

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ
ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ**

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Ανδριάνας Νικολοπούλου**

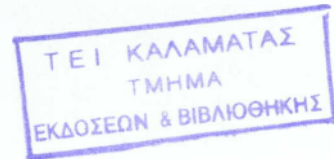
Καλαμάτα, Νοέμβριος 2004

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ
ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ**

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Ανδριάνας Νικολοπούλου**

Επιβλέπων καθηγητής: **Αναστάσιος Ηλιόπουλος**

Καλαμάτα, Νοέμβριος 2004

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ

1.1. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	4
1.1.1. Υλικά κατάλληλα για κομποστοποίηση.....	4
1.1.2. Διαδικασία της κομποστοποίησης.....	8
1.1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση.....	9
1.1.3.1. Η αρχή του περιοριστικού παράγοντα.....	10
1.1.3.2. Τροφικές παράμετρο.....	10
1.1.3.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι.....	12
1.1.4. Χαρακτηριστικά κατάλληλου κομπόστ.....	15
1.1.5. Ιδιότητες διαφόρων προϊόντων κομπόστ.....	16
1.1.6. Βιολογική αξία του κομπόστ.....	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ

ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

2.1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	
ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ.....	20
2.2. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	
ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	22
2.3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΡΟΛΟ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ	
ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

3.1. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	38
3.1.1. Προβλήματα από τη χρήση των χημικών λιπασμάτων.....	39
3.1.2. Τύποι οργανικής λίπανσης.....	40
3.2. Η ΩΦΕΛΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	45
3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ

4.1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ.....	50
4.2. ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ Ε.Ε.....	52
4.3. ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι: α) να συνοψίσει τις διαθέσιμες πληροφορίες για τη χρήση του κομπόστ στη σύγχρονη γεωργία και να εξετάσει το τεχνικό και επιστημονικό μέρος της διαδικασίας της κομποστοποίησης που αφορά τα υλικά, τις πρώτες ύλες και τις συνθήκες (φυσικές, χημικές) που οδηγούν στην καλή ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ, β) να αναλύσει το ρόλο του κομπόστ στην ολοκληρωμένη φυτοπροστασία και την θρέψη των φυτών, γ) να δώσει τις οικονομικές παραμέτρους της παραγωγής κομπόστ σε επιχειρηματική βάση και δ) να πραγματοποιήσει μια συνοπτική περιγραφή για τις περιβαλλοντικές λύσεις που μπορεί να δώσει η τεχνολογία της κομποστοποίησης στα προβλήματα διαχείρισης των επιβλαβών απόβλητων (καθώς επίσης και σε άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα) και δείχνει τις πιθανές περιοχές για μελλοντικές έρευνες πάνω στο θέμα αυτό.

Από άποψη δομής η εργασία χωρίζεται σε τέσσερα κεφαλαία. Το πρώτο κεφαλαίο αναφέρεται στη σύνθεση και τις ιδιότητες των κομπόστ. Στο δεύτερο κεφαλαίο αναλύεται ο ρόλος του κομπόστ στην ολοκληρωμένη φυτοπροστασία ενώ στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος του κομπόστ στην θρέψη των φυτών. Τέλος, το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τους κανόνες παρασκευής και εφαρμογής του κομπόστ στην Ε.Ε.

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αναστάσιο Ηλιόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια του και το χρόνο που μου αφιέρωσε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική τους συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχώς αυξανόμενη προσθήκη χημικών λιπασμάτων που επέβαλε η εντατικοποίηση των καλλιεργειών, έχει ως αποτέλεσμα μεταξύ των άλλων και την ρύπανση του περιβάλλοντος. Πρόκληση για την γεωργία είναι να παρέχει συστήματα και πρακτικές που να εξασφαλίζουν την αναγκαία παραγωγή φυτικών προϊόντων αλλά και την διατήρηση των φυσικών πόρων. Είναι επιτακτική ανάγκη στις ημέρες μας παρά ποτέ η συνεργιστική δράση του ανθρώπου με την φύση για μια βιώσιμη ανάπτυξη. Στα πλαίσια αυτής της συμπόρευσης εντάσσεται και η υποβοήθηση της φύσης για γρήγορη βιολογική αποδόμηση των κάθε λογής οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων και την επιστροφή τους στους φυσικούς τους αποδέκτες και ιδιαίτερα στο έδαφος. Για να γίνει ευκολότερα η αποδόμηση των υλικών αυτών στο έδαφος γίνεται προηγουμένως επεξεργασία τους εκτός εδάφους που αποδίδεται με τον διεθνή όρο *composting*.

Η κομποστοποίηση είναι μια αρχαία μέθοδος που ασκείται ακόμα και σήμερα σε κάθε κλίμακα, από ένα μικρό σωρό μέσα σε ένα κήπο ως και σε μεγάλες εμπορικές διαδικασίες. Από το 500 Π.Χ., η ανακύκλωση στην Κίνα είχε γίνει μια σπουδαία και πολύτιμη τέχνη. Τα πιο πρόωρα κινεζικά κείμενα συζητούν τη χρήση της χλωρής λίπανσης για να βοηθήσουν και να διατηρήσουν το χώμα γόνιμο, και η διάβρωση του εδάφους αποφεύχθηκε στην Κίνα για αιώνες από το προσεκτική διατήρηση των πεζουλιών στους απότομους λόφους. Είναι ως αποτέλεσμα της μακροχρόνιας ιστορίας φροντίδας τους για το χώμα ότι ο κινεζικός πολιτισμός κατόρθωσε να ακμάσει για χιλιάδες συνεχή έτη, ενώ οι μικρότερες αυτοκρατορίες άκμασαν και έπεσαν.

Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι ήξεραν επίσης πώς να δημιουργούν διάφορα εδαφοβελτιωτικά, αλλά ανακάλυψαν πάρα πολύ αργά τη σημασία της συντήρησης εδάφους με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος του επιφανειακών εδαφών τους να είναι τώρα στο κατώτατο σημείο της Μεσογείου. Η Ελλάδα και η Ρώμη γρήγορα στηρίχθηκαν στις καλλιέργειες με βαθύρριζα φυτά όπως αυτές της ελιάς και της αμπέλου που μπορούν να αντλήσουν τις θρεπτικές ουσίες από το υπέδαφος. Με τα χώματά τους υποβαθμισμένα και οι δύο αυτοκρατορίες αναγκάστηκαν να κάνουν εμπόριο για τη βασική διατροφή τους, μια συνέπεια της εδαφολογικής διάβρωσης που έγινε παράδοξα η πηγή δύναμής τους. Οι Ρωμαίοι ανέπτυξαν ένα πολύ επιμελημένο σύστημα κομποστοποίησης που εισήγαγαν σε όλη την Ευρώπη, αλλά σε πολλές χώρες η κομποστοποίηση φαίνεται ότι ξεχάστηκε με την κατάρρευση της αυτοκρατορίας.

Σε επίπεδο εφαρμοσμένης έρευνας έχουμε την ενασχόληση των Howard 3^η δεκαετία του 20^{ου} αιώνα στην Ινδία, Schaff το 1940 στην Malaya, Wilson 1948 στην Ανατολική Ασία, Van Vuren 1949 στη Νότια Αφρική και Scott 1941 στη Βόρεια Κίνα. Ο Waksman (1926-1941) και οι συνεργάτες του, πρώτοι ασχολήθηκαν σε βάθος με την επιστημονική μελέτη της κομποστοποίησης και ειδικότερα με την μικροβιολογία του κομπόστ. Μετά τον Waksman η έρευνα σε θέματα που αφορούν τη κομποστοποίηση γενικεύεται, όπως και οι προσπάθειες εκμηχάνισης του. Έτσι έχουν προκύψει διάφορα συστήματα κομποστοποίησης.

Η διαδικασία της κομποστοποίησης αντιμετωπίζεται αυτήν την περίοδο πρώτιστα ως διοικητική μέθοδος των αποβλήτων σε σταθεροποιημένα οργανικά απόβλητα, όπως κοπριά, δημοτικά απόβλητα, και οργανικά αστικά απόβλητα. Το σταθεροποιημένο τελικό προϊόν (κομπόστ) χρησιμοποιείται ευρέως ως εδαφολογικό προσθετικό για την βελτίωση της εδαφολογικής δομής, παρέχοντας θρεπτικές ουσίες στα φυτά και διευκολύνοντας την επαναβλάστηση σε διαταραγμένο ή διαβρωμένο έδαφος. Τα τελευταία χρόνια, έρευνες σε εργαστηριακές και θερμοκηπιακές συνθήκες έχουν δείξει ότι η διαδικασία της κομποστοποίησης και η χρήση του ώριμου κομπόστ παρέχουν επίσης μια ανέξοδο και τεχνολογικά απλή λύση για τη διαχείριση των επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων (στερεών ή υγρών) και για το έδαφος που ρυπναιεται με τις τοξικές οργανικές ενώσεις (όπως διαλύτες και φυτοφάρμακα) και ανόργανες ενώσεις (όπως τα τοξικά μέταλλα). Παραδείγματος χάριν, ένας μεγάλος αριθμός υδρογονανθράκων, οι οποίοι είναι κοινοί βιομηχανικοί ρυπαντικοί παράγοντες που βρίσκονται στο έδαφος και τα εξατμιζόμενα αέρια, υποβιβάζονται γρήγορα κατά τη διάρκεια διαδικασίας της κομποστοποίησης ή σε άλλες βασισμένες σε κομπόστ διαδικασίες.

Επιπλέον, η προσθήκη του ώριμου λιπάσματος στο μολυσμένο έδαφος επιταχύνει την φυτική και τη μικροβιακή υποβάθμιση των οργανικών μολυσματικών παραγόντων και βελτιώνει την ανάπτυξη των φυτών σε τοξικά εδάφη. Όταν το ώριμο κομπόστ προστίθεται στα μολυσμένα εδάφη, οι δαπάνες επανόρθωσης είναι αρκετά μειωμένες σε σύγκριση με τις συμβατικά χρησιμοποιημένες μεθόδους. Το ώριμο κομπόστ ελέγχει επίσης αρκετές ασθένειες φυτών χωρίς τη χρήση των συνθετικών μυκητοκτόνων ή καπνογόνων. Η αξιολόγηση του σήμερα γίνεται με γενικότερα κριτήρια κοινής ωφέλειας, όπως η διατήρηση της ισορροπίας του περιβάλλοντος, η

ανακύκλωση και η διατήρηση της φυσικής κατάστασης και γονιμότητας του εδάφους. Υπ' αυτή την έννοια η έρευνα γύρω από το composting συνεχίζεται με αμείωτο ενδιαφέρον σε όλο τον κόσμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ COMPOST

1.1. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η «κομποστοποίηση» είναι μια απλή διαδικασία αξιοποίησης της «πλεονάζουσας» βιομάζας (πρωτογενούς οργανικής ουσίας), με την μετατροπή της σε ενεργό οργανικό λίπασμα (κομπόστ). Οργανικά φυσικά υλικά συγκεντρώνονται, τεμαχίζονται και αφήνονται να χωνέψουν (να αποσυντεθούν) με τη βοήθεια των μικροοργανισμών που υπάρχουν παντού στη φύση. Ο τεμαχισμός των υλικών είναι απαραίτητος γιατί α) μειώνεται ο όγκος του υλικού, β) γίνεται δυνατή η ανάμιξη και ο χειρισμός των ετερογενών υλικών και γ) αυξάνεται η δραστική επιφάνεια ώστε η κομποστοποίηση να είναι πλήρης και να γίνεται στον ελάχιστο χρόνο (το πολύ 6 μήνες).

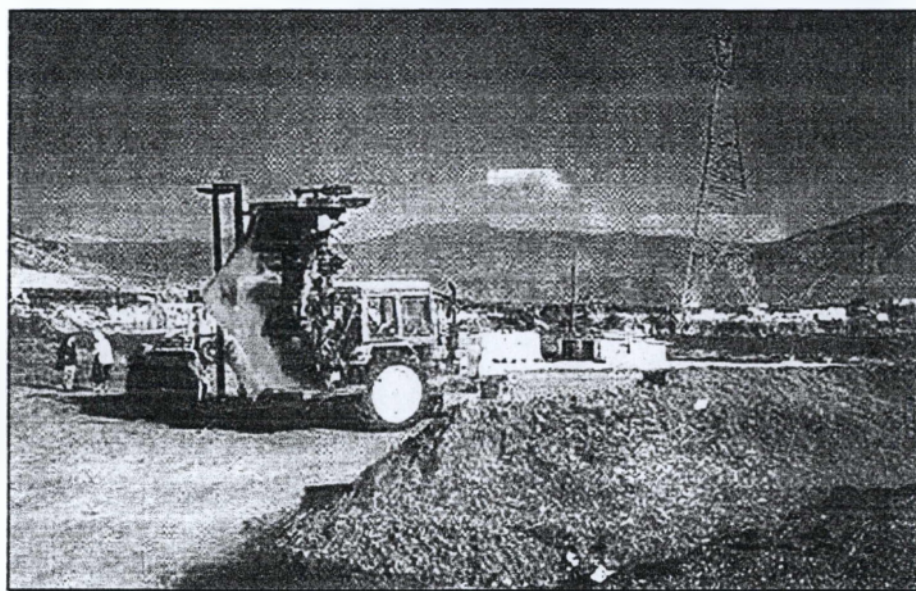
Το χωνεμένο ώριμο κομπόστ είναι φορέας γονιμότητας, ασύγκριτα καλύτερο ακόμα και από την τύρφη ως βελτιωτικό του εδάφους και είναι ένα προϊόν με μεγάλη γεωργική αξία. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα οργανικό λίπασμα με εδαφοβελτιωτικές ικανότητες. Όταν προστεθεί στην καλλιέργεια δεν ανταγωνίζεται το άζωτο με τα φυτά, είναι απαλλαγμένο δυσοσμιών. Τα κομπόστ περιέχουν συνήθως 2 % άζωτο, 0,5 - 1 % φώσφορο και περίπου 2 % κάλιο. Αν κατά την κομποστοποίηση γίνει προσθήκη P και K, τα ποσοστά ακόμα είναι υψηλότερα.

1.1.1. Υλικά κατάλληλα για κομποστοποίηση

Υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή του κομπόστ είναι:

- Οργανικά υλικά από στάβλους (κοπριά ζώων και άχυρο). Αχώνευτη από βόδια, αγελάδες, γιδοπρόβατα και πουλερικά (όχι ανθρώπων και χοίρων). Η κοπριά των πουλερικών πρέπει να ανακατεύεται με φυτικά υλικά για καλή εξισορρόπηση της σχέσης C/N (Πίνακας 1). Προσοχή όμως γιατί η υπερβολικά χωνεμένη κοπριά, είναι νεκρή κοπριά. Συνήθως το μεγαλύτερο μέρος της κοπριάς προέρχεται από το ίδιο το κτήμα.

- Οι μικρές δόσεις από κοπριά στάβλου οδηγούν στην κανονική σχέση άνθρακα και αζώτου (C/N) που πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 25-35:1. Εάν η σχέση C/N υπερβαίνει το 25:1, τότε πρέπει να τη διορθώσουμε προσθέτοντας υλικά που περιέχουν περισσότερο άζωτο όπως είναι τα ψυχανθή, η τσουκνίδα, η κοπριά πουλερικών ή τα αζωτούχα λιπάσματα επί βιολογικής βάσης.
- Κάθε χλωρή μάζα από βοτανίσματα και κορφολογήματα. Αγριόχορτα, εκτός από την αγριάδα και μερικά άλλα που πρέπει να μπαίνουν στην μέση της κομπόστας για να σαπίζουν εντελώς από τη μεγάλη θερμοκρασία που επικρατεί, ώστε οι σπόροι τους να χάσουν τη βλαστική τους ικανότητα.



Εικόνα 1.1. Παραγωγή κομπόστ

- Ξηρά υπολείμματα μετά τη συγκομιδή. Φυτικά υπολείμματα, φύλλα, κοτσάνια, φλούδες, ρίζες, κλαδέματα αλλά τα χοντρά μέρη πρέπει να τεμαχίζονται. Πολύτιμα είναι τα φύλλα που πέφτουν από τα δένδρα και ειδικότερα αυτά της οξυάς, της καστανιάς και της βελανιδιάς. Οι βελόνες των πεύκων μπορεί να αποτελέσουν ένα μικρό ποσοστό (10%) της κομπόστας.
- Οργανικά υπολείμματα της κουζίνας: φλούδες, φύλλα, κοτσάνια, καρποί, υπολείμματα από σαλάτες, τσόφλια αυγών, όχι όμως κρέατα, λάδια, λίπη και καμένα φαγητά. Φλούδες από κρεμμύδια, κατακάθια από τσάι και καφέ αποτελούν εξαιρετική τροφή των μικροοργανισμών και ιδιαίτερα των σκουληκιών, κόκαλα και ψάρια κατά προτίμηση τεμαχισμένα και κοπανισμένα. Τα κατακάθια των αφεψημάτων, εκχυλισμάτων κλπ. από αρωματικά και θεραπευτικά βότανα.



Εικόνα 1.2. Θρυμματισμός κλαδιών ελαιοδέντρων, για την παρασκευή κομπόστ

- Υπολείμματα επεξεργασίας εργοστασίων: σταφύλια από οινοποιεία, υπόλοιπα από ελαιουργεία, εκκοκκιστήρια βαμβακιού, επεξεργασίας τεύτλων για ζάχαρη, κονσερβοποιείας, ειδικότερα ότι περισεύει από μηχανική επεξεργασία χωρίς προσθήκη χημικών.
- Ορυκτά υλικά: Σκόνες πετρωμάτων (λατομεία).
- Χωνεμένη κομπόστα ή χώμα με οργανική ουσία: αναγκαίο για συμβολισμούς του μίγματος με μικροοργανισμούς.
- Διάφορα προϊόντα κηπευτικών φυτών, υπολείμματα λαχανικών καιμανιτάρια, που είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία.
- Κομπόστα από σκουλήκια, κοπριά ζώων ή πτηνών, υπολείμματα χορτοκοπής γκαζόν κλπ., που επίσης είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία. Φύκια και άλλα φυτικά υπολείμματα.

Τα τελευταία χρόνια, οι βιοκαλλιεργητές χρησιμοποιούν για γρήγορο σάπισμα των οργανικών ουσιών, ένα ειδικό παρασκεύασμα, αβλαβές για τα ζώα και τα πουλερικά. Είναι σε σκόνη που περιέχει αρκετά μικρόβια σε κατάσταση παρατεταμένης νάρκης. Όταν την ρίξουμε στην κομπόστα και την καταβρέξουμε, τα μικρόβια αρχίζουν να δρουν και να επιταχύνουν το σάπισμα των ουσιών.

Χώμα από γλάστρες (όταν ανανεώνεται). Μαραμένα λουλούδια. Στάχτη από ξύλα. Φυτικά υπολείμματα, υπολείμματα λαχανικών (φύλλα και στελέχη). Φυτική ύλη

από πάρκα, κήπους, κλαδέματα, κλαδιά δέντρων και θάμνων, υπολείμματα καλλιεργειών (κλαδέματα), κομμένη χλόη (γκαζόν), αγριόχορτα πριν σχηματίσουν σπόρους, φύλλα από δέντρα. Ροκανίδια και προιονίδια και φλοιός από κατεργασία ξυλείας σε πριστήρια (όχι εμποτισμένης ξυλείας εμπορίου).

Πίνακας 1.1. Αναλογία άνθρακα και αζώτου στα διάφορα οργανικά υλικά (Φουντίς και συν., 1987).

Υλικά	Αναλογία C/N
Ούρα ζώων (αγελάδες, πρόβατα)	0,8
Αίμα ζώων σε σκόνη	3
Μαύρος χούμος	10
Κοπριά (αγελάδες, πρόβατα) χωνεμένη 8 μηνών	10
Κοπριά χωνεμένη χωρίς χόμα 4 μηνών	15
Κομμένη χλόη (γκαζόν)	12
Διάφορα πράσινα μέρη φυτών	7
Αχυρο οσπρίων	15
Μηδική	16-20
Οικιακά υπολείμματα	20
Υπολείμματα φυτού πατάτας	25
Φύλλα πεύκων	30
Φρέσκια κοπριά αγελάδων με πολλά άχυρα	30
Φρέσκια κοπριά αγελάδων με λίγα άχυρα	20
Φύλλα οπωροφόρων δένδρων	50
Ανοιχτόχρωμη τύρφη	50
Άχυρα βρώμης	50
Άχυρα σίκαλης	65

1.1.2. Διαδικασία της κομποστοποίησης

Οι ανθρώπινες ενέργειες που έχουν σκοπό να επιταχύνουν και να καθοδηγήσουν τις φυσικές διεργασίες της βιοαποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων έχει επικρατήσει να ονομάζεται διεθνώς κομποστοποίηση (composting). Οι πρώτες συστηματικές προσπάθειες κομποστοποίησης έγιναν στην Ινδία την δεκαετία του 1920 από τον Άγγλο γεωπόνο Sir Albert Howard. Από τότε στη Δ. Ευρώπη και στην Αμερική αναλαμβάνονται ερευνητικές και επιχειρησιακές δραστηριότητες στην κατεύθυνση της χρησιμοποίησης διαφόρων υλικών ποικίλων προελεύσεων για την παραγωγή κομπόστ.

Κομποστοποίηση είναι η βιολογική, αερόβια, θερμοφύλη και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παραγωγή κομπόστ, δηλ. ενός οργανικού εδαφοβελτιωτικού που προσομοιάζει στο χούμους του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών.

Η κομποστοποίηση είναι μια φαινομενικά απλή διεργασία, αν και η εντύπωση της απλότητας αυτή είναι μάλλον απατηλή, καθώς οδηγεί συχνά σε ακριβά λάθη αν αγνοηθούν οι βασικές αρχές και παράμετροι της διεργασίας. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι η αποτυχία ακόμη και ακριβών συστημάτων κομποστοποίησης οφείλεται συνήθως στην παράβλεψη βασικών λειτουργικών, τροφικών, και περιβαλλοντικών παραγόντων.



Εικόνα 1.3. Παραγωγή κομπόστ

Μια πληθώρα οργανικών αποβλήτων μπορούν με την κατάλληλη επεξεργασία να μετατραπούν σε ένα πλούσιο φυτόχωμα, το κομπόστ, το οποίο μπορεί να βρει

πολλές εφαρμογές στη γεωργία, στα πάρκα, και στην ανάπλαση και αναδάσωση προβληματικών εκτάσεων (εγκαταλειμμένα λατομεία., πρανή δρόμων κλπ). Η κομποστοποίηση μιμείται και επιταχύνει τις διεργασίες αποδόμησης των οργανικών που συμβαίνουν αυθόρμητα στη φύση.

Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν φυσιολογικά στα οργανικά απόβλητα, χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά των απόβλητων ως τροφή για την ανάπτυξή τους. Η διαδικασία αυτή είναι αερόβια (δηλ. χρειάζεται την παρουσία οξυγόνου) και εξώθερμη (δηλ. απελευθερώνει θερμότητα). Καθώς οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα απόβλητα, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται, το pH αλλάζει, η θερμοκρασία του σωρού των αποβλήτων αυξάνει, και τα απόβλητα μετασχηματίζονται σε πιο πολύπλοκες και σταθερές οργανικές ενώσεις, που μοιάζουν με το φυσικό χούμους των εδαφών. Κατά την ενεργή φάση της κομποστοποίησης η θερμοκρασία, αν δεν ελεγχθεί, μπορεί να ξεπεράσει τους 70 °C, να αδρανοποιήσει ή και να σκοτώσει τους μικροοργανισμούς, και να γίνει απαγορευτική για την ομαλή και γρήγορη ολοκλήρωση της διεργασίας. Η βέλτιστη θερμοκρασία κομποστοποίησης είναι γύρω στους 55 °C.

1.1.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση

Η πρώτη και σημαντικότερη αρχή είναι ότι η κομποστοποίηση είναι μια βιολογική διαδικασία. Ως τέτοια, έχει όλα τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς των βιολογικών διεργασιών. Ο πρωταρχικός περιορισμός, είναι ότι οι επιδόσεις και το δυναμικό των συστημάτων κομποστοποίησης καθορίζονται από αυτά των μικροβιολογικών στοιχείων του συστήματος. Έτσι, η κομποστοποίηση δεν μπορεί να εξαφανίσει ανόργανα συστατικά που τυχόν υπάρχουν στα απόβλητα, όπως για παράδειγμα τα βαρέα μέταλλα. Η ποιότητα των αποβλήτων που τροφοδοτούν το σύστημα καθορίζει και την ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ.

Ακόμη πιο σημαντικοί είναι οι περιορισμοί που θέτει η βιολογική φύση του συστήματος στον χρόνο περάτωσης της διεργασίας. Οι βιολογικές διαδικασίες δεν μπορούν να επιταχυνθούν πέρα από τα φυσιολογικά τους όρια, ενώ αντίθετα μια σειρά κακών χειρισμών μπορεί να τις επιβραδύνει πολύ. Υπάρχουν περιπτώσεις ακριβών συστημάτων που ισχυρίζονται ότι μπορούν να περατώσουν τη διεργασία σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, ενώ ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος κυμαίνεται γύρω

στις 3-6 εβδομάδες, ανάλογα και με το είδος των αποβλήτων. Συχνά τα συστήματα που ισχυρίζονται πολύ σύντομους χρόνους περάτωσης (έτσι ώστε τα οικονομικά τους να φανούν πιο ελκυστικά) χρειάζονται μια μακριά περίοδο ωρίμανσης σε ανοικτό χώρο. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη μεγάλης έκτασης στις εγκαταστάσεις κομποστοποίησης, και μπορεί να πλησιάσει τις απαιτήσεις σε χώρο ενός συστήματος χαμηλότερης τεχνολογίας και κόστους.

1.1.3.1. Η αρχή του περιοριστικού παράγοντα

Η αρχή του περιοριστικού παράγοντα, που ισχύει για όλα τα βιολογικά συστήματα, σημαίνει ότι υπάρχουν ανώτατα και κατώτατα όρια για όλες τις περιβαλλοντικές και τροφικές παραμέτρους που επηρεάζουν την κομποστοποίηση. Έξω από αυτά τα όρια η διεργασία επιβραδύνεται σημαντικά ή και σταματά εντελώς. Ο περιοριστικός παράγοντας είναι εκείνος που βρίσκεται σε μικρή διαθέσιμη ποσότητα, εξαντλείται πρώτος, ή παίρνει πρώτος μη ευνοϊκές τιμές. Έτσι γίνεται εκείνος ο παράγοντας που περιορίζει την ανάπτυξη και τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνοι για την κομποστοποίηση.

Για να μην υπάρξουν προβλήματα στην κομποστοποίηση και να προχωρήσει η διεργασία με τον βέλτιστο τρόπο πρέπει να εξετάζονται οι τροφικές και περιβαλλοντικές παράμετροι του συστήματος και να λαμβάνονται μέτρα ώστε να παραμένουν μέσα σε όρια κατάλληλα για την κομποστοποίηση. Αυτή η βασική αρχή ισχύει για όλα τα υλικά και συστήματα κομποστοποίησης, αν και οι συνέπειες από την αγνόησή της είναι ανάλογες του μεγέθους της εγκατάστασης.

1.1.3.2. Τροφικές παράμετροι

Στην κομποστοποίηση οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα οργανικά απόβλητα και έτσι πολλαπλασιάζονται και αναπτύσσονται και επιταχύνεται η διεργασία. Πρέπει λοιπόν η «τροφή» τους να είναι ισορροπημένη, και όλα τα απαραίτητα για τους μικροοργανισμούς θρεπτικά συστατικά να βρίσκονται στα οργανικά απόβλητα στην κατάλληλη αναλογία.

Άνθρακας

Ο άνθρακας δίνει την απαραίτητη ενέργεια στους μικροοργανισμούς, μέσω της οξειδωσης του κατά το μεταβολισμό, και είναι το σημαντικότερο συστατικό στη σύνθεση των τοιχωμάτων του κυττάρου και των άλλων κυτταρικών δομών. Στην οξειδωση του άνθρακα σε CO₂ οφείλεται το μεγαλύτερο μέρος της απώλειας μάζας κατά την κομποστοποίηση και η χαρακτηριστική έκλυση θερμότητας.

Εκτός από το ποσοστό του άνθρακα στα απόβλητα, σημασία για την κομποστοποίηση έχει και η χημική του μορφή. Αυτή καθορίζει τη διαθεσιμότητα του άνθρακα, δηλ. τη δυνατότητα των μικροοργανισμών να τον αφομοιώσουν. Κάποια φυσικά υλικά είναι πιο ανθεκτικά στη μικροβιακή αποσύνθεση (πολύπλοκες μορφές κυτταρίνης, λιγνίνη) και χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να διασπαστούν σε σχέση με απλούστερες οργανικές ενώσεις (σάκχαρα, πρωτεΐνες, τα περισσότερα λίπη). Ο άνθρακας π.χ. στα ξυλώδη υλικά δεν αποδομείται εύκολα, σε αντίθεση με τις κοπριές.

Από πρακτική σκοπιά, η διαθεσιμότητα του άνθρακα καθορίζει (1) την καταλληλότητα των αποβλήτων ως πηγή άνθρακα για την κομποστοποίηση, (2) το ρυθμό με τον οποίο μπορούν να διασπαστούν τα απόβλητα - και συνεπώς τον απαιτούμενο χρόνο παραμονής τους στο σύστημα, και (3) το ανώτατο όριο του λόγου του άνθρακα προς άζωτο (C/N) που δεν επιβραδύνει τη διεργασία.

Άζωτο

Σημαντικότερος είναι και ο ρόλος του αζώτου για τους μικροοργανισμούς. Το άζωτο είναι βασικά συστατικό του πρωτοπλάσματος και χωρίς αυτό οι μικροοργανισμοί δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν. Ωστόσο, η μικροβιακή δραστηριότητα (π.χ. σύνθεση οργανικών οξέων) είναι εφικτή και απουσία αζώτου.

Το άζωτο βρίσκεται σε ικανοποιητικό ποσοστό και σε διαθέσιμες μορφές στα υπολείμματα φαγητού, στα απόβλητα κήπων και πάρκων (ιδίως όταν έχουν γρασίδι), στη λάσπη βιολογικών καθαρισμών και στις διάφορες κοπριές. Αντίθετα έλλειμμα παρουσιάζεται στα ξυλώδη απορρίμματα, το χαρτί και διάφορα βιομηχανικά οργανικά απόβλητα. Η ανάμιξη με απόβλητα πλούσια σε άζωτο είναι η ενδεικνυόμενη λύση για την κομποστοποίηση φτωχών σε άζωτο αποβλήτων. Εναλλακτικά, μπορεί να προστεθεί άζωτο σε ανόργανη μορφή, π.χ. ως αζωτούχο λίπασμα.

Αναλογία Άνθρακα προς Άζωτο

Η αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C/N) είναι μια από τις σημαντικότερες τροφικές παραμέτρους. Η βέλτιστη αναλογία για την κομποστοποίηση κυμαίνεται από 20 έως 30 μέρη διαθέσιμου άνθρακα προς 1 μέρος διαθέσιμου αζώτου. Υψηλότερες τιμές του λόγου C/N, επβραδύνουν τη διεργασία της κομποστοποίησης. Κατά την ενεργή φάση της διεργασίας το πρόβλημα εκδηλώνεται με μείωση της παραγωγής θερμότητας. Όταν ο λόγος C/N είναι χαμηλότερος από περίπου 18-19/1, το πλεόνασμα του αζώτου χάνεται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή αμμωνίας. Μπορούν έτσι να προκληθούν δυσάρεστες οσμές, και να αυξηθεί το pH σε επίπεδα δυσμενή για την κομποστοποίηση.

Άλλα θρεπτικά συστατικά

Ανάμεσα στα μάκρο (άνθρακας, άζωτο) και τα μικρο-θρεπτικά στοιχεία (ιχνοστοιχεία), βρίσκονται στοιχεία όπως ο φώσφορος, το κάλιο και το ασβέστιο. Συνήθως αυτά τα στοιχεία υπάρχουν σε ικανοποιητικές, ή τουλάχιστον επαρκείς μορφές στα περισσότερα οργανικά απόβλητα ζωικής και γεωργικής προέλευσης. Το κάλιο ωστόσο μπορεί να έχει χαμηλή συγκέντρωση στη λάσπη βιολογικών καθαρισμών, αν και σπάνια αποβαίνει περιοριστικός παράγοντας. Ελλείψεις σε μικροστοιχεία παρατηρούνται σπάνια.

1.1.3.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι

Οι τρεις παράμετροι-κλειδιά για την κομποστοποίηση είναι ο αερισμός (για οξυγόνωση και απαγωγή θερμότητας), το ποσοστό υγρασίας και η θερμοκρασία. Η κατανόηση των μεταξύ τους σχέσεων και της επίδρασής τους στη διεργασία, και η κατάλληλη ρύθμισή τους είναι απαραίτητες για τη γρήγορη και σωστή κομποστοποίηση και την παραγωγή καλής ποιότητας κομποστ. Οι τρεις αυτές παράμετροι συνδέονται άμεσα μεταξύ τους, και η μεταβολή οποιασδήποτε από τις τρεις μεταβάλλει αντίστοιχα και τις υπόλοιπες.

Αερισμός

Η κομποστοποίηση είναι μια αερόβια διαδικασία και ως τέτοια χρειάζεται παροχή αέρα για αναπλήρωση του οξυγόνου μέσα στη μάζα των αποβλήτων που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς. Για να είναι αποτελεσματικός ο αερισμός πρέπει τα απόβλητα να έχουν «δομή» ώστε να υπάρχουν κενά ανάμεσα στα σωματίδια της μάζας που κομποστοποιείται, όπου να μπορεί να εισχωρήσει εύκολα ο φρέσκος αέρας. Για το σκοπό αυτό συχνά προστίθενται διογκωτικά υλικά (άχυρο, τεμάχια ξύλου κ.α.), ιδίως όταν τα απόβλητα δεν έχουν από μόνα τους μια δομή (π.χ. λάσπη βιολογικών καθαρισμών, κομμένο γρασίδι). Αν το ποσοστό υγρασίας είναι πολύ υψηλό, το νερό καταλαμβάνει τον κενό χώρο ανάμεσα στα σωματίδια του κομποστού και ο αερισμός γίνεται δυσχερής.

Όμως η οξυγόνωση δεν είναι η μοναδική λειτουργία του αερισμού. Εξ' ίσου βασικός είναι και ο ρόλος του στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σωρού σε ευνοϊκά για την κομποστοποίηση επίπεδα. Όπως προαναφέρθηκε, κατά την κομποστοποίηση εκλύεται θερμότητα η οποία ανεβάζει τη θερμοκρασία του σωρού. Αν δεν ελεγχθεί, η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει σε απαγορευτικά για τους μικροοργανισμούς επίπεδα, ξεπερνώντας τους 70 °C. Σε τόσο υψηλές θερμοκρασίες, οι μικροοργανισμοί πεθαίνουν ή αδρανοποιούνται και η διεργασία επιβραδύνεται ή και σταματά εντελώς. Δηλαδή, κατά την κομποστοποίηση οι μικροοργανισμοί έχουν την τάση να «αυτοκτονήσουν θερμικά» και είναι στόχος του αερισμού να εμποδίσει την «αυτοκτονία» διατηρώντας τη θερμοκρασία γύρω στους 55 °C.

Η ποσότητα του αέρα που χρειάζεται για την ψύξη του σωρού είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για την οξυγόνωση. Καθώς ο ψυχρός εισερχόμενος αέρας θερμαίνεται, περνώντας μέσα από το σωρό, αυξάνει το σημείο κορεσμού του σε υδρατμούς. Έτσι, εξατμίζεται νερό μέσα από το σωρό και ελαττώνεται το ποσοστό υγρασίας του κομποστού. Επιτυγχάνεται έτσι μια «βιολογική» ξήρανση των αποβλήτων, παράλληλα με τον μετασχηματισμό τους σε πιο σταθερές μορφές.

Στα απλούστερα συστήματα κομποστοποίησης, όπου δεν υπάρχει μηχανικός αερισμός του σωρού, τόσο η οξυγόνωση όσο και η ψύξη γίνονται με «γυρίσματα» (δηλαδή με κατάλληλη ανάδευση) του σωρού. Η συχνότητα του γυρίσματος εξαρτάται

από το είδος των υλικών και το στάδιο της διεργασίας, και έχει πρωταρχικό στόχο τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σωρού.

Υγρασία

Όπως προαναφέρθηκε, η αλληλεξάρτηση ανάμεσα στην υγρασία και τον αερισμό προκύπτει από το γεγονός ότι ο αποτελεσματικός αερισμός της μάζας του κομπόστ στο σωρό εξαρτάται από τα διάκενα (πόρους) ανάμεσα στα σωματίδια του κομπόστ. Καθώς αυξάνει η υγρασία οι πόροι γεμίζουν νερό, τα διάκενα όπου μπορεί να κυκλοφορήσει ο αέρας μειώνονται και αρχίζουν να επικρατούν αναερόβιες συνθήκες σε τμήματα του σωρού.

Από την άλλη μεριά, η κομποστοποίηση είναι μια βιολογική διεργασία που οφείλεται κατά κύριο λόγο σε βακτήρια, των οποίων η μεταβολική δραστηριότητα πραγματοποιείται στην υγρή φάση. Θεωρητικά δεν υπάρχει ανώτατο όριο υγρασίας για τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών. Ωστόσο, οι τεχνικές δυσκολίες και η οικονομική επιβάρυνση που συνεπάγεται ο επαρκής αερισμός ενός υγρού, θέτουν ένα ανώτατο όριο στο ποσοστό υγρασίας, για βέλτιστη κομποστοποίηση. Η βέλτιστη υγρασία εξαρτάται εν μέρει από τη σύνθεση και τη φυσική δομή των υλικών προς κομποστοποίηση. Έτσι μπορεί να είναι υψηλότερη για υλικά με γερή φυσική δομή (π.χ. απόβλητα όπου άχυρο, πριονίδια, ξερά φύλλα ή τεμαχίδια ξύλου είναι τα κύρια συστατικά), ενώ υλικά όπως το χαρτί, υπολείμματα φαγητού, και γρασίδι, τα οποία τείνουν να συμπιεσθούν πρέπει να έχουν χαμηλότερο ποσοστό νερού.

Κατά κανόνα, η αρχική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ στο 60-70% και να μην αφήνεται να πέσει κάτω από 30-35%. Κάτω από το 25%, η μικροβιακή δραστηριότητα παρεμποδίζεται ισχυρά, ενώ κάτω από 10-15% σταματά τελείως. Μια συνέπεια της έλλειψης νερού είναι ότι, καθώς εμποδίζεται η μικροβιακή δραστηριότητα, το υλικό δίνει μια ψευδή εικόνα σταθεροποίησης. Έτσι μπορεί να διατεθεί ως έτοιμο κομπόστ στην αγορά. Όταν όμως ξαναβραχεί, στο χωράφι ή τον κήπο, η μικροβιακή δραστηριότητα επανακάμπτει και μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα στα φυτά ή να απελευθερώσει δυσάρεστες οσμές.

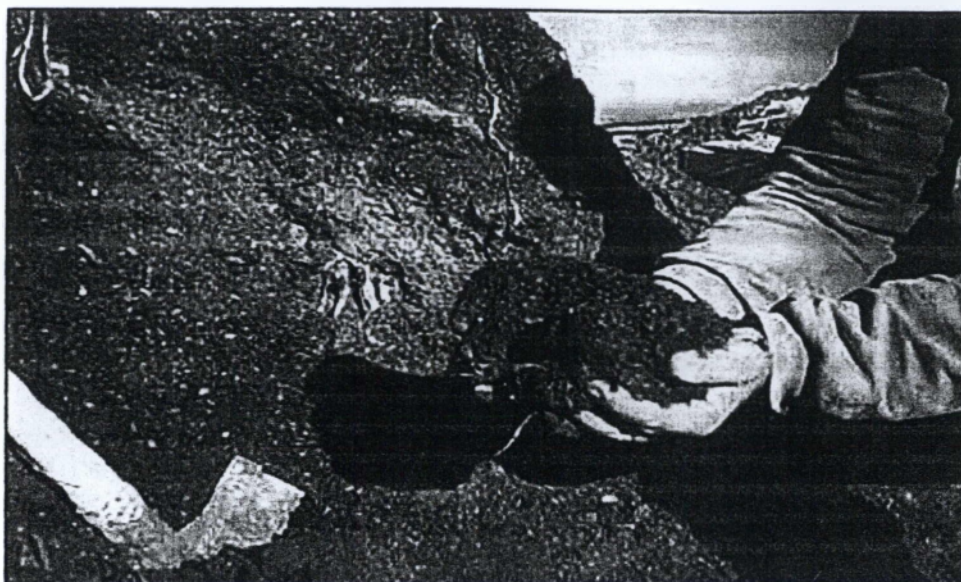
Θερμοκρασία

Καθώς οι μικροοργανισμοί αποδομούν τα οργανικά συστατικά στα απορρίμματα παράγεται θερμότητα η οποία εγκλωβίζεται στη μάζα του σωρού και ανεβάζει τη θερμοκρασία. Αρχικά η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών, οι οποίοι παράγουν περισσότερη θερμότητα και αυξάνουν και άλλο τη θερμοκρασία, σε έναν αλληλο-ενισχυόμενο κύκλο. Όταν όμως η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 45-50 °C, η δραστηριότητα των μικροοργανισμών αρχίζει να ελαττώνεται και πάνω από τους 75 °C πρακτικά μηδενίζεται. Έτσι για να πετύχουμε το μέγιστο ρυθμό βιο-αποδόμησης των οργανικών υλικών, πρέπει να διατηρήσουμε τη θερμοκρασία σε ευνοϊκά για τους μικρο-οργανισμούς επίπεδα.

Ο άλλος ρόλος της θερμοκρασίας στην κομποστοποίηση είναι ότι η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες για κάποιο χρονικό διάστημα καταστρέφει πιθανούς παθογόνους οργανισμούς για τον άνθρωπο, τα ζώα και τα φυτά. Πρέπει λοιπόν να ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία σε τέτοια επίπεδα ώστε αφ' ενός να μην παρεμποδίζεται η δραστηριότητα των ωφέλιμων μικροοργανισμών και αφ' ετέρου να καταστρέφονται αποτελεσματικά οι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Μία θερμοκρασία γύρω στους 55 °C που θα διατηρηθεί για τουλάχιστον 3 ημέρες σε όλη τη μάζα του σωρού θεωρείται αρκετή για την καταστροφή των παθογόνων.

1.1.4. Χαρακτηριστικά κατάλληλου κομπόστ

Το κύριο χαρακτηριστικό για μια ασφαλή εφαρμογή του κομπόστ στο χώμα είναι ο βαθμός της σταθερότητας ή ωριμότητας του. Ο όρος αυτός σημαίνει σταθερό περιεχόμενο οργανικής ουσίας, απουσία φυτοτοξικών ενώσεων και παρουσία φυτικών ή ζωικών παθογόνων. Η ωριμότητα συνδέεται με τη δυνατότητα ανάπτυξης των φυτών ή τη φυτοτοξικότητα (Iannotti *et al.*, 1993), ενώ η σταθερότητα συσχετίζεται συχνά με τη μικροβιακή δραστηριότητα του κομπόστ (Paredes *et al.*, 2002). Εντούτοις, και η σταθερότητα και η ωριμότητα πηγαίνουν μαζί, δεδομένου ότι οι φυτοτοξικές ενώσεις παράγονται από τους μικροοργανισμούς στα ασταθή κομπόστ.



Εικόνα 1.4. Χωνεμένη κοπριά

Διάφορα κριτήρια και παράμετροι έχουν προταθεί για τη δοκιμή της ωριμότητας του κομπόστ. Τα φυσικά χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, η μυρωδιά και η θερμοκρασία δίνουν μια γενική ιδέα του σταδίου αποσύνθεσης που επιτυγχάνεται, αλλά δίνουν λίγες πληροφορίες όσον αφορά στο βαθμό ωρίμανσης. Για να επιτευχθεί το ανωτέρω αντικείμενο, χημικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρέως, συμπεριλαμβανομένης της μέτρησης της αναλογίας C/N, το προσδιορισμό του ανόργανου αζώτου, της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, καθώς επίσης και του βαθμού ύγρανσης της οργανικής ουσίας. Ο βαθμός ωριμότητας μπορεί επίσης να αποκαλυφθεί με τις βιολογικές μεθόδους που περιλαμβάνουν τη βλάστηση σπόρου και το μήκος ρίζας (Zuccopì *et al.*, 1981), δεδομένου ότι τα ανώριμα κομπόστ μπορούν να περιέχουν φυτοτοξικές ουσίες όπως τα φαινολικά οξέα και τα πτητικά λιπαρά οξέα (Paredes *et al.*, 1999). Τέλος, η ωριμότητα του κομπόστ μπορεί να αξιολογηθεί από τη μικροβιακή σταθερότητά του, που καθορίζεται με τον υπολογισμό της μικροβιακής βιομάζας και τη δραστηριότητα και τη συγκέντρωση των εύκολοδιασπαστών συστατικών (Flynn *et al.*, 1996).

1.1.5. Ιδιότητες διαφόρων προϊόντων κομπόστ

Κομπόστ με απορρίμματα βιολογικών καθαρισμών:

- Συγκρατούν πολύ υγρασία.
- Είναι πιο συνεκτικά και συμπαγή
- Εμποδίζουν την καλή αερόβια ζύμωση
- Στην εφαρμογή αποδομούνται γρήγορα και συνιστάται η ανάμειξη τους με πριονίδια, φλούδια και αλεσμένους φλοιούς που ανεβάζουν τη σχέση C/N και αποφεύγεται η απώλεια N.
- Κίνδυνος παρουσίας βαριών μετάλλων.

Κομπόστ με απορρίμματα σταφυλιών:

- Είναι όξινα υλικά και ενδείκνυται η ασβέστωση τους
- Αυξημένη περιεκτικότητα σε K

Κομπόστ γαιοσκωλήκων:

- Συνίστανται από κοπριά, άχυρα, πριονίδια.
- Προϊόν κοκκώδες



Εικόνα 1.5. Σωρός χωνεμένης κοπριά

Κομπόστ σκουπιδιών:

- Τα σκουπίδια διαλέγονται, αλέθονται, κοσκινίζονται, (2- 5 χιλιοστά), ώστε να ευνοηθεί η αερόβια ζύμωση.
- Η σχέση C/N ρυθμίζεται στο 35%, η υγρασία στο 50% και θεωρείται ώριμο υλικό όταν η σχέση (οργανική ουσία) /N γίνει <50, η οργανική ουσία >20% και η περιεκτικότητα σε N <2%.
- Εάν κατά τη ζύμωση αναπτυχθούν θερμοκρασίες 60 - 70 °C, τότε η ωρίμανση του υλικού μπορεί να ολοκληρωθεί σε διάστημα μικρότερο της εβδομάδας.
Προσοχή στην περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα.

1.1.6. Βιολογική αξία του κομπόστ

Το κομπόστ αποτελεί ιδανικό οργανικό λίπασμα που αξιοποιείται καλύτερα όσο πιο γρήγορα χρησιμοποιηθεί μετά το πέρας της διαδικασίας της κομποστοποίησης. Άλλως, θα πρέπει το κομπόστ να προστατεύεται από τον ήλιο και τη βροχή, με τη βοήθεια κάποιου υλικού. Η περιεκτικότητά του σε θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται από τα υλικά της κομποστοποίησης και κυμαίνεται συνήθως από 1-2% άζωτο, 0,5-1% φώσφορο και 0,5-1% κάλιο. Επίσης, περιέχει και ιχνοστοιχεία σε αξιόλογες ποσότητες.

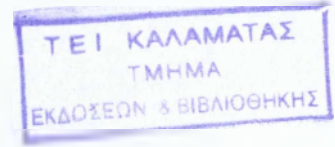
Η χρήση του κομπόστ στη βιολογική γεωργία, έχει επίσης συμβολή και στην αντιμετώπιση και τον έλεγχο ορισμένων ασθενειών, λόγω της περιεκτικότητας σε συγκεκριμένα λιπαρά οξέα, τα οποία είναι τοξικά για ορισμένους φυτοπαθογόνους μυκητες και βακτήρια. Επίσης, έχουν ανιχνευθεί οιαφορες φυσικες ορμονες, οπως οι κυτοκινίνες, οι οποίες συνεπικουρούν την αντίσταση των φυτών απέναντι σε συγκεκριμένους τύπους νηματωδών.

Το χωνεμένο κομπόστ έχει pH περίπου ουδέτερο, γεγονός που της επιτρέπει να εφαρμοστεί τόσο σε όξινα όσο και σε αλκαλικά εδάφη. Η ικανότητα αυτή του κομπόστ, σε συνδυασμό με τη διόρθωση και αύξηση της γονιμότητας του εδάφους, συμβάλει ουσιαστικά στην ομαλότερη και ικανοποιητικότερη πρόσληψη υπό των φυτών, των θρεπτικών στοιχείων του εδαφικού διαλύματος.

Επίσης, η βελτίωση της δομής του εδάφους, είναι ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης του κομπόστ, το οποίο έχει θετική συμβολή στην αποσυμπίεση του εδάφους, τη βελτίωση του πορώδους και του αερισμού του και γενικότερα των δομικών εκείνων χαρακτηριστικών του εδαφους που επηρεαζουν σημαντικα την αναπτυξη και αποδοση των φυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ



2.1. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Η παραγωγή γεωργικών προϊόντων μέχρι το 1950 ήταν ανεπαρκής για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών της γης, αλλά κατά τη μετέπειτα περίοδο 1950-70 αυξήθηκε σημαντικά λόγω κυρίως της δημιουργίας αποδοτικότερων ποικιλιών ή υβριδίων (πρασινή επανάσταση). Από το 1970 και μετά είναι η περίοδος της υπερεπάρκειας των γεωργικών προϊόντων κυρίως στις αναπτυγμένες χώρες, η οποία ήταν αποτέλεσμα 1) της καλλιέργειας των αποδοτικότερων ποικιλιών ή υβριδίων, 2) της πλήρους εκμηχάνισης της γεωργίας και 3) της χρήσης λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων (γεωργικά φάρμακα ή φυτοφάρμακα ή παρασιτοκτόνα ή βιοκτόνα).

Η προστασία των φυτών από έντομα, ακάρεα, νηματώδεις, ζιζάνια, μύκητες, βακτήρια, (το σημαντικότερο πρόβλημα κατά την παραγωγή γεωργικών προϊόντων) κατά την περίοδο αυτή (1960-80) βασίστηκε κυρίως στην εφαρμογή των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Αυτό έγινε επειδή αυτά πλεονεκτούν έναντι των άλλων μεθόδων φυτοπροστασίας διότι α) είναι εύκολα στην εφαρμογή, β) είναι πιο αποτελεσματικά, γ) έχουν ευρύ φάσμα δράσης, δ) εκδηλώνουν τη δράση τους σε σύντομο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή, ε) έχουν μεγάλη αξιοπιστία (επαναληψιμότητα) και στ) είναι χαμηλότερου κόστους. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα είχαν ως συνέπεια την αύξηση του δείκτη χρήσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων από το 1960 μέχρι το 1987 κατά 150%, ενώ την ίδια περίοδο η χρήση των εργατικών χεριών μειώθηκε κατά 50%. Η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε συνδυασμό, όπως προαναφέρθηκε, με την πλήρη εκμηχάνιση της γεωργίας και την ανάπτυξη-εφαρμογή περισσότερων χημικώς συντιθέμενων λιπασμάτων συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση της παραγωγής.

Δυστυχώς όμως οι αλλαγές που έφερε η μαζική χρήση των λιπασμάτων, των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, των γεωργικών μηχανημάτων, των νέων αρδευτικών συστημάτων καθώς και η εγκατάλειψη παραδοσιακών τρόπων καλλιέργειας και εκτροφής των ζώων, έδωσαν νέα ώθηση στη γεωργία, η οποία αύξησε μεν το γεωργικό εισόδημα, αλλά παράλληλα δημιούργησε προβλήματα τόσο στην αγροτική εκμετάλλευση, όσο και στο ευρύτερο περιβάλλον της και επομένως στο κοινωνικό σύνολο.

Η μη ορθολογική διαχείριση του εδάφους και του νερού σε συνδυασμό με τη μη ορθή χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και των λιπασμάτων στη συμβατική γεωργία είχαν ως συνέπεια:

- Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και υποβάθμιση της διατροφής. Τα 2/3 των δηλητηριάσεων στη χώρα μας οφείλονται σε φυτοφάρμακα. Οι μακροχρόνιες συνέπειες των φυτοφαρμάκων στην υγεία είναι πολύ σημαντικές.
- Τη ρύπανση των νερών από τα αγροχημικά (ευτροφισμός των επιφανειακών υδάτινων αποθεμάτων και στη συνέχεια και των υπόγειων).
- Τη σπατάλη πολύτιμου νερού (υπεράντληση, αλατοποίηση εδαφών). Από την άλλη μεριά, οι χείμαρροι διοχετεύουν νερό που πάει χαμένο στη θάλασσα, ιδιαίτερα την καλοκαιρινή ξηροθερμική περίοδο που στη χώρα μας είναι ξερή,
- Τη μείωση της βιοποικιλότητας και απώλεια βιοτόπων.
- Την ανάπτυξη έχθρων με ανθεκτικότητα στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα και την εμφάνιση νέων έχθρων στα καλλιεργούμενα φυτά.
- Την παρουσία υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα παραγομένα προϊόντα, στο εοσφοσ και στα νερα και την τοξικότητα σε οργανισμούς μη στόχους.
- Τη μετατροπή της γεωργίας σε πολύ ενεργοβόρα. Αν η ενέργεια μετρηθεί αντικειμενικά και όχι οικονομικά, ξοδεύουμε περισσότερη ενέργεια για να παράγουμε κάτι από την ενέργεια που κερδίζουμε από το προϊόν. Οι γεωργικές εκτάσεις κατάντησαν “εργοστάσια χωρίς σκεπή”.
- Την απώλεια πολύτιμου εδάφους, με τη διαδικασία της διάβρωσης, λόγω της εντατικής εκμετάλλευσης, των βαριών μηχανημάτων κλπ. Στην Ελλάδα

υπάρχουν μεγάλες εδαφικές κλίσεις και φτωχή προστατευτική φυτοκάλυψη. Η διάβρωση θεωρείται για τη χώρα μας το μεγάλο γεωργικό και περιβαλλοντικό πρόβλημα: 35 τετραγωνικά χιλιόμετρα σε βάθος 2,5 μέτρων χάνονται κάθε χρόνο, κάτι που ισοδυναμεί με έκταση της νήσου Πάρου ή με την Αργολική πεδιάδα. Αυτό το έδαφος χάνεται για πάντα πρακτικά, αφού η εδαφογένεση είναι μια διαδικασία που γίνεται στη φύση πολύ αργά. Το 15% της ελληνικής γης θεωρείται ήδη έρημος, ενώ το 10% ήδη αλατωμένο από κακή άρδευση και λίπανση.

- Την εγκατάλειψη της γεωργικής γης και η μετατροπή της σε βιομηχανική, τουριστική, οικιστική κλπ. Η υποβάθμιση της ορεινής και ημιορεινής γης φτάνει στη χώρα μας το 50% της γεωργικής, δηλ. το 20% της ελληνικής γης συνολικά. Η λογική της “οριακής εκμετάλλευσης” χειροτερεύει τα πράγματα.
- Την αποαgroτοποίηση του πληθυσμού, με ό,τι αυτό μπορεί να σημαίνει (κοινωνικά προβλήματα, αστυφιλία, έλλειψη αστικής υποδομής, διατροφική εξάρτηση).

2.2. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Όπως προαναφέρθηκε η γεωργία έχει αλλάξει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, λύνοντας πολλά προβλήματα και δημιουργώντας, όμως, άλλα. Η διαπίστωση όλων αυτών των ανεπιθύμητων επιδράσεων, οι πιέσεις των οικολογικών οργανώσεων για καλύτερο περιβάλλον, αλλά και οι απαιτήσεις των καταναλωτών για προϊόντα υψηλότερης ποιότητας και ασφαλέστερα από υγιεινής πλευράς είχαν ως αποτέλεσμα την αναπτυξη ενός φιλικότερου στον άνθρωπο και το περιβάλλον εναλλακτικού τρόπου άσκησης γεωργίας.

Αυτός ο εναλλακτικός τρόπος άσκησης γεωργίας είναι η ολοκληρωμένη γεωργία (IA, Integrated Agriculture) ή η ευρύτερα γνωστή στη χώρα μας ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής (ICM, Integrated Crop Management). Ο τρόπος αυτός άσκησης γεωργίας βασίζει την παραγωγή των γεωργικών προϊόντων στην ορθολογικότερη διαχείριση πόρων (έδαφος, νερό) και στην ορθότερη χρήση των

εισροών (ενέργεια, νερό, λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα). Ειδικότερα, θέτει ως βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων τη συμμόρφωση ως προς την ισχύουσα νομοθεσία σε θέματα περιβάλλοντος (διαχείριση φυσικών πόρων) και χρήσης εισροών, αλλά και συμμόρφωση ως προς τις αρχές της ορθής γεωργικής πρακτικής (GAP, Good Agricultural Practice). Συγκεκριμένα, η εφαρμογή συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής προϋποθέτει συμμορφώσεις που έχουν σχέση με 1) την επιλογή του πολλαπλασιαστικού υλικού, 2) τη διαχείριση του εδάφους, 3) την άρδευση, 4) τη θρέψη του φυτού (λίπανση), 5) τη φυτοπροστασία, 6) τις καλλιεργητικές φροντίδες, 7) τον εξοπλισμό και την ενέργεια, 8) τη συγκομιδή και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς, 9) το περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα, 10) τη διαχείριση των ρύπων και, 11) την ασφάλεια των εργαζομένων.

Γενικότερα η λίπανση (κάλυψη των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία) στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής γίνεται με βάση τα στοιχεία της εδαφολογικής ανάλυσης, τη φυλλοδιαγνωστική, τη μακροσκοπική παρατήρηση των φυτών, το ιστορικό του εδάφους και της καλλιέργειας, καθώς και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Όσον αφορά την αντιμετώπιση των προβλημάτων της φυτοπροστασίας στην ολοκληρωμένη διαχείριση της παραγωγής συνιστάται να γίνεται μέσω προγραμμάτων ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας, όπου η φυτοπροστασία των καλλιεργούμενων φυτών από εχθρούς, ασθένειες και ζιζάνια γίνεται με την ελάχιστη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, και κυρίως με τη μικρότερη διατάραξη του περιβάλλοντος.

Η προοπτική εφαρμογής της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής στη χώρα μας είναι μεγάλη, αφού, όπως προαναφέρθηκε, η γεωργία αυτή βασίζεται σε επιστημονικές γνώσεις, οι οποίες μπορούν να εγγυηθούν την προστασία της παραγωγής επαρκών ποσοτήτων, υψηλής ποιότητας και ασφάλειας γεωργικών προϊόντων, και μάλιστα με τη μικρότερη επιβάρυνση στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

Το σύστημα της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής πλεονεκτεί έναντι της συμβατικής γεωργίας στο ότι παρέχουν τη δυνατότητα πιστοποίησης τους μετά από καταγραφή και έλεγχο των διαδικασιών. Αυτό παραγωγικά σημαίνει πιστοποίηση και του παραγόμενου προϊόντος, το οποίο ακολούθως γίνεται εύκολα αναγνωρίσιμο (επώνυμο) και αγοράζεται με εμπιστοσύνη από τους καταναλωτές (χωρίς να χρειάζεται διαφήμιση για να πωληθεί) και ορισμένες φορές σε υψηλότερη τιμή.

Τα όσα προαναφέρθηκαν οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής θα έχει πολλά πλεονεκτήματα για τη

γεωργία και το περιβάλλον της χώρας μας, αφού θα συμβάλει στην παραγωγή επαρκών ποσοτήτων με τη μικρότερη επιβάρυνση στον άνθρωπο και το περιβάλλον, καλύτερης ποιότητας και μεγαλύτερης ασφάλειας προϊόντων σε σύγκριση με εκείνα της συμβατικής γεωργίας, τα οποία θα διευκολύνουν τη διάθεση τους στην αγορά και θα βελτιώσουν τελικά την επιδιωκόμενη από όλους μας ανταγωνιστικότητα της ελληνικής γεωργίας διεθνώς.

Το κομπόστ μπορεί να παρέχει μια πρόσθετη πηγή τροφής για τα μικρόβια και άλλα ζωντανούς οργανισμούς που ζουν στο έδαφος. Έχει γίνει πολλή έρευνα για τη δυνατότητα του compost για να κατασταλούν διάφορες ασθένειες του χώματος. Ενώ θετικά αποτελέσματα έχουν καταδειχθεί, είναι επίσης αρκετά μεταβλητά. Πολλοί άνθρωποι ενδιαφέρονται για μια γενική καταστολή που το compost μπορεί να αποσπάσει, αλλά ορισμένες ασθένειες των φυτών δεν επηρεάζονται πολύ από αυτό. Πολύ περισσότερη εργασία σε αυτήν την περιοχή απαιτείται για τους καλλιεργητές για να θεωρηθεί το compost ως αξιόπιστη τεχνική καταστολής ασθενειών.

2.3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΡΟΛΟ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Τα φυτά μπορεί να υποστούν από μερική ζημία έως και την ολοκληρωτική μάρανση τους ως αποτέλεσμα προσβολής των σπόρων, των βλαστών, φύλλων και ριζικού συστήματος από ένα ευρύ φάσμα ασθενειών που προκαλούν μικροοργανισμοί, έντομα, και νηματώδεις. Οι επαγγελματίες αγρότες υφίστανται εκατομμύρια ευρώ απωλειών ετησίως ως αποτέλεσμα αυτών των ζημιών. Τα προηγούμενα 40 έως 50 έτη, τα συνθετικά φυτοφάρμακα χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται για να καταστείλουν αυτά τα προβλήματα. Η χρήση πολλών από αυτά τα κοινά φυτοφάρμακα, ιδιαίτερα τα καπνογόνα εδάφους που είναι αποτελεσματικά για την καταστολή διαφόρων μυκήτων και νηματωδών έχουν απαγορευθεί ή σοβαρά περιορισθεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 20 ετών. Όλο και περισσότερα πρότυπα που σχεδιάζονται αυστηρά για να προστατεύσουν τους εργαζομένους που ασχολούνται με την γεωργία από την έκθεση φυτοφαρμάκων επίσης έχουν αναπτυχθεί. Αυτοί οι περιορισμοί στη χρήση φυτοφαρμάκων έχουν προκαλέσει το ουσιαστικό ενδιαφέρον για χρησιμοποίηση φυσικών βιολογικών διαδικασιών για να ελεγχθούν τα παράσιτα και τα παθογόνα

(αρρακτικά και παρασιτοειδή έντομα, ανταγωνιστικοί μύκητες και άλλοι βιολογικοί παράγοντες).

Υπάρχουν δύο τύποι καταστολής των ασθενειών: ο ειδικός και ο γενικός. Συγκεκριμένα ο ειδικός τύπος καταστολής έχει ως σκοπό από ένα οργανισμό να ελεγχθεί άμεσα ένα γνωστό παθογόνο. Αυτές είναι περιπτώσεις όπου ένας βιολογικός παράγοντας εισάγεται στο έδαφος με συγκεκριμένο σκοπό ώστε να μειώσει την προσβολή του παθογόνου. Η γενική καταστολή είναι το αποτέλεσμα μιας υψηλής βιοποικιλότητας των μικροβιακών πληθυσμών που δημιουργούν συνθήκες δυσμενείς για την ανάπτυξη των παθογόνων.

Ένα καλό παράδειγμα ειδικής καταστολής παρέχεται από μια στρατηγική που χρησιμοποιείται για να ελέγξει το παθογόνο *Rhizoctonia solani*, το όποιο υπό δροσερές θερμοκρασίες και υγρές εδαφολογικές συνθήκες, θανατώνει τα νεαρά σπορόφυτα. Οι ωφέλιμοι μύκητες, *Trichoderma*, εντοπίζουν το *Rhizoctonia* μέσω μιας χημικής ουσίας που απελευθερώνεται από το παθογόνο. Τότε ο ωφέλιμος μύκητας περιτυλίγει τις υφές του παθογόνου μπλέκουν το παθογόνων και απελευθεώνει ένζυμα που αφυδατώνουν τα κύτταρα του παθογόνου (*Rhizoctonia*), και ενδεχόμενος το θανατώνουν (εικόνα 2.1.).



Εικόνα 2.1.

Η εισαγωγή ενός ωφέλιμου οργανισμού στα εδάφη τυχαίως μπορεί να επιτύχει την καταστολή ασθενειών για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όμως εάν το παθογόνο δεν είναι παρόν στο έδαφος και οι νέοι εισερχόμενοι οργανισμοί δεν είναι ανταγωνιστικοί με τους υπάρχοντες μικροοργανισμούς, τότε οι πηγές θρεπτικών στοιχείων για το νεοεισερχόμενο οργανισμό δεν θα είναι άφθονες και σε συνδυασμό με τυχόν

ανεπαρκείς εδαφολογικές συνθήκες, ο εισαχθείς ωφέλιμος οργανισμός δεν θα επιζήσει. Έτσι αποδεικνύεται ότι αυτή η πρακτική δεν είναι επαρκής ώστε να διατηρήσει το έδαφος απαλλαγμένο από το παθογόνο. Είναι όπως τη φύτευση των λουλουδιών στην έρημο και την αναμονή τους για να επιζήσουν χωρίς νερό.

Ένα έδαφος θεωρείται κατασταλτικό όταν παρά τις ευνοϊκές συνθήκες για το παθογόνο, το παθογόνο δεν εκδηλώνει καμία ασθένεια, ή εγκαθίσταται και εκδηλώνει την ασθένεια για έναν σύντομο χρονικό διάστημα και έπειτα ακολουθεί πτώση. Αυτή η κατασταλτικότητα συνδέεται από τα είδη και τον αριθμό των οργανισμών του εδάφους, το επίπεδο γονιμότητας, και τη φύση του ίδιου του εδάφους (σύσταση). Οι μηχανισμοί από τους οποίους οι οργανισμοί των ασθενειών καταστέλλονται σε αυτά τα εδάφη περιλαμβάνουν την προσκληθείσα αντίσταση, τον άμεσο παρασιτισμό (ένας οργανισμός που παρασιτεί άλλο), το θρεπτικό ανταγωνισμό, και την άμεση παρεμπόδιση μέσω των αντιβιοτικών που εκκρίνονται από τους ωφέλιμους οργανισμούς.

Επιπλέον, η ανταπόκριση των φυτών που αναπτύσσονται στο έδαφος συμβάλλουν στην κατασταλτικότητα. Αυτό είναι γνωστό ως προκληθείσα αντίσταση (induced resistance) και εμφανίζεται όταν η ριζόσφαιρα (εδαφολογική περιοχή γύρω από τις ρίζες των φυτών) εμβολιάζεται με ένα αδύναμο τοξικό παθογόνο. Έτσι αφού τα φυτά προκληθούν από το αδύναμο παθογόνο, αναπτύσσουν την ικανότητα για να ανταποκριθούν αποτελεσματικά σε τυχόν μελλοντική προσβολή από ένα πιο τοξικό παθογόνο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η προσθήκη του ώριμου κομπόστ σε ένα χώμα προκαλεί την ανθεκτικότητα στις ασθένειες σε πολλά είδη φυτών.

Το επίπεδο αντίστασης στα παθογόνα συσχετίζεται χαρακτηριστικά με το επίπεδο της συνολικής μικροβιολογικής δραστηριότητας σε ένα έδαφος. Όσο μεγαλύτερη η ενεργός μικροβιακή βιομάζα, τόσο μεγαλύτερη η ικανότητα να χρησιμοποιηθεί ο άνθρακας, οι θρεπτικές ουσίες και η ενέργεια στο έδαφος, χαμηλώνοντας κατά συνέπεια τη διαθεσιμότητά τους στα παθογόνα. Με άλλα λόγια, ο ανταγωνισμός για τις θρεπτικές ουσίες είναι υψηλός, δεδομένου ότι οι περισσότερες εδαφολογικές θρεπτικές ουσίες είναι εμπλεγμένες στους μικροβιακούς οργανισμούς.

Η προσθήκη κομπόστ στο έδαφος μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα ευρύ φάσμα από τεχνικές, συμπεριλαμβανόμενης της κάλυψης της καλλιέργειας, της αμειψισποράς, της προσθήκης κοπριάς οι οποίες προσθέτουν οργανική ουσία στο έδαφος. Όμως η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ του κομπόστ και των άλλων τεχνικών είναι ότι η οργανική ουσία στο κομπόστ είναι ήδη "χωνεμένη". Η άλλες τεχνικές απαιτούν η πέψη

να πραγματοποιηθεί στο έδαφος, το οποίο έτσι επιτρέπει την αναερόβια και την αερόβια αποσύνθεση της οργανικής ουσίας. Η κατάλληλα κομποστοποιημένη οργανική ουσία αφομοιώνεται κυρίως μέσω των αερόβιων διαδικασιών. Αυτές οι διαφορές έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο έδαφος και τη θρεπτική διαχείριση, καθώς επίσης και τη διαχείριση υγιεινής των φυτών και των παρασίτων. Οι χημικές ουσίες που αφήνονται μετά από την αναερόβια αποσύνθεση μειώνουν κατά ένα μεγάλο μέρος την ποιότητα του κομπόστ.

Γενικότερα θα λέγαμε ότι το κομπόστ είναι αποτελεσματικό επειδή ενθαρρύνει ένα πιο διαφορετικό εδαφολογικό περιβάλλον στο οποίο ένα πλήθος μυριάδα εδαφολογικών οργανισμών κυριαρχεί. Το οργανικό λίπασμα ενεργεί ως πηγή τροφής και καταφύγιο για τους ανταγωνιστές που ανταγωνίζονται τα παθογόνα των φυτών, για εκείνους τους οργανισμούς που παρασιτούν τα παθογόνα, και για εκείνα τα ωφέλιμα που παράγουν αντιβιοτικά. Για παράδειγμα οι προσβολές από τα παθογόνα *Pythium* και *Phytophthora* καταστέλλονται γενικά από τους υψηλούς αριθμούς και την ποικλομορφία των ωφέλιμων μικροοργανισμών που βρίσκονται στο κομπόστ.

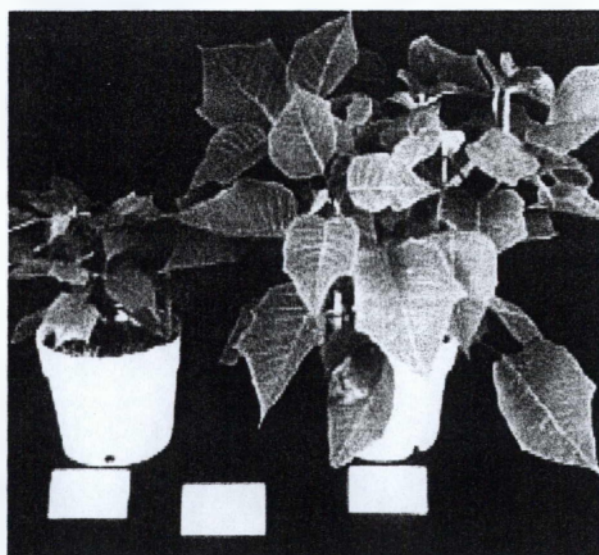
Συμπερασματικά ο έλεγχος ασθενειών με το κομπόστ έχει αποδοθεί σε τέσσερα πιθανούς μηχανισμούς: (1) επιτυχής ανταγωνισμός για τις θρεπτικές ουσίες από ωφέλιμους μικροοργανισμούς (2) παραγωγή αντιβιοτικών από ωφέλιμους μικροοργανισμούς (3) επιτυχής εγκατάσταση των ωφέλιμων μικροοργανισμών ενάντια στα παθογόνα και (4) ενεργοποίηση των ανθεκτικών στις ασθένειες γονιδίων

Το κομπόστ προσφέρει μοναδικές ευκαιρίες ώστε να εξεταστούν οι βασικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυτικών παθογόνων, των βιολογικών παραγόντων, της οργανικής ουσίας και των ριζιδίων των φυτών. Όπως προαναφέρθηκε αυτά τα οργανικά πρόσθετα έχουν την ικανότητα να παρέχουν σταθερό έλεγχο ενάντια στα παθογόνα με βιολογικό τρόπο. Πολλοί όμως είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις ευεργετικές δυνατότητες των κομπόστ. Για παράδειγμα η σύνθεση των υλικών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του κομπόστ επδρά ενδεχομένως τόσο στην καταστολή όσο και στην ενεργή μικροχλωρίδα. Έχει καθοριστεί ότι οι υψηλές θερμοκρασίες και ο έντονος μικροβιακός ανταγωνισμός κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της κομποστοποίησης σκοτώνουν ή αδρανοποιούν σχεδόν όλους τους μικροοργανισμούς που προκαλούν ασθένειες στα φυτά, στα ζώα, ή στον άνθρωπο (Farrell 1993, Bollen 1996, Avgelis 1992). Η διαδικασία της κομποστοποίησης έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην καταστροφή φυτικών παθογόνων, νηματωδών, βακτηριδίων, ιών και μυκήτων (Bollen 1996, Lopez-Real 1985, Bollen 1985). Μια

εξαίρεση σε αυτό είναι ο ιός του μωσαϊκού του καπνίου, ο οποίος μπόρεσε να επιβιώσει της μετά από σχετικά πειράματα σε εφαρμογή με κομπόστ (Hoitink, 1976a).

Επίσης η Boulter (2002) εκτίμησε τη δυνατότητα του κομπόστ (προερχόμενο από αγροκτήματα) ώστε να ελεγχθούν τα παθογόνα *Microdochium nivale* και *Typhula ishikariensis*. Σε εφαρμογή δύο διαφορετικών αναλογιών (97.4 kg/100 m² και 48.7 kg/100 m²), τα δύο αυτά κομπόστ δεν έδειξαν μεγάλες διαφορές ως προς τη αδυνατότητα τους να καταστείλουν τα παθογόνα. Όμως η εφαρμογή κομπόστ στην μεγαλύτερη αναλογία (97.4 kg/100 m²) έδειξε σημαντικά μειωμένη προσβολή ενάντια στα παθογόνα. Αυτό το γεγονός μπορεί να ερμηνευτεί ότι η εφαρμογή μεγαλύτερης ποσότητας κομπόστ συνεπάγεται με μεγαλύτερη διαθεσιμότητα σε θρεπτικά στοιχεία και ως ετούτου αυξημένες ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικροοργανισμών.

Ο Δρ. Hoitink του πανεπιστημίου του Οχάιου, έχει πραγματοποιήσει εκτεταμένη έρευνα όσον αφορά τις επιδράσεις του κομπόστ σε φυτά προσβεβλημένα από το παθογόνο *Rhizium*. Όπως δείχνει η φωτογραφία 2.2., η εφαρμογή κομπόστ σε διάφορα είδη κηπευτικών έδειξε μια εντυπωσιακά θετική επίδραση στην αύξηση των φυτών, εμποδίζοντας ταυτόχρονα την εξάπλωση της ασθένειας.



Εικόνα 2.2. Τα φυτά στη δεξιά πλευρά αναπτύχθηκαν με κομπόστ. Το φυτό αριστερά χωρίς κομπόστ όπου υπέστη την επίδραση του *Rhizium*. Πηγή: Harry Hoitink, University of Ohio

Ερευνητές από το κρατικό πανεπιστήμιο του Νέου Μεξικό, εφάρμοσαν ένα κομπόστ φτιαγμένο από δημοτικά λύματα σε συνδυασμό με απόβλητα από συγκομιδές

φυτών πιπεριάς, σε ένα αγρό μολυσμένο με *Phytophthora*. Τέσσερις διαφορετικές ποσότητες κομπόστ εφαρμόστηκαν: 10, 20, 30, και 50 τόνοι ανά στρέμμα. Ένα άλλο τμήμα του αγρού, όπου κανένα κομπόστ δεν εφαρμόστηκε ούτε καμία άλλη επέμβαση δέχθηκε, χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Η μελέτη έδειξε ότι το περιεχόμενο συγκεντρώσεως άλατος του κομπόστ διαδραματίζει έναν καθοριστικό στην καταστολή τις ασθένειας και ως ετούτου στην αύξηση της παραγωγής.

Το κομπόστ στις περιοχές όπου εφαρμόστηκε με αναλογία 10 και 20 τόνους, παρείχε τη μέγιστη καταστολή και η παραγωγή κόκκινης πιπεριάς έδειξε τις υψηλότερες τιμές. Αντίθετα η περιοχή εφαρμογής των 30 και 50 τόνων οδήγησε στις φτωχότερες παραγωγές. Συμπερασματικά, οι απώλειες στις περιοχές αυτές αποδόθηκαν στις υψηλές συγκεντρώσεις άλατος του κομπόστ, το οποίο αποδυνάμωσε τα φυτά κάνοντας τα πιο ευαίσθητα. Συνεπώς για βέλτιστα αποτελέσματα, οι συγκεντρώσεις άλατος που περιέχει το εκάστοτε κομπόστ πρέπει να προσδιορίζονται και τα ποσοστά εφαρμογής να ρυθμίζονται αναλόγως.

Το κομπόστ εκτός από τη χρήση του στον έλεγχο διάφορων ασθενειών, μπορεί επίσης να περιορίσει μερικούς τύπους παρασίτων, όπως τις μολύνσεις από παρασιτικούς νηματώδεις. Ειδικά προσαρμοσμένα κομπόστ μπορεί να περιλαμβάνουν χημικές ουσίες όπου δρουν κατασταλτικά προς τους νηματώδεις ή να αποτρέπουν τα αυγά τους από την εκκόλαψη. Οι περισσότεροι τύποι κομπόστ βοηθούν ώστε να ελέγξουν τον παρασιτικό νηματώδη με την παροχή θρεπτικών ουσιών στο χώμα, όποιοι ενθαρρύνουν την αύξηση μυκήτων και άλλων οργανισμών, οι οποίοι, στη συνέχεια θα ανταγωνιστούν ή θα καταστρέψουν το νηματώδη. Το κομπόστ συμβάλλει επίσης στη βασική υγεία των φυτών, καθιστώντας τα λιγότερο ευαίσθητα στα παράσιτα.

Κομπόστ που προετοιμάστηκε από μια ποικιλία ζωικών απορριμμάτων και απόβλητων ζυθοποιείων εξετάστηκαν για τη δυνατότητά τους να καταστείλουν την ασθένεια που προκαλείται από το *Pythium graminicola* στα σπορόφυτα και τις ρίζες του γρασιδιού (*Agrostis palustris*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι βακτηριακοί πληθυσμοί ήταν υψηλοί σε όλα τα κομπόστ εκτός από τα κομπόστ προερχόμενα με απορρίμματα γαλοπούλας, στο οποίο οι βακτηριακοί πληθυσμοί ήταν 1.000-10.000 χαμηλότεροι σε σχέση με τα άλλα δοκιμασμένα κομπόστ. Μεταξύ των υψηλότερων πληθυσμών των ετεροτροφικών μυκήτων και της παραγωγής αντιβιοτικών ακτινομυκήτων βρέθηκαν σε όλα τα κομπόστ προερχόμενα από υπολείμματα ζυθοποιείων, ενώ αντίθετως οι χαμηλότεροι πληθυσμοί βρέθηκαν στα απορρίμματα

γαλοπούλας, κοτόπουλου και διάφορα απορρίματα τροφίμων. Με εξαίρεση τα απορρίματα γαλοπούλας και ίσως και άλλα κομπόστ πουλερικών, οι μικροβιακές ιδιότητες των κομπόστ είναι η σημαντικότερος παράγοντες που επηρεάζουν την καταστολή του *Pythium graminicola* επάνω στο γρασίδι (*Agrostis. palustris*).

Όταν τα κομπόστ εφαρμόστηκαν στο αγρόκτημα έδειξαν ένα σημαντικό επίπεδο αντίστασης και ήταν ακόμα πιο εμφανής αυτή η αντίσταση σε μερικά κομπόστ όταν ο βαθμός προσβολής της ασθένειας ήταν υψηλός. Γενικώς τα αποτελέσματά έδειξαν ότι τα κομπόστ που προετοιμάστηκαν από διαφορετικά ζωικά βιομηχανικά υπολείμματα μπορεί να είναι κατασταλτικά στο *P. graminicola*. Αν και τα απόλυτα επίπεδα και η συνέπεια με την οποία αυτά τα κομπόστ κατέστειλαν το *P. graminicola* ποίκιλαν, γενικά, τα κομπόστ που προετοιμάστηκαν από τα υπολείμματα της βιομηχανίας ζυθοποιείων και μερικά ζωικά απορρίματα ήταν κατασταλτικά στα πειράματα στο εργαστήριο καθώς επίσης και στα υπαίθρια πειράματα.

Η McKellar (2002), μελέτησε κομπόστ προερχόμενο από ξύλο και φύλλα φυλλοβόλων δέντρων ως προς την ικανότητα τους να καταστείλουν το παθογόνο *Pythium ultimum* επάνω στο καπνό. Σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνηθούν και να διαπιστωθούν οι μικροοργανισμοί και οι μηχανισμοί οι οποίοι αυξάνουν τη κατασταλτικότητα του παθογόνου σε τέτοια συστήματα.

Τα αποτελέσματα από την μελέτη έδειξαν πως τα βακτήρια που είναι υπεύθυνα για το μεταβολισμό των λιπαρών οξέων, αποικούν τους σπόρους του καπνού μόλις λίγες ώρες μετά τη βλάστηση των σπόρων (8 ώρες μετά τη βλάστηση). Αυτό φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην καταστολή του παθογόνου. Επίσης από τα πειράματα που έγιναν σε μεταφυτευμένα φυτά φάνηκε να επιβεβαιώνουν αυτή τη θεωρία. Τα νεαρά φυτά δοκιμάστηκαν στο κομπόστ για 4 έως 8 ώρες όπου και προστατεύθηκαν από το παθογόνο *Pythium ultimum*.

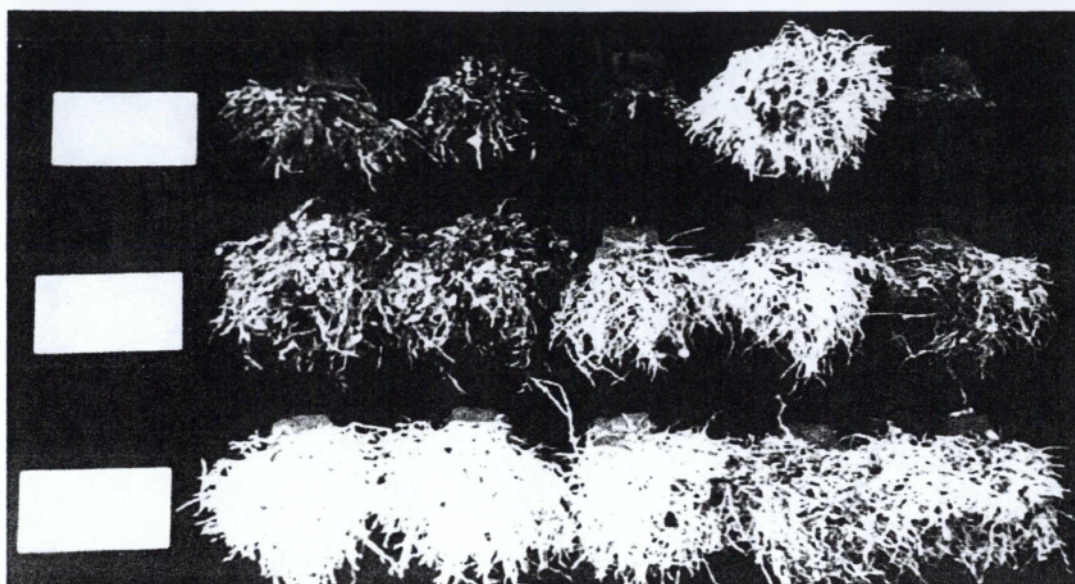
Επίσης, η Rangarajan Anu και οι συνεργάτες της (2003) εκτίμησαν τις κατασταλτικές ιδιότητες που μπορούν να έχουν τα κομπόστ απέναντι στα παθογόνα *Pythium ultimum* και *Rhizoctonia solani*, συγκρίνοντας τα με τύρφη (μάρτυρας) δοκιμάζοντας τα σε θερμοκήπιο επάνω σε καλλιέργεια αγγουριού. Τα περισσότερα κομπόστ έδειξαν μια ικανοποιητική κατασταλτικότητα προς το παθογόνο *Pythium ultimum* ενώ τα αποτελέσματα για το *Rhizoctonia* ποίκιλαν ανάλογα.

Αναλυτικότερα, η καταστολή ως προς το παθογόνο *Pythium* ήταν η πιο σταθερή μεταξύ των κομπόστ απ' ότι για το *Rhizoctonia*, και σε μερικές περιπτώσεις ένα

υψηλότερο ποσοστό από το κάθε εφαρμοζόμενο κομπόστ μπορούσε να βελτιώσει ακόμη περισσότερο την καταστολή. Άλλες έρευνες έχουν δείξει ότι το *Pythium* είναι εύκολα ελεγχόμενο από το κομπόστ, όταν εφαρμόζεται και στα θερμοκήπιο (κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες) αλλά και στο αγρόκτημα (Hoitink και Boehm, 1999). Όσον αφορά τον έλεγχο του παθογόνου *Rhizoctonia* σύμφωνα με τα αποτελέσματα η κατασταλτικές ιδιότητες των κομπόστ ποικίλουν ανάλογα. Μόνο το 20% παρείχε κατασταλτικότητα έναντι στο *Rhizoctonia*, ενώ αντιθέτως η καταστολή έναντι στο *Pythium* ήταν 90%.

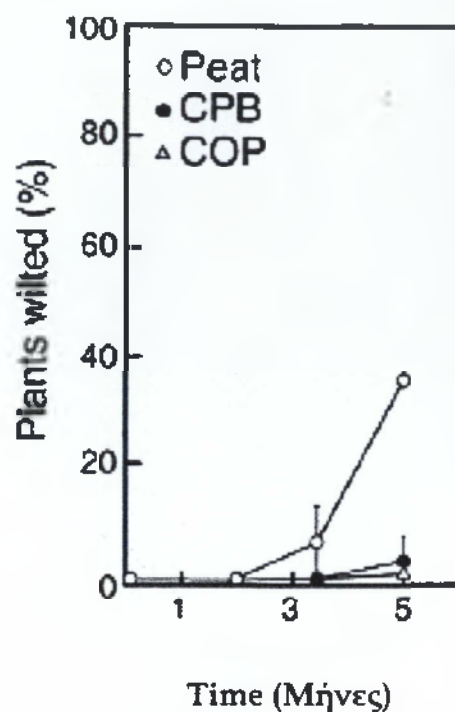
Μεταξύ των διάφορων κομποστοποιήσιμων υλικών, ο ξύλινος φλοιός είναι ευρύτατα μελετημένος ως ένα μέσο αύξησης της ανάπτυξης για τα φυτά θερμοκηπίου και για τις κατασταλτικές του ιδιότητες σε ασθένειες. Οι αρχικές προθέσεις για τον ξύλινο φλοιό ήταν να βρεθεί μια ευεργετική χρήση για αυτά τα άφθονα και ανέξοδα απόβλητα και για να μειώσει την κατανάλωση τύρφης, ένα σχετικά ακριβό και μη ανανεώσιμο φυσικό προϊόν. Δεδομένου ότι μερικοί φλοιοί περιέχουν φυτοτοξικές ενώσεις (Self, 1978), η κομποστοποίηση έγινε μια στερεότυπη πρακτική για τη μείωση της φυτοτοξικότητας. Οι πρώτες παρατηρήσεις έδειξαν ότι ο κομποστοποιημένος φλοιός μείωσε επίσης τη δριμύτητα ασθενειών σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες (Gerrettson-Cornell 1976, Hoitink 1976a, Malek 1975). Σήμερα, η χρήση του κομποστοποιημένου φλοιού ως μυκητοκτόνο γίνεται αποδεκτή ευρέως (Hoitink, 1993). Αυτό επιτρέπει καλλιεργητές να μειώσουν την εμπιστοσύνη τους στα χημικά μυκητοκτόνα (Daft, 1979) και να μειώσουν τις λειτουργικές δαπάνες και τους κινδύνους των εργαζομένων που συνδέονται με χημικές εφαρμογές μυκητοκτόνων.

Η εικόνα 2.3. παρουσιάζει την αποτελεσματικότητα που είχαν τα φυτά πωινσέπια αναπτυγμένα σε θερμοκήπιο, τα οποία περιείχαν μίγματα κομποστοποιημένων φλοιών ώστε να μειώσουν τη ταχύτητα αποσύνθεσης της ρίζας από εδαφογενής ασθένειες.



Εικόνα 2.3. Φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν σε μίγματα που περιέχουν τύρφη χωρίς κατασταλτικές ιδιότητες εναντίον της εδαφογενετικής ασθένειας *Fusarium oxysporum* (πάνω), τύρφη με κατασταλτικές ιδιότητες (μέση σειρά), ή κομποστοποιημένος φλοιός πεύκων με κατασταλτικές ιδιότητες (κάτω σειρά). Οι λευκές χρωματισμένες ρίζες είναι υγιείς, ενώ οι σκοτεινές-χρωματισμένες ρίζες είναι ασθενείς. Πηγή: Hoitink et al, 1991a και 1991b

Το σχήμα 2.1. παρακάτω, επεξηγεί την δυνατότητα από δύο κομπόστ (ελαιοπυρήνα και φλοιό) να καταστείλουν τη ζημία λουλουδιών αναπτυγμένα σε γλάστρες, τα οποία εμβολιάστηκαν σε υψηλά επίπεδα με το παθογόνο της ρίζας *Fusarium oxysporum*. Και στις δύο περιπτώσεις τα κομποστοποιημένα υλικά παρείχαν πολύ καλύτερα αποτελέσματα μείωσης της ασθένειας σε σύγκριση με αυτά της τύρφης.



ΣΧΗΜΑ 2.1.

Βαθμός ασθένειας (Ποσοστό Μαραμένων Γαρύφαλλων) καθώς αναπτύχθηκαν σε τύρφη και άμμο (Peat), κομποστοποιημένο φλοιό και άμμο (CPB) ή κομποστοποιημένο ελαιοπυρήνα και άμμο (COP). Πηγή: Pera, 1989

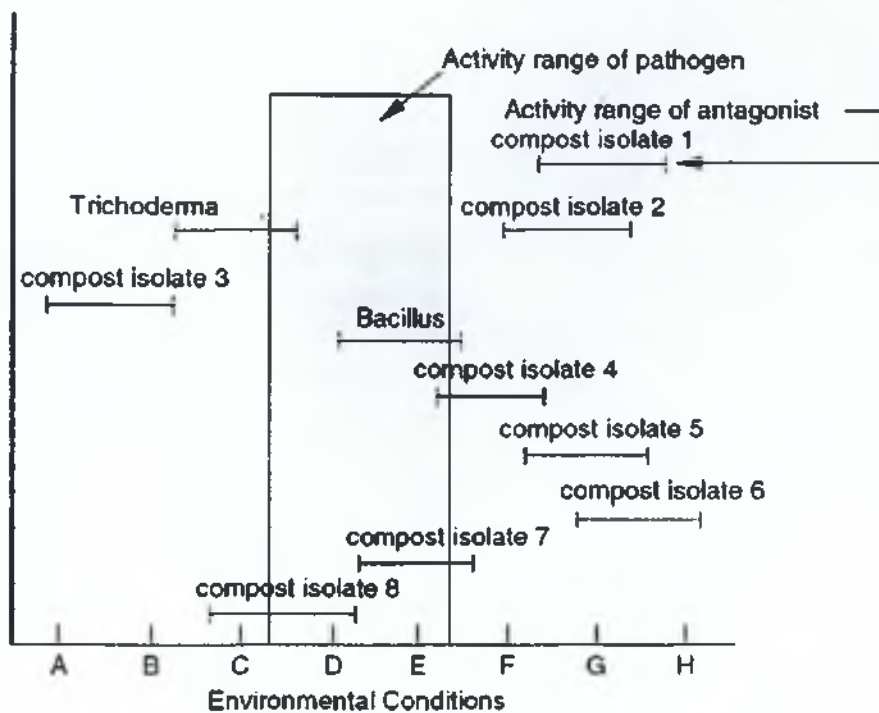
Η καταστολή ασθενειών μετά από εφαρμογή κομπόστ επίσης έχει αναδειχθεί κάτω υπό συνθήκες αγροκτήματος. Το κομπόστ έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την πυκνότητα της μηδικής στο αγρόκτημα όπου οι παραγωγές έχουν μειωθεί, πιθανώς λόγω της αυξανόμενης πίεσης ασθενειών (Logsdon, 1993). Το κομπόστ μπορεί επίσης σημαντικά να μειώσει τη δριμύτητα της σήψης μίσχων και να μετριάσει τις προσβολές από άλλες ασθένειες στα κολοκυνθοειδή, καθώς επίσης και να καταστείλει φυματογόνους νηματώδεις και τη σηψιρριζία από *Rhizoctonia* (Logsdon, 1993).

Ένας από τους κρισιμότερους περιορισμούς στην αυξανόμενη χρήση των βιολογικών προϊόντων, με μερικές εξαιρέσεις, είναι η ανικανότητα αυτών των προϊόντων να ελέγξουν τις ασθένειες με την ίδια συνέπεια όπως οι συνθετικές χημικές ουσίες. Η έλλειψη σταθερούς απόδοσης είναι πιθανώς το αποτέλεσμα σύνθετων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των περιβαλλοντικών συνθηκών που τροποποιούν την ευαισθησία των φυτών απέναντι σε ένα παθογόνο ή / και την αλλαγή τη σχετικής μολυσματικής ικανότητας του παθογόνου (Burdon, 1992). Η κατασταλτική

δραστηριότητα ενός παράγοντα βιολογικής καταπολέμησης επίσης θα ποικίλει κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Mandelbaum, 1990).

Φυτά στρεσαρισμένα από την έλλειψη υγρασίας ή/και από υψηλές θερμοκρασίες, ή των οποίων το ριζικό σύστημα καταστραφεί από νηματώδεις ή από προσβολή διάφορων εντόμων, είναι πιο ευπρόσβλητα σε διάφορες ασθένειες. Γενικά, η μυκητιακή δραστηριότητα εξαρτάται από το υπόστρωμα και τη θρεπτική διαθεσιμότητα, την περιεκτικότητα σε υγρασία, οξυγόνο, τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, και την παρουσία άλλων οργανισμών που ανταγωνίζονται για τα θρεπτικά υλικά που απαιτούνται από το μύκητα. Ανάλογα με ποιους συνδυασμούς αυτών των συνθηκών είναι παρών σε δεδομένο χρόνο, η επίπτωση των ασθενειών μπορεί να ποικίλει πολύ. Μια πιθανή λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να δοθεί με τη χρήση ανταγωνιστικών μυκήτων και ακτινομυκήτων από το κομποστοποιημένο πεύκο, τα μίγματα φλοιών και άμμου (Hardy, 1995).

Περίπου 80% των ανταγωνιστικών μυκήτων και ακτινομυκήτων λειτουργούν κατασταλτικά σε διάφορες ασθένειες όταν εμβολιάζονται σε αποστειρωμένο κομπόστ. Επίσης, σε κομπόστ που περιέχει ένα πληθυσμό κατασταλτικών οργανισμών αναμένεται η ανάπτυξη παθογόνων κάτω από ένα ευρύ φάσμα συνθηκών. Σε αυτήν την περίπτωση, η καταστολή του παθογόνου από ανταγωνιστές *Trichoderma* ή *Bacillus*, είτε ενός μίγματος των δύο δεν μπορεί εμφανισθεί, επειδή η σειρά δραστηριότητας του παθογόνου δεν συμπίπτει στη σειρά είτε του οργανισμού είτε του συνδυασμού τους. Αντίθετα, τουλάχιστον ένα μέλος διαφορετικής ομάδας ανταγωνιστών που βρίσκονται στο κομπόστ μπορεί να είναι ενεργοί κάτω από οποιουδήποτε συνθήκες όπου το παθογόνο είναι ενεργό. Κατά συνέπεια, αυξανόμενη ποικιλομορφία ανταγωνιστών είναι αποτελεσματικός παράγοντας βιολογικού έλεγχου σε ένα ευρύ φάσμα συνθηκών που επικρατούν στον αγρό (σχήμα 2.2.).



ΣΧΗΜΑ 2.2.

Μια υποθετική περίπτωση για να επεξηγήσει την αξία ενός ποικιλόμορφου κατασταλακτικού πληθυσμού σε σύγκριση με μεμονωμένους ανταγωνιστές ή με ένα μίγμα δύο ανταγωνιστών. Μια "περιβαλλοντική συνθήκη" είναι ένας ιδιαίτερος συνδυασμός περιεκτικότητας σε υγρασία, υποστρώματος, θρεπτική διαθεσιμότητας και περιεκτικότητας σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα που ευνοεί ή μειώνει τη δραστηριότητα ενός οργανισμού.

ΠΗΓΗ: Cole

Εκτός από τον έλεγχο των μυκητολογικών παθογόνων, το κομπόστ μπορεί επίσης να τροποποιήσει την ενταση δριμύτητα της ζημιάς που προκαλούν οι νηματώδεις (Roy, 1976). Μια μελέτη εξέτασε τα αποτελέσματα του κομπόστ από δημοτικά απόβλητα σε φυτά αναπτυγμένα σε θερμοκήπιο και στον αγρό αφού είχαν μολυνθεί με πληθυσμούς φυματογόνων νηματωδών (Marull, 1997). Στις μελέτες στα φυτά θερμοκηπίου, η προσθήκη με 33% κομπόστ αύξησαν σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών και μείωσαν σημαντικά τους πληθυσμούς των νηματωδών στα μείγματα. Εντούτοις τα μείγματα με 66% κομπόστ, δεν υποκίνησαν την ανάπτυξη των φυτών ή δεν μείωσαν τους πληθυσμούς των νηματωδών καθόλου. Η έλλειψη υποκίνησης αύξησης στα μείγματα των κομπόστ με 66% ήταν πιθανώς αποτέλεσμα της παρεμπόδισης της ανάπτυξης των φυτών στα υψηλά ποσοστά προσθήκης κομπόστ (βλ. Iannotti, 1994).

Η δυνατότητα του κομπόστ να καταστέλλει τα παθογόνα του εδάφους είναι καλά τεκμηριωμένη. Εντούτοις μερικές αναφορές δείχνουν ότι τα εκχυλίσματα του κομπόστ (ή "τούγια") έχουν επίσης την ιδιότητα μείωσης των ασθενειών ενάντια στα παθογόνα φυλλώματος. Εκχυλίσματα υποστρώματος μανιταριών, κομπόστ των βοοειδών, και κομπόστ των προβάτων αποδείχθηκαν ανεπαρκή για έλεγχο του φουζικλάδιου της μηλιάς (*Fusicladium dentriticum*) στους οπωρώνες (Yohalem, 1994). Όμως, αποτελέσματα για τον έλεγχο της κόκκινης σήψης στα σπορόφυτα των πεύκων, με εκχυλίσματα υποστρώματος μανιταριού από τρεις διαφορετικές πηγές ήταν πιο ενθαρρυντικά και μείωσαν σημαντικά την ταχύτητα της ασθένειας. Αυτό δείχνει να υπάρχουν συχνά ουσιαστικές διαφορές στην αποτελεσματικότητα των εκχυλισμάτων από διαφορετικές πηγές (Nelson, 1991).

Μέχρι σήμερα, η παραγωγή εκχυλισμάτων προερχομένων από κομπόστ δεν είναι έχει αναπτυχθεί τεχνολογικά. Ενώ αυτά τα εκχυλίσματα μπορούν να προκαλέσουν τις δραστηριότητες του παθογόνου σε μερικές περιπτώσεις δεν είναι σαφές αν αυτή η δράση οφείλεται στις χημικές ουσίες των εκχυλισμάτων ή στους μικροοργανισμούς των οποίων η αύξηση ευνοείται κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας των αποσταγμάτων. Αυτό το θέμα πιθανό να είναι ενδιαφέρον τομέας για μελλοντική έρευνα.

Οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί για την καταστολή ασθενειών από το κομπόστ δεν έχουν προσδιοριστεί σαφώς. Η κατανόηση των μηχανισμών καταστολής των παθογόνων από το κομπόστ είναι περίπλοκοι από το γεγονός ότι οι ακατέργαστοι φυτικοί ιστοί, που κομποστοποιούνται μπορεί να περιέχουν οργανικές ενώσεις με αντιπαθογόνες ιδιότητες. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτές οι οργανικές ενώσεις καταστρέφονται ώπου το κομπόστ να ωριμάσει. Δεν είναι όμως πάντα σίγουρο ότι τα κομπόστ που χρησιμοποιούνται για τις μελέτες καταστολής ασθενειών είναι ώριμα.

Μια περαιτέρω περιπλοκή είναι η δυνατότητα μερικών μη κομποστοποιημένων αποβλήτων να έχει επιπτώσεις στους πληθυσμούς των παθογόνων μυκήτων και των άλλων παράσιτων των φυτών, όπως οι νηματώδεις, και μερικά κομπόστ να μην έχουν μεγαλύτερες κατασταλτικές ιδιότητες από τις πρώτες ύλες από τις οποίες προέρχονται. Εάν ένα ανώριμο κομπόστ χρησιμοποιείται μερικές φορές για την παθογόνο-κατασταλτική του δραστηριότητα μπορεί να οφείλεται στα ακατέργαστα τμήματα της πρώτης ύλης παρά στα συστατικά του κομπόστ. Κατά συνέπεια, ο μηχανισμός της καταστολής παθογόνων μπορεί να ποικίλει στο κομπόστ από μέρος σε μέρος, σε μερικές περιπτώσεις ως αποτέλεσμα του χημικού ελέγχου και σε άλλες περιπτώσεις βιολογικού ελέγχου. Σύμφωνα με μερικές αναφορές, πληθυσμιακή παρουσία

διαφορετικών μικροβιακών ειδών ποικίλει με την ηλικία του κομπόστ και την σύνθεση της πρώτης ύλης. Επομένως η βιοτική σύνθεση των διαφορετικών κομπόστ είναι πιθανώς επίσης να είναι ένα μεταβλητό χαρακτηριστικό στις εργασίες διαφόρων ερευνητών.

Η χρήση του κομπόστ για την καταστολή ασθενειών περιλαμβάνει ένα εντυπωσιακά περίπλοκο σύνολο αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διάφορων μικροοργανισμών, χημικών συστατικών των κομποστοποιημένων υλικών, και των ιστών των φυτών. Είναι εμφανές ότι σε ορισμένες καταστάσεις και σε ιδιαίτερα εξειδικευμένα μέσα ανάπτυξης των φυτών, όπως τα μίγματα που περιλαμβάνουν φλοιό, το κομπόστ είναι αποτελεσματικό υποκατάστατο των συνθετικών χημικών ουσιών στον έλεγχο των παθογόνων. Δεδομένου ότι υπάρχει μια πολύ μειωμένη διαθεσιμότητα συνθετικών μυκητοκτόνων και μια μειωμένη προθυμία να χρησιμοποιηθούν αυτά, περαιτέρω έρευνα για έλεγχο ασθενειών με την χρήση κομπόστ είναι ιδιαίτερα επιθυμητή. Διάφορες μελέτες δείχνουν ότι το κομπόστ είναι άριστη πηγή κατασταλτικών βακτηρίων και μυκήτων για διάφορες ασθένειες και επομένως είναι πιθανό να είναι πλούσια πηγή βιολογικών υλικών για βιοτεχνολογικές εφαρμογές. Επίσης μπορεί να είναι μια χρήσιμη πηγή φυσικών προϊόντων βιολογικού ελέγχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗΝ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

3.1. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Οι μικροοργανισμοί του εδάφους αποικοδομούν κάθε νεκρή οργανική ύλη, ώστε τα φυτά βρίσκουν τα θρεπτικά στοιχεία που μπορούν να αφομοιώσουν. Το οργανικό υλικό θρέψης των φυτών ονομάζεται χούμος (οργανική ουσία του εδάφους). Το θεμέλιο της πρωτογενούς παραγωγής είναι το υγιές έδαφος, το οποίο το έδαφος είναι ένας ζωντανός οργανισμός, που περιέχει εν δυνάμει όλες τις μορφές της ζωής. Στα υποβαθμισμένα εδάφη τα φυτά αναγκάζονται να τραφούν από τα υδατοδιαλυτά στοιχεία των λιπασμάτων ελλείψει άλλης τροφής. Έτσι αποκτούν κακή υγεία και δίνουν προϊόντα κακής ποιότητας.

Με τη διαδικασία της έκπλυσης των εδαφών, τα υδατοδιαλυτά καταλήγουν είτε στους υπόγειους υδροφορείς ρυπαίνοντας τα αποθέματα νερού, είτε στους υδάτινους αποδέκτες όπου προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού, φαινόμενο ιδιαίτερα έντονο σε λίμνες και κλειστές θάλασσες όπου τα νερά έχουν μικρό βαθμό ανανέωσης. Η επαρκής και διαρκής (ενσωματωμένη) οργανική ουσία στο έδαφος έχει πολλαπλά οφέλη, όπως βελτίωση της δομής, απόδοση κρίσιμων αφομοιώσιμων στοιχείων για τα φυτά, δημιουργία οργανικού αζώτου (τα νιτρικά και νιτρώδη από την άσκηση της εντατικής γεωργίας είναι ο κρίσιμότερος παράγοντας ευτροφισμού) που αποδίδεται βραδύτερα και έτσι περιορίζει σημαντικά την έκπλυση.

Για τη λίπανση των εδαφών, στη χώρα μας ξοδεύονται μεγάλα ποσά και ενέργεια για την εισαγωγή ή την παραγωγή χημικών λιπασμάτων, τύρφης και άλλων οργανικών λιπασμάτων. Επίσης χάνονται κάθε χρόνο τεράστιες ποσότητες φυτικών υλικών (βιομάζας), όπως με το «κάψιμο της καλαμιάς» ή το κάψιμο των κλαδιών, χόρτων και άλλων υπολειμμάτων των καλλιεργητικών εργασιών στα κτήματα και τους κήπους. Η καύση αυτή αποτελεί αποδεδειγμένα κύριο παράγοντα πρόκλησης πυρκαγιών, ενώ απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες αερίων (ρύπανση). Από την άλλη μεριά, είναι εμφανής τόσο η μείωση των αποδόσεων λόγω της υποβάθμισης της ενεργούς γονιμότητας των εδαφών, όσο και η αύξηση του

κόστους των ανόργανων και οργανικών λιπασμάτων. Εξειδικευμένες έρευνες έχουν δείξει ότι το κομπόστ συνιστά ένα οργανικό λίπασμα ανώτερης αξίας από τα χημικά λιπάσματα (ενεργός θρεπτική αξία) και ότι η χρήση του κομπόστ σε συνδυασμό με την εφαρμογή αμειψισπορών με ψυχανθή μπορεί στις περισσότερες περιπτώσεις να υποκαταστήσει όλη την χημική αζωτούχο λίπανση.

Τα υδατικά αποθέματα χαρακτηρίζονται σήμερα ως ο σημαντικότερος ορυκτός πλούτος μιας χώρας. Η αύξηση της οργανικής ουσίας των εδαφών αυξάνει την υδατοκρατικότητα τους, ώστε ένα έδαφος που έχει πλούσια οργανική ουσία να απαιτεί λιγότερες αρδεύσεις. Στη χώρα μας υπάρχει ήδη έντονο υδατικό πρόβλημα, ενώ ο σημαντικότερος καταναλωτής νερού είναι η γεωργία, πράγμα που επιτείνεται τόσο από τη μεγάλη και έντονη ξηροθερμική περίοδο (κλίμα), όσο και από την κακή κατάσταση των εδαφών, τα οποία χάρη στην φτωχή οργανική ουσία που περιέχουν, απαιτούν πολλές αρδεύσεις. Επίσης στη χώρα μας αντιμετωπίζουμε πολύ σημαντικό πρόβλημα διάβρωσης των εδαφών, λόγω της μικρής φυτοκάλυψης και των μεγάλων κλίσεων, όπως και λόγω των εντατικών καλλιεργητικών πρακτικών (αναστροφή εδάφους, βαθιά άροση, φρεζάρισμα κλπ.). Ένα έδαφος που χειρίζεται με την προσθήκη κομπόστ απαιτεί πολύ λιγότερες επεμβάσεις, γιατί η εδαφοκάλυψη περιορίζει τα ζιζάνια, ενώ αποκτά καλύτερο πορώδες και δομή ώστε να αντιστέκεται περισσότερο στα φαινόμενα διάβρωσης.

Η λίπανση των εδαφών οφείλει να βελτιώνει τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών και αυτό εξασφαλίζεται μόνο με ενίσχυση της ζωής του εδάφους. Η τροφοδοσία του εδάφους με ενεργό χούμο αποτελεί την ιδεατή προσθήκη ζωντανής ύλης, άμεσα χρησιμοποιήσιμης από τους μικροοργανισμούς και τα φυτά. Δίνει την ευκαιρία στη ζωή του εδάφους να εργάζεται και να αναπτύσσεται και γι' αυτό είναι από τις πρώτες ενέργειες για την εξυγίανση της γεωργικής παραγωγής και της φύσης γενικά.

3.1.1. Προβλήματα από τη χρήση των χημικών λιπασμάτων

Οι γεωργικές πρακτικές που δεν λαμβάνουν υπόψιν την προστασία της φύσης και την υγεία του ανθρώπου είναι πολλές. Τα φυτοφάρμακα, τα λιπάσματα, οι ορμόνες και πολλές άλλες τεχνητές ουσίες (σε φυτά και ζώα). Το 1990, το κάθε καλλιεργημένο στρέμμα δεχόταν 17 κιλά λιπάσματα και 360 γραμ. φυτοφάρμακα - ή αλλιώς 61,8 κιλά λιπάσματα και 1264 γραμ. φυτοφάρμακα αντιστοιχούν σε κάθε κάτοικο της χώρας!

Τα γεωργικά λιπάσματα δημιουργούν ευτροφισμό στους υδάτινους αποδέκτες (ποταμούς, λίμνες, θάλασσες) και ρυπαίνουν τα υπόγεια νερά, είτε καταλήγουν εκεί από τις αποπλύσεις των εδαφών είτε άμεσα από τις μονάδες παραγωγής ή επεξεργασίας λιπασμάτων. Ο Παγασητικός είναι κλειστός κόλπος, με έντονα προβλήματα ευτροφισμού και μικρό βαθμό ανανέωσης των νερών του. Η διασφάλιση της υγείας του απαιτεί πολιτική μείωσης των θρεπτικών εισροών, με περιορισμό της χρήσης χημικών λιπασμάτων και αντικατάστασή τους με οργανικά λιπάσματα.

Τα χημικά λιπάσματα είναι στην πλειοψηφία τους επικίνδυνες ουσίες. Ενδεικτικά: ό,τι περιέχει άζωτο πάνω από 28% θεωρείται επικίνδυνο υλικό, απαγορεύεται να διακινείται χύμα και εμπίπτει σε ειδική κατηγορία υλικών που απαιτούν ειδικό χειρισμό (πρώτη ύλη για βιομηχανίες εκρηκτικών). Ό,τι περιέχει φώσφορο προέρχεται από φωσφορίτες (πετρώματα) και πάντα έχει προσμίξεις βαρέων μετάλλων (κάδμιο, μόλυβδο, αρσενικό κλπ), που είναι ισχυρά βιοτοξικά και περιέχουν συχνά και ραδιενεργά στοιχεία. Το πρόβλημα των προσμίξεων είναι τόσο οξύ, ώστε σε κάθε χώρα υπάρχουν όρια και θεσπισμένες ελεγκτικές υπηρεσίες για τη διακίνηση και χρήση τους.

Ο φώσφορος αποτελεί το κύριο αίτιο εμφάνισης φυτοπλαγκτού στους υδάτινους αποδέκτες. Αυτό έχει τεράστια σημασία για την υγεία του Παγασητικού, που αρκετές φορές έχει εμφανίσει το πρόβλημα πολύ έντονο και με μεγάλες συνέπειες στο περιβάλλον και την τοπική οικονομία.

Παρά τα μέτρα για τον περιορισμό της διαφυγής σκόνης στο περιβάλλον, στις μονάδες αυτού του τύπου η διαδικασία δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα διαφυγής υλικού, επειδή πρόκειται για υλικό ακατάλληλο (σπασμένοι κόκκοι), του οποίου τη συλλογή οι εταιρείες δεν επιθυμούν. Η απώλεια του υλικού λόγω της διαφυγής με μορφή σκόνης είναι τόσο σημαντική, ώστε στα συμβόλαια των εταιρειών συμπεριλαμβάνεται και ποσοστό απώλειας υλικού (δεν κοστολογείται).

3.1.2. Τύποι οργανικής λίπανσης

Στα οργανικά λιπάσματα συμπεριλαμβάνονται τα υπολείμματα της φυτικής και ζωικής παραγωγής, καθώς και τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής επεξεργασίας των διαφόρων φυτικών και ζωικών μερών. Τα οργανικά λιπάσματα προστιθέμενα στο έδαφος, το εμπλουτίζουν σε οργανική ουσία, η οποία επιδρά θετικά:

1. Στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, δηλαδή:

- Βελτώνει τη δομή του εδάφους.
- Αυξάνει το πορώδες του εδάφους.
- Βελτώνει την υδατοϊκανότητα και τις συνθήκες αερισμού του εδάφους.
- Μειώνει τη διαβρωσιμότητα του εδάφους.
- Αυξάνει τη θερμοκρασία του εδάφους, λόγω του μαύρου χρώματος που του προσδίδει (αυξημένη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας).

2. Στις χημικές ιδιότητες του εδάφους, καθώς:

- Ασκει ρυθμιστική δράση προστατεύοντας το έδαφος από τις μεγάλες διακυμάνσεις του pH.
- Αυξάνει την εναλλακτική ικανότητα του εδάφους.
- Δεσμεύει, μέσω των μικροοργανισμών της, το ατμοσφαιρικό άζωτο και το αποδίδει στα φυτά κατά την αποδόμησή της.
- Παρέχει θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών.

3. Στις βιολογικές ιδιότητες του εδάφους, γιατί:

- Περιέχει μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών.
- Έχει και δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για τη δράση και ανάπτυξη των μικροοργανισμών του εδάφους.
- Οι μικροοργανισμοί της βοηθούν στη βιολογική καταπολέμηση των παθογόνων που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των φυτών, δρώντας ανταγωνιστικά προς τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

Από τις παραπάνω θετικές επιδράσεις της οργανικής ουσίας αποδεικνύεται η σπουδαιότητα της οργανικής λίπανσης. Βέβαια, με βάση την εντατικοποιημένη γεωργία και τη χρήση ποικιλιών υψηλών αποδόσεων θα ήταν μάλλον ανεδαφικό να πιστεύουμε στη βελτίωση της γονιμότητας και της παραγωγικότητας των γεωργικών εδαφών μόνο με τη χρήση οργανικών λιπασμάτων. Φυσικά, αυτά συμβάλλουν σημαντικά στην άρση της μείωσης της παραγωγικότητας των εδαφών, αλλά αυτό που απαιτείται είναι η συνδυασμένη χρήση ανόργανων λιπασμάτων μαζί με οργανικά λιπάσματα. Στην Ευρώπη τα οργανικά λιπάσματα παίζουν σημαντικό ρόλο στο θρεπτικό ισοζύγιο των εδαφών και των καλλιεργειών. Στην Ελλάδα όμως ο ρόλος τους είναι πολύ μικρότερος, λόγω περιορισμένου ζωικού κεφαλαίου και φυτικών υπολειμμάτων.

Η λιπαντική αξία των οργανικών λιπασμάτων εξαρτάται από την ολική περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία (ιδιαίτερα N, P και K) και από το βαθμό διαθεσιμότητάς τους στα φυτά. Γενικά, τα οργανικά λιπάσματα περιέχουν μικρές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, τα οποία δεν είναι συνήθως άμεσα διαθέσιμα για τα φυτά σε αντίθεση με τα ανόργανα λιπάσματα. Τα θρεπτικά στοιχεία στα οργανικά λιπάσματα βρίσκονται κυρίως υπό οργανική μορφή και με τη δράση των μικροοργανισμών ελευθερώνονται σιγά-σιγά σε μορφές αφομοιώσιμες από τα φυτά. Τα σπουδαιότερα οργανικά λιπάσματα είναι η ζωική κοπριά, η χλωρή λίπανση, οι κομπόστες, η υλός βιολογικού καθαρισμού, καθώς και τα χουμικά και βακτηριακά λιπάσματα.

Η ζωική κοπριά είναι το πιο γνωστό οργανικό λίπασμα. Χρησιμοποιήθηκε από αρχαιοτάτων χρόνων ως πηγή θρεπτικών στοιχείων και ως μέσο βελτίωσης της γονιμότητας, της δομής και της παραγωγικότητας των γεωργικών εδαφών. Ακόμη και στη σύγχρονη εντατικοποιημένη γεωργία αποτελεί ένα πολύτιμο μέσο διατήρησης της γονιμότητας των εδαφών, αν και η εκτεταμένη χρήση των ανόργανων λιπασμάτων τις τελευταίες δεκαετίες περιόρισε σημαντικά τη χρήση της κοπριάς. Σήμερα όμως βρίσκεται πάλι στο προσκήνιο, γιατί το ενδιαφέρον για την οργανική γεωργία και την οργανική λίπανση μεγαλώνει, το κόστος των ανόργανων λιπασμάτων αυξάνεται και η σημασία της επίδρασης της οργανικής ουσίας στη γονιμότητα του εδάφους γίνεται όλο και πιο γνωστή.

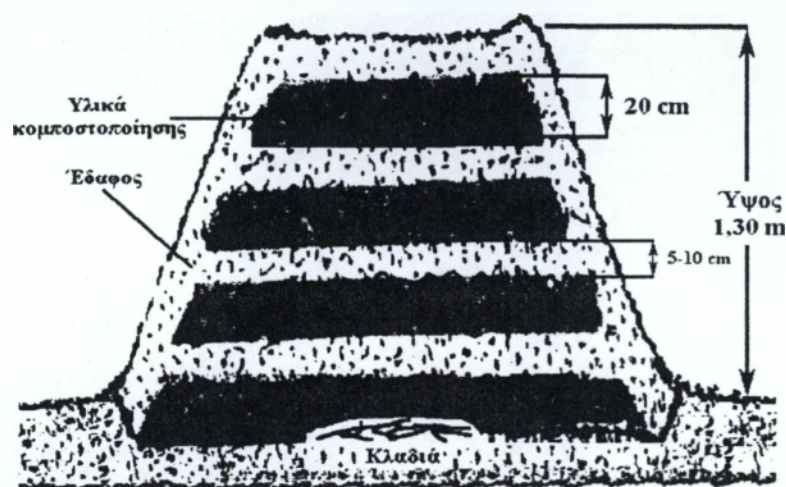
Η ζωική κοπριά αποτελείται από τα στερεά και τα υγρά απεκκρίματα (ούρα) των διαφόρων αγροτικών ζώων, καθώς και από τη στρωμή που χρησιμοποιείται στον στάβλο. Τα στερεά απεκκρίματα περιέχουν τα συστατικά των τροφών που δεν υπέστησαν την επίδραση της πεπτικής λειτουργίας (άπεπτα υλικά) και στα οποία τα

θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται, κυρίως, σε οργανική μορφή και συνεπώς δεν είναι άμεσα διαθέσιμα για τα φυτά. Αντίθετα, τα υγρά απεκκρίματα αποτελούνται από τα συστατικά των τροφών που υπέστησαν την επίδραση της πεπτικής λειτουργίας, χρησιμοποιήθηκαν από τον οργανισμό και στη συνέχεια απεκκρίθηκαν. Όλα τα θρεπτικά στοιχεία στα ούρα βρίσκονται σε διαλυμένη μορφή και είναι άμεσα διαθέσιμα ή καθίστανται εύκολα διαθέσιμα για τα φυτά. Για παράδειγμα το άζωτο στα ούρα βρίσκεται κυρίως σε μορφή ουρίας, καθώς και σε άλλες ενώσεις του, όπως ξανθίνη, κρεατίνη, ουρικό και ιππουρικό οξύ, ενώ στα στερεά απεκκρίματα περιέχεται στις πρωτεΐνες των υπολειμμάτων που δεν έχουν αποικοδομηθεί και στις πρωτεΐνες που έχουν συντεθεί στα κύτταρα των μικροοργανισμών. Η σύσταση της κοπριάς επηρεάζεται από το είδος και την ηλικία του ζώου, το σκοπό εκτροφής του, το είδος του σιτηρεσίου και το είδος της στρωμνής που χρησιμοποιείται στο στάβλο.

Οι κομπόστες είναι οργανικά λιπάσματα που παράγονται από τη ζύμωση (κομποστοποίηση) διαφόρων οργανικών υλικών φυτικής και ζωικής προέλευσης. Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα φυτικά υπολείμματα (φύλλα, φλοιοί, ρίζες, στελέχη κ.ά.), τα ζωικά υπολείμματα (αποξηραμένο αίμα, τσόφλια αυγών, κοκάλια ζώων σε σκόνη, κ.ά.), τέφρα κάρβουνου, οργανικά μέρη οικιακών υπολειμμάτων, τύρφη και υπολείμματα επεξεργασίας βάμβακος, ζαχαροτεύτλων, φρούτων, λαχανικών κ.λ.π.

Κατά την κομποστοποίηση τα μεγάλου μεγέθους υλικά θα πρέπει να τεμαχίζονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να έχουν αυξημένη επιφάνεια για τη δράση των μικροοργανισμών και τη διευκόλυνση της ζύμωσης. Τα υλικά δεν πρέπει να κονιορτοποιούνται, γιατί τότε δημιουργούνται συμπαγείς μάζες, δεν ευνοείται ο αερισμός και επικρατεί αναερόβια ζύμωση. Αφού συγκεντρωθούν τα διάφορα υλικά κομποστοποίησης και τεμαχισθούν τα μεγάλου μεγέθους υλικά, ανοίγεται μια τάφρος βάθους 30 cm περίπου και πλάτους 2 m. Το μήκος της τάφρου εξαρτάται από τον όγκο των υλικών ζύμωσης. Στο κέντρο της τάφρου και κατά μήκος τοποθετούνται μερικά από τα χοντρότερα υλικά (τεμαχισμένα κλαδιά ή και ολόκληρα), τα οποία δεν θα προλάβουν να ζυμωθούν μαζί με τα άλλα υλικά, αλλά θα συμβάλλουν στο αερισμό της κομπόστας. Τα υπόλοιπα υλικά ανακατεύονται, υγραίνονται και τοποθετούνται στην τάφρο κατά τέτοιο τρόπο ώστε μετά από κάθε λεπτή στρώση υλικών κομποστοποίησης (20 cm περίπου) να υπάρχει μια στρώση εδάφους (5-10 cm) και ο σωρός τελικά να

πάρει ένα σχήμα, σε κάθετη τομή, ισοσκελούς τραπεζίου, με τη μεγάλη βάση κάτω, σχήμα 3.1.). Το ύψος του σωρού μπορεί να φθάσει μέχρι 1,30 m.



Σχήμα 3.1. Κάθετη τομή σωρού κομπόστας

Η χωνεμένη κομπόστα που δημιουργείται μετά από 5 ή 6 μήνες περίπου, μυρίζει ευχάριστα σαν δάσος μετά από βροχή και έχει την εμφάνιση καφέ σκούρου πορώδους χώματος. Η σύνθεσή της εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως π.χ. από τα υλικά κομποστοποίησης, τις συνθήκες ζύμωσης, κλπ. Στον πίνακα 3.1. δίνεται η σύσταση ορισμένων οργανικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή κομπόστας.

Πίνακας 3.1. Περιεκτικότητα σε N, P, K και Ca ορισμένων οργανικών υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κομποστοποίηση (Κουκουλάκης, 1997).

ΥΛΙΚΟ	ΝΕΡΟ (%)	ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ (%)	ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΣΥΝΘΕΣΗ (%)			
			N	P ₂ O ₂	K ₂ O	Ca
Άχυρα κράμβης	16	79	0,70	0,26	1,00	2,00
Φύλλωμα πατάτας	76	22	0,40	0,16	0,83	0,78
Φύλλωμα καρότων	82	15	0,45	0,11	0,49	1,20
Άχυρα σίκαλης	14	77	0,60	0,55	0,25	0,36
Άχυρα κριθαριού	14	75	0,51	0,25	0,94	0,40
Σπάδικες καλαμποκιού	14	85	0,24	0,02	0,25	0,03
Φύλλα δένδρων	15	80	1,00	0,23	0,26	1,86
Ζιζάνια	88	10	0,40	0,14	0,29	0,47
Τέφρα κάρβουνου	5	5	-	0,60	0,70	16,00
Οικιακά υπολείμματα	15	21	0,35	0,30	0,35	3,20
Κοπριά ορνίθων	56	26	1,60	1,50	0,85	2,40
Απορρίμματα WC	77	19	1,30	1,16	0,40	1,60
Τύρφη (πλούσια σε θρεπτικά)	85	14	0,40	0,04	0,01	0,60
Τύρφη (πτωχή σε θρεπτικά)	85	13	0,20	0,01	0,01	0,05

Η μέση περιεκτικότητα της κομπόστας σε άζωτο κυμαίνεται από 1-2%, σε φωσφόρο 0,5-1% και σε κάλιο 0,5-1%. Οι κομπόστες εμπλουτίζουν το έδαφος με οργανική ουσία και συμβάλλουν στη βελτίωση της γονιμότητας και των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους.

3.3 Η ΩΦΕΛΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Για τη λίπανση των εδαφών στη χώρα μας ξοδεύονται μεγάλα ποσά και ενέργεια για την εισαγωγή ή την παραγωγή χημικών λιπασμάτων, τύρφης και άλλων οργανικών λιπασμάτων. Επίσης χάνονται κάθε χρόνο τεράστιες ποσότητες φυτικών

υλικών (βιομάζας), όπως με το κάψιμο των κλαδιών, χόρτων και άλλων υπολειμμάτων των καλλιεργητικών εργασιών στα κτήματα και τους κήπους. Η καύση αυτή αποτελεί αποδεδειγμένα κύριο παράγοντα πρόκλησης πυρκαγιών, ενώ απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες αερίων (ρύπανση). Από την άλλη μεριά, είναι εμφανής τόσο η μείωση των αποδόσεων χάρη στην υποβάθμιση της ενεργούς γονιμότητας των εδαφών, όσο και η αύξηση του κόστους των ανόργανων και οργανικών λιπασμάτων. Εξειδικευμένες έρευνες έχουν δείξει ότι το κομπόστ συνιστά ένα οργανικό λίπασμα ανώτερης αξίας από τα χημικά λιπάσματα (ενεργός θρεπτική αξία) και ότι η χρήση του κομπόστ σε συνδυασμό με την εφαρμογή αμειψισπορών με ψυχανθή μπορεί στις περισσότερες περιπτώσεις να υποκαταστήσει όλη την χημική αζωτούχο λίπανση.

Οι γεωργικές πρακτικές σήμερα εξακολουθούν κατά κανόνα να απηχούν την παραδοσιακή άποψη ότι το έδαφος είναι μία αδρανής μάζα, ένα δοχείο θρεπτικών συστατικών που αφαιρούνται με τις συγκομιδές και πρέπει να αναπληρώνονται με τα λιπάσματα. Η οικολογική γεωργία πρωτοστάτησε στην αναθεώρηση της άποψης ότι τα φυτά αφομοιώνουν κυρίως υδατοδιαλυτά ιόντα. Αν τα θρεπτικά συστατικά για να αφομοιωθούν από τα φυτά έπρεπε πρώτα να γίνουν υδατοδιαλυτά, με τις αρδεύσεις και τις βροχοπτώσεις θα απομακρύνονταν από τα εδάφη, που γρήγορα θα έχαναν τη γονιμότητά τους. Επίσης στα φυσικά υδατικά συστήματα τα θρεπτικά θα αυξάνονταν συνεχώς (ευτροφισμός), πράγμα που δεν συμβαίνει (αυτό συμβαίνει εκεί όπου εφαρμόζονται τα χημικά).

Η λίπανση των εδαφών οφείλει να βελτιώνει τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών και αυτό εξασφαλίζεται μόνο με ενίσχυση της ζωής του εδάφους. Η τροφοδοσία του εδάφους με ενεργό χούμο αποτελεί την ιδεατή προσθήκη ζωντανής ύλης, άμεσα χρησιμοποιήσιμης από τους μικροοργανισμούς και τα φυτά. Δίνει την ευκαιρία στη ζωή του εδάφους να λειτουργεί και να αναπτύσσεται και γι' αυτό είναι από τις πρώτες ενέργειες για την εξυγίανση της γεωργικής παραγωγής και της φύσης γενικά.

Η τεχνολογία του κομπόστ είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που χρησιμοποιείται ήδη ώστε να αυξηθεί την παραγωγή των αγροτών που ενδιαφέρονται για βιώσιμη γεωργία. Τώρα, οι επαγγελματικοί καλλιεργητές ανακαλύπτουν ότι το κομπόστ εκτός από τον εμπλουτισμό του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία, αυξάνει την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ), βελτιώνει την εδαφολογική δομή, την σταθερότητα του εδάφους, την διηθητικότητα του νερού στο έδαφος και την υδατοικανοτητά του. Η ΙΑΚ βελτιώνει την ικανότητα συγκράτησης των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος (θετική

φόρτιση των θρεπτικών στοιχείων π.χ. Ca^{++}) αλλά η οργανική ουσία μπορεί επίσης να βελτιώσει την ικανότητα ανταλλαγής ανιόντων που μπορεί να βοηθήσει και να διατηρήσει τα νιτρικά και θειικά άλατα. Το κομπόστ, μπορεί επίσης να βοηθήσει να καταστείλει τις ασθένειες και να αποκρούσει τα παράσιτα του εδάφους.

Επίσης, η ήδη χωνεμένη κομπόστα έχει pH περίπου ουδέτερο, γεγονός που της επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί τόσο σε όξινα όσο και σε αλκαλικά εδάφη, βελτιώνοντας την κατάσταση που επικρατεί. Η ικανότητα αυτή του κομπόστ, σε συνδυασμό με τη διόρθωση και αύξηση της εδαφικής γονιμότητας οδηγεί σε ομαλότερη και ικανοποιητικότερη πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων, που βρίσκονται διαλυμένα στο εδαφικό νερό από τα φυτά.

Στην περίπτωση που τα καλλιεργούμενα φυτά αναπτύσσονται σε εδάφη που έχουν υποστεί συμπίεση και είναι ελλειμματικά από απόψεως περιεκτικότητας σε νερό, η εφαρμογή κομπόστ, αρχικά με τη κορυφή θρεπτικού διαλύματος σε συνδυασμό με καλλιεργητικές φροντίδες (ελαφρύ σκάλισμα του εδάφους, ελαφρύ πότισμα κ.α.) και στη συνέχεια με τη μορφή στερεού λιπάσματος, θα βελτιώσει θεματικά την προβληματική κατάσταση των εδαφών και κατά συνέπεια θα επαύξηση και το ρυθμό ανάπτυξης των φυτών.

Τονίζοντας επιπλέον, ότι τα υδατικά αποθέματα χαρακτηρίζονται σήμερα ως ο σημαντικότερος ορυκτός πλούτος μιας χώρας, η αύξηση της οργανικής ουσίας των εδαφών μέσω του κομπόστ, αυξάνει την υδατοικανοτητά τους, ώστε ένα έδαφος που έχει πλούσια οργανική ουσία να απαιτεί λιγότερες αρδεύσεις. Στη χώρα μας υπάρχει ήδη έντονο υδατικό πρόβλημα, ενώ ο σημαντικότερος καταναλωτής νερού είναι η γεωργία, πράγμα που επιτείνεται τόσο από τη μεγάλη και έντονη ξηροθερμική περίοδο (κλίμα). όσο και από την κακή κατάσταση των εδαφών, τα οποία χάρη στην φτωχή οργανική ουσία που περιέχουν, απαιτούν πολλές αρδεύσεις. Επίσης στη χώρα μας αντιμετωπίζουμε πολύ σημαντικό πρόβλημα διάβρωσης των εδαφών, λόγω της μικρής φυτοκάλυψης και των μεγάλων κλίσεων, όπως και λόγω των εντατικών καλλιεργητικών πρακτικών (αναστροφή εδάφους, βαθιά άροση, φρεζάρισμα κλπ.). Ένα έδαφος που χειρίζεται με την προσθήκη κομπόστ απαιτεί πολύ λιγότερες επεμβάσεις, γιατί η εδαφοκάλυψη περιορίζει τα ζιζάνια, ενώ αποκτά καλύτερο πορώδες και δομή ώστε να αντιστέκεται περισσότερο στα φαινόμενα διάβρωσης.

Αυτές οι ευεργετικές χρήσεις του κομπόστ μπορούν να βοηθήσουν τους καλλιεργητές εκτός από να μειώσουν τη χρήση και το κόστος αγοράς λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, αλλά μπορούν επίσης και να βοηθήσουν τη συντήρηση και την

διατήρηση των φυσικών πόρων. Το όφελος ποικίλει ανάλογα με τις αρχικές εδαφολογικές συνθήκες, το περιβάλλον, τη διαχείριση, τον τύπο και το ποσοστό του κομπόστ που εφαρμόζεται. Αυτοί οι παράγοντες είναι σίγουρα μέρος της εδαφολογικής δομής και η προσθήκη της οργανικής ουσίας μέσω του κομπόστ είναι πραγματικά το κλειδί.

3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Το κομπόστ όπως προαναφέρθηκε μπορεί να προσδώσει διάφορα φυσικά και χημικά οφέλη στο έδαφος, όπως την αύξηση ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, τη βελτίωση υδατοικανότητας, διηθητικότητας κ.λ.π. Όλα αυτά έχουν τεκμηριωθεί με έρευνες και είναι σχετικά εύκολο να μετρηθούν με ποσοτικές δοκιμές. Το όφελος ποικίλει ανάλογα με τις αρχικές εδαφολογικές συνθήκες, το περιβάλλον, τη διαχείριση, τον τύπο και το ποσοστό του κομπόστ που εφαρμόζεται.

Επιπλέον, στην περιοχή της Μεσογείου, η αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους έχει πρόσθετο όφελος στα προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση του υφάλμυρου ύδατος για την άρδευση των αγρών, η οποία είναι συχνή περίπτωση σε αυτές τις περιοχές. Δεδομένου ότι η κτηνοτροφική παραγωγή στους στάβλους είναι περιορισμένη στην Ελλάδα, το συμβατικό οργανικό λίπασμα (κοπριά) δεν είναι διαθέσιμο, απαιτείται η παραγωγή λιπασμάτων από άλλα τοπικά οργανικά υπολείμματα. Οι πρώτες ύλες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παραγάγουν υψηλής ποιότητας κομπόστ είναι κυρίως τα υπολείμματα τοπικών καλλιεργειών και γεωργικών βιομηχανιών. Η παραγωγή ελαιολάδου είναι σημαντική στην περιοχή της Μεσογείου και ιδιαίτερα στην Ελλάδα. Η σημασία των υποπροϊόντων της έλαιο-καλλιέργειας στις μεσογειακές χώρες είναι ευρέως γνωστή, όπως είναι και σοβαρό το πρόβλημα που έχουν τα ελαιοτριβεία ως προς τη διάθεση των υποπροϊόντων τους.

Μεταξύ των τεχνολογιών που στοχεύουν στην βιοαποικοδόμηση των υποπροϊόντων από την παραγωγή του ελαιολάδου και την δημιουργία μιας αγοράς τέτοιων αποβλήτων ως λίπασμα, η κομποστοποίηση είναι η καταλληλότερη εναλλακτική λύση που επιτρέπει την επιστροφή στα φυτά των θρεπτικών ουσιών που λαμβάνονται από την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων. Επιπλέον, με την κομποστοποίηση αποφεύγονται μερικά μειονεκτήματα όπως η φυτοτοξικότητα,

διήθηση των θρεπτικών ουσιών, παρεμπόδιση της μικροχλωρίδας, που παρατηρούνται συχνά όταν παρέχονται άμεσα διάφορα υποπροϊόντα κατευθείαν στο έδαφος.

Διάφορες μελέτες που έχουν διεξαχθεί πάνω στην τεχνολογία της κομποστοποίησης των υποπροϊόντων παραγωγής του ελαιολάδου διαπίστωσαν ότι, όταν κομποστοποιήθηκε κατσίγαρος σε συνδυασμό με τεμαχισμένο άχυρο σίτου και ουρίας, μια γρήγορη αύξηση των μικροοργανισμών και των βιο-αντιδράσεων πραγματοποιήθηκε στην αρχή της διαδικασίας, η οποία οδήγησε σε μια αύξηση της θερμοκρασίας και του pH και μια μείωση του συνολικού οργανικού άνθρακα.

Επίσης, το 1996 ο Tomatti U. και οι συνεργάτες του, διαπίστωσαν ότι κατάλληλη επεξεργασία των υγρών απόβλητων από τα ελαιοτριβεία παράγει ένα υψηλής ποιότητας κομπόστ που χαρακτηρίζεται από μια ιδιαίτερη παρουσία θρεπτικών ουσιών, κυρίως αζώτου (1.5-3%), ένα καλό επίπεδο ύγρανσης (βαθμός ύγρανσης 78%) και από την απουσία φυτοτοξικότητας. Ακόμα, ο Σταματιάδης και οι συνεργάτες του (1999), έδειξαν ότι η εφαρμογή ώριμων κομπόστ σε ανάλογα ποσοστά βελτιώνει την ανάπτυξη των φυτών, τις εδαφολογικές ιδιότητες και αυξάνει τα διαθέσιμα επίπεδα των εδαφολογικά θρεπτικών στοιχείων.

Ακόμα, το κομπόστ από τα υπολείμματα συγκομιδών όπως ο αραβόσιτος όταν εφαρμόζεται στο έδαφος αυξάνει την εδαφολογική οργανική ουσία του και τις θρεπτικές ουσίες των φυτών. Οι Smith *et al*, (1992) σε μελέτες τους αναφέρουν υψηλότερη παραγωγή λάχανου και κρεμμυδιού όταν το έδαφος λιπάνθηκε με το συγκεκριμένο κομπόστ σε αναλογία 25%. Παρομοίως, ο Μανίος (1992) ανέφερε αύξηση της παραγωγής τομάτας σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% όταν το έδαφος καλύφθηκε σε επιφάνεια 1cm με κομποστοποιημένα δημοτικά απόβλητα. Επίσης, ο Abad και οι συνεργάτες του (1997) ανέφεραν ότι η εφαρμογή του κομπόστ οδήγησε σε μείωση της χρήσης των ανόργανων λιπασμάτων που απαιτούνται για την παραγωγή πατάτας, ενώ επίσης αυξήθηκε η παραγωγή. Οι Akanbi και Togun (2002) ανέφεραν ότι το κομπόστ επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη, την παραγωγή, καθώς επίσης και την ικανότητα πρόσληψης του N, P και K στα φυτά αμάρανθου (*Amaranthus cruentus* L.).

Όμως η επίδραση του κομπόστ ως προς τη διαθεσιμότητα του αζώτου πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ώστε να αποφευχθούν προσβολές προκαλούμενες από διάφορα παθογόνα. Τα παθογόνα *Phytophthora* και *Fusarium* είναι παραδείγματα ότι αυξάνουν την ταχύτητα προσβολής τους σε υπερβολικές ποσότητες αζώτου στο έδαφος το οποίο εισάγετε μέσω τον κομποστοποιημένων προϊόντων. Το αντίθετο φαινόμενο μπορεί να συμβεί όταν το κομπόστ παράγεται από προϊόντα με υψηλή σχέση άνθρακα προς

άζωτο, π.χ. υπολείμματα ξύλου. Σ' αυτή τη περίπτωση τα φυτά υποφέρουν από χρόνια έλλειψη αζώτου ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ανάπτυξη τους και αυξημένη ευαισθησία στα παθογόνα και στα έντομα. Η μόνη λύση σε αυτά τα προβλήματα είναι η παραγωγή κομπόστ υψηλής και σταθερής ποιότητας. Η γνώση που απαιτείται για την παραγωγή τέτοιων κομπόστ είναι διαθέσιμη αλλά δυστυχώς, παραγόμενα κομπόστ σύμφωνα με ποιοτικά πρότυπα δεν έχουν εφαρμοσθεί ακόμη σε πολλά μέρη του κόσμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ

4.1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ

Η σημασία της χρησιμοποίησης του κομπόστ τόσο στη βιολογική γεωργία (κανονισμός Ε.Ε. - 2092/91) όσο και στη συμβατική γεωργία, δημιουργεί το ενδιαφέρον να εξετάσει κάποιος την δυνατότητα παραγωγής κομπόστ σε επιχειρηματική βάση. Στη βιολογική γεωργία, οι ομάδες παραγωγών που έχουν δημιουργηθεί κατέχουν σημαντικές εκτάσεις (κυρίως δενδρωδών καλλιεργειών) και κατά συνέπεια έχουν ανάλογα μεγάλες ανάγκες σε κομπόστ. Έτσι θα μπορούσε να πει κάποιος ότι καταρχάς δικαιολογούνται ενέργειες και επενδύσεις από τις ομάδες για την παραγωγή κομπόστ σε διαφορετική μορφή από την ερασιτεχνική – οικογενειακή.

Όπως τα περισσότερα προϊόντα, η τιμή που μπορεί να χρεωθεί για ένα δεδομένο κομπόστ εξαρτάται από τη συνέπεια, τη γενική ποιότητα, την προώθηση τη συσκευασία, και τις σχετικές υπηρεσίες (π.χ. παράδοση). Γι' αυτό το λόγο οποιοσδήποτε αγρότης που αρχίζει να αξιολογεί τις πιθανές δαπάνες για την λειτουργία μιας μονάδας κομποστοποίησης πρέπει να υποβάλει μερικές βασικές ερωτήσεις.

Πρώτα και ίσως πιο σημαντικό, *ποια ποσότητα κατάλληλων οργανικών υλικών είναι διαθέσιμη για κομποστοποίηση, και σε ποια τιμή;* Πολλοί, εάν όχι οι περισσότεροι αγρότες έχουν τη δυνατότητα να κομποστοποιούν μέχρι αρκετές χιλιάδες κυβικά μέτρα υλικού χωρίς σημαντικές νέες δαπάνες. Μεγαλύτεροι όγκοι απαιτούν όλο και περισσότερο ουσιαστικές υποχρεώσεις εργασίας, ή/και της κύριας επένδυσης. Δεύτερον, *ποια είδη εντός και εκτός των αγροτικών υλικών είναι διαθέσιμα;* Τα προτιμητέα υλικά είναι τα μη μολυσμένα οργανικά απόβλητα τα οποία δεν έχουν σημαντικές δαπάνες χειρισμού, με χαμηλό κόστος και συμπληρώνουν σημαντικά τα φυσικά χαρακτηριστικά του κομπόστ (αναλογία άνθρακα αζώτου, περιεκτικότητα σε υγρασία, μέγεθος μορίων, κ.λπ.). Προσοχή πρέπει να ληφθεί για να εξασφαλισθεί ότι τα εκτός-αγροτικά υλικά όπως τα δημοτικά φύλλα ή το χαρτόνι είναι απαλλαγμένα από οποιουδήποτε μολυσματικούς παράγοντες (π.χ. μέταλλα, σκυροδέματα, χημικές ουσίες) που μπορούν να βλάψουν τα μηχανήματα επεξεργασίας ή να υποβαθμίσουν την

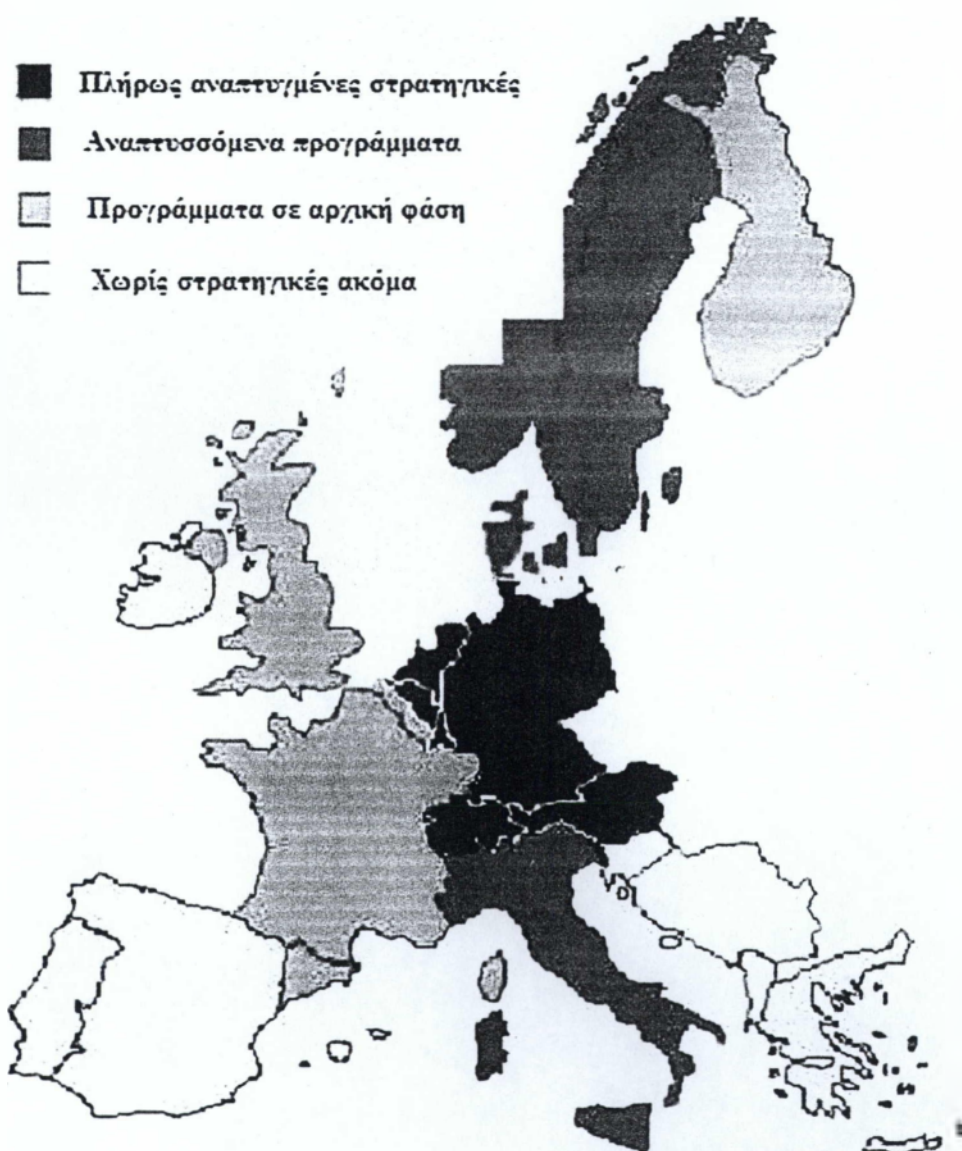
αξία του τελικού προϊόντος. Τρίτον, *ποιες είναι οι αναμενόμενες αγορές ή χρήσεις για το ώριμο κομπόστ*; Η παραγωγή κομπόστ για να ικανοποιήσει τις ανάγκες μιας ειδικής ή μιας υψηλής σε αξία αγοράς απαιτεί ιδιαίτερα αυστηρούς ελέγχους προκειμένου να κρατηθούν μακριά ή να αφαιρεθούν οι εισερχόμενοι μολυσματικοί παράγοντες (φυσικοί και χημικοί). Η κύρια επένδυση στη βελτίωση του τελικού προϊόντος μέσω τεμαχισμού ή μέσω διαλογής είναι σημαντική. Απαιτείται επίσης γνώση και πείρα γύρω από το χώρο του μάρκετινγκ, μαζί με τις σχετικές δαπάνες μάρκετινγκ.

Στην πραγματικότητα οι δαπάνες οποιασδήποτε ιδιαίτερης λειτουργίας κομποστοποίησης εξαρτώνται από έναν μεγάλο αριθμό πρόσθετων συγκεκριμένων μεταβλητών, πολλές από τις οποίες θα ποικίλουν από αγρόκτημα σε αγρόκτημα. Ένας εκτενής κατάλογος της σπουδαιότητας των μεταβλητών περιλαμβάνει τις δαπάνες εργασίας, τις τιμές καυσίμων, την αξία του εδάφους και το κόστος του εξοπλισμού. Ο τύπος και οι όγκοι του υλικού που θα χρησιμοποιηθούν μπορούν να διαφέρουν σύμφωνα με τον τύπο και το μέγεθος του αγροκτήματος και το χαρακτήρα τις εκάστοτε τοπικής κοινωνίας.

Τα επιθυμητά κομπόστ μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας συστήματα τεχνολογιών ή διαχείρισης που χρησιμοποιούν διαφορετικούς συνδυασμούς (έδαφος, εργασία και εξοπλισμός), επιτρέποντας κατά συνέπεια στον παραγωγό τη χρήση των πιο ελάχιστα δαπανηρών συστημάτων. Συστήματα εντατικότερης (και ακριβότερα) διαχείρισης είναι σε θέση να χειριστούν περισσότερο υλικό σε μια δεδομένη περιοχή εδάφους, κατά συνέπεια, καθώς ο όγκος του κομποστοποιήσιμου υλικού αυξάνεται, η τάση είναι να αφιερωθεί όλο και μεγαλύτερο ποσοστό δαπανών στην αυξανόμενη εργασία και έπειτα στον περιπλοκότερο εξοπλισμό κομποστοποίησης. Εν τούτοις πολύ μεγάλες ποσότητες υλικών που είναι σχετικά δύσκολο να κομποστοποιηθούν χωρίς προβλήματα απαιτούν συχνά ένα δαπανηρότερο σύστημα διαχείρισης, η μεγαλύτερη δαπάνη αγοράς. Ένα κλειδί για την ελαχιστοποίηση των δαπανών ανά τόνο είναι να μελετηθεί αναλυτικότερα η εκάστοτε λειτουργία για να καταστήσει πιθανή την αποδοτική χρησιμοποίηση των σημαντικών σταθερών επενδύσεων όπως τον εξειδικευμένο εξοπλισμό κομποστοποίησης ή τη διαθέσιμη γη.

4.2. ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ Ε.Ε.

Από τον τέλος της δεκαετίας του '80, η κομποστοποίηση έχει σημειώσει μια τεράστια αύξηση σε ολόκληρη την Ευρώπη. Υπάρχει μια ευρεία συνειδητοποίηση μεταξύ των τεχνικών και των ιθυνόντων ότι η κομποστοποίηση θα παίξει ακόμα σημαντικότερο ρόλο στις προσεχείς ευρωπαϊκές στρατηγικές για τη διαχείριση των αποβλήτων. Παρακάτω περιγράφονται εν συντομία ποιες είναι οι σημαντικότερες κατευθυντήριες δυνάμεις σε επίπεδο Ε.Ε. για το θέμα αυτό οδηγίες.



Σχεδιάγραμμα 4.1. Ανάπτυξη προγραμμάτων κομποστοποίησης σε διάφορες χώρες της Ε.Ε.

Η οδηγία για την ταφή των απορριμμάτων προβλέπει μια αισθητή μείωση ειδικότερα των οργανικών απορριμμάτων τα επόμενα έτη. Αυτό στοχεύει να μειώσει αποτελεσματικά την παραγωγή του βιοαερίου στους τόπους ταφής (ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες της παγκόσμιας ανησυχίας από τη διαχείριση των αποβλήτων) και να βελτιώσει τις συνθήκες υπό τις οποίες οι χώροι ταφής λειτουργούν.

Τα οργανικά απόβλητα τα οποία θάβονται θα πρέπει να μειωθούν από:

- 25% (σε σχέση με το 1995) μέσα σε 5 έτη
- 50% μέσα σε 8 έτη
- 65% μέσα σε 15 έτη.

Αν και αυτό επίσης θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της θερμικής επεξεργασίας, η βιολογική επεξεργασία και η κομποστοποίηση είναι πιθανό να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο. Η κομποστοποίηση είναι "ο φυσικότερος" τρόπος διαχείρισης των οργανικών αποβλήτων, και το κόστος της είναι γενικά χαμηλότερο από αυτό της αποτέφρωσης. Επιπλέον, πρέπει να γίνει συμμόρφωση με τις διατάξεις της πρόσφατης οδηγίας σχετικά με την αποτέφρωση.

Η Ε.Ε. πήρε πρόσφατα την πρωτοβουλία να προτείνει μια οδηγία για τη βιολογική επεξεργασία των βίο-διασπάσιμων απόβλητων, προκειμένου: να εξασφαλίσει μια ισορροπημένη προσέγγιση στις υποχρεώσεις στη μείωση ταφής των οργανικών αποβλήτων (οδηγία 99/31/CE), δηλ. έθεσε την ανάγκη να υπάρξει ανακύκλωση της οργανικής ουσίας ως καλύτερη επιλογή από τη θερμική επεξεργασία, καθόρισε μερικούς στόχους ανακύκλωσης για τα οργανικά απορρίμματα, ώστε να εξασφαλιστεί μια ομαλή ανάπτυξη κομποστοποίησης σε ολόκληρη την Ευρώπη, καθόρισε κοινές οριακές τιμές και συνθήκες για τη χρήση και το μάρκετινγκ των κομποστοποιημένων προϊόντων σε ολόκληρη την Ευρώπη και ανέπτυξε περαιτέρω την παραγωγή υψηλής ποιότητας εδαφολογικών βελτιωτών από κομπόστ που χρησιμοποιούνται μέσα στις οργανικές καλλιέργειες και να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για να αντιμετωπιστεί η ερήμωση στις νότιες ευρωπαϊκές χώρες. Επίσης η ευρεία ανάπτυξη των στρατηγικών που στοχεύουν στην ανακύκλωση των οργανικών αποβλήτων μέσω της κομποστοποίησης στην Ευρώπη είναι κατά ένα μεγάλο μέρος βασισμένη στους σταθερούς όρους του μάρκετινγκ. Αυτό εξασφαλίζει μια συνεχή εξασφάλιση για το τελικό προϊόν, παρέχοντας κατά συνέπεια την αιτιολόγηση για περαιτέρω στρατηγική.

Τα συστήματα εξασφάλισης ποιότητας (QAS - Quality assurance systems) για τα κομποστοποιημένα προϊόντα ήδη από καιρό έχουν παίξει έναν κεντρικό ρόλο στο πλαίσιο κομποστοποίησης στην κεντρική Ευρώπη. Στην πραγματικότητα, ένα σύστημα εξασφάλισης ποιότητας συνδέει την ποιότητα του τελικού προϊόντος σε όλα τα επίπεδα διαχείρισης της διαδικασίας. Όπως ο πίνακας 4.1. σαφώς παρουσιάζει, τα συστήματα εξασφάλισης ποιότητας διαδραματίζουν έναν κεντρικό ρόλο σε εκείνες τις χώρες με καλά αναπτυγμένο σύστημα κομποστοποίησης, όπως στην Αυστρία, τη Γερμανία, τη Δανία, τις Κάτω Χώρες και το Βέλγιο. Αυτές οι χώρες έχουν καθιερώσει ένα εκτενές σύστημα ποιοτικής διαχείρισης κομποστοποίησης.

Πίνακας 4.1. Θέση πιστοποίησης της κομποστοποίησης σε διάφορες χώρες της Ε.Ε.

Χώρα	Θέση εξασφάλισης ποιότητας / Πιστοποίηση του κομπόστ
Αυστρία:	Πλήρως καθιερωμένα συστήματα εξασφάλισης ποιότητας
Βέλγιο:	Πλήρως καθιερωμένα συστήματα εξασφάλισης ποιότητας
Δανία:	Σε στάδιο προετοιμασίας
Γαλλία:	Πρόταση για τα ποιοτικά κριτήρια, ερευνητικό πρόγραμμα για ένα σύστημα ποιοτικής διαχείρισης
Γερμανία	Πλήρως καθιερωμένα συστήματα εξασφάλισης ποιότητας
Ιταλία	Πρόταση από τον κρατικό οργανισμό κομποστοποίησης για εφαρμογή συστημάτων εξασφάλισης ποιότητας.
Λουξεμβούργο	Μερικές πλάνα σύμφωνα με το γερμανικό σύστημα εξασφάλισης ποιότητας
Ολλανδία:	Πλήρως καθιερωμένα συστήματα εξασφάλισης ποιότητας και πιστοποίησης.
Ισπανία	Πρόταση για σύστημα εξασφάλισης ποιότητας
Σουηδία	Προσφάτως ξεκίνησε σύστημα εξασφάλισης ποιότητας για το κομπόστ
Αγγλία	Πρόταση ποιοτικών προτύπων από τον οργανισμό κομποστοποίησης
Φιλανδία	Καμία επίσημη προσπάθεια μέχρι τώρα.
Ελλάδα	Καμία επίσημη προσπάθεια μέχρι τώρα.
Ιρλανδία	Καμία επίσημη προσπάθεια μέχρι τώρα
Πορτογαλία	Καμία επίσημη προσπάθεια μέχρι τώρα

Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες και σε σχέση με τις εφαρμοζόμενες καλλιέργειες της μεσογειακής γεωργίας, καθορίζεται ένα τεράστιο αίτημα οργανικής ουσίας. Θερμά και ξηρά κλίματα και η εντατική κατανάλωση χούμου από τις συγκομιδές καθιστούν τα εδάφη υποβαθμισμένα σε οργανική ουσία καθώς οι δεκαετίες χημικής λίπανσης ως πλήρες υποκατάστατο της οργανικής λίπανσης έχουν επιδεινώσει τη γενική κατάσταση. Σε πολλά επικλινή αγροκτήματα, πολλά εδάφη αναφέρονται κατά λιγότερο από 1% σε επίπεδα οργανικής ουσίας. Επιπλέον, η πρόσφατη διάσκεψη του Ντακάρ έχει δείξει ότι πολλές Μεσογειακές χώρες απειλείται με τη διαδικασία της ερήμωσης.

Αυτή η εικόνα οδηγεί, γενικά, σε μια ευνοϊκή κατάσταση για να προωθηθεί η χρήση των κομποστοποιήσιμων υλικών. Οι ενώσεις πολλών αγροτών εξετάζουν τώρα το κομπόστ ως κατάλληλο εργαλείο για να αποκαταστήσουν τη γονιμότητα και να επιτρέψουν την ανάπτυξη και την εγκατάσταση εκείνων των καλλιεργειών που τις καθιστά ιδανικές ως προς το μεσογειακό κλίμα (π.χ. λαχανοκομία, φρούτο-δέντρα, κ.λπ) αντί της κτηνοτροφικής παραγωγής που δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστική στην κεντρική Ευρώπη.

Στις Μεσογειακές χώρες, συμφωνά με ισχυρά στοιχεία, η χρήση του κομπόστ μέσα στα καλλιεργήσιμα εδάφη θα μπορούσε να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στο μέλλον. Υπάρχει μια μεγάλη συνειδητοποίηση μεταξύ των υπευθύνων διαχείρισης του κομπόστ και των ερευνητικών κέντρων, κατά την οποία στο άμεσο μέλλον η χρήση του κομπόστ θα μπορούσε να εφαρμοσθεί ευρύτατα. Από μια "στρατηγική" άποψη, υπάρχει μια μεγάλη συνειδητοποίηση από μερικά κεντρικά όργανα η σημασία ώστε να αποκατασταθεί η γονιμότητα στο έδαφος. Παραδείγματος χάριν, ο ANPA, η ιταλική υπηρεσία προστασίας του περιβάλλοντος είναι δεσμευμένη να προωθήσει ένα εθνικό σχέδιο για την οργανική ουσία στο έδαφος, στο οποίο οι γενικές ανάγκες, υπολογίζονται από προγράμματα αποκατάστασης γονιμότητας που πρέπει να παρασχεθούν από οργανικά λιπάσματα, μεταξύ των οποίων η χρήση του κομπόστ προβλέπεται να διαδραματίσει έναν βασικό ρόλο.

Από αυτή την άποψη, όλο και περισσότερο οι διάφορες χώρες χρηματοδοτούν και σχεδιάζουν προγράμματα για επέκταση της χρήσης του κομπόστ ως οργανικού προθετικού. Οι συχνότερες προβλέψεις τέτοιων προγραμμάτων είναι:

- Χρηματοδότηση αγροτών με ένα ορισμένο ποσό ανά μονάδα εδάφους όπου ενσωματώνεται το κομπόστ.

- Τα κομποστοποιημένα προϊόντα προσφέρονται κατά προτίμηση για δημόσιες πράσινες περιοχές (κήπους, πάρκα, κλπ) .
- Χρηματοδότηση αγροτών για να αντικαταστήσουν τα παλαιά μηχανήματα όταν ο νέος εξοπλισμός είναι μηχανικά κατάλληλος για να διανεμηθεί το κομπόστ ως οργανικό λίπασμα.

4.4. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Από μια μικρή ανασκόπηση στα όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα; κεφάλαια διαπιστώνει κανείς ότι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της γεωργίας, είναι η απώλεια της εδαφικής γονιμότητας, δηλαδή, η απώλεια της οργανικής ουσίας των εδαφών. Μπροστά στο πρόβλημα αυτό η συμβατική γεωργία κλείνει τα μάτια, πράγμα που δεν είναι άσχετο με την ξεπερασμένη φιλοσοφία της για την ανόργανη λίπανση. Η απάντηση είναι σαφής: αν τα φυτά τρεφόταν με ανόργανα στοιχεία, με την έκλυση των εδαφών η γονιμότητά τους θα μειώνονταν. Μακάρι να έρθει γρήγορα η εποχή, όπου η γεωργική δραστηριότητα θα έχει πραγματικά έναν ήπιο χαρακτήρα, με τη φύση να λειτουργεί «από μόνη της», χωρίς την εντατικοποίηση που ο άνθρωπος της επιβάλλει. Όπως φαίνεται, η εποχή αυτή θα αργήσει. Μέχρι τότε, με τη χρήση του κομπόστ μπορούμε να βοηθήσουμε τα ταλαιπωρημένα εδάφη να ξαναγίνουν οργανικά εδάφη.

Στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης γεωργίας η χρήση του κομπόστ έχει ως σκοπό να βελτιώσει της φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, καθώς επίσης και να βοηθήσει ώστε να ελεγχθούν οι ασθένειες και τα παρασιτα εδάφους ώστε να ενισχυθούν οι αποδόσεις των φυτών χωρίς όμως ενεργειακές εισροές και εκροές υψηλών τάσεων. Η παράγωγή του κομπόστ είναι η επιστήμη του μέλλοντος που έχει τις ρίζες της στην πρώτη μορφή γεωργίας. Αν οι παραγωγοί αποκτήσουν οικολογική συνείδηση και επιμορφωθούν σε θέματα ανακύκλωσης όπως για την κομποστοποίηση, θα έχουν τεράστιο όφελος τόσο λόγω οικονομίας στα χημικά λιπάσματα και στα φυτοφάρμακα όσο και λόγω βελτίωσης των εδαφών των αγρών τους. Το κομπόστ δεν είναι πανάκεια, είναι όμως πολύ χρήσιμο, εκμεταλλευόμαστε οργανικά υλικά που θα έμεναν ούτως ή άλλως ανεκμετάλλευτα, για να βοηθήσουμε τη φύση. Από τη μια παράγουμε ένα προϊόν εξαιρετικά χρήσιμο και από την άλλη αποφεύγουμε τον ευτροφισμό των νερών και τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abad M., Berjon, M.D., Climent, M. and Camarero, S.A., (1997). The influence of solid urban waste compost and nitrogen-mineral fertilizer on growth and productivity in potatoes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **28** 17-18, pp. 1653-1661
- Akanbi W.B. Togun O.(2002) "The influence of maize-stover compost and nitrogen fertilizer on growth, yield and nutrient uptake of amaranth" *Scientia Horticulturae* **95**: 1-8
- Avgelis, A.D. and V.I. Manios. (1992) "Elimination of Cucumber Green Mottle Mosaic Tobamovirus by Composting Infected Cucumber Residues." *Acta Horticulturae* **302**: 311-314.
- Bollen, G.J. (1985). "The Fate of Plant Pathogens During Composting of Crop Residues." In *Composting of Agricultural and Other Wastes*, edited by J.K.R. Gasser, 282-290. London: Elsevier Applied Science Publishers.
- Bollen, G.J. and D. Volker. (1996) "Phytohygienic Aspects of Composting." In *The Science of Composting*, edited by M. de Bertoldi, P. Bert, and P. Tiziano, 233-246. London: Blackie Academic and Professional.
- Burdon, J.J. (1992) "The Growth and Regulation of Pathogenic Fungal Populations." In *The Fungal Community*, edited by G.C. Carroll and D.T. Wicklow, 173-181. New York, NY: Marcel Dekker, Inc.
- Calvet, C., J.M. Barea, and J. Pera. (1992) "In Vitro Interactions Between the Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus mosseae* and Some Saprophytic Fungi Isolated From Organic Substrates." *Soil Biology and Biochemistry* **24**: 775-780.
- Cole, M.A., L. Zhang, and X. Liu. (1995) "Remediation of Pesticide Contaminated Soil by Planting and Compost Addition." *Compost Science and Utilization* **3**: 20-30.
- Couch, H.B. and J.R. Bloom. (1960) "Influence of Environment on Diseases of Turfgrasses. I. Effect of Nutrition, pH, and Soil Moisture on Sclerotinia Dollar Spot." *Phytopathology* **50**: 761-763.
- Daft, G.C., H.A. Poole, and H.A.J. Hoitink. (1979) "Composted Hardwood Bark: A Substitute for Steam Sterilization and Fungicide Drenches for Control of Poinsettia Crown and Root Rot." *HortScience* **14**: 185-187.
- Ελευθεροχωρινός Ηλ. (2003). Η ολοκληρωμένη και όχι η βιολογική γεωργία είναι η γεωργία του μέλλοντος. *Γεωργία-Κτηνοτροφία* 4/2003, 34-38.
- Farrell, J.B. (1993) "Fecal Pathogen Control During Composting." In *Science and Engineering of Composting*, edited by H.A.J. Hoitink and H.M. Keener, 282-300. Worthington, OH: Renaissance Publications.
- Flynn, R. P. and Wood, C. W. (1996). Temperature and chemical changes during composting of broiler litter. *Compost Science and Utilization* **3**, 62-70.

Gerrettson-Cornell, L., F.R. Humphreys, and S.R. Townsend. "Results of a Preliminary Investigation on the Use of *Pinus radiata* Bark Against *Phytophthora cinnamomi* Rands."

Hardy, G.E. and K. Sivasithamparam (1995). "Antagonism to Fungi and Actinomycetes Isolated From Composted Eucalyptus Bark to *Phytophthora Drechsleri* in a Steamed and Non-steamed Composted Eucalyptus Bark-amended Container Medium." *Soil Biology and Biochemistry* 27: 243-246.

Hoitink, H.A.J. and H.A. Poole (1976a). "Composted Bark Mediums for Control of Soil-borne Plant Pathogens." *American Nurseryman* 144(5): 15, 88-89.

Hoitink, H.A.J., Y. Inbar, and M.J. Boehm (1991a). "Status of Compost-amended Potting Mixes Naturally Suppressive to Soilborne Diseases of Floricultural Crops." *Plant Disease* 75: 869-873.

Hoitink, H.A.J., Y. Inbar, and M.J. Boehm (1991b). "Compost Can Suppress Soil-borne Diseases in Container Media." *American Nurseryman* 178: 91-94.

Hoitink, H.A.J. and H.M. Keener (1993). *Science and Engineering of Composting*. Worthington, OH: Renaissance Publications.

Hoy, M.A. (1992). "Biological Control of Arthropods: Genetic Engineering and Environmental Risks." *Biological Control* 2: 166-170.

Iannotti, D.A., M.E. Grebus, B.L. Toth, L.V. Madden, and H.A.J. Hoitink (1994). "Oxygen Respirometry to Assess Stability and Maturity of Composted Municipal Solid Waste." *Journal of Environmental Quality* 23: 1177-1183.

Logsdon, G. (1993). "Using Compost for Plant Disease Control." *BioCycle* 34(10): 33-36.

Lopez-Real, J. and M. Foster. (1985). "Plant Pathogen Survival During the Composting of Agricultural Organic Wastes." In *Composting of Agricultural and Other Wastes*, by J.K.R. Gasser, 291-300. London: Elsevier Applied Science Publishers.

Jeanine I. Boulter Greg J. Boland and Jack T. Trevors (2002) "Assessment of compost for suppression of Fusarium Patch (*Microdochium nivale*) and Typhula Blight (*Typhula ishikariensis*) snow molds of turfgrass" *Biological Control* 25: 162-172

Malek, R.B. and J.B. Gartner (1975). "Hardwood Bark as a Soil Amendment for Suppression of Plant Parasitic Nematodes on Container Grown Plants." *HortScience* 10 : 33-35.

Mandelbaum, R. and Y. Hadar (1990). "Effects of Available Carbon Source on Microbial Activity and Suppression of *Pythium aphanidermatum* in Compost and Peat Container Media." *Phytopathology* 80: 794-804.

Mary E. McKellar and Eric B. Nelson (2003). "Compost-Induced Suppression of *Pythium* Damping-Off Is Mediated by Fatty-Acid-Metabolizing Seed-Colonizing Microbial Communities" *Appl Environ Microbiol.* **69** (1): 452-460.

Marull, J., J. Pinochet, and R. Rodriguez-Kabana (1997). "Agricultural and Municipal Composts Residues for Control of Root-knot Nematodes in Tomato and Pepper." *Compost Science and Utilization* **5**(1): 6-15.

Nelson, E.B. and C.M. Craft (1991). "Suppression of Dollar Spot on Creeping Bentgrass and Annual Bluegrass Turf With Compost-amended Topdressings." *Plant Disease* **76**: 954-958.

Paredes, C., Bernal, M. P., Cegarra J. and Roig, A. (2002). Bio-degradation of olive mill wastewater sludge by its co-composting with agricultural wastes. *Bioresource Technology* **85**, 1-8.

Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sánchez-Monedero, M. A. and Bernal, M. P. (1999). Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. *Bioresource Technology* **67**, 111-115.

Pera J. and Calvet C. (1989). "Suppression of Fusarium wilt of carnation in a composted pine bark and a composted olive pomace", *Plant Dis.*, **73**, 699-700.

Roy, A.K. (1976). "Effect of Decaffeinated Tea Waste and Water Hyacinth Compost on the Control of *Meloidogyne graminicola* on Rice." *Indian Journal of Nematology* **6**: 73-77.

Σακελλαρίδης Σπ. (2000). "Οικοσυστήματα, Ειδικά Θέματα Αειφορικής Γεωργίας." Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας.

Saviozzi, A., Riffaldi, R., Levi-Minzi, R., Scagnozzi, A. and Vanni, G. (1993). Decomposition of vegetation-water sludge in soil. *Bioresource Technology* **44**, 223-228.

Stamatiadis, S. M., Werner, M. and M. Buchanan, M. (1999). "Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field". *Applied Soil Ecology* **12**, 217-225.

Tomati, U., Galli, E., Fiorelli, F. and Pasetti, L. (1996). "Fertilizers from composting of Olive-Mill Wastewaters". *International Biodeterioration and Biodegradation* 155-162.

Yohalem, D.S., R.F. Harris, and J.H. Andrews (1994). "Aqueous Extracts of Spent Mushroom Substrate for Foliar Disease Control." *Compost Science and Utilization* **2**(4) : 67-74.

Zucconi F., Pera A., Forte M., and de Bertoli M. (1981). "Evaluating toxicity of immature compost". *Biocycle* **22**, 54-57.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

- www.gov.nb.ca/environment/comucate/compost/magic.htm
- www.cfe.cornell.edu/compost/Composting/homepage.html
- www.cfe.cornell.edu/compost/why.html
- www.cwc.org/organics
- www.woodsend.org
- www.oldgrowth.org/compost/