρήχθει από πιλοτική εφαρμογή της μεθόδου στο Ρωμανό Πυλίας δοκιμάστηκε σε πειράματα αγρού (σε αμπέλι, ελιές και πατάτα) και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Ο Βιοαντιδραστήρας

Ο βιοαντιδραστήρας περιλαμβάνει την δεξαμενή προκατεργασίας, την κύρια δεξαμενή με τον επαγωγέα αζωτοδέσμευσης (εναλλάκτης αέρα) (σχήμα 1.5) και τον αναγκαίο εξοπλισμό παρελκόμενων (αντλίες, βοηθητικές δεξαμενές κ.λ.π.).



Σχήμα 1.5: Περιστρεφόμενο σύστημα αερισμού και ανάπτυξης μικροβιακών πληθυσμών σε εκτεταμένες λεπτές στοιβάδες.

Η δεξαμενή προκατεργασίας είναι χωρητικότητας 3,2m³ και είναι εφοδιασμένη με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό περιστρεφόμενου πλαισίου που επιτρέπει την ήπια ανάδευση του υλικού κατά την προσθήκη οξειδίου του ασβεστίου και

υπεροξειδίου του υδρογόνου. Τροφοδοτείται με το μη αραιωμένο κλάσμα του αποβλήτου που παραλαμβάνεται κατ' ευθείαν από τον διαχωριστήρα (decander) στο οποίο προστίθενται οι αναγκαίες ποσότητες CaO και H₂O₂. Σχετικά με το τελευταίο σημειώνεται ότι με ορισμένες τροποποιήσεις της πορείας χειρισμών είναι δυνατόν να απαλλαγούμε από την ανάγκη χρήσης υπεροξειδίου του υδρογόνου.

Η χωρητικότητα της κύριας δεξαμενής ανέρχεται στα 5,5m³. Ο επαγωγέας συνίσταται από ένα περιστρεφόμενο τύμπανο διαμέτρου 2,6m και πλάτους 1,2m αποτελούμενο από τριγωνικά κιβωτιόσχημα τμήματα κατασκευασμένα από μεταλλικό πλέγμα. Το κάθε τμήμα έχει όγκο 1,75m³ και είναι γεμισμένο με κοίλους σπονδύλους από πλαστικό. Το συνολικό ανάπτυσμα της επιφάνειας των σπονδύλων ανέρχεται στα 312m³. Ο επαγωγέας περιστρέφεται με ρυθμό 7 στροφών / min με τη βοήθεια κινητήρα 4 HP (3KW).

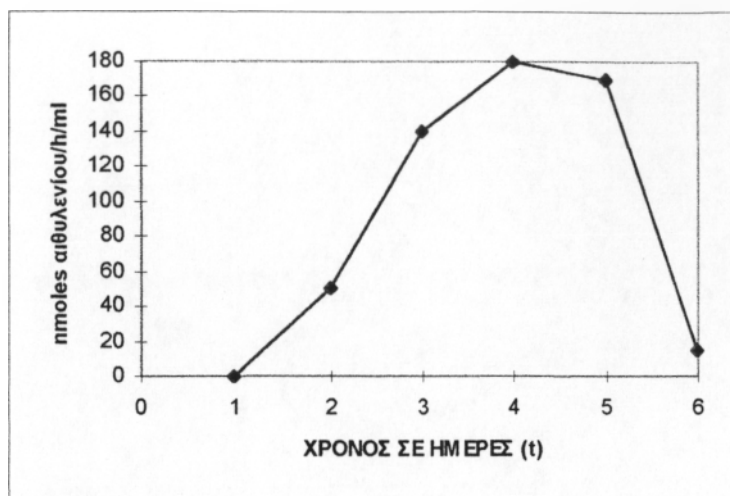
Η τροφοδοσία του βιοαντιδραστήρα από την δεξαμενή προκατεργασίας εξασφαλίζεται μέσω αντλίας κοχλιωτού τύπου (1HP).

Τα χαρακτηριστικά του αρχικού υλικού τροφοδοσίας (λιόζουμα) και του τελικού προϊόντος (βιολίπασμα) δίνονται στον (πίνακα 1.5). Κατά την πορεία της λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα και μετά κάθε νέα προσθήκη υλικού τροφοδοσίας γινόνταν σε τακτά χρονικά διαστήματα εκτιμήσεις της αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας με την μέθοδο της αναγωγής του ακετυλενίου καθώς και της φυτοτοξικότητας.

Πίνακας 1.5: Χαρακτηριστικά του αρχικού κασιίγαρου και του παραγόμενου βιολιπάσματος.

Χαρακτηριστικά	Κασιίγαρος	Βιολίπασμα
Ολικός άνθρακας (mg/lit)	40.250	37.600
Ολικό άζωτο (mg/lit)	1.360	1.640
Στερεά (%)	8,9	9,6
pH	5,4	7,9
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (μs/cm)	10.000	18.000
PO ₄ ⁻³ (mg/lit)	423	550
K ⁺ (mg/lit)	6.100	6.350
Δείκτης βλαστικότητας (αραίωση 25%)	0	104

Από τις εκτιμήσεις αυτές προκύπτει ότι η πορεία αζωτοδέσμευσης κατά τον εναρκτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα και μια ημέρα μετά τον εμβολιασμό ήταν ανοδική, έφθανε ένα μέγιστο και ακολούθως άρχισε να μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί την έβδομη ημέρα (διάγραμμα 1.5).



Διάγραμμα 1.5: Πορεία της αζωτοδεσμευτικής δραστηριότητας κατά τον πρώτο εναρκτήριο κύκλο λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα.

Η πορεία αυτή είναι τυπική και αναμενόμενη δεδομένου ότι ο μικροβιακός πληθυσμός τις πρώτες ώρες έχει στη διάθεσή του αφθονία θρεπτικών υλικών, πολλαπλασιάζεται ραγδαία και δεσμεύει άζωτο. Επειδή όμως η αζωτοδέσμευση συμβαίνει να είναι από τις πλέον ενεργοβόρες βιοχημικές αντιδράσεις, τα θρεπτικά υλικά του λιόζουμου γρήγορα εξαντλούνται και η αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα αρχίζει να μειώνεται. Ο μικροβιακός όμως πληθυσμός εξακολουθεί να παραμένει σε υψηλά επίπεδα και είναι έτοιμος να ενεργοποιηθεί αζωτοδεσμευτικά αμέσως μετά τον εφοδιασμό του με φρέσκο υπόστρωμα (λιόζουμα).

Η φυτοτοξικότητα παράλληλα, από εξαιρετικά υψηλή που ήταν αρχικά στο υλικό τροφοδοσίας (δείκτης βλαστικότητας μηδέν) μειωνόταν σταδιακά και ήδη την πέμπτη ημέρα πρακτικά μηδενίστηκε (δείκτης βλαστικότητας εκατό). Βάσει των δεδομένων αυτών υιοθετήθηκε το εξής πρωτόκολλο λειτουργίας:

- Μεταφορά $3,5\text{m}^3$ λιόζουμου από τον διαχωριστήρα του ελαιοτριβείου στην δεξαμενή προκατεργασίας. Προσθήκη με τη βοήθεια του δοσομετρητή 35 kg ασβέστη (σκόνη) και 37 kg υπεροξειδίου του υδρογόνου. Χρόνος προκατεργασίας 20 ώρες.

- Μεταφορά του υλικού στη δεξαμενή του βιοτροχού, εμβολιασμός, επώαση επί 5 ημέρες.

- Αφαίρεση $2,5\text{m}^3$ από το βιοτροχό και συμπλήρωση του όγκου που μειώθηκε με φρέσκο υλικό από τη δεξαμενή προκατεργασίας.

- Με τον τρόπο αυτό το υλικό που απομένει στο πέρας του κάθε κύκλου, χρησιμεύει σαν εμβόλιο - μαγιά για τον επόμενο κύκλο τροφοδοσίας στη διάρκεια του οποίου η αζωτοδεσμευτική δραστηριότητα αυξάνει ταχύτατα (την 3^η ημέρα ήταν της τάξεως 550 nmol αιθυλενίου/h/L και την 5^η 2.540 nmol αιθυλενίου/h/L).

Αξίζει να σημειωθεί ότι με το σύστημα αυτό η φυτοτοξικότητα μειώνεται ταχύτατα λόγω του μεγέθους και της φυσιολογικής κατάστασης του αρχικού εμβολίου και μηδενίζεται ήδη από την 3^η ημέρα του κάθε νέου κύκλου τροφοδοσίας.

1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΟΧΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΩΝ

1.5.1 Κομποστοποίηση

Ο όρος κομποστοποίηση (composting) αναφέρεται στη βιολογική οξειδωτική διαδικασία αποικοδόμησης και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη θερμοκρασιών άνω των 45^o C. Το τελικό προϊόν πρέπει να είναι αρκετά σταθερό για αποθήκευση και εφαρμογή στο έδαφος, χωρίς να έχει οποιοσδήποτε ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά συνέπεια, η κομποστοποίηση αποτελεί εξειδικευμένη μορφή σταθεροποίησης στερεών αποβλήτων κατά την οποία οι συνθήκες υγρασίας και αερισμού είναι τέτοιες που να εξασφαλίζουν την ταχεία ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών ευνοϊκών για την ανάπτυξη και επικράτηση θερμοφίλων μικροοργανισμών. Ο ορισμός αυτός προσδιορίζει σε τελευταία ανάλυση μια ελεγχόμενη βιο-οξειδωτική διαδικασία η οποία:

1. Αφορά ετερογενή οργανικά υλικά σε στερεή κατάσταση.
2. Περνάει από μια αρχική φάση αποικοδόμησης κατά την οποία αναπτύσσονται θερμοκρασίες της θερμοφίλης περιοχής (>45^oC) και παράγονται πρόσκαιρα φυτοτοξικές ουσίες, και
3. Οδηγεί σε μια κατάσταση σταθεροποίησης το τελικό προϊόν της οποίας χαρακτηρίζεται ως ώριμη κομπόστα.

Η θερμοφιλή χώνευση (κομποστοποίηση), αποτελεί εναλλακτική λύση στη διαχείριση, επεξεργασία και αξιοποίηση των αποβλήτων που προκύπτουν κατά τη διαδικασία παραλαβής του ελαιολάδου. Τόσο τα στερεά (εκχυλισμένος ελαιοπυρήνας, φύλλα) όσο και τα υγρά απόβλητα (κατσίγαρος, λιόζουμο) μπορούν να αποικοδομηθούν σε ένα σύστημα συγκομποστοποίησης. Η πορεία του φαινομένου μπορεί να παρακολουθηθεί με τη μέθοδο της θερμοβαθμικής αναπνευσιμετρίας (thermogradient respirometry), κατά την οποία μετρείται σε ένα εύρος θερμοκρασιών, η αναπνευστική δραστηριότητα της μικροχλωρίδας που αναπτύσσεται στο υλικό. Η μελέτη των σχέσεων μεταξύ της αναπνευστικής δραστηριότητας και των θερμοκρασιών χώνευσης προσφέρει πληροφορίες σε ότι αφορά τη δυναμική και την αλληλουχία των μικροβιακών πληθυσμών, οι οποίοι είναι

υπεύθυνοι για την πορεία χώνευσης αλλά επιτρέπει και την ποσοτική εκτίμηση του δυναμικού χώνευσης των διαθέσιμων οργανικών κλασμάτων. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου του βαθμού ωριμότητας και καταλληλότητας του τελικού προϊόντος για γεωργική χρήση και τον εντοπισμό ενδεχόμενης νοθείας και ανάμειξης με μη χουμοποιημένα κλάσματα.

1.5.2 Συγκομποστοποίηση (co-composting)

Η ιδέα της αξιοποίησης της θερμότητας που εκλύεται κατά την θερμόφιλη φάση της αερόβιας χώνευσης στερεών οργανικών υλικών (composting) για την διαχείριση του κασιόγαρου αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Μπαλής., Μελέτη και Εισηγήση Μέτρων Αντιμετώπισης Προβλημάτων Ρύπανσης Περιβάλλοντος από τα Ελαιουργεία, Υπ. Γεωργίας, 1983, Μπαλής, 1985). Η αρχή της μεθόδου στηρίζεται στην συνεχή ή διακοπτόμενη αναπλήρωση με κασιόγαρο, ή άλλο ανάλογο απόβλητο υψηλού οργανικού φορτίου, των εξατμιζόμενων ποσοτήτων νερού. Με άλλα λόγια, από το ένα μέρος το ζυμούμενο στερεό υπόστρωμα εφοδιάζεται με οργανικό υλικό που διατηρεί τη μικροβιακή δράση και κατά συνέπεια και την θερμοκρασία σε υψηλά επίπεδα, και από το άλλο επιταχύνεται η διαδικασία εξάτμισης του περιεχομένου στον κασιόγαρο νερού, λόγω της επιμήκυνσης της θερμόφιλης φάσης και της θερμότητας που εκλύεται. Μετά την ολοκλήρωση της θερμόφιλης φάσης και της φάσης ωρίμανσης, προκύπτει ένα ποιοτικά πολύ αξιόλογο οργανοχουμικό λίπασμα με την αξιοποίηση του οποίου μπορεί να υποστηριχθεί η οικονομική βιοσιμότητα της μεθόδου.

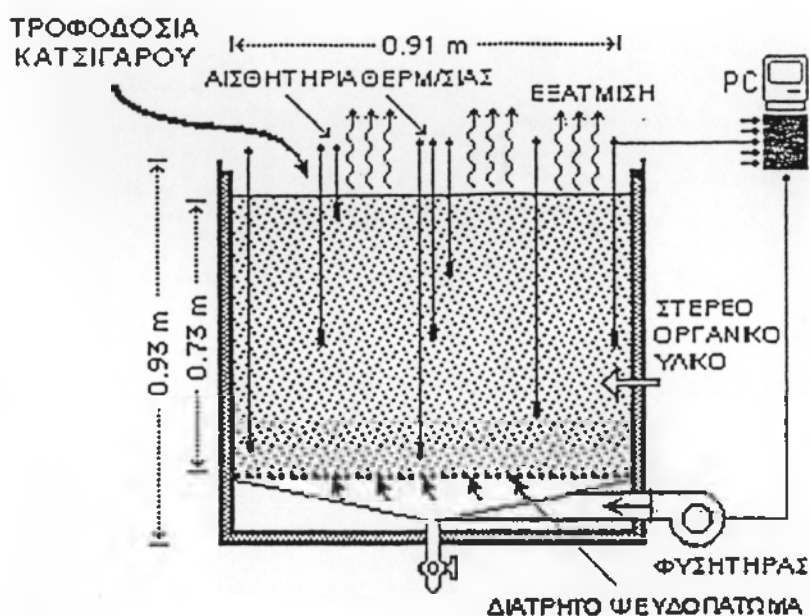
Η θεωρητική αυτή παραδοχή υποβλήθηκε σε πειραματικό έλεγχο αρχικά σε εργαστηριακού μεγέθους εγκιβωτισμένο κομποστοποιητή και μετέπειτα σε πιλοτική μονάδα στη Σητεία Κρήτης σε συνεργασία με το ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ. Ο εργαστηριακός κομποστοποιητής είναι ωφέλιμου όγκου 0,620 m³. Φέρει διπλά ξύλινα τοιχώματα με ενδιάμεση μόνωση, επενδεδυμένα στην εσωτερική τους πλευρά με λεπτό φύλλο ανοξειδωτού χάλυβα. Το κατώτερο μέρος του είναι διαμορφωμένο σε χοάνη που καταλήγει σε κρουνό παραλαβής των στραγγισμάτων. Για την διευκόλυνση της στράγγισης και του αερισμού στο άνω μέρος του κώνου έχει τοποθετηθεί διάτρητο ψευδοπάτωμα από ανοξειδωτο χάλυβα. Η παροχή αέρα ελέγχεται μέσω θερμομέτρου επαφής. Η μονάδα είναι εφοδιασμένη με Η/Υ και ένα αριθμό αισθητηρίων που επιτρέπουν την συνεχή παρακολούθηση και καταγραφή των

θερμοκρασιών σε διάφορα σημεία στο εσωτερικό του κομποστοποιούμενου υλικού καθώς και την ενεργοποίηση του φυσητήρα στο επιθυμητό επίπεδο θερμοκρασίας (60°C), (σχ.1.6).

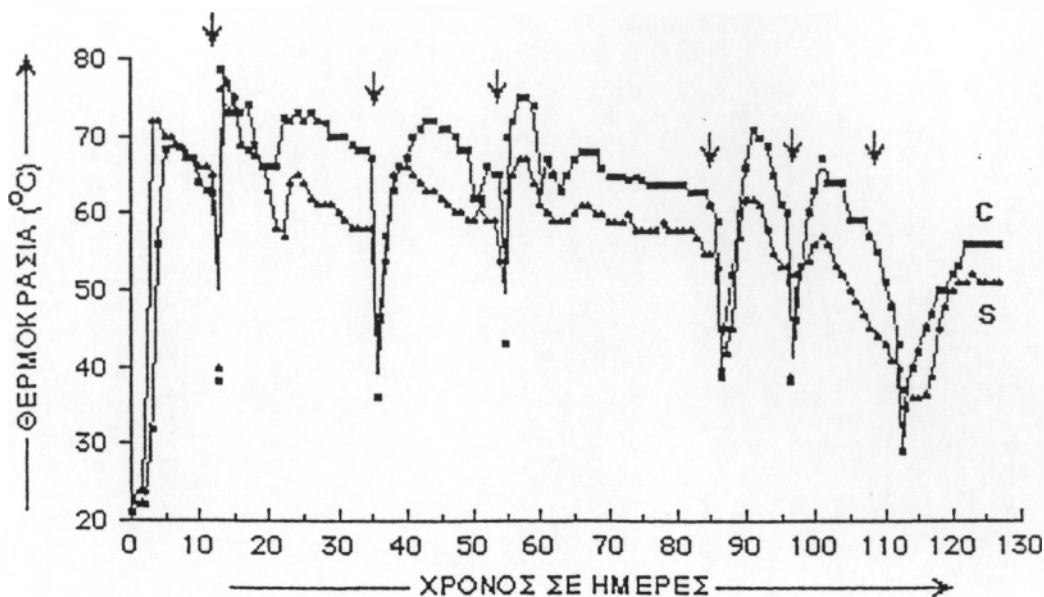
Σαν στέρεο υλικό πληρώσεως υιοθετήθηκε η εκχυλισμένη ελαιοπυρήνα για τους εξής κυρίως λόγους:

1. Είναι υποπροϊόν των ελαιοτριβείων,
2. Αποτελείται από τεμαχίδια που έχουν τις επιθυμητές διαστάσεις,
3. Το υλικό είναι αρκετά «ανθεκτικό», δηλαδή δεν αποσαθρώνεται εύκολα και προσφέρεται για παρατεταμένη ζύμωση και τέλος
4. Διαβρεχόμενο το υλικό δεν διογκώνεται σημαντικά και κατά συνέπεια ευνοείται η δημιουργία και η διατήρηση καλού πορώδους στη ζυμούμενη βιομάζα

Για την πλήρωση του εργαστηριακού κομποστοποιητή χρειάστηκαν 350 kg πυρηνόξυλου το οποίο προηγουμένως δέχθηκε 170 kg κασίγαρου και την αναγκαία ποσότητα ουρίας ώστε η τιμή του λόγου C/N να έλθει στο 30. Μετά την είσοδο του συστήματος στην θερμοφιλή φάση (3^η ημέρα) το ζυμούμενο υλικό τροφοδοτείται σε διάφορα χρονικά διαστήματα με κασίγαρο μέχρι το επίπεδο της υδατοϊκανότητάς του. Η συχνότητα εφαρμογής ρυθμιζόταν ανάλογα με την θερμοκρασιακή συμπεριφορά του συστήματος.



Σχήμα 1.6: Πειραματική μονάδα συστήματος συγκομποστοποίησης στερεών απορριμμάτων και υγρών αποβλήτων υψηλού οργανικού φορτίου (κασίγαρος) του Εργαστηρίου Γεωργικής Μικροβιολογίας (ΓΠΑ). Η μονάδα φέρει σύστημα αερισμού κατά Rudgers.



Διάγραμμα 1.6: Εξέλιξη των θερμοκρασιών στο κέντρο (C) και την πλευρική περιοχή (S) του κομποστοποιητή στην διάρκεια της συγκομποστοποίησης πυρηνόξυλου και κασίγαρου. Τα βέλη δείχνουν επεμβάσεις γυρισμάτων.

Στην διάρκεια του πειράματος (130 ημέρες) πραγματοποιήθηκαν έξι συνολικά γυρίσματα στους χρόνους που σημειώνονται με τα βέλη στο σχετικό διάγραμμα (διαγρ.1.6)

Η θερμόφιλη φάση κατά την πορεία της ζύμωσης παρατάθηκε πάνω από 130 ημέρες, μολονότι η προσθήκη κασίγαρου είχε περατωθεί την 46 η ημέρα. Η συνολική ποσότητα κασίγαρου η οποία καταναλώθηκε ανήλθε στα 330 kg. Δηλαδή αντιστοιχεί στο 1 kg περίπου κασίγαρου ανά kg πυρηνόξυλου. Μεταγενέστερες έρευνες έδειξαν ότι αν αριστοποιηθούν η θερμοκρασία ενεργοποίησης του φυσητήρα και το επίπεδο υγρασίας του πυρηνόξυλου τότε η μέση ημερήσια κατανάλωση κασίγαρου μπορεί και να ξεπεράσει τα 2,5 kg/kg πυρηνόξυλου.

Είναι γνωστό ότι κατά την θερμόφιλη φάση της κομποστοποίησης οποιουδήποτε οργανικού υλικού, συμπεριλαμβανόμενου και του πυρηνόξυλου, παράγονται φυτοτοξικές ουσίες, (λιπαρά οξέα μικρού μοριακού βάρους) σε βαθμό που απαγορεύουν τη χρησιμοποίηση του προϊόντος για σημαντικό χρόνο μετά το πέρας της φάσης αυτής (Harper & Lynch 1981, De Vleeschauwer, Verdonck & Van Assche). Για την ασφαλή χρησιμοποίηση του προϊόντος απαιτείται κατά κανόνα μια περίοδος ωρίμανσης η διάρκεια της οποίας εξαρτάται από το είδος του υλικού, τους χειρισμούς στους οποίους υποβλήθηκε κατά την θερμόφιλη φάση, και από την χρήση για την οποία προορίζεται. Κατά συνέπεια, λαμβάνοντας υπ' όψη και το πρόσθετο οργανικό φορτίο του κασίγαρου, πέραν της φυτοτοξικότητας που διαθέτει

ο ίδιος, αναμένονται ιδιαίτερα αυξημένα επίπεδα φυτοτοξικότητας κατά την θερμόφιλη φάση.

Για την ωρίμανση του υλικού απαιτήθηκε χρόνος περίπου 12 μηνών. Στο διάστημα αυτό το υλικό παρέμενε στην ύπαιθρο χωρίς να δέχεται οποιονδήποτε χειρισμό. Το τελικό προϊόν είναι ελεύθερο φυτοτοξικότητας και παρουσιάζει όλες εκείνες τις ιδιότητες που χαρακτηρίζουν ένα καλό οργανικό λίπασμα (κομπόστα). Σημειώνεται ότι καλά ώριμο υλικό απαιτείται για λαχανοκομικές καλλιέργειες. Μετρίως ώριμο μπορεί να εφαρμοσθεί σε δενδρώδεις καλλιέργειες και αμπέλια, ενώ το άωρο προσφέρεται για την μετάπλαση και βελτίωση υποβαθμισμένων εδαφών όπου η φάση ωρίμανσης θα ολοκληρωθεί επί τόπου στο έδαφος.

1.5.3 Συστήματα Κομποστοποίησης

Όλα τα συστήματα κομποστοποίησης έχουν σαν κοινή αφετηρία και βασική προϋπόθεση ότι εξασφαλίζουν κατά κάποιο τρόπο ικανοποιητικό αερισμό του υποστρώματος. Στα παραδοσιακά συστήματα ο αερισμός γινόταν εμπειρικά με περιοδικές αναστροφές, τα λεγόμενα «**γυρίσματα**». Στα σύγχρονα συστήματα ο αερισμός του υλικού, ανεξάρτητα αν αυτό είναι σε γραμμικούς σωρούς (windrows) ή εγκιβωτισμένο (in-vessel), εξασφαλίζεται ή με περιοδικά γυρίσματα, ή με εξαναγκασμένη παροχή αέρα (Rudgers, Beltsville) ή και με τους δύο τρόπους μαζί.

Στη διάρκεια των τελευταίων δυο δεκαετιών ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκεντρώνουν τα «στατικά» συστήματα κομποστοποίησης στα οποία ο αερισμός εξασφαλίζεται μέσω κάποιας διάταξης εξαναγκασμένου αερισμού (forced aeration) η οποία ενεργοποιείται είτε σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα (Willson et al. 1980), είτε μέσω θερμοκρασιακής ανατροφοδосίας (temperature feed back control) (Finstein et al. 1986). Το κύριο χαρακτηριστικό της τελευταίας μεθόδου, η οποία είναι γνωστή ως **μέθοδος Rudgers**, είναι ότι οι ανάγκες αερισμού ελέγχονται μέσω της μικροβιακής δραστηριότητας. Μεταβάλλοντας δηλαδή κάποιες παραμέτρους, είναι δυνατόν η μικροβιακή δραστηριότητα να ενισχυθεί, επιβραδυνθεί ή και να παρεμποδιστεί. Το γεγονός αυτό δίνει την δυνατότητα ανάπτυξης ενός ευέλικτου συστήματος διαχείρισης στερεών οργανικών υλικών ικανού να ανταποκρίνεται σε μια μεγάλη ποικιλία επιλογών.

1.5.4 Καλλιέργεια εδώδιμων μανιταριών

Στον (πίνακα 1.6) δίδεται η χημική σύσταση και η περιεκτικότητα στα πιο σημαντικά στοιχεία που απαντώνται στο πυρηνόξυλο. Από την εκτίμηση των

αναλυτικών αυτών δεδομένων συνάγεται ότι το πυρηνόξυλο περιέχει συστατικά πρόσφορα για την καλλιέργεια ειδών *Pleurotus*. Πράγματι από σχετικές μελέτες που έγιναν στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας του Γ.Π.Α. διαπιστώθηκε ότι το είδος *P. ostreatus* αναπτύσσεται ικανοποιητικά στο πυρηνόξυλο και μάλιστα οι αποδόσεις του υπερτερούν αυτών σε υπόστρωμα καλαμποκιού (πίνακας 1.7).

Πίνακας 1.6: Χημική σύσταση και περιεκτικότητα του πυρηνόξυλου στα κυριότερα χημικά στοιχεία.(Manios & Balis 1983).

Είδος	%	Είδος	%
Λίπη και έλαια	2.53	Ημικυτταρίνες	13.07
Πρωτεΐνη (6.25x)	6.63	Λιγνίνη	21.56
Σάκχαρα ολικά	2.23	Τέφρα	2.95
Σάκχαρα αναγωγικά	1.51	Λοιπά	13.45
Κυτταρίνη	37.58	Υγρασία	16.09
Ολικό άζωτο	1.06	Ασβέστιο (CaO)	0.82
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	0.11	Ολικός άνθρακας	56.0
Κάλιο (K ₂ O)	0.83		

Πίνακας 1.7: Δοκιμαστικός έλεγχος αξιοποίησης τριών τύπων γεωργικών υποπροϊόντων ως υποστρωμάτων καλλιέργειας μυκήτων του είδους *Pleurotus*. (Μπαλής κ.α. 1994).

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	<i>P. cornucopiae</i>		<i>P. pulmonarius</i>		<i>P. ostreatus</i>	
	Απόδοση (g/kg)	Πρωιμότητα (ημέρες)	Απόδοση (g/kg)	Πρωιμότητα (ημέρες)	Απόδοση (g/kg)	Πρωιμότητα (ημέρες)
Κόσσιαλα καλαμποκιού	309	55	100	60	125	45
Υπολείμματα βάμβακος	400	50	480	30	-	-
Πυρηνόξυλο	-	-	-	-	219	45

Εξίσου σημαντική είναι και η διαπίστωση ότι οι μύκητες του γένους *Pleurotus* έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν σαν θρεπτικό υπόστρωμα τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων (Zervakis et al 1995, Sanjust et al 1987, Tomati et al 1991) και μάλιστα να προκαλούν τον αποχρωματισμό τους (Flouri et al 1995, Zervakis et al 1995).

1.5.5 COMPOST ΦΥΛΛΩΝ ΕΛΙΑΣ

Στο Ηράκλειο Κρήτης έγιναν προσπάθειες διερεύνησης της φυτοτοξικότητας του compost φύλλων ελιάς σε σχέση με το βαθμό χώνευσης του και ωρίμανσής του. (Μανιός, 1982). Τα αποτελέσματα ήταν τα ακόλουθα:

- η ταχεία φάση (χώνευση) των φύλλων ελιάς ολοκληρώνεται μέσα σε τρεις μήνες περίπου,
- το compost που παράγεται αμέσως μετά τη χώνευση έχει φυτοτοξικές ιδιότητες,
- το compost μετά δυο μήνες ωρίμανσης (150 ημέρες συνολικά από την έναρξη χώνευσης) εξακολουθεί να έχει φυτοτοξικές ιδιότητες, αλλά σε περιορισμένο βαθμό,
- μετά από ωρίμανση 12 μηνών περίπου (440 ημέρες από την έναρξη της χώνευσης) το compost είναι απαλλαγμένο από φυτοτοξικές ουσίες,
- μεταξύ των 150 και των 440 ημερών το compost απαλλάσσεται από τις τοξικές ενώσεις και ταυτόχρονα αποκτά διεγερτικές ιδιότητες για τη βλάστηση σπόρων και ανάπτυξη των φυταρίων τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ

Στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΤ II της Γ.Γ.Ε.Τ (Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας) με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Π. Καραβίτη και την εποπτεία του καθηγητή Γεωργικής Μικροβιολογίας του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Κ. Μπαλή, πραγματοποιήθηκε πείραμα για την αξιολόγηση βιολιπασματοποιημένου κασίγαρου σε λαχανοκομικές καλλιέργειες.

Η δοκιμαστική εφαρμογή του βιολιπάσματος έγινε με στόχο την αξιολόγηση του προϊόντος σε άλλες συνθήκες από αυτές των εργαστηριακών πειραμάτων. Διερευνήθηκαν οι επιδράσεις του στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

2.1 Υλικά - Μέθοδοι

Κατά το διάστημα Ιούνιος 1996 έως Οκτώβριο 1996 στο Ινστιτούτο Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας σε χώρο θερμοκηπίου χωρίς κάλυψη πραγματοποιήθηκε πείραμα για την αξιολόγηση των ιδιοτήτων του παραχθέντος βιολιπάσματος σε τέσσερις καλλιέργειες:

Τομάτα: *Lycopersicon esculentum* cv. Galli

Μελιτζάνα: *Solanum melongena* cv. Bonica

Μαρούλι: *Lactuca sativa* cv. Nora summer

Φασόλι: *Phaseolus vulgaris* cv. Starazagorski

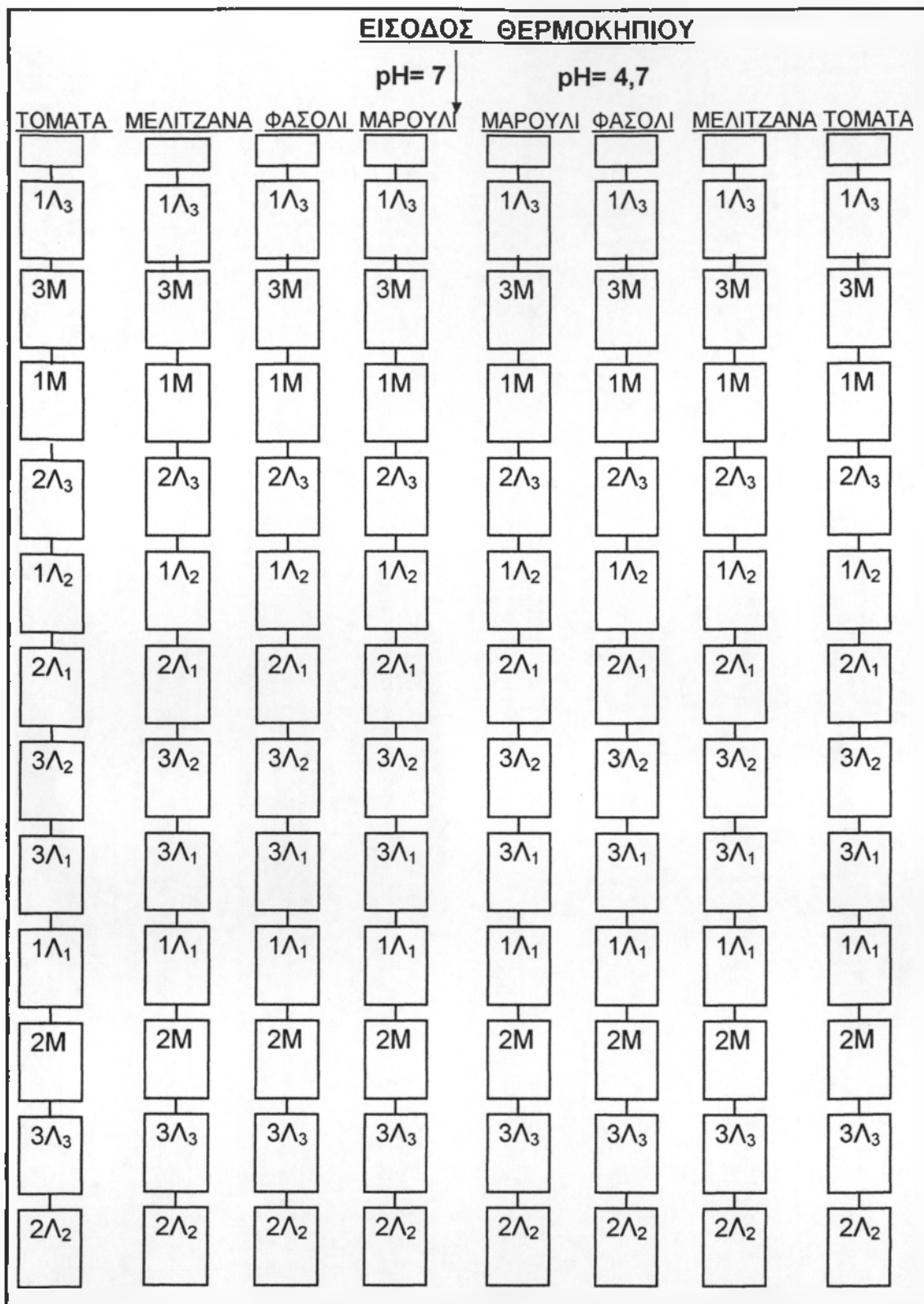
οι οποίες αναπτύχθηκαν σε δυο διαφορετικά είδη χώματος, ένα όξινο με pH= 4,7 και ένα ουδέτερο με pH= 7, στα οποία εφαρμόστηκε βασική λίπανση 0,5 kg 11-15-15/m³ χώματος.

Η εγκατάσταση των φυτών έγινε σε πλαστικές γλάστρες, χωρητικότητας 30lt και διαστάσεων 26x60x33 cm, οι οποίες τοποθετήθηκαν στο χώρο του θερμοκηπίου σε μια στήλη για κάθε ξεχωριστό συνδυασμό φυτικού είδους x pH όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1.

Στο έδαφος του θερμοκηπίου τοποθετήθηκε μαύρο πολυαιθυλένιο για την αποφυγή ανάπτυξης ζιζανίων.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν το πλήρως τυχαίοποιημένο, το οποίο για κάθε φυτικό είδος περιελάμβανε τρεις επαναλήψεις ανά επέμβαση και για κάθε pH χωριστά. Η κάθε πειραματική μονάδα (επανάληψη) περιελάμβανε τέσσερις γλάστρες με αντίστοιχα φυτά που τοποθετήθηκαν τυχαία σε μια θέση του θερμοκηπιακού χώρου.

Δηλαδή: 3 επαναλήψεις x 4 φυτά x 4 επεμβάσεις = 48 φυτά/φυτικό είδος και pH.



Σχήμα 1.2 : Σχηματική απεικόνιση γλαστρών στο χώρο του θερμοκηπίου.

Σημείωση: Σε κάθε ορθογώνιο του σχήματος αντιστοιχούν 4 γλάστρες, δηλαδή 4 φυτά για την κάθε επέμβαση.

Οι επεμβάσεις ήταν οι παρακάτω:

M = Μάρτυρας.

Λ₁ = Χημική λίπανση.

Λ₂ = Βιολίπανση περιεκτικότητας 20 % κατ' όγκον σε βιολίπασμα.

Λ₃ = Βιολίπανση περιεκτικότητας 40 % κατ' όγκον σε βιολίπασμα.

Η σπορά έγινε σε ομαδικά κιβώτια στο χώρο του σπορείου με χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα την τύρφη. Οι ημερομηνίες σποράς, βλάστησης, μεταφύτευσης σε ατομικά γλαστράκια και τελικής εγκατάστασης στις γλάστρες στο θερμοκήπιο για κάθε φυτικό είδος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Φυτικό είδος	Σπορά	Βλάστηση	Μεταφύτευση	Εγκατάσταση
Μαρούλι	3 / 5 / 96	6 / 5 / 96	15 / 5 / 96	5 / 6 / 96
Φασόλι	5 / 6 / 96	9 / 6 / 96	-	12 / 6 / 96
Τομάτα	10 / 5 / 96	13 / 5 / 96	20 / 5 / 96	6 / 6 / 96
Μελιτζάνα	3 / 5 / 96	7 / 5 / 96	16 / 5 / 96	6 / 6 / 96

Καλλιεργητικές φροντίδες

Η άρδευση των φυτών συντελούταν καθημερινά με καθορισμένες ποσότητες νερού ανάλογα με τις απαιτήσεις των φυτών παίρνοντας υπόψη το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας, τις κλιματικές συνθήκες, και ειδικότερα τη σχετική υγρασία και θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.

Ειδικότερα για τις διάφορες επεμβάσεις εφαρμόστηκαν τα παρακάτω:

Μάρτυρας (M): Εκτός από τη βασική λίπανση (0,5 kg 11-15-15 / m³ χώματος), δεν πραγματοποιήθηκε άλλου είδους λίπανση παρά μόνο καθημερινή άρδευση με νερό.

Χημική λίπανση (Λ₁): Αρχικά εφαρμόστηκε η βασική λίπανση. Καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, χορηγούνταν τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, άζωτο (N) και κάλι (K), υπό μορφή νιτρικής αμμωνίας και νιτρικού καλίου μέσω του νερού άρδευσης.

Η υδρολίπανση άρχισε μια βδομάδα μετά την εγκατάσταση των φυτών στις γλάστρες. Για το μαρούλι εφαρμοζόταν ανά πενήνήμερο ενώ για το φασόλι εβδομαδιαίως και ήταν η ακόλουθη:

Φυτικό είδος	Υδρολίπανση
Μαρούλι	125 mg N / φυτό / lt νερού 150 mg K / φυτό / lt νερού
Φασόλι	170 mg N / φυτό / lt νερού 215 mg K / φυτό / lt νερού

Στην μελιτζάνα και την τομάτα η υδρολίπανση εφαρμοζόταν ανά δυο ημέρες και ανάλογα με το στάδιο της καλλιέργειας ήταν η ακόλουθη:

<u>Στάδιο καλλιέργειας</u>	<u>Φυτικό είδος</u>	
	<u>Τομάτα</u>	<u>Μελιτζάνα</u>
<u>1^ο</u> Εγκατάσταση των φυτών στις γλάστρες - έναρξη καρπώδεσης.	230 mg N / φυτό / lt νερό 230 mg K / φυτό / lt νερό	220 mg N / φυτό / lt νερό 220 mg K / φυτό / lt νερό
<u>2^ο</u> Έναρξη καρπώδεσης - τέλος καλλιέργειας.	150 mg N / φυτό /lt νερό 300 mg K / φυτό / lt νερό	170 mg N / φυτό / lt νερό 250 mg K / φυτό / lt νερό

Βιολίπανση 20% κ.ο. (Λ₂)

Βιολίπανση 40% κ.ο. (Λ₃)

Στις δύο παραπάνω επεμβάσεις πραγματοποιήθηκε η βασική λίπανση. Η εφαρμογή της βιολίπανσης άρχισε ταυτόχρονα με την παροχή λιπασμάτων στην επέμβαση Λ₁ (χημική λίπανση) και συνεχίστηκε ανελλιπώς ανά δεκαπενθήμερο έως το τέλος της καλλιέργειας. Συγκεκριμένα:

Στην επέμβαση Λ₂: βιολίπανση περιεκτικότητας 20% κατ' όγκον σε βιολίπασμα, δηλαδή παροχή 0,2lt βιολιπάσματος/φυτό/lt νερό.

Στην επέμβαση Λ₃: βιολίπανση περιεκτικότητας 40% κατ' όγκον σε βιολίπασμα, δηλαδή παροχή 0,4lt βιολιπάσματος/φυτό/lt νερό.

Σημειώνεται ότι το βιολίπασμα που χρησιμοποιήθηκε προερχόταν από βιομετατροπή λιόζουμων σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο 1.4.1 του πρώτου κεφαλαίου. Συγκεκριμένα το παραγόμενο βιολίπασμα προερχόταν από επεξεργασία σε βιοαντιδραστήρα ο οποίος ήταν εγκαταστημένος στο χώρο του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας. Τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου βιολιπάσματος δίνονται στον πίνακα 1.5(1^ο κεφ.).

Σε όλες τις επεμβάσεις ακολουθήθηκε πρόγραμμα ψεκασμών για την αντιμετώπιση αφίδων (*Aphis fabae*), αλευρώδη (*Trialeurodes vaporarum*) και τετράνυχου (*Tetranychus urticae*), καθώς και προληπτικοί ψεκαμοί για τον περονόσπορο. Οι ψεκαμοί γίνονταν στις συνιστώμενες δοσολογίες.

Το μαρούλι και το φασόλι κόπηκαν στην περιοχή του λαιμού στις 22/7/96 και 29/7/96 αντίστοιχα. Αφού ζυγίστηκαν (νωπό βάρος) τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και στη συνέχεια 24 ώρες στο φούρνο σε θερμοκρασία 105°C για αποξήρανση. Τέλος ξαναζυγίστηκαν και πάρθηκαν οι μετρήσεις του ξηρού βάρους.

Στην τομάτα και τη μελιτζάνα έγινε υποστήλωση (με σπάγγο στο σύρμα υποστήλωσης), κλάδεμα και διαμόρφωση της μεν τομάτας σε μονοστέλεχο σχήμα και της δε μελιτζάνας σε διστέλεχο σχήμα.

Η αφαίρεση ζιζανίων από τις γλάστρες γινόταν τακτικά με το χέρι.

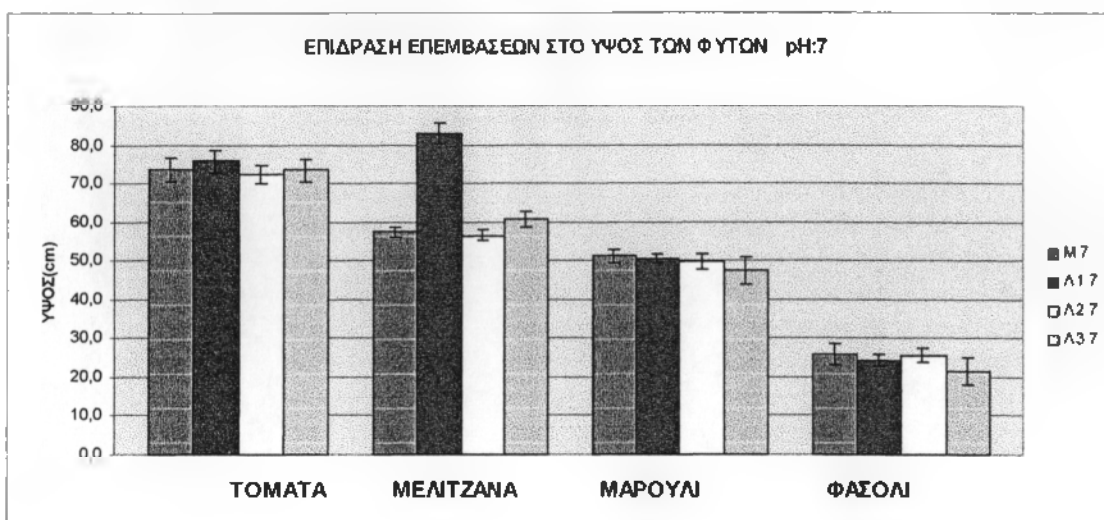
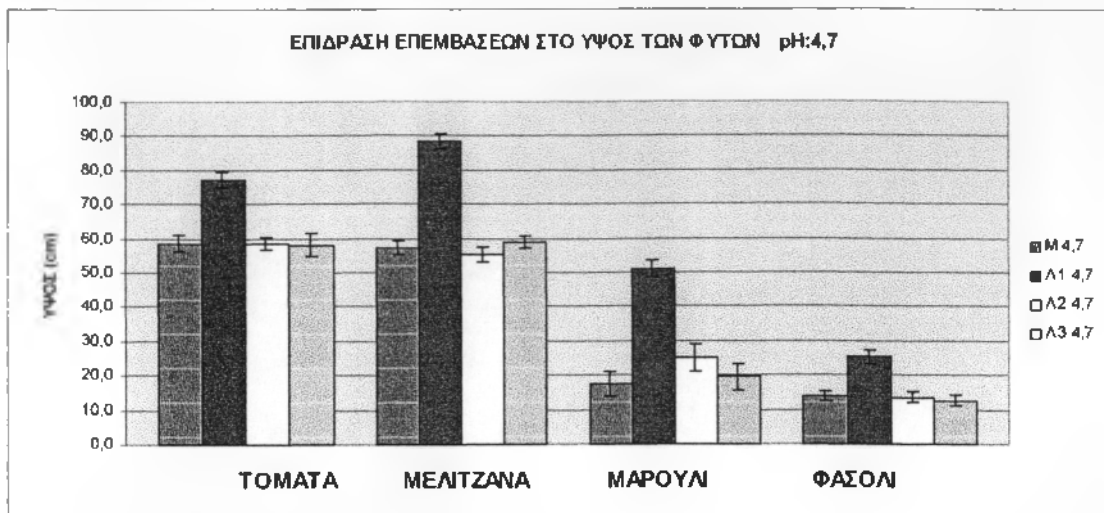
Η συγκομιδή για τη μελιτζάνα άρχισε στις 2/8/96 και για την τομάτα στις 14/8/96. Η αξιολόγηση της παραγωγής έγινε με καταγραφή του αριθμού και του βάρους των καρπών ανά επέμβαση σε τρεις ποιοτικές κατηγορίες (Α, Β, Γ).

Ένα μήνα μετά την εγκατάσταση της μελιτζάνας και της τομάτας άρχισαν να παίρνονται εβδομαδιαίες μετρήσεις για το ύψος, τον αριθμό των φύλλων. Επίσης μακροσκοπικές παρατηρήσεις όσον αφορά την ύπαρξη φυματίων στις ρίζες μαρουλιού και φασολιού, την τοξικότητα και την έναρξη της ανθοφορίας σε όλα τα φυτά.

Τα δεδομένα για κάθε κατηγορία παρατηρούμενης μεταβλητής συγκεντρώθηκαν σε πίνακες (δελτία παρατηρήσεων) και έγινε επεξεργασία και ανάλυσή τους με το πρόγραμμα STATISTICA σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Από την ανάλυση αυτή αποκτήθηκαν πίνακες σύγκρισης των μέσων όρων των επεμβάσεων με κριτήριο σύγκρισης την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (L.S.D) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Ακόμα η ανταπόκριση του φυτικού υλικού ανά επέμβαση, pH και κατηγορία μεταβλητής παρουσιάστηκε μέσω συγκριτικών ιστογραμμάτων, με το τυπικό σφάλμα σε κάθε επέμβαση.

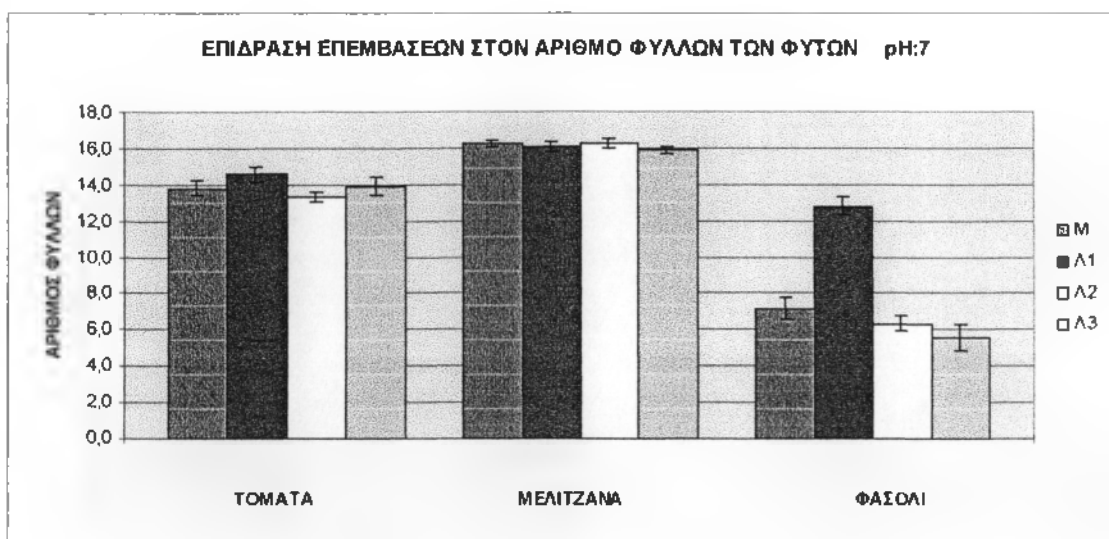
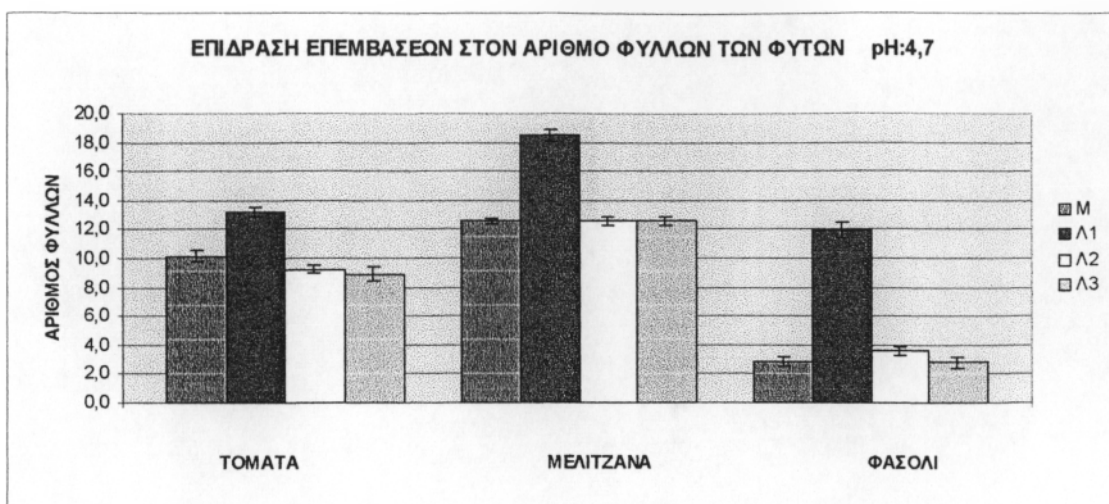
2.2 Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα αποτελέσματα των παρατηρηθέντων χαρακτηριστικών σχετικά με την ανάπτυξη των φυτών καθώς και για την παραγωγή τους δίδονται παρακάτω υπό μορφή συγκριτικών ιστογραμμάτων:



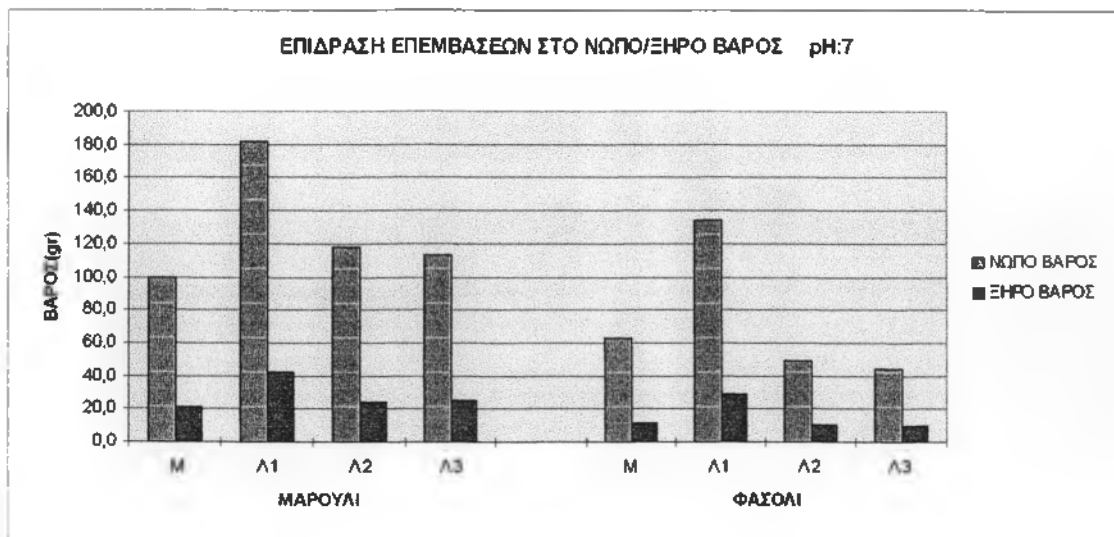
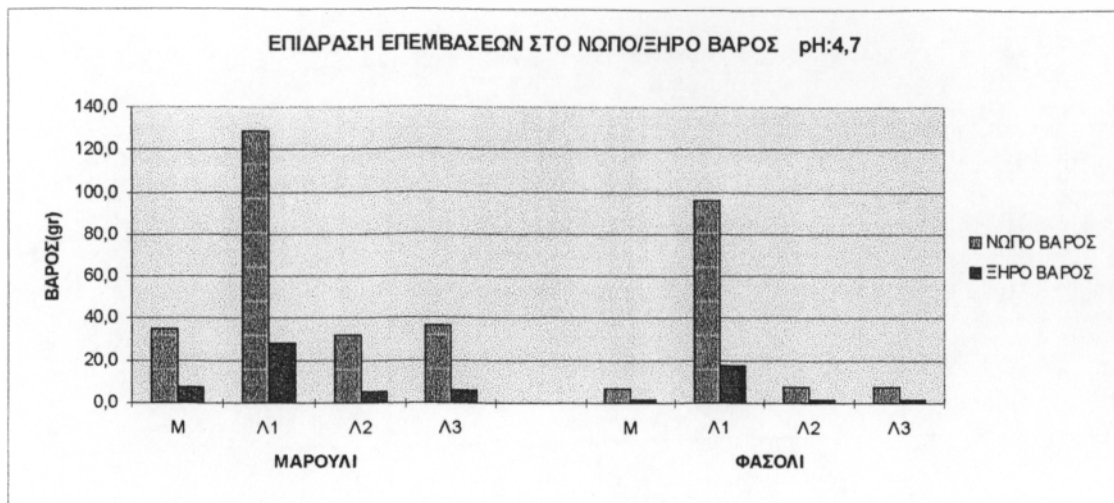
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι στο χώμα με pH=4,7 υπερέχει η επέμβαση Λ_1 σε όλα τα φυτικά είδη, ενώ η επίδραση των υπόλοιπων επεμβάσεων στο ύψος κάθε φυτού είναι σχεδόν η ίδια. Στο pH=7 παρατηρείται μια τάση υπεροχής της επέμβασης Λ_1 στην μελιτζάνα, ενώ στα άλλα φυτά δεν παρουσιάζονται ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η ανάπτυξη των φυτών ευνοήθηκε στο pH=7 με εξαίρεση τη μελιτζάνα όπου η ανάπτυξή της παρουσίασε την ίδια ανταπόκριση και στα δύο pH.

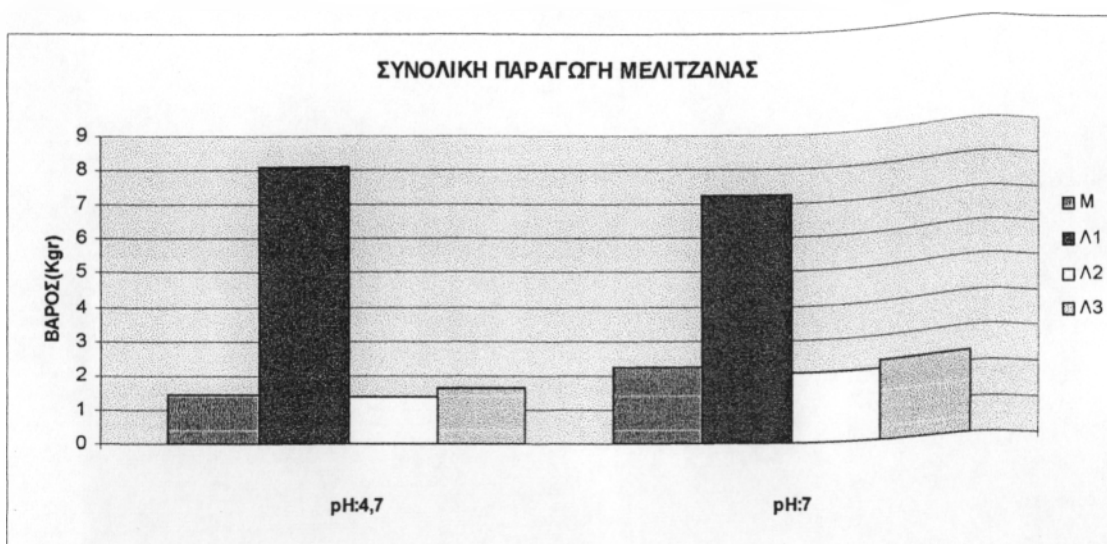
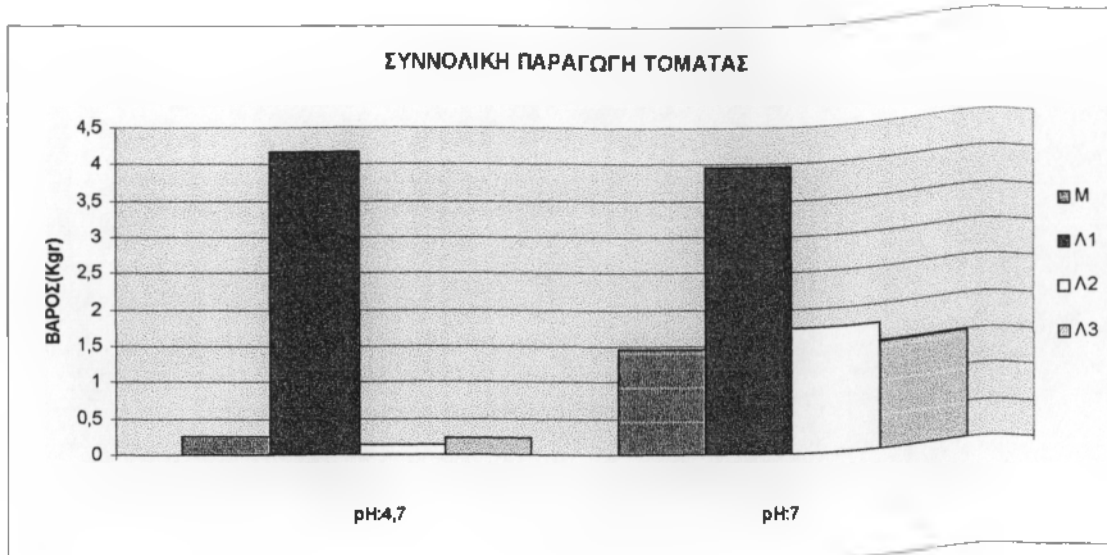


Στο pH=4,7, σημειώθηκε υπεροχή της επέμβασης L₁ στον αριθμό φύλλων των φυτών. Αντίθετα στο pH=7 η επέμβαση L₁ υπερέχει μόνο στο φασόλι με τις άλλες επεμβάσεις να κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα.

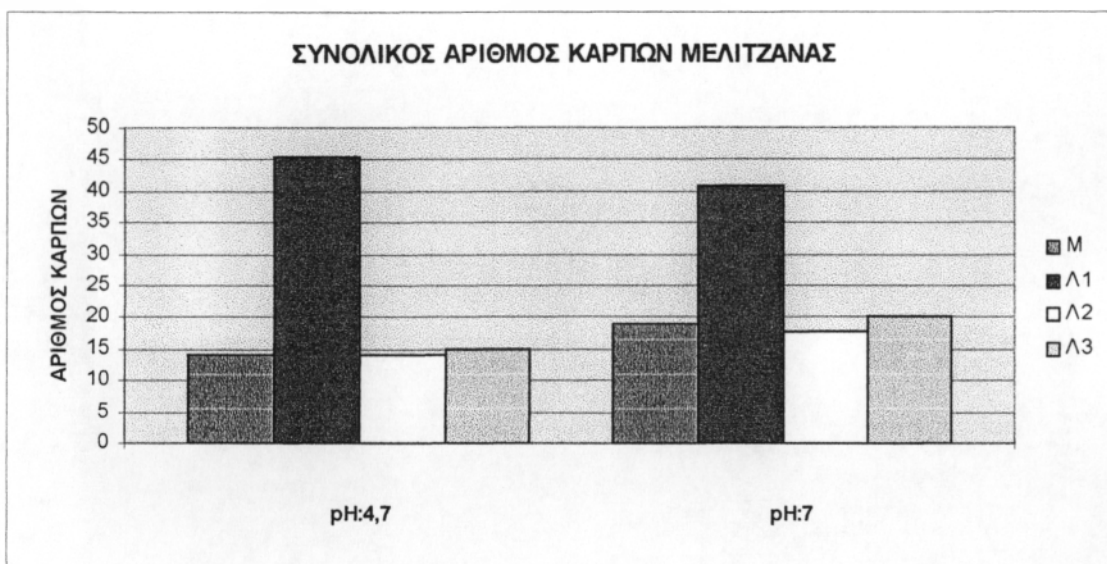
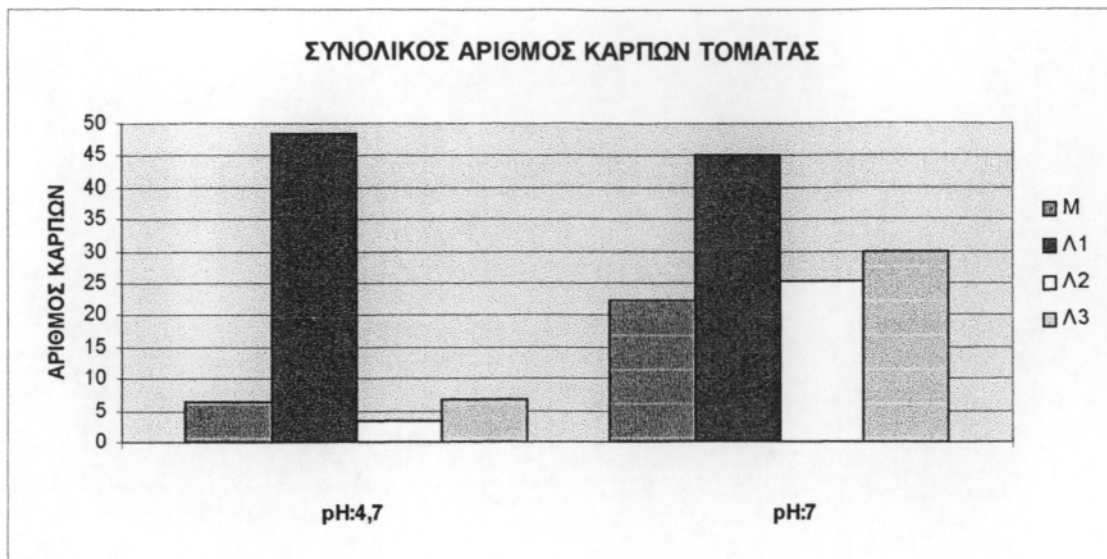
Ο σχηματισμός φύλλων φαίνεται να ευνοήθηκε από το pH=7 ανεξαρτήτως επεμβάσεων.



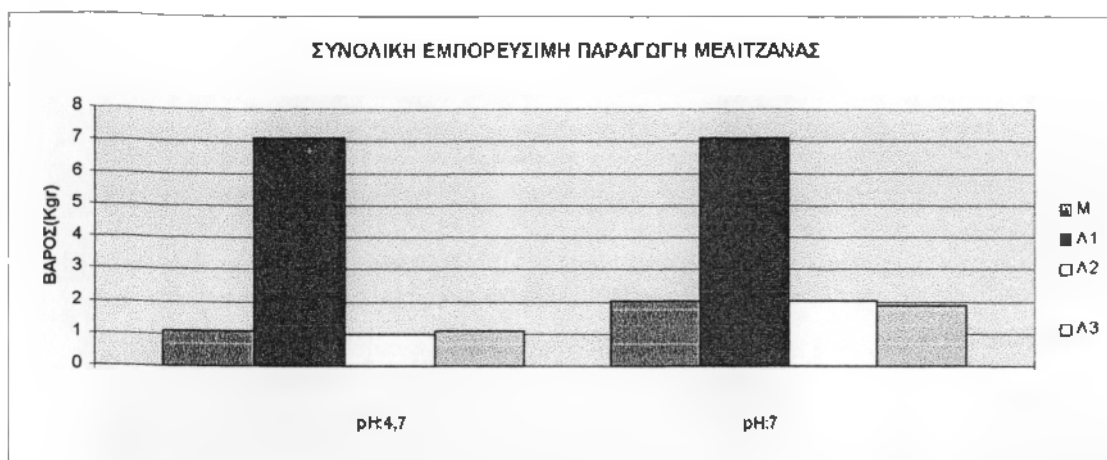
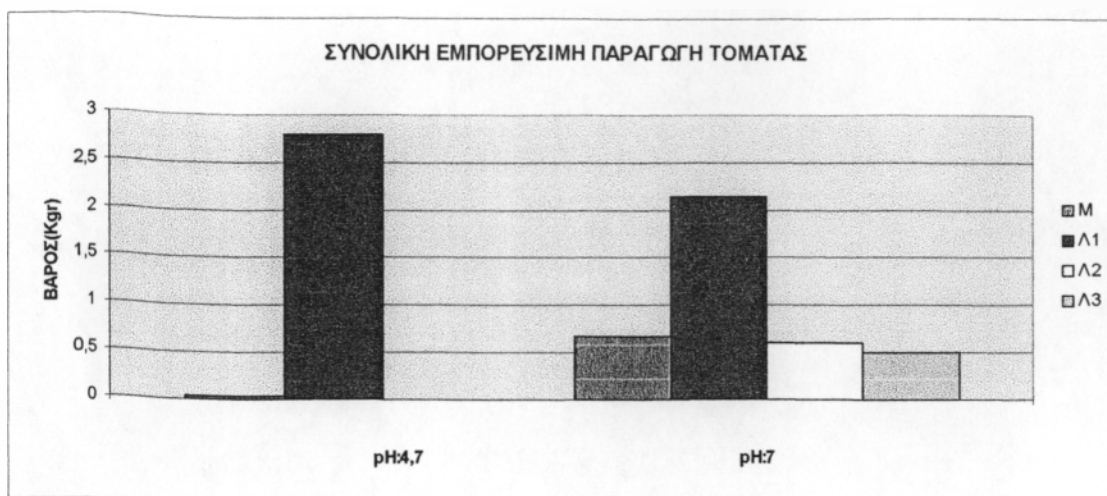
Στα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται η υπεροχή της επέμβασης L₁ στο νωπό και ξηρό βάρος έναντι των άλλων επεμβάσεων (και στα δύο pH). Παρ' όλα αυτά στο μαρούλι, στο pH=7, παρατηρήθηκε μια ικανοποιητική ανταπόκριση των επεμβάσεων L₂ και L₃ στο μελετούμενο χαρακτηριστικό.



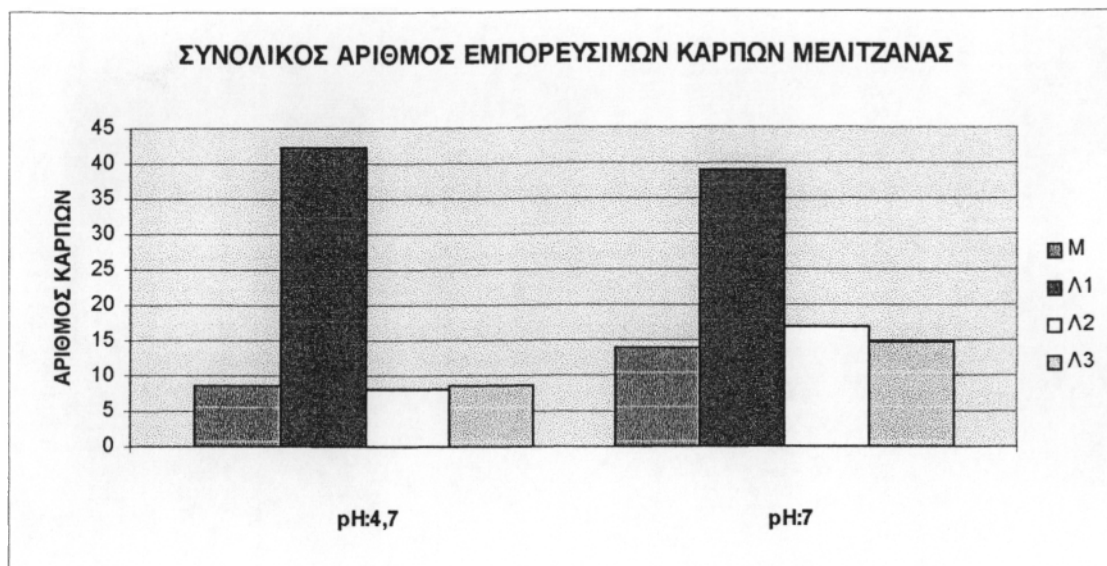
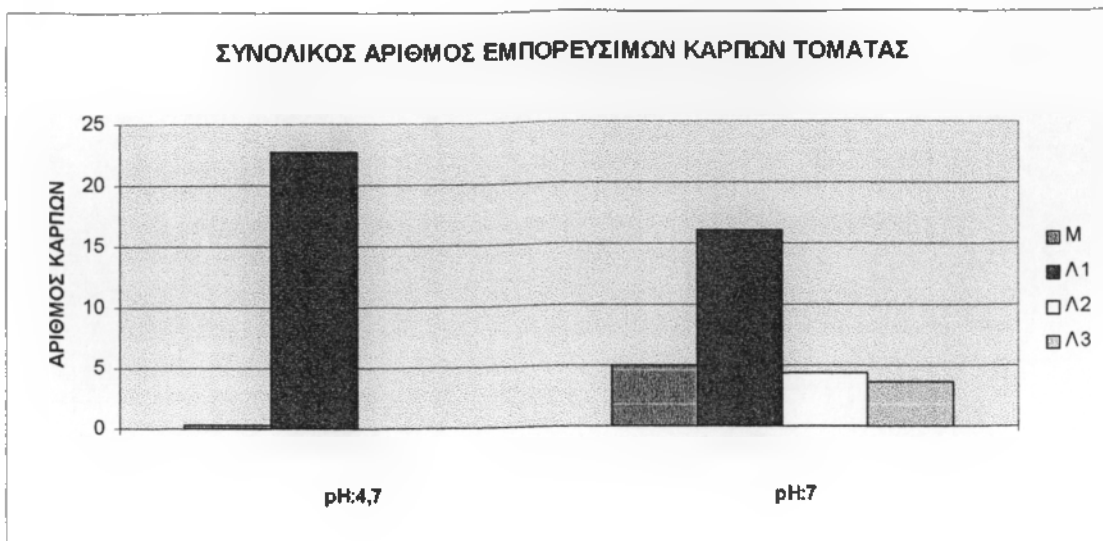
Η συνολική παραγωγή των φυτών φαίνεται να ευνοείται από την επέμβαση Λ₁ και στα δυο pH. Ωστόσο στο pH=7 παρουσιάζεται και μια ανοδική τάση των υπόλοιπων επεμβάσεων έναντι του pH=4,7.



Ο συνολικός αριθμός καρπών τομάτας και μελιτζάνας παρουσιάζει σαφή υπεροχή στην επέμβαση Λ₁. Όσον αφορά τις άλλες επεμβάσεις αυτές είναι σχεδόν στα ίδια επίπεδα στη μελιτζάνα και στα δύο pH, ενώ η τομάτα στο pH=7, παρουσιάζει σαφή υπεροχή των επεμβάσεων Λ₃, Λ₂, M από τις αντίστοιχες του pH=4,7.



Η επέμβαση Λ_1 υπερέχει των άλλων επεμβάσεων στη συνολική εμπορεύσιμη παραγωγή των φυτών. Ειδικότερα στην τομάτα, η Λ_1 στο pH=4,7 δείχνει να ευνοείται περισσότερο, ενώ οι άλλες επεμβάσεις παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα στο pH=7. Στην μελιτζάνα δεν παρατηρούνται διαφορές της επέμβασης Λ_1 στα διαφορετικά pH, πράγμα που συμβαίνει στις υπόλοιπες επεμβάσεις (M , Λ_2 , Λ_3) οι οποίες ευνοούνται στο pH=7.



Τόσο στην τομάτα όσο και στην μελιτζάνα η επέμβαση Λ₁ είχε καλύτερα αποτελέσματα στο μελετούμενο χαρακτηριστικό. Φαίνεται και πάλι η καλύτερη απόδοση του Λ₁ στο pH=4,7 σε αντίθεση με τις άλλες επεμβάσεις (οι οποίες έχουν καλύτερη απόδοση στο pH=7).

Εκτός από τα παραπάνω είναι απαραίτητο να σημειωθούν και κάποιες μακροσκοπικές παρατηρήσεις οι οποίες έγιναν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Παρατηρήθηκε υπέρξη φυματίων στο φασόλι και συγκεκριμένα στις επεμβάσεις Λ_2 (βιολίπανση 20%) και Λ_3 (βιολίπανση 40%) στο $\text{pH}=7$ που φανέρωνε την δυνατότητα αζωτοδέσμευσης από αυτά. Η αζωτοδέσμευση επιτυγχάνεται μέσω της παρουσίας και δράσης του βακτηρίου (*Azotobacter*). Το βακτήριο αυτό γενικά ευνοείται σε ουδέτερες μέχρι ελαφρά αλκαλικές συνθήκες (pH 7 - 8,5) και παρεμποδίζεται σε όξινα περιβάλλοντα. Συνεπώς οι καλλιέργειες στο $\text{pH}=4,7$ δεν αναδεικνύουν τις ευεργετικές ιδιότητες του βιολιπάσματος.

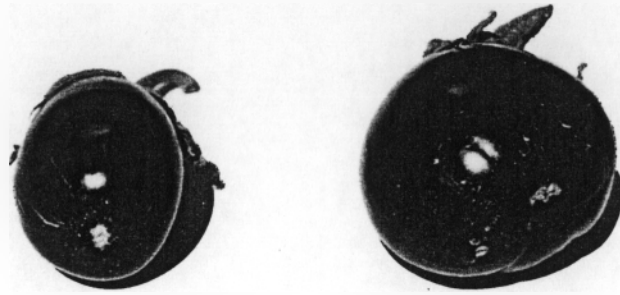
Τοξικότητα ήταν εμφανής στο χώμα με $\text{pH}=4,7$ στα φυτά τομάτας, φασολιού και μαρουλιού και ιδιαίτερα στις επεμβάσεις M (Μάρτυρας), Λ_2 (βιολίπανση 20%) και Λ_3 (βιολίπανση 40%). Αντίθετα στην μελιτζάνα δεν σημειώθηκε τοξικότητα.

Όσον αφορά την άνθιση αυτή προηγήθηκε στην επέμβαση Λ_1 στο μαρούλι κατά 8 - 10 μέρες σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Επίσης στην τομάτα και μελιτζάνα προηγήθηκε στην επέμβαση Λ_1 (χημική λίπανση). Αντίθετα στο φασόλι προηγήθηκαν οι επεμβάσεις Λ_2 (βιολίπανση 20%), Λ_3 (βιολίπανση 40%) και M (Μάρτυρας) έναντι της επέμβασης Λ_1 κατά 8 - 10 μέρες.

Στο σχήμα των καρπών της μελιτζάνας υπήρξε διαφοροποίηση των επεμβάσεων M, Λ_2 , Λ_3 στο χώμα με $\text{pH}=4,7$ όπου το σχήμα ήταν επιμήκες με την επέμβαση Λ_1 και στα δυο pH καθώς και με όλες τις επεμβάσεις στο χώμα με $\text{pH}=7$ όπου το σχήμα των καρπών ήταν το χαρακτηριστικό σχήμα της φλάσκας. Στην φωτογραφία 1 φαίνεται η διαφορά αυτή του σχήματος των καρπών.

Σημειώνεται επίσης ότι υπήρξε ιολογική προσβολή της τομάτας γι' αυτό δεν σημειώθηκε ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών καθώς και μη κανονική ανάπτυξη των φυτών μαρουλιού εξαιτίας της καλλιέργειάς τους εκτός εποχής. Αποτέλεσμα ήταν ο μη σχηματισμός ροζέτας και η εμφάνιση του φαινόμενου Bolding λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν και του μεγάλου μήκους ημέρας.

Παρακάτω φαίνονται οι φωτογραφίες με το σχήμα των καρπών της μελιτζάνας καθώς και η ιολογική προσβολή της τομάτας.



Φωτ.1: Σχήμα καρπών μελιτζάνας όπου διακρίνεται το επιμήκες με αυτό της φλάσκας.



Φωτ 2: Ιολογική προσβολή τομάτας.

2.3 Συμπεράσματα

Στατιστική ανάλυση έγινε για τις παρατηρήσεις σχετικά με την αύξηση και ανάπτυξη των τεσσάρων φυτικών ειδών καθώς και για την παραγωγή τους.

Αρχικά εξετάστηκε η επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων και pH στα παρατηρηθέντα χαρακτηριστικά των φυτών (ύψος, αριθμός φύλλων) και στο νωπό και ξηρό βάρος μαρουλιού και φασολιού. Ακολούθως, εξετάστηκε η επίδρασή τους στην παραγωγή τομάτας και μελιτζάνας και ειδικότερα στην συνολική παραγωγή, τον συνολικό αριθμό καρπών, την εμπορεύσιμη παραγωγή και τον αριθμό των εμπορεύσιμων καρπών.

Τα συμπεράσματα ήταν τα ακόλουθα:

Σε όλα τα μελετούμενα χαρακτηριστικά και στην παραγωγή των φυτών παρατηρήθηκε επίδραση της επέμβασης. Συγκεκριμένα η χημική λίπανση διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις άλλες επεμβάσεις. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε και η επέμβαση Λ_3 από την επέμβαση Λ_2 στο ύψος της μελιτζάνας.

Επίδραση του pH σημειώθηκε σε όλα τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά του μαρουλιού και φασολιού, στο ύψος, αριθμό φύλλων, συνολικό αριθμό καρπών, συνολική παραγωγή της τομάτας, καθώς και στον αριθμό φύλλων της μελιτζάνας, με στατιστικά σημαντική διαφορά αυτών στο χώμα με pH=7 έναντι του χώματος με pH=4,7.

Εκτός από τη στατιστική ανάλυση μέσω των διαγραμμάτων μπορούν να εξαχθούν τα εξής γενικά συμπεράσματα όσον αφορά τα μελετούμενα χαρακτηριστικά των φυτών:

Ουσιαστικές διαφορές στο ύψος των φυτών μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων δεν σημειώνονται στο pH=7. Εξαιρέση αποτελεί η μελιτζάνα στην οποία υπερέχει η επέμβαση Λ_1 . Αντίθετα στο pH=4,7 είναι ξεκάθαρη μια τάση υπεροχής της επέμβασης Λ_1 έναντι των άλλων σ' όλα τα φυτά.

Όλες οι επεμβάσεις επιδρούν το ίδιο στον αριθμό φύλλων των φυτών, όταν αυτά αναπτύσσονται σε pH=7 - εξαιρέση το φασόλι στο οποίο το παρατηρούμενο χαρακτηριστικό ευνοείται από την επέμβαση Λ_1 . Υπεροχή της Λ_1 σημειώνεται και στο pH=4,7 σ' όλα τα φυτά.

Όσον αφορά το νωπό και ξηρό βάρος μαρουλιού και φασολιού, η επέμβαση Λ_1 δίνει καλύτερα αποτελέσματα και στα δύο είδη pH. Ικανοποιητική όμως απόδοση των επεμβάσεων Λ_2 και Λ_3 παρατηρείται στο μαρούλι στο pH=7.

Γενικά στο όξινο pH τα φυτά (εκτός της μελιτζάνας) δεν είχαν κανονική ανάπτυξη και σημάδια τοξικότητας ήταν εμφανή. Τη καλύτερη ανταπόκριση σ' αυτό

το pH έδειξε η επέμβαση Λ_1 . Η μελιτζάνα ήταν το μόνο φυτικό είδος στο οποίο δεν σημειώθηκε τοξικότητα και αναπτύχθηκε το ίδιο καλά και στα δύο είδη pH.

Όσον αφορά όλα τα μελετούμενα χαρακτηριστικά της παραγωγής η επέμβαση Λ_1 παρουσίασε σαφή υπεροχή έναντι των άλλων επεμβάσεων και έδωσε καλύτερα αποτελέσματα στο όξινο pH, σε αντίθεση με τις άλλες επεμβάσεις οι οποίες ευνοήθηκαν στο pH=7. Σημειώνεται ότι στο συνολικό αριθμό καρπών τομάτας παρατηρείται κάποια αξιόλογη απόδοση των επεμβάσεων Λ_3 και Λ_2 .

Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι παρόλο που έχουμε υπεροχή της επέμβασης Λ_1 (χημική λίπανση) στις περισσότερες παρατηρήσεις αυτό δεν σημαίνει ότι το βιολίπασμα δεν έχει ευεργετικές ιδιότητες για τα φυτά. Αυτό βρίσκεται ακόμα στο στάδιο πειραματισμού και δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε τις σωστές δοσολογίες για την κάθε καλλιέργεια και τους διαφορετικούς τύπους εδαφών. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται και περαιτέρω πειραματισμός για τον προσδιορισμό των βέλτιστων δόσεων σύμφωνα πάντα με τις ανάγκες της κάθε καλλιέργειας.

Βιβλιογραφία

1. Acta Horticulturae 133, 1983 Nutrient Film and substrates, σελ. 53-55
2. Αγροτικά θέματα, τεύχος 5, 1986, σελ. 19-26
3. Αγροτική ενημέρωση - Σεπτέμβριος - Οκτώβριος 1989, σελ. 76-79
4. Andreoni V., P. Bonfanti, D. Daffonchio, C. Sorlini and M. Villa, 1993
«Anaerobic digestion of olive mill effluents: Microbiological and processing aspects»
5. Ανθοκομικές - Ανθοκηπευτικές καλλιέργειες, τόμος Β, Ίδρυμα Ευγενίδου
6. Annesini M.C. and F. Gironi, 1991
«Olive oil mill effluent: Ageing effects on evaporation behaviour».
7. Βογιατζή - Καμβούκου Ελένη, Σημειώσεις Ανθοκομίας, Λάρισα 1988
8. Borja Padilla R., J. A. Fiestas Ros de Ursinos, M. Duran Barrantes and M., 1991
«De purscion aerobia de las aguas de condeneacion de l processo de concentrscion te anica del alpechin».
9. Borja Padilla R., A. Martin and J. A. Fiestas Ros de Ursinos, 1990
« Estudio cinetico de la purscion anaerobia del alpechin en presencia de diverow suportew para immobilizascion de low microorganismow responsablew del proceso».
10. Bunt C. A., 1976, Modern Potting Composts.
11. Della Monica M., A. Agostiano, D. Potenz, E. Richetti and M. Volpicella, 1980
« The gradation treatment of waste waters from olive processing».
12. Di Giacomo G., V. Brandani and G. Del Re, 1991
« Evaporation of olive oil mill vegetation waters».
13. Donoco Arce L., 1987
« The use of by-products from olives and olive oil with alternatives for human and animal consumption».
14. Fedsli E., 1986
« New persepectives for vegetation water and olive residue use».
15. Fiestas Ros de Ursinos J. A. and R. Borja Padilla, 1992
« Use and treatment of olive mill wastewater : Current situation and prospects in Spain».
16. Friaa A. R. Mensi and A. Kallel, 1986
« Application of vegetation water in civil engineering - soil treatment with vegetation water».
17. Garcia P., A. Garrido Fernandez, A. Chakman, J. P. Lemonier R. P., 1990
« Application de la tecnologia jet - resctor a la oxidetion humeda de law aguas residuales de las industrias de rivades del olive».

18. Γεωργία και Ανάπτυξη. Σεπτέμβριος - Οκτώβριος 1990, σελ. 37 - 44.
19. Γεωργία και Ανάπτυξη. Μάιος - Ιούνιος 1992, σελ. 26 - 28.
20. Γεωργία και Ανάπτυξη. Μάρτιος 1993, σελ. 39 - 48.
21. Γεωργία - Κτηνοτροφία. τεύχος 7, Δεκέμβριος 1993, σελ. 49 - 59.
22. Γεωργία - Κτηνοτροφία. τεύχος 4, 1994, σελ. 22 - 25.
23. Γεωργία - Κτηνοτροφία. τεύχος 5, 1994, σελ. 52 - 56.
24. Γεωργία - Κτηνοτροφία. τεύχος 1, Ιανουάριος 1995, σελ. 10 - 16, 42 - 44, 46 - 47
25. Γεωργία - Κτηνοτροφία. τεύχος 6, 1995, σελ. 17 - 19.
26. Γεωργική Τεχνολογία. Μάρτιος - Απρίλιος 1981, σελ. 57 - 59.
27. Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος - Φεβρουάριος 1983, σελ. 36 - 38.
28. Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος - Φεβρουάριος 1984, σελ. 42 - 44.
29. Γεωργική Τεχνολογία. Μάιος - Ιούνιος 1984, σελ. 28 - 31.
30. Γεωργική Τεχνολογία. Ιούλιος - Αύγουστος 1984, σελ. 51 - 54.
31. Γεωργική Τεχνολογία. Νοέμβριος - Δεκέμβριος 1984, σελ. 34 - 39
32. Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος 1988, σελ. 18 - 32.
33. Γεωργική Τεχνολογία. Μάιος 1989, σελ. 58 - 78
34. Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος 1990, σελ. 63 - 70.
35. Γεωργική Τεχνολογία. Απρίλιος 1990, σελ. 58 - 65.
36. Γεωργική Τεχνολογία. Δεκέμβριος 1991, σελ. 12 - 26.
37. Γεωργική Τεχνολογία. Μάρτιος - Απρίλιος 1993, σελ. 21 - 26.
38. Γεωργική Τεχνολογία. Οκτώβριος 1993, σελ. 83 - 84.
39. Γεωργική Τεχνολογία. Φεβρουάριος 1994, σελ. 111.
40. Γεωργική Τεχνολογία. Νοέμβριος 1994, σελ. 46 - 47.
41. Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος 1995, σελ. 70 - 76.
42. Hamdi M. And R. Ellouz. 1992.
« Bubble column fermentastion of olive mill wastewaters by *Aspergillus niger*».
43. Ηλιόπουλος Γ. Αναστάσιος. Στοιχεία Βιολογικής Γεωργίας - Βιοκαλλιέργειες, Καλαμάτα 1993.
44. Κανάκης Γ. Ανδρέας. Σημειώσεις Λαχανοκομίας IV, Καλαμάτα 1996.
45. Kemal Unal U.. 1994.
« Total Polyphenols, O - Diphenols and Phenolic Acids in olive pomase and olive vegetation water».
46. Κυρίτσας Σπύρος - Γ. Ν. Μαυρογιαννόπουλος. Θερμοκήπια, Ο.Ε.Δ.Β.
47. Μανιός Βασίλης. Υποστρώματα και συστήματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους, Ηράκλειο 1993.

48. Μανιός Βασίλης. Χρησιμοποιούμενα υποστρώματα - χώματα, Σημειώσεις εργαστηρίου, Ηράκλειο 1993.
49. Montano J. And J. D. Segura. 1986
«Compost production using vegetation water and other agricultural by - products».
50. Μπαλής Κ., Κομποστοποίηση, Σημειώσεις εργαστηρίου Γενικής και Γεωργικής Μικροβιολογίας, Αθήνα 1994.
51. Μπαλής Κ., 1996, Περιληπτική περιγραφή των προτεινόμενων μεθόδων για την ολοκληρωμένη αξιοποίηση των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων.
52. Μπαλής Κ.. Τα γεωργικά απόβλητα σαν συντελεστές αυτάρκειας καλλιεργητικών συστημάτων - Η περίπτωση των ελαιουργικών αποβλήτων. - Συμπόσιο «Ελιά - Ελαιόλαδο - Μεσογειακή διατροφή», Ένωση Ελλήνων Χημικών, Περιφερειακό τμήμα Πελοποννήσου και Δ. Ελλάδας. Καλαμάτα 8 - 10 Νοεμβρίου 1996.
53. Μπαλής Κ., Μαρή Ι., 1996, Αξιολόγηση της θερμοφιλής χώνευσης αποβλήτων ελαιοτριβείων με τη μέθοδο της θερμοβαθμικής αναπνευσιμετρίας.
54. Πετρόπουλος Σ., Σημειώσεις Ανθοκομίας Ι, Καλαμάτα
55. Petruccioli M., M. Servili, G. F. Monte Doro and F. Federici. 1988
« Development of a recycle procedure for the utilization of vegetation on waters in the olive - oil extraction process».
56. Rozzi A. and A.C. Di Pinto. 1986.
«Anaerobic treatment of olive mill effluents as energy source».
57. Σάββας Δημήτρης, Σημειώσεις Λαχανοκομίας IV, Καλαμάτα 1995.
58. Sayadi S. And R. Ellouz, 1992.
«Decolourization of olive mill waste-waters by the white-rot fungus *Phanerochaeta chrysosporium*».
59. Τα Αγροτικά, Νοέμβριος 1994, σελ. 18 - 19.
60. Τσώνης Σ., 1988, Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων Ελαιοτριβείων.
61. Τσώνης Σ., 1988, Αναερόβια επεξεργασία φυσικοχημικά προεπεξεργασμένων φρέσκων αποβλήτων ελαιοτριβείων.
62. Vaccarino C. R. Lo Curto, M. M. Tripodo, G. Lagana, R. Patane, 1986.
«Vegetation water treatment by aerobic fermentation with fungi».
63. Valenzuela Ruiz G., 1986.
« Thermal concentration of vegetation water».

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στατιστική ανάλυση έγινε για τις παρατηρήσεις που παίρνονταν κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής εφαρμογής του βιολιπάσματος. Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες σύγκρισης μέσω των όρων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference), για διάφορες μεταβλητές. Οι πίνακες βασίστηκαν στην ανάλυση παραλλακτικότητας των δεδομένων και το κόκκινο χρώμα σε αυτούς, υπονοεί ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$) μεταξύ των αντίστοιχων ζευγών των μέσω των όρων.

ΤΟΜΑΤΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο ύψος φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	66.16666	76.50000	65.45834	65.83334
M {1}		.002009	.827935	.918524
Λ1 {2}	.002009		.001005	.001456
Λ2 {3}	.827935	.001005		.908382
Λ3 {4}	.918524	.001456	.908382	

Σύγκριση μέσων όρων ύψους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	63.14583	73.83334
4,7 {1}		.000005
7 {2}	.000005	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στον αριθμό φύλλων των φυτών.

LSD test ($\alpha= 0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	12.00000	13.87500	11.29167	11.41667
M {1}		.006971	.299790	.392713
Λ1 {2}	.006971		.000257	.000483
Λ2 {3}	.299790	.000257		.854405
Λ3 {4}	.392713	.000483	.854405	

Σύγκριση μέσων όρων αριθμού φύλλων ανά κατηγορία pH.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	10.37500	13.91667
4,7 {1}		.000000
7 {2}	.000000	

ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο ύψος φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	57.29167	85.62500	55.83333	59.83333
M {1}		.000000	.421234	.162487
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.421234	.000000		.029162
Λ3 {4}	.162487	.000000	.029162	

Σύγκριση μέσων όρων ύψους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	64.95834	64.33334
4,7 {1}		.824735
7 {2}	.824735	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στον αριθμό φύλλων των φυτών.

LSD test ($\alpha= 0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	14.41667	17.29167	14.41667	14.25000
M {1}		.000002	1.000000	.766308
Λ1 {2}	.000002		.000002	.000000
Λ2 {3}	1.000000	.000002		.766308
Λ3 {4}	.766308	.000000	.766308	

Σύγκριση μέσων όρων αριθμού φύλλων ανά κατηγορία pH.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	14.06250	16.12500
4,7 {1}		000004
7 {2}	.000004	

ΜΑΡΟΥΛΙ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο ύψος φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	34.33333	50.75000	37.29167	33.45833
M {1}		.000768	.532144	.853260
Λ1 {2}	.000768		.005351	.000413
Λ2 {3}	.532144	.005351		.418553
Λ3 {4}	.853260	.000413	.418553	

Σύγκριση μέσων όρων ύψους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	28.25000	49.66667
4,7 {1}		.000000
7 {2}	.000000	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο νωπό βάρος των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	67.12500	155.3333	74.79166	74.75000
M {1}		.000000	.528929	.531166
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.528929	.000000		.997267
Λ3 {4}	.531166	.000000	.997267	

Σύγκριση μέσων όρων νωπού βάρους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	58.00000	128.0000
4,7 {1}		.000000
7 {2}	.000000	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο ξηρό βάρος των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	14.54167	35.70833	14.95833	15.33333
M {1}		.000000	.888628	.790208
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.888628	.000000		.899702
Λ3 {4}	.790208	.000000	.899702	

Σύγκριση μέσων όρων ξηρού βάρους φυτών ανά κατηγορία pH.
LSD test($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}
		11.91667	28.35417
4,7	{1}		.000000
7	{2}	.000000	

ΦΑΣΟΛΙ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο ύψος φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}	{3}	{4}
		19.87500	24.79167	19.58333	17.12500
M	{1}		.052855	.907625	.275479
Λ1	{2}	.052855		.040517	.002914
Λ2	{3}	.907625	.040517		.329311
Λ3	{4}	.275479	.002914	.329311	

Σύγκριση μέσων όρων ύψους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}
		16.39583	24.29167
4,7	{1}		.000007
7	{2}	.000007	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στον αριθμό φύλλων των φυτών.

LSD test ($\alpha= 0,05$)

		{1}	{2}	{3}	{4}
		5.000000	12.37500	4.958333	4.208333
M	{1}		.000000	.949570	.231305
Λ1	{2}	.000000		.000000	.000000
Λ2	{3}	.949570	.000000		.256603
Λ3	{4}	.231305	.000000	.256603	

Σύγκριση μέσων όρων αριθμού φύλλων ανά κατηγορία pH.

LSD test ($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}
		5.291667	7.979167
4,7	{1}		.000834
7	{2}	.000834	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο νωπό βάρος των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}	{3}	{4}
		34.70833	114.7500	28.41667	26.00000
M	{1}		.000000	.443213	.289257
Λ1	{2}	.000000		.000000	.000000
Λ2	{3}	.443213	.000000		.768049
Λ3	{4}	.289257	.000000	.768049	

Σύγκριση μέσων όρων νωπού βάρους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}
		29.31250	72.62500
4,7	{1}		.000001
7	{2}	.000001	

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο ξηρό βάρος των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}	{3}	{4}
		6.458333	23.16667	6.166667	5.708333
M	{1}		.000000	.872138	.679101
Λ1	{2}	.000000		.000000	.000000
Λ2	{3}	.872138	.000000		.800357
Λ3	{4}	.679101	.000000	.800357	

Σύγκριση μέσων όρων ξηρού βάρους φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

		{1}	{2}
		5.354167	15.39583
4,7	{1}		.000000
7	{2}	.000000	

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

ΤΟΜΑΤΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στη συνολική παραγωγή των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.8583333	4.075000	.9333333	.8583333
M {1}		.000000	.860831	1.000000
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.860831	.000000		.860831
Λ3 {4}	1.000000	.000000	.860831	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικής παραγωγής φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	16.16667	30.66667
4,7 {1}		.038211
7 {2}	.038211	

ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στη συνολική παραγωγή των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	1.850000	7.691667	1.725000	1.941667
M {1}		.000000	.637416	.729280
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.637416	.000000		.416576
Λ3 {4}	.729280	.000000	.416576	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικής παραγωγής φυτών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	22.08333	24.41667
4,7 {1}		.648173
7 {2}	.648173	

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΠΩΝ

ΤΟΜΑΤΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο συνολικό αριθμό καρπών των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	14.33333	46.66667	14.33333	18.33333
M {1}		.000081	1.000000	.548837
Λ1 {2}	.000081		.000081	.000333
Λ2 {3}	1.000000	.000081		.548837
Λ3 {4}	.548837	.000333	.548837	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικού αριθμού καρπών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	16.16667	30.66667
4,7 {1}		.038211
7 {2}	.038211	

ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο συνολικό αριθμό καρπών των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	16.50000	43.16667	15.83333	17.50000
M {1}		.000000	.724473	.597716
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.724473	.000000		.382105
Λ3 {4}	.597716	.000000	.382105	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικού αριθμού καρπών ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	22.08333	24.41667
4,7 {1}		.648173
7 {2}	.648173	

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

ΤΟΜΑΤΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στη συνολική εμπορεύσιμη παραγωγή των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	.3500000	2.475000	.3000000	.2500000
M {1}		.000000	.843577	.693541
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.843577	.000000		.843577
Λ3 {4}	.693541	.000000	.843577	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικής εμπορεύσιμης παραγωγής ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	.7083333	.9791667
4,7 {1}		.537134
7 {2}	.537134	

ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στη συνολική εμπορεύσιμη παραγωγή των φυτών.

LSD test ($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	1.558333	7.116667	1.508333	1.466667
M {1}		.000000	.899376	.816761
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.899376	.000000		.916073
Λ3 {4}	.816761	.000000	.916073	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικής εμπορεύσιμης παραγωγής ανά κατηγορία pH.

LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	2.570833	3.254167
4,7 {1}		.525061
7 {2}	.525061	

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ

ΤΟΜΑΤΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο συνολικό αριθμό εμπορεύσιμων καρπών των φυτών.
LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}	{3}	{4}
	2.666667	19.333333	2.166667	1.833333
M {1}		.000000	.816172	.698772
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.816172	.000000		.876789
Λ3 {4}	.698772	.000000	.876789	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικού αριθμού εμπορεύσιμων καρπών των φυτών ανά κατηγορία pH.
LSD test($\alpha=0,05$)

	{1}	{2}
	5.750000	7.250000
4,7 {1}		.668485
7 {2}	.668485	

ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ

Σύγκριση μέσων όρων επεμβάσεων με βάση την ανταπόκρισή τους στο συνολικό αριθμό εμπορεύσιμων καρπών των φυτών.
LSD test($\alpha=0,05$)

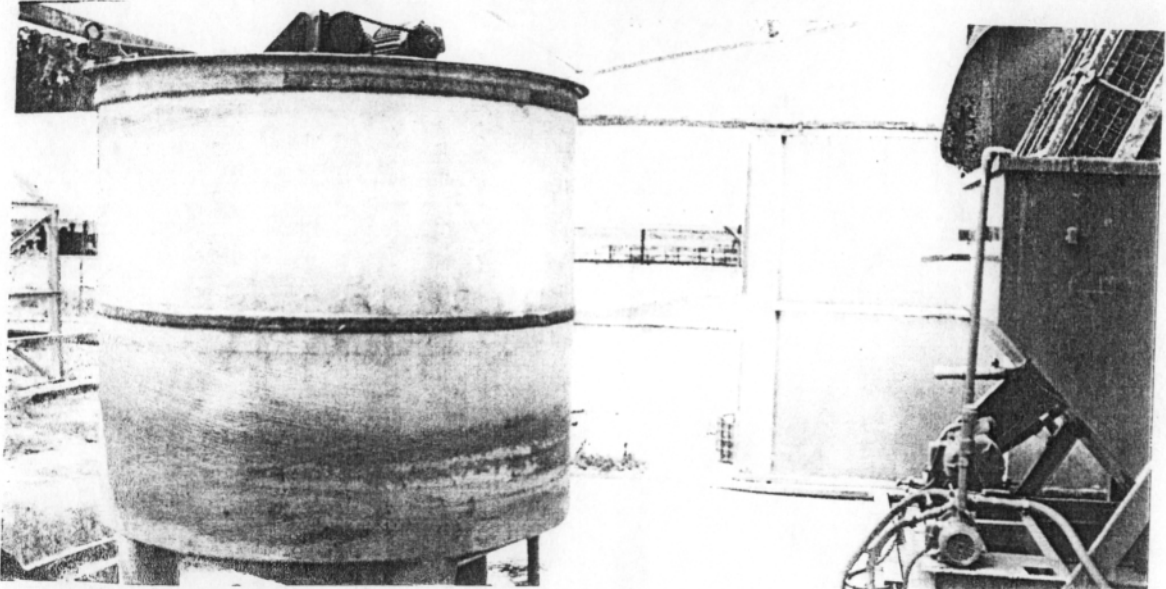
	{1}	{2}	{3}	{4}
	11.333333	40.666667	12.500000	11.666667
M {1}		.000000	.610805	.884040
Λ1 {2}	.000000		.000000	.000000
Λ2 {3}	.610805	.000000		.715779
Λ3 {4}	.884040	.000000	.715779	

Σύγκριση μέσων όρων συνολικού αριθμού εμπορεύσιμων καρπών των φυτών ανά κατηγορία pH.
LSD test($\alpha=0,05$)

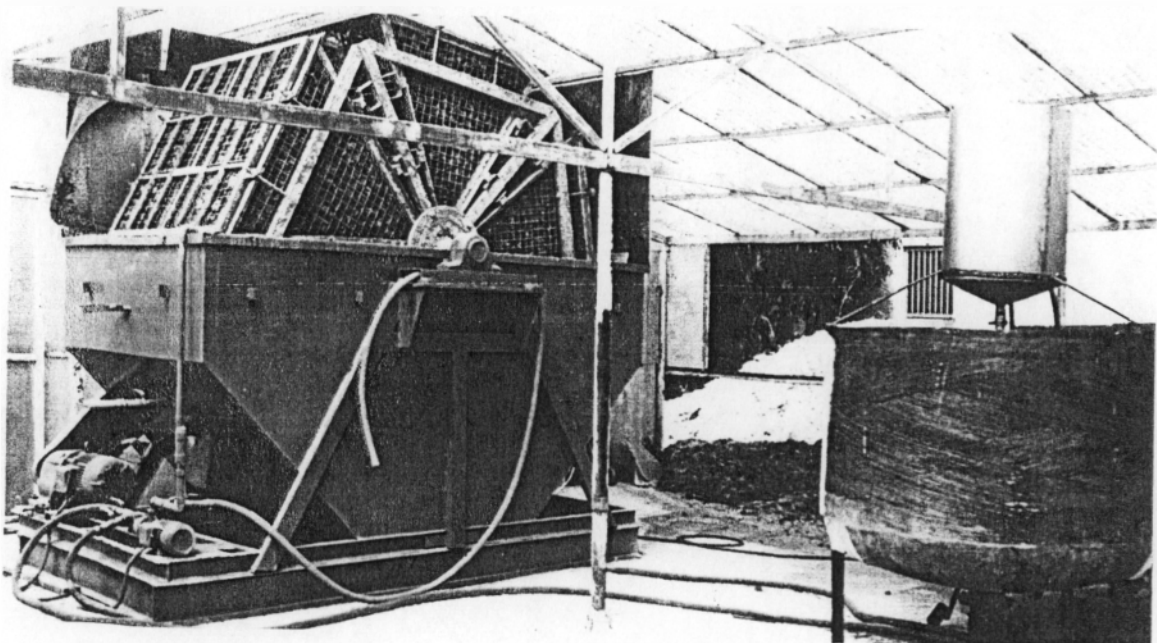
	{1}	{2}
	16.91667	21.16667
4,7 {1}		.445057
7 {2}	.445057	

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

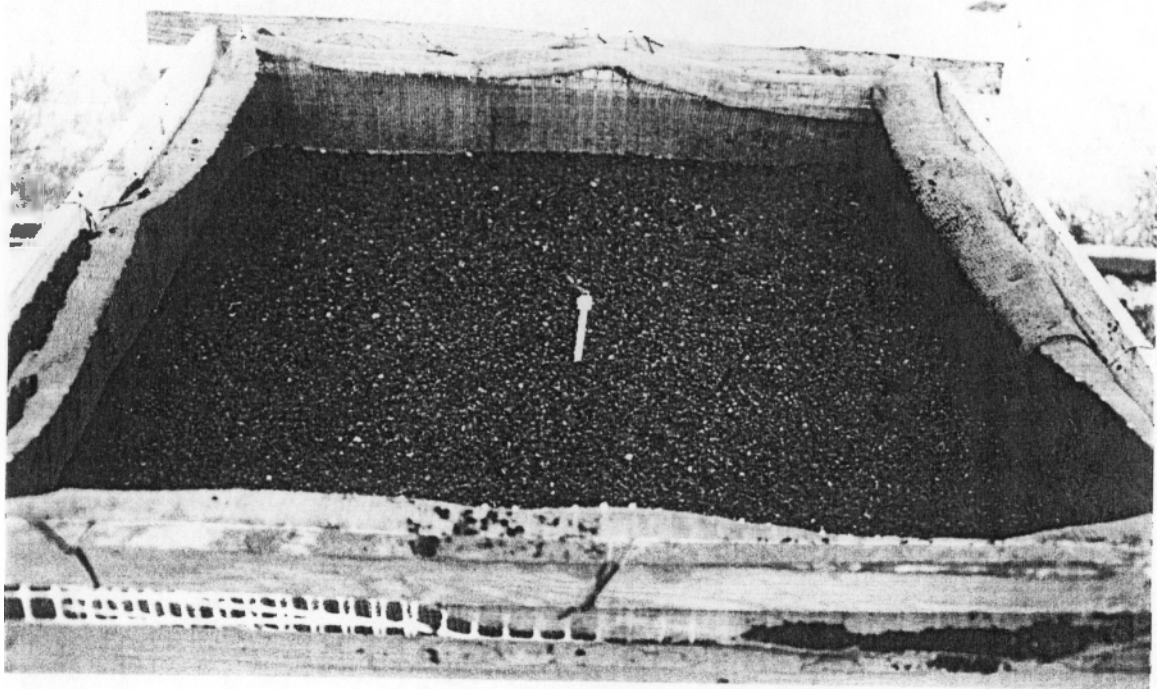
Ακολουθούν φωτογραφίες του βιοαντιδραστήρα ο οποίος ήταν εγκατεστημένος στο χώρο του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας και συγκριτικές φωτογραφίες των φυτικών ειδών στις διάφορες επεμβάσεις στα δύο pH χώματος.



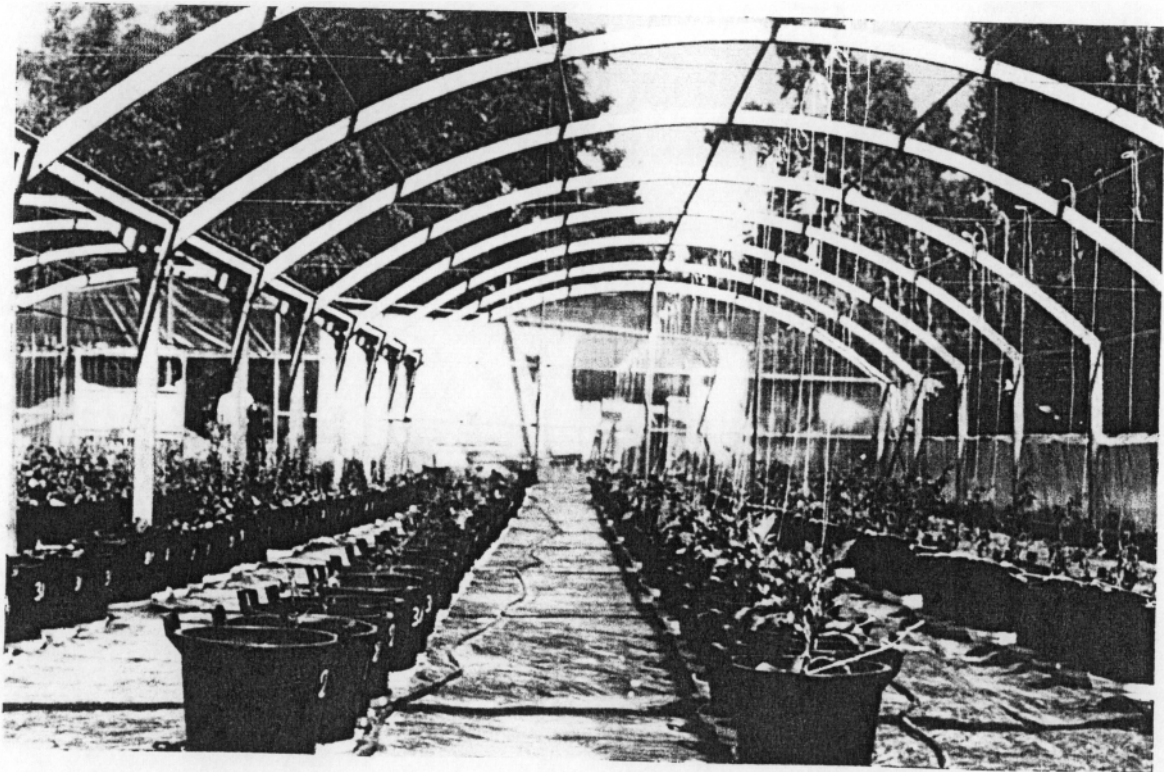
ΦΩΤ. 1: Δεξαμενή Προκατεργασίας Βιοαντιδραστήρα.



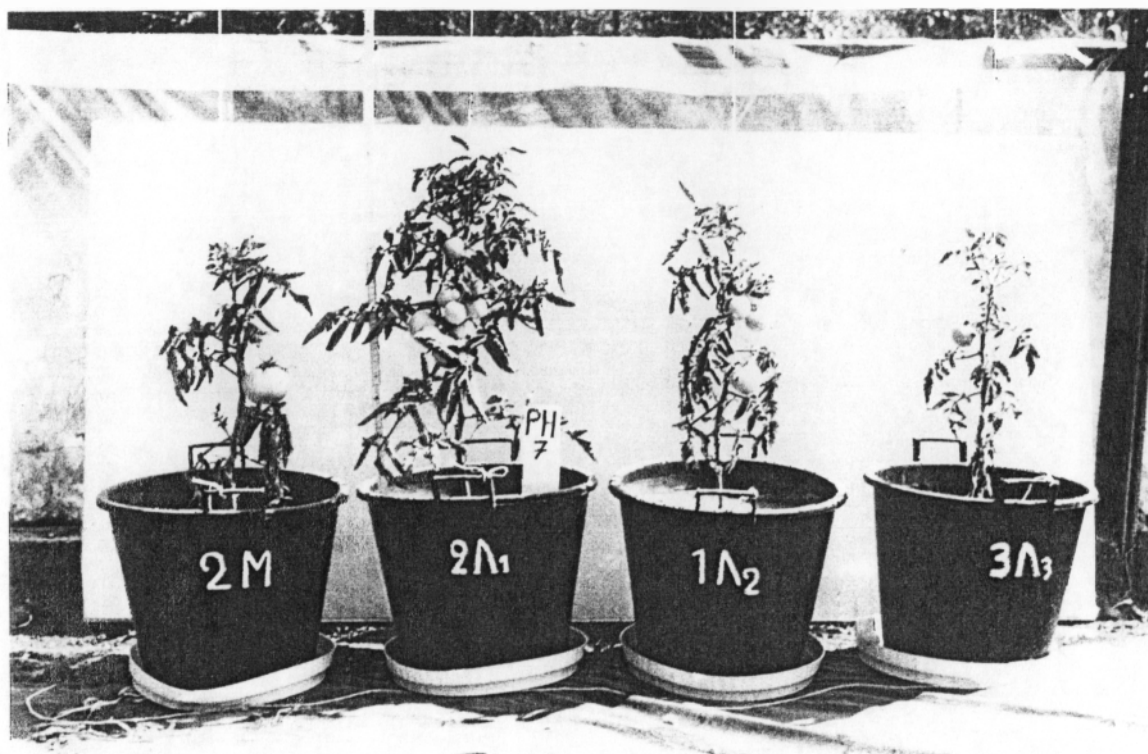
ΦΩΤ. 2: Κύρια δεξαμενή βιοαντιδραστήρα.



Φωτ. 3: Συγκομπροστοποίηση πυρηνόξυλου - λιόζουμου.



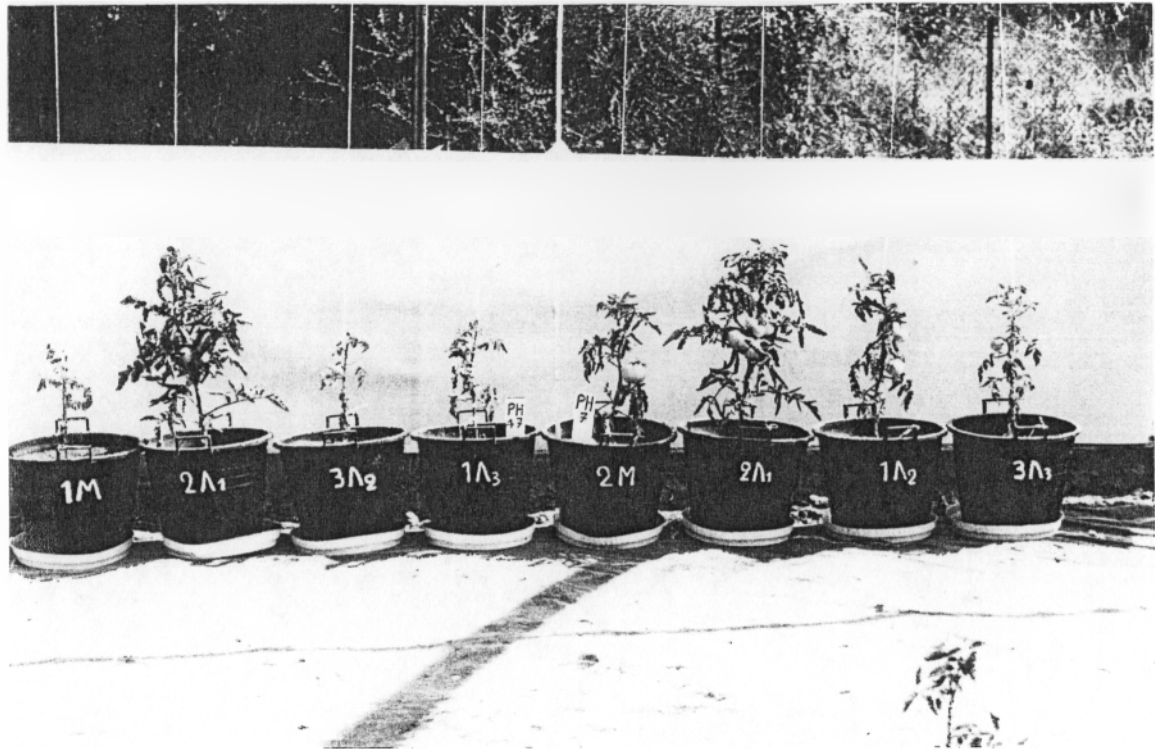
Φωτ. 4: Μερική άποψη του χώρου του θερμοκηπίου όπου εφαρμόστηκε το πείραμα.



Φωτ. 5: Σύγκριση φυτών τομάτας στις τέσσερις επεμβάσεις, στο χώμα με pH=7.



Φωτ. 6: Σύγκριση φυτών τομάτας στις τέσσερις επεμβάσεις, στο χώμα με pH=4,7.



Φωτ. 7: Σύγκριση φυτών τομάτας σε όλες τις επεμβάσεις και στα δύο είδη χώματος.



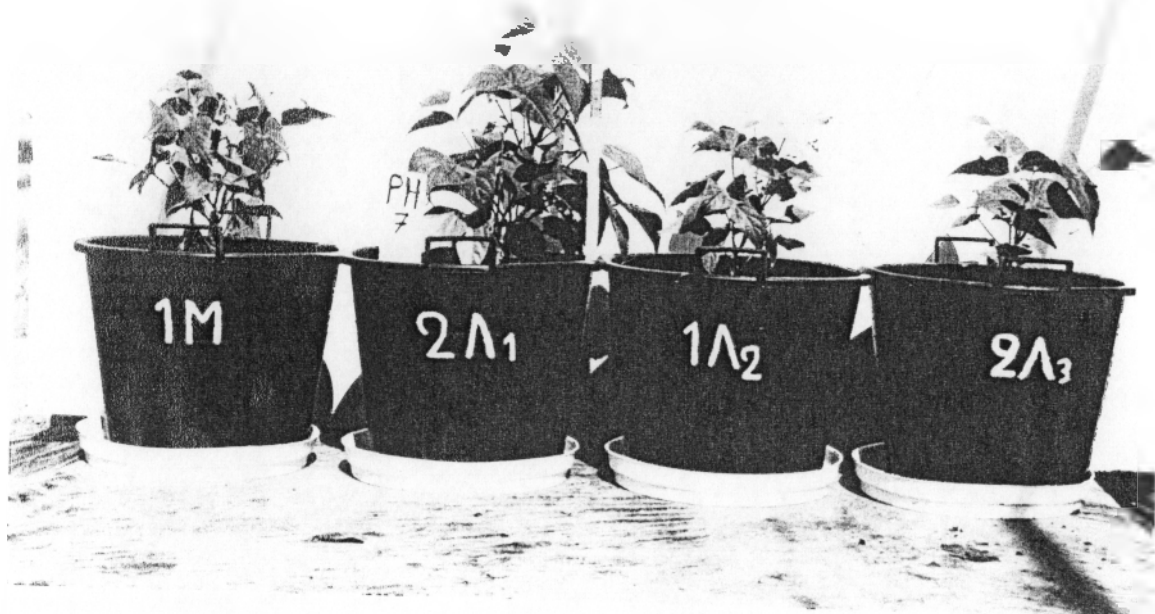
Φωτ.8: Σύγκριση φυτών μελιτζάνας σε όλες τις επεμβάσεις και στα δύο είδη χώματος.



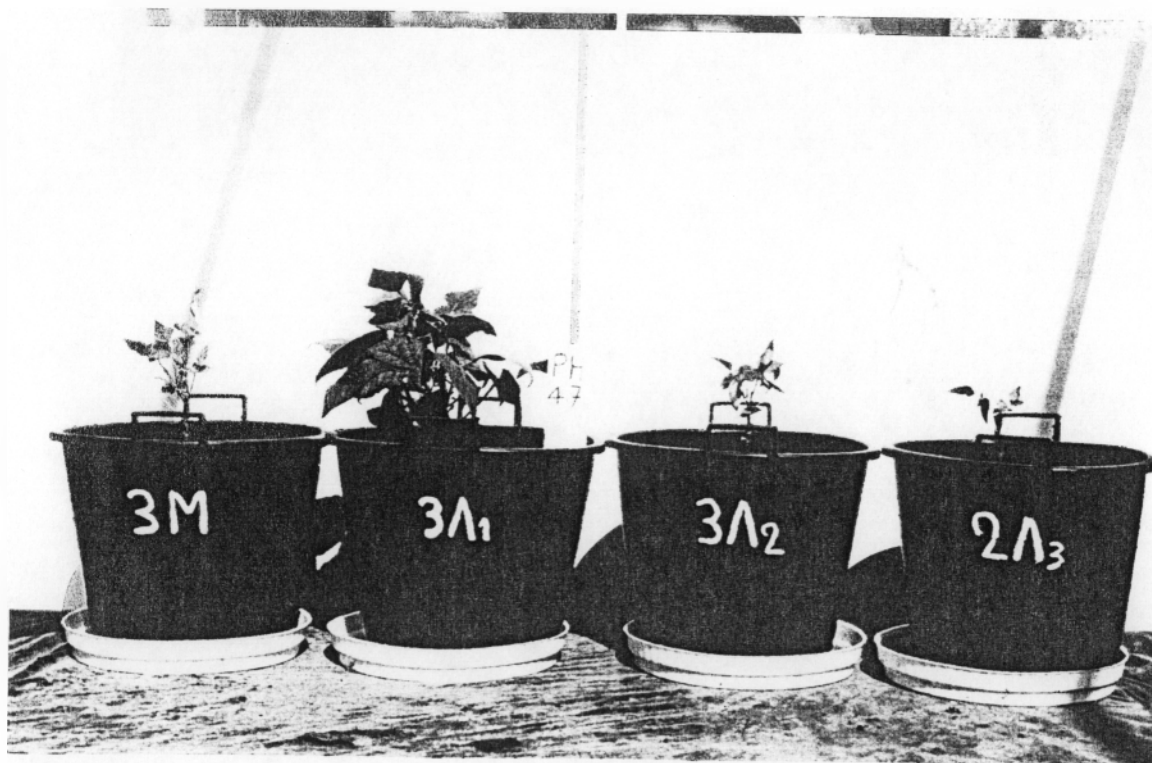
ΦΩΤ.9: Σύγκριση φυτών μελιτζάνας στις τέσσερις επεμβάσεις στο χώμα με $pH=7$.



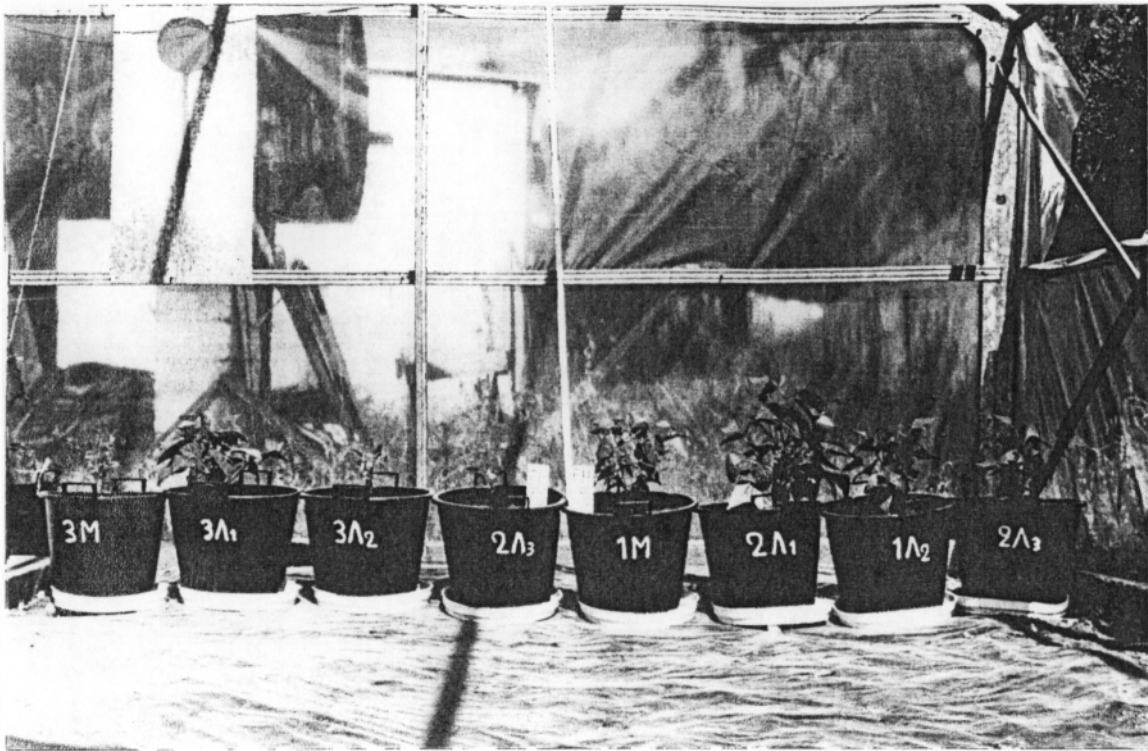
ΦΩΤ.10: Σύγκριση φυτών μελιτζάνας στις τέσσερις επεμβάσεις και στο χώμα με $pH=4.7$.



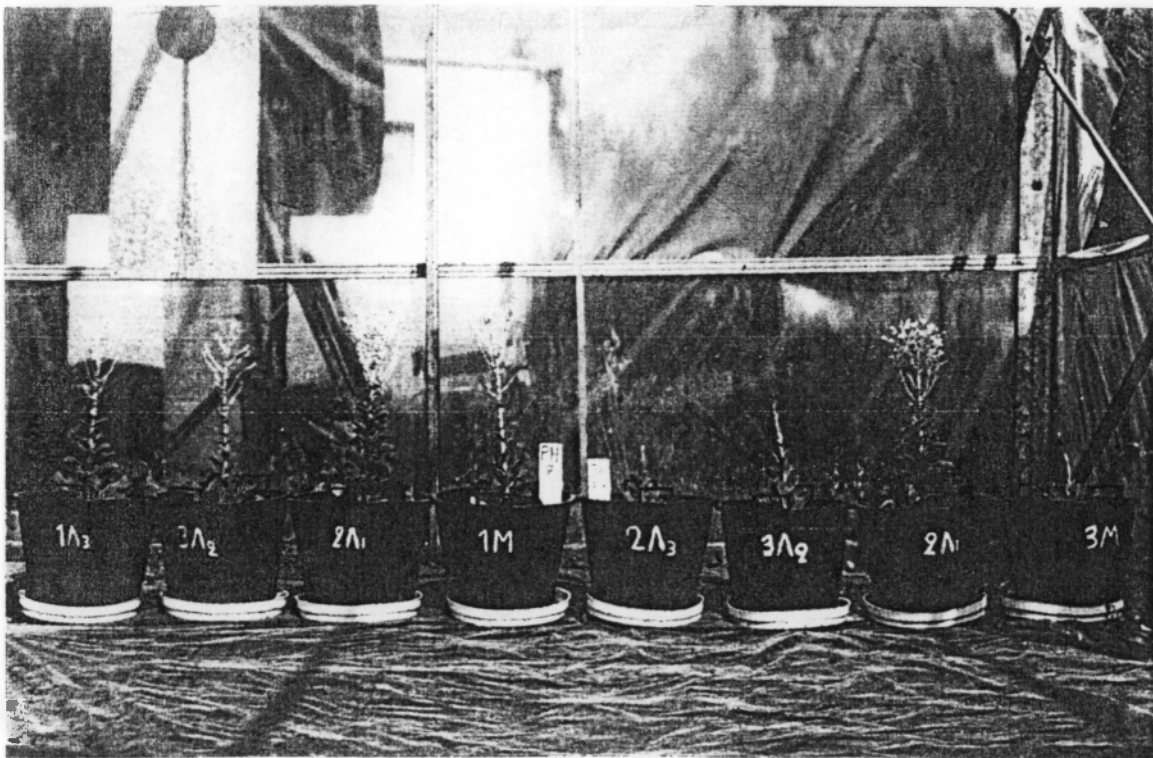
Φωτ.11: Σύγκριση φυτών φασολιού στις τέσσερις επεμβάσεις στο $pH=7$.



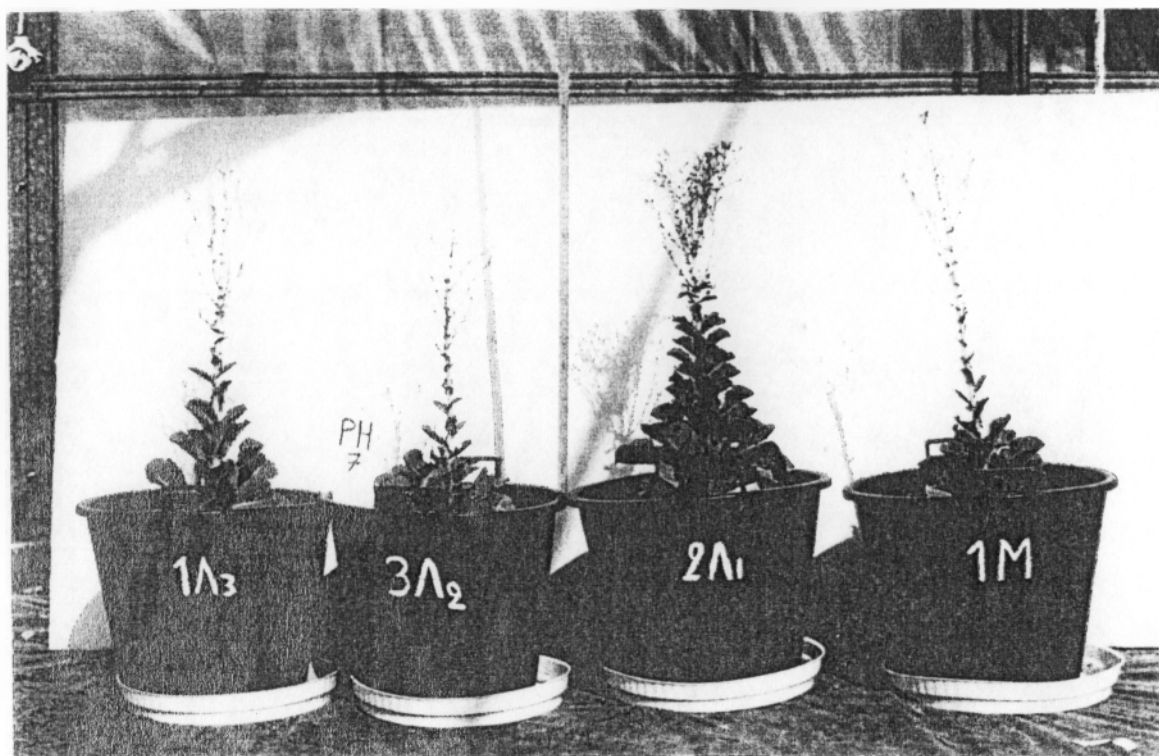
Φωτ.12 Σύγκριση φυτών φασολιού στις τέσσερις επεμβάσεις στο $pH= 4,7$.



Φωτ.13: Σύγκριση φυτών φασολιού στις τέσσερις επεμβάσεις στα δύο είδη χώματος.



Φωτ.14: Σύγκριση φυτών μαρουλιού και στις τέσσερις επεμβάσεις στα δύο είδη χώματος.



Φωτ.15: Σύγκριση φυτών μαρουλιού στις τέσσερις επεμβάσεις στο pH=7.



Φωτ.16: Σύγκριση φυτών μαρουλιού στις τέσσερις επεμβάσεις στο χώμα με pH=4.7.