

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ
ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΧΛΩΡΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ"

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ
ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΧΛΩΡΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ"

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για να φτάσω στο σημείο αυτό σήμερα, όπου καταφέρνω να παραδίδω αυτή την εργασία και συνεπώς να ολοκληρώνω την φοίτησή μου στο Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, είχα την συμπαράσταση και την υποστήριξη πολλών δικών μου ανθρώπων, άλλων πολύ κοντινών και άλλων απλών φίλων, και θα ήθελα να τους ευχαριστήσω.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου, την οικογένειά μου για τη στήριξη που μου παρείχε (ψυχική και υλική) όλα αυτά τα χρόνια.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Χρήστο Πασχαλίδη για την ενδιαφέρουσα συνεργασία που είχαμε και την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της διεκπεραίωσης αυτής της εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή αποτελεί την ολοκλήρωση της τετραετούς φοίτησης μου στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, του Τμήματος Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας.

Σκοπός της εργασίας ήταν η συγκέντρωση στοιχείων που σχετίζονται με τη σπουδαιότητα του εδάφους και την επίδραση των οργανικών λιπασμάτων (θετική είτε αρνητική) σε αυτό.

Είναι γνωστό, ότι η εξάρτηση του ανθρώπου από το έδαφος είναι άμεση, γιατί η τροφή του και τα απαραίτητα για τη ζωή του υλικά προέρχονται αποκλειστικά από αυτό. Πολλές φορές το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας είναι ανάλογο της ποιότητας των εδαφών της. Η ποιότητα αυτή εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τα εδάφη για την πραγμάτωση των σκοπών του. Όταν η χρησιμοποίηση δεν είναι λογική, η ποιότητα του εδάφους χειροτερεύει καμία φορά ανεπανόρθωτα. Στις περιπτώσεις αυτές ανθίζοντες πολιτισμοί είναι δυνατό να αφανιστούν ολότελα, όπως συνέβη αρκετές φορές στο παρελθόν.

Από τα παλιά χρόνια είχε παρατηρηθεί ότι ορισμένα εδάφη που καλλιεργούνταν συνέχεια, παρουσίαζαν ελάττωση της παραγωγικότητάς τους. Η προσθήκη για παράδειγμα κόπρου στα εδάφη αυτά είχε σαν αποτέλεσμα την επανάκτηση της γονιμότητας.

Αναλυτικότερα στο πρώτο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για την σπουδαιότητα της οργανικής ουσίας στο έδαφος και τη γεωργία και θα αναλύσουμε την προέλευση τη συσσώρευση και τους παράγοντες που την επηρεάζουν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται η οργανική ουσία και ο ρόλος της στην ανάπτυξη των φυτών.

Στο τρίτο κεφάλαιο χαρακτηρίζονται τα είδη των οργανικών ουσιών, ο ρόλος που παίζουν στο έδαφος και κατά συνέπεια στην θρέψη των φυτών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται τα είδη κομπόστας προερχόμενα από φυτικά και ζωικά υπολείμματα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα μελετήσουμε τις κομπόστες προερχόμενες από επεξεργασία αστικών απορριμμάτων καθώς και αστικών λυμάτων.

Στο έκτο κεφάλαιο καταγράφονται τεχνικές και ιδιότητες χλωρής λίπανσης και αμειψισποράς.

Και τέλος στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο δίνονται έρευνες που αφορούν την επίδραση των οργανικών σκευασμάτων στην γεωργική παραγωγή και σε διάφορες ιδιότητες του εδάφους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Σπουδαιότητα της οργανικής ουσίας στο έδαφος και τη γεωργία. Προέλευση, συσσώρευση και παράγοντες που την επηρεάζουν.	9
1.1 Σπουδαιότητα της οργανικής ουσίας	9
1.2 Προέλευση της οργανικής ουσίας του εδάφους	10
1.3 Σύνθεση των οργανικών εισροών του εδάφους.....	10
1.4 Πορεία της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Οργανική ουσία και ανάπτυξη των φυτών.....	14
2.1 Ρόλος των χουμικών ουσιών στα φυτά.....	14
2.2 Θρέψη των φυτών και χουμικές ουσίες	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Χαρακτηρισμός και μορφές οργανικών ουσιών	20
3.1 Όρος και είδη οργανικών υλικών.....	20
3.2 Απορρίμματα στάβλων	21
3.2.1 Κοπριά	21
3.2.1.1 Η σύνθεση της κοπριάς.....	22
3.2.1.2 Συστατικά της κοπριάς.....	22
3.2.1.3 Συνθήκες που επηρεάζουν την σύνθεση της κοπριάς.....	24
3.2.1.3.1 Διακύμανση της σύνθεσης των νωπών εκκριμάτων των ζώων. ...	24
3.2.1.3.2 Αναλογία λιπαντικών υλικών των τροφών.	25
3.2.1.3.3 Πεπτικότητα των τροφών σε σχέση, με την θρεπτική αξία.	25
3.2.1.3.4 Επίδραση της στρωμνής στην σύνθεση της κοπριάς.	26
3.2.1.3.5 Μεταβολές (απώλειες) της κοπριάς.	27
3.2.1.4 Ανακεφαλαίωση των μεταβολών της αποσύνθεσης της κοπριάς.....	33
3.2.1.5 Διαφορές μεταξύ νωπής και χωνεμένης κοπριάς.....	34
3.2.1.6 Σχέση του αέρα προς την αποσύνθεση της κοπριάς.	34
3.2.1.7 Διατήρηση της κοπριάς.....	35
3.2.1.8 Πρόληψη της απώλειας των θρεπτικών συστατικών της κοπριάς των στάβλων.	35
3.2.1.9 Λιπαντική αξία της κοπριάς.....	39
3.2.1.10 Μέθοδοι χρήσης της κοπριάς.....	42
3.2.2 Υγρό λίπασμα.	52
3.2.2.1 Χρησιμοποίηση του υγρού λιπάσματος.....	52
3.2.3 Κοπροζούμια (υγρή κοπριά).....	53
3.2.3.1 Αξιοποίηση αζώτου	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Χαρακτηρισμός και είδη κομπόστ	56
4.1 Κομποστοποίηση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων.....	56
4.2 Αποσύνθεση οργανικής ύλης.....	58
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση.	63
4.3.1 Είδος ακατέργαστων υλικών-υπολειμμάτων.	64
4.3.2 Διαθέσιμα θρεπτικά και η αναλογία C/N.....	66
4.3.2.1 Προσδιορισμός της αναλογίας C/N της κομπόστας.	67
4.3.2.2 Εξισορρόπηση-διόρθωση της αναλογίας C/N.	68
4.3.3 Υγρασία	68
4.3.4 Θερμοκρασία.	69
4.3.5 Οξύτητα.	70
4.4 Συντήρηση του σωρού της κομπόστας.....	71
4.4.1 Απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά.....	71
4.4.2 Απώλειες θρεπτικών.	71
4.4.3 Σωστή ανάμιξη υπολειμμάτων.....	72
4.4.4 Αερισμός.....	73

4.4.5 Υλικά που δεν πρέπει να κομποστοποιούνται	75
4.4.6 Προβλήματα κατά την κομποστοποίηση - Μέτρα θεραπείας.....	75
4.4.7 Ενδείξεις - Κριτήρια χωνεμένης κομπόστας.....	76
4.4.8 Χρόνος και τρόπος χρήσης της κομπόστας	77
4.5 Τύποι κομπόστ προερχόμενοι από φυτικά και ζωικά υπολείμματα	77
4.5.1 Κομποστοποιημένη κοπριά.....	77
4.5.2 Εδαφοκομπόστ.....	78
4.5.3 Κομποστοποίηση υπολειμάτων χοίρων και σφαγείων	81
4.5.4 Τυρφοκομπόστ.....	82
4.5.5 Αχυροκομπόστ.....	84
4.5.6 Κομπόστα από κατακάθια καφέ	84
4.5.7 Λίπανση με σκόνες πετρωμάτων	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Τύποι κομπόστ προερχόμενοι από αστικά (οικιακά) απορρίμματα και λύματα.	87
5.1 Κομπόστ από αστικά απορρίμματα	87
5.1.1 Τεχνική της μεθόδου.....	89
5.1.2 Θετικά και αρνητικά στοιχεία της κομπόστας.....	94
5.1.3 Κριτήρια επιλογής της κομποστοποίησης για την διάθεση των οικιακών απορριμμάτων	96
5.1.4 Πρόγραμμα ταυτόχρονης επεξεργασίας και διάθεσης των απορριμμάτων.....	98
5.1.4.1 Μονάδα λιπασματοποίησης.....	98
5.1.4.2 Μονάδα αποτέφρωσης	100
5.2 Ιλύ βιολογικών καθαρισμών.....	100
5.2.1 Νομοθετικό πλαίσιο στη χώρα μας για την αξιοποίηση της ιλύος.....	101
5.2.2 Παράγοντες που περιορίζουν τη χρήση της ιλύος.....	102
5.2.3 Χημική σύσταση της ιλύος	102
5.2.4 Βαριά μέταλλα και οριακές τιμές	105
5.2.5 Παθογόνοι οργανισμοί και αξιοποίηση της ιλύος	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Χλωρή λίπανση και αμειψισπορά	110
6.1 Όρος και σκοποί.....	110
6.2 Φυτά χλωρής λίπανσης	110
6.2.1 Φυτά που καλλιεργούνται για χλωρή λίπανση	111
6.2.2 Ποια φυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται για χλωρά λίπανση.....	112
6.2.3 Προετοιμασία για τα φυτά της χλωρής λίπανσης.....	113
6.2.4 Φυτά που αναπτύσσονται μετά την χλωρή λίπανση.....	115
6.2.5 Συνθήκες και μέθοδοι χρήσης της χλωρής λίπανσης.....	116
6.2.6 Χρόνος κατάλληλος για την ενσωμάτωση της χλωρής λίπανσης.....	116
6.2.7 Επίδραση στις επόμενες καλλιέργειες.....	117
6.3 Θρεπτικά στοιχεία και αποδόσεις.....	118
6.3.1 Οργανική ουσία.....	120
6.3.2 Διατήρηση των διαλυτών θρεπτικών συστατικών του εδάφους.....	120
6.3.3 Προσθήκη αζώτου.....	121
6.3.4 Συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων.....	123
6.3.5 Μεταβολή των θρεπτικών στοιχείων.....	123
6.3.6 Μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων από το υπέδαφος.....	123
6.3.7 Επίδραση στην βακτηριακή χλωρίδα του εδάφους.....	124
6.3.8 Βελτίωση του υπεδάφους.....	124
6.3.9 Σχέση προς την επιφάνεια του εδάφους.....	124
6.3.10 Επίδραση στην ανάπτυξη των οπωρώνων.....	124

6.4 Πρακτικά συμπεράσματα.....	125
6.5 Αμειψισπορά.....	126
6.5.1 Πορεία της εξέλιξης.....	126
6.5.2 Σημασία της αμειψισποράς.....	129
6.5.3 Κριτήρια σχεδιασμού αμειψισποράς.....	130
6.5.4 Παραδείγματα αμειψισπορών.....	131
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Ερευνητικές εργασίες σε θέματα χρήσης οργανικών λιπασμάτων στη γεωργία.....	137
7.1 Επίδραση του κομπόστ κληματίδων αμπέλου στην αύξηση και συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων σε νεαρά φυτά υποκειμένων αμπέλου.....	137
7.2 Αποτελέσματα αύξησης των φυτών που προάγουν τα βακτηρίδια και τα κομπόστ στην αναπαραγωγή του <i>Meloidogyne incognita</i> και στην ανάπτυξη ντομάτας.....	138
7.3 Αξιολόγηση των τομέων της εδαφολογικής ποιότητας όπως επηρεάζεται από κομπόστ και την εφαρμογή λιπάσματος σε καλλιέργεια μπρόκολου (SAN Benito County, Καλιφόρνια).....	138
7.4 Η αξία αζωτούχου λιπάσματος από ιλύς βιολογικού καθαρισμού.....	139
7.5 Το ώριμο κομπόστ αποβλήτων ενισχύει την αύξηση και τη λήψη αζώτου στο σιτάρι (<i>Triticum aestivum</i> L.) και στην αγριοκράμβη (<i>Brassica napus</i> L.) μέσω της δράσης των ύδωρ-αποσπάσιμων παραγόντων.....	140
7.6 Η In Situ επίδραση της προσθήκης ενεργού ιλύος στις φυσικές ιδιότητες ενός αλατούχου – νατριωμένου εδάφους.....	141
7.7 Επίδραση της ιλύος βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων στην απομάκρυνση δι' εκπλύσεως των διαλυτών αλάτων σε ένα αλατούχο-αλκαλικό έδαφος.....	142
7.8 Νέο οργανικό λίπασμα (compost) από λάσπες βιολογικού καθαρισμού και σκουπίδια της πόλης.....	142
7.9 Επίδραση της ιλύος βιολογικού καθαρισμού στην απόδοση του βάμβακος και του αραβόσιτου και στις εδαφικές ιδιότητες.....	143
7.10 Η χρησιμοποίηση ασβεστοϊλύος, οξειδίου του ασβεστίου και ιλύος βιολογικού καθαρισμού στη βελτίωση ισχυρά όξινων εδαφών καλλιεργούμενων με σιτάρι.....	144
7.11 Επίδραση μαγγανιούχου βιομηχανικού αποβλήτου στην απόδοση και χημική σύσταση του σιταριού, του βαμβακιού και της μηδικής.....	144
7.12 Επίδραση της υγρής κόπρου βοοειδών στα επίπεδα θρεπτικών του εδάφους και στην ανάπτυξη του σίτου.....	145
7.13 Η μελέτη του συνδυασμού ιλύος βιολογικού καθαρισμού και φωσφογύψου για την βελτίωση ενός αλατούχου-αλκαλιωμένου εδάφους.....	146
7.14 Η προοπτική επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων Θεσσαλονίκης για άρδευση και υδρολίπανση.....	147
7.15 Επίδραση κομποστών από αστικά απορρίμματα και ιλύ βιολογικού καθαρισμού στις φυσικές ιδιότητες ενός πηλώδους εδάφους.....	147
7.16 Βιοδιαθεσιμότητα Pb και Zn σε εδάφη που λιπάνθηκαν με ιλύ βιολογικών καθαρισμών: συγκριτική δοκιμή σε Αγγλία και Ελλάδα.....	148
7.17 Επίδραση στην ποιότητα του εδάφους από την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.....	148
7.18 Επίδραση της βελτίωσης όξινου εδάφους με ασβεστούχα υποπροϊόντα και ιλύ βιολογικού καθαρισμού στην οικονομική απόδοση του σίτου.....	149
7.19 Επίδραση της εφαρμογής ιλύος στην απόδοση του σίτου και στην ποιότητα του εδάφους.....	150

7.20 Επιπτώσεις από την εφαρμογή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων σε διαφορετικά εδάφη.....	151
7.21 Επίδραση του μείγματος τύρφης-βινάσσας σε ορισμένες φυσικές ιδιότητες ενός αμμοπηλώδους και ενός αργιλώδους εδάφους μετά από πειραματική καλλιέργεια σε δοχεία.....	151
7.22 Επίδραση τριών ψυχανθών, ως χλωρή λίπανση, στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβόσιτου (<i>Zea mays</i>).....	152
7.23 Επίδραση δύο διαφορετικών οργανικών λιπασμάτων στην ανάπτυξη και συσσώρευση αζώτου σε τρεις καλλιέργειες χλωρής λίπανσης.....	153
7.24 Η χρησιμοποίηση ιλύος βιολογικού καθαρισμού για την αποκατάσταση διαταραγμένων επιφανειών από μεταλλευτική δραστηριότητα	153
7.25 Ανοργανοποίηση αζώτου κομπόστας προερχόμενη από φυτικά υπολείμματα ξηροφυτικής μεσογειακής βλάστησης, εφαρμογής της σε εδάφη και η επίδραση του ζεόλιθου.	154
7.26 Δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης υγρών αστικών λυμάτων και ιλύος βιολογικού καθαρισμού σε καλλιέργεια φυταρίων <i>Cupressus Arizonica Greene</i> και <i>Cotoneaster Integerrimus Med</i>	155
7.27 Επίδραση της χρήσης στερεών αστικών αποβλήτων στη ρύπανση όξινων εδάφων με βαρέα μέταλλα.....	156
7.28 Επίδραση τριών ψυχανθών, ως χλωρή λίπανση, στην ανάπτυξη και την απόδοση του βαμβακιού (<i>Gossypium hirsutum</i>).	156
7.29 Ανοργανοποίηση αζώτου ιλύος από τρεις σταθμούς βιολογικού καθαρισμού λυμάτων της Ελλάδας	157
Επίλογος.....	158

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Σπουδαιότητα της οργανικής ουσίας στο έδαφος και τη γεωργία. Προέλευση, συσσώρευση και παράγοντες που την επηρεάζουν.

1.1 Σπουδαιότητα της οργανικής ουσίας

Η οργανική ουσία, συστατικό της στερεάς φάσης του εδάφους, έχει ιδιαίτερη αξία και σπουδαιότητα γιατί επιδρά στη γονιμότητα και την παραγωγικότητα του εδάφους με διάφορους τρόπους, δεδομένου ότι αποτελεί το υπόστρωμα που:

A- παρέχει στο έδαφος την ενέργεια για την βιολογική δραστηριοποίηση των μικροοργανισμών και την λειτουργία των διαφόρων βιολογικών διεργασιών αποσύνθεσης των οργανικών υλικών, ανοργανοποίησης των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων (N, P, S), νιτροποίησης, αζωτοδέσμευσης, απονιτροποίησης και διαπνοής.

B- συμμετέχει στη δημιουργία της δομής του εδάφους και εξασφαλίζει τη δυνατότητα ύπαρξης κατάλληλων φυσικών συνθηκών αερισμού, υδατοϊκανότητας και δυνατότητας ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών.

Γ- συμμετέχει στην αποσάθρωση των πετρωμάτων και των ορυκτών και συμβάλει στη δημιουργία του εδάφους, στην κατανομή των ανόργανων στοιχείων σ' αυτό και δρα επίσης ως «ορμονικός παράγοντας», συμβάλλοντας στην ανάπτυξη των φυτών.

Δ- συμμετέχει στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, λόγω της προσροφητικής της ικανότητας, και της συγκράτησης οσμών, τοξικών ουσιών και βαρέων μετάλλων φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης.

E- αποτελεί τη φυσική πηγή του N στο έδαφος.

Η δράση της οργανικής ουσίας και γενικά των οργανικών υλικών που προστίθενται στο έδαφος και με την επίδραση των μικροοργανισμών μετατρέπονται σε χούμο, μπορεί να χαρακτηριστεί ως «πρωτογενής» και «δευτερογενής». Αποτέλεσμα των δυο αυτών επιδράσεων, η οργανική ουσία έχει μια σειρά συνακόλουθων επιδράσεων τόσο στο έδαφος όσο και στο περιβάλλον.

1.2 Προέλευση της οργανικής ουσίας του εδάφους

Η οργανική ουσία προέρχεται από την αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων (ρίζες, φύλλα, κλαδιά, καρποί, κορμοί), των ζωικών υπολειμμάτων (σώματα μικρών ή μεγάλων ζώων και οι εκκρίσεις τους όπως ουρά, κοπριά). Επίσης σε μικρότερο ποσοστό από τη «βιομάζα» των μικροοργανισμών.

Κάθε χρόνο εισρέουν στο έδαφος διάφορες ποσότητες φυτικών και ζωικών υλικών. Οι ποσότητες των φυτικής προέλευσης υλικών, εξαρτώνται από το είδος της καλλιέργειας και τις κρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τα σιτηρά επιστρέφουν 30-100 Kg/στρ. ριζών και περίπου ίδια ποσότητα άχυρου, αντίθετα τα λειμώνια φυτά επαναφέρουν στο έδαφος 200 Kg/στρ. άνθρακα (Wellbank et al. 1974). Γενικά, οι ετήσιες καλλιέργειες επιστρέφουν μεγαλύτερες ποσότητες άνθρακα κατ' έτος σε σύγκριση με τις πολυετείς, των οποίων τα ριζικά συστήματα είναι μακροβιότερα με συνεπεία να επιστρέφουν ετησίως μικρότερες ποσότητες άνθρακα. Στην περίπτωση των λειμώνων, η ποσότητα του επιστρεφόμενου άνθρακα μπορεί να φθάσει το 1,5-1,9 ton/στρ. (Dahlman and Kucera, 1965).

Οι διάφοροι μικροοργανισμοί του εδάφους, μέσο της «βιομάζας» τους, προσθέτουν στο έδαφος ετησίως τις εξής, κατ' εκτίμηση, ποσότητες οργανικών υλικών: Τα βακτηρίδια 0.15-1,5 g/Kg εδάφους, ή 34 Kg/στρ./30 cm βάθους ενώ οι μύκητες προσθέτουν 545 kg/στρ/30 cm (Alexander 1962).

1.3 Σύνθεση των οργανικών εισροών του εδάφους

Τα διάφορα φυτικά υπολείμματα περιέχουν νερό το οποίο μπορεί να φθάσει το 90% της μάζας τους ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης με μια μέση τιμή περίπου 75%. Σε ξηρά βάση, περιέχουν πάνω από 90% C, O και H.

Τα στοιχεία αυτά ενσωματώνονται στη φυτική μάζα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης. Η περιεκτικότητα σε τέφρα των φυτικών υπολειμμάτων ανέρχεται στο 5-10% (Brady 1990). Η τέφρα διαλαμβάνει διάφορα θρεπτικά στοιχεία K, P, N, Ca, Mg, S και μικροθρεπτικά, (Fe, Zn, Mn, Cu, B) τα οποία παίζουν σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού.

Η περιεκτικότητα σε N κυμαίνεται ανάλογα με την προέλευση και το είδος του φυτικού και του ζωικού υπολείμματος. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση N απαντάται στους μικροοργανισμούς, οι οποίοι είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνες, ενώ η μικρότερη, στους ξυλώδεις ιστούς. Ο P σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την παρουσία του N ($r = 0,80$), ενώ ο συντελεστής συσχέτισης με το S είναι χαμηλότερος ($r = 0,47$). Η περιεκτικότητα του K κατά μέσον όρο κυμαίνεται από 0,03 - 0,25%. Από ενεργειακή άποψη, κατά μέσον όρο, τα περισσότερα οργανικά υλικά έχουν ενέργεια ίση με 20 KJ/g (Jenkinson, 1981).

Τα πράσινα (χλωρά) φυτικά υλικά που εισρέουν στο έδαφος αποτελούνται από: Κυτταρίνη 45%, ημικυτταρίνη 20%, λιγνίνη 20%, πρωτεΐνες 8%, σάκχαρα και άμυλο 5%, λίπη και κηροί 2% (Brady and Weil 1996).

Επίσης το 30-60% των ξυλωδών και των ώριμων φυτικών υλικών, αποτελείται από πολυσακχαρίτες κυτταρίνης.

Η εισερχόμενη ποσότητα του C μέσω της κυτταρίνης που διασπάται κατ' έτος, υπολογίζεται σε 3×10^{10} ton. Η κυτταρίνη βρίσκεται στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών και σε μικροποσότητες στους μύκητες. Τα φυτά περιέχουν επίσης και ημικυτταρίνες που όμως δεν έχουν χημική σχέση με τις κυτταρίνες. Ορισμένες ημικυτταρίνες συσσωρεύουν ενέργεια, ενώ άλλες αποτελούν δομικό στοιχείο του κυτταρικού τοιχώματος. Οι ημικυτταρίνες γενικά δεν έχουν μεγάλη σπουδαιότητα ως συστατικά φυτικών ιστών της «πρωτογενούς εισροής», δηλ. της εισροής των φυτικών υπολειμμάτων.

Η λιγνίνη, η οποία είναι επίσης ένα βασικό συστατικό των φυτικών ιστών, βρίσκεται συχνά συνδεδεμένη με την κυτταρίνη. Από την άποψη της οργανικής ουσίας του εδάφους, έχει ιδιαίτερη σημασία. Πρόκειται, από χημικής πλευράς, για ένα «αρωματικό πολυμερές». Η χημική δομή της, ποικίλει από φυτό σε φυτό. Εναποτίθεται στα κύτταρα των φυτών κατά τη γήρανση τους (Sarkanen and Ludwig 1971).

Η χιτίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης που εισρέει στο έδαφος μέσω της «δευτερογενούς» εισροής δηλ. της «βιομάζας» των μικροοργανισμών. Σχετίζεται στενά με την κυτταρίνη και απαντάται στα ασπώνδυλα και στους νηματώδεις, καθώς και στους μύκητες (Gogin and Spencer, 1960).

Άλλα βασικά συστατικά είναι οι πρωτεΐνες, τα λίπη και τα νουκλεϊκά οξέα. Επίσης τα φυτικά υπολείμματα μπορεί να περιέχουν σε μικρότερο ποσοστό και άλλα συστατικά όπως χλωροφύλλη, χρωστικές ουσίες, ρητίνες, τερπένια, αλκαλοειδή, τανίνες και

πολυφαινόλες. Μερικά από αυτά τα συστατικά μπορεί να παίζουν σπουδαίο ρόλο στην εδαφογένεση όπως π.χ. στη διεργασία της «ποντζολίωσης». Επίσης μπορεί να ρυθμίζουν την ταχύτητα διάσπασης ορισμένων φυτικών υλικών (Bloomfield, 1964).

1.4 Πορεία της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων

Η σχετική έρευνα που ασχολήθηκε με την πορεία αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων επικεντρώθηκε κυρίως στη μελέτη των αρχικών σταδίων αποσύνθεσης (Jenkinson 1981). Σχεδόν πάντοτε λαμβάνει χώρα μία αρχική φάση «ταχείας αποσύνθεσης», η οποία ακολουθείται από μια «βραδύτερη φάση». Η ποσότητα του ολικού οργανικού άνθρακα που διασπάται κατά την αρχική φάση είναι περίπου ίδια για ένα μεγάλο εύρος φυτικών υπολειμμάτων. Λειμώνια αγρωστώδη, ρίζες του ίδιου φυτού, χλωρό καλαμπόκι και ώριμα άχυρα σιταριού χάνουν κατά την αρχική φάση της διάσπασης τους τα 2/3 του ολικού C μετά από ένα χρόνο (Jenkinson 1965, Fuhr and Sauerbeck 1968, Oberlander 1973). Σ' άλλες έρευνες 34% του C της χλωρής βρώμης παρέμεινε στο έδαφος μετά από ένα χρόνο και για φυτά σιταριού που είχαν δεχτεί αζωτούχο λίπανση, το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 38%, για τα χλωρά φασόλια 28% και για ώριμα φυτά καλαμποκιού 38% (Allison et al. 1949).

Όλα τα φυτικά υπολείμματα, ανεξάρτητα από το βαθμό ωρίμανσης τους, προσθέτουν περίπου την αυτή ποσότητα C στο έδαφος κατά την ολοκλήρωση της αρχικής φάσης διάσπασης. Με ελάχιστες εξαιρέσεις, το μεγαλύτερο μέρος της αρχικής εισροής φυτικών υπολειμμάτων διασπάται κατά το πρώτο χρόνο. Ακόμη δε και η λιγνίνη που είναι η πλέον ανθεκτική στη διάσπαση απ' όλα τα φυτικά συστατικά, αποσυντίθεται σταθερά στο έδαφος κάτω από αερόβιες συνθήκες.

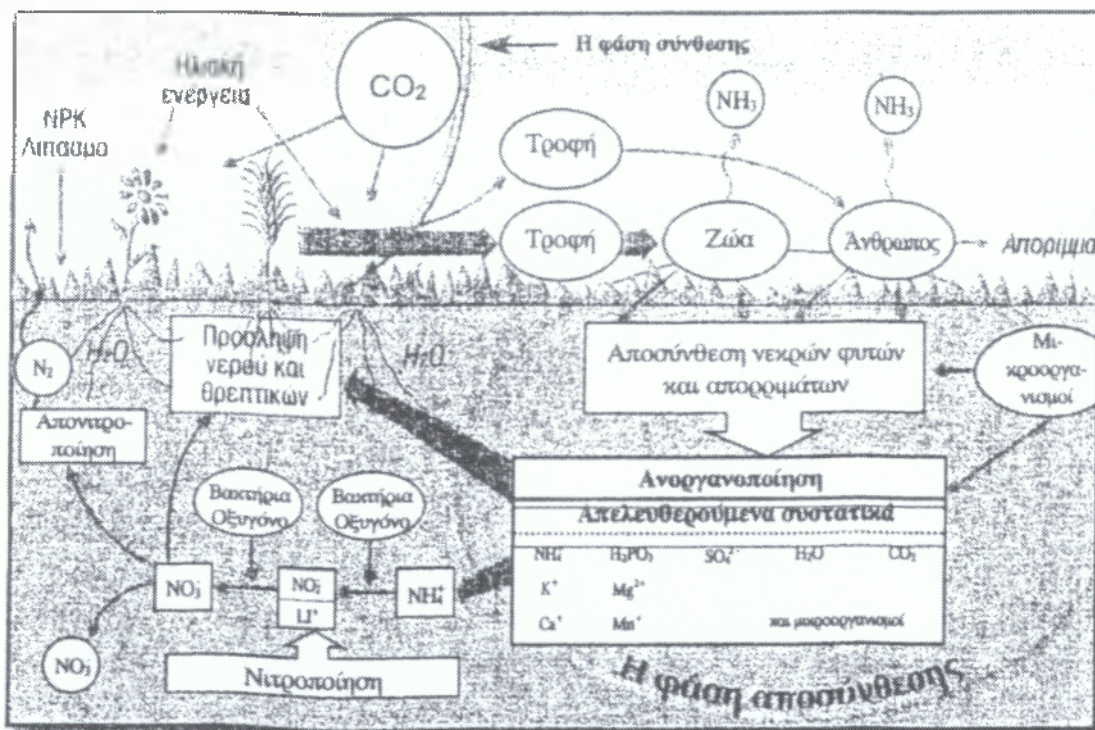
Το 55-75% του C όλων των φυτικών υπολειμμάτων ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα ως CO₂ μετά από ένα χρόνο, αν και παρατηρούνται διαφορετικοί ρυθμοί απελευθέρωσης από τα διάφορα οργανικά υλικά που ενσωματώνονται στο έδαφος.

Γενικά, όσο περισσότερος C χάνεται στην ατμόσφαιρα ως CO₂ από δοθέν οργανικό υπόστρωμα, τόσο λιγότερος C σταθεροποιείται στο χούμο.

Το μεγαλύτερο μέρος του υπολειμματικού C ενσωματώνεται στον νέο χούμο υπό την μορφή πεπτιδίων και πολυσακχαριτών. Η λιγνίνη και η μελανίνη που διασπώνται βραδέως, αποτελούν την πηγή των αρωματικών ενώσεων του χούμου.

Οι πολυσακχαρίτες του εδάφους δεν σχηματίζονται μόνο κατά την πορεία αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων αλλά παράγονται επίσης και μέσω της μικροβιακής δράσης. Συνήθως οι πολυσακχαρίτες αυτοί αποτελούν τον πρόδρομο των πολυσακχαριτών του εδάφους. Οι μικροβιακά παραγόμενοι πολυσακχαρίτες υπόκεινται σε μερική διάσπαση, σε μετασχηματισμούς και επαναπολυμερισμούς καθ' όμοιο τρόπο με τα χουμικά οξέα, και καταλήγουν σε δομές ανθεκτικές στη διάσπαση. Κατά την πορεία της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων παράγεται ο «χούμος» ο οποίος στη συνέχεια διασπάται και αυτός. Ο παραγόμενος νέος χούμος διασπάται με υψηλότερους ρυθμούς από τον παλιό, που θεωρείται περισσότερο ανθεκτικός στην αποσύνθεση και επομένως σταθεροποιημένος. Η μέση ζωή του νέου χούμου υπολογίζεται σε 20-35 χρόνια, ενώ του παλαιού κυμαίνεται από 100 μέχρι και χιλιάδες χρόνια (Stottard and Martin 1990).

Η συσσώρευση και αποσύνθεση της οργανικής ουσίας ρυθμίζεται από το βιολογικό της κύκλο, ο οποίος περιλαμβάνει τη φάση της σύνθεσης και αποσύνθεσης. (Εικ. 1.1.)



Εικόνα 1.1.: Βιολογικός κύκλος της οργανικής ουσίας των εδάφους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Οργανική ουσία και ανάπτυξη των φυτών

2.1 Ρόλος των χουμικών ουσιών στα φυτά

Οι χουμικές ουσίες ασκούν σημαντική επίδραση στα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους, και με την δράση τους αυτή, ενεργούν έμμεσα, αλλά ευεργετικά, στην ανάπτυξη των φυτών. Η επίδραση αυτή των χουμικών ουσιών χαρακτηρίζεται ως "έμμεση". Υπάρχουν επίσης πολλά πειραματικά δεδομένα από τα οποία προκύπτει ότι οι χουμικές ουσίες επηρεάζουν απευθείας τις διάφορες βιολογικές και βιοχημικές διεργασίες των φυτών, με συνέπεια να ασκούν σε αυτά μια "άμεση" επίδραση. Όμως για να ισχύσει η άμεση επίδραση, θα πρέπει οι χουμικές ουσίες να προσλαμβάνονται απ' ευθείας από τα φυτά μέσω του ριζικού συστήματος και να λαμβάνουν μέρος στις διάφορες μεταβολικές διεργασίες όπως π.χ. στην αναπνοή, τη σύνθεση των ένζυμων, πρωτεϊνών, κ.λ.π. Παλαιότερα η άμεση πρόσληψη των χουμικών από τα φυτά αποδεικνυόταν από τις μεταβολές του χρώματος των φυτών (Aso and Sakai 1963). Ήδη σήμερα, υπάρχουν αρκετά πειραματικά δεδομένα από τα οποία προκύπτει ότι οι χουμικές ουσίες συμμετέχουν σε διάφορες διεργασίες του φυτού, γεγονός που δείχνει πέρα από κάθε αμφιβολία, την απ' ευθείας πρόσληψη τους από τα φυτά.

Η "άμεση" επίδραση των χουμικών στα φυτά υπήρξε αντικείμενο έρευνας πολλών ερευνητών εδώ και 80 χρόνια. Στις αρχές του παρόντος αιώνα ο Bottomley (1914,1917,1920) και ο Mockeridge (1920) αναφέρουν ότι η προσθήκη μικρών ποσοτήτων ορισμένων οργανικών ουσιών όπως του εκχυλίσματος τύρφης σε υδρόβια φυτά *Lemna minor* (Duckweeds) της οικογένειας Lemnaceae, είχε ως αποτέλεσμα την κατά 62 φορές μεγαλύτερη ανάπτυξη των φυτών έναντι του μάρτυρα.

Άλλοι ερευνητές, (Clark and Roller, 1924) αναφέρουν ότι δεν είναι αναγκαία η προσθήκη οργανικών ουσιών (χουμικών) στα φυτά, δεδομένου ότι, το έδαφος παράγει τέτοιες χουμικές ουσίες λόγω της παρουσίας των μικροοργανισμών και κατά συνέπεια είναι περιττή η προσθήκη τους από τον άνθρωπο.

Σε αντίθεση με τους προαναφερθέντες ερευνητές, αποδείχτηκε ότι το χουμικό οξύ είχε μια διεγερτική επίδραση στο φυτό *Lemna polyrrhiza* (flaxseed) σε επίπεδο προσθήκης 15 mg/l σε διάλυμα P ή K, που συμπληρωνόταν με προσθήκη, 5mg/l

σιδήρου. Ωστόσο όμως, η προσθήκη κιτρικού σιδήρου και χουμικών, δεν ήταν εξίσου αποτελεσματική με την προσθήκη μόνο του κιτρικού σιδήρου (Olsen, 1929).

Οι αντιφάσεις αυτές, με την πάροδο του χρόνου και με την εντεινόμενη ερευνητική προσπάθεια που εν τω μεταξύ πραγματοποιήθηκε μέχρι σήμερα, άρχισαν βαθμηδόν να μειώνονται, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι το όλο θέμα της επίδρασης των χουμικών ουσιών στην ανάπτυξη των φυτών έχει λυθεί σε όλες τις λεπτομέρειες του.

Γεγονός πάντως είναι ότι τα φυτά γενικά αντιδρούν στην προσθήκη των χουμικών σε κάποιο μικρό ή μεγάλο βαθμό και μάλιστα, τα χουμικά οξέα φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη επίδραση στις ρίζες¹ παρά στο υπέργειο τμήμα (Visser, 1986). Επίσης, τα στελέχη επηρεάζονται λιγότερο από τα φύλλα. Η ένταση της επίδρασης εξαρτάται από το είδος του φυτού.

Οι διάφορες καλλιέργειες αντιδρούν στις χουμικές ουσίες ανάλογα με τη σύνθεση τους σε υδατάνθρακες και πρωτεΐνες και ταξινομούνται από άποψη βαθμού αντίδρασης στις εξής ομάδες (Khristeva and Manoilova, 1950, Khristeva 1953):

1η ομάδα: Φυτά πλούσια σε υδατάνθρακες όπως: πατάτες, τεύτλα, τομάτες και καρότα αντιδρούν έντονα κάτω από άριστες συνθήκες και αποδίδουν 50% υψηλότερες αποδόσεις.

2η ομάδα: Δημητριακά (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι, ρύζι, σίκαλη) αντιδρούν σχετικά καλάς.

3η ομάδα: Φυτά πλούσια σε πρωτεΐνες (φακή, μπιζέλια, αρακάς) αντιδρούν λίγο και

4η ομάδα: Ελαιούχα φυτά (βαμβάκι, ηλιάνθος) αντιδρούν ελάχιστα ή σχεδόν καθόλου.

2.2 Θρέψη των φυτών και χουμικές ουσίες

Οι χουμικές ουσίες παίζουν σπουδαίο ρόλο στη θρέψη των φυτών, που εξηγείται ως εξής: (Dell' Agnolla and Nardi 1986). Η παρουσία των χουμικών κατ' αρχήν δρα αρνητικά στην ενεργό μεταφορά των ιόντων. Η μείωση αυτή τελικά ξεπερνιέται από τη βαθμιαία αύξηση της διεγερτικής επίδρασης τους, έτσι ώστε σε τελευταία ανάλυση, οι χουμικές ουσίες να ασκούν μια ευεργετική (θετική) δράση αυξάνοντας τη μεταφορά των ανιόντων μέσω των ριζών (Πιν.2.1) Όμως, όταν η συγκέντρωση των

¹ Η άφθονη ριζική μάζα που παράγεται από την επίδραση των χουμικών οξέων εξηγεί την αυξημένη απόδοση των φυτών που δέχονται χουμικά (Lee Bartlett, 1976).

χουμικών αυξηθεί σημαντικά, τότε ασκείται μια αρνητική επίδραση (Dell' Agnolla and Ferrari,

Επίσης, οι χουμικές ουσίες συμβάλλουν στην καλύτερη κατανομή ορισμένων κατιόντων με συνέπεια να εξασφαλίζουν την αποφυγή θρεπτικών ανωμαλιών (Πιν. 2.2) στα φυτά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Επίδραση του χρόνου επώασης ίου χουμικού διαλύματος στην ενεργό μεταφορά θεικών και νιτρικών ανιόντων μέσω των ριζών και των φύλλων ελασμάτων κριθαριού (*Hordeum distichum*). (Συγκέντρωση διαλύματος $SO_4=0.1\text{meq/l}$ και $KN_3, 0.1\text{mM}$) (Dell' Agnolla and Nardi, 1986).

Χρόνος επώασης (ώρες)	Ενεργός μεταφορά θεικού (SO_4) ρίζας/λεπτό nmol/g χλωρής	Ενεργός , μεταφορά NO_3 nmol/g χλωρών φύλλων/λεπτό
0	0.98 (82%) ²	12.9(86%)
2	1,14(95%)	13,8(92%)
4	1,33(111%)	16,5(110%)
8	1,56 (130%)	21,0(140%)
16	2,15(179%)	25,0(160%)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2

Επίδραση των χουμικών ουσιών στην ανόργανη σύνθεση των φύλλων και ριζών και στην κατανομή των κατιόντων στα φυτά κριθαριού. (Dell' Agnolla et al. 1983).

(Συστατικά) Κατιόντα	Θρεπτικό διάλυμα			
	Standard		Standard +χούμος	
	μg/φυτό	Φύλλα: ρίζες	Standard-100	Φύλλα: ρίζες

² Επί τοις εκατό σε σύγκριση με τον μάρτυρα που δεν δέχθηκε χουμικό οξύ.

φύλλα		19.102	4,38	103,4	5.10
Τέφρα	ρίζες	4.356		88,8	
ολικό		23.458		100,7	
Φύλλα		7.783	5,12	95,4	4,93
K	Ρίζες	1.521		99,1	
Φύλλα		388	4,36	198,7	6,88
Ca	ρίζες	87		128,7	
Φύλλα		231	1,57	152,8	3,27
Mg	ρίζες	147		73,5	
Φύλλα		15,8	1,72	301,3	2,50
Mn	ρίζες	9,2		206,5	
Φύλλα		10,0	0,49	54,0	1,87
Fe	ρίζες	20,2		143,0	

Από τον πιο πάνω πίνακα φαίνεται ότι τα χουμικά αυξάνουν την πρόσληψη του Fe, Mn και επιβεβαιώνεται με σαφήνεια ότι συνεργούν με τα ανόργανα θρεπτικά και ευεργετούν την ανάπτυξη των φυτών. Συμβάλλουν στην καλύτερη αξιοποίηση των θρεπτικών και βοηθούν το φυτό στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των χαμηλών επιπέδων διαθέσιμου αζώτου. Επίσης αυξάνουν την συγκέντρωση των θρεπτικών στα φυτά (Chaminade, 1966). Σημαντικό ρόλο στην προκειμένη περίπτωση παίζει η συγκέντρωση των χουμικών, το μοριακό τους βάρος και ο βαθμός της παρουσίας των ενεργών λειτουργικών ομάδων (functional groups). Όπως π.χ. -COOH, φαινολικά OH (Dell' Agnolla and Ferrari, 1974).

Γενικά, οι επιδράσεις αυτές των χουμικών εκδηλώνονται σε πολύ πρώιμα στάδια της φυτικής ανάπτυξης.

Η επίδραση των χουμικών ουσιών στην αύξηση της πρόσληψης των θρεπτικών, όπως

του N, Ca, Mg κλπ. εξηγείται από το γεγονός ότι οι χουμικές ουσίες επιδρούν στην περατότητα των κυτταρικών μεμβρανών (Chaminade 1956, Khristeva 1953, Bartlett, 1976). Π.χ. σε πειράματα που έκαναν οι Vaughan and MacDonald (1976) αποδείχτηκε ότι παρουσία διαλύματος 1000 ppm (mg/l) χουμικού οξέος αυξήθηκε η μεταφορά της γλυκόζης δια μέσου των κυτταρικών μεμβρανών του κρεμμυδιού (*Allium cepa*), ηλίανθου (*Helianthus annuus*) και σακχαρότευτλων (*Beta vulgaris*).

Αντίθετα, σε υψηλές συγκεντρώσεις οι χουμικές ουσίες μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στην κυτταρική μεμβράνη των ιστών των ριζών στα τεύτλα. Η βλαπτική αυτή επίδραση μπορεί να δράσει αρνητικά στην πρόσληψη των θρεπτικών και βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με το γεγονός ότι πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις των χουμικών επιδρούν αρνητικά στην πρόσληψη των θρεπτικών. Ωστόσο όμως η μείωση αυτή μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι χουμικές ουσίες πολλές φορές δεσμεύουν ορισμένα μέταλλα όπως π.χ. το Cu που τον καθιστούν μη διαθέσιμο στα φυτά. Έτσι, λόγω χάριν, οι χουμικές ουσίες σχετίζονται με την έλλειψη Cu, που παρατηρείται στα προσφάτως βελτιωμένα αλατούχα εδάφη (Goodman and Cheshire, 1973).

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο οι χουμικές ουσίες επιδρούν στον εφοδιασμό των φυτών με θρεπτικά και ιδίως των μετάλλων (μικροθρεπτικών) είναι η ικανότητα τους να σχηματίζουν σύμπλοκες χηλικές ενώσεις με τα μεταλλικά κατιόντα. Η ικανότητα αυτή χρησιμοποιήθηκε σαν βάση για την εξήγηση της διεγερτικής επίδρασης των χουμικών στην ανάπτυξη του φυτού και ιδιαίτερα σε αναφορά προς τον σίδηρο (Prakash, 1971).

Η δράση αυτή των χουμικών οφείλεται στην παρουσία των καρβοξυλικών ομάδων στα μόρια τους και συμφωνά με τα δεδομένα της έρευνας, οι ενεργές αυτές ομάδες είναι περισσότερες στις χαμηλότερου μ.β. χουμικές ουσίες όπως π.χ. στο φουλβικό οξύ. Σχετικά αναφέρεται ότι χουμικές ουσίες με μ.β.<700 έχουν κατά 2-6 φορές μεγαλύτερη χηλική ικανότητα από τις αντίστοιχες ουσίες μεγαλύτερου μ.β. (Rashid, 1971).

Ο σχηματισμός χηλικών ενώσεων δεν εξαρτάται μόνον από το μ.β. του χουμικού, αλλά και το σθένος των μεταλλικών κατιόντων. Έτσι, ο ανωτέρω ερευνητής αναφέρει ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών του, τα δισθενή κατιόντα (Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}) συμπλοκοποιούνται 2-4 φορές περισσότερο από τα τρισθενή (Al^{3+} , Fe^{3+}).

Τα χηλικά μόρια που περιέχουν το μεταλλικό κατιόν προσλαμβάνονται αυτούσια από

τις ρίζες των φυτών, (Prat et al. 1963, Aso and Sakai 1963), δεδομένου ότι όπως ήδη αναφέρθηκε, τα μόρια των χηλικών ενώσεων μπορεί να διέλθουν δια των κυτταρικών μεμβρανών, αν και κατά τους Becket and Anderson (1973) αυτό δεν είναι πάντοτε αναγκαίο διότι οι αναγωγικές συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια των ριζών μπορεί να επιτρέψουν την προσρόφιση μόνον του κατιόντος π.χ. του σιδήρου που βρίσκεται στο χηλικό μόριο (Tiffin and Brown 1959).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Χαρακτηρισμός και μορφές οργανικών ουσιών

3.1 Όρος και είδη οργανικών υλικών

Οργανικό λίπασμα είναι κάθε φυσικό οργανικό υλικό όπου ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων βρίσκεται σε οργανικές ενώσεις, δεν περιέχει τοξικές ουσίες ούτε και παθογόνους οργανισμούς. Έτσι ως οργανικά λιπάσματα μπορούν να χαρακτηριστούν τα παρακάτω φυσικά υλικά (πίνακας 3.1).

Η οργανική λίπανση επιδρά άμεσα στα φυτά εξαιτίας της προσθήκης στο έδαφος θρεπτικών στοιχείων τα οποία μπορούν αμέσως να αξιοποιήσουν τα φυτά και επηρεάζουν τη γονιμότητα του εδάφους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στη μακροπρόθεσμη επίδραση αυτών συμπεριλαμβάνεται ο σχηματισμός: α) των αργιλλοχουμικών συμπλόκων δηλαδή των συσσωματωμάτων με σταθερή δομή β) ο εμπλουτισμός του εδάφους με χουμικές ενώσεις και γ) η αύξηση των ζώντων οργανισμών στο έδαφος. (Christen et al. 1994).

A. Απορρίμματα στάβλων	B. Υπολείμματα θεριζοαλωνισμών
1. Κοπριές	1. Καλαμιές
2. Ούρα	2. Άχυρα φυτικών ειδών
3. Μείγματα κοπριάς και ούρων	3. Ριζικά υπολείμματα
4. Κομπόστ	4. Καρποί και άλλα είδη
5. Ζωικά υπολείμματα	
Γ. Αστικά λύματα	Δ. Υποπροϊόντα βιομηχανιών
1. Υγρά απόβλητα	1. Ζαχαρουργείων
2. Ιλύς βιολογικών καθαρισμών	2. Εκκοκκιστηρίων βάμβακος
3. Κομπόστ από σκουπίδια	3. Ελαιουργείων
	4. Καπνοβιομηχανιών κ.λπ.
E. Οργανικές ύλες	
1. Τύρφες	
2. Λιγνίτες	

Στη χώρα μας τα πλέον διαδεδομένα στη γεωργική πράξη οργανικά λιπάσματα είναι η κοπριά, τα μείγματα των στάβλων, τα άχυρα + καλάμιές και οι χλωρές λιπάνσεις. Γενικά αυτά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες που είναι: 1) τα απορρίμματα των στάβλων και 2) τα φυτικά υπολείμματα.

3.2 Απορρίμματα στάβλων

Η κοπριά, τα ούρα, τα μείγματα κοπριάς και ούρων, τα κομπόστ ως και η κοπριά των πουλερικών συμπεριλαμβάνονται στα αποκαλούμενα ως οικονομικά λιπάσματα. Με τον όρο οικονομικά λιπάσματα εννοούμε όλα τα είδη των οργανικών λιπασμάτων που παράγονται από τους γεωργούς στις ίδιες τις εκμεταλλεύσεις τους. Τα οικονομικά λιπάσματα αποτελούν στις γεωργικά ανεπτυγμένες χώρες το υπόβαθρο για την εκτίμηση των λιπαντικών αναγκών των διαφόρων καλλιεργειών. Μεγάλη είναι η σημασία των οικονομικών λιπασμάτων για τον εφοδιασμό των εδαφών σε οργανικά υλικά, τα οποία αποτελούν τη σπουδαιότερη πηγή σχηματισμού εδαφικού χούμου, ο οποίος συμβάλλει στη διατήρηση της γονιμότητας τους (Amberger 1992).

Τα οικονομικά λιπάσματα περιέχουν και σημαντικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων οι οποίες απαντούν σ' αυτά σε οργανικές ενώσεις και επιδρούν στα φυτά για μεγάλο χρονικό διάστημα εξαιτίας της σταδιακής ανοργανοποίησης των οργανικών ουσιών. Με την αξιοποίηση των οικονομικών λιπασμάτων παραμένει στην ίδια την εκμετάλλευση ένα σημαντικό μέρος των παραγόμενων οργανικών και ανόργανων συστατικών από την ίδια την γεωργία, διότι ισχύει ο πιο κάτω κύκλος: Έδαφος, φυτό, άνθρωπος και ζώα, έδαφος.

3.2.1 Κοπριά

Από τα οικονομικά λιπάσματα η κοπριά συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Με την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας στη χώρα μας η κοπριά αποκτά ιδιαίτερη σημασία κυρίως για τις συνεχώς αυξανόμενες καλλιέργειες σκαλιστικών φυτών, όπως είναι τα τεύτλα, η πατάτα, τα κηπευτικά, το καλαμπόκι και το βαμβάκι.

Στους αγρούς όπου εφαρμόζονται οι σκαλιστικές καλλιέργειες η λίπανση με κοπριά όχι μόνο πρέπει να συμπεριληφθεί στο γενικό λιπαντικό πρόγραμμα, αλλά αντίθετα

αποτελεί ανάγκη, διότι έτσι μόνο θα διατηρηθεί το επίπεδο της οργανικής ουσίας των εδαφών και μέσου αυτής και η γονιμότητα τους (Sagnal and Ruhhal 1994).

Η κοπριά περιέχει σε μεγάλο ποσοστό οργανικά υλικά και αξιοσημείωτες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων (μακροστοιχείων και μικροστοιχείων) ως και αυξητικές ουσίες και δικαιολογημένα αυτή χαρακτηρίζεται ως ολοκληρωμένο λίπασμα (Williams and Cooke 1961).

Η σημασία της κοπριάς ως πηγή άντλησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά και ως μέσο βελτίωσης της φυσικής και βιολογικής γονιμότητας των εδαφών έχει πλήρως κατανοηθεί από τους βιοκαλλιεργητές. Στη βιολογική γεωργία η θρέψη των φυτών βασίζεται στην κοπριά και στις αμειψισπορές και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις επιτρέπεται η χρήση ανόργανων φυσικών στοιχείων.

3.2.1.1 Η σύνθεση της κοπριάς.

Η κοπριά αποτελείται από μίγμα τριών γενικών κατηγοριών α) την κοπριά των κατοικίδιων ζώων ή κόπρανα, 2) τα ούρα και γ) υλικά χρησιμοποιημένα για στρωμή και συχνά διάφορα άχρηστα προϊόντα του κτήματος. Η κοπριά είναι γνωστή με ποικίλα ονόματα, π.χ με τον όρο μικτή κοπριά εννοείται μίγμα κοπριάς διαφόρων ζώων με προσθήκη της στρωμνής. Η κοπριά κάθε κατηγορίας ζώων δηλώνεται μέσο του ονόματος του ζώου, ως ιππία κοπριά, πρόβεια κοπριά κλπ. Θα μεταχειριστούμε τον γενικό όρο της κοπριάς ως δηλωτικό των μικτών εκκρίματων, στερεών και υγρών, των κατοικίδιων ζώων γενικά, με την στρωμή. Μεταχειριζόμαστε τον όρο εκκρίματα για τα στερεά και υγρά χωρίς ανάμιξη τους με άλλη ύλη. Θα εξετάσουμε το θέμα αυτό από τις παρακάτω απόψεις : 1) Σύνθεση της κοπριάς. 2) Συνθήκες που επηρεάζουν την σύνθεση της. 3) Επιμέλεια για την κοπριά. 4) Λιπαντική αξία της κοπριάς και 5) Μέθοδοι χρήσης της.

3.2.1.2 Συστατικά της κοπριάς

Η κοπριά αποτελείται από στερεά και υγρά υπολείμματα ζώων καθώς επίσης από άχυρο με το οποίο επιστρώνεται ο στάβλος και από ζωοτροφές. Η ειδική σύσταση της κοπριάς εξαρτάται από το είδος των ζώων, από την ηλικία τους, από το σύστημα

ενσταβλισμού καθώς και από το είδος, την ποσότητα της τροφής και του υλικού επίστρωσης του στάβλου (στρωμνής).

Η κατά μέσο όρο περιεκτικότητα του στερεού μέρους των απορριμμάτων των ζώων σε οργανικά συστατικά είναι η ακόλουθη:

Οι αριθμοί του πίνακα 3.2 δείχνουν ότι η κοπριά των προβάτων και των αλόγων περιέχει περισσότερη οργανική ουσία και άζωτο απ' ό τι η κοπριά των άλλων ζώων. Η χημική σύσταση της κοπριάς σχετίζεται άμεσα με την τροφή των ζώων και με το είδος της επίστρωσης του στάβλου και αυτό διότι στην κοπριά περιέχονται το 50% της οργανικής ουσίας και του αζώτου των ζωοτροφών και το 60 – 70 % του φωσφόρου και του καλίου.

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

Η κοπριά διακρίνεται στην κρύα και τη ζεστή. Η κοπριά από βόδια και γουρούνια ανήκει στις κρύες επειδή περιέχει μεγαλύτερες ποσότητες νερού (77% και 80% αντίστοιχα). Ένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο είναι οι χαμηλότερες περιεκτικότητες αζώτου (0,4% και 0,55%). Η χώνεψη της κρύας κοπριάς πραγματοποιείται στο έδαφος με αργό ρυθμό γι' αυτό επιδρά για σχετικά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και θεωρείται η πιο κατάλληλη μορφή για αμμώδη εδάφη. Η κοπριά των προβάτων και των αλόγων περιέχει λιγότερο νερό (64% και 71% αντίστοιχα) και περισσότερο άζωτο (0,80% και 0,60%). Η κοπριά από πρόβατα και άλογα χωνεύεται γρήγορα από τους μικροοργανισμούς του εδάφους, γι' αυτό θεωρείται η καταλληλότερη μορφή για βαριά και με μικρό βαθμό βιολογικής δραστηριότητας εδάφη. Η κοπριά των

πουλερικών είναι συνήθως φτωχή σε υγρασία, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και έχει σχετικά γρήγορη επίδραση στα φυτά.

Η ποιότητα της αγελαδινής κοπριάς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σύστημα ενσταβλισμού των ζώων καθώς επίσης και από το είδος και την ποιότητα των ζωοτροφών. Γενικά διακρίνουμε δύο συστήματα στάβλων το «βαθύ στάβλο» και τον «υψηλό στάβλο», όπως αυτοί ονομάζονται.

Στον βαθύ στάβλο τα ζώα κινούνται ελεύθερα μέσα στον περιφραγμένο χώρο και ζυμώνουν με τα πόδια τους τα ούρα με το στερεό μέρος της κοπριάς. Το διαρκές ζύμωμα έχει ιδιαίτερη σημασία για τον εμπλουτισμό του στερεού μέρους της κοπριάς με άζωτο και κάλιο.



Το ζύμωμα συμβάλλει επίσης και στη μείωση των απωλειών της κοπριάς κατά την περίοδο της χώνεψης, λόγω των αναερόβιων συνθηκών που δημιουργούνται.

Αντίθετα στον υψηλό στάβλο τα ζώα διατηρούνται δεμένα ώστε δεν είναι δυνατόν το ζύμωμα ούτε και η ανάμειξη των ούρων με το στερεό μέρος της κοπριάς. Στις χώρες της Ε.Ε. η κατασκευή των στάβλων γίνεται με κριτήριο την αποτελεσματική αξιοποίηση της στερεής και υγρής κοπριάς ξεχωριστά (Goldenstern 1987).

3.2.1.3 Συνθήκες που επηρεάζουν την σύνθεση της κοπριάς.

Η διακύμανση της σύνθεσης των θρεπτικών στοιχείων της κοπριάς προκαλείται από πολυάριθμες αίτιες, οι κυριότερες των οποίων είναι οι επόμενες : 1) σύνθεση των νοπών εκκριμάτων, 2) είδος και ποσότητα της στρωμνής της κοπριάς, 3) απώλειες των θρεπτικών συστατικών της.

3.2.1.3.1 Διακύμανση της σύνθεσης των νοπών εκκριμάτων των ζώων.

Η μελέτη της σύνθεσης των θρεπτικών στοιχείων των νοπών εκκριμάτων των διαφόρων ειδών των κατοικίδιων ζώων πρέπει να γίνει, γιατί αυτή είναι ο κύριος

παράγοντας στον καθορισμό της θρεπτικής αξίας της κοπριάς. Η σύνθεση των εκκρινμάτων των κατοικίδιων ζώων ποικίλλει πολύ σύμφωνα, με πολλούς όρους, μεταξύ των οποίων οι επόμενοι είναι ειδικής σπουδαιότητας. 1) Το υγρό και στερεό μέρος 2) Το είδος των ζώων. 3) η σύνθεση της τροφής που καταναλώθηκε.

3.2.1.3.2 Αναλογία λιπαντικών υλικίων των τροφών.

Η νωπή κοπριά στην περίπτωση των κατοικίδιων ζώων γενικά, αδιάφορου είδους και ηλικίας, κατά μετρία εκτίμηση έχει διαπιστωθεί στην κοπριά ένα μέσο ποσοστό περίπου 80% αζώτου και φωσφόρου, 90% καλίου και 50 % της οργανικής ουσίας των τροφών που καταναλώθηκαν. Γενικά, τα εκκρίματα των εργαζομένων και παχνομένων ζώων περιέχουν από 85 -95 % των θρεπτικών συστατικών που υπάρχουν στην τροφή που καταναλώθηκε στην περίπτωση διετών γαλακτοφόρων αγελάδων και μικρών αναπτυσσόμενων ζώων 50 - 75 %. Όταν τα ζώα δεν δίνουν γάλα, ούτε αυξάνονται σε βάρος, τα θρεπτικά συστατικά της τροφής των εκκρινμάτων είναι ίσα.

3.2.1.3.3 Πεπτικότητα των τροφών σε σχέση, με την θρεπτική αξία.

Τα στερεά εκκρίματα των ζώων αποτελούνται σε ευρεία κλίμακα από τα δύσπεπτα μέρη της τροφής που καταναλώθηκε, τα οποία δεν υπέστησαν την επίδραση της πεπτικής λειτουργίας. Αυτό είναι σημείο πρακτικής σπουδαιότητας, γιατί τα μέρη τροφών που δεν διαλύθηκαν κατά την πέψη του ζώου κατά τον ίδιο τρόπο δεν διαλύονται εντός του εδάφους κατά την συνήθη λειτουργία της βακτηριακής ενεργείας. Τα θρεπτικά συστατικά εντός των στερεών εκκρινμάτων δεν είναι για αυτό γρήγορα αφομοιώσιμα από τα φυτά. Κατά την πεπτική λειτουργία τα τμήματα αυτά παρουσιάζονται στα στερεά εκκρίματα, αν και παραμένουν κατά το περισσότερο αδιάλυτα, μεταβάλλονται μηχανικά και βελτιώνονται, γιατί έχουν μεταβληθεί σε λεπτότερη κατάσταση διαίρεσης και αφού έχουν διέλθει μέσω λειτουργίας απαλότητας και άλεσης.

Στην περίπτωση αυτή τα θρεπτικά συστατικά των στερεών εκκρινμάτων υπόκεινται σε αποσύνθεση εντός του εδάφους και γίνονται γρηγορότερα αφομοιώσιμα παρά τα ίδια συστατικά εντός της τροφής πριν την χρησιμοποίηση της από τα ζώα. Άλλο συναφές αξιολογικό σημείο είναι, ότι κατά την χρησιμοποίηση της τροφής από τα ζώα

αναμιγνύεται με τα βακτήρια της πέψης, τα όποια συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην λειτουργία της αποσύνθεσης, η οποία λαμβάνει χώρα στα εκκρίματα και κάνει αφομοιώσιμη την φυτική τροφή. Είναι φανερό, ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της άπεπτης ύλης της τροφής, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του στερεού εκκρίματος και κατά συνέπεια βραδείας αφομοιωσιμότητας. Χονδροειδείς και ογκώδεις ζωοτροφές παράγουν μεγάλες ποσότητες στερεού εκκρίματος. Συμπυκνωμένες λειοτριβημένες τροφές παράγουν μικρότερες ποσότητες στερεού εκκρίματος. Τα ούρα περιέχουν εκείνες της αναλογίες των θρεπτικών στοιχείων, οι οποίες απορροφήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στον οργανισμό του ζώου. Τα συστατικά τους όλα είναι σε διαλυτή μορφή και είναι, είτε άμεσα αφομοιώσιμα ως φυτική τροφή, είτε καθίστανται εύκολα σε αυτή. Το άζωτο, ο φωσφόρος και το κάλιο (οι ενώσεις τους) στα ούρα είναι συνεπώς μεγαλύτερης αξίας παρά τα αδιάλυτα βραδείας αφομοιώσιμα συστατικά, τα οποία περιέχονται στα στερεά εκκρίματα. Επομένως συνεπάγεται ότι όσο περισσότερο εύπεπτη είναι η τροφή, τόσο μεγαλύτερη είναι η αναλογία των θρεπτικών συστατικών της, η οποία εμφανίζεται στα ούρα και τόσο μεγαλύτερη η θρεπτική αξία της κοπριάς που παράγεται. Γενικά, όσο πλουσιότερη είναι η τροφή σε άζωτο, τόσο περισσότερο εύπεπτο είναι το άζωτο και τόσο μεγαλύτερη η ποσότητα του αζώτου στα ούρα. Οι ενώσεις του αζώτου της τροφής συνήθως εκτενέστερα και πληρέστερα μεταβάλλονται κατά την πέψη παρά οι ενώσεις του φωσφόρου και εμφανίζονται στα ούρα σε μεγαλύτερες ποσότητες παρά στα στερεά εκκρίματα.

3.2.1.3.4 Επίδραση της στρωμνής στην σύνθεση της κοπριάς.

Εξετάζοντας τις διάφορες συνθήκες, οι οποίες επηρεάζουν την σύνθεση θρεπτικών στοιχείων των νωπών εκκριμάτων των ζώων, ερχόμαστε ήδη να εξετάσουμε τον σπουδαιότερο παράγοντα εκτός των εκκριμάτων, που τροποποιεί την σύνθεση της κοπριάς, δηλαδή την στρωμνή. Αυτή χρησιμοποιείται στους στάβλους κυρίως για να παρέχει καθαριότητα και άνεση στα ζώα, όταν ενσταβλίζονται. Σε σχέση με την κοπριά, η στρωμνή χρησιμοποιείται κυρίως για τους παρακάτω σκοπούς.

α) Να απορροφήσει και να διατηρήσει τα ούρα για να προσλάβει κάθε απώλεια τους μέσο της αποστράγγισης, β) Να αυξήσει την ποσότητα της αργής αποσυντιθέμενης ύλης της κοπριάς, για να ρυθμίσει την αποσύνθεση γ) Να αυξήσει την ποιότητα της οργανικής ουσίας δ) Να συγκρατήσει την αμμωνία και να προφυλάξει την διαφυγή

της στον αέρα. ε) Να καταστήσει την κοπριά ευκολότερη στον χειρισμό της. στ) Να επηρεάσει σε περιπτώσεις την φυσική και χημική επίδραση της κοπριάς.

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται πιο πολύ ως στρωμνή είναι είδη άχυρου, όπως του σιταριού, της βρώμης, της κριθής, σίκαλης και πριονίδια που χρησιμοποιούνται στις πόλεις αντί του σχετικά υψηλού κόστους του άχυρου. Τα άχυρα αυτά που χρησιμοποιούνται κοινά όπως η στρωμνή περιέχουν κατά μέσο όρο περίπου 0,5 % αζώτου, 0,3% (0,13 φωσφόρο) και 0,7% K₂O (0,6 καλίου). Γενικά τα υλικά της στρωμνής δεν είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Σε σχέση με την απορροφητική δύναμη το κοινό άχυρο μπορεί να συγκρατήσει διπλάσια ή τριπλάσια ποσότητα βάρους νερού. Λεπτοκομμένο άχυρο έχει μεγαλύτερη απορροφητική δύναμη από το χονδροκομμένο. Άχυρο μήκους μιας ίντσας απορροφά περίπου τριπλάσια ποσότητα υγρού έναντι εκείνου που δεν έχει τεμαχισθεί. Φυτόχωμα από βρύα καλής ποιότητας μπορεί ν' απορροφήσει και να συγκρατήσει δεκαπλάσια ποσότητα νερού και έχει το πλεονέκτημα ν' απορροφά και να συγκρατεί την αμμωνία. Η απορροφητική δύναμη των πριονιδιών είναι 2-3 φορές μεγαλύτερη του άχυρου, και παρέχουν αυτά το μισό περίπου του αζώτου έναντι του άχυρου και κατά προσέγγιση ίση ποσότητα φωσφόρου και καλίου. Λεπτό ξηρό χώμα ειδικά ο άργιλος ή ιλύ με αρκετό χούμο βρέθηκε, ότι είναι κατάλληλη και αποτελεσματική απορροφητική ουσία.

Η ποσότητα της στρωμνής, η οποία χρησιμοποιείται στην κοπριά, ποικίλλει πολύ, σύμφωνα με διάφορες συνθήκες. Το κύριο σημείο είναι να χρησιμοποιείται αρκετή ποσότητα ώστε να απορροφώνται πλήρως τα ούρα. Η χρήση πολύ μεγάλης ποσότητας στρωμνής ειδικά κατώτερης ποιότητας ελαττώνει την εκατοστιαία αναλογία των θρεπτικών συστατικών αυξάνει το κόστος του χειρισμού και μπορεί να επιδράσει δυσμενώς στις λειτουργίες της ζύμωσης.

3.2.1.3.5 Μεταβολές (απώλειες) της κοπριάς.

Απώλειες θρεπτικών συστατικών πράγματι λαμβάνουν χώρα, σε κανονικές συνθήκες και αναγκαστικά επηρεάζουν την σύσταση της κοπριάς. Τέτοιες απώλειες μπορούν να προέρχονται από ένα ή περισσότερους των παρακάτω τριών αιτιών : 1) Απώλεια των ούρων στον στάβλο, 2) απώλεια των διαλυτών θρεπτικών στοιχείων της έκπλυσης και 3) απώλεια του αζώτου με την αποσύνθεση.

Απώλεια των ούρων. Είναι από παλιά γνωστό, ότι με τον μέσο όρο γενικά των κατοικίδιων ζώων, το μισό της αξίας του αζώτου και τα 2/3 του εκκρινόμενου καλίου

βρίσκονται στα ούρα. Όταν δεν καταβάλλονται αρκετές φροντίδες για την διάσωση των ουρών, για την απορρόφηση τους από συγκρατητικές ουσίες, είναι αυτονόητο, ότι μεγάλες ποσότητες των θρεπτικών ουσιών χάνονται και το μέρος που χάνεται είναι οι περισσότερο αφομοιώσιμες μορφές θρεπτικών ουσιών στην κοπριά.

Απώλεια με την έκπλυση. Ως αποτέλεσμα έκπλυσης από την βροχή, οι απώλειες των θρεπτικών στοιχείων της κοπριάς μελετήθηκαν σε διάφορους πειραματικούς σταθμούς του εξωτερικού. Όλα τα αποτελέσματα δείχνουν αξιοσημείωτη απώλεια πολύτιμων συστατικών των ενώσεων αζώτου, φωσφόρου και καλίου. Η συνηθισμένη μέθοδος χρησιμοποίησης από πολλούς γεωργούς είναι να ρίχνουν την κοπριά κάθε ημέρα από τον στάβλο στην παρακείμενη αυλή, οπού είναι, επί μήνες απροστάτευτη από την βροχή, ήλιο και αέρα, συχνά κάτω από το σκέπαστρο της αυλής. Έρευνες έχουν αποδείξει, ότι σε έξι μήνες η κοπριά του στάβλου μπορεί να χάσει 60 -70% των θρεπτικών της συστατικών, σε δύο μήνες, όταν η βροχή είναι αρκετά άφθονη, το μισό και πλέον της θρεπτικής της αξίας έχει εκπλυθεί. Η κοπριά που εκπλύθηκε δείχνει μεγάλη ελάττωση της αποτελεσματικότητας της στις καλλιέργειες σε σύγκριση με την μη εκπλυθείσα. Γενικά μπορούμε να πούμε, ότι σε αμελείς συνθήκες συσσώρευσης της κοπριάς στην ύπαιθρο, πάνω του μισού της αξίας των θρεπτικών ουσιών χάνεται. Μαζί με την απώλεια αυτή μπορεί να ειπωθεί, ότι οι εκπλυνόμενες διαλυτές αυτές ποσότητες είναι οι γρηγορότερα διαλυτές και συνεπώς οι γρηγορότερα αφομοιώσιμες ως θρεπτικά συστατικά. Οι απώλειες με την έκπλυση δεν περιορίζονται μόνο στο υγρό μέρος της κοπριάς, αλλά και στα στερεά εκκρίματα μπορεί εντός ολίγων μηνών να χάσουν σχεδόν το μισό του αζώτου αυτών και περισσότερο του μισού των ενώσεων του φωσφόρου και καλίου. Αφού λάβουμε υπ' όψιν και την ποσότητα και την αφομοιοσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων της κοπριάς που εκπλύθηκαν, δεν, είναι υπερβολή να πούμε, ότι τα 2/3 της θρεπτικής αξίας εκπλύνονται από την χρησιμοποιούμενη κοπριά στην χωρά μας.

Αποσύνθεση και απώλεια των συστατικών της κοπριάς. Είναι γνωστό από εμπειρία των γεωργών, ότι η κοπριά των στάβλων υφίσταται γρήγορες χαρακτηριστικές μεταβολές από αύξηση της θερμοκρασίας και ανάπτυξη χαρακτηριστικής οσμής, ελάττωση του όγκου και σκοτεινό χρώμα. Οι μεταβολές αυτές επέρχονται με τη δράση διαφόρων μικροοργανισμών, ειδικά των βακτηρίων. Η πρόοδος των μεταβολών αυτών είναι πολύπλοκη, ειδικά εφ' όσον πολλά διάφορα είδη μεταβολών μπορούν να λάβουν χώρα ταυτόχρονα. Από τις μεταβολές αυτές θα σημειώσουμε παρακάτω εκείνες οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την αποσύνθεση της κοπριάς,

καθώς έχουν σχέση με την απώλεια συστατικών της. Τα συστατικά αυτά για τα οποία μάλλον ενδιαφερόμαστε, είναι τα ακόλουθα

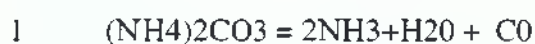
1) Ενώσεις του φωσφόρου, 2) Ενώσεις του καλίου, 3) Ενώσεις του αζώτου και 4) Οργανικές ενώσεις απαλλαγμένες από άζωτο (υδατάνθρακες, άμυλο, σάκχαρο)

1) Ενώσεις του φωσφόρου. Σπάνια, αν όχι ποτέ, διατρέχουν κίνδυνο να χαθούν από τους μικροοργανισμούς της αποσύνθεσης της κοπριάς.

Οι αδιάλυτες ενώσεις του φωσφόρου που περιέχονται στα στερεά περιττώματα της κοπριάς μεταβάλλονται, σε αφομοιώσιμες μορφές θρεπτικών συστατικών. Συνεπώς η αποσύνθεση ευνοεί κυρίως τις ενώσεις του φωσφόρου. 2) Ενώσεις του καλίου της κοπριάς δεν υφίστανται απώλειες λόγω των μεταβολών της αποσύνθεσης. Το κάλιο του υγρού μέρους συνήθως μεταβάλλεται σε αλκαλικό ανθρακικό κάλιο αργά ή γρήγορα και στη μορφή αυτή είναι χρήσιμο γιατί εξουδετερώνει τα οξέα, τα οποία σχηματίζονται με τη αποσύνθεση αμύλου, σακχάρου κλπ. Αδιάλυτες ενώσεις του καλίου στα στερεά μέρη των εκκριμάτων μεταβάλλονται κατά την αποσύνθεση σε ευκολότερες αφομοιώσιμες μορφές θρεπτικών συστατικών.

3) Ενώσεις αζώτου. Η σοβαρότερη απώλεια, που λαμβάνει χώρα κατά την αποσύνθεση της κοπριάς, είναι των ενώσεων του αζώτου. Πειραματικές εργασίες δείχνουν ότι σε ευνοϊκότερες συνθήκες το 1/6 περίπου του αζώτου της κοπριάς φεύγει κατά την αποσύνθεση και ότι σε συνηθισμένες συνθήκες το μισό του αζώτου που περιέχεται στην νωπή κοπριά φθάνει στο έδαφος. Θα εξετάσουμε χωριστά το άζωτο των στερεών εκκριμάτων και της στρωμνής, που είναι πολύ αδιάλυτο.

α) Αποσύνθεση του ουρικού αζώτου. Η οσμή της αμμωνίας στους στάβλους των ίππων είναι γνωστή σε κάθε γεωργό. Είναι εντονότερη τις θερμές εποχές, όταν το πρωί εισέλθει σε στάβλο κλειστό όλη την νύχτα. Τα ούρα των ζώων περιέχουν ενώσεις αζώτου, οι οποίες πρώτα υπόκεινται σε βακτηριακή μεταβολή και σχηματίζουν το ανθρακικό αμμώνιο $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$, η ένωση αυτή εύκολα αποσυντίθεται, και σχηματίζει αμμώνιο αέριο, νερού, και CO_2 κατά την παρακάτω εξίσωση.



Ανθρακικό Αμμώνιο, Αμμώνιο, νερό διοξείδιο, άνθρακα.

Το ανθρακικό αμμώνιο αποσυντίθεται εύκολα σε υψηλή θερμοκρασία και εύκολα μεταπίπτει στην ατμόσφαιρα.

Αυτό επίσης μεταπίπτει στον αέρα ευκολότερα, όταν υγρό που περιέχει αμμωνία, εκτίθεται σε εξάτμιση με τη έκθεση του σε μεγαλύτερες επιφάνειες. Τα βακτήρια τα

οποία μετατρέπουν το ουρικό άζωτο σε αμμωνία πάντοτε αφθονούν στους στάβλους και η επίδραση τους είναι πολύ γρήγορη, ειδικά με θερμό καιρό. Τα ούρα όταν αναμειγνύονται με χαλαρή κοπριά, όπως αυτή του ίππου, υπόκεινται σε ταχύτερη αποσύνθεση παρά εάν είναι χωρισμένα. Τα ούρα μπορεί να είναι πλουσιότερα σε ενώσεις αζώτου, όπως στην περίπτωση του ίππου, παράγουν αμμωνία ταχύτερα παρά όταν είναι φτωχότερα σε ενώσεις αζώτου, όπως στην περίπτωση του χοίρου. Το ουρικό άζωτο υπόκειται σε σοβαρές απώλειες, λόγω της γρήγορης μεταβολής του σε ανθρακικό αμμώνιο, που εύκολα αποσυντίθεται σε προϊόντα που διαφεύγουν στον αέρα, εάν δεν ληφθούν προστατευτικά μέτρα. Η απώλεια της αμμωνίας αυτής μπορεί να προληφθεί και να ελαττωθεί πολύ με την παρουσία αρκετής υγρασίας και της χρήσης απορροφητικής ουσίας.

β) Αποσύνθεση του αζώτου στα στερεά εκκρίματα και την στρωμνή. Οι ενώσεις του αζώτου που συναντιούνται στα στερεά εκκρίματα των ζώων είναι πολύ αδιάλυτες, δεδομένου ότι αυτές αντέδρασαν στην προσβολή των πεπτικών υγρών και των βακτηρίων (όπως του εντερικού συστήματος) και συνεπώς δυσκολότερα υπόκεινται στην αποσύνθεση. Οι αζωτούχες ενώσεις που περιέχονται στην στρωμνή, όπως τα άχυρα και παρόμοια υλικά, αποσυνθέτονται ευκολότερα παρά το άζωτο των στερεών εκκριμάτων, αλλά όμως μόνο αργά σε σύγκριση με το ουρικό άζωτο. Η ταχύτητα της μεταβολής, το είδος των σχηματιζόμενων προϊόντων και οι ποσότητες του αζώτου που χάθηκε από τις αδιάλυτες ενώσεις του αζώτου της κοπριάς κατά την αποσύνθεση, εξαρτώνται κυρίως από την ποσότητα του αέρα στην κοπριά.

Θα σημειώσουμε την επίδραση της παρουσίας ή απουσίας αέρα στην αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και θα σημειώσουμε τις διαφορές στην αερόβια και αναερόβια αποσύνθεση. Ουσιαστικά επέρχονται τα ίδια αποτελέσματα, όταν οι λειτουργίες αυτές της αποσύνθεσης λαμβάνουν χώρα στις αδιάλυτες οργανικές αζωτούχες ενώσεις της κοπριάς. Η επίδραση της παρουσίας ή απουσίας αέρα θα εξετασθεί σε συνάφεια με τις επόμενες μεταβολές, οι οποίες λαμβάνουν χώρα στο αδιάλυτο άζωτο του στερεού μέρους της κοπριάς : α) σχηματισμό αμμωνίας, β) σχηματισμό ελευθέρου αζώτου, γ) μεταβολές των διαλυτών ενώσεων του αζώτου σε αδιάλυτες και δ) παραγωγή νιτρικού αζώτου.

α) Σχηματισμός αμμωνίας από αδιάλυτο άζωτο της κοπριάς. Το οργανικό άζωτο, το οποίο περιέχεται πολύ σε αδιάλυτη ή πολύ αδρανή μορφή στα στερεά μέρη των εκκριμάτων των ζώων και της στρωμνής, υπόκειται στην επίδραση πολυαρίθμων ειδών μικροοργανισμών, όταν αφθονία αέρα υπάρχει στην κοπριά, όπως συμβαίνει σε

αραιό σωρό ή στο εξωτερικό ενός συνήθους σωρού κοπριάς. Αερόβια μικρόβια δρουν και οι αδιάλυτες ενώσεις του αζώτου διασπώνται με σχετική ταχύτητα ειδικά στην περίπτωση ευνοϊκής υψηλής θερμοκρασίας. Στις συνθήκες αυτές σχηματίζεται γρήγορα αμμωνία και με την θερμοκρασία που αναπτύσσεται εντός του κοπροσωρού χάνεται σημαντική ποσότητα με τη διαφυγή της στον αέρα. Επιπλέον η αμμωνία, που δεν διαφεύγει στην ατμόσφαιρα, μπορεί να αποσυντεθεί σε ελεύθερο άζωτο και νερό μέσω της επίδρασης άλλων μικροοργανισμών και με διάφορους τρόπους να χαθεί από την κοπριά. Αντιθέτως, όταν λείπει αέρας από την κοπριά, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του εσωτερικού καλά πιεσμένου και υγρού κοπροσωρού, το αδιάλυτο άζωτο προσβάλλεται από μικροοργανισμούς, οι οποίοι αργά μεταβάλλουν αυτό σε διάφορες άλλες αζωτούχες ενώσεις και αργά ή γρήγορα σε αμμωνία. Όταν σχηματίζεται σε αυτές τις συνθήκες, η απώλεια της αμμωνίας με τη διαφυγή στον αέρα είναι ελαφρά, εκτός εάν ο κοπροσωρός καταστεί ξηρός ή αναστραφεί ή εκτεθεί αμέσως στον αέρα.

β) Σχηματισμός ελεύθερου αζώτου από την αμμωνία μπορεί να λάβει χώρα, όταν ο αέρας ελεύθερα εισχωρεί στην κοπριά. Ελεύθερο άζωτο μπορεί επίσης να παραχθεί από την απονιτροποίηση, όταν νιτρικό άζωτο σχηματίζεται στο εξωτερικό του κοπροσωρού εκπλυθεί στο εσωτερικό με την βροχή. γ) Μετατροπή των διαλυτών αζωτούχων ενώσεων σε αδιάλυτες . Σε όλα τα μέρη του κοπροσωρού άπειρος αριθμός βακτηρίων εργάζονται εντατικά, εφ' όσον οι όροι είναι ευνοϊκοί και τα βακτήρια αυτά πρέπει να έχουν άζωτο ως τροφή για δική τους χρήση. Όταν μπορεί να επιτύχουν αυτό σε διαλυτές μορφές, χρησιμοποιούν αυτές κατά προτίμηση. Συνεπώς στην λειτουργία της αποσύνθεσης της κοπριάς τα βακτήρια ιδιοποιούνται για δική τους χρήση την αμμωνία ή άλλες διαλυτές αζωτούχες ενώσεις, τις οποίες μετατρέπουν σε αδιάλυτες μορφές για τον οργανισμό τους. Το άζωτο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή δεν χάνεται, γιατί πάλι μεταβάλλεται σε διαλυτές μορφές, όταν τα βακτήρια υπόκεινται και αυτά στην αποσύνθεση. Η ποσότητα του αδιάλυτου αζώτου, που σχηματίζεται, ποικίλλει σύμφωνα με διάφορες συνθήκες, αλλά μπορεί να ειπωθεί γενικά, ότι, όσο περισσότερο χρόνο η κοπριά φυλάσσεται σε συνθήκες που εμποδίζουν την επαφή του αέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η αναλογία του αδιάλυτου αζώτου και παρακάτω η αναλογία του διαλυτού. Για τον λόγο αυτό παλαιά ή καλά χωνεμένη κοπριά είναι λιγότερο δραστική, παρά η νωπή κοπριά που είναι πλούσια σε αμμωνία.

δ) Παραγωγή νιτρικού αζώτου. Δεδομένου ότι το νιτρικό άζωτο σχηματίζεται μόνο παρουσία οξυγόνου, αυτό μπορεί να παραχθεί μόνο σε εκείνα τα τμήματα της κοπριάς, τα οποία περιέχουν άφθονο αέρα. Σε υγρό και καλά αερισμένο κοπροσωρό, νιτρικό άζωτο δεν παράγεται παρά μόνο στα εξωτερικά στρώματα του. Εάν εκτεθεί στη βροχή, εκπλύνεται στο εσωτερικό και τέλος σε απουσία αέρα μπορεί να μετατραπεί σε ελεύθερο άζωτο και να χαθεί ή μπορεί να μεταβληθεί σε αδιάλυτο άζωτο στον οργανισμό των δρώντων βακτηρίων. Η κοπριά δεν περιέχει πολύ άζωτο σε νιτρική μορφή, εκτός εάν υπέστη την επίδραση μακράς ζύμωσης σε ειδικές συνθήκες, οι οποίες όμως κοινώς δεν επικρατούν στους κοπροσωρούς. Στην χρήση της κοπριάς πρέπει να αναμένεται, ότι η παραγωγή νιτρικού αζώτου θα λάβει χώρα κυρίως μετά την ενσωμάτωση της κοπριάς στο έδαφος.

ε) Μεταβολές των οργανικών (μη αζωτούχων) ενώσεων της κοπριάς. Παραπάνω δεν εξετάσαμε τις μεταβολές, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την αποσύνθεση της μεγάλης ποσότητας της οργανικής ουσίας χωρίς άζωτο, η οποία αποτελεί μεγάλο μέρος της ξηράς ουσίας των στερεών εκκριμάτων και της στρωμνής. Οι μεταβολές που λαμβάνουν χώρα και τα επερχόμενα από αυτές αποτελέσματα, ουσιαστικά είναι τα ίδια με αυτά κατά την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Το συστατικό το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος των οργανικών ενώσεων χωρίς άζωτο είναι η ξυλοκυτταρίνη που συναντιέται σε συγκριτικά μεγάλες ποσότητες στο άπεπτο χονδροειδές μέρος των στερεών εκκριμάτων και στο άχυρο ή παρόμοιες ουσίες που χρησιμοποιούνται για στρωμή. Όταν ο αέρας έχει ελεύθερη επαφή, το ινώδες υλικό μεταβάλλεται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό που πράγματι πρακτικά καίγεται και εξαφανίζεται. Αυτό συμβαίνει σε έκταση στο εξωτερικό ενός όχι πεπεσμένου κοπροσωρού. Η κύρια μεταβολή είναι εκείνη, η οποία λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό του σωρού απουσία αέρα, και προκαλείται από αναερόβιους μικροοργανισμούς. Το υλικό μετατρέπεται σε μάζα βαθιά φαιά ή μέλαινα και κάθε ίχνος της αρχικής υφής αργά ή γρήγορα εξαφανίζεται. Λόγω των χαρακτηριστικών αυτών μεταβολών η λειτουργία της αποσύνθεσης της κοπριάς λέγεται ζύμωση. Η μεταβολή αυτή συνοδεύεται με ελάττωση του όγκου λόγω της πραγματικής απώλειας υλικών. Μεγαλύτερο ή λιγότερο ποσό του άνθρακα των αρχικών υδατανθρακούχων ουσιών μεταβάλλεται σε αέριο διοξείδιο άνθρακα και το υδρογόνο τους σε ελεύθερο υδρογόνο ή μεθάνιο (CH₄). Μπορεί να ειπωθεί γενικά, ότι το 1/4 έως το 1/2 της ξηράς ουσίας, που αρχικά συναντάται στην κοπριά χάνεται κατά την διεργασία της

αποσύνθεσης, της ποσότητας που ποικίλει ανάλογα των συνθηκών της αποσύνθεσης και της χρονικής διάρκειας, καθώς αυτή εξακολουθεί.

ε) Άναμμα Fire-fangng». Λαμβάνει χώρα μια ανώμαλη λειτουργία σε μη πεπιοσμένη και ξηρή κοπριά, όπως π. χ. σε μίγμα ιππίας κοπριάς και άχυρου. Σε όλη την κοπριά παρουσιάζεται μια λεπτή αλευρώδης επάνθιση που οφείλεται στην ανάπτυξη μυκήτων . Η κοπριά στην οποία αναπτύχθηκαν τέτοιοι μύκητες λέγεται ότι είναι αναμμένη « Fire - fangng» και η αξία της είναι μειωμένη.

3.2.1.4 Ανακεφαλαίωση των μεταβολών της αποσύνθεσης της κοπριάς.

Οι μεταβολές τις οποίες υφίσταται η κοπριά, είναι ποικίλες και πολύπλοκες, πολλές των οποίων λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα και έχουν σε κάποιες περιπτώσεις αντίθετο χαρακτήρα. Ανακεφαλαιώνουμε παρακάτω τις μεταβολές αυτές σε συντομία, για να καταστήσουμε αυτές περισσότερο κατανοητές.

1) Αποσύνθεση του ουρικού αζώτου. Η πρώτη μεταβολή, που λαμβάνει χώρα, είναι ο σχηματισμός αμμωνίας στα ούρα. Απώλεια αμμωνίας με την εξαέρωση λαμβάνει χώρα, εκτός εάν η κοπριά διατηρείται υγρή και συμπαγής.

2) Αποσύνθεση του αδιάλυτου αζώτου. Οι αδιάλυτες οργανικές αζωτούχες ενώσεις, οι οποίες περιέχονται στα στερεά εκκρίματα των ζώων και στην στρωμή, υπόκεινται σε αναερόβιο αποσύνθεση και μετατρέπονται αργά ή γρήγορα σε αμμωνία.

3) Μετατροπή του διαλυτού αζώτου σε αδιάλυτο . Τα βακτήρια χρησιμοποιούν αμμωνία και άλλες διαλυτές αζωτούχες ενώσεις σε σημαντικές ποσότητες ως τροφή τους. Το άζωτο αυτό σε αδιάλυτες μορφές ενσωματώνεται στον οργανισμό τους. Το άζωτο που μετατρέπεται κατ' αυτό τον τρόπο σε αδιάλυτο, δεν χάνεται, αλλά καθίσταται αφομοιώσιμο μετά τον θάνατο των βακτηρίων και την αποσύνθεση αυτών.

4) Σχηματισμός ελευθέρου αζώτου. Σε κάποιες συνθήκες το άζωτο της αμμωνίας και το νιτρικό αποσυντίθενται, και σχηματίζεται ελεύθερο άζωτο, που συνεπώς χάνεται ως θρεπτικό στοιχείο.

5) Αποσύνθεση των μη αζωτούχων οργανικών ουσιών. Το ποσοστό της κοπριάς που αντιπροσωπεύεται από τα ινώδη υλικά, όπως η ξυλοκυτταρίνη, μεταπίπτει σε μάζα βαθιά φαιού ή μελανού χρώματος.

3.2.1.5 Διαφορές μεταξύ νωπής και χωνεμένης κοπριάς.

Μιλώντας για μερική αποσύνθεση ή ζύμωση κοπριάς συνήθως εννοούμε κοπριά, της οποίας το ινώδες μέρος αποσυντέθηκε πολύ σε μάζα αδρομερή σκοτεινού χρώματος και θα εξαφανισθεί η αρχική υφή των ουσιών ολοσχερώς. Υποτίθεται ότι η νωπή κοπριά είναι κανονικό μίγμα ούρων και στερεών εκκριμάτων και ότι οι συνθήκες αποσύνθεσης υπήρξαν καλές, η νωπή και η χωνεμένη κοπριά διαφέρουν για τη σύστασή τους.

Η χωνεμένη κοπριά είναι πλουσιότερη σε θρεπτικά συστατικά. Είδαμε ότι η νωπή κοπριά ελαττώνεται κατ' όγκο αισθητά, ένας τόνος αυτής σχηματίζει μόνο το 1/2 προς τα 3/4 ενός τόνου χωνεμένης κοπριάς.

Το άζωτο της νωπής κοπριάς είναι πολύ διαλυτό. Το άζωτο της χωνεμένης κοπριάς είναι περισσότερο αδιάλυτο παρά της νωπής κοπριάς. Το ουρικό άζωτο της νωπής κοπριάς είναι εξ ολοκλήρου διαλυτό, αλλά κατά τη διάρκεια της αποσύνθεσης της κοπριάς, τα βακτήρια χρησιμοποιούν ως τροφή το περισσότερο ή λιγότερο από αυτό και το μετατρέπουν σε αδιάλυτο, ως μέρος του οργανισμού τους.

Ο φώσφορος και το κάλιο είναι πιο διαλυτά στην χωνεμένη κοπριά. Ο διαλυτός φώσφορος και το κάλιο στην νωπή κοπριά παραμένουν όπως ήταν κατά την διάρκεια της αποσύνθεσης, ενώ οι αδιάλυτες μορφές των δύο αυτών συστατικών που συναντιούνται στα στερεά εκκρίματα και την στρωμή καθίστανται περισσότερο ή λιγότερο διαλυτές.

3.2.1.6 Σχέση του αέρα προς την αποσύνθεση της κοπριάς.

Πριν τελειώσουμε το μέρος αυτό πρέπει να τονίσουμε την σημασία του αερισμού της κοπριάς κατά την ζύμωση της. Είδαμε ότι σοβαρές απώλειες αζώτου σε μορφή αμμωνίας και ελευθέρου αζώτου γίνονται και οφείλεται σε διαφόρους μικροοργανισμούς, οι οποίοι έχουν ανάγκη αφθονίας οξυγόνου και ότι μεγαλύτερες ποσότητες υδατανθράκων ή ουσιών οργανικών μη αζωτούχων μετατρέπονται σε αερώδη μορφή, παρουσία άφθονου αέρα. Η βακτηριακή λειτουργία, που χρησιμοποιεί ατμοσφαιρικό οξυγόνο λαμβάνει χώρα με μεγάλη ταχύτητα και έκταση, όταν υπάρχει πολύ αέρας. Σε αυτήν γίνεται κατανάλωση οξυγόνου και πρόκειται περί μορφής καύσης με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και αύξηση της

θερμοκρασίας με την παρουσία του αέρα. Η θερμοκρασία μπορεί να ανέλθει σε 65,5 C. στα εξωτερικά στρώματα του κοπροσωρού ακριβώς κάτω από την επιφάνεια ή στο εσωτερικό ενός μη πεπαισμένου σωρού. Σε θερμοκρασία ανώτερη των 54,50 C. το αμμώνιο αποσυντίθεται και αμμωνία διαφεύγει στον αέρα. Όταν ο αέρας βρίσκεται περιορισμένος και αποκλεισμένος στο εσωτερικό συμπαγούς σωρού, η θερμοκρασία είναι συνήθως κάτω των 37,8 C. Η παρουσία υγρασίας σε μεγάλες ποσότητες συμβάλλει στον αποκλεισμό τον αέρα και συνεπώς ευνοεί την αναερόβια αποσύνθεση αντί της αερόβιας. Η διαφορά της υγρασίας και συνεπώς η ποσότητα του αέρα που υπάρχει καθιστά την αποσύνθεση της κοπριάς των διαφόρων ζώων διαφορετική κατά βαθμό ταχύτητας και ευκολίας. Η κοπριά των ίππων και προβάτων λόγω της ξηρότητας της, του πορώδους και του εύκολου αερισμού της αποσυντίθεται εύκολα. Αυτή η κοπριά λέγεται «θερμή». Η κοπριά των βοοειδών και των χοίρων περιέχει μεγάλη εκατοστιαία αναλογία νερού και ζυμώνεται αργά, καλούμενη «ψυχρά» υγρή κοπριά. όπως των βοοειδών, σχηματίζει σκληρό και αδιαπέραστο κάλυμμα στην επιφάνεια, όταν ξηραθεί. Αυτό προστατεύει το εσωτερικό από την γρήγορη απώλεια υγρασίας και καθιστά αυτό λιγότερο προσιτό στα εξωτερικά βακτήρια.

3.2.1.7 Διατήρηση της κοπριάς.

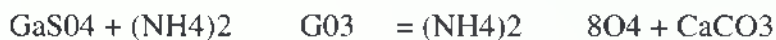
Ο βασικός σκοπός της διατήρησης της κοπριάς είναι η πρόληψη, όσο το δυνατόν περισσότερο, της απώλειας θρεπτικών συστατικών αυτής. Και σε ευνοϊκές ακόμη συνθήκες είναι πρακτικά αδύνατον να αποφύγουμε απώλεια του αζώτου, που πιθανόν είναι 15-20%. Ωστόσο δεν είναι δύσκολο να διατηρήσουμε εξολοκλήρου τις ενώσεις του φωσφόρου και καλίου. Κατά την εξέταση των μεθόδων της διατήρησης της κοπριάς πρέπει να τονισθούν γενικές συνθήκες που ισχύουν σε όλες τις μεθόδους αυτές για πρόληψη απώλειας των θρεπτικών συστατικών της κοπριάς.

3.2.1.8 Πρόληψη της απώλειας των Θρεπτικών συστατικών της κοπριάς των στάβλων.

Οι συνηθισμένες απώλειες των θρεπτικών συστατικών της κοπριάς μπορούν ν' αποφευχθούν με τη τήρηση των παρακάτω συνθηκών : 1) Χρήση μηχανικών και χημικών απορροφητικών μέσων. 2) Ρύθμιση της λειτουργίας της ζύμωσης. 3) Προστασία από την έκπλυση :

α) Χρήση απορροφητικών μέσων. Τα ούρα πρέπει να διασωθούν από την μηχανική απώλεια και η σχηματιζόμενη αμμωνία από την διαφυγή της στην ατμόσφαιρα. Αυτές οι απώλειες προλαμβάνονται ή ελαττώνονται: 1) με υδατοστεγή δάπεδα και αυλακιά των στάβλων και 2) με μηχανικά και χημικά απορροφητικά μέσα. Για την μηχανική απορρόφηση πρέπει να χρησιμοποιηθούν ουσίες, οι οποίες να απορροφούν τα υγρά της κοπριάς και να συγκρατούν αυτά ασφαλώς και χωρίς κίνδυνο απόσταξης κατά τον χειρισμό της κοπριάς. Επίσης χρησιμοποιώντας πολλές χημικές ουσίες, οι οποίες έχουν μεν μικρότερη αξία όπως μηχανικά απορροφητικά μέσα, αλλά είναι χρησιμότερες γιατί μπορούν να σχηματίσουν με τη αμμωνία ενώσεις, οι οποίες δεν διαφεύγουν στον αέρα. Αυτές οι ουσίες, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, είναι ο γύψος, ο καϊνίτης και το υπερφωσφορικό. Ουσίες, όπως η τέφρα των ξύλων και το ασβέστιο, είτε εσβεσμένη, είτε άσβεστη, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει ν' αναμιχθούν με την κοπριά των στάβλων, γιατί προκαλούν γρήγορη αποσύνθεση και απώλεια αζωτούχων ενώσεων.

α₁) ο γύψος (Ca SO₄ 2H₂O) χρησιμοποιείται για πολύ χρόνο. Η κύρια αξία της γύψου οφείλεται στην χημική της επίδραση, που μεταβάλλει την εύκολα πτητική αμμωνία σε περισσότερο σταθερή μορφή. Η μεταβολή αυτή μπορεί να παρασταθεί όπως:



Γύψος άνθρ. άμμ. θειική άμα. ανθρακικό, ασβέστιο.

Η θειική αμμωνία είναι ένωση, όπως είναι η αμμωνία, συγκρατείται σταθερά και δεν υπάρχει κίνδυνος απώλειας της με διαφυγή στην ατμόσφαιρα, το σχηματιζόμενο ανθρακικό ασβέστιο είναι ευεργετικό στο έδαφος. Ωστόσο υπάρχουν αντιρρήσεις για την χρήση της γύψου. Κατά την διάρκεια της αναερόβιας ζύμωσης της κοπριάς, είναι δυνατόν το θειικό άλας (θ. ασβέστιο) να μετατραπεί σε θειώδες ασβέστιο, το οποίο ενεργεί δηλητηριώδη στα φυτά. Ο δυνατός αυτός κίνδυνος δεν αξίζει να μεγαλοποιηθεί. Για να είναι αποτελεσματική η επίδραση της γύψου στην κοπριά πρέπει να λειοτριβηθεί και να υγρανθεί. Μια μέθοδος είναι να βρίσκεται ανάμεσα στα ούρα ή την υγρή κοπριά. Μερικοί προτιμούν να χρησιμοποιούν αυτή στο δάπεδο του στάβλου μετά το καθάρισμα του και πριν τη διασπορά της στρωμνής. Για να δώσει την μεγαλύτερη επίδραση, πρέπει η χρησιμοποιούμενη ποσότητα να είναι αρκετά μεγάλη και πάντως όχι λιγότερη των 100 λιμπρών κατά τόνο κοπριάς, ποσό δηλαδή μεγαλύτερο του συνηθισμένου.

α₂)ο καϊνίτης. Ενσωματωμένος στην κοπριά απορροφά την υγρασία, όπως στην περίπτωση της γύψου, οι ενώσεις του καλίου και μαγνησίου που περιέχονται στον

καϊνίτη τείνουν να μεταβάλλουν το ανθ. Αμμώνιο περισσότερο σταθερό στις ενώσεις, όπως το χλωριούχο και το θεικό Αμμώνιο. Ο καϊνίτης έχει το πλεονέκτημα να είναι εύκολα διαλυτός με συνέπεια ευχερέστερα να διανέμεται στην κοπριά και να χρησιμοποιείται πληρέστερα από το γύψο. Πρέπει κατά την χρήση του καϊνίτη ή οποιασδήποτε άλλης όμοιας ουσίας να λαμβάνεται προφύλαξη, να μη έρχεται σε άμεση επαφή με τα πόδια του ζώου, καθώς τα ερεθίζει. Συνεπώς χρησιμοποιείται άριστα στην νωπή κοπριά και καλύπτεται με την στρωμνή ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ν' αναμιχθεί επιμελώς με την κοπριά, όταν ο στάβλος καθαρίζεται.

Το υπερφωσφορικό περιέχει γύψο και για αυτό η επίδραση του είναι όπως της γύψου. Το διαλυτό ασβέστιο στο υπερφωσφορικό ενώνεται χημικά με την αμμωνία και τη συγκρατεί σταθερή. Το υπερφωσφορικό είναι αποτελεσματικότερο για την συγκράτηση της αμμωνίας παρά ο γύψος ή ο καϊνίτης. Για να είναι αποτελεσματικό, 25 περίπου χιλ/μα αραιό υπερφωσφορικό ή 12 περίπου πυκνό πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά τόνο κοπριάς. Το υπερφωσφορικό, όπως και ο καϊνίτης, πρέπει να μη έρθει σε επαφή με τα πόδια των ζώων. Μπορεί να υπάρξει η αντίρρηση για την χρήση του υπερφωσφορικού, ότι το διαλυτό φωσφορικό οξύ μεταβάλλεται σε αδιάλυτη μορφή με την ένωση με την αμμωνία, η αντίρρηση όμως αυτή δεν είναι σοβαρή, καθώς το P_2O_5 πάλι εύκολα καθίσταται αφομοιώσιμο στο έδαφος.

Η χρήση του υπερφωσφορικού στην κοπριά λόγω της αποτελεσματικότητας του και της αξίας παραμερίζει την γύψο. Μίγμα υπερφωσφορικού και καϊνίτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αναλογία των 250 λιμπρών σε κάθε τόνο κοπριάς. Το μίγμα αυτό έχει το πλεονέκτημα να αυξάνει τις ποσότητες του φωσφόρου και καλίου, ώστε η κοπριά να περιέχει θρεπτικά συστατικά σε αναλογίες πλουσιότερες προς τις κοινώς χρησιμοποιούμενες στις καλλιέργειες, αντί να είναι υπερπλούσια σε άζωτο και πτωχή, σε φωσφόρο.

Ιδανική ένωση για σταθεροποίηση της αμμωνίας και προσθήκη καλίου είναι το φωσφορικό (μονό) κάλιο, όταν είναι σε προσιτές τιμές. 50 λίμπρες αρκούν για ένα τόνο.

α₃) Λειοτριβημένος φωσφορίτης. Εκτενώς χρησιμοποιείται στην κοπριά των στάβλων σε ποσότητα 50 χιλ/μων κατά τόνο κοπριάς. Ωστόσο αυτός δεν ασκεί χημική επίδραση για ένωση με την αμμωνία, συνεπώς επιδρά μόνο ως μηχανική απορροφητική ουσία, όπως κάθε άλλη αδρανής λεπτοδιηρημένη ουσία. Το κύριο πλεονέκτημα φαίνεται, ότι συνίσταται στο ότι στην νωπή κοπριά το αδιάλυτο

υπερφοσφορικό που χρησιμοποιήθηκε είναι βραδείας αφομοίωσης από τις καλλιέργειες, όπως η κοπριά που χρησιμοποιείται.

α₁) Θεϊκό οξύ. Άλλη αξιοσύστατη ένωση προς χρήση στην κοπριά προς πρόληψη απωλειών κατά την πρόοδο της αποσύνθεσης είναι η διάλυση θεικού οξέος που διασπείρεται ελεύθερα στην κοπριά. Αυτό ενώνεται με την αμμωνία και σύντομα μεταβάλλεται σε θεική αμμωνία, που δεν διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.

β) Ρύθμιση και λειτουργία της αποσύνθεσης. Είδαμε ότι το θρεπτικό συστατικό της κοπριάς, που χάνεται, κατά την βακτηριακή αποσύνθεση της, είναι το άζωτο και ότι αυτό χάνεται μέσω της διαφυγής του στον αέρα, είτε σε μορφή αμμωνίας, είτε ελευθέρου αζώτου. Επίσης είδαμε, ότι η μεγαλύτερη απώλεια αζώτου κατά την αποσύνθεση λαμβάνει χώρα, όταν η κοπριά είναι ξηρή και όχι πεπιεσμένη, και παρέχει εύκολη επαφή του αέρα με όλα τα μέρη της κοπριάς. Η απώλεια 15 - 20% του αζώτου του αρχικά υπάρχοντος στην κοπριά είναι πρακτικά αναπόφευκτη, πρόσθετη ακόμη απώλεια μπορεί πολύ να προληφθεί μέσω του ελέγχου των συνθηκών της αποσύνθεσης: 1) με τη διατήρηση της κοπριάς συμπαγή, 2) με της χρήση προστατευτικών υλικών 3) με της διατήρηση αυτής ως υγρής και 4) με τη χρήση παλαιάς κοπριάς ως βάση του κοπροσωρού.

β₁) διατήρηση της κοπριάς συμπαγής. Η γρήγορη αποσύνθεση η οποία έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια αζώτου της κοπριάς, προκαλείται από μικροοργανισμούς, οι οποίοι έχουν ανάγκη άφθονου οξυγόνου. Ελαττώνοντας τον αερισμό της κοπριάς προλαμβάνουμε ή ελέγχουμε το είδος αυτό της καταστροφικής αποσύνθεσης. Είναι ουσιώδες συνεπώς να διατηρούμε την μάζα της κοπριάς, όταν είναι συσσωρευμένη σε σωρό ή όπως αλλιώς, συμπαγή, όσο το δυνατόν. Αυτό γίνεται μέσω του πατήματος με κάθε προσθήκη κοπριάς στην μάζα του σωρού. Στην περίπτωση κοπροσωρού οι πλευρές και η κορυφή πρέπει να διατηρούνται λεία, όσο το δυνατόν, για να αποκλεισθεί ο αέρας. Σε συνθήκες κανονικής συμπίεσης η θερμοκρασία δεν ανέρχεται πολύ, για να προκαλέσει σοβαρή απώλεια αζώτου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης οι πλευρές του πρέπει να διατηρηθούν στερεές και λείες, όσο είναι δυνατόν και με κλίση προς το κέντρο και η κορυφή να γίνεται, όσο το δυνατόν, συμπαγής. Η βροχή, που πέφτει στον σωρό δεν προκαλεί απώλειες, αλλά το νερό, που τρέχει και αποστραγγίζεται μακριά από τη βάση, του.

β₂) διατήρηση της κοπριάς υγρή. Η επίδραση άφθονης υγρασίας στον κοπροσωρό είναι η ακόλουθη :

i) Συνηθίζει να διατηρεί τη θερμοκρασία χαμηλή και προλαμβάνει την καταστροφική αποσύνθεση των αζωτούχων ενώσεων και ii) Αποκλείει τον αέρα και προλαμβάνει την γρήγορη αποσύνθεση. Πρέπει να προστίθεται νερό στον κοπροσωρό, όταν εμφανίζονται σημεία θερμής αποσύνθεσης, σε αυτή, πρέπει να αποφεύγεται η προσθήκη υπερβολικού νερού περισσότερο από ότι μπορεί να απορροφηθεί και να συγκρατηθεί χωρίς να αποστραγγιστεί μακριά του σωρού. Διατηρώντας επαρκώς την κοπριά συμπαγή και υγρή, προλαμβάνουμε σοβαρή απώλεια του αζώτου, χωρίς να αναχαιτίσουμε τις βραδύτερες μορφές ζύμωσης. Σε σχέση με τον χειρισμό αυτό της κοπριάς πρέπει, εφ' όσον είναι δυνατόν, ν' αναμιγνύουμε διάφορα είδη νωπής κοπριάς, καθώς αυτό είναι πλεονέκτημα. Έτσι, η ιππία ή πρόβεια κοπριά, η οποία είναι ξηρή και πορώδης, αποσυντίθεται εύκολα και πρέπει ν' αναμιγνύεται με κοπριά των βοοειδών ή των χοίρων, που είναι υγρή και συμπαγής και αποσυντίθεται βραδέα :

β₃) Χρήση προστατευτικών υλικών. Είδαμε ότι ουσίες που συμπληρώνονται στην κοπριά ενώνονται και συγκρατούν την αμμωνία και προλαμβάνουν την διαφυγή της στον αέρα. Κάποιες από τις ουσίες αυτές, ειδικά το υπερφοσφορικό και ο καϊνίτης επιβραδύνουν επί πλέον την αποσύνθεση, γιατί επιδρούν δηλητηριώδη στους μικροοργανισμούς και όταν χρησιμοποιούνται σε μέτριες ποσότητες η γρήγορη αποσύνθεση προλαμβάνεται. Ωστόσο στο σύνολο είναι αξιόσυστατο να διατηρούμε την κοπριά συμπαγή και υγρή για πρόληψη της γρήγορης αποσύνθεσης.

β₄) Χρήση παλαιάς κοπριάς ως βάσης του σωρού. Πειράματα έδειξαν, ότι η απώλεια του αζώτου με την αποσύνθεση μπορεί πολύ να ελεγχθεί με της χρήση ως βάσης ενός νέου κοπροσωρού στρώματος καλά χωνεμένης κοπριάς πάχους ενός ποδός και περισσότερο. Η πιθανή εξήγηση των ευεργετικών αποτελεσμάτων του χειρισμού αυτού βρίσκεται στο γεγονός, ότι η παλαιά κοπριά αποβάλλει άφθονη ποσότητα CO₂ και εκτοπίζει ή τουλάχιστον αραιώνει τον αέρα της νωπής κοπριάς και έτσι ελαττώνει την αποσύνθεση με την ελάττωση του αέρα στη κοπριά.

γ) Προστασία από την έκπλυση. Όταν η κοπριά αποθηκεύεται, πρέπει να διατηρείτε για μακρύ χρονικό διάστημα σε στέγη. Όταν οι συνθήκες επιβάλλουν την υπαίθριο συσσώρευση της, πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για την ελάττωση της απώλειας με την έκπλυση. Ο κοπροσωρός πρέπει να γίνει πολύ υψηλά, ώστε να απορροφήσει και να συγκρατήσει όλη την βροχή, που πέφτει σε αυτό.

3.2.1.9 Λιπαντική αξία της κοπριάς.

Μέχρι τη ανάπτυξη της βιομηχανίας των λιπασμάτων και της χρησιμοποίησης των ψυχανθών σε ευρύτερη κλίμακα, η ζωική κοπριά ήταν πάντοτε ή κύρια πηγή της προμήθειας θρεπτικών ουσιών. Σύμφωνα με νεώτερες μελέτες για την γονιμότητα του εδάφους και τη θρέψη των φυτών, η διαρκής χρήση της κοπριάς δικαιώνεται. Κάποιοι από τους κύριους λόγους, που η κοπριά έχει ειδική αξία είναι γιατί : 1) είναι πηγή θρεπτικών ουσιών για τα φυτά, 2) πηγή οργανικής ουσίας, 3) προκαλεί την ανάπτυξη ωφέλιμων μικροοργανισμών, 4) προκαλεί την ανάπτυξη των φυτών, 5) επιφέρει μακροχρόνια επίδραση, 6) διατηρεί την γονιμότητα του εδάφους, 7) έχει εμπορική και γεωργική αξία και εξ άλλου 8) έχει ανισόρροπη θρεπτική αξία.

1. Η κοπριά ως πηγή θρεπτικών συστατικών. Η κοπριά του στάβλου περιέχει ενώσεις αζώτου, φωσφόρου και καλίου, οι οποίες είναι συνήθως τα συστατικά που λείπουν στα καλλιεργούμενα εδάφη. Όταν η κοπριά διατηρηθεί και χρησιμοποιηθεί καλά, τα θρεπτικά συστατικά της έχουν διαφορετικό βαθμό αφομοιωσιμότητας, καθώς μέρος καθενός από αυτά είναι για άμεση χρησιμοποίηση από τα φυτά, ενώ άλλο μέρος αυτών καθίσταται βαθμιαία αφομοιώσιμο κατά την περίοδο της ανάπτυξης των φυτών και σε κάποια έκταση κατά την διάρκεια δύο ή και περισσότερων ακόμη συνεχών βλαστικών περιόδων. Γενικά η κοπριά είναι ελλιπής σε φώσφορο σε σύγκριση με το άζωτο και το κάλιο και επιπρόσθετα όλη η ποσότητα του φωσφόρου βρίσκεται στο στερεό μέρος της κοπριάς και σε μορφή πολύ αδιάλυτη, τουλάχιστον στην περίπτωση της νωπής κοπριάς.

2. Η κοπριά ως πηγή οργανικής ουσίας.

Η οργανική ουσία είναι σπουδαίος παράγοντας που δίνει πρόσθετη αξία στην επίδραση της κοπριάς στο έδαφος. Όταν η κοπριά χρησιμοποιείται νωπή, η οργανική ουσία αποσυντίθεται βαθμιαία και τα προϊόντα της αποσύνθεσης της γίνονται αφομοιώσιμα από το έδαφος. Στην καλά χωνεμένη κοπριά η οργανική ουσία έχει αποσυντεθεί πολύ. Εκτός της αξίας των θρεπτικών συστατικών της, η κοπριά έχει ειδική αξία και συμβάλλει στην διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους με όλα τα ευνοϊκά αποτελέσματα σε σχέση με την παροχή κολλοειδούς οργανικής ουσίας, με την βελτίωση της υφής του εδάφους, την συγκρατητική του νερού δύναμη της, την θέρμανση κλπ.

3. Η κοπριά επηρεάζει τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς. Η κοπριά επηρεάζει ευνοϊκά τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Μερικοί μικροοργανισμοί του εδάφους μετατρέπουν το οργανικό άζωτο σε αμμωνιακό, άλλοι σε νιτρώδες και άλλοι τέλος σε

νιτρικό, άλλοι ακόμη μικροοργανισμοί αποσυνθέτουν τις υδατανθρακούχες ουσίες, όπως είναι η κυτταρίνη. Επίσης η κοπριά περιέχει τροφή για διαφόρους επιθυμητούς μικροοργανισμούς του εδάφους.

4. Η κοπριά συμβάλει στην αύξηση της παραγωγής. Πολυάριθμα πειράματα σύγκρισης της κοπριάς και των χημικών λιπασμάτων έχουν αποδείξει χωρίς αμφιβολία, ότι τα θρεπτικά στοιχεία καλά διατηρημένης και χρησιμοποιημένης κοπριάς, κατά τον χρόνο της επίδρασης τους, έχουν ίση αξία για την αύξηση των φυτών με αυτή την ποσότητα θρεπτικών στοιχείων των χημικών λιπασμάτων, ενώ επιπλέον η οργανική ουσία προσδίδει στην κοπριά αποφασιστικό πλεονέκτημα σε περισσότερες περιπτώσεις εδαφών που τους λείπει η οργανική ουσία. Η παραγωγική ικανότητα των περισσότερων εδαφών μπορεί να διατηρηθεί απεριόριστα με άφθονη χρήση κοπριάς, αλλά εάν αυτή είναι η οικονομικότερη πηγή θρεπτικών ουσιών εξαρτάται από ειδικές συνθήκες, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν σε κάθε κτήμα. Πάντως στην χώρα μας η ανεπάρκεια της κοπριάς είναι έκδηλη και η ακρίβεια αυτής οδηγεί στην γενικότερη χρησιμοποίηση χημικών λιπασμάτων.

5. Χρόνια επίδραση της κοπριάς.

Μία γενναία χρήση (5 τόνων κατά στρέμμα) καλής κοπριάς δείχνει ευνοϊκή επίδραση στις καλλιέργειες για πολλά έτη. Η διαρκής επίδραση της οφείλεται στο γεγονός, ότι συστατικά της κοπριάς καθίστανται αργά διαλυτά και στο γεγονός, ότι μέρος από την οργανική ουσία παραμένει για πολλά έτη και βοηθάει στην βαθμιαία αφομοιωσιμότητα μέρους των αδιάλυτων θρεπτικών συστατικών του εδάφους.

6. Η κοπριά και η διατήρηση της γονιμότητας.

Όταν σκεφθούμε ότι τα 80 % περίπου των θρεπτικών συστατικών των ζωοτροφών βρίσκονται στην νωπή κοπριά και 50% στην χωνεμένη εκτιμούμε εύκολα ότι η παραγωγή που παράγεται στο κτήμα και παρέχεται για τροφή των ζώων του κτήματος δεν εξαντλεί τόσο την γονιμότητα του, όσο όταν η παραγωγή αφαιρείται από το κτήμα. Η απώλεια των θρεπτικών στοιχείων στην διατροφή των ζώων και κατά την διατήρηση της κοπριάς οφείλεται κυρίως στις ενώσεις του αζώτου, οι οποίες μπορούν εύκολα ν' αντικατασταθούν με τη καλλιέργεια των ψυχανθών ή με την αγορά ζωοτροφών υψηλής σε άζωτο περιεκτικότητα.

7. Μη ισορροπημένος χαρακτήρας της κοπριάς.

Η κοπριά όταν χρησιμοποιείται σε μεγάλες δόσεις και ιδίως ως νωπή γενικά προκαλεί την ανάπτυξη του στελέχους και φύλλων κατά τρόπο χαρακτηριστικό, πράγμα που μαρτυρεί υψηλή αναλογία αφομοιώσιμου αζώτου σε σχέση με τον

αφομοιώσιμο φωσφόρο και κάλιο. Σε συνήθεις συνθήκες η κοπριά θεωρείται ως αζωτούχο λίπασμα και ως ανισόρροπη για τις ανάγκες των περισσότερων φυτών, καθώς υστερούν σε αφομοιώσιμο φώσφορο και κάλιο. Αυτό στην νωπή κοπριά καλής ποιότητας εξηγείται πιο πολύ γιατί το περισσότερο άζωτο της βρίσκεται σε μορφή αμμωνιακή ή σύντομα γίνεται. Σε ευνοϊκές εδαφικές συνθήκες η αμμωνία γρήγορα μεταβάλλεται σε νιτρική μορφή και έτσι παρέχονται σχετικά μεγάλες ποσότητες νιτρικού αζώτου πολύ πριν ο φωσφόρος, το περισσότερο του οποίου συναντάται σε κατάσταση βραδείας αφομοιωσιμότητας, καταστεί χρήσιμο για τα φυτά. Όταν επιπλέον λάβουμε υπ' όψιν τις μικρές ποσότητες αφομοιώσιμου φωσφόρου στα περισσότερα εδάφη, κατανοούμε γιατί η νωπή κοπριά που χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες επιδρά συχνά μονόπλευρα ως μεγάλης περιεκτικότητας αζωτούχο λίπασμα. Το ερώτημα φυσικά προβάλλει γιατί η καλά αποσυντεθημένη κοπριά δεν παράγει τα ίδια με την νωπή κοπριά αποτελέσματα από άποψης επίδρασης αζώτου. Έχουμε συνηθίσει να παραδεχόμαστε, ότι η χωνεμένη κοπριά περιέχει περισσότερο νιτρικό άζωτο. Πράγματι το άζωτο της πρέπει στο σύνολο σχεδόν να είναι περισσότερο σε μορφές λιγότερο αφομοιώσιμες, παρά το άζωτο στα ούρα που περιέχεται στην νωπή κοπριά. Σημειώσαμε παραπάνω, ότι κατά την ζύμωση ενός κοπροσωρού τα βακτήρια χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες αφομοιώσιμου αζώτου για την τροφή τους και για αυτό ανοικοδομούν το ίδιο τους σώμα, αποθέτουν αυτό σε μορφή αδιάλυτης πρωτεΐνης, που καθίσταται αφομοιώσιμη μόνο όταν τα βακτήρια μετά τον θάνατο τους αποσυντεθούν. Για τον λόγο αυτό η χωνεμένη κοπριά δεν περιέχει μεγάλες ποσότητες νιτρικού αζώτου και το άζωτο της, στο σύνολο σχεδόν, είναι λιγότερο αφομοιώσιμο παρά το ουρικό άζωτο της νωπής κοπριάς. Για τους παραπάνω λόγους η χωνεμένη κοπριά πρέπει να θεωρείται ως περισσότερο προσεγγίσιμη προς μια σύνθεση ισορροπημένων θρεπτικών στοιχείων παρά η νωπή κοπριά.

3.2.1.10 Μέθοδοι χρήσης της κοπριάς.

Η αποτελεσματικότητα της κοπριάς ως λίπασμα, εξαρτάται από τις συνθήκες, χωρίς όμως να μπορεί να δοθούν ορισμένοι κανόνες εφαρμόσιμοι ομοιόμορφα σε οποιοσδήποτε περιστάσεις. Μπορούμε ν' αναφέρουμε γνωστά γεγονότα, ώστε ο καλλιεργητής να μπορεί να εφαρμόσει αυτές τις ειδικές περιπτώσεις. Αυτός οφείλει

να προσαρμόσει την πρακτική του στις ιδιαίτερες συνθήκες στις οποίες εργάζεται. Μεταξύ των σημείων που πρακτικά έχουν ενδιαφέρον τα κυριότερα είναι τα επόμενα: 1) Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης νωπής κοπριάς. 2) Χρήση χωνεμένης κοπριάς. 3) Είδος εδάφους. 4) Είδος καλλιέργειας. 5) Ποσότητα που χρησιμοποιήθηκε. 6) Μέθοδοι διανομής. 7) Χρόνος χρησιμοποίησης. 8) Βάθος κάλυψης και 9) Αποτελεσματικές μέθοδοι γενικής χρήσης.

1. Πλεονεκτήματα, χρήσης νωπής κοπριάς.

Μεταξύ των πλεονεκτημάτων της χρήσης νωπής κοπριάς κατά το δυνατό και αχώνευτης κοπριάς στο έδαφος τα επικρατέστερα είναι τα παρακάτω : α) Χρησιμοποιούμενες θρεπτικές ουσίες. Στις περισσότερες συνθήκες η εφαρμογή νωπής κοπριάς κινητοποιεί την μεγαλύτερη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων. Απώλεια θρεπτικών στοιχείων με έκπλυση ή καταστρεπτικών μορφών αποσύνθεσης αποφεύγεται. Όταν χρησιμοποιείται επιφανειακά, το εκπλυνόμενο μέρος με τη βροχή εισχωρεί κατ' ευθείαν στο έδαφος ή στην περίπτωση βροχής η κοπριά μπορεί να αποξηρανθεί με μικρή απώλεια από γρήγορη αποσύνθεση. Αναμειγνυόμενη με το έδαφος η νωπή κοπριά αποσυντίθεται εύκολα με θερμό ή ήπιο καιρό και τα συστατικά της γίνονται βαθμιαία αφομοιώσιμα ως θρεπτικές ουσίες χωρίς κίνδυνο απώλειας του αζώτου σε μορφή αμμωνίας, με εξαίρεση περιπτώσεων όπως ελαφρών πορωδών εδαφών εκτεθειμένων σε υψηλή θερμοκρασία, β) η οργανική ουσία του εδάφους καθίσταται αφομοιώσιμη. Όχι μόνο τα θρεπτικά συστατικά της κοπριάς, όταν αυτή χρησιμοποιείται νωπή στο έδαφος, καθίστανται περισσότερο αφομοιώσιμα, αλλά επίσης οι αδιάλυτες ενώσεις της οργανικής ουσίας του εδάφους καθίστανται περισσότερο διαλυτές όταν έρχονται σε επαφή με την αποσυντεθειμένη κοπριά. γ) Εφοδιασμός με επιθυμητούς μικροοργανισμούς. Η νωπή κοπριά περιέχει διάφορα είδη μικροοργανισμών που προκαλούν επιθυμητές χημικές μεταβολές στην οργανική ουσία του εδάφους και τους οποίους η κοπριά μεταφέρει στο έδαφος, δ) Καθιστά ελαφρότερα τα βαριά εδάφη. Η νωπή κοπριά είναι περισσότερο αποτελεσματική για την βελτίωση της υφής των βαρέων αργιλωδών εδαφών, καθώς περιέχει οργανική ουσία που χρησιμοποιείται στο έδαφος με όλα τα επακόλουθα πλεονεκτήματα. ε) Διαρκέστερα αποτελέσματα. Τα θρεπτικά συστατικά της νωπής κοπριάς που περιέχονται εν μέρει και σε γρήγορη και σε βραδεία αφομοιώσιμη μορφή. Το διαλυτό μέρος είναι αμέσως αφομοιώσιμο ή σύντομα γίνεται βαθμιαία αφομοιώσιμο και παρέχει συνεχώς θρεπτικές ουσίες όχι μόνο σε μία βλαστική περίοδο, αλλά σε περισσότερες, στ) Ευνοεί την ανάπτυξη του φυλλώματος. Η νωπή

κοπριά όταν χρησιμοποιείται μόνη και σε μεγάλες ποσότητες ευνοεί ρωμαλέα ανάπτυξη του στελέχους και του φυλλώματος. Είναι επομένως χρήσιμη στην περίπτωση πολλών καλλιεργειών, οι οποίες καλλιεργούνται για το στέλεχος και φύλλωμα, ειδικά όταν εξαρτάται η εμπορική τους αξία από την γρήγορη ανάπτυξη του φυλλώματος (φυλλώδη λαχανικά).

Μειονεκτήματα της χρήσης νωπής κοπριάς.

Τα κύρια μειονεκτήματα, τα οποία ακολουθούν την χρήση νωπής κοπριάς σε κάποιες συνθήκες, είναι τα ακόλουθα : α) Δυσμενή αποτελέσματα στο έδαφος. Υπερβολική χρήση νωπής κοπριάς, ειδικά σε ελαφρά πορώδη εδάφη κατά τις θερμές και ξηρές εποχές, μπορεί είτε να μην προκαλέσει παντού ζύμωση, είτε να προκαλέσει πολύ γρήγορα ζύμωση ανάλογα των ειδικών συνθηκών. Εάν η κοπριά περιέχει μεγάλες ποσότητες χονδροειδούς φυτικές ουσίες από την στρωμνή, οι οποίες ανθίστανται ισχυρά στην αποσυνθήσα συνήθη κατάσταση στην αποπλυθείσα κοπριά το έδαφος μπορεί να καταστεί τόσο χαλαρό και ανοικτό και η κοπριά και το έδαφος χάνουν τόσο πολύ την υγρασία, ώστε σταματά η αποσύνθεση και το έδαφος περιέχεται σε κατάσταση απρόσφορη για τις καλλιέργειες. Εάν εξάλλου το έδαφος περιέχει αρκετή υγρασία που ευνοεί την αποσύνθεση, η επίδραση θα λάβει χώρα τόσο γρήγορα σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και αέρα, ώστε το έδαφος θα θερμανθεί και θ' αποξηρανθεί, ώστε να καταντήσει με πολύ ελαττωμένη την ικανότητα του σε συγκράτηση νερού, λόγω της αυξανόμενης χαλαρότητας του (ανοίγματα).

Όσο χονδρότερη είναι η κοπριά, τόσο μεγαλύτερα τα επιβλαβή αποτελέσματα στο έδαφος, β) Δυσμενή αποτελέσματα στις καλλιέργειες. Όταν η νωπή κοπριά που περιέχει αφθονία ούρων χρησιμοποιηθεί σε ελαφρά ανοικτά εδάφη και υποστεί πολύ γρήγορη αποσύνθεση, αμέσως βλάβη γνωστή ως «κάψιμο» μπορεί να προξενηθεί στα φυτά. Τα αποτελέσματα αυτά επέρχονται από την γρήγορη ζύμωση του ουρικού αζώτου παρουσία επαρκούς αέρα και υψηλής θερμοκρασίας. Μεγάλες ποσότητες ανθρακικού αμμωνίου και ενώσεων νιτρικού οξέος γρήγορα παράγονται και καθίστανται τόσο πυκνές με τη εξάτμιση νερού, ώστε να καίνε τα φυτά και προκαλούν την μάρανση και αποξήρανση τους.

Όταν οι διαλύσεις του εδάφους καταστούν τόσο συμπυκνωμένες, ώστε αυτό να περιέχει ένα μέρος διαλυτών ενώσεων αμμωνίας και νιτρικού αζώτου σε 400 μέρη νερού, βλάπτουν τις τρυφερές ρίζες. Όταν χρησιμοποιείται στην επιφάνεια, στα νεαρά φυτά μπορεί να βλάπτει στο φύλλωμα τους λόγω της αρκετής αμμωνίας, την οποία δίνει η νωπή κοπριά, γ) Είναι φορέας σπόρων ζιζανίων και ασθενειών. Η νωπή

κοπριά μπορεί να είναι φορέας σπόρων ζιζανίων και μυκητολογικών ασθενειών των φυτών. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να υπερνικηθεί συνήθως με τη χρήση της κοπριάς σε καλλιέργειες που δεν προσβάλλονται από μυκητολογικούς σπόρους που είναι μέσα στην κοπριά ή αυτές που δεν επηρεάζονται παρά ελάχιστα από τα ζιζάνια ή παρέχουν ευκαιρίες καταστροφής αυτών (σκαλιστικές καλλιέργειες). δ) Δεν προσαρμόζεται σε καλλιέργειες. Άμεση χρήση νωπής κοπριάς, ειδικά σε μεγάλες ποσότητες και σε βαρέα εδάφη, είναι ανεπιθύμητη για τα σιτηρά και άλλα φυτά, καθώς το γρήγορο αφομοιώσιμο άζωτο, που παρέχεται από το ουρικό άζωτο της νωπής κοπριάς, μπορεί να βλάψει την καλλιέργεια, και προκαλεί υπερβολική ανάπτυξη στελέχους και φυλλώματος σε βάρος της ποιότητας ή ποσότητας του εμπορεύσιμου μέρους της παραγωγής.

2. Πλεονεκτήματα χρήσης χωνεμένης κοπριάς.

Έχουμε ήδη αναφέρει τις διαφορές μεταξύ νωπής και μερικώς αποσυντεθειμένης κοπριάς σε σχέση με την χημική σύνθεση και τις φυσικές ιδιότητες. Γενικά ο φώσφορος είναι αφομοιώσιμος σε μεγαλύτερη έκταση στην νωπή κοπριά και συναντάται σε υψηλότερη εκατοστιαία περιεκτικότητα. Το άζωτο ως σύνολο είναι γενικά σε κατάσταση λιγότερο αφομοιώσιμη και αυτή η κοπριά έχει τα παρακάτω προφανή πλεονεκτήματα.

α) Περισσότερο ομαλή . ισορροπημένη επίδραση. Όπου επιζητείται η επίδραση των θρεπτικών στοιχείων με μετρία ποσότητα αφομοιώσιμου αζώτου και εύκολα αφομοιώσιμο φωσφόρο και κάλιο παρά η επίδραση τους με γρήγορα αφομοιώσιμο άζωτο σε σχετικά μεγάλες ποσότητες, η μερικώς αποσυντεθείσα κοπριά καλύτερα προσαρμόζεται σε τέτοιες ανάγκες. Αντί να έχει καλύτερα αποτελέσματα από το αζωτούχο λίπασμα , η μερικώς αποσυντεθειμένη κοπριά καλύτερα προσαρμόζεται σε αυτές τις ανάγκες και μπορεί να θεωρηθεί κυρίως ως περισσότερο ομαλή ισορροπημένη ένωση θρεπτικών στοιχείων.

β) Πλεονέκτημα στα ελαφρά εδάφη. Η χωνεμένη κοπριά είναι ωφέλιμη, γιατί περιέχει οργανική ουσία προς βελτίωση μέσω του κολλοειδούς υλικού, των μηχανικών ιδιοτήτων των ελαφρών εδαφών χωρίς δυνατότητα να προκαλέσει αύξηση της χαλαρότητας τους και συνεπώς « κάψιμο». Όπως προκύπτει από την χρήση νωπής κοπριάς η αποσυντεθείσα οργανική ουσία στην παλαιά κοπριά αυξάνει την ικανότητα των ελαφρών εδαφών με την συγκράτηση του νερού, γ) Ευκολία στον χειρισμό. Αποσυντεθείσα κοπριά, μάλλον συμπυκνωμένη έναντι της νωπής, είναι λιγότερο ογκώδης για αυτήν την ποσότητα θρεπτικών στοιχείων και από την άποψη αυτή

προσφέρει πλεονεκτήματα στην ευκολία της χρήσης της. δ) Παροχή επιθυμητών μικροοργανισμών. Η χωνεμένη κοπριά παρέχει στο έδαφος επιθυμητούς μικροοργανισμούς και αυτό βοηθάει στην δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για μεγαλύτερη δράση των επιθυμητών μικροοργανισμών του εδάφους. ε) Αποσύνθεση των σπόρων των ζιζανίων. Όταν η κοπριά υπόκειται σε αποσύνθεση, οι σπόροι των ζιζανίων καθίστανται αβλαβείς, εφ' όσον η βλαστική τους δύναμη καταστρέφεται.

3. Το είδος του εδάφους σε σχέση με την χρήση της κοπριάς.

Γενικά η κοπριά, αχώνευτη ή μερικώς αποσυντεθείσα, μπορεί επωφελώς να χρησιμοποιηθεί σε εδάφη ελλιπή σε οργανική ουσία. Όταν θέλουμε να εισαγάγουμε καλά αποσυντεθειμένη οργανική ουσία στο έδαφος εφ' άπαξ, η χωνεμένη κοπριά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε έδαφος. Όταν επιθυμούμε η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας να λάβει χώρα στο έδαφος για τον διπλό σκοπό να καταστούν οι αδιάλυτες, θρεπτικές ουσίες αφομοιώσιμες και να μείνει (αντί αυτής) έλλειμμα χούμου στο έδαφος, τότε προτιμούμε την νωπή κοπριά και ειδικά σε αργιλώδη εδάφη. Νωπή κοπριά πρέπει να χρησιμοποιείται με προφύλαξη και κατά προτίμηση σε μέτριες συγκριτικά εφ' άπαξ ποσότητες σε ελαφρά ανοικτά εδάφη, ειδικά όταν υπάρχει πιθανότητα ότι θα επακολουθήσει θερμός ξηρός καιρός. Σε σχέση με την επίδραση των θρεπτικών της στοιχείων η νωπή κοπριά είναι ασφαλέστερη σε βαριά παρά σε ελαφρά εδάφη, ειδικά σε μεγάλες ποσότητες.

4. Το είδος του φυτού σε σχέση με την κοπριά.

Η κοπριά και η ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη όλων των φυτών της μεγάλης καλλιέργειας, απαιτεί, προκειμένου να δώσει άριστα αποτελέσματα, την τήρηση ορισμένων προφυλάξεων κατά την χρήση της, ιδίως σε ειδικές καλλιέργειες. Μπορεί να ειπωθεί προκαταρκτικά, ότι σε κάθε περίπτωση στην οποία η άμεση χρήση νωπής κοπριάς μπορεί να βλάψει μία καλλιέργεια λόγω του γρήγορα αφομοιώσιμου ανόργανου αζώτου, η ανεπιθύμητη αυτή επίδραση μπορεί ν' αποφευχθεί με γενναία χρήση της κοπριάς στην κατάλληλη καλλιέργεια, η οποία προηγείται της ευπαθούς. Η πρώτη καλλιέργεια επωφελείται από την άμεση χρήση, του αχρησιμοποίητου υπολείμματος που αφήνεται για την ευπαθή καλλιέργεια, όπως θα σημειωθεί παρακάτω.

Άλλη μέθοδος είναι η χρήση της κοπριάς να γίνεται το προηγούμενο φθινόπωρο, της ευπαθούς καλλιέργειας που επακολουθεί την άνοιξη. Άλλη ακόμη μέθοδος συνίσταται στην χρήση μεγάλων δόσεων φωσφορικών και καλιούχων λιπασμάτων.

α) η χλόη ευνοείται γενικά πολύ από επιφανειακή χρήση κοπριάς, νωπής ή χωνεμένης. Η κοπριά χρησιμεύει, πλέον της παροχής θρεπτικών στοιχείων, να σχηματίσει κάλυμμα, το οποίο ευνοεί κάπως την πρωϊμότερη ανάπτυξη. β) Τα ριζώδη φυτά συνήθως ανταποκρίνονται ικανοποιητικά σε μεγάλες χρήσεις κοπριάς. Ωστόσο πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις στην περίπτωση των σακχαρότευτλων και των γεωμήλων. Νωπή κοπριά, χρησιμοποιούμενη σε μεγάλες ποσότητες, ειδικά σε εδάφη πηλώδη, μπορεί να προκαλέσει μεγάλη ανάπτυξη των τεύτλων, αλλά με μικρή περιεκτικότητα σακχάρου. Σε βαριά όμως, εδάφη μετρίως μεγάλες ποσότητες μερικής αποσυντεθειμένης κοπριάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως χωρίς βλάβη (έως 5 τόνοι κατά στρέμμα). Στην περίπτωση των γεωμήλων υπερβολικές ποσότητες νωπής κοπριάς παράγουν μεγάλη ανάπτυξη κορυφών και εν γένει φυλλώματος σε βάρος της παραγωγής των κονδύλων, γ) ο αραβόσιτος, το κεχρί και φυλλώδεις καλλιέργειες γενικά, οι οποίες παράγουν μεγάλες ποσότητες φυλλώματος και στελέχους, χρησιμοποιούν επωφελώς μεγάλες ποσότητες κοπριάς που εφαρμόζεται, είτε νωπή, είτε χωνεμένη, δ) Τα σιτηρά βλάπτονται από μεγάλες άμεσες χρήσεις νωπής κοπριάς, καθώς το άχυρο αναπτύσσεται πολύ σε βάρος του σπόρου και τα φυτά πλαγιαίνουν εύκολα. Ειδικά το σιτάρι και το κριθάρι είναι ιδιαίτερα ευπαθή από την άποψη αυτή ε) Καπνός. Μεγάλες ποσότητες κοπριάς προκαλούν μεγάλα φύλλα τραχείας υφής και κατώτερης για χρήση ποιότητας, στ) Τα κηπευτικά γενικά ανταποκρίνονται ικανοποιητικά σε μεγάλες ποσότητες κοπριάς, ζ) Τα νέα δενδρύλλια, οι θάμνοι κλπ ευεργετούνται πολύ με τη χρήση κοπριάς σε μέτριες ποσότητες στην περίπτωση νωπής κοπριάς και σε γενναίες αυτές στην περίπτωση χωνεμένης κοπριάς, η) Ως υπόστρωμα σε σχέση με την ανάπτυξη οποιουδήποτε φυτού η καλή κοπριά είναι πολύ αποτελεσματική και ωφέλιμη. Η χωνεμένη κοπριά είναι συνεπώς ανώτερη της νωπής για κάλυψη λόγω της μεγαλύτερης ικανότητας της σε συγκράτηση υγρασίας, Επί πλέον η νωπή κοπριά πλούσια σε ουρικό άζωτο, όταν χρησιμοποιείται ως σκέπασμα σε πράσινα φυτά, μπορεί να βλάψει το φύλλωμα ειδικά την θερμή εποχή. Η αμμωνία εξατμίζεται και καιει το φύλλωμα.

5. Ποσότητα κοπριάς για χρήση. Δεν μπορεί να δοθεί γενικά κανόνας που να περιλαμβάνει όλες τις συνθήκες σε σχέση με την ποσότητα κοπριάς που θα χρησιμοποιηθεί στα αυξανόμενα φυτά. Αρχικά αυτό εξαρτάται από την ποικιλία των συνθηκών, όπως τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, την ποσότητα των ομοιοών στοιχείων του εδάφους, την κατάσταση και την σύσταση της κοπριάς, το είδος της καλλιέργειας, την συχνότητα της χρήσης κλπ. Γενικά 1 1/4 τόνου κατά

στρέμμα πρέπει να θεωρηθεί ως ελαφρά χρήση, 2,5 τόνοι ως μετρία και 5 τόνοι ή περισσότεροι ως βαρεία λίπανση με κοπριά. Πρέπει να σημειώσουμε, ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες χρησιμοποιούνται καλύτερα, όταν το έδαφος διατηρείται εφοδιασμένο με ανθρακικό ασβέστιο. Σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στην χλόη ή όπου η κοπριά χρησιμοποιείται στην αρχή ενός κύκλου καλά μελετημένης αμειψισποράς, μεγάλες ποσότητες χρησιμοποιούνται εφ' άπαξ για 4-5 έτη. Γενικά τα οικονομικότερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με την εφαρμογή μικρότερων ποσοτήτων σε συχνότερα διαστήματα. Η συχνή χρήση μικρών δόσεων διατηρεί το έδαφος σε μια μάλλον ομοιόμορφη κατάσταση γονιμότητας και το άζωτο χρησιμοποιείται πληρέστερα με λιγότερο κίνδυνο απώλειας με την έκλυση.

Πίνακας που δείχνει την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων της κοπριάς.

5 τόνοι	10 τόνοι	15 τόνοι	120 τόνοι	
λίμπρες	λίμπρες	λίμπρες	λίμπρες	
Αζωτο	50	100	150	200
P2 O5	25	50	75	100
K2O	50	100	150	200

Βάσει του πίνακα μπορούμε να ορίσουμε την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται στην κοπριά. Σε μέσης σύστασης καλή κοπριά 1 τόνος περιέχει 10 λίμπρες αζώτου, 5 λίμπρες P2 O5 και 10 λίμπρες K2O. Χρησιμοποιώντας 5 τόνους καλής κοπριάς κατά στρέμμα είναι όσο να χρησιμοποιούμε άζωτο που περιέχει σε 300 περίπου λίμπρες νιτρικού νατρίου, φωσφορικό οξύ που περιέχει σε 150 λίμπρες υπερφωσφορικού 16% και κάλιο που περιέχει σε 100 λίμπρες καλιούχου λιπάσματος, χλωριούχου ή θειικού. Αυτό φαίνεται από πρώτη όψη, ότι θέτουμε στην γη, στην περίπτωση μιας γενναίας λίπανσης με κοπριά με 5 τόνους κατά στρέμμα, μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων σε σύγκριση με τις συνήθως χρησιμοποιούμενες ποσότητες σε μορφή χημικών λιπασμάτων. Αυτό όμως είναι απατηλό στην πραγματικότητα, εν όψει της μη πλήρους αφομοιωσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων της κοπριάς. Και στις ευνοϊκότερες ακόμη συνθήκες είναι αμφίβολο εάν χρησιμοποιείται το 1 /3 της ολικής ποσότητας των θρεπτικών στοιχείων της κοπριάς στην πρώτη καλλιέργεια. Συνεπώς εξετάζοντας τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων, τις οποίες πρέπει να παρέχουμε στα φυτά στην μορφή της κοπριάς στην πρώτη καλλιέργεια, συνήθως πρέπει να υπολογίσουμε διπλάσιο ή τριπλάσιο ποσό

αζώτου, φωσφόρου και καλίου, έναντι της χρησιμοποιούμενης ποσότητας επιτυχώς σε μορφή λιπασμάτων σε παρόμοιες συνθήκες εδάφους και καλλιέργειες.

6. Μέθοδοι διασποράς

Για την διασπορά στους αγρούς της κοπριάς συνήθως χρησιμοποιούνται τρεις μέθοδοι: α) η διανομή σωρηδόν, β) η διανομή σκορπιστά με το διανομέα της κοπριάς και γ) η εφαρμογή σε λόφο ή σειρά με τον σπόρο Α) Διασπορά της κοπριάς σε σωρούς μικρούς ή μεγάλους στον αγρό και παραμονή της μέχρι τη διασπορά μετά από εβδομάδες ή μήνα, ενώ έχει το πλεονέκτημα της πρόσκαιρης ευκολίας, υπόκειται σε πολλές αντιρρήσεις σοβαρές, γιατί α) η εργασία της χρήσης αυξάνει, β) τα μέρη του αγρού κάτω των σωρών δέχονται τις εκπλήξεις του γρήγορα αφομοιώσιμου μέρους της κοπριάς και λιπαίνονται διαφορετικά, όπως δείχνουν τα αποτελέσματα της ανωμαλίας της παραγωγής σε σχέση με την ανάπτυξη και την ωρίμανση. γ) η κοπριά μπορεί να αποσυντεθεί γρήγορα και να χάσει μεγάλο μέρος από το εύκολα αφομοιώσιμο της άζωτο. Εναποθεμιμένη κοπριά σε μεγάλους σωρούς στον αγρό χάνει λιγότερο άζωτο, εάν υποθέσουμε ότι οι σωροί διατηρούνται υγροί, συμπαγείς και επιμελώς καλύπτονται από λεπτό στρώμα λεπτού χώματος και διευθετημένοι, ώστε να προλαμβάνεται η απώλεια με αποστράγγιση και να μη μένουν για πολύ πριν την τελική διανομή. Από αυτή την άποψη τα απορρίμματα των ζώων στην βοσκή, εφ' όσον είναι αδιατάρακτα, παράγουν αμετάβλητα ανώμαλα αποτελέσματα λίπανσης. Για να διανεμηθούν οι σωροί των απορριμμάτων πρέπει από καιρό σε καιρό να διασκορπίζουμε αυτούς με οποιοδήποτε γεωργικό εργαλείο. Β) η σκορπιστή χρήση της κοπριάς μπορεί να γίνει άμεσα με το διασκορπισμα, από μηχανοκίνητη πλατφόρμα των διανομέων σε κτήματα, που γίνεται χρήση μεγάλων ποσοτήτων. Η χρήση των διανομέων είναι ικανοποιητική, καθώς αυτοί κάνουν ομαλή την διασπορά της κοπριάς και εξοικονομούν χρόνο και εργασία. Η διασπορά κατά προτίμηση εφαρμόζεται σε επίπεδα εδάφη, που η κοπριά μένει χρόνο πριν την άροση. Εάν αυτή εφαρμοσθεί σε απότομες βουνοπλαγιές και παραμένει η κοπριά ακάλυπτη, υπάρχει κίνδυνος έκπλυσης, ειδικά όταν το έδαφος παγώσει. Επίσης σημαντικές απώλειες μπορούν να συμβούν σε αγρούς υποκείμενους σε πλημμύρες. Η μέθοδος της άμεσης σε χύμα, διασποράς από την πλατφόρμα έχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα : 1) υπάρχει οικονομία χρόνου και εργασίας κατά την χρήση της κοπριάς σε σύγκριση με την διανομή σε σωρούς πριν τη χύμα διασπορά και 2) οποιαδήποτε έκπλυση της κοπριάς, με εξαίρεση των επικλινών εδαφών και όταν το έδαφος είναι παγωμένο, προτού αρωθεί διέρχεται απ' ευθείας στο έδαφος σε ομοιόμορφες ποσότητες στον

αγρό, ώστε δεν προκύπτει ανωμαλία και ανισότητα παραγωγής, όπως συμβαίνει στην περίπτωση εκπλύσεων κατά την διασπορά σε σωρούς. 3) Χρήση σε λόφους ή γραμμές γίνεται, όταν επιδιώκεται και να έχουμε αποτελέσματα της κοπριάς συγκεντρωμένης, όπου θα ευεργετήσει την ανάπτυξη των φυτών γρηγορότερα. Ειδικά χρησιμοποιείται για είδη λαχανοκομικών, π.χ. όταν μια φτυαριά κοπριάς ή περισσότερο τίθεται σε κάθε λόφο κατά τόσο, φύτεμα αγγουριών, πεπονιών κλπ. , αυτή η ποσότητα κοπριάς μπορεί να δώσει καλύτερα αποτελέσματα έναντι της διασποράς χύμα. Η χωνεμένη κοπριά δίνει εξαιρετα αποτελέσματα.

7. Χρόνος χρήσης της κοπριάς.

Η κοπριά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, που εξαρτώνται από διαφορές συνθήκες. Γενικά ελάχιστος κίνδυνος απώλειας αμμωνίας υπάρχει όταν η κοπριά χρησιμοποιείται στο έδαφος μόνο λίγο χρόνο πριν την άρωση. Το ευνοϊκό είναι να μεταφέρουμε και να διανέμουμε στο έδαφος, σε ομοιόμορφο στρώμα του επιθυμητού πάχους, την νωπή κοπριά, ημερησία ή κατά συχνά χρονικά διαστήματα, λαμβάνοντας φροντίδα να τη χειρισθούμε στο στάβλο κατά τους τρόπους που περιγράφηκαν. Η άμεση διανομή από τον στάβλο στον αγρό έχει πολλά αξιολογικά πλεονεκτήματα: α) εξοικονομεί χρόνο και εργασία, β) απαλλάσσει την αυλή από την παρουσία συσσωρευμένης κοπριάς, γ) είναι ευκολότερο γενικά, καθώς, όταν οι γεωργοί έχουν διαθέσιμο χρόνο μπορούν να ασχολούνται με την μεταφορά και διανομή της κοπριάς, δ) στο σύνολο η μέθοδος αυτή επιφέρει στο έδαφος το μέγιστο ποσό των θρεπτικών ουσιών, καθώς ο κίνδυνος απώλειας συνεπεία ζύμωσης, έκπλυσης κλπ. αποφεύγεται, ε) τα διαλυτά μέρη της κοπριάς βαθμιαία, πλήρως και ομοιόμορφα αναμιγνύονται με το έδαφος, στ) η ποσότητα του αζώτου που χάνεται ως αμμωνία είναι μικρή, εάν η κοπριά στον στάβλο διατηρήθηκε κανονικά. Πειράματα έχουν αποδείξει, ότι η διασπορά της κοπριάς σε λεπτά στρώματα στον αγρό, συνεπάγεται απώλεια λίγου αζώτου, είτε σε μορφή αμμωνίας, είτε ελευθέρου αζώτου, εάν αυτή δεν είναι σε κατάσταση πολύ έντονης αποσύνθεσης, ώστε να περιέχει πολλή αμμωνία. Όταν χρησιμοποιείται με ξηρό καιρό, η κοπριά γρήγορα αποξηραίνεται και η αποσύνθεση της σταματά. Με υγρό καιρό το διαλυτό μέρος εκπλένεται στο έδαφος, πέρα του κινδύνου της απώλειας με τη διαφυγή στον αέρα. Πέρα από αυτό, υπάρχει μειονέκτημα από την παραμονή της κοπριάς στην επιφάνεια του εδάφους, μέχρις ότου οι διαλυτές αζωτούχες ενώσεις της σε μεγάλο βαθμό διαλυθούν και απομακρυνθούν, καθώς οι διαλυτές αζωτούχες ενώσεις, που περιέχονται στην νωπή

κοπριά, είναι ουσιώδης παράγοντας της αποσύνθεσης των αδιάλυτων συστατικών της κοπριάς, ώστε όταν αυτές αποχωρισθούν με την έκπλυση, το αδιάλυτο μέρος δεν ζυμώνεται τόσο εύκολα στο έδαφος, όσο όταν αυτές συναντώνται. Ως εκ τούτου είναι επιθυμητό, ειδικά στην περίπτωση ελαφρών πορώδων εδαφών, να μη αφήνουμε για πολύ χρόνο την κοπριά στην επιφάνεια χωρίς την κάλυψη της, αλλά να τη χρησιμοποιούμε πριν την άρωση. Επίσης, είναι δυνατόν σε ελαφρά εδάφη, τα οποία εκπλένονται εύκολα, μικρή ποσότητα αζώτου να χυθεί στο έδαφος με την αποστράγγιση, εάν η κοπριά διασπαρθεί μήνες πριν τη άρωση. Στην περίπτωση εδαφών που πλημμυρίζουν ή επικλινών η κοπριά πρέπει να ενσωματώνεται αμέσως.

8. Βάθος κάλυψης της κοπριάς.

Σε βαρέα εδάφη η κοπριά παραχώνεται σε 10 περίπου εκατοστά. Εάν καλυφθεί βαθύτερα σε αυτά εδάφη η αποσύνθεση επιβραδύνεται ή εμποδίζεται μέσω έλλειψης αέρα. Στα ελαφρά και πορώδη εδάφη η κοπριά καλύπτεται βαθύτερα. Γενικά, καλά χωνευμένη κοπριά δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν καλύπτεται βαθύτερα

9. Αποτελεσματικοί μέθοδοι χρησιμοποίησης της κοπριάς.

Μεταξύ των καλύτερων μεθόδων χρησιμοποίησης της κοπριάς για την θρέψη των φυτών και την δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών στο έδαφος για την ανάπτυξη αυτών, είναι οι επόμενες τρεις :

α) Χρήση στην αμειψισπορά με χημικά λιπάσματα. Συχνά η κοπριά χρησιμοποιείται αμέσως στην καλλιέργεια της αμειψισποράς, η οποία χρησιμοποιεί αυτή καλύτερα, συνήθως στην κεφαλή της αμειψισποράς. Στις επόμενες καλλιέργειες του κύκλου της αμειψισποράς γίνεται χρήση λιπασμάτων για την συμπλήρωση τους σε θρεπτικές ανάγκες των φυτών, σύμφωνα με τις ενδείξεις της πείρας. Π.χ. κοπριά χρησιμοποιείται συχνά απ' ευθείας στον αραβόσιτο, που ακολουθείται από σιτάρι ή άλλη καλλιέργεια που μπορεί να βλάψει με τη άμεση χρήση σε αυτήν κοπριά (πλάγιασμα, ζιζάνια κλπ.). Γενικά εφ' άπαξ χρησιμοποιείται σε μεγάλες ποσότητες για 3 - 5 ετής αμειψισπορές και τα χημικά λιπάσματα σε αυτή τη μορφή χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της ενδιάμεσης περιόδου. β) Ισχυροποίηση (συμπλήρωση) της κοπριάς με συμπυκνωμένα θρεπτικά υλικά. Η κοπριά υπόκειται στην επίδραση στον στάβλο ή τον σωρό αμέσως μετά την αφαίρεση της από τον στάβλο, υλικών όπως λειοτριβημένο φωσφορίτη, οστεάλευρο, υπερφωσφορικών, καλιούχων αλάτων (ειδικά καϊνίτη) κλπ. Αυτός ο χειρισμός αυξάνει την ποσότητα του

φωσφόρου ή του καλίου ή και των δύο και κανονικά ρυθμίζει τις αναλογίες των θρεπτικών συστατικών της κοπριάς περισσότερο προσεγγίσιμες προς αυτές που συναντάμε στα επιτυχώς χρησιμοποιούμενα χημικά λιπάσματα και η κοπριά καθίσταται ισορροπημένη. γ) η κοπριά και το ανθρακικό ασβέστιο . Η επίδραση της κοπριάς καθίσταται αποτελεσματικότερη, όταν το έδαφος περιέχει αρκετή ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου. Η χρήση της κοπριάς σε όξινο έδαφος αυξάνει περισσότερο παρά θεραπεύει την όξινη κατάσταση. Με ανεπάρκεια ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος η χρήση της κοπριάς συνεπάγεται μάλλον απώλεια χρόνου και λιπαντικού υλικού.

3.2.2 Υγρό λίπασμα.

Συνίσταται από τα ούρα των ζώων, τα οποία συλλέγονται σε δεξαμενές και από τα υγρά, τα οποία προέρχονται από τον κοπροσωρό.

Ετήσια τα ούρα που συλλέγονται στην δεξαμενή, ανέρχονται μέσο των ίππων σε 1 κ. μ. , την αγελάδα 3 κ. μ. , τον χοίρο 1/2 κ. μ. και κάθε 5 πρόβατα /2 κ. μ.

Το υγρό λίπασμα είναι πολύ γρήγορης ενέργειας, η σύνθεση του είναι διάφορη και είναι πλούσιο σε N και K_2O . φτωχότερο σε φωσφορικό οξύ.

3.2.2.1 Χρησιμοποίηση του υγρού λιπάσματος.

Μπορεί να διασκορπιστεί στους αγρούς πριν τη σπορά, οπότε ενεργεί όπως η ημιχωνεμένη κοπριά. Πρέπει το έδαφος να μην είναι πολύ υγρό, για να μπορεί ν' απορροφήσει αυτό. Μία συνήθης άρση πρέπει να επακολουθήσει (αύξηση αποτελεσματικότητας κατά 40-45%). Πάντα χορηγείται και σε έδαφος καλυμμένο από βλάστηση, οπότε πρέπει ν' αραιωθεί στο τέταρτο ή το έκτο του όγκου του, γιατί το ανθρακικό αμμώνιο, το όποιο περιέχει, είναι αρκετά καυστικό για τα φυτά.

Δεν χορηγείται κατά την θερμή και ξηρή εποχή, σε ανάγκη όμως αραιώνεται. Εξαιρετα αποτελέσματα δίνει στους λειμώνες (τέλος χειμώνα, αρχές άνοιξης). Ποσότητα κατά στρέμμα 10 - 30 εκατόλιτρα. Λίπασμα δύσκολης μεταφοράς.

3.2.3 Κοπροζούμια (υγρή κοπριά)

3.2.3.1 Αξιοποίηση αζώτου

Στις χώρες της κεντρικής και βορείου Ευρώπης όπως και στη βόρειο Αμερική η υγρή κοπριά αποτελεί σημαντική πηγή κάλυψης των αναγκών σε άζωτο των ετήσιων καλλιεργειών και ειδικότερα των σιτηρών. Χρησιμοποιούνται κυρίως το φθινόπωρο και σκορπίζονται πάνω στις καλαμιές πριν την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος. Η τύχη του N της υγρής κοπριάς σε μια φθινοπωρινή εφαρμογή ακολουθεί την οδό της ενσωμάτωσης ενός μέρους αυτού στην οργανική ουσία του εδάφους και της έκπλυσης με τα νερά των βροχοπτώσεων, γι' αυτό η αποτελεσματικότητα του θεωρείται περιορισμένη. Εξαιτίας αυτού πιστεύεται ότι η ανοιξιάτικη εφαρμογή και μάλιστα πάνω στα αναπτυσσόμενα φυτά βελτιώνει το βαθμό αξιοποίησης του αζώτου των κοπροζουμιών. Θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ότι η αξιοποίηση του αζώτου των κοπροζουμιών εξαρτάται από την εποχή της εφαρμογής τους και από την ανόργανη λίπανση. Σε ένα διετές πείραμα αγρού (1992-1993) που διεξήχθη από τους Schroder et al., (1994) αποδείχθηκε η θετική συνεισφορά των κοπροζουμιών από χοίρους στις τελικές αποδόσεις του κριθαριού.

Από το συνδυασμό μεταξύ κοπροζουμιών και ανόργανου N φαίνεται ότι στην επέμβαση χωρίς ανόργανο N (N1) η λίπανση με κοπροζούμια το φθινόπωρο οδήγησε σε αύξηση του αζώτου που προσλήφθηκε από τους σπόρους του χειμερινού κριθαριού γύρω στα 2,7 kg/στρ., η δε ανοιξιάτικη εφαρμογή προκάλεσε αύξηση στην πρόσληψη N γύρω στα 3,2 kg/στρ. και ο συνδυασμός φθινοπωρινής και ανοιξιάτικης εφαρμογής αύξησε την πρόσληψη κατά 5,0 kg N/στρ. πάνω από τις ποσότητες του μάρτυρα (πίνακας 3.3.).

Πίνακας 3.3. Πρόσληψη αζώτου (kg N/στρ.) από το χειμερινό κριθάρι (σπόροι) σε σχέση με τη λίπανση με κοπροζούμια και την ανόργανη N-λίπανση (1992 και 1993)				
Λίπανση με κοπροζούμια (K)	Ανόργανη N-λίπανση (kg N/στρ.)			
	N1 (0/0/0)	N2 (40/40/40)	N3 (80/80/80)	X
K1 (μάρτυρας)	4,1	11,8	14,2	10,0 a*
K2 (10,8 kg N/στρ. το φθινόπωρο)	6,8	11,2	14,2	10,8 ab
K3 (8,8 kg N/στρ. την άνοιξη)	7,3	12,8	14,9	11,7 bc
K4 (14,0 kg N/στρ. φθινόπωρο + άνοιξη)	9,1	13,7	14,9	12,6 c
X	6,7a	12,4b	14,6c	

* αριθμοί με ίδια γράμματα δεν διαφέρουν στατιστικώς σε επίπεδο $\rho = 0,05$

Η αλληλεπίδραση μεταξύ φθινοπωρινής και ανοιξιάτικης εφαρμογής των κοπροζουμιών είναι αρνητική όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.3. η φαινομενική αξιοποίηση του αζώτου κυμάνθηκε στα 25 και 37%, ενώ στο συνδυασμό K4 στο 26%. Όταν λιπάνθηκε ο αγρός συμπληρωματικά με ανόργανο άζωτο, αυτό προκάλεσε σημαντική μείωση της αξιοποίησης του αζώτου των κοπροζουμιών. Και ενώ η φθινοπωρινή εφαρμογή κοπροζουμιών επέδρασε ελαφρώς αρνητικά στην πρόσληψη N από τους σπόρους του κριθαριού η ανοιξιάτικη οδήγησε σε μεγαλύτερη πρόσληψη κατά 0,7 μέχρι 1,1 Kg N/στρ. (N3) γεγονός που αντιστοιχεί σε μια φαινομενική αξιοποίηση του N της τάξης των 8-12%. Μεταξύ της φθινοπωρινής και της ανοιξιάτικης εφαρμογής των κοπροζουμιών σημειώθηκε θετική αλληλεπίδραση μόνο στην επέμβαση N2, στην επέμβαση N3 (βλ. Πίνακα 3.4.) η επίδραση της

φθινοπωρινής + ανοιξιάτικης εφαρμογής των κοπροζουμίων αντιστοιχεί στο άθροισμα των ξεχωριστών εφαρμογών (φθινοπωρινής και ανοιξιάτικης δόσης).

Πίνακας 3.4.. Πρόσληψη επιπλέον αζώτου (kg/στρ.) από το χειμερινό κριθάρι λόγω της λίπανσης με κοπροζούμια σε συνδυασμό με την ανόργανη N-λίπανση				
Ανόργανη N - λίπανση	Πρόσληψη N-kg/στρ., K1	Επιπλέον πρόσληψη (kg N/στρ.) μετά τη λίπανση με κοπροζούμια		
		K2	K3	K4*
N1 (0/0/0)	4,1	+2,7 (25%)	+3,2 (37%)	+5,0 (26%)
N2 (4,0/4,0/4,0)	11,8	-0,5 (-5%)	+1,1 (12%)	+ 2,0(10%)
N3 (8,0/8,0/8,0)	14,2	-0,05 (-1%)	+0,7 (8%)	+0,7 (3%)
	10,0	+0,7 (7%)	+1,7(19%)	+2,6(14%)
* για τη σημασία βλ- Πίνακα 3.3.				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Χαρακτηρισμός και είδη κομπόστ

4.1 Κομποστοποίηση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων

Η έλλειψη αρκετής ποσότητας κοπριάς κοντά στα μεγάλα αστικά κέντρα, που προέκυψε από τη μηχανοποίηση της γεωργίας και των μεταφορών, γενικά, ανάγκασε πολλούς γεωργούς να προσφύγουν στα κάθε είδους υπολείμματα της γεωργικής εκμετάλλευσης και να παρασκευάσουν μ' αυτά τα λιπαντικά μίγματα κομπόστες, σε αντικατάσταση της κοπριάς. Με τα μίγματα αυτά επιτυγχάνεται ως προς την εμφάνιση, τη σύνθεση και τη λιπαντική αξία, προϊόν όμοιο με την καλά χωνεμένη κοπριά.

Η κομποστοποίηση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, βασίζεται στην φυσική διεργασία της σήψης, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού που επιταχύνουν την αποσύνθεσή τους. Οι γεωργοί έχουν εφαρμόσει την κομποστοποίηση εδώ και χιλιάδες χρόνια. Γνώριζαν ότι με τη χρήση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων επέστρεφαν θρεπτικά συστατικά στο έδαφος και εμπλούτιζαν τα εδάφη τους. Αυτό στη συνέχεια προωθούσε την ανάπτυξη-απόδοση των καλλιεργειών. Οι κάτοικοι της Κίνας χρησιμοποιούν εδώ και 40 αιώνες την κομποστοποίηση. Αυτοί αναγνώριζαν την σπουδαιότητα των οργανικών ουσιών στη διατήρηση της παραγωγικότητας του εδάφους. Όλα τα φυτικά υπολείμματα ρίπτονται στο σωρό και μετά μια περίοδο αποσύνθεσης, επιστρέφουν στο έδαφος.

Η ποιότητα της κοπριάς εξαρτάται από το είδος της φυτικής ύλης, τις συνθήκες αποθήκευσης, το βαθμό αποσύνθεσης της φυτικής ύλης και τη μέθοδο χειρισμού, ενώ η κανονική διεξαγωγή της κομποστοποίησης και η παραγωγή της καλής κοπριάς εξαρτάται κυρίως από τη σχέση άνθρακα προς άζωτο των οργανικών υπολειμμάτων και από την τιμή του pH του σωρού. Οι περιεκτικότητα σε άζωτο θα πρέπει να είναι 1,5-2 %, περίπου, αν δε αυτή είναι μικρότερη, τότε η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα με αργό ρυθμό. Αντίθετα, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άζωτο έχει σαν αποτέλεσμα απώλειες διαλυτών αζωτούχων ουσιών. Για την ικανοποιητική απόδοση των μικροοργανισμών αποσύνθεσης το pH της φυτικής μάζας πρέπει να κυμαίνεται γύρω από το 7,0.

Σε ξηρές περιοχές υπάρχουν σοβαροί λόγοι για την παρασκευή κομποστών από φυτικά και ζωικά υπολείμματα, αντί της απ' ευθείας χρησιμοποίησης τους στο έδαφος. Αν οι φρέσκιες ουσίες προστεθούν στο έδαφος απ' ευθείας, θα χρειαστεί εδαφικό νερό γι' αυτή την πρόωρη αποσύνθεση. Εξάλλου εκεί που το νερό είναι πολύ λίγο, τα φυτά είναι δυνατό να στερηθούν σημαντική υγρασία. Όταν οι κομπόστες χρησιμοποιούνται σαν επικάλυμμα του εδάφους ή πολύ επιφανειακά, τείνουν να ελαττώσουν τις απώλειες του νερού, που προκαλούνται από εξάτμιση και διαρροή. Επίσης βοηθούν στην καταστροφή των σπόρων των ζιζανίων και των παθογενών οργανισμών, που είναι δυνατόν να υπάρχουν στα οργανικά υπολείμματα.

Η κομπόστα όταν χρησιμοποιείται σε μεγάλη ποσότητα στο έδαφος, μπορεί να βελτιώσει τη γονιμότητα του κατά διαφόρους τρόπους:

- 1.- Παρέχοντας θρεπτικά
- 2.- Βελτιώνοντας τις φυσικές συνθήκες του εδάφους
- 3.- Προμηθεύοντας ενέργεια για την αύξηση της μικροβιολογικής δραστηριότητας.
- 4.- Ασκώντας μια ρυθμιστική δράση, που οφείλεται στη μεγάλη απορροφητική τους ικανότητα. Προστατεύει έτσι τις καλλιέργειες από την περίσσεια ανόργανων αλάτων και τοξικών ουσιών και από τις απότομες διακυμάνσεις, στην αντίδραση του εδάφους.

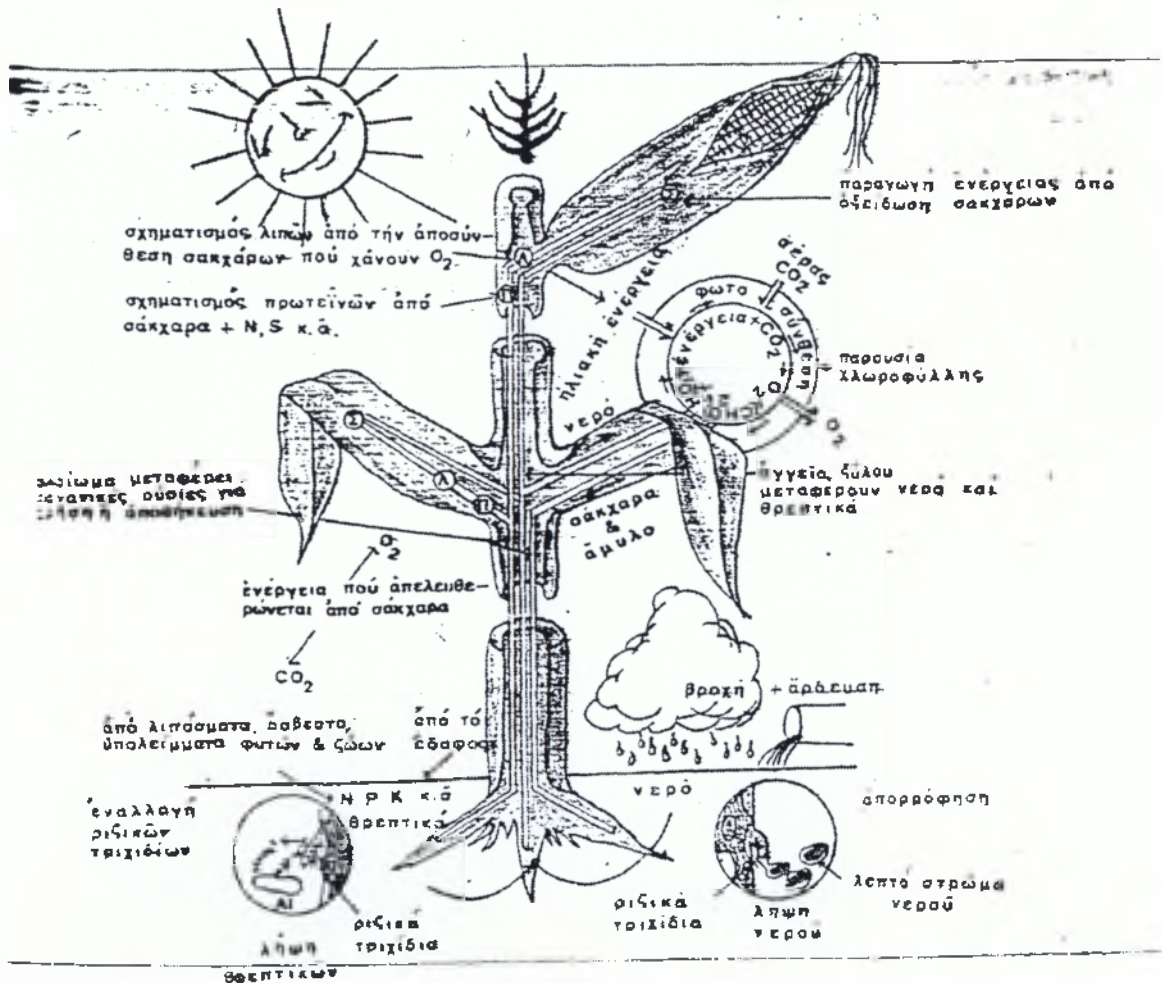
Η βελτίωση των φυσικών συνθηκών των εδαφών, που επιτυγχάνεται με την προσθήκη της κομπόστας, βοηθάει στην ευκολότερη και πιο πρόωρη κατεργασία του εδάφους. Ο εφοδιασμός του φυτού με θρεπτικά ρυθμίζεται καλύτερα, συχνά δε επιτυγχάνεται μια βραδύτερη απελευθέρωση των θρεπτικών και μια καλύτερη συγκράτηση των θρεπτικών, που εκπλύνονται εύκολα, κατά το χειμώνα. Η δομή των εδαφών βελτιώνεται, με αποτέλεσμα, να αυξάνεται ο χώρος που εκμεταλλεύονται οι ρίζες, η ικανότητα συγκράτησης του νερού και η αντίσταση στις δυσμενείς επιδράσεις που προκαλούνται από γεωργικά μηχανήματα. Επιτυγχάνεται, επίσης, μια καλύτερη συσσωμάτωση στα λεπτόκοκκα εδάφη, πράγμα που βοηθάει στο να ρυθμίζεται καλύτερα η στράγγιση του εδάφους.

Η κομπόστα, με την αφθονία της σε σταθερές χουμικές ουσίες, είναι συχνά ο σημαντικότερος και συγχρόνως ο φθηνότερος εδαφοβελτιωτικός παράγοντας για το έδαφος. Αν κανείς την συγκρίνει με τις τιμές παρόμοιων λιπασμάτων που διατίθενται στο εμπόριο, διαπιστώνει εύκολα, πως το είδος αυτό του οργανικού λιπάσματος δίκαια μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ο "κουμπαράς του ιδιοκτήτη του λαχανόκηπου". Αξίζει λοιπόν να εκμεταλλευτεί κανείς την ιδιότητα αυτή της αποταμίευσης και να

προβλέπει στον κήπο του μια γωνιά για να κομποστοποιεί τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα.

4.2 Αποσύνθεση οργανικής ύλης.

Η συνθήκη της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης αποτελεί μέρος του φυσικού κύκλου της ζωής. Τα φυτά προσλαμβάνουν από το περιβάλλον τις ανόργανες ουσίες: C, H και O από τον αέρα και νερό και τα διαλυμένα θρεπτικά στοιχεία, N, P και K καθώς και Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo από το έδαφος, για να συνθέσουν την οργανική ύλη με την βοήθεια της ηλιακής ενέργειας, που μετατρέπεται σε χημική ενέργεια με την φωτοσύνθεση (Εικ.4.1.)



Εικ.4.1. Η σύνθεση της οργανικής ύλης - το θαύμα της ζωής. Το μοντέλο δείχνει πως ένα φυτό χρησιμοποιεί νερό και θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος και την ατμόσφαιρα, για να παρασκευάσει υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνες.

Η αποσύνθεση (αποικοδόμηση) φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων στο έδαφος αποτελεί βασική βιολογική διεργασία, κατά την οποία ο άνθρακας κυκλοφορεί πάλι στην ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα, το άζωτο γίνεται διαθέσιμο ως αμμώνιο και νιτρικό ιόν και άλλα στοιχεία φώσφορος, θείο και διάφορα μικροστοιχεία) εμφανίζονται με μορφές κατάλληλες για τα φυτά. Συγχρόνως, κατά την διεργασία της αποσύνθεσης μέρος των θρεπτικών αφομοιώνεται από τους μικροοργανισμούς και ενσωματώνεται στους μικροβιακούς ιστούς - τη βιομάζα του εδάφους. Η μετατροπή των C, N, P και δ σε ανόργανες μορφές ονομάζεται ανοργανοποίηση, ενώ η αντίθετη διεργασία ακινητοποίηση.

Στη διεργασία της αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών παίρνουν μέρος διάφορα είδη μικροοργανισμών, λόγω της πολύπλοκης ρύσης των οργανικών υπολειμμάτων. Μέρος του άνθρακα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, μέρος ενσωματώνεται στη μικροβιακή βιομάζα και μέρος μετατρέπεται σε σταθερό χούμο. Ταυτόχρονα, φυσικός χούμος ανοργανοποιείται έτσι, παρόλο ότι σημαντικές ποσότητες οργανικών υπολειμμάτων είναι δυνατό να επιστρέψουν στο έδαφος μετά την συγκομιδή, η αποσύνθεση δεν οδηγεί απαραίτητα σε αύξηση της οργανικής ουσίας.

Η διεργασία της αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων στο έδαφος, είναι πολυσταδιακή. Διάφοροι οργανισμοί του εδάφους συμβάλλουν σημαντικά, στη μείωση του μεγέθους νωπών φυτικών υλικών. Περαιτέρω μετατροπές διενεργούνται από ένζυμα που παράγονται από μικροοργανισμούς (Πίν.4.1). Η αρχική φάση της μικροβιακής προσβολής χαρακτηρίζεται από γρήγορη απώλεια οργανικών ουσιών που αποσυντίθενται εύκολα. Ανάλογα με την φύση της μικροχλωρίδας του εδάφους και της ποσότητας των μικροβιακών κυττάρων που συντίθενται, η ποσότητα του άνθρακα που χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα για τη σύνθεση των κυττάρων κυμαίνεται από 10-70 % Στις επόμενες φάσεις οργανικά ενδιάμεσα προϊόντα και πρόσφατα σχηματιζόμενη βιομάζα προσβάλλονται από μικροοργανισμούς με παραγωγή νέας βιομάζας και παραπέρα απώλεια C και CO₂. Το τελικό στάδιο της αποσύνθεσης χαρακτηρίζεται από σταδιακή αποσύνθεση των πιο ανθεκτικών ουσιών (λιγνίνη), όπου οι ακτινομύκητες και μύκητες παίζουν σημαντικό ρόλο.

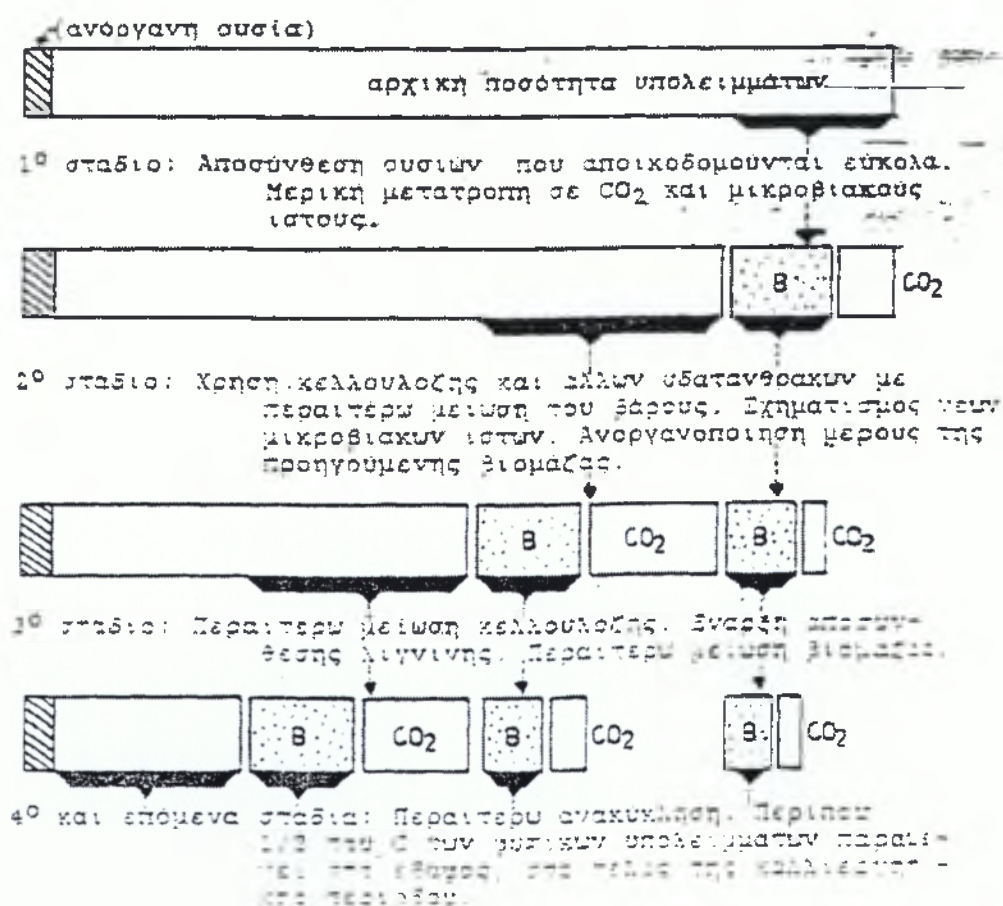
Πίν.4.1. Κατά προσέγγιση αριθμοί - πλήθος μικροοργανισμών που συναντώνται συνήθως στο έδαφος.

		gr
Βακτήρια	3,000,000 - 500,000,000	
Ακτινομύκητες	1,000,000 - 20,000,000	
Μύκητες	5,000 - 900,000	
Ζύμες	1,000 - 100,000	
Άλγη	1,000 - 500,000	
Πρωτόζωα	1,000 - 500,000	
Νηματώδεις	50 - 200	

Οργανισμοί

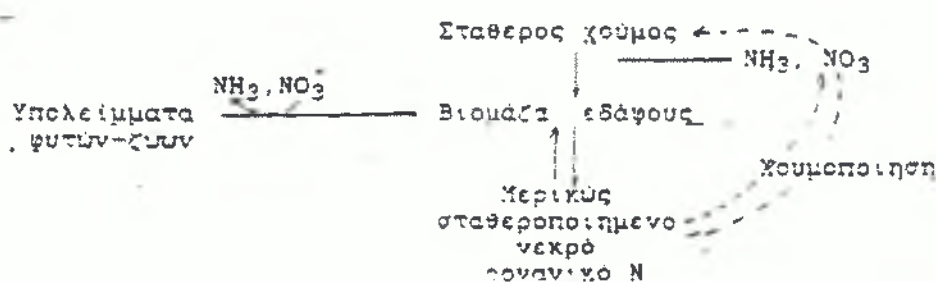
Εκτίμηση-Αριθμοί /

Τα διάφορα στάδια στην αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων με την βοήθεια των μικροοργανισμών παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.2. Κάθε στάδιο συνεπάγεται μερική μετατροπή του C σε CO₂ και σύνθεση ιστών του σώματος των μικροβίων.



Εικ.4.2. Στάδια της μικροβιακής αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων στο έδαφος. Το γράμμα Β υποδηλώνει την βιομάζα. Κάθε στάδιο συνεπάγεται μερική μετατροπή του C σε CO₂ και σύνθεση μικροβιακών ιστών.

Τα διάφορα κλάσματα της οργανικής ουσίας Εικ.4.3. περιλαμβάνουν φυτικά και ζωικά υπολείμματα την μικροβιακή βιομάζα, μερικώς σταθεροποιημένη νεκρή οργανική μάζα (πχ. κυτταρικά υπολείμματα μικροοργανισμών, μελανίνη που παράγεται από τους μύκητες και πρόσφατα σχηματιζόμενες χουμικές ουσίες) και το σταθερό χουμικό κλάσμα. Καθώς τα φυτικά υπολείμματα αρχίζουν να αποσυντίθενται στο έδαφος, ανόργανο N ενσωματώνεται στην μικροβιακή βιομάζα μέρος της οποίας μετατρέπεται σε πρόσφατα σχηματιζόμενες χουμικές ουσίες και τελικά σε χούμο.



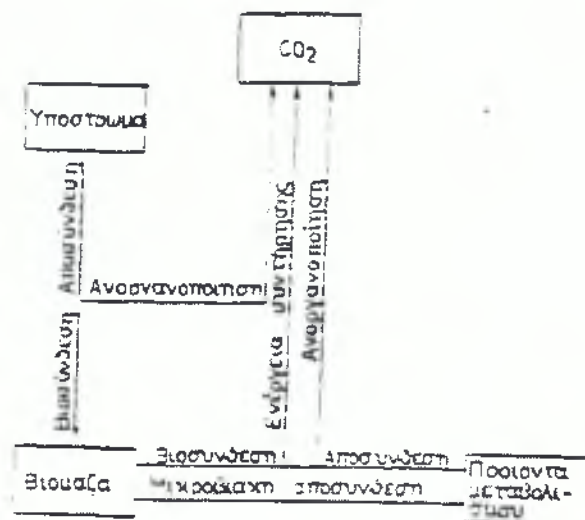
Εικ.4.3. Τα διάφορα κλάσματα της οργανικής ουσίας στο έδαφος.

Η αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων οδηγεί σε ενσωμάτωση του N στην βιομάζα του εδάφους, μέρος της οποίας μετατρέπεται σε μερικώς σταθεροποιημένες μορφές και τελικά σε σταθερό χούμο με την διεργασία της χουμοποίησης.

Τα διάφορα συστατικά των οργανικών υπολειμμάτων αποσυντίθενται με διάφορους ρυθμούς. Απλά σάκχαρα, αμινοξέα, πολλές πρωτεΐνες και μερικοί πολυσακχαρίτες αποσυντίθενται πολύ γρήγορα. Μεγάλα μόρια, που αποτελούν τον κύριο όγκο των φυτικών υπολειμμάτων πρέπει πρώτα να σπάσουν σε απλούστερες μονάδες, πριν να μπορούν να χρησιμοποιηθούν παραπέρα για την ενέργεια και την σύνθεση κυττάρων. Αυτό πραγματοποιείται με την βοήθεια ενζύμων που εκκρίνονται από τους μικροοργανισμούς. Οι πολυσακχαρίτες (κελουλόζη) διασπώνται σε ολιγοσακχαρίτες και τελικά απλά σάκχαρα, ενώ οι πρωτεΐνες σε πεπτίδια και αμινοξέα:

Πολυσακχαρίτες - ολιγοσακχαρίτες - απλά σάκχαρα πρωτεΐνες - πεπτίδια - αμινοξέα

Ένα μοντέλο για την αποσύνθεση ενός απλού υποστρώματος στο έδαφος δείχνεται στη Εικ.4.4.



Εικ.4.4. Μοντέλο για την αποσύνθεση απλού υποστρώματος στο έδαφος.

Η χρήση των συστατικών των υπολειμμάτων και των προϊόντων αποσύνθεσης τους από τους μικροοργανισμούς (σάκχαρα, αμινοξέα, φαινολικές ενώσεις κ.ά.) οδηγούν στην παραγωγή μικροβιακών κυττάρων, τα οποία παραπέρα αποσυντίθενται, μετά τον θάνατο των οργανισμών. Όπως συμβαίνει με τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα διάφορα συστατικά των μικροβιακών κυττάρων αποσυντίθενται με διάφορους ρυθμούς. Πρωτείνες και απλές βιοχημικές ενώσεις (σάκχαρα, αμινοξέα) αποσυντίθενται γρήγορα, ενώ κυτταρικά τοιχώματα και ορισμένες μικροβιακές μελανίνες ανθίστανται στην αποσύνθεση.

Στο έδαφος υπάρχει μια τεράστια τάξη μικροοργανισμών (Πίν.4.1.). Ο αριθμός για τα βακτήρια είναι ιδιαίτερα υψηλός, συχνά, ανέρχονται σε 500 εκ/g ή και ακόμη περισσότερο. Οι ακτινομύκητες είναι η επόμενη πολυάριθμη τάξη, συνήθως 1-20 εκ/g. Οι μύκητες διαφέρουν, σημαντικά, και μπορεί να φθάνουν το 1 εκ/g. Οι αριθμοί για τα άλγη είναι κάπως χαμηλότεροι συνήθως 500 χιλ/g. Το ίδιο συμβαίνει και με τα πρωτόζωα. Οι νηματώδεις ανέρχονται σε 50 ή και περισσότεροι. Παρά τους υψηλούς αριθμούς, τα βακτήρια δεν καταλαμβάνουν περισσότερο από 0,4-1,0 % του όγκου του εδάφους που δεν καταλαμβάνεται από στερεά και υγρά.

Όλες οι βιοχημικές αντιδράσεις στο έδαφος εξαρτώνται ή συνδέονται με την παρουσία των ενζύμων, που δρουν ως βιολογικοί καταλύτες. Λόγω του πολύπλοκου

και της ποικιλίας των υποστρωμάτων που χρησιμεύουν ως πηγές ενέργειας στους μικροοργανισμούς, το έδαφος περιέχει μια ευρεία τάξη ενζύμων. Κάθε τύπος εδάφους έχει το δικό του χαρακτηριστικό ειδικών ενζύμων.

Μερικά ένζυμα (ουρεάση, καταλάση, φωσφατάση και πεπτιδικές υδροξυλάσες διαφόρων τύπων) βρέθηκαν σ' όλα τα εδάφη. Άλλα ένζυμα παράγονται στο έδαφος κάτω από ειδικές συνθήκες. Όπως και ο αριθμός των μικροοργανισμών στο έδαφος η δράση των ενζύμων δεν είναι στατική, αλλά κυμαίνεται ανάλογα με τις βιοτικές και μη-βιοτικές συνθήκες. Παράγοντες όπως υγρασία, θερμοκρασία, αερισμός, δομή του εδάφους, οργανική ουσία, εποχικές μεταβολές και κατεργασία του εδάφους, επηρεάζουν την παρουσία και ποσότητα των ενζύμων.

4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση.

Η καλή κομποστοποίηση εξαρτάται από τον αριθμό παραγόντων που επηρεάζουν τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών, οι οποίοι προκαλούν την αποσύνθεση. Σ' αυτούς περιλαμβάνονται:

- 1.- Είδος-τύπος ακατέργαστων υλικών-υπολειμμάτων που πρόκειται να αποσυντεθούν.
- 2.- Διαθεσιμότητα θρεπτικών, ιδιαίτερα N.
- 3.- Υγρασία.
- 4.- θερμοκρασία.
- 5.- Οξύτητα (pH).

Άλλοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- α.- απώλειες θρεπτικών κατά την κομποστοποίηση
- β.- αερισμός
- γ.- ασθένειες που μπορούν να μεταδοθούν
- δ.- αναλογία C/N των προς κομποστοποίηση υπολειμμάτων
- ε.- παρουσία τοξικών ουσιών στα υπολείμματα, κλπ.

Οι παράγοντες αυτοί συζητούνται λεπτομερειακά παρακάτω:

4.3.1 Είδος ακατέργαστων υλικών-υπολειμμάτων.

Η ποιότητα των υπολειμμάτων, όπως καθορίζεται από τη χημική σύσταση τους, αποτελεί βασικό παράγοντα που καθορίζει την ταχύτητα της κομποστοποίησης. Σχεδόν όλα τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα μπορούν να αποσυντεθούν κάτω από κατάλληλες συνθήκες κομποστοποίησης. Ορισμένα υπολείμματα είναι πιο ανθεκτικά στην αποσύνθεση από άλλα που δεν θεωρούνται καλά υλικά για κομπόστα. Απορρίμματα τροφών (κρέατος) μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί με φυτικά υπολείμματα.

Η ποιότητα των υπολειμμάτων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει γρήγορη αποσύνθεση και παρασκευή καλής κομπόστας. Πρέπει να περιέχουν τα υπολείμματα μεγάλες ποσότητες υδατανθράκων, μικρές λιγνίνης και περίπου 1,5 % άζωτο.

Η επιλογή των υπολειμμάτων για κομποστοποίηση θα γίνει από τα διαθέσιμα υλικά.

Παρακάτω αναφέρεται μια ποικιλία τέτοιων υλικών

- φλούδες ρυζιού
- υπολείμματα τεύτλων
- φύλλα
- στελέχη καλαμποκιού
- απορρίμματα κουζίνας
- άχυρο, πριονίδι, τύρφη, φύκια
- φύλλα και στελέχη μπανάνας
- οστεάλευρο - ιχθυάλευρο
- άλευρο και τέφρα φλοιού βαμβακόσπορου - τέφρα ηλίανθου
- φυτικά υπολείμματα κήπων (αγριόχορτα, στελέχη, φύλλα
- κοπριά ζώων
- άλευρο σόγιας.

Πολλά υλικά για κομποστοποίηση μπορούν να ληφθούν από εργοστάσια:

- αποξηραμένο αίμα, οστά και τρίχες από ζώα
- φλούδες από καρπούς
- αιθάλη

- υπολείμματα ιχθύων
- υπολείμματα ερίου
- τρίχες από κουρέια
- υποπροϊόντα εργοστασίου ζαχαρότευτλων
- απορρίμματα σφαγείων
- τέφρα ξύλων
- εκθλίματα σταφυλιών

Υλικά που δεν πρέπει να κομποστοποιηθούν περιλαμβάνουν:

- πλαστικά
- δοχεία κασσιτέρου
- πέτρες
- ανθρώπινα περιττώματα
- γυάλινα υλικά
- εφημερίδες
- υπολείμματα από οικιακές γάτες και σκυλιά

Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανθρώπινα περιττώματα για κομπόστες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε εδάφη, όπου θα καλλιεργηθούν φυτά. Τα ανθρώπινα περιττώματα περιέχουν, συχνά, επικίνδυνες ουσίες. Με την κομποστοποίηση τα υλικά αυτά είναι δυνατό να συσσωρευτούν σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος. Ορισμένα φυτά, επιλεκτικά, προσλαμβάνουν αυτές τις ουσίες και στην συνέχεια όταν τα προϊόντα τους τρώγονται από τους ανθρώπους, μπορούν να προκαλέσουν κίνδυνο υγείας. Έτσι, είναι καλύτερα να μην χρησιμοποιούνται, εκτός και εάν μπορεί να γίνει πλήρης χημική ανάλυση που να επιβεβαιώνει την ασφάλεια τους.

Για να επιταχύνουμε την διεργασία της αποσύνθεσης - κομποστοποίησης, θα χρειαστεί να τεμαχίσουμε τα μεγάλα κομμάτια των υπολειμμάτων σε μικρά τεμάχια. Όσο πιο λεπτά τεμαχισμένα-πολτοποιημένα είναι τα υπολείμματα, τόσο ευκολότερα και γρηγορότερα θα γίνει η αποσύνθεση.

4.3.2 Διαθέσιμα θρεπτικά και η αναλογία C/N.

Η περιεκτικότητα σε N των υπολειμμάτων, όπως εκφράζεται από την αναλογία C/N, είναι βασικής σημασίας για την ταχύτητα της αποσύνθεσης-κομποστοποίησης. Υπολείμματα φτωχά σε N ή άλλα θρεπτικά στοιχεία: P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn και Mo θα επιβραδύνουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, καθιστώντας την αποσύνθεση δύσκολη. Τα υπολείμματα πρέπει να περιέχουν περίπου 1,5 % N, για να μπορούν οι μικροοργανισμοί να αποσυνθέτουν ελεύθερα. Για υπολείμματα με μεγάλη περιεκτικότητα υδατανθράκων και μικρή πρωτεϊνών, χρειάζεται να προστεθούν περίπου 10 kg N (25 kg ουρίας ή 40 kg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, ανά τόνο υπολειμμάτων.

Για μια καλή κομποστοποίηση των υπολειμμάτων η αναλογία C/N πρέπει να είναι περίπου 30:1 (N=1,5 %). Εάν η αναλογία C/N είναι πολύ μεγαλύτερη ή πολύ μικρότερη από 30:1 τότε η διεργασία της αποσύνθεσης επιβραδύνεται. Στον Πίνακα 4.2. δίνονται οι αναλογίες C/N για μια ποικιλία υπολειμμάτων. Από τα υλικά που αναφέρονται στον Πίνακα 4.2. εκείνα που η αναλογία C/N βρίσκεται στην μεσαία περιοχή, μπορούν να αναμειχθούν με άλλα υλικά ή να χρησιμοποιηθούν χωριστά για την κομποστοποίηση, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να ανατρέψουμε την αναλογία C/N. Τα υλικά των οποίων η αναλογία C/N βρίσκεται στις ακραίες περιοχές, από τη μέση περιοχή, χαρακτηρίζονται από υψηλές ή μικρές αναλογίες C/N. Έτσι, εάν χρησιμοποιηθεί ένα υλικό με μικρή αναλογία C/N, θα χρειαστεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί ένα υλικό με αναλογία C/N πολύ μεγαλύτερη, εξισορροπώντας, έτσι, το άλλο υλικό, αναφορικά, με την αναλογία C/N.

Πίν.4.2. Αναλογία C/N και περιεκτικότητα N στα υλικά κομπόστας.

Ακατέργαστα υλικά	% N (Ξηρή βάση)	αναλογία C/N	% υγρασία
Απορρίμματα ψαριών	6,5 - 10	4:1	80
Κοπριά πουλερικών	6,3	4:1	75
Απομεινάρια κρέατος	5,1	6:1	65
Νωπά χόρτα	4,0	12:1	95
Ξηρά χόρτα	2,4	19:1	40
Ακατέργαστα απορρίμματα	2,15	25:1	90
Αναμεμιγμένα απορρίμματα κήπου	2,0	20:1	80
Κοπριά βοοειδών	1,7	27:1	80
Φύκια	1,9	19:1	90
Νωπά φύλλα	1,5	30:1	80
Άχυρο βρώμης	1,05	48:1	25
Ξηρά φύλλα	1,0	45:1	40
Ακατέργαστο προνίδι	0,25	208:1	5

4.3.2.1 Προσδιορισμός της αναλογίας C/N της κομπόστας.

Καταγράφουμε τα διάφορα υλικά-συστατικά στην κομπόστα, και το κατά προσέγγιση βάρος του καθενός υλικού. Χρησιμοποιούμε τα δεδομένα του Πίνακα 4.3. και καταγράφουμε για κάθε ολικό συστατικό: το νωπό βάρος, την % υγρασία, % N και την αναλογία C/N. Εάν το ειδικό υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί δεν αναφέρεται στον Πίνακα, τότε θα εκτιμήσουμε τα χαρακτηριστικά του συγκρίνοντας με παρόμοια υλικά.

Πίν.4.3. Προσδιορισμός της αναλογίας C/N της κομπόστας.

Χαρακτηριστικά συστατικού	Νωπό Βάρος X 453 g	% Υγρασία	% N (Ξηρή βάση)	Αναλογία C/N
Κοπριά πουλερικών	50	50	6,00	4:1
Προνίδι	50	5	0,11	511:1
Υπολείμματα τροφής	50	80	2,15	25:1
Ξηρά φύλλα	75	25	1,00	45:1
Χόρτο	50	95	4,00	12:1
Ολικό	275			

Προσδιορίζουμε από τα συγκεντρωθέντα δεδομένα τις παρακάτω ποσότητες για κάθε υλικό συστατικό.

- Το ξηρό βάρος σε rounds - αφαιρώντας από το νωπό βάρος, την υγρασία %
- Την ποσότητα Np- πολλαπλασιάζοντας το ξηρό βάρος με την ποσότητα N % που περιέχεται σε. μια ξηρή βάση
- Την ποσότητα Cp - πολλαπλασιάζοντας την ποσότητα N με την αναλογία C/N

4.3.2.2 Εξισορρόπηση-διόρθωση της αναλογίας C/N.

Η προσθήκη ενός λεπτού -στρώματος καλά χωνεμένης κοπριάς στα στρώματα των νωπών φυτικών υπολειμμάτων του σωρού, παρέχει μια καλή πηγή N. Στον Πίνακα 4.4. δίνονται σε εκατοστιαίες περιεκτικότητες N και P ορισμένων τύπων κοπριάς ζώων. Κάθε μικτό λίπασμα που περιέχει N είναι χρήσιμο, εάν χρησιμοποιηθεί σε ποσότητα, περίπου 10 kg/τόνο υπολείμματος. Τα άλλα στοιχεία P και K που υπάρχουν στο μικτό λίπασμα, θα προωθήσουν την αποσύνθεση επίσης, ιδιαίτερα στην περίπτωση που τα υπολείμματα που πρόκειται να αποσυντεθούν περιέχουν μικρές ποσότητες των στοιχείων αυτών.

Πίν.4.4. Μέση σύσταση κοπριάς ζώων.

Είδος ζώου	% N	% P
Κουνέλι	2,4	1,5
Κοτόπουλο	1,1	0,8
Πρόβατο	0,7	0,3
Άλογο	0,7	0,3
Παπί	0,6	1,4
Βόδι	0,6	0,2
Γουρούνι	0,5	0,3

4.3.3 Υγρασία

Η ζωή είναι συνδεδεμένη με την παρουσία του νερού. Όταν η υγρασία στον σωρό δεν είναι επαρκής, πολλοί μικροοργανισμοί πέφτουν σε αδράνεια και η διαδικασία της αποσύνθεσης στο σωρό σταματά. Αλλά και η υπερβολική υγρασία επίσης εμποδίζει

την ανάπτυξη και τη δραστηριοποίηση των μικροοργανισμών, γιατί ο αέρας που απαιτείται για να ζήσουν μειώνεται. Όταν η υγρασία είναι μεγάλη, ο σωρός δεν αερίζεται καλά, η θερμοκρασία πέφτει και υπάρχει κίνδυνος να επακολουθήσουν ανεπιθύμητες ζυμώσεις. Τα υπολείμματα πρέπει να διατηρούνται υγρά, αλλά όχι κορεσμένα.

Οι περισσότεροι μύκητες και ακτινομύκητες είναι αερόβιοι, όπως και τα περισσότερα βακτήρια. Σε αναερόβιες συνθήκες η αποσύνθεση εξαρτάται από τα αναερόβια βακτήρια, που δρουν σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα ενέργειας και είναι λιγότερο αποτελεσματικά ως προς την αποσυνθετική τους δράση σε σύγκριση με τα αερόβια. Έτσι, οι αποσυνθετικές διεργασίες γίνονται με βραδύτερο ρυθμό, σε αναερόβιες συνθήκες.

Χαρακτηριστικό της αναερόβιας αποσύνθεσης είναι οι χαμηλές απαιτήσεις σε N των μικροοργανισμών, που οδηγούν σε μια ταχύτερη απελευθέρωση NH_4 από ότι θα αναμενόταν κανονικά, σύμφωνα, με μια μεγάλη αναλογία C/N και με ένα βραδύ ρυθμό αποσύνθεσης.

Ο σωρός πρέπει να τοποθετείται σε τέτοιο μέρος ώστε να υπάρχει λίγος ίσκιος από δένδρα ή θάμνους. Σε περιόδους μεγάλης ξηρασίας καλό είναι επίσης να σκεπάζεται ο σωρός με άχυρο ή με διάφορα χόρτα. Η κάλυψη του σωρού με διάφορα άλλα μέσα που επιτρέπουν τον αερισμό, έχουν σαν σκοπό να τον προστατέψουν από υπερβολική ξηρασία και υγρασία. Ακόμα μπορεί να σπείρει κανείς δίπλα στο σωρό μερικές κολοκυθιάς γιατί έτσι μόνο δημιουργείται αρκετός πολύτιμος ίσκιος γι' αυτόν, αλλά συγχρόνως ο σωρός θα γίνει πιο καλαίσθητος. Αν υπάρξει μακρά περίοδος ξηρασίας και η ποσότητα του ξηρού υλικού αυξηθεί, πρέπει η επιφάνεια του σωρού να ποτίζεται με λίγο νερό.

4.3.4 Θερμοκρασία.

Οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται και αποσυνθέτουν τα υπολείμματα σε μια μάλλον ευρεία περιοχή θερμοκρασιών, αλλά για την κομποστοποίηση η άριστη θερμοκρασία για τα αρχικά στάδια της αποσύνθεσης, είναι γύρω στους 30-37° C. Η ανάδευση του σωρού που γίνεται για να επιτρέψουμε να εισχωρήσει αέρας, θα ψυχράνει την μάζα. Η θερμοκρασία επίσης μπορεί, να μετριαστεί με την διύγρανση

του σωρού. Εάν η θερμοκρασία διατηρείται χαμηλή (<20° C), ο ρυθμός της αποσύνθεσης επιβραδύνεται.

Η θερμοκρασία του σωρού επηρεάζει σημαντικά την αποσύνθεση των υπολειμμάτων. Οι οργανισμοί που αποσυνθέτουν χρειάζονται διάφορες άριστες θερμοκρασίες για τη δράση τους. Η διεργασία είναι η ίδια κατά τις διάφορες θερμοκρασίες, αλλά η ταχύτητα αποσύνθεσης είναι μεγαλύτερη στις υψηλές θερμοκρασίες.

Η συνδυασμένη δράση υψηλών θερμοκρασιών και υγρασίας είναι πιο σημαντική από ότι μόνο η επίδραση της θερμοκρασίας. Γενικά κάτω από συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας ευνοείται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών και επομένως η αποσύνθεση.

Η θερμοκρασία επιταχύνει τις χημικές και βιολογικές διεργασίες. Στην αρχική ζύμωση των φυτικών υπολειμμάτων μπορούν να παραχθούν θερμοκρασίες πάνω από 60 βαθμούς, οπότε γίνεται και μια σχετική απολύμανση του υλικού στον σωρό με τα απονεκρωμένα φυτά ή με τη ζωική κόπρο, στο μεγαλύτερο τους ποσοστό ή σκοτώνονται ή μειώνεται σημαντικά η ζωτικότητα τους.

Οι σπόροι και οι ρίζες από διάφορα ζιζάνια με την υψηλή θερμοκρασία στην αρχή φυτρώνουν στη συνέχεια όμως καταστρέφονται. Μετά τη ζύμωση η αποσύνθεση των υπολειμμάτων συνεχίζεται σε μια θερμοκρασία περίπου 18 βαθμούς.

Εάν τα φυτικά υπολείμματα στοιβάζονται και συμπιέζονται ισχυρά, σε ένα σωρό με επαρκή υγρασία ο σωρός μπορεί να θερμανθεί πολύ. Η εμφάνιση κηλίδων στάχτης στην κομπόστα δείχνει ότι η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή και στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα ψύξης του σωρού.

4.3.5 Οξύτητα.

Η οξύτητα σημαντικά επηρεάζει το είδος και αριθμό των μικροοργανισμών που απαιτούνται για την αποσύνθεση. Ορισμένα είδη, μικροοργανισμών αναπτύσσονται σε διάφορα επίπεδα οξύτητας από πολύ όξινα (pH 1,0) μέχρι ισχυρά αλκαλικά (pH 11,0) Όταν τα υλικά που προορίζονται για κομποστοποίηση περιέχουν αρκετό χώμα, τότε το περιβάλλον είναι συνήθως ουδέτερο και δεν χρειάζεται ασβέστης. Διαφορετικά το ουδέτερο περιβάλλον επιτυγχάνεται αν σκορπιστεί λίγο ασβεστούχο λίπασμα πάνω σε κάθε σωρό. Τα φυτικά υπολείμματα αποσυντίθενται καλύτερα σε τιμές pH μεταξύ 6-7,5.

Συχνά υπάρχει ανάγκη να προστεθεί λεπτοκομμένος ασβεστόλιθος κατά προτίμηση δολομίτης ασβεστόλιθος για να εμποδίσουμε το σωρό να γίνει πολύ όξινος. Συνεπώς η προσθήκη 25-50 kg ασβεστόλιθου/ τόνο υλικού που διασκορπίζονται σ' όλο το σωρό είναι αρκετή.

Το pH του σωρού είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αποσύνθεση. Γενικά, η αποσύνθεση των φυτικών ιστών, των απλών ανθρακούχων ουσιών και της οργανικής ύλης.

Με την αλλαγή του pH του εδάφους συμβαίνουν διάφορες μεταβολές στον πληθυσμό των μικροοργανισμών. Το pH των φυτικών υλικών γενικά είναι όξινο. Τα φύλλα των φυλλοβόλων δένδρων έχουν pH 5,0-6,5, ενώ των κωνοφόρων είναι πιο όξινο pH 3,5-4,2. Τέτοιες διαφορές στο pH των φύλλων επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το pH, των εδαφών. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η ταχύτητα αποσύνθεσης των υπολειμμάτων στα δάση με κωνοφόρα είναι χαρακτηριστικά πολύ πιο χαμηλή από ότι στα δάση με φυλλοβόλα.

4.4 Συντήρηση του σωρού της κομπόστας.

4.4.1 Απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά.

Οι μικροοργανισμοί για να ζήσουν και να πολλαπλασιαστούν και για να επιτύχουν την αποσύνθεση των φυτικών ιστών των υπολειμμάτων απαιτούν περισσότερο N και P και ασβέστιο, απ' ότι περιέχουν τα περισσότερα φυτικά υπολείμματα. Μόνο τα νεαρά πράσινα φυτά-ψυχανθή, περιέχουν επαρκείς ποσότητες N και P για τις απαιτήσεις των μικροοργανισμών. Εάν προστεθούν νωπά φυτικά υπολείμματα στο έδαφος, χωρίς προηγούμενα να κομποστοποιηθούν οι μικροοργανισμοί λαμβάνουν τις ποσότητες N και P που έχουν ανάγκη από το έδαφος ανταγωνιζόμενοι τις καλλιέργειες.

Τα φυτικά υλικά που κατά την αποσύνθεση τείνουν να γίνουν όξινα με αποτέλεσμα η μικροβιακή δράση να επιβραδυνθεί, η προσθήκη της άσβεστου στο σωρό σκοπό έχει να εμποδίσει αυτή την κατάσταση να αναπτυχθεί.

4.4.2 Απώλειες θρεπτικών.

Ορισμένα πολύτιμα θρεπτικά, ιδιαίτερα το N, μπορούν να διαφύγουν κατά την διεργασία της κομποστοποίησης. Ένα από τα τελικά προϊόντα της αποσύνθεσης είναι η αμμωνία (NH₃) που μπορεί να εξαερωθεί στην ατμόσφαιρα.

Επιπλέον νιτρικά, αμμωνία και κάλι είναι δυνατόν να διαρρεύσουν μέσω του εδάφους στα υπόγεια νερά, εάν ο σωρός δεχθεί μεγάλες ποσότητες νερού. Ακόμη, από κακώς αεριζόμενους σωρούς, το N μπορεί να εξαερωθεί στην ατμόσφαιρα (απονιτροποιηθεί.)

Για να αποφύγουμε τις απώλειες θρεπτικών πρέπει:

-να τοποθετήσουμε στις τέσσερις πλευρές του σωρού ξύλινες σανίδες

-να μην υπερποτίζουμε το σωρό

Επίσης η προσθήκη λεπτού στρώματος εδάφους στην επιφάνεια του σωρού, μειώνει τον κίνδυνο απωλειών των θρεπτικών. Το έδαφος προσροφά τα θρεπτικά και εμποδίζει τις απώλειες από έκπλυση και εξαέρωση.

4.4.3 Σωστή ανάμιξη υπολειμμάτων

Όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλία των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων, τόσο πιο πολύτιμη θα είναι στο τέλος η κομπόστα. Ο σωρός μπορεί να δεχθεί κάθε τι, που μπορεί να υποστεί η αποσύνθεση. Συνήθως τα υπολείμματα, που αυτός δέχεται, προέρχονται από τον λαχανόκηπο ή ανθόκηπο και από την κουζίνα του σπιτιού. Αυτά είναι διάφορες φλούδες, χόρτα, φύλλα, ρίζες στελέχη και κλαδιά. Εκτός όμως από τα διάφορα χλωρά υπόλοιπα που αποσυντίθενται εύκολα, μπορούν να διασκορπιστούν στο σωρό και κομματιασμένα κελύφη από αυγά, το κατακάθι του καφέ καθώς επίσης κομματιασμένα και βρεγμένα χαρτιά και χαρτόνια για τον καλύτερο αερισμό του.

Τα κομμένα κλαδιά τεμαχίζονται, όσο ακόμη είναι πράσινα με το κλαδευτόρι ή με το τσεκούρι σε μήκος 15 εκ. περίπου. Οι σκληροί κορμοί, όπως π.χ. του ηλιοτροπίου ή της ντάλιας, πρέπει να συμπιέζονται ώσπου να ανοίξουν για να προσφέρεται έτσι στους μικροοργανισμούς μεγαλύτερη επιφάνεια δράσης. Τα κλαδιά από τους φυσικούς φράκτες και από το κλάδεμα των οπωροφόρων δεν χρειάζονται λοιπόν να καίγονται και να ρυπαίνουν έτσι τον αέρα, να ενοχλούν ή να προκαλούν κίνδυνο πυρκαγιάς. Όταν αυτά τεμαχιστούν και στρωθούν ανάμεσα στα πυκνά στρώματα του

σωρού, διευκολύνουν τον αερισμό του και επιταχύνουν τη διεργασία της αποσύνθεσης.

Για τη σωστή κομποστοποίηση, σημαντικό ρόλο παίζει η ποικιλία του υλικού. Γι' αυτό απαιτείται μια ελαφριά ανάμιξη από χοντρά και λεπτά, σκληρά και μαλακά υλικά. Για ν' αρχίσει η διεργασία αυτή το δυνατόν γρηγορότερα, καλό είναι να διασκορπίζει κανείς λίγη έτοιμη κομπόστα ανάμεσα στα νέα στρώματα του σωρού. Τα βακτήρια που υπάρχουν στο έτοιμο υλικό πολλαπλασιάζονται τότε σε μικρό χρονικό διάστημα και η κομποστοποίηση των υπολειμμάτων αρχίζει πιο γρήγορα.

Στην πράξη καλά αποτελέσματα δίνει επίσης το αφράτο και καθαρό χώμα του κήπου όταν αυτό διασκορπίζεται πάνω σε κάθε νέο στρώμα υπολειμμάτων σε ύψος ενός δακτύλου.

4.4.4 Αερισμός

Το οξυγόνο του αέρα είναι απαραίτητο για τους μικροοργανισμούς. Οι σημαντικότεροι οργανισμοί που αποσυνθέτουν τα υπολείμματα, βακτηρίδια και μύκητες, καθώς επίσης και μεγαλύτεροι οργανισμοί και κυρίως οι γαιοσκώληκες, έχουν ανάγκη του οξυγόνου του αέρα. Όταν ο αερισμός, δεν είναι καλός ή υπάρχει μόνιμα μεγάλη υγρασία στο σωρό, τότε εμφανίζονται αναερόβιοι μικροοργανισμοί και προκαλούν τη σήψη με όλα τα δυσμενή επακόλουθα της.

Για να μη δημιουργούνται πεπιεσμένα στρώματα στο σωρό από το ίδιο υλικό, οπότε ο αναγκαίος αερισμός δεν επιτυγχάνεται πια, είναι καλό και συγχρόνως πολύ σημαντικό να τοποθετούνται πιο ογκώδη υλικά ανάμεσα του. Για τον ίδιο λόγο ο σωρός δεν πρέπει να έχει πλάτος κάτω από 1,5 μέτρα και ύψος κάτω από ένα μέτρο. Το μήκος του μπορεί να είναι μικρό ή μεγάλο ανάλογα με την ποσότητα των



υπολειμμάτων που προορίζονται για κομποστοποίηση. Τα υπολείμματα από το κλάδεμα των καλλωπιστικών και άλλων θάμνων των κήπων καθώς επίσης τα κομμένα κλαδιά από τα οπωροφόρα δένδρα είναι πολύ χρήσιμα γιατί επιταχύνουν τη διεργασία της αποσύνθεσης. Όταν αυτά τεμαχιστούν με ένα τσεκούρι και τοποθετηθούν σε στρώματα στο σωρό ανάμεσα στην πιεσμένη πράσινη μάζα, τότε μπορούν οι αερόβιοι μικροοργανισμοί να έχουν αρκετό οξυγόνο στη διάθεση τους. Αν επίσης αναμιχθεί λίγο πηλώδες χώμα με λίγη κοπριά σαν τροφή στους μικροοργανισμούς και η υγρασία διατηρηθεί σε κανονικά επίπεδα, δημιουργείται πολύ γρήγορα η κομπόστα.

Στο εσωτερικό του σωρού, το οξυγόνο του αέρα γρήγορα καταναλώνεται. Καθώς η διεργασία της κομποστοποίησης προχωρεί, η οργανική μάζα τείνει να κατακαθίσει και να γίνει πιο συμπαγής. Στην κατάσταση αυτή, ο αέρας διαχέεται στο εσωτερικό του σωρού με δυσκολία, με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται ο ρυθμός της αποσύνθεσης. Αναστρέφοντας το σωρό ανανεώνουμε τον αερισμό του και επισπεύδουμε τη διεργασία της κομποστοποίησης. Αναστρέφοντας το σωρό, τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα θα:

- 1.- εμποδίσουμε την υπερβολική διύγρανση του,
- 2.- επιτύχουμε τον αναγκαίο αερισμό, που προωθεί την γρήγορη αποσύνθεση των υπολειμμάτων
- 3.- επιτύχουμε τον ομοιόμορφο διασκορπισμό-ανάμειξη των θρεπτικών στο σωρό,
- 4.- αποφεύγουμε την κακή μυρωδιά του σωρού (η κομπόστα, όταν παρασκευάζεται σωστά, έχει και ευχάριστη, ανεπαίσθητη μυρωδιά που θυμίζει χώμα),

Μπορούμε να ελέγξουμε, εάν ο σωρός χρειάζεται αναστροφή, μπήγοντας ένα ξύλινο δείκτη στο κέντρο του σωρού και απομακρύνοντας τον μετά από λίγα λεπτά. Εάν ο δείκτης μυρίζει άσχημα, τότε θα πρέπει να αναδευτεί ο σωρός. Εάν ο σωρός είναι ξηρός, πρέπει να διυγρανθεί με αρκετό νερό.

Με την προϋπόθεση ότι όλοι οι βασικοί παράγοντες της κομποστοποίησης εκπληρώνονται, όσο πιο συχνά αναδευεται ο σωρός, τόσο γρηγορότερα θα είναι έτοιμη η κομπόστα. Χωρίς ανάδευση του σωρού, θα χρειαστούν περίπου 4-6 μήνες για την παρασκευή της κομπόστας. Με αναστροφή του σωρού μια φορά ή δύο φορές κάθε δεύτερο μήνα θα απαιτηθούν 2-3 μήνες, ενώ με αναστροφή μια φορά κάθε δεύτερη μέρα (4-5 φορές σε δύο εβδομάδες), η κομπόστα θα είναι έτοιμη σε περίπου 2 εβδομάδες.

4.4.5 Υλικά που δεν πρέπει να κομποστοποιούνται

Ένα μεγάλο πρόβλημα στη χρήση της κομπόστας είναι η δυνατότητα της διάδοσης οργανισμών που μεταφέρουν ασθένειες (μύκητες και ιοί) και εντόμων. Σπόρια από παθογενείς οργανισμούς μπορούν να μεταφερθούν στο σωρό της κομπόστας και στη συνέχεια στον αγρό σε μια νέα καλλιέργεια. Αν και η θερμότητα που αναπτύσσεται στο σωρό της κομπόστας (50 -60°C) κατά την αποσύνθεση, έχει αποστειρωτική επίδραση και μπορεί να καταστρέψει τους σπόρους των ζιζανίων και τα περισσότερα μικρόβια που προκαλούν ασθένειες στα φυτά, οι σπόροι μερικών μυκήτων είναι δυνατόν να μην καταστραφούν. Για το λόγο αυτό, υπολείμματα καπνού, πατάτας και τομάτας δεν συνιστώνται για χρήση στο σωρό κομπόστας, καθώς μπορούν να μεταδώσουν σοβαρές ασθένειες. Γενικά, για τις ρίζες των θάμνων, που έχουν προσβληθεί από καρκίνο, για τις τοματιές και αγγουριές που έχουν προσβληθεί από αδρομυκώσεις και σάπισμα ριζών, καθώς επίσης και για τα άλλα φυτά που έχουν προσβληθεί από το βοτρυτή, συνιστάται να ξεριζώνονται και να τοποθετούνται στο δοχείο των απορριμμάτων και όχι στο σωρό.

Για να προστατεύσουμε το σωρό από τα έντομα, προσθέτουμε ένα λεπτό στρώμα εδάφους στην επιφάνεια του σωρού. Το στρώμα αυτό του εδάφους εμποδίζει επίσης την απώλεια αζώτου. Επίσης, δεν πρέπει να προσθέτουμε στο σωρό υπολείμματα που έχουν κατεργασία με ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα και αντιβιοτικά (ζωικά υπολείμματα). Τέτοια υλικά: 1) επιβραδύνουν τη διεργασία της αποσύνθεσης και 2) κατακρατούν ποσότητες τοξικών ουσιών που αποσυντίθενται.

Όταν ο σωρός αναστρέφεται, πρέπει να προσέξουμε να μεταφέρουμε τα εξωτερικά στρώματα του σωρού στο κέντρο, έτσι ώστε οι οργανισμοί ασθενειών και τα σπόρια ζιζανίων που επιζούν στα εξωτερικά στρώματα να υποστούν την καταστροφική επίδραση της θερμότητας.

4.4.6 Προβλήματα κατά την κομποστοποίηση - Μέτρα θεραπείας

1. Εάν ο σωρός της κομπόστας δεν θερμαίνεται:

Δεν έχει χρησιμοποιηθεί αρκετό αζωτούχο υλικό, που σημαίνει ότι έχουν χρησιμοποιηθεί μεγάλες ποσότητες πριονιστού χαρτιού ή άχυρου, που έχουν μεγάλη

αναλογία C/N, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε κυτταρίνη και λιγνίτη. Συνιστάται η προσθήκη ενός N-ούχου υλικού σε μεγάλες ποσότητες.

Έχει προστεθεί αρκετό νερό στο σωρό.

Το πολύ νερό καταστρέφει τους αερόβιους οργανισμούς (χρειάζονται οξυγόνο για να δράσουν) μέχρι το σημείο που οι αναερόβιο οργανισμοί (αναπτύσσονται σε περιβάλλον ελεύθερο οξυγόνου) που υπερτερούν, παράγουν NH_3 και κακές οσμές. Συνιστάται η συχνή αναστροφή του σωρού.

2. Εάν ο σωρός αναδίδει μια ισχυρή οσμή αμμωνίας: Έχει προστεθεί μεγάλη ποσότητα N στο σωρό.

Συνιστάται η προσθήκη παλιών φύλλων, άχυρου, ή κομματιασμένου χαρτιού σε μικρές ποσότητες.

Έχει προστεθεί μεγάλη ποσότητα ασβεστόλιθου ή άλλου ασβεστούχου υλικού στο σωρό. Η κατάσταση αυτή δύσκολα διορθώνεται. Η προσθήκη όξινων υπολειμμάτων (φύλλα) και υγρών απορριμμάτων μπορεί να βοηθήσει την επόμενη φορά η προσθήκη του ασβεστόλιθου πρέπει να γίνει στο έδαφος και όχι στο σωρό.

4.4.7 Ενδείξεις - Κριτήρια χωνεμένης κομπόστας

Τα παρακάτω είναι ενδείξεις-κριτήρια χωνεμένης κοπριάς:

- Δεν αναδύεται οσμή αμμωνίας.
- Η θερμοκρασία της κομπόστας, έχει πέσει σημαντικά.
- Η κομπόστα είναι εύθρυπτη, σκουρόχροη με ευχάριστη μυρωδιά.
- Υπάρχουν στο σωρό τουλάχιστον τρία (3) είδη αρθρωπόδων.



(β) Ενδείξεις-κριτήρια ημιχωνεμένης κοπριάς:

- Ο σωρός αναδύει ελαφρά οσμή αμμωνίας.
- Η θερμοκρασία άρχισε να πέφτει, αλλά ο σωρός εξακολουθεί ακόμη να αχνίζει.
- Υπάρχουν στο σωρό ένα ή δύο είδη αρθρωπόδων.

4.4.8 Χρόνος και τρόπος χρήσης της κομπόστας

Ο καλύτερος χρόνος χρησιμοποίησης της κομπόστας είναι όταν αυτή είναι ακόμη νωπή. Απομακρύνεται η κομπόστα τμηματικά από την επιφάνεια του σωρού προς το βάθος. Καλό είναι να κοσκινίζεται η κομπόστα πριν την χρησιμοποίηση της.

Όσο πιο φρέσκια είναι η κομπόστα, τόσο πιο επιφανειακά πρέπει να γίνεται η ενσωμάτωση της στο έδαφος, γιατί κάθε οργανικό λίπασμα, όπως η ζωική κοπριά και

η κομπόστα όταν είναι φρέσκια αφαιρεί το οξυγόνο από το έδαφος, και οι ρίζες των νεαρών δενδρυλλίων και άλλων φυτών μπορεί να πάθουν ασφυξία. Τα χονδροειδή υπολείμματα της κομπόστας πρέπει να μαζεύονται με την τσουγκράνα και να



διασκορπίζονται πάλι στο σωρό. Για τους ευαίσθητους θάμνους, για τα άνθη και τα φυτά που έχουν βολβούς ή ριζώματα, καθώς επίσης και για τις νέες φυτείες, πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο ώριμη κομπόστα. Το ίδιο ισχύει και για τα λαχανικά, γιατί υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστούν πολλά επικίνδυνα έντομα όπως η μύγα των λαχανικών.

4.5 Τύποι κομπόστ προερχόμενοι από φυτικά και ζωικά υπολείμματα.

4.5.1 Κομποστοποιημένη κοπριά

Βασική προϋπόθεση σχηματισμού αυτού του είδους του κομπόστ είναι η ομοιόμορφη ανάμειξη της κοπριάς με έδαφος και μια έγκαιρη μετακίνηση-αναμόχλευση του σωρού. Πολλές φορές ο εμβολιασμός του προς κομποστοποίηση υλικού με κομπόστ παλαιότερων ετών βελτιώνει τη διαδικασία της κομποστοποίησης μέσω της αύξησης των χρήσιμων μικρόζων και μικροοργανισμών. Ακόμη η επαφή των εδαφοτεμαχιδίων με το χούμο που προκύπτει αποτελεί την προϋπόθεση για το

σχηματισμό των άργιλο-χουμικών συμπλοκών. Ο σχηματισμός αυτών εμποδίζει από τη μια μεριά απώλειες θρεπτικών και από την άλλη δεσμεύει το ελεύθερο αμμωνιακό καθώς επίσης και διάφορες άλλες ουσίες που αποδεσμεύονται. Επιπλέον ένα μέρος της υπολειμματικής χώνεψης συντελείται ήδη στο ανόργανο μέρος και έτσι προηγείται το φαινόμενο αυτό, δηλαδή προτού η κοπριά ενσωματωθεί στο έδαφος ήδη έχει ξεκινήσει η διαδικασία της υπολειμματικής χώνεψης.

Το κομπόστ στη διάρκεια της χώνεψης δέχεται μεταχειρίσεις, έτσι αν αυτό είναι ξηρό ποτίζεται με νερό ή με ούρα. Η σύσταση της κομποστοποιημένης κοπριάς, κατά προσέγγιση, έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 4.5. Σύσταση της κομποστοποιημένης κοπριάς (Sauerlandt und Berwecke 1952). Μέσος όρος από 35 κομπόστ.								
	Ξηρά ουσία	Οργανική ουσία	N	K	P	Ca	Mg	PH
Σε φυσική κατάσταση	52,7	9,7	0,40	0,45	0,12	0,33	0,16	8,1

Όπως γνωρίζουμε η κομποστοποιημένη κοπριά δεν εφαρμόζεται σε τόσο μεγάλη έκταση στη γεωργία όσο στις κηπευτικές καλλιέργειες.

4.5.2 Εδαφοκομπόστ

Για να παραχθεί το εδαφοκομπόστ αναμειγνύονται οργανικά υλικά με έδαφος. Αν το έδαφος που θα χρησιμοποιηθεί είναι όξινο, αυτό απαιτεί την προσθήκη από 10 μέχρι 30 Kg CaCO₃ για κάθε m³ κομπόστ. Για την επίτευξη καλού αερισμού ο σωρός δεν πρέπει να έχει πλάτος μεγαλύτερο από 1,5-2 m. Η αναγκαία δύγρανση πραγματοποιείται με ούρα ή με νερό. Για την εξασφάλιση καλών συνθηκών-αερισμού πρέπει ο σωρός να αναμοχλεύεται-μετακινείται. Για τη διαδικασία της μετακίνησης απαιτείται γερανός. Η διάρκεια της κομποστοποίησης κρατά συνήθως ένα χρόνο.

Η περιεκτικότητα του κομπόστ σε θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται από το είδος των αρχικών υπολειμμάτων, τον τρόπο και τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Στον Πίνακα 4.6. δίδονται οι μέσες τιμές σε οργανικά και ανόργανα στοιχεία διαφόρων υλικών που χρησιμοποιούνται στο κομπόστ αυτού του είδους.



Πίνακας 4.6. Περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων μερικών πρώτων υλών για την κομποστοποίηση (Rubensam-Rauhe 1964)

Υλικά	Νερό %	Οργανική ουσία %	%			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Άχυρα κράμβης	16	79	0,70	0,26	1,00	2,00
Φυλλωσιά πατάτας	76	22	0,40	0,16	0,83	0,78
Φυλλωσιά 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
Κοτίσια κοπριά	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 στοιχεία)	85	14	0,40	0,04	0,01	0,60
Τύρφη (φτωχή σε στοιχεία)	85	13	0,20	0,01	0,01	0,05

Η προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων στο κομπόστ, θα πρέπει να μην ξεπερνά κάποια επίπεδα που θεωρούνται ως αναγκαία μόνο για το φαινόμενο της βιοαποδόμησης των οργανικών ουσιών, διότι σε αντίθετη περίπτωση θα προκληθούν απώλειες. Είναι καλύτερα τα θρεπτικά στοιχεία να χορηγούνται απ' ευθείας στα φυτά, τα οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν στο σχηματισμό του κομπόστ.

Στον Πίνακα 4.6. αναφέρεται ένας σημαντικός αριθμός πρώτων υλών καθώς επίσης και η περιεκτικότητα τους στα τέσσερα μακροθρεπτικά οι οποίες ενδείκνυνται για το σχηματισμό εδαφοκομπόστ.

4.5.3 Κομποστοποίηση υπολειμμάτων χοίρων και σφαγείων

Κόπρανα χοίρων που είναι πλούσια σε νερό λόγω της δομής και της οσμής τους αξιοποιούνται καλύτερα όταν κομποστοποιηθούν με οικιακά υπολείμματα, με σκουπίδια, τέφρα κ.λ.π. Μέσο της κομποστοποίησης καθίστανται άοσμα και μπορούν να αξιοποιηθούν ως λιπάσματα. Τα κόπρανα αναμειγνύονται σε αναλογία 1: 1-2 με συμπληρωματικά υλικά σχηματίζοντας σωρό με πλάτος 2m και ύψος 1 m. Μετά παρέλευση 10 ημερών ήδη έχουν αναπτυχθεί θερμοκρασίες στο σωρό που φθάνουν τους 60°C.



Οικιακά υπολείμματα, σκουπίδια, τέφρα, κ.λ.π. είναι δυνατόν να κομποστοποιηθούν με υπολείμματα σφαγείων (τρίχωμα, αίματα, υλικά στομάχου και εντέρων) για λιπαντικούς σκοπούς. Εξαιτίας των

θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης, καταστρέφονται οι παθογόνοι των ασθενειών, οι ιοί και τα διάφορα σκουλήκια εντός σχετικά μικρού χρονικού διαστήματος (2 εβδομάδες). Η ωρίμανση τέτοιων κομπόστ σημειώνεται σχετικά γρήγορα, ώστε μετά παρέλευση 4 μηνών να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή τους για λιπαντικούς σκοπούς. Μετά την κομποστοποίηση τα υλικά αυτά δεν εκπέμπουν οσμές ούτε περιέχουν παράσιτα.

4.5.4 Τυρφοκομπόστ

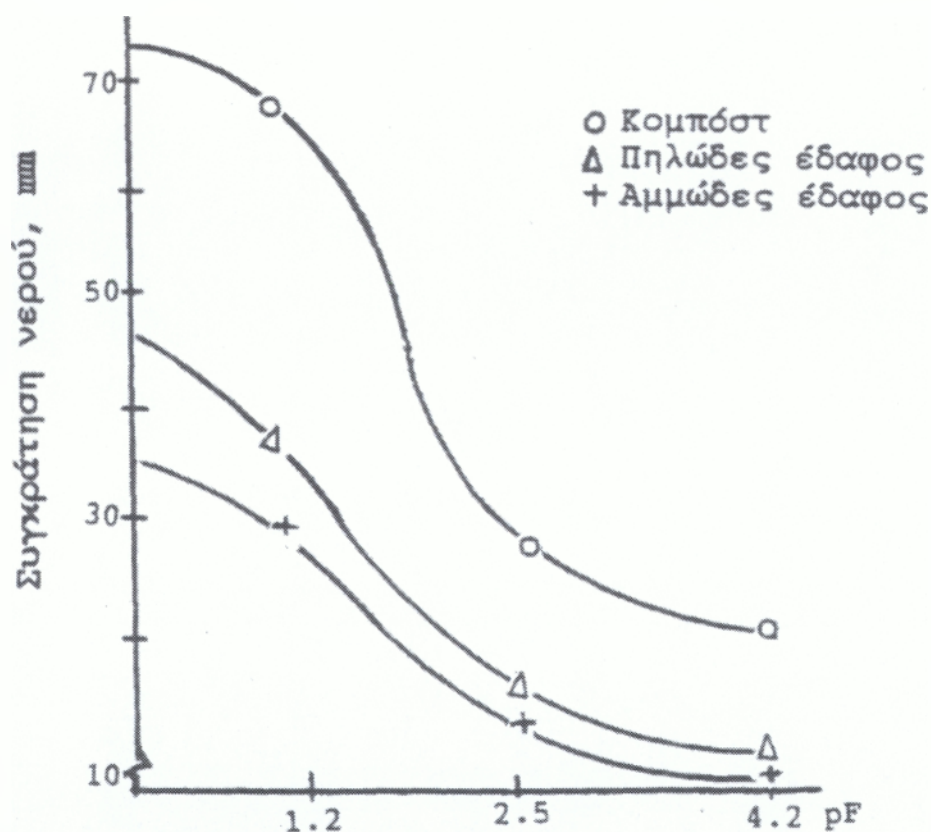
Η εκμετάλλευση του τυρφοκομπόστ, σε μεγάλες γεωργικές εκτάσεις περιορίζεται λόγω του κόστους μεταφοράς του. Γι' αυτό το τυρφοκομπόστ χρησιμοποιείται κυρίως στην κηποτεχνία, ενώ στη γεωργία μόνο σε περιοχές που βρίσκονται κοντά σε τύρφες.

Η θρεπτική κατάσταση της τύρφης σχετίζεται με τις συνθήκες σχηματισμού της και με τη βοτανική σύσταση της. Ανάλογα με την τοποθεσία (χαμηλή ή υψηλή) οι τύρφες που σχηματίζονται είναι πλούσιες ή φτωχές σε θρεπτικά στοιχεία. Η αξία της τύρφης δεν ταυτίζεται τόσο με την περιεκτικότητα της σε θρεπτικά στοιχεία, όσο με την προσροφητική της ικανότητα. Στα δεδομένα του Πίνακα 4.7, τεκμηριώνεται αυτό. Συγκεκριμένα η τύρφη έχει την ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων, η οποία σε σχέση με το έδαφος είναι κατά 4 με 5 φορές μεγαλύτερη. Μια σημαντική βελτίωση από την ενσωμάτωση στο έδαφος τυρφοκομπόστ έχουμε και στη συγκράτηση του νερού.

Πίνακας 4.7. Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (I.A.K.) και λόγοι μεταξύ I.A.K./C των διαφόρων οργανικών υλικών (Sauerlandt - Tietjen 1970).		
Είδη οργανικών ουσιών	Προσροφητική ικανότητα κατιόντων (I.A.K) σε	
	meq/100g	I.A.K./C
Άχυρα σιτηρών	16-40	0,3 - 0,75
Χουμικά οξέα εδάφους	150-250	4,0- 5,0
Τύρφες	100-200	2,0-4,0
Άχυρο + κομπόστ	50-70	1,3-1,6
Ανόργανο έδαφος (π.χ. ιλλίτης)	20-50	

Η κομποστοποίηση του τυρφοκομπόστ είναι ανάλογη με αυτή του εδαφοκομπόστ, όπου η προσθήκη των ανόργανων θρεπτικών σε αυτή πρέπει να προσανατολίζεται στο αρχικό υλικό. Ακόμη πρέπει εκτός από το πολύ νερό να καλύπτεται ο σωρός καλά με χώμα, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες σε νερό. Αν η αρχική ύλη της τύρφης είναι φτωχή σε άζωτο τότε συνιστάται το πότισμα με 10-50 λίτρα 25% αμμωνιακού νερού ή με ούρα, επίσης συνιστώνται και 10-15 Kg υπερφωσφορικού ανά 10 τόνους τύρφης.

Σημειώθηκε ότι το τυρφοκομπόστ επιδρά στη συγκράτηση του νερού. Σχετικό παράδειγμα (Σχήμα 4.1) δείχνει ότι το κομπόστ σε σύγκριση με το έδαφος που χρησιμοποιήθηκε (αναλογία τύρφης: έδαφος = 1:2) περιέχει στο σημείο της υδατοχωρητικότητας (=1,2 pF) 77% περισσότερη διαθέσιμη στα φυτά υγρασία ενώ έναντι του αμμώδους εδάφους η υπεροχή φθάνει τις 2,4 φορές.



Σχήμα 4.1. Ικανότητα συγκράτησης νερού του κομπόστ σε σύγκριση με ένα πηλώδες και ένα αμμώδες έδαφος (Σιδηράς, αδημοσίευτο).

4.5.5 Αχυροκομπόστ

Η παραγωγή αχυροκομπόστ, γνωστή σε άλλες χώρες ως τεχνητή κοπριά, είναι μια λιγότερο γνωστή πρακτική. Στα άχυρα προστίθενται άζωτο και φωσφορικό λίπασμα ενώ ταυτόχρονα διυγραινούνται με νερό ή με ούρα. Η στοίβαση και η μεταχείριση δεν διαφέρει από αυτή της κοινής κοπριάς. Σχετικά με το ύψος και τη μορφή των λιπασμάτων που προστίθενται κατά τη στοίβαση ισχύουν τα ίδια όπως για τη λίπανση των εδαφών με άχυρα. Η προσθήκη αζώτου έχει ιδιαίτερη σημασία διότι συμβάλλει στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών που αποδομούν τα άχυρα και έτσι αποφεύγεται η προσωρινή δέσμευση του αζώτου από τους μικροοργανισμούς. Ένα τέτοιο φαινόμενο επιδρά δυσμενώς στην πρώτη ανάπτυξη των φυτών.

4.5.6 Κομπόστα από κατακάθια καφέ

Τα κατακάθια του καφέ συνήθως χύνονται στα απορρίμματα, αλλά δυο ιαπωνικές εταιρείες αποφάσισαν να τα μετατρέψουν σε οργανικό λίπασμα-κομπόστα.

Τα κατακάθια του καφέ συγκεντρώνονται από εστιατόρια, καφεενία και άλλα μέρη. Αναμιγνύονται με πριονίδια και φλούδες δένδρων, καθώς και με κοπριά από οικιακά ζώα. Το μίγμα τοποθετείται σε δεξαμενές όπου γίνεται η ζύμωση από τους μικροοργανισμούς που περιέχει. Προστίθεται ακόμη και τεχνητός μικροοργανισμός ώστε να παραχθούν σε μεγάλες ποσότητες υψηλής ποιότητας κομπόστα, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Η κομπόστα ετοιμάζεται σε 15 μέρες, έχει μαυριδερό χρώμα, είναι πλούσιο σε οργανικές ουσίες και περιέχει άζωτο, φώσφορο και κάλιο, τα τρία βασικά στοιχεία στα λιπάσματα.

Αν εφαρμοστούν αποτελεσματικές μέθοδοι συλλογής κατακαθίων, το μέλλον της βιομηχανίας αυτής προβλέπεται μεγάλο. Παράλληλα στη Βραζιλία, ιδρύθηκε παρόμοιο εργοστάσιο λιπασμάτων που παράγει οργανικό λίπασμα 2000 τόνων το χρόνο, από κατακάθια ξερού καφέ. Το οργανικό λίπασμα θα βοηθήσει στην ανάπτυξη της βραζιλιάνικης γεωργίας και τις φυτείες του ίδιου του καφέ, που βλάπτονται εύκολα από υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων.

4.5.7 Λίπανση με σκόνες πετρωμάτων

Οι σκόνες πετρωμάτων δεν είναι τίποτε άλλο από την πούδρα (λεπτή σκόνη) που περισσεύει στα λατομεία, καθώς κόβουν τα πετρώματα. Τα πετρώματα που μας ενδιαφέρουν είναι: Γρανίτης, βασάλτης, σχιστόλιθοι με χαλαζία και γενικά πετρώματα υφαιστειογενούς προέλευσης, όπως η θηραϊκή γη (ελαφόπετρα).

Οι σκόνες πετρωμάτων από ασβεστολιθικά πετρώματα έχουν ελάχιστη αξία για λίπανση, γιατί δίνουν στο έδαφος σχεδόν μόνο ασβέστιο. Ενώ σε πολλές χώρες της Ευρώπης υπάρχουν διαθέσιμες σκόνες πετρωμάτων από τα πετρώματα που μας ενδιαφέρουν, στην Ελλάδα δεν βρήκαμε λατομεία που να δουλεύουν άλλα πετρώματα εκτός από τα ασβεστολιθικά.

Αναφέρουμε παντός ότι οι εφαρμόζοντες τη βιολογική (ή οικολογική) γεωργία σε διάφορες χώρες του κόσμου χρησιμοποιούν σκόνες από τα κατάλληλα πετρώματα που αναφέραμε.

Τις σκόνες πετρωμάτων μπορούμε να τις δώσουμε κατευθείαν στο έδαφος χωρίς κανένα κίνδυνο. Αν βάζουμε σκόνες πετρωμάτων σε ανάμειξη με άλλα οργανικά υλικά στο κομπόστ, μπορούμε να προσθέτουμε 50-100 κιλά από αυτές ανά στρέμμα το χρόνο στο χώμα. Σκορπίζουμε τις σκόνες ομοιόμορφα στο έδαφος και τις παραχώνουμε επιφανειακά.

Ο κύριος σκοπός της λίπανσης με σκόνες πετρωμάτων είναι να δώσουμε υλικά στο έδαφος που η ζωή του εδάφους είναι ικανή να αποσπάσει και να τα συνδέσει με οργανικές ουσίες και να τα κάνει διαθέσιμα για τα φυτά. Σε περιπτώσεις που διαπιστωθούν ορισμένες ελλείψεις, μπορούμε να προσθέσουμε ειδικά πετρώματα όπως σκόνη από ανεπεξέργαστα φωσφάτα. Στα φωσφάτα πρέπει να εξετάσουμε να μην περιέχουν κάδμιο, ένα βαρύ δηλητηριώδες μέταλλο, διότι δυστυχώς παρατηρείται πότε-πότε αυτό.

Σε αργιλώδη, και πηλώδη εδάφη δεν συνιστάται να δίνουμε στο έδαφος σκόνη από σχιστόλιθο και μπετονίτη. Ενώ, αντίθετα, αυτό συνιστάται σε αμμώδη εδάφη. Μπετονίτης υπάρχει διαθέσιμος και στην Ελλάδα.

Χημική ανάλυση από σκόνες πετρωμάτων. Ποσοστά τρις %

Συστατικά	Βασάλτης	Λάβα	Θηραϊκή γη	Υλης
Οξείδιο πυριτίου SiO ₂	48,3	35-45	65	48,5
Οξείδιο αλουμινίου Al ₂ O ₃	19,2	11-14	14,5	19,3
Οξείδιο ασβεστίου CaO	8,1	11-17	3	3,3
Οξείδιο σιδήρου Fe ₂ O ₃	8,1	10-12	5,5	10,4
Οξείδιο μαγνησίου MgO	8,3	6-12	1,1	2,9
Διοξείδιο του άνθρακα CO ₂	3,2	1	—	1,1
Διοξείδιο του τιτανίου TiO ₂	1,1	2-4	0,5	2,5
Πεντοξείδιο φωσφόρου P ₂ O ₅	0,38	0,5-1,5	0,9	0,24
Τριοξείδιο θείου SO ₃	0,11	0,41	0,7	0,25
Χλώριο	—	0,1	—	—
Οξείδιο καλίου K ₂ O	1,7	4	2,6	0,92
Οξείδιο νατρίου Na ₂ O	2,5	4	3,9	0,81

Το pH είναι προς το αλκαλικό και περιέχονται και πολλά άλλα ιχνοστοιχεία. Η ύλης του ποταμού Νείλου της Αιγύπτου δίνεται για σύγκριση, γιατί θεωρείται υλικό, που από την αρχαιότητα έκανε το εδάφη εύφορα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Τύποι κομπόστ προερχόμενοι από αστικά (οικιακά) απορρίμματα και λύματα.

5.1 Κομπόστ από αστικά απορρίμματα.

Η λιπασματοποίηση είναι η πιο απλή μέθοδος απαλλαγής από τα στερεά απορρίμματα. Η τεχνική της μάλιστα τείνει να τελειοποιηθεί στις μέρες μας σε βαθμό, ώστε να μπορεί να αντιμετωπιστεί η ποικίλη σύνθεση των σύγχρονων απορριμμάτων της βιομηχανικής εποχής και να απομακρύνονται τα ανεπιθύμητα αδρανή υλικά, γυαλιά, μέταλλα και οι τόσο επικίνδυνες τοξικές ουσίες όπως είναι τα βαριά μέταλλα που απορροφώνται από το φυσικό και στη συνέχεια από το ζωικό και τον ανθρώπινο οργανισμό.

Το κόστος της μεθόδου της λιπασματοποίησης εξαρτάται από την σύνθεση των απορριμμάτων. Όσο τα απορρίμματα περιέχουν λιγότερο ανεπιθύμητα υλικά και περισσότερο οργανικά, τόσο πιο εύκολα και πιο ανέξοδα λιπασματοποιούνται. Η μέθοδος της λιπασματοποίησης θεωρείται πιο φτηνή από τη μέθοδο καύσης.

Η λιπασματοποίηση ή κομποστοποίηση, όπως διεθνώς ονομάζεται, είναι μια από τις πολλές μεθόδους διάθεσης των απορριμμάτων που ικανοποιητικά αντιμετωπίζει και το πρόβλημα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος από τα στερεά υπολείμματα, αλλά και υλοποιεί την ανακύκλωση. Έτσι εκτός από την ανακύκλωση των μετάλλων, του χαρτιού, των γυαλιών και των πλαστικών, που σε κάποιο ικανοποιητικό βαθμό μπορούμε να επιτύχουμε, με τη σύνθεση διαδικασία της ανακύκλωσης και λιπασματοποίησης, ανακυκλώνουμε ουσιαστικά και το οργανικό κλάσμα, επαναφέροντας το σωστά στο φυσικό αποδέκτη του το έδαφος για να μπορέσει το τελευταίο διατηρώντας την κανονική δομή και γονιμότητα του να συνεχίσει να παράγει.

Ο όρος "λιπασματοποίηση" δεν είναι σωστός, δεδομένου ότι το τελικό προϊόν της επεξεργασίας των απορριμμάτων δεν είναι λίπασμα, με την έννοια των χημικών λιπασμάτων. Είναι σίγουρα, όμως, ένα οργανικό λίπασμα με την έννοια που χρησιμοποιείται αυτός ο όρος για την κοπριά και για όλα τα οργανικά εδαφοβελτιωτικά και οι όροι που χρησιμοποιούνται, της "χουμοποίησης" ή της "βιοσταθεροποίησης" δεν είναι πλήρως σωστοί, γιατί ο όρος χουμοποίηση αποδίδει

την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης μέσα στο χώμα, ενώ ο όρος βιοσταθεροποίηση, εμφανίζει σταθεροποιημένο το τελικό προϊόν, ενώ αυτό, ουσιαστικά, δεν συμβαίνει αφού η βιοαποικοδόμηση του συνεχίζεται και μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των απορριμμάτων με τη μέθοδο της κομποστοποίησης, έστω και σε πολύ αργό ρυθμό, μέχρι την πλήρη ανοργανοποίησή του.

Η βιολογική αποικοδόμηση της οργανικής ύλης πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο στο χώμα. Το εδαφικό όμως οικοσύστημα μπορεί να λειτουργήσει σωστά κάτω από φυσικούς ρυθμούς φόρτισης του με οργανικά υπολείμματα (νεκρή οργανική ύλη). Οι σημερινές όμως συνθήκες υπερπαραγωγής αγαθών προκαλούν και αντίστοιχη υπερπαραγωγή υπολειμμάτων που το οργανικό κλάσμα τους είναι αδύνατο να αποικοδομήσει το έδαφος, χωρίς επιπτώσεις στην ισορροπία του και στους ζωντανούς οργανισμούς που το απαρτίζουν.

Σ' αυτό το σημείο έρχεται η διαχείριση των απορριμμάτων με τη μέθοδο της κομποστοποίησης, να αποικοδομήσει τις αυτές ποσότητες των οργανικών υλικών, εκτός εδάφους με ρυθμούς γρήγορους και να προσφέρει στο έδαφος το τελικό χουμοποιημένο προϊόν, την κομπόστα, εξασφαλίζοντας έτσι την εδαφική ισορροπία και προσφέροντας θετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Με την κομποστοποίηση έρχεται ουσιαστικά ο άνθρωπος σε μια από τις σπάνιες περιπτώσεις σύμπραξης του με τη φύση, να την υποβοηθήσει στην γρήγορη και αποτελεσματική αποσύνθεση των τεράστιων αυτών ποσοτήτων της οργανικής ύλης, προϊόν εξάλλου αφύσικων διεργασιών, που από μόνη της είναι αδύνατο να πραγματοποιήσει χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το τελικό υπόλειμμα αυτής της διεργασίας ονομάζεται κομπόστα και είναι ένα σχετικά παρόμοιο υλικό με εκείνο που φυσιολογικά σχηματίζεται στο έδαφος μετά τη φυσική βιολογική αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης που καταλήγει σ' αυτό.

Επομένως με τον όρο κομποστοποίηση μπορούμε να πούμε ότι αποδίδουμε την αναερόβια βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών υλικών κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες που εξασφαλίζει:

α.- ικανοποιητική αντιμετώπιση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης από τα στερεά υπολείμματα και

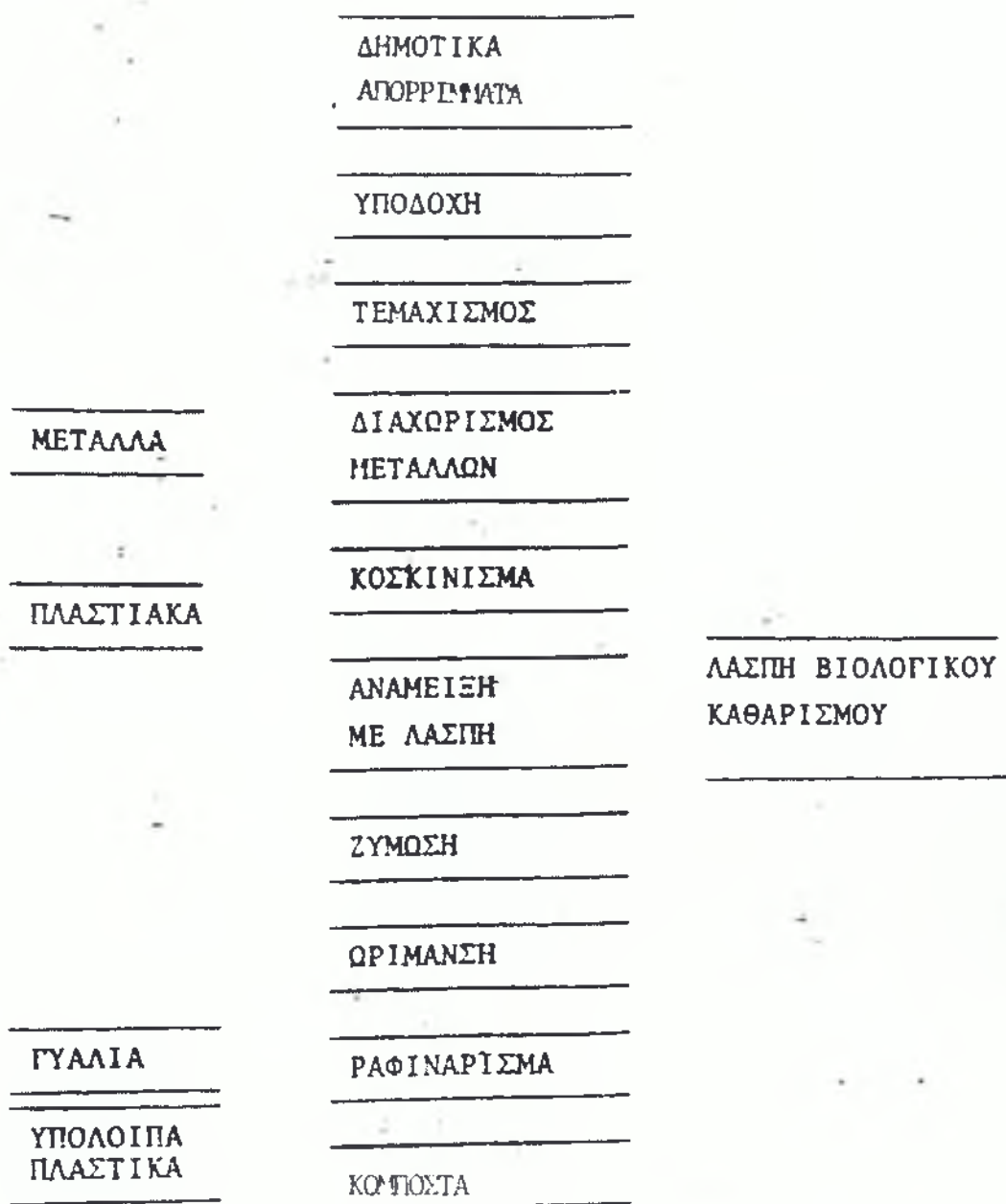
β.- ανακύκλωση της οργανικής ύλης με την επαναφορά της στο φυσικό αποδέκτη της, το έδαφος, σε χουμοποιημένη μορφή, που συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους και τη διατήρηση της γονιμότητας του.

5.1.1 Τεχνική της μεθόδου.

Τα διαδοχικά στάδια επεξεργασίας και ζύμωσης των οικιακών απορριμμάτων εμφανίζονται στην Εικ.5.1. Η περιγραφή που ακολουθεί, αυτών των σταδίων, είναι εντελώς συνοπτική, ενώ στο τέλος σημειώνονται και ορισμένες παραλλαγές που εμφανίζονται σήμερα στην όλη διαδικασία.

1.- Υποδοχή απορριμμάτων.

Τα απορριμματοφόρα αυτοκίνητα αδειάζουν το φορτίο τους σε ανοικτό υπεδάφιο σιλό από μπετόν χωρητικότητας ίσης περίπου με το διπλάσιο του όγκου της ημερήσιας ποσότητας των σκουπιδιών που επεξεργάζεται το εργοστάσιο. Η διπλάσια αυτή χωρητικότητα του σιλό αποσκοπεί στην ύπαρξη δυνατότητας αποθήκευσης των σκουπιδιών δύο ημερών στην περίπτωση που θα παρουσιαστεί κάποια ζημιά και που συνήθως η επισκευή της δεν απαιτεί περισσότερο από δυο μέρες. Η χωρητικότητα αυτή υπολογίζεται με βάση το μέσο ειδικό βάρος των σκουπιδιών που κυμαίνεται συνήθως γύρω στο 0,45 (450 kg/m^3). Επειδή όμως το μέσο ειδικό βάρος των σκουπιδιών ποικίλει από χώρα σε χώρα ή και από πόλη σε πόλη θεωρείται απαραίτητο σε κάθε περίπτωση να γίνεται προσδιορισμός του ειδικού βάρους.



Εικ.5.1. Διαδοχικά στάδια κομποστοποίησης οικιακών απορριμμάτων

2.- Τεμαχισμός απορριμμάτων.

Ο τεμαχισμός αυτός γίνεται συνήθως χωρίς καμιά προηγούμενη διαλογή και οι μύλοι που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως σφαιρόμυλοι οριζόντιας ή κατακόρυφης

διάταξης. Οι μύλοι είναι σχεδόν όλοι εφοδιασμένοι με ασφαλιστικό σύστημα εκτόνωσης των αερίων σε περίπτωση που μπορούν να παραχθούν από έκρηξη που θα σημειωθεί μέσα σ' αυτούς κατά την άλεση σκουπιδιών από βόμβα ή φιάλη υγραερίου ή από οτιδήποτε άλλο που μπορεί να προκαλέσει έκρηξη.

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

3.- Διαχωρισμός μεταλλικών αντικειμένων.

Τα σκουπίδια μετά τον τεμαχισμό τους μεταφέρονται με μεταφορική ταινία και περνούν από συγκροτήματα μαγνητών , όπου γίνεται ο διαχωρισμός των μεταλλικών αντικειμένων. Τα αντικείμενα αυτά με την βοήθεια και πάλι μεταφορικής ταινίας οδηγούνται είτε με πρέσα συμπίεσης όπου και μετασχηματίζονται σε μεγάλους κύβους, είτε οδηγούνται έξω από τα κτίρια και αδιάζονται σε χώρους αποθήκευσης. Τα διαχωριζόμενα μέταλλα μεταφέρονται και διαθέτονται σε μεταλλουργικές βιομηχανίες.

4.- Διαχωρισμός πλαστικών.

Μετά την απομάκρυνση των μεταλλικών αντικειμένων τα σκουπίδια μεταφέρονται σε κυλινδρικό συνήθως περιστρεφόμενο τύμπανο με οπές (κόσκινο) διαμέτρου 5-7 cm Τα διάφορα υλικά με διάμετρο μεγαλύτερη των 5-7 cm πέφτουν σε μεταφορική ταινία που τα μεταφέρει έξω από το εργοστάσιο. Τα υλικά αυτά είναι συνήθως κατά το μεγαλύτερο ποσοστό πλαστικά, ακολουθούν χαρτιά, υφάσματα κλπ. που δεν τεμαχίζονται στον μύλο. Το κλάσμα αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί σαν καύσιμο υλικό και σε μερικές περιπτώσεις διατίθεται σε βιομηχανίες που απαραίτητα πρέπει να έχουν κατάλληλα φίλτρα για την προστασία του περιβάλλοντος.

5.- Προσθήκη ιλύος - ομογενοποίηση .

Με την προσθήκη ιλύος του βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων επιτυγχάνεται η σωστή διάθεση της αλλά και ταυτόχρονα με την υψηλή περιεκτικότητά της σε άζωτο μειώνει τη σχέση C/N και η χώνευση γίνεται γρηγορότερα.

Η προσθήκη της ιλύος δεν εφαρμόζεται πάντα, είτε γιατί δεν υπάρχει αυτή όπως είναι σε επαρχιακές μονάδες, όπου δεν υπάρχουν μονάδες βιολογικού καθαρισμού,

είτε γιατί θέλουν να μειώσουν το κόστος κατασκευής του εργοστασίου με τον αποκλεισμό μηχανολογικού εξοπλισμού που απαιτείται για την προσθήκη της ιλύος (σιλό, αντλητικό συγκρότημα, ομογενοποιητής). Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα να παρατείνεται η περίοδος ζύμωσης και να παράγεται κομπόστα χειρότερης ποιότητας.

6.- Ζύμωση.

Η ζύμωση είναι η σημαντικότερη και η μεγαλύτερη φάση στη χουμοποίηση των απορριμμάτων. Γίνεται με διάφορους τρόπους αλλά είναι οι κυριότεροι ενώ οι υπόλοιποι αποτελούν μικροαλλαγές αυτών. Κατά τον πρώτο τρόπο τα απορρίμματα ζυμώνονται στατικά χωρίς ανατάραξη αλλά με την εφαρμογή τεχνητού αερισμού για την εξασφάλιση των αερόβιων συνθηκών- ενώ με τον δεύτερο εξασφαλίζονται με περιοδική ανατάραξη (γυρίσματα) .

Και στους δυο τρόπους χρησιμοποιείται ζυμωτήρας (μεγάλο περιστρεφόμενο μεταλλικό τύμπανο) στο οποίο γίνεται η ανάμιξη των απορριμμάτων με τη λάσπη αλλά και ταυτόχρονα το προετοιμασμένο υλικό παραμένει μέσα στο ζυμωτήρα για ένα ή δύο 25ωρα οπότε αρχίζει και η ζύμωση. Στη συνέχεια το υλικό μεταφέρεται σε υπόστεγο ή υπαίθριο χώρο όπου και εφαρμόζεται ο ένας από τους δύο τρόπους ζύμωσης που αναφέρθηκαν.

Το κόστος κατασκευής του ζυμωτήρα είναι υψηλό, δεδομένου ότι η χωρητικότητα του πρέπει να είναι τέτοια που να χωρεί το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων μιας ή δύο ημερών.

7.- Ωρίμανση.

Το κύριο μακροσκοπικό χαρακτηριστικό της φάσης της χώνευσης είναι η πτώση της θερμοκρασίας χώνευσης στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Γι' αυτό το λόγο το υλικό δεν είναι έτοιμο να χρησιμοποιηθεί κυρίως σε ευαίσθητες γεωργικές καλλιέργειες όπως τα κηπευτικά και τα άνθη. Είναι απαραίτητο να περάσει ακόμη το στάδιο της ωρίμανσης κατά την οποία συνεχίζεται η ζύμωση σε πιο ήπιο τόνο και ταυτόχρονα το υλικό απαλλάσσεται από διάφορες τοξικές ουσίες που παράγονται κατά τη φάση της ταχείας ζύμωσης.

Η ωρίμανση γίνεται στο χώρο ζύμωσης (υπόστεγο ή υπαίθρο) με ελάχιστο αερισμό ή γυρίσματα. Η διάρκεια της ζύμωσης για τις ελληνικές συνθήκες υπολογίζεται γύρω στους 4 μήνες και η ωρίμανση γύρω στους 2 μήνες.

8.- Ραφινάρισμα.

Είναι μια από τις πιο σημαντικές εργασίες για την παρασκευή κομπόστας υψηλής ποιότητας, κυρίως, όσον αφορά την απαλλαγή από τα γυαλιά.

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

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

9.- Διάθεση.

Η κομπόστα των απορριμμάτων προσφέρεται στην αγορά σε κατάσταση χύμα και σε πλαστικούς σάκους των 25 κιλών ή και μικρότερου βάρους, χωρίς καμιά προσθήκη ή μετά από την προσθήκη χημικών λιπασμάτων. Σε κατάσταση χύμα μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα στις γεωργικές μονάδες ενώ η ενσάκκισμένη κομπόστα διατίθεται στην αγορά κυρίως για ερασιτέχνες κηπουρούς και για οικογενειακούς ανθόκηπους.

Η τιμή της διάθεσης κυμαίνεται σε ευρύτατα όρια και εξαρτάται βασικά από την ποιότητα του προϊόντος. Η πρώτης ποιότητας κομπόστα καλά ζυμωμένη και ώριμη, με 35 % περίπου υγρασία και πλήρως απαλλαγμένη από ανεπιθύμητα υλικά (γυαλιά, μέταλλα, πλαστικά), διαθέτεται χύμα και για μεγάλες ποσότητες γύρω από την μια δραχμή / κιλό, ενώ η ενσάκκισμένη στην τιμή των 3-4 δραχμών / κιλό. Οι άλλες ποιότητες κομπόστας σήμερα παράγονται στον ευρωπαϊκό χώρο διαθέτονται κάτω από την 1 δραχμή / κιλό ανάλογα με το βαθμό καθαρότητας τους. Οι χονδροειδείς αυτές κομπόστες χρησιμοποιούνται κυρίως σε αμπελουργικές και δενδροκομικές καλλιέργειες.

Στη διαδικασία επεξεργασίας και ζύμωσης που περιληπτικά περιγράφηκε παραπάνω υπάρχουν ορισμένες παραλλαγές από τις οποίες οι σημαντικότερες είναι:

α.- Η αντικατάσταση του υπεδαφίου σιλό με επίπεδη πλατφόρμα με στόχο τον ευκολότερο καθαρισμό της

β.- Η διαλογή με τα χέρια των μεταλλικών αντικειμένων, χαρτιών, γυαλιών κλπ. πριν από το μύλο. Εφαρμόζεται σε περιοχές όπου υπάρχουν διαθέσιμα εργατικά χέρια.

γ.- Η κατάργηση του μύλου άλεσης και η ζύμωση ολόκληρης της ποσότητας των σκουπιδιών σε σωρούς, μετά από μια σχετική μηχανική ομογενοποίηση τους. Ακολουθεί η μηχανική απομάκρυνση της κομπόστας από τα άλλα αντικείμενα.

δ.- Η αντικατάσταση του ζυμωτήρα περιστρεφόμενο τύμπανο από κατακόρυφους ζυμωτήρες από μπετόν, για το πρώτο στάδιο ζύμωσης των απορριμμάτων.

5.1.2 Θετικά και αρνητικά στοιχεία της κομπόστας.

Κομπόστες προερχόμενες, από απορρίμματα πόλεων, έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία ώστε το τελικό προϊόν να περιέχει σημαντικό ποσοστό οργανικής ουσίας σε προχωρημένο βαθμό αποσύνθεσης δηλ. με τιμές του C/N γύρω από το 15 ή και μικρότερες απαλλαγμένες από ογκώδη τεμάχια, πλαστικά κλπ. είναι χρήσιμες σαν μεταπλαστικά του εδάφους και έχουν λιπαντική αξία.

Βασική βέβαια προϋπόθεση είναι να προστίθενται στα εδάφη σε μεγάλες ποσότητες και σε συχνά χρονικά διαστήματα.

Η κομπόστα μπορεί να εξομοιωθεί με τη συνηθισμένη κόπρο, αναφορικά με την εμφάνιση, σύνθεση και λιπαντική αξία.

Σημαντική επίδραση της κομπόστας, τόσο στη δομή των εδαφών (αύξηση των συσσωμάτων των κόκκων του εδάφους, του πορώδους, της υδατοϊκανότητας), όσο και στην παραγωγή των καλλιεργούμενων φυτών, εκδηλώνεται μόνο μετά την παρέλευση πολλών ετών από της εφαρμογής της στον ίδιο τον αγρό.

Η κομπόστα γενικά, αυξάνει την απόδοση των φυτών τόσο όσο ίση ποσότητα κοινής κοπριάς.

Η κομπόστα πρέπει να χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο όπως και η κοινή κοπριά, όσον αφορά την ποσότητα, το χρόνο προσθήκης και την ενίσχυση με λιπαντικά στοιχεία.

Η κομπόστα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με καλά αποτελέσματα σαν επικάλυψη του εδάφους λαχανόκηπων, ή γύρω από τα φυτά σε καλλιέργειες φράουλας.

Όταν τοποθετείται σε πάχος 5-7,5 cm διατηρεί την υγρασία του εδάφους, χαμηλώνει την θερμοκρασία του στις ζεστές μέρες, υποβοηθάει στη μείωση του αριθμού των ζιζανίων και δίνει θρεπτικά στοιχεία στα φυτά. Όταν χρησιμοποιείται σε μικρές εκτάσεις και σε μεγάλες ποσότητες, είναι δυνατό να δώσει όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται για μια πετυχημένη ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών.

Η κομπόστα χρησιμοποιείται επίσης ως εδαφοβελτιωτικό σε περιπτώσεις όπου λόγω εντατικής εκμετάλλευσης του εδάφους, όπως στη λαχανοκομία, όπου η συχνή κατεργασία και η πλήρης σχεδόν απομάκρυνση των καλλιεργούμενων φυτών είναι δυνατόν να έχει σαν αποτέλεσμα τη χειροτέρευση των εδαφικών συνθηκών.

Αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης σε σπορεία και φυτώρια, ανθοκομεία, πάρκα, θερμοκήπια και λοιπές καλλιέργειες πολυτελείας σε αντικατάσταση της κοινής κοπριάς.

Η χρησιμοποίηση της σε προβληματικά εδάφη, σε μεγάλες ποσότητες και σε συχνά χρονικά διαστήματα, μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας τους.

Αναφορικά με τη δυνατότητα αύξησης της περιεκτικότητας του εδάφους, σε οργανική ουσία, με την προσθήκη κομπόστας ή άλλων οργανικών υλικών, θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα παρακάτω:

Το ποσοστό της οργανικής ουσίας σε ένα έδαφος αποτελεί μια τιμή ισορροπίας, που καθορίζεται, κυρίως, από τις κλιματικές συνθήκες και από το σύστημα καλλιέργειας της γεωργικής εκμετάλλευσης, κατά δευτερεύοντα δε λόγο από ορισμένες ιδιότητες του ίδιου του εδάφους, όπως είναι η μηχανική σύσταση και η δομή του, η αντίδραση του (pH) και οι συνθήκες υγρασίας αυτού.

Προσπάθειες μόνιμης αύξησης της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία ενός εδάφους, με την προσθήκη τέτοιων υλικών, αποτελούν, κάτω από οικονομικές συνθήκες που επικρατούν σε ολόκληρο τον κόσμο, πολύ δαπανηρό εγχείρημα και μάλιστα με τελείως παροδικό αποτέλεσμα, σε ορισμένες όμως συνθήκες εδαφών και για ορισμένες καλλιέργειες η χρησιμοποίηση οργανικών ουσιών αποδείχθηκε αποδοτική γι' αυτές τις καλλιέργειες.

Θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι η στενή συσχέτιση της έννοιας της παραγωγικότητας των εδαφών προς την οργανική ουσία που περιέχεται σ' αυτό, η οποία χαρακτήριζε τις κλασικές αντιλήψεις, δεν είναι απόλυτα δικαιολογημένη.

Στη σύγχρονη βιβλιογραφία διαφαίνεται μια τάση αναθεώρησης των παραδοσιακών αυτών αντιλήψεων, αναφορικά με το ρόλο της οργανικής ουσίας.

Η κομπόστα, όμως, έχει και αρνητικά στοιχεία που έχουν σαν αποτέλεσμα να καθιστούν τουλάχιστο σε μερικές περιπτώσεις προβληματική τη διάθεση του. Ένα απ' αυτά είναι η περιεκτικότητα του σε τεμαχίδια γυαλιού, μετάλλων και πλαστικών και καθιστούν δύσκολο το χειρισμό του και επικίνδυνες τις διάφορες επεμβάσεις, με τα χέρια. Το πρόβλημα όμως αυτό φαίνεται ότι συνεχώς μειώνεται με την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας που οδηγεί στην παραγωγή όλο και περισσότερο καθαρής κομπόστας, αλλά φυσικά με μεγαλύτερο κόστος.

Ένα άλλο πρόβλημα της κομπόστας των οικιακών απορριμμάτων αλλά και της κομπόστας της λάσπης του βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων των πόλεων, είναι η περιεκτικότητά τους σε βαριά μέταλλα. Η περιεκτικότητά αυτή εξαρτάται από την ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων και ο έλεγχος τους είναι δυνατός και απαραίτητος πριν από την επιλογή της λιπασματοποίησης αλλά και περιοδικά μετά απ' αυτήν.

Οι κίνδυνοι που δημιουργούνται από την προσθήκη της κομπόστας στο έδαφος, με μεγάλη περιεκτικότητά σε βαριά μέταλλα, είναι δυο:

- α.- Η τοπική επίδραση τους στην ανάπτυξη των φυτών, και
- β.- Η μεταφορά των βαρέων μετάλλων στον άνθρωπο και στα ζώα, που καταναλώνουν την παραγωγή των φυτών που αναπτύχθηκαν σ' αυτά τα εδάφη.

Όταν το pH του εδάφους στο οποίο προστίθεται η κομπόστα είναι μεγαλύτερη από 6,5, τότε η απορρόφηση των βαρέων μετάλλων είναι περιορισμένη.

Σε πειραματικό στάδιο χρησιμοποιούνται ορισμένες χημικές ουσίες (κατιονικοί εναλλάκτες) που έχουν την ικανότητα να αδρανοποιούν τα βαριά μέταλλα κι έτσι να παρεμποδίζεται η απορρόφηση τους από τα φυτά, όπως επίσης και η τοξική επίδραση τους σ' αυτά.

5.1.3 Κριτήρια επιλογής της κομποστοποίησης για την διάθεση των οικιακών απορριμμάτων .

Πριν από τη λήψη απόφασης εγκατάστασης μονάδας χουμοποίησης (λιπασματοποίησης) των οικιακών απορριμμάτων μιας δεδομένης περιοχής ή πόλης,

θα πρέπει να εξεταστούν ορισμένοι παράγοντες που έχουν σχέση με τα απορρίμματα και την περιοχή. Οι σημαντικότεροι απ' αυτούς τους παράγοντες είναι:

α.- Οι ανάγκες της πλησιέστερης αγροτικής ή δασικής περιοχής ή του πράσινου της πόλης σε οργανοχουμικό εδαφοβελτιωτικό κομπόστ και οι δυνατότητες διάθεσης του. Περιοχές ξηροθερμικές, όπως πχ. είναι η Ν. Α. νησιώτικη Ελλάδα, έχουν πάντα αυξημένες ανάγκες σε οργανικά εδαφοβελτιωτικά. Ταυτόχρονα η ανάπτυξη στις περιοχές αυτές εκτός εποχής προστατευόμενων (θερμοκήπια) καλλιέργεια αυξάνει τη ζήτηση.

β.- Η μηχανική σύνθεση των απορριμμάτων. Η αυξημένη περιεκτικότητα τους σε οργανικά υλικά Υπολείμματα τροφών αυξάνει την απόδοση των σκουπιδιών σε κομπόστα και μειώνει το κόστος παραγωγής κατά χιλιόγραμμο προϊόντος.

γ.- Η χημική σύσταση των απορριμμάτων. Η χαμηλή περιεκτικότητα τους σε βαριά μέταλλα σημαίνει και χαμηλή περιεκτικότητα σ' αυτά της κομπόστας που θα παράγεται. Σε περίπτωση αυξημένης περιεκτικότητας σε βαριά μέταλλα μπορεί να γίνει σχετική έρευνα για τον εντοπισμό της προέλευσης τους και να εξεταστεί η περίπτωση αποφυγής της ρύπανσης των απορριμμάτων απ' αυτά.

δ.- Η ημερήσια ποσότητα των απορριμμάτων. Αυτή θα πρέπει να είναι γύρω στους 130 τόνους την ημέρα, ή πολλαπλάσιο του 130, για την οικονομική λειτουργία της μονάδας ή των πολλών γραμμών που μπορούν να εγκατασταθούν.

ε.- Η ύπαρξη άλλων υπολειμμάτων (γεωργικής παραγωγής, γεωργικών βιομηχανιών κλπ.) στην περιοχή.

Δεδομένου ότι η προσθήκη τους στο ζυμώσιμο κλάσμα αυξάνει την απόδοση σε κομπόστα, μειώνει το κόστος παραγωγής και βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα.

Όσον αφορά την μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί για τη διάδοση της χρησιμοποίησης της κομπόστας στη χώρα μας, θα πρέπει να είναι αυτή που αναγνωρίζεται διεθνώς σαν ορθόδοξη. Αυτή περιλαμβάνει:

α.- Τον πειραματισμό, που στην προκειμένη περίπτωση θα πρέπει να είναι διάρκειας τριών (3) ετών και να αφορά την σύγχρονη εγκατάσταση μεγάλου αριθμού δοκιμαστικών για την προσαρμογή και των ξένων δεδομένων στις ελληνικές εδαφοκλιματικές και τεχνοοικονομικές συνθήκες των γεωργικών εκμεταλλεύσεων.

Ο πειραματισμός αυτός μπορεί να αρχίσει με τη χρησιμοποίηση κομπόστας που θα εισαχθεί από το εξωτερικό ή θα μπορούσε να παραχθεί εδώ με πρόχειρα μέσα.

β.- Την εγκατάσταση μεγάλου αριθμού αποδεικτικών στις κατάλληλες περιοχές και καλλιέργειας, για να πεισθούν οι καλλιεργητές για την γεωργική αξία της κομπόστας.

Κάτω από το πρίσμα των παραπάνω απόψεων, λαμβάνοντας υπόψη την αυξανόμενη έλλειψη της ζωικής κοπριάς και υπό τις απαραίτητες προϋποθέσεις:

α.- της πειραματικής απόδειξης της οικονομικής και αγρονομικής αξίας της τεχνίτης κοπριάς για την ελληνική γεωργία και

β.- της ανάληψης εκ μέρους των κρατικών ή Δημοσίων φορέων τέτοιου ποσοστού Δαπανών, ώστε το τελικό προϊόν, όπως ποιοτικά χαρακτηριστικά παρακάτω, να είναι δυνατό να προσφερθεί στους ενδιαφερόμενους καλλιεργητές σε τιμή συμφέρουσα, όπως γίνεται και στις χώρες του εξωτερικού, τότε θα ήταν σκόπιμη η σύσταση αναλόγων μονάδων.

Τέτοια βέβαια κλιμάκωση του δυναμικού παραγωγής συνεπάγεται επιπλέον επιβαρύνσεις αλλά είναι αναγκαία για την προοδευτική απόκτηση κάθε είδους σχετικής εμπειρίας.

5.1.4 Πρόγραμμα ταυτόχρονης επεξεργασίας και διάθεσης των απορριμμάτων.

Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα μπορούσε να προβλέπει: την ελεγχόμενη ρίψη, τη βιολογική ζύμωση και παραγωγή σταθεροποιημένων οργανικών λιπασμάτων, την ολική καύση, την αποτέφρωση με ανάκτηση ή όχι θερμότητας, τη συμπίεση αποβλήτων σε κύβους και την ανακύκλωση.

Προϋπόθεση για την επιτυχία του προγράμματος είναι η σωστή εκλογή της κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων.

5.1.4.1 Μονάδα λιπασματοποίησης.

Αυτού του είδους οι μονάδες ανταποκρίνονται στη βιομηχανική και πλέον υγιεινή επεξεργασία απορριμμάτων. Αποτελούνται από μια μονάδα παραγωγής λιπάσματος

με τη μέθοδο της αερόβιας ζύμωσης των οργανικών συστατικών και από μια



μονάδα αποτέφρωσης των ανόργανων.

Οι φάσεις της διεργασίας είναι οι εξής:

1.- Αφιξη και άδειασμα των φορτηγών στις τάφρους της μονάδας.

2.- Τα απορρίμματα από τις τάφρους μεταφέρονται στον τομέα διαλογής.

3.- Με μηχανικό και

μαγνητικό τρόπο γίνεται η διαλογή των ανόργανων και μεταλλικών συστατικών.

4.- Μετά την διαλογή τα ανόργανα συστατικά μεταφέρονται στη μονάδα αποτέφρωσης.

5.- Τα οργανικά συστατικά μεταφέρονται στους βιολογικούς σταθεροποιητές όπου παραμένουν για 72 ώρες στους 60° C, όπου συντελείται η αερόβια ζύμωση και επιτυγχάνεται η παστεροποίηση.

6.- Κατά την έξοδο από τους βιολογικούς σταθεροποιητές το προϊόν περνά από κοκκομετρική διαλογή όπου:

α.- Το λεπτόκοκκο υλικό μεταφέρεται απ' ευθείας στο χώρο συλλογής,

β.- Το ενδιάμεσο μεταφέρεται στη μονάδα διάσπασης απ' όπου αφού επεξεργαστεί μεταφέρεται στο χώρο συλλογής,

γ.- Το χονδρόκοκκο προϊόν μεταφέρεται απ' ευθείας στη μονάδα αποτέφρωσης.

7.- Στη μονάδα αποτέφρωσης καταστρέφονται τα ανόργανα και αδρανή υλικά όπως και τα χονδρόκοκκο προϊόντα. Η τέφρα μετά την κοκκομετρική διαλογή αναμιγνύεται σε ορισμένη αναλογία με το προϊόν λιπάσματος.

8.- Η υπόλοιπη τέφρα μεταφέρεται σε ειδικά σιλό απ' όπου και απομακρύνεται για ταφή σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Τα τελικά προϊόντα της διαδικασίας είναι λιπάσματα και σιδηρούχα υλικά, τα οποία με την κατάλληλη επεξεργασία, προωθούνται στα χυτήρια. Το οργανικό λιπάσμα-κομπόστα που παράγεται είναι πλούσιο σε οργανικές ουσίες και έχει επίσης την ιδιότητα να εμπλουτίζει το έδαφος με χούμο. Η περιεκτικότητά του λιπάσματος σε άλατα ασβεστίου το κάνουν ιδανικό για χώματα όξινα, ή πτωχά σε ασβέστιο και

ειδικά για χώματα κατ' εξοχή αμμώδη ή αργιλώδη, όπου επιτυγχάνεται μια αισθητή καλύτερευση της ποιότητας του εδάφους.

5.1.4.2 Μονάδα αποτέφρωσης

Αυτές οι μονάδες επεξεργάζονται αστικά και βιομηχανικά απόβλητα με ανάκτηση θερμότητας ή ενέργειας. Οι κυριότερες φάσεις σε μια μονάδα αποτέφρωσης με ανάκτηση θερμοκρασίας είναι:

- 1.- Άφιξη και άδειασμα στις τάφρους της μονάδας.
- 2.- Μεταφορά στο φούρνο κατά τη διάρκεια της οποίας γίνεται μια προξήρανση (σε ορισμένους τύπους η προξήρανση πραγματοποιείται μέσα στο φούρνο).
- 3.- Κατά την είσοδο στο χώρο καύσης γίνεται ανάμιξη με εύφλεκτο υλικό, κατόπιν ακολουθεί ανάφλεξη, καύση και αποτέφρωση που υποβοηθείται με την εισαγωγή αέρα στο φούρνο η με διοχέτευση οξυγόνου.
- 4.- Εξαγωγή και μεταφορά της τέφρας σε χώρους αποθήκευσης.
- 5.- Τα καυσαέρια που κατά την έξοδο τους έχουν 900-1000° C περνούν από δεξαμενή στην οποία γίνεται η συγκράτηση της θερμότητας. Κατά την έξοδο τους από τη δεξαμενή τα καυσαέρια έχουν θερμοκρασία 225-300° C.
- 6.- Μετά τη συγκράτηση της θερμότητας τα ψυχρά καυσαέρια πριν διοχετευθούν στην καπνοδόχο περνούν από μονάδα καθαρισμού

5.2 Ιλύ βιολογικών καθαρισμών

Σύμφωνα με τους κανονισμούς (νομοθεσίες χωρών της Ε.Ε. και ειδικότερα της Γερμανίας), ιλύς βιολογικών καθαρισμών είναι τα ιζήματα από αστικά λύματα, τα οποία προκύπτουν στη φάση της κατεργασίας τους σε ειδικές προς τούτο εγκαταστάσεις με τρόπο μηχανικό, βιολογικό ή χημικό. Αυτά μπορεί να είναι αποστραγγισμένα ή στεγνά.

Τα ιζήματα αυτά επειδή είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία αλλά και σε οργανική ουσία αξιοποιούνται ήδη από πολλά χρόνια στις γεωργικές εκτάσεις.

Η ιλύς δεν αξιοποιείται από τους γεωργούς ως πηγή θρεπτικών στοιχείων μόνο (οργανικά λιπάσματα) αλλά και ως εδαφοβελτιωτικό, διότι επιδρά ευνοϊκά στη δομή των υποβαθμισμένων από φυσική άποψη εδαφών.

5.2.1 Νομοθετικό πλαίσιο στη χώρα μας για την αξιοποίηση της ιλύος

Το ισχύον μέχρι σήμερα σχετικό νομοθετικό πλαίσιο χρονολογείται από τον Αύγουστο του έτους 1991 με τη δημοσίευση του στην Εφημερίδα της Κυβέρνησης, τεύχος δεύτερο, αριθ. φύλλου 641/7-8-1991. Στο άρθρο 12 του τεύχους αυτού καθορίζονται οι οριακές τιμές για τις περιεκτικότητες των βαριών μετάλλων στο έδαφος, στην ιλύ, καθώς επίσης και οι ποσότητες που επιτρέπεται να εισαχθούν σε ετήσια βάση στα καλλιεργούμενα εδάφη. Οι τιμές που αφορούν το έδαφος και την ιλύ συμπίπτουν απόλυτα με αυτές του Πίνακα 5.4., γι' αυτό δεν παρατίθενται στη συνέχεια. Σχετικά δε με τις ποσότητες των μετάλλων που επιτρέπεται να προστίθενται στο έδαφος, αυτές δίδονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Ποσότητες σε βαριά μέταλλα που μπορούν να προστίθενται ετησίως στα καλλιεργούμενα εδάφη με βάση το μέσο όρο 10 ετών.	
Είδος μετάλλου	Οριακές τιμές mg/στρ./έτος
Κάδμιο	0,015
Χαλκός	1,200
Νικέλιο	0,300
Μόλυβδος	1,500
Ψευδάργυρος	3,000
Υδράργυρος	0,010
Χρώμιο	-

Σύμφωνα με τον παραπάνω κανονισμό τα όρια, όπως αυτά αναφέρονται στον Πίνακα 5.4., μπορούν να επεκταθούν προς τα πάνω στην περίπτωση όπου οι αγροί καλλιεργούνται με φυτικά είδη που προορίζονται για ζωοτροφές. Για το χρώμιο η επιτροπή δεν έχει καθορίσει ακόμη οριακές τιμές.

Ισχύει και για τη χώρα μας ότι η ιλύς πρέπει να αναλύεται κάθε έξι μήνες όταν το υλικό δεν είναι ομοιογενές, ενώ κάθε 12 μήνες αν τα αποτελέσματα δεν διαφέρουν σημαντικά από τις προηγούμενες αναλύσεις. Οι προς εξέταση παράμετροι της ιλύος είναι:

1. Ξηρά ουσία και οργανική ύλη

2. pH
3. Άζωτο και φώσφορος
4. Όλα τα βαριά μέταλλα που αναφέρονται στον Πίνακα 5.1.

5.2.2 Παράγοντες που περιορίζουν τη χρήση της ιλύος

Η χημική σύσταση της ιλύος σχετίζεται στενά με την περιοχή των λυμάτων. Έτσι ανάλογα με την προέλευση η ιλύ μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο περιεκτική σε ορισμένα μέταλλα και παθογόνους οργανισμούς. Επίσης σημαντικές διαφορές όσον αφορά την περιεκτικότητα της ιλύος στους παραπάνω παράγοντες προέρχονται και από το τεχνικό επίπεδο της εγκατάστασης του βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων αλλά και από τις ποσότητες προς επεξεργασία που δέχονται οι χώροι αυτοί.

Ιδιαίτερης προσοχής πρέπει να τυγχάνουν τα λύματα που προέρχονται ή που διασχίζουν βιομηχανικές περιοχές λόγω επίμειξης των βιομηχανικών λυμάτων με τα αστικά.

Οι προβληματισμοί από πλευράς εκμετάλλευσης της ιλύος εντοπίζονται κυρίως στα βαριά μέταλλα και στους παθογόνους οργανισμούς.

5.2.3 Χημική σύσταση της ιλύος

Στην ιλύ, όπως διαπιστώθηκε, απαντούν μεγάλες σχετικά ποσότητες αφομοιώσιμων θρεπτικών στοιχείων καθώς επίσης και οργανικές ουσίες που έχουν αποδομηθεί σε μικρό βαθμό. Η ιλύς είναι πλούσια σε φωσφορικά, κάτι στο οποίο οι ζωικές κοπριές υπολείπονται αισθητά. Από τα ποσοστά των μακροστοιχείων του Πίνακα 5.2. προκύπτει ότι σε όλους τους τύπους της ιλύος η ποσότητα του P_2O_5 σε kg/m^3 βρίσκεται στα ίδια επίπεδα με το άζωτο. Μάλιστα στις λάσπες που υπέστησαν αποστράγγιση το P_2O_5 ξεπερνά εμφανώς την ποσότητα του αζώτου. Η ιλύς είναι πολύ φτωχή σε κάλιο, ενώ οι ποσότητες ασβεστίου βρίσκονται σε τέτοια επίπεδα ώστε με αυτές να επιτυγχάνεται ακόμη και διόρθωση της οξύτητας των υποβαθμισμένων εδαφών. Με το βαθμό αποστράγγισης, όπως αποδεικνύεται από τα στοιχεία του Πίνακα 5.2., όλα τα στοιχεία (μακροθρεπτικά και βαριά μέταλλα) αυξάνονται σημαντικά. Τα θρεπτικά στοιχεία στην ιλύ και ειδικότερα το άζωτο

είναι εξίσου αποτελεσματικά στη θρέψη των φυτών όπως αυτά της ουρίας. Πάντως η σημασία της ιλύος ως λίπασμα οφείλεται στο φώσφορο και στο άζωτο. Από φυτοτεχνική άποψη θα πρέπει τόσο στη συμβατική όσο και στη βιολογική γεωργία - αφορά την περίπτωση της ιλύος με χαμηλά επίπεδα μικροστοιχείων και απουσία παθογόνων σπόρων- να λαμβάνεται υπ' όψη η υψηλή σχέση N/P₂O₅. Γιατί μια δόση των 10m³ ιλύος εξασφαλίζει, ακόμη και στις πλέον απαιτητικές αμειψισπορές, τις ανάγκες σε φώσφορο των φυτών για μια ολόκληρη τριετία.

Καθότι την προς εφαρμογή ποσότητα της ιλύος σε μια καλλιέργεια την προσδιορίζει εκτός από τα βαριά μέταλλα και το άζωτο που υπάρχει σε αυτή, είναι σκόπιμο να γνωρίζει κανείς τις ποσότητες και ιδιαίτερα τις μορφές του αζώτου που περιέχει. Από τα στοιχεία που παρατίθενται στον Πίνακα 5.3 και αφορούν ένα σημαντικό αριθμό περιπτώσεων ιλύος, φαίνεται ότι στην υγρή ιλύ η περιεκτικότητα σε άζωτο με 4,73% επί της ξηράς ουσίας είναι η απολύτως υψηλότερη σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους ιλύος. Από την περιεκτικότητα αυτή το 0,84% δηλαδή ένα ποσοστό ίσο με 18% βρίσκεται σε αμμωνιακή μορφή.

Δεδομένου ότι στην ιλύ οι ποσότητες σε βαριά μέταλλα είναι σημαντικές, μια τακτική λίπανση των καλλιεργειών μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των βαριών μετάλλων στο έδαφος. Έτσι για παράδειγμα έχει διαπιστωθεί ότι το κάδμιο, το οποίο αρχικά απουσίαζε από το έδαφος, μετά από συστηματικές εφαρμογές με δόσεις των 10m³ ιλύος (με 5% ξηρά ουσία) είναι δυνατόν ανάλογα με το είδος του εδάφους, να αυξηθούν μέσα σε λιγότερο από 5 δεκαετίες τα επίπεδα του στο έδαφος, ώστε να μην επιτρέπεται η περαιτέρω χρήση της.

Πίνακας 5.2. Μέση οργανική και ανόργανη σύσταση των βιολογικών λασπών (ιλύος), οι οποίες είναι κατάλληλες για γεωργική αξιοποίηση (σύμφωνα με έρευνες της LUFA του Augustenberg και του Κρατικού Σταθμού Γεωργικής Χημείας, Stuttgart-Hohenheim, 1980-1984).

	Υγρές λάσπες 12% ξηρά ουσία	Εν αποστραγγισμένη μέρει 13- 30% ξηρά ουσία	Αποστραγγισμένες λάσπες 30% ξηρά ουσία
Ξηρή ουσία %	5,6	20,30	45,00
Βάρος όγκου (t/m ³)	1,0	0,92	110,88
Μακροστοιχεία (ποσοστά στη φρέσκια ουσία*)			
Άζωτο N (kg/m ³)	2,2	5,00	8,50
Φώσφορος P ₂ O ₅ (kg/m ³)	2,0	5,60	11,40
Κάλιο K ₂ O (kg/m ³)	0,3	0,70	1,20
Ασβέστιο CaO (kg/m ³)	4,2	17,60	71,00
Μαγνήσιο MgO (kg/m ³)	0,6	1,90	4,20
Βαριά μέταλλα (ποσοστά σε ξηρά ουσία)			
Μόλυβδος Pb (mg/Kg)	176,0	188,00	198,00
Κάδμιο Cd (mg/Kg)	4,1	4,20	4,00
Χρόμιο Cr (mg/Kg)	73,8	89,20	103,80
Χαλκός Cu (mg/Kg)	343,0	330,00	353,00
Νικέλιο Ni (mg/Kg)	33,6	35,70	36,40
Υδράργυρος Hg (mg/Kg)	2,7	2,80	2,80
Ψευδάργυρος Zn (mg/Kg)	1448,0	1419,00	1249,00
* Αφορούν αναλύσεις του 1984 τα προηγούμενα χρόνια ερευνήθηκε με άλλες μεθόδους.			

Πίνακας 5.3. Ποσότητες και περιεκτικότητες σε άζωτο που περιέχονται σε 500 Kg βιολογικής λάσπης ανά στρέμμα*

Τύποι βιολογικής λάσπης	Αριθμός μελετηθέντων βιολογικών λασπών	Ποσοστό επί τοις % της ξηράς ουσίας		Προσθήκη στο έδαφος σε kg/στρ.	
		ολικό-N	NH ₄ -N	ολικό-N	NH ₄ -N
Υγρή λάσπη	840	4,73	0,84	23,6	4,2
Μερικώς αποστραγγισμένη	170	2,79	0,28	14,0	1,4
Αποστραγγισμένη	169	1,78	0,17	8,9	0,9

* Στοιχεία της LUFA, Augustenberg, Γερμανία.

5.2.4 Βαριά μέταλλα και οριακές τιμές

Τα γεωργικά εδάφη εμφανίζουν συνήθως χαμηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις, ενώ αντίθετα τα ιζήματα περιέχουν κατά κανόνα σημαντικά μεγαλύτερα φορτία σε τέτοια στοιχεία.

Καθότι η μετακίνηση των βαριών μετάλλων με τα νερά προς τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα είναι περιορισμένης έκτασης, εκτός από εδάφη που εμφανίζουν μεγάλες σχισμές στις οποίες καταπίπτουν εδαφοτεμαχίδια από τα επιφανειακά στρώματα, μια αξιόλογη συσσώρευση τους αναμένεται να σημειωθεί μόνο στο αρόσιμο βάθος (0-30 cm). Έτσι, η σε τακτά χρονικά διαστήματα εφαρμογή ιλύος σε αγρούς μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση βαριών μετάλλων στο αρόσιμο βάθος. Και όπως γνωρίζουμε για τις ετήσιες καλλιέργειες τα 2/3 σχεδόν της ριζομάζας απαντά στο ίδιο βάθος, ώστε και εξ αυτού να διευκολύνεται εξαιρετικά η πρόσληψη τους από τις καλλιέργειες. Έτσι με τον τρόπο αυτό τα επικίνδυνα μετά από ορισμένες συγκεντρώσεις βαριά μέταλλα, καταλήγουν μέσω των φυτών στον οργανισμό των ζώων και των ανθρώπων.

Δεν είναι όλα τα βαριά μέταλλα εξίσου επικίνδυνα για την υγεία των ζώων και των ανθρώπων, αλλά ούτε και η οποιαδήποτε συγκέντρωση τους στο έδαφος ή στο

φυτό. Γνωρίζουμε ότι όταν η συγκέντρωση κάποιων μετάλλων στο έδαφος και στο φυτό είναι πολύ χαμηλή αυτό μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα, γνωστά ως «τροφοπενία μικροστοιχείων». Γι' αυτό όταν η αξιοποίηση της ιλύος γίνει σωστά, λαμβάνοντας υπ' όψη τα αποθέματα του εδάφους σε βαριά μέταλλα, είναι δυνατόν να οδηγήσει μετά από κάποια χρόνια εφαρμογής στην εξαφάνιση φαινομένων τροφοπενίας σε φυτά και κατ' επέκταση σε άμβλυνση των σχετικών προβλημάτων στα ζώα και τους ανθρώπους.

5.2.5 Παθογόνοι οργανισμοί και αξιοποίηση της ιλύος

Η ιλύς είναι δυνατόν να περιέχει διάφορους παθογόνους οργανισμούς, οι οποίοι αδρανοποιούνται αφ' ενός μεν λόγω του χρόνου και αφ' ετέρου εξαιτίας της επαφής τους με το έδαφος. Μια βιολογική λάσπη είναι υγιεινή και απαλλαγμένη από παθογόνους ασθeneιών μόνο όταν έχει υποστεί φυσική ή χημική μεταχείριση (π.χ. ζήρανση, θέρμανση, χημική επεξεργασία με ασβέστιο) ή μετά από κομποστοποίηση. Από τις παραπάνω διαδικασίες οι παθογόνες εστίες εξουδετερώνονται ή απονεκρώνονται οι οργανισμοί. Ιδιαίτερα γρήγορα καταστρέφονται οι βλαστάνοντες σπόροι όταν η ιλύς ενσωματωθεί στο έδαφος. Αντίθετα, στις περιπτώσεις όπου είναι περιορισμένης έκτασης η άμεση επαφή των βλαστημένων σπόρων με το έδαφος, όπως για παράδειγμα στους λειμώνες, θα πρέπει ή να χρησιμοποιείται απολύτως υγιεινή ιλύ ή να απαγορεύεται η χρησιμοποίηση της όταν δεν μπορεί να διασφαλιστεί το θέμα της υγιεινής. Αυτό ήδη καθιερώθηκε νομικά στις χώρες της Ε.Ε. και ειδικότερα στη Γερμανία από τον Ιανουάριο του 1987, που σημαίνει ότι οι γεωργοί δεν μπορούν να εφαρμόσουν ιλύ βιολογικών καθαρισμών σε λειμώνες και βοσκότοπους αν αυτή δεν είναι πιστοποιημένη για την απαλλαγή της από παθογόνους σπόρους.

Ήδη από δεκαετίας εφαρμόζονται σε άλλες χώρες νόμοι που αποβλέπουν:

- Στη μη επιβάρυνση των εδαφών από βαριά μέταλλα.
- Στις απαλλαγμένες από επιβλαβή στοιχεία και παθογόνα αίτια τροφές.

Για να επιτευχθούν οι δύο παραπάνω στόχοι θα πρέπει να ρυθμιστούν νομικά τα ακόλουθα:

- Τακτικός έλεγχος της ιλύος
- Περιορισμός στις εφαρμοζόμενες ποσότητες ανά επιφάνεια εδάφους

- Απαγόρευση εφαρμογής της ιλύος για ορισμένες περιπτώσεις
- Αναλύσεις σε εδάφη που δέχτηκαν ιλύ μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

Στις χώρες όπου επιτρέπεται η χρησιμοποίηση της ιλύος στη γεωργία, επιβάλλεται ήδη από το 1983 η ανάλυση της ιλύος κάθε εξάμηνο, για να διαπιστωθεί το επίπεδο της σε βαριά μέταλλα, όπως: μόλυβδος, κάδμιο, χαλκό, νικέλιο, υδράργυρο και ψευδάργυρο, καθώς επίσης και όσον αφορά τα μακροστοιχεία: άζωτο, φώσφορο, κάλιο, μαγνήσιο και ασβέστιο. Επίσης είναι απαραίτητη η ανάλυση τόσο των εδαφών που υπέστησαν μεταχείριση με ιλύ, όσο και αυτών που πρόκειται να λιπανθούν. Έχουν θεσπισθεί παραδεκτά όρια για την ιλύ αλλά και ανώτερα όρια για τα εδάφη, τα οποία δεν επιτρέπεται να παραβιάζονται(Πίνακας 5.4).

Πίνακας 5.4. Οριακές τιμές σε βαριά μέταλλα στην ιλύ και στο έδαφος και ποσότητες πρόσληψης από τις καλλιέργειες.			
Βαριά μέταλλα	Ιλύ mg/kg	Έδαφος	Πρόσληψη με τις καλλιέργειες g/στρ./έτος
Μόλυβδος (Pb)	1200	100	5,0
Κάδμιο (Cd)	20	3	0,2
Χρώμιο (Cr)	1200	100	0,5
Χαλκός (Cu)	1200	100	7,0
Νικέλιο (Ni)	200	50	1,0
Υδράργυρος (Hg)	25	2	0,1
Ψευδάργυρος (Zn)	3000	300	30,0

Από τη στιγμή που θεσπίζονται μέτρα για τα επιτρεπτά επίπεδα των βαριών μετάλλων στην ιλύ και στα εδάφη θα πρέπει να γνωστοποιούνται οι ποσότητες των στοιχείων, αλλά και η συχνότητα εφαρμογής στο έδαφος τέτοιων υλικών. Παρά τις επιφυλάξεις σχετικά με τις διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε βαριά μέταλλα στην ιλύ ανάλογα με την προέλευση τους και τις διαφορές που υπάρχουν στα εδάφη και τα φυτά η συνιστώμενη ποσότητα ιλύος δεν επιτρέπεται να ξεπερνά σε ξηρά ουσία τα 500 Kg/στρ/3 χρόνια.

Στον Πίνακα 5.5 δίδονται οι ποσότητες των οργανικών ουσιών των μακροστοιχείων και ορισμένων βαριών μετάλλων στην ιλύ σε σύγκριση με το αστικό κομπόστ και

την κοινή κοπριά. Ενώ στην οργανική ουσία οι διαφορές μεταξύ των τριών κατηγοριών που προαναφέρθηκαν είναι σχετικά μικρές, στις αλκαλικές ουσίες η ιλύς και κυρίως τα αστικά κομπόστ είναι κατά 10 φορές πιο περιεκτικές σε σύγκριση με την κοινή κοπριά. Λαμβάνοντας υπ' όψη μόνο αυτό το στοιχείο, η χρήση της ιλύος και του αστικού κομπόστ θα έλεγε κανείς ότι περιορίζεται σε μια ορισμένη κατηγορία εδαφών (κυρίως σε όξινα εδάφη ή σε βαριά, ουδέτερης αλκαλικής αντίδρασης εδάφη). Από τα μακροστοιχεία η ιλύς περιέχει περισσότερο P₂O₅ αλλά ίδιο κάλιο σε σχέση με την κοπριά. Το γεγονός αυτό την καθιστά ευπρόσδεκτη ουσία για ένα μεγάλο ποσοστό ελληνικών, επαρκώς με κάλιο εφοδιασμένων, γεωργικών εδαφών. Οι αγελαδινές κοπριές είναι φτωχότερες σε μικροστοιχεία συγκρινόμενες με την ιλύ και ιδιαίτερα με τα αστικά κομπόστ. Με κριτήριο την περιεκτικότητα σε βαριά μέταλλα, μόνο οι κοπριές ζώων μπορούν ανεπιφύλακτα να συστηθούν στη βιολογική γεωργία.

Ακόμη και στη συμβατική γεωργία η αξιοποίηση της ακατέργαστης ή μη απολυμασμένης ιλύος απαγορεύεται σε μια σειρά από περιπτώσεις, όπως:

- Στα γεωργικά, δασικά και κηπευτικά εδάφη
- Σε σπορώνες και κηπευτικές καλλιέργειες
- Από το 1987 (στη Γερμανία) και στους λειμώνες και στα κτηνοτροφικά φυτά (εξαιρείται το καλαμπόκι ενσίρωσης).

Πίνακας 5.5. Μέσες τιμές σε θρεπτικά στοιχεία της βιολογικής ιλύος, του αστικού κομπόστ και της κοπριάς (kg/10t.). Τα στοιχεία N, P₂O₅, K₂O, CaO και MgO είναι ποσότητες οι οποίες ισοδυναμούν με αντίστοιχες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων των εμπορικών λιπασμάτων.

	10 m ³ βιολογικής λάσπης -90% H ₂ O	10t. πυκνής βιολογικής λάσπης 30-40% ξηρά ουσία	10t. αστικό κομπόστ	10t. κοπριά
Ενεργός οργανική ουσία	300 - 400	1500-2000	900-1500	1800
Αλκαλικής δράσης ουσίες υπολογιζόμενες σε CaO	80 - 200	200 - 500	500-1000	60
N	~5-6	15-20	8-10	15-20
P ₂ O ₅	~10	~30	10	15-20
K ₂ O	0,5-1	άνευ σημασίας	30-40	60-70
MgO	~40	120	50-100	~15
Ολικό S*	5-15	15-45	50 - 300	20-30
Ολικός χαλκός	0,4-2	1,6-8	0,8-1,2	0,02
Ολικός ψευδάργυρος	0,3 - 2,6	1,2-10,5	8,0-12	0,12
Ολικό μαγγάνιο	~0,6	~2,4	4,2-6,0	0,4
Ολικό μολυβδαίνιο	<0,01	<0,1	0,1	0,001
Ολικός μόλυβδος	~0,020	~0,08	0,6 - 3,6	0,03 - 0,04
Το S και τα ιχνοστοιχεία αφορούν ολικές ποσότητες, οι οποίες συμβάλλουν στην κάλυψη των αναγκών των φυτών.				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Χλωρή λίπανση και αμειψισπορά

6.1 Όρος και σκοποί

Η Χλωρή λίπανση, είναι η καλλιέργεια πρόσφορου φυτού και η με τον καιρό ενσωμάτωση του στο έδαφος με σκοπό οι συνθήκες του εδάφους να καταστούν ευνοϊκότερες για την ανάπτυξη των επομένων καλλιεργειών. Χλωρά λιπάσματα επομένως είναι φυτικές ουσίες, τις οποίες ενσωματώνουμε συνήθως επί του τόπου της βλάστησης τους, όταν ακόμη είναι πράσινες (χλωρές), χωρίς προηγουμένως να χρησιμοποιηθούν ως τροφή των κτηνών, προς σκοπό να αυξήσουμε την γονιμότητα του εδάφους ή να αναπληρώσουμε την έλλειψη κοπριάς.

Η χλωρή λίπανση είναι αλλιώς γνωστή και ως καλλιέργεια φυτών για κάλυψη του εδάφους, όταν τα φυτά αυτά καταλαμβάνουν στο έδαφος μόνο μέρος της περιόδου της βλάστησης τους, τον χειμώνα της αρχές άνοιξης, ή όταν χρησιμοποιούνται στους οπωρώνες και τις πολυετείς καλλιέργειες με σκοπό, εν μέρει να προστατεύσουν το έδαφος κατά τους βροχερούς μήνες από την διάβρωση και να συγκρατήσουν την διαλυτή φυτική τροφή και κυρίως να εμπλουτίσουν το έδαφος με οργανική ουσία μέσω του εγκαίρου παραχώματός τους. Επίσης η χλωρή λίπανση λέγεται και καλλιέργεια φυτών συλλεκτικών, όταν αυτά ακολουθούν την αμειψισπορά, άλλες κανονικές καλλιέργειες ή όταν λαμβάνουν την θέση καλλιέργειας που απέτυχε. Η ενσωμάτωση καλαμιάς και ριζών είναι μορφή χλωρής λίπανσης. Τα ευεργετικά αποτελέσματα της χλωρής λίπανσης μέσω λούπινων, κυάμων, βίκου και φασολιών ήταν γνωστά από την αρχαιότητα, όπου εφαρμοζόταν η χλωρή λίπανση από τους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Τα σύγχρονα πειράματα χρησιμοποίησαν μόνο στο να βεβαιώσουν και εξηγήσουν τα ευνοϊκά αυτά αποτελέσματα της χλωρής λίπανσης των επομένων καλλιεργειών. Στην νεώτερη γεωργία η χλωρή λίπανση θεωρείται ως μέρος καλά καταρτισθέντος συστήματος χειρισμού του εδάφους και τυγχάνει εφαρμογής εκεί, όπου είναι δυνατόν, σε κάθε ριζικό σχέδιο προς λίπανση και μόνιμη βελτίωση του εδάφους.

6.2 Φυτά χλωρής λίπανσης

6.2.1 Φυτά που καλλιεργούνται για χλωρή λίπανση

Οι σκοποί της χλωρής λίπανσης πληρούνται πλήρως μέσω "εκείνων των φυτών, τα όποια, από το πολύ φύλλωμα και τις βαθιές ρίζες, έχουν την δύναμη να χρησιμοποιούν και να εναποθηκεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο. Τα καθ' έκαστα φυτά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χλωρή λίπανση, εξαρτώνται από τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε περίπτωσης, όπως το κλίμα, το έδαφος, το είδος της αμειψισποράς, τον ειδικό επιδιωκόμενο σκοπό, την αξία του σπόρου και της καλλιέργειας ως νομής κλπ. Τα φυτά, τα χρησιμοποιούμενα για χλωρά λίπανση μπορούν χάριν ευκολίας να διακριθούν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιλαμβάνει τα φυτά εκείνα, τα οποία περιέχουν άζωτο προερχόμενο εκ της ατμοσφαιράς, το όποιο κατά την ενσωμάτωσή του στο έδαφος πράγματι αυξάνει το άζωτο του εδάφους το προ της χλωρής λίπανσης. Τα φυτά της κατηγορίας αυτής είναι γνωστά κοινώς ως αζωτοσυλλέκτες και ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μη ψυχανθή φυτά, το άζωτο των οποίων λαμβάνεται απευθείας από το έδαφος, στο όποιο μόνο επανέρχεται χωρίς αύξηση. Τα φυτά της κατηγορίας αυτής λέγονται κοινώς καταναλωτές αζώτου, μεταξύ αυτών είναι η σίκαλη, η βρώμη, η ραφανή, το σινάπι, διάφορα αυτόφυτα ζιζάνια και γενικά φυτά γρήγορης και μεγάλης ανάπτυξης.



Τα ψυχανθή ως φυτά της χλωρής λίπανσης. Περισσότερα ψυχανθή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μερική ή ολική χλωρή λίπανση, μεταξύ των οποίων τα παρακάτω παρουσιάζουν περισσότερο πρακτικό ενδιαφέρον για σπορά νωρίς το φθινόπωρο. Τα λούπινα για ελαφρά αμμώδη και μη ασβεστούχα έδαφη, ο βίκος για μετρίως σύστασης και

ασβεστώδη έδαφη, τα κουκιά, η ονοβρύχης, τα τριφύλλια για βαρύτερα έδαφη, τα πίσσα κλπ.

Κατά τον Σταθμό Έρευνας Κτηνοτροφικών Φυτών και Όσπριων Λάρισας χρησιμοποιήσαν ευρύτερα την χλωρή λίπανση, που αυτή τυγχάνει και συμφέρει

οικονομικά και σε φθινοπωρινή σπορά. ενδείκνυται κατά τα μέχρι τώρα πειραματικά του δεδομένα :

α) Για την Νότιο Ελλάδα ο κτηνοτροφικός λάθυρος, καθώς επίσης και ο λάθυρος ο ωχρός για τα φτωχότερα εδάφη και ο βίκος για τα γονιμότερα.

β) Για την Βόρειο Ελλάδα ενδείκνυται ο λάθυρος για τις θερμές και ψύχρες συνθήκες, ο βίκος για τα θερμά και δροσερά γόνιμα εδάφη, το κτηνοτροφικό πίσω για τα δροσερότερα και ψυχρότερα εδάφη, το τριφύλλι το σαρκόχρουν για τα γόνιμα, δροσερά και θερμά εδάφη, σε πρώιμη σπορά και ο μελίλωτος για ελαφρά και αλκαλικά.

6.2.2 Ποια φυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται για χλωρά λίπανση.

Είναι φανερό ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται εκείνα τα φυτά, τα όποια, καλύτερα προσαρμόζονται στο κλίμα, το έδαφος, το εφαρμοζόμενο καλλιεργητικό σύστημα και τον επιδιωκόμενο ειδικότερα σκοπό. Τα ψυχανθή πρέπει να προτιμούνται παντού, όπου η ανάπτυξη τους μπορεί να είναι ικανοποιητική. Το ιδιαίτερο ψυχανθές, που πρέπει να χρησιμοποιηθεί, θα καθορισθεί κυρίως από την εκλογή εκείνου, το οποίο μπορεί ν' αναπτυχθεί σε συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περίπτωση κατά τον μάλλον πλεονεκτικό τρόπο. Τα διάφορα ψυχανθή, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για χλωρά λίπανση στην χώρα μας, είναι μονοετή διακρινόμενα σε σπειρωμένα νωρίς κατά το φθινόπωρο και σε αυτά εαρινής σποράς. Σε άλλες χώρες γίνεται κυρίως χρήση για χλωρά λίπανση και διетών ψυχανθών, ως ειδών τριφυλλιού, όπως και πολυετών. Από άποψη ανάπτυξης του ριζικού του συστήματος τα ψυχανθή διακρίνονται σε πολύ βαθύρριζα (μηδική), των οποίων οι ρίζες αποτελούν το μισό προς το ένα τρίτο του φυτού, και σε αυτά που έχουν ρίζες συγκριτικώς βραχείες και αποτελούν κατά προσέγγιση το ένα έκτο προς το ένα δέκατο του φυτού. Και αυτό, παράλληλα με την αξία του σπόρου την μεγαλύτερη και αφθονότερη ανάπτυξη φυματίων και τις λοιπές συνθήκες, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά την τελική εκλογή μεταξύ περισσοτέρων προσφερομένων ψυχανθών σε συγκεκριμένη περίπτωση γνωστών συνθηκών του σε χλωρά λίπανση κτήματος.

I. Γεωργικός εκμεταλλεύσιμα φυτά

α) Μη ψυχανθή

Αγρωστώδη: οι κόκκοι των σιτηρών που μετά τον αλωνισμό παραμένουν στο χωράφι και βλασταίνουν. Όλα τα είδη των λειμωνίων ειδών.

Σταυρανθή: ελαιοκράμβη, ελαιολάχανο

Διάφορα: ηλιόσποροι, phacelia

β) Ψυχανθή

Βραχύρριζα χορτοδοτικά: λευκό τριφύλλι, κίτρινο τριφύλλι, σουηδικό τριφύλλι, περσικό τριφύλλι, αλεξανδρινό τριφύλλι, βίκος.

Βραχύρριζα καρποδοτικά: σόγια, μπιζέλια, φακές.

Βαθύρριζα: κόκκινο τριφύλλι (σε 2ετή αξιοποίηση), μηδική, λούπινα (άσπρα, μπλε, κίτρινα).

II. Φυτικά είδη που δεν καλλιεργούνται

α) Σποροζιζάνια: σινάπια, αλεπονουρά, χαμομήλι.

β) Ριζοζιζάνια: αγριάδα, τσουκνίδα.

6.2.3 Προετοιμασία για τα φυτά της χλωρής λίπανσης.

Πολλά από τα χρησιμοποιούμενα φυτά για χλωρά λίπανση είναι όχι δύσκολης ανάπτυξης σε κατάλληλες κλιματικές συνθήκες, μάλιστα ευδοκιμούν και σε φτωχά εδάφη, εν αυτού πρέπει να ληφθούν προφυλάξεις για την επιτυχία τους. Τα σπουδαιότερα σημεία, τα οποία έχουν ανάγκη προσοχής είναι τα εξής: α) προετοιμασία του εδάφους. Το έδαφος πρέπει να έχει καλλιεργηθεί καλά πριν τη σπορά, ειδικά στην περίπτωση των ψυχανθών, επί πλέον να έχει και βαθιά κατά το δυνατόν αρωθεί. β) Εφαρμογή ασβεστώσεως. Μπορεί να γίνει, εάν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις οξύτητας του εδάφους, δεδομένου ότι σε αυτήν πολλά ψυχανθή είναι ευπαθή, γ) Προσθήκη λιπάσματος. Σε περιπτώσεις φτωχών εδαφών είναι επιβεβλημένη η χρήση λιπασμάτων φωσφοροκαλιούχων για τα ψυχανθή και μικρές ποσότητες αζώτου για την πρώτη κρίσιμη περίοδο της ανάπτυξης τους και πλήρων λιπασμάτων για τα μη ψυχανθή. δ) Εμβολιασμός του εδάφους. Για ψυχανθή, στο

πρώτο καλλιεργούμενα, συχνά είναι ωφέλιμος ο εμβολιασμός του εδάφους για το συγκεκριμένο είδος, για να προκληθεί η ανάπτυξη των φυματίων επί των ριζών και ο σχηματισμός αζωτούχων ενώσεων από το ατμοσφαιρικό άζωτο. Εύκολα γίνεται ο εμβολιασμός πρακτικά μέσω της διασποράς λίγου χώματος προερχομένου από έδαφος, για να καλλιεργηθεί το ψυχανθές. ε) Σχέσεις τους με τα διαφορά εδάφη. Τα ελαφρά, αμμώδη εδάφη γενικά ευνοούνται περισσότερο από την εφαρμογή της χλωρής λίπανσης, καθώς είναι φτωχά σε θρεπτικές ουσίες, οργανικές ουσίες, ελλιπή σε άζωτο, πορώδη και ανίκανα να κρατήσουν αρκετή υγρασία για ικανοποιητικές αποδόσεις πρέπει επομένως να γίνει η χλωρά λίπανση, για να παρασχεθεί άζωτο, οργανική ουσία και να συγκρατηθεί η υγρασία. Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας είναι γρήγορη μέσω της δράσης των μικροοργανισμών και κατά συνέπεια γρήγορη και η απώλεια της, λόγω της πορώδους καταστάσεως τους και του εύκολου αερισμού τους. Είναι φανερό, ότι στα αμμώδη ελαφρά εδάφη η χλωρά λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται συχνότερα.

Κατά την ανάπτυξη των φυτών της χλωρής λίπανσης στα ελαφρά εδάφη ιδίως, αντιμετωπίζεται η σοβαρή δυσκολία συχνά της περιορισμένης διαθέσιμης υγρασίας για την αύξηση τους και η οποία τα ξηρά έτη διακυβεύει την επιτυχία της χλωρής λίπανσης. Επίσης τα φυτά της χλωρής λίπανσης μπορούν να εξαντλήσουν την υγρασία του εδάφους, κατά την ανάπτυξη τους ώστε, παρόλη την καλή ανάπτυξη αυτών, να ζημιωθεί η ακολουθούσα κυρία καλλιέργεια από έλλειψη υγρασίας. Η υπερβολική ξηρασία του εδάφους συνεπάγεται γενικά την ελάττωση των βακτηρίων του εδάφους των αναγκαίων για την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και την τελική μετατροπή του αζώτου αυτής στην νιτρική μορφή, στην οποία εύκολα αφομοιώνεται από τα φυτά. Συνεπώς η χλωρά λίπανση διακυβεύεται σε έδαφος υπερβολικά ξηρό. Η ενσωμάτωση μεγάλης ποσότητας οργανικής ουσίας σε ελαφρό έδαφος αυξάνει το πορώδες του και κατά συνέπεια την ταχύτητα της εξατμίσεως του νερού του εδάφους. Εντεύθεν συνάγεται, ότι πρέπει να λαμβάνεται φροντίδα, ώστε να μη παραχώνεται πολύ μεγάλη ποσότητα εφ' άπαξ οργανικής ουσίας στην περίπτωση ογκωδών καλλιεργειών, ειδικώς εάν αυτές αναπτυχθούν επί τοςούτον, ώστε να καταντήσουν κάπως ξηρές, καλό είναι να θερίζουμε μέρος σημαντικό του φυτού, χώνοντας μόνο τα υπολείμματα της καλαμιάς και τις ρίζες. Η υπερβολική εξάτμιση του νερού μπορεί να ελαττωθεί στα ελαφρά εδάφη μετά την ενσωμάτωση των φυτών της χλωρής λίπανσης μέσω της συμπίεσης της επιφανείας με κυλίνδρισμα, όπου αυτό είναι εφικτό. Ενώ τα ελαφρά εδάφη κατά τα παραπάνω ευνοούνται από την χλωρά λίπανση, τα βαρέα εδάφη βελτιώνονται σε αυτές

τις συνθήκες. Σημειώνουμε παρακάτω μερικές από τις μάλλον χτυπητές διαφορές σε συντομία. Η αύξηση της συγκρατητικής σε νερό δύναμης των βαρέων εδαφών είναι λιγότερο σπουδαία, παρά στα ελαφρά εδάφη. Η αποσύνθεση στα βαρέα εδάφη των φυτών της χλωρής λίπανσης είναι πιο αργή, η οργανική ουσία συνεπώς διατηρείται μακρύτερο χρόνο και ως εκ τούτου η εφαρμογή της χλωρής λίπανσης δεν χρειάζεται να είναι συχνή. Η απώλεια νιτρικού αζώτου μέσω των υδάτων της αποστραγγίσεως είναι μικρότερη στα βαρέα εδάφη. Η χλωρά λίπανση είναι μάλλον αποτελεσματική, για να διαφυλάξει την απώλεια του νιτρικού αζώτου στα ελαφρά εδάφη μέσω των υδάτων της αποστραγγίσεως.

Η απώλεια νιτρικού αζώτου ως ελευθέρου αζώτου, με εξαίρεση των κάθυγρα εδαφών, λαμβάνει χώρα όχι συχνά στα βαρέα εδάφη. Άλλη σοβαρή διαφορά είναι, ότι στα βαρέα εδάφη η ανάπτυξη της ανοίξεως των φυτών είναι λιγότερο γρήγορη παρά στα ελαφρά εδάφη, πράγμα που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά την εκλογή, των φυτών της χλωρής λίπανσης. Μεγαλύτερη φροντίδα χρειάζεται για την εκλογή των φυτών της χλωρής λίπανσης για τα βαρέα εδάφη. Η κάλυψη πρέπει να γίνεται λιγότερο βαθιά στα βαρέα παρά στα ελαφρά εδάφη, δεδομένου ότι πολύ βαθιά κάλυψη επιβραδύνει την αποσύνθεση της φυτικής ύλης και προκαλεί την συσσώρευση οργανικών οξέων στο έδαφος. Η αποσύνθεση των φυτών της χλωρής λίπανσης μπορεί να επιταχυνθεί μέσω της διασποράς επί της επιφάνειας ενός περίπου τόνου ανά στρέμμα μερικώς αποσυντεθειμένης κοπριάς προ του παραχώματος, προς εμβολιασμό του εδάφους με ισχυρά βακτήρια, τα οποία προκαλούν την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

6.2.4 Φυτά που αναπτύσσονται μετά την χλωρή λίπανση.

Γενικά, καλό είναι στους αγρούς, τη χλωρά λίπανση να διαδέχεται καλλιέργεια σκαλιστική, ο αραβόσιτος, ο βάμβακας, ο καπνός, τα γεώμηλα. Η καλλιέργεια και το σκάλισμα των φυτών αυτών, παράγει συνθήκες ευνοϊκές για την αποσύνθεση της φυτικής ουσίας και κατά συνέπεια αυξάνει τις αφομοιώσιμες τροφές. Η σίκαλη και η βρώμη γενικά ευδοκιμούν μετά την χλωρά λίπανση, ενώ το σιτάρι και η κριθή δίνουν, ευμετάβολα αποτελέσματα. Επί των δενδρωδών και πολυετών καλλιεργειών, οι εργασίες της άνοιξης διευκολύνουν την αποσύνθεση.

6.2.5 Συνθήκες και μέθοδοι χρήσης της χλωρής λίπανσης.

Πότε πρέπει να εφαρμόζεται η χλωρά λίπανση. Η αλόγιστη εφαρμογή της χλωρής λίπανσης δεν είναι αξιόσύστατη, εφαρμοζόμενη όμως αυτή κανονικά και όταν εμφανίσετε, είναι κατεξοχήν αποτελεσματική, αντίθετα σε τινές συνθήκες ενδέχεται να αποβεί ανωφελής ή και επιζήμια. Η χλωρά λίπανση μπορεί να εφαρμοσθεί επωφελώς για την βελτίωση εδαφών φτωχών σε άζωτο και οργανικές ουσίες, δεδομένου ότι αυτά τα εδάφη είναι πάντοτε ελαττωματικά σε ότι άφορα ίδια την φυσική τους κατάσταση. Ειδικά, η χλωρά λίπανση είναι αποτελεσματική σε ελαφρά αμμώδη εδάφη και επίσης σε βαρέα αργιλώδη εδάφη, ωσαύτως επωφελώς μπορεί να εφαρμοσθεί στους ελαιώνες, σπυρώνες, αμπελώνες κλπ. Σε εδάφη με καλή φυσική κατάσταση, τα οποία δίνουν ικανοποιητικά εισοδήματα, η χλωρά λίπανση πρέπει να χρησιμοποιείτε μόνο κατά διαστήματα ικανά να διατηρήσουν τις οργανικές ουσίες του εδάφους και το άζωτο του. Αυτό στους αγρούς κατορθώνεται κανονικά μέσω της αγωγής τινός ψυχανθούς στον κύκλο μιας καλής αμειψισποράς. Όταν η ζωική κοπριά βρίσκεται σε αφθονία, όπως συμβαίνει στις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε ως φυτά για την χλωρά λίπανση μόνο ψυχανθή κτηνοτροφικά, των οποίων το ρίζωμα και τα υπολείμματα της καλαμιάς θα χρησιμοποιηθούν για χλωρά λίπανση, με συμπλήρωση όμως κοπριάς, για παροχή στο έδαφος οργανικής ουσίας και αζώτου. Η εφαρμογή της χλωρής λίπανσης σε πολύ ξηρές περιοχές δεν είναι εύχρηστη χωρίς άρδευση, όπου αυτή είναι δυνατή, δεδομένου ότι με ανεπάρκεια υγρασίας η φυτική ουσία αποσυντίθεται βραδύτατα και αφήνει το έδαφος πλήρες κενού αέρα και προκαλεί απώλεια νερού μέσω της εξατμίσεως.

6.2.6 Χρόνος κατάλληλος για την ενσωμάτωση της χλωρής λίπανσης.

Ο χρόνος είναι μεγάλης σημασίας και, εξαρτάται από πολλούς όρους, μεταξύ των οποίων είναι η εποχή της σποράς και ανάπτυξης, οι συνθήκες και ο χαρακτήρας του εδάφους, ο βαθμός της ωριμάνσεως των φυτών της χλωρής λίπανσης, καθώς και ο καιρός και οι εποχιακές συνθήκες. Γενικά, πρέπει να γίνεται η ενσωμάτωση των φυτών, όταν είναι ακόμη πράσινα και πλήρη υγρασίας (στο ανθό όπως λέγεται), δεδομένου ότι αποσυντίθενται πολύ γρήγορα. Ειδικά στα ελαφρά εδάφη, εάν αφεθούν τα φυτά να

ωριμάσουν, ώστε να σχηματίσουν ξηρά και ξυλώδη στελέχη, η αποσύνθεση βραδύνει και το υλικό μένει αναλλοίωτο για πολύ στο έδαφος, με αποτέλεσμα την αποξήρανση του εδάφους μέσω της αύξησης της εξατμίσεως, λόγω της ανώμαλης χαλαρότητας του εδάφους και κατά συνέπεια σοβαρή ελάττωση των βακτηρίων του εδάφους, τα όποια αποσυνθέτουν την οργανική ουσία. Τέτοιος κίνδυνος υπάρχει μεγαλύτερος στα ελαφρά παρά στα βαρέα εδάφη. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να συμβεί, εάν η ενσωμάτωση γίνει, όταν το έδαφος είναι ξηρό. Άριστα αποτελέσματα έχουμε μόνο όταν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος, για να εξασφαλίσει την γρήγορη αποσύνθεση της φυτικής ουσίας. Αργή αποσύνθεση με επιβλαβή αποτελέσματα, όπως απεδείχθη και πειραματικά, λαμβάνει χώρα, όταν μεγάλη ποσότητα πράσινης ύλης χώνεται με θερμό και ξηρό καιρό ή όταν ξηρά θερμή κατάσταση επακολουθήσει η ενσωμάτωση των φυτών. Η ιδανική συνθήκη για την γρήγορη αποσύνθεση, χωρίς απώλεια αζώτου, είναι αφθονία υγρασίας και θερμότητας.

Κατά την ενσωμάτωση των φυτών της χλωρής λίπανσης, το υλικό πρέπει ομαλώς να κατανέμεται από την επιφάνεια στον πυθμένα της αυλακιάς. Η ενσωμάτωση εκτελείται, είτε μέσω της τσάπας (μικρή καλλιέργεια), είτε μέσω του αρότρου, αφού προηγουμένως κυλινδρισθεί το έδαφος. Ενίοτε, για να διευκολυνθεί η ενσωμάτωση, θερίζουν προηγουμένως. Όταν το έδαφος είναι φτωχό σε ασβέστιο, συνιστάται η διασπορά ασβεστίου στην κομμένη βλάστηση με αποτέλεσμα την ταχύτερη αποσύνθεση και εντατικότερη νιτροποίηση. Μετά ένα περίπου μήνα, το έδαφος οργώνεται πάλι. Η ενσωμάτωση του χλωρού λιπάσματος πρέπει να προηγείται αρκετό χρόνο της καλλιέργειας, η οποία θα επακολουθήσει για να συντελεσθεί η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και κατακαθίσει το έδαφος. Πριν σκάψουμε το λιπανθέν έδαφος, εάν δεν έχει ακόμη κατακαθίσει, πρέπει να δοθεί κυλίνδρισμα.

6.2.7 Επίδραση της επόμενες καλλιέργειες.

Πολυάριθμα πειράματα χλωρής λίπανσης, που έγιναν σε μεγάλη ποικιλία συνθηκών, εδάφους και κλίματος, απέδειξαν ότι αυτή, καλά ενεργούμενη και επιτυγχάνουσα, αυξάνει γενικά και κατά πολύ την απόδοση των επομένων καλλιεργειών. Είναι αξιοσημειώσεως, ότι τα αποτελέσματα της χλωρής λίπανσης μέσω ψυχανθών διαρκούν περισσότερα έτη. Εν αυτού μπορεί να συμβεί, καλλιέργειες οι όποιες αμέσως μετά την χλωρά λίπανση με ψυχανθή να επηρεασθούν δυσμενώς π.χ. όταν μεγάλη ποσότητα

οργανικού αζώτου ενσωματωθεί στο έδαφος για χλωρή λίπανση ακολουθούμενης σε θερμού και υγρού καιρού, ευνοούντος την γρήγορη αποσύνθεση μετασχηματισμού νιτρικού αζώτου. η καλλιέργεια μπορεί να λάβει πάρα πολύ αφομοιώσιμο άζωτο για την κανονική της ανάπτυξη και να αναπτύξει άφθονο στέλεχος και φύλλα, όπως στην περίπτωση υπερβολικής χρήσης κοπριάς. Με τις συνθήκες αυτές η ωρίμανση του καρπού επιβραδύνεται και γενικά ελαττώνεται το εισόδημα στον σίτο και στο κριθάρι, το άχυρο αναπτύσσεται υπερβολικά, λαμβάνει χώρα το πλάγιασμα και η απόδοση του καρπού ελαττώνεται. Η γενίκευση της χρήσης των χλωρών λιπασμάτων, πλην των σημειωθέντων τεχνικών λόγων, δυσκολεύεται και για οικονομικούς λόγους, γιατί 1) είναι οικονομικότερο να καταναλωθεί το προϊόν χλωρό από τα ζώα, δεδομένου ότι αυτά συνήθως κρατούν 5-10 % του αζώτου των τροφών και αποδίνουν στα περιττώματά τους 90-95 % αυτού, 2) Στις γαίες των οποίων η μισθωτική αξία (αγροί) είναι μεγάλη, το ατμοσφαιρικό άζωτο κοστίζει ακριβά, ιδίως όταν το προς λίπανση φυτό καταλαμβάνει το έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα, όποτε σημειώνεται απώλεια, κυρίως συγκομιδής, η οποία θα μπορούσε να πωληθεί και 3) τα καλλιεργούμενα ψυχανθή, αδιάφορα του προσρισμού τους, βελτιώνουν το υπέδαφος. Παρά τα παραπάνω όμως, η χλωρά λίπανση διατηρεί ακέραια την σημασία της και ιδιαίτερώς συνίσταται σε εδάφη υποβληθέντα σε εξαντλητική εκμετάλλευση, φτωχά σε οργανική ουσία, δύσκολος προσιτά, όπου η μεταφορά κοπριάς είναι ασύμφορη ή όπου αυτή σπανίζει και σε θερμά κλίματα και ξηρά εδάφη, μέχρι τόσο όμως βαθμού ξηρότητας, ώστε να πιθανολογείτε η σε όλα η επιτυχία της.

6.3 Θρεπτικά στοιχεία και αποδόσεις

Η ύλη των φυτών της χλωρής λίπανσης εμφανίζει στενό πηλίκο C/N, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 10-15:1. Έτσι όταν τα φυτά θεριστούν εγκαίρως και ενσωματωθούν με προσοχή στο έδαφος, αποσυντίθενται σχετικά γρήγορα και συμβάλλουν στην αύξηση του χούμου, των βιολογικών δραστηριοτήτων και στη βελτίωση της δομής του εδάφους. Οι θετικές επιδράσεις που προαναφέρθηκαν δεν περιορίζονται μόνο στα επιφανειακά στρώματα αλλά επεκτείνονται και στα βαθύτερα. Από τη βιολογική δραστηριότητα κινητοποιούνται θρεπτικά στοιχεία από τις παρακαταθήκες του εδάφους (ανόργανη και οργανική φάση) και από τα οργανικά υλικά της χλωρής λίπανσης, τα οποία εκμεταλλεύονται οι καλλιέργειες που ακολουθούν μετά τη χλωρή

λίπανση. Οι πιθανές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που παραμένουν στο έδαφος μετά την εφαρμογή της χλωρής λίπανσης δίδονται στον Πίνακα 6.1. Τα στοιχεία του πίνακα αυτού μαρτυρούν ότι τα τριφύλλια υπερτερούν αισθητά των άλλων ειδών από κάθε άποψη (ποσότητα υπολειμμάτων και θρεπτικά συστατικά). Είναι επιθυμητό η αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων ανεξαρτήτως προέλευσης (άχυρα κ.ο.κ.) να είναι έντονη κατά το Φθινόπωρο.

Πίνακας 6.1. Ποσότητες υπολειμμάτων και θρεπτικών στοιχείων των διαφόρων ειδών της χλωρής λίπανσης.				
Τρόποι σποράς της χλωρής λίπανσης και είδη	Υπολείμμα τα kg/στρ.	Θρεπτικά στοιχεία Kg/στρ.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Σπορά μετά τη συγκομιδή της κύριας καλλιέργειας με: μπιζέλι, βίκο, ελαιοκράμβη, σινάπια	60-100	1,3-2,9	0,4- 0,6	1,7- 2,4
2. Σπορά κάτω από την κύρια καλλιέργεια: άσπρο τριφύλλι, σουηδικό τριφύλλι	210-380	7,3- 13,3	2,2- 3,0	4,8- 7,7
3. Χειμερινά ενδιάμεσα φυτά: μείγματα ψυχανθών με αγρωστώδη, πράσινη σίκαλη	140-290	3,3-3,7	0,7- 0,9	3,0- 5,2

Όταν δεν παρεμποδίζεται το φαινόμενο της αποσύνθεσης των υπολειμμάτων, οι χλωρές λιπάνσεις από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη οδηγούν σε συμφέρουσα αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών που ακολουθούν. Οι πατάτες, όπως δείχνει ο Πίνακας 6.2, αντιδρούν θετικά στην εφαρμογή της χλωρής λίπανσης. Μάλιστα η χλωρή λίπανση συναγωνίζεται ακόμη και την κοπριά. Όσον αφορά τις ποικιλίες της πατάτας, οι όψιμες αντιδρούν πιο έντονα απ' ό,τι οι πρώιμες ποικιλίες άλλωστε η πρώτη κατηγορία (όψιμες), όπως είναι ευρέως γνωστό, υπερτερεί σε απόδοση της δεύτερης (πρώιμες).

Πίνακας 6.2. Επίδραση της λίπανσης ενός αμμόδους εδάφους με κοπριά και χλωρή λίπανση στην απόδοση της πατατοκαλλιέργειας (αναφ. από τον Bachthaler 1976).

Οργανική λίπανση	Πρώιμη ποικιλία		Όψιμη ποικιλία	
	τον./στρ.	σχετικά	Τον./στρ.	σχετικά
2,4 τόνοι./στρ. κοπριά Μ.Ο. 1948-1955	2,21	100	2,59	100
Χλωρή λίπανση Μ.Ο. 1956-1963	2,44	111	3,06	118

6.3.1 Οργανική ουσία.

Η μάλλον εκτεταμένη και ενδιαφέρουσα επίδραση κάθε χλωρής λίπανσης είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία και σε ποσότητες αυτής που ποικίλουν ανάλογα του φυτού που καλλιεργούμε και της ανάπτυξης του. Μία συνήθης χλωρή λίπανση, περιλαμβανομένων και των ριζών μπορεί να παράσχει στο έδαφος ανά στρέμμα 1 έως 2 τόνους υλικού, από αυτό το ένα πέμπτο αποτελείται από ξηρά ουσία και τα τέσσερα πέμπτα από νερό. Εννοείται, ότι οι παραπάνω ενδεικτικοί αριθμοί μπορεί να είναι μεγαλύτεροι ή μικρότεροι αναλόγως της επιτυχίας των φυτών της χλωρής λίπανσης. Χωρίς αντίρρηση δεν υπάρχει άλλος καλύτερος τρόπος προσθήκης τόσο μεγάλης ποσότητας οργανικής ουσίας στο έδαφος και τόσο ευνοϊκός στις επικρατούσες καλλιεργητικές συνθήκες. Η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας συνοδεύεται από όλες τις ευεργετικές επιδράσεις, οι οποίες χαρακτηρίζουν το σπουδαίο αυτό συστατικό του εδάφους, οι ρίζες αποσυντίθενται πρώτα, κατόπιν τα μάλλον εύχυμα μέρη του υπέργειου μέρους και τέλος τα περισσότερο ξυλώδη μέρη των φυτών της χλωρής λίπανσης.

6.3.2 Διατήρηση των διαλυτών θρεπτικών συστατικών του εδάφους.

Σε εδάφη που δεν καλύπτονται από βλάστηση για αρκετό χρόνο, όπως στην περίπτωση εκτάσεως, η οποία μένει χέρσα μετά την συγκομιδή κατά το θέρος και το φθινόπωρο, υπάρχει κίνδυνος απώλειας νιτρικού αζώτου κατά τον ένα ή τον άλλο κατά τα παρακάτω σημειούμενο τρόπο. 1) το νιτρικό άζωτο εύκολα χάνεται μέσω του νερού

της αποστράγγισης, 2) σε αυτές τις συνθήκες τα νιτρικά άλατα αποσυντίθενται σε ελεύθερο άζωτο. Γενόμενα πειράματα απέδειξαν πλήρως, ότι στα ύδατα της αποστραγγίσεως υπάρχει ελαχίστη, αν όχι ουδεμία, ποσότητα αζώτου, όταν το έδαφος είναι καλυμμένο με βλάστηση, καθόσον αυτό απορροφάται από τα φυτά της χλωρής λίπανσης και αποτελεί μέρος του σώματος αυτών. Επί πλέον σε παρόμοιες συνθήκες το νιτρικό άζωτο, ελάχιστα διατρέχει κίνδυνο να χαθεί, ως ελεύθερο άζωτο. Η διαλυτή φυτική τροφή χρησιμοποιείται από τα φυτά της χλωρής λίπανσης με ελάχιστο στο μεταξύ κίνδυνο απώλειας αυτής σε κανονικές συνθήκες. Φυτά που έχουν εκτεταμένο ριζικό σύστημα είναι αποτελεσματικά για την συλλογή, συγκέντρωση και συγκράτηση της φυτικής αυτής τροφής. Το άζωτο, ως νιτρικό, μπορεί να χαθεί ετησίως σε ποσότητα ενδεικτική 10 χιλ/μωv ή και περισσότερο ακόμη ανά στρέμμα σε χέρσο έδαφος και σε περιοχές μάλλον υγρές. Η απώλεια αυτή είναι μεγαλύτερη σε ελαφρά εδάφη. Όσον άφορα τις άλλες συνθήκες, κατά τους θερμούς θερινούς μήνες, ειδικά τον Ιούλιο και Αύγουστο, η νιτροποίηση συνήθως λαμβάνει χώρα γρήγορα στο έδαφος, εάν συντρέχει η αναγκαία προς αυτό υγρασία του, το νιτρικό άζωτο χάνεται ταχύτερα, παρά κατά τις άλλες περιόδους του έτους. Όταν το σιτάρι καλλιεργείται συνεχώς σε αυτό το έδαφος χωρίς ενδιάμεση καλλιέργεια χλωρής λίπανσης, έχει βρεθεί πειραματικά στην Αμερική, ότι μπορούν να χαθούν από το έδαφος 4 έως 6 κιλά αζώτου για κάθε κιλό που χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια αυτή.

6.3.3 Προσθήκη αζώτου.

Λόγω της ικανότητας να χρησιμοποιούν το ατμοσφαιρικό άζωτο για την ανάπτυξη τους, όταν οι ρίζες τους φέρουν κανονικώς φυμάτια, τα ψυχανθή χρησιμοποιούμενα ως φυτά της χλωρής λίπανσης εμπλουτίζουν την ποσότητα του αζώτου του εδάφους. Τα ψυχανθή περιέχουν 5 έως 10 κιλά ή και περισσότερο ανά στρέμμα άζωτο, μη συμπεριλαμβανομένης της καλαμιάς και των ριζών, οι ποσότητες αυτού εξαρτώνται από το είδος, την ωριμότητα, την συγκομιδή κλπ. του ψυχανθούς. Συμπεριλαμβάνοντας ολόκληρο το φυτό και σε πλήρη ανάπτυξη του, τόσο δηλαδή των ριζών, όσο και του υπέργειου μέρους του, η ολική ποσότητα του αζώτου συνήθως μπορεί να φθάσει 10 έως 15 κιλά το στρέμμα. Ολόκληρο το άζωτο δεν λαμβάνεται από τον αέρα, σημαντικό όμως ποσοστό αυτού, υπολογιζόμενο στα δύο τρίτα, προέρχεται από τον αέρα, τις ακριβείς ποσότητες που ποικίλλει αναλόγως του φυτού και των συνθηκών της

ανάπτυξης του. Οι αζωτούχες ενώσεις της φυτικής ουσίας των φυτών της χλωρής λίπανσης υπόκεινται σε αποσύνθεση στο έδαφος με τελική επιθυμητή μετατροπή τους σε νιτρικό άζωτο με την δράση των αερόβιων μικροβίων. Έτσι εάν η προστεθείσα ποσότητα του αζώτου στο έδαφος είναι 5 κιλά ανά στρέμμα, αυτή ισοδυναμεί προς 30 κιλά περίπου νιτρικού νατρίου.

Τα ψυχανθή έχουν την ειδική ικανότητα να κάνουν χρήση του ατμοσφαιρικού αζώτου και όχι να εμπλουτίζουν το έδαφος σε άζωτο. Μέσο της ευρύτερης αγωγής των ψυχανθών στην αμειψισπορά και της γενικότερης κατά το δυνατό εφαρμογής της μέσο ψυχανθών χλωρής λίπανσης, είναι εύκολα δυνατό να ελαττώσουμε αισθητώς τις σε αζωτούχα χημικά λιπάσματα ανάγκες των φυτών.

Είναι ουσιώδες για την ευδοκίμηση των ψυχανθών, το έδαφος να είναι εφοδιασμένο με τους ειδικούς για κάθε ομάδα ψυχανθών, μικροοργανισμούς. Πολλά ψυχανθή είναι βαθύρριζα και αντλούν φωσφόρο και κάλιο για τις ανάγκες τους εκ του υπεδάφους, κατά την αποσύνθεση τους εμπλουτίζουν τα ανώτερα στρώματα του εδάφους με τα στοιχεία αυτά για τις επόμενες καλλιέργειες.

Τα ψυχανθή για την ευδοκίμηση τους απαιτούν άφθονο φωσφόρο, κάλιο και ασβέστιο, για να χρησιμοποιήσουν περισσότερο ατμοσφαιρικό άζωτο. Όλα σχεδόν τα ψυχανθή δεν αναπτύσσονται σε όξινα εδάφη, εκτός των λούπινων, του «χρυσού αυτού φυτού», όπως λέγεται, των αμμωδών εδαφών. Ουδεμία χρειάζεται παροχή αζωτούχου λίπανσης, καθώς όταν υπάρχει αφομοιώσιμο άζωτο στο έδαφος, τα ψυχανθή κάνουν κατά προτίμηση χρήση αυτού αντί του ατμοσφαιρικού αζώτου. Ενώ όμως αυτό είναι αληθές για την κυρία περίοδο της ανάπτυξης των ψυχανθών, είναι συνήθως αξιολύπητο στην περίπτωση πολλών εδαφών, να παρέχουμε λίγο νιτρικό άζωτο για την πρώτη « κρίσιμη » περίοδο της ανάπτυξης τους. Στα βαριά αργιλώδη εδάφη τα εφοδιασμένα με ανθρακικό ασβέστιο και οργανική ουσία, η χρήση κατά μέσο όρο 50 χιλ/μων υπερφωσφορικού λιπάσματος (16%) η αναλογία πυκνού πριν τη σπορά θεωρείται ικανοποιητική με ελάχιστη ποσότητα καλίου, ενώ στα αμμώδη εδάφη αμφοτέρωτα τα φωσφορούχα και καλιούχα λιπάσματα χρησιμοποιούνται επωφελώς. Τέλος σημειώνουμε, ότι τα ψυχανθή, έχουν μεγάλη γεωργική σημασία για την χλωρά λίπανση, για ζωοτροφή, για τροφή του ανθρώπου και για χλωρή νομή ή σανούς. Πρέπει γενικότερα να καλλιεργούνται και να χρησιμοποιούνται ευρύτερα στην αμειψισπορά, ως κατ'εξοχήν βελτιωτικά φυτά του εδάφους, της θρέψης του ανθρώπου και της

κτηνοτροφίας. Οι βοσκές μπορούν να βελτιωθούν μέσω της περιοδικής βοσκήσεως τους και μέσω της αφθόνου νωρίς λίπανσης τους με πλήρη λίπανση ή και με επιφανειακή αζωτούχο λίπανση για ικανοποιητική ανάπτυξη των φυόμενων σε αυτά ψυχανθών και αγρωστωδών.

6.3.4 Συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων.

Στην περίπτωση φυτών, των οποίων οι ρίζες εισχωρούν στο υπέδαφος, οι ενώσεις του αζώτου, φωσφόρου και καλίου, συλλέγονται από όλα τα μέρη του εδάφους. Όταν δε τα φυτά αποσυντίθενται, εναποτίθενται στα ανώτερα στρώματα του εδάφους, για αυτό και συγκεντρώνονται πιο κοντά στις ρίζες των επομένων φυτών. Στην περίπτωση των ψυχανθών η συγκέντρωση του αζώτου καθίσταται μεγαλύτερη παρά στις άλλες περιπτώσεις, δεδομένου ότι έχουμε όχι μόνο το άζωτο που έλαβε από το υπέδαφος, αλλά επίσης και αυτό που δεσμεύθηκε από τον αέρα.

6.3.5 Μεταβολή των θρεπτικών στοιχείων.

Η επίδραση των αναπτυσσομένων ριζών φαίνεται, ότι είναι αποτελεσματική μέσω των εκκρίσεων αυτών, και κάνει κάποιες αναφομοιώτες τροφές (φωσφόρο και κάλιο) σε εύκολα αφομοιώσιμες. Οι τροφές αυτές χρησιμοποιούνται από τα φυτά και στην περίπτωση της χλωρής λίπανσης επανέρχονται στο έδαφος σε μορφές μάλλον αφομοιώσιμες, παρά πριν τη χρησιμοποίησή τους από τα φυτά της χλωρής λίπανσης.

6.3.6 Μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων από το υπέδαφος.

Φυτά βαθύρριζα συλλέγουν από το υπέδαφος σημαντικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, τις οποίες αφήνουν στην επιφάνεια μετά την αποσύνθεσή τους και καθιστούν αυτές αφομοιώσιμες προς χρήση των επομένων καλλιεργειών. Η μηδική είναι φημισμένη για το μήκος των ριζών της, το οποίο σε ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να φθάσει 4 έως 10 μέτρα ή και περισσότερο.

6.3.7 Επίδραση στην βακτηριακή χλωρίδα του εδάφους.

Τα διάφορα είδη των βακτηρίων, τα όποια μετατρέπουν το οργανικό άζωτο βρέθηκε, ότι ευδοκιμούν παρουσία οργανικής ουσίας παρεχόμενης στο έδαφος, μέσω της χλωρής λίπανσης. Στα εδάφη που μένουν χέρσα, για κάποιο διάστημα του έτους, όπως στην περίπτωση της συνεχούς καλλιέργειας σιταριού, επικρατούν βακτήρια, τα όποια αποσυνθέτουν τον χούμο και αφήνουν ελεύθερο άζωτο. Τα βακτήρια αυτά επίσης βρέθηκε, ότι εξαφανίζονται κατά το περισσότερο σε εδάφη, όπου έλαβε χώρα χλωρά λίπανση, ειδικώς όταν τα ψυχανθή άγονται στον κύκλο των φυτών της αμειψισποράς.

6.3.8 Βελτίωση του υπεδάφους.

Όσα φυτά έχουν πασσαλώδης ρίζες διατρυπούν το υπέδαφος βαθιά και όταν οι ρίζες τους αποσυντίθενται, ανοίγουν, με κάποιο τρόπο, διόδους για την διήθηση του νερού και την κυκλοφορία του αέρα.

6.3.9 Σχέση προς την επιφάνεια του εδάφους.

Όταν χρησιμοποιούμε την χλωρή λίπανση ως καλλιέργεια προς κάλυψη του εδάφους, αυτή χρησιμεύει να προστατεύσει την επιφάνεια του εδάφους από έκπλυση και διάβρωση, ειδικώς σε λοφώδες εκτάσεις, και στην περίπτωση ελαφρών εδαφών από το να παρασυρθεί το χώμα από ισχυρούς ανέμους. Στα εδάφη, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τα φυτά της χλωρής λίπανσης διατηρούν το συσσωρευμένο χιόνι και το έδαφος μένει θερμότερο και προλαμβάνεται η ζημία στις ρίζες από τις εναλλαγές πήξεως, και τήξεως του εδάφους. Σε κάποιες περιπτώσεις, όπου το φύλλωμα είναι εκτεταμένο, το έδαφος σκιάζεται και προστατεύεται από την απώλεια υγρασίας μέσω της εξατμίσεως.

6.3.10 Επίδραση στην ανάπτυξη των οπωρώνων.

Τα φυτά της χλωρής λίπανσης στους οπωρώνες συναγωνίζονται τα δένδρα για τις τροφές και το νερό. Στην περίπτωση εδαφών που περιέχουν νιτρικό άζωτο σε

ποσότητες τέτοιες, ώστε να προκαλείται παρατεταμένη και χυμώδης ανάπτυξη νέου ξύλου υποκειμένου σε βλάβη από τους παγετούς του χειμώνα, εφόσον αυτό δεν ωρίμασε, η χλωρή λίπανση χρησιμοποιεί το πλεονάζον άζωτο, σταματά την όψιμη αύξηση των δένδρων και προκαλείται πρόωμη ωρίμανση του ξύλου. Τέλος πρέπει να γίνει καθαρισμός του εδάφους από τα ζιζάνια. Η πλούσια βλάστηση, η οποία στα περισσότερα των ψυχανθών υφίσταται μέχρι της ωριμάνσεως, σκιάζει το έδαφος και προστατεύει αυτό εναντίον πολλών ζιζανίων, τα οποία αποπνίγονται.

6.4 Πρακτικά συμπεράσματα.

Η χλωρή λίπανση στην χώρα μας, για λόγους κλιματικούς έχουμε ανεπάρκεια οργανικής ουσίας απαραίτητης πολλαπλώς και αζώτου, είναι ιδιαίτερης σημασίας και πρέπει να εφαρμόζεται περιοδικώς, ανά δύο έως τέσσερα έτη αναλόγως του εδάφους, παντού όπου μπορεί να ευδοκιμήσουν τα προς αυτό φυτά. Ιδιαίτερη σημασία έχει η χλωρά λίπανση για τις πολυετείς δενδρώδεις κλπ. καλλιέργειες. Η σπορά των φυτών της χλωρής λίπανσης πρέπει στα ξηρότερα, και νοτιότερα μέρη της χώρας μας, με ήπιο φθινόπωρο και χειμώνα, να γίνεται νωρίς το φθινόπωρο με τα πρωτοβρόχια, να γίνεται κατά αυτήν χρήση απαραίτητως επαρκών φωσφορικοκαλιούχων λιπασμάτων, το δε σκέπασμα αυτών την άνοιξη να γίνεται νωρίς, όταν αυτά βρίσκονται σε καλή ανάπτυξη και σε χυμώδη κατάσταση, συμπίπτουσα ακόμη κατ' αρχήν με την άνθιση τους. Πάντως ως τελικό κριτήριο για η ενσωμάτωση πρέπει να είναι η υγρασία του εδάφους και αυτό προς αποφυγή δυσάρεστων συνεπειών.

Μολονότι το κλίμα μας, λόγω της ξηρότητας του, δεν είναι απολύτως ευνοϊκό παντού, για την ασφαλή επιτυχία των φυτών της χλωρής λίπανσης, μπορούμε να πούμε μετά βεβαιότητας, ότι για τις πολυετείς καλλιέργειες μας, όπως τις ελιές, συκιές, αμπέλους και σταφίδαμπέλους, εσπεριδοειδή, οπωροφόρα δένδρα κλπ. , η εφαρμογή της χλωρής λίπανσης μέσω της σποράς των εκάστοτε ψυχανθών, αποτελεί βασική πρόοδο και πρέπει, αυτή να επιδιώκεται σε ευρύτατη κλίμακα. Το πρόβλημα των εδαφών της χώρας μας είναι κυρίως, η έλλειψη οργανικής ουσίας και αζώτου, πράγμα που κατορθώνεται μέσω της χλωρής λίπανσης, παντού όπου αυτή ευδοκιμεί. Με την χλωρή λίπανση και η επίδραση των ανόργανων χημικών λιπασμάτων είναι

ασφαλέστερη και ταχύτερη, χάρις στην οργανική ουσία που παρέχεται στο έδαφος , και την μέσο αυτής βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Η ανάγκη της σωστής εφαρμογής της χλωρής λίπανσης πρέπει να γίνει επαγγελματική συνείδηση του γεωργικού κόσμου της χώρας μας

6.5 Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά είναι βασικώς μια διαχρονική ρύθμιση της αλληλουχίας των καλλιεργειών στον ίδιο αγρό με στόχο τον περιορισμό των ζημιών που είναι δυνατόν να προκληθούν από το ένα φυτικό είδος στο άλλο. Επηρεασμός της ανάπτυξης των φυτών σε μια αμειψισπορά μπορεί να προκληθεί από πολλά αίτια, όπως από:

- Διάφορα παθογόνα.
- Υποβάθμιση της δομής.
- Επιλεκτική εξάντληση θρεπτικών στοιχείων.
- Ισχυρή και μονόπλευρη αύξηση κάποιων ζιζανίων.
- Εξάπλωση ζωικών και μυκητολογικών φυτικών εχθρών.

Μόνο όταν η αμειψισπορά θα έχει ως κύριο στόχο τη βελτίωση και/ή διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών εγγυάται μεσοπρόθεσμα ποσοτική και ποιοτική απόδοση καθώς επίσης και σταθερότητα των αποδόσεων. Επειδή η αποδοτικότητα μιας γεωργικής επιχείρησης μπορεί να διατηρηθεί ή να πέσει ανάλογα με τον κύκλο της αμειψισποράς, αυτή αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα της βιωσιμότητας της επιχείρησης. Όμως ο σχηματισμός μιας αμειψισποράς είναι ανθρώπινη επινόηση και αυτό σημαίνει ότι περικλείει κάποιο ρίσκο στις αποδόσεις αναλόγως των συνθηκών μιας περιοχής αλλά και των καιρικών μεταβολών.

6.5.1 Πορεία της εξέλιξης

Το παλιότερο σύστημα εκμετάλλευσης ενός τεμαχίου γης το οποίο απαλλασσόταν από την όποια βλάστηση (συνήθως δασική) με φωτιά, με μία καλλιέργεια επί 3-4 χρόνια και η εγκατάλειψη του για μερικά χρόνια εφαρμόζεται ακόμη σε ελάχιστες χώρες της τροπικής ζώνης όπου υπάρχει διαθέσιμη γη (Shifting cultivation). Στις πυκνοκατοικημένες περιοχές της γης και ιδιαίτερα στην Ευρώπη, η ανάγκη για εξασφάλιση και διασφάλιση των κατοίκων της με προϊόντα επέβαλε το σύστημα της

εναλλαγής των καλλιεργειών. Σήμερα προστέθηκαν και άλλοι λόγοι που επιβάλλουν



την αλληλουχία στην καλλιέργεια των φυτών. Για το είδος του καλλιεργούμενου φυτού καθοριστικοί παράγοντες είναι: το έδαφος, το κλίμα, το αυτοσυμβίβαστο των υπό καλλιέργεια φυτικών ειδών και η απαίτηση ύπαρξης μιας διεθνούς αγροτικής αγοράς. Σε πολλά μέρη

του κόσμου τα οικονομικά κριτήρια υπερισχύουν των βιολογικών και φυτοτεχνικών. Στο σημείο αυτό υπενθυμίζεται ότι οι ανάγκες των πληθυσμών σε τροφή διαρκώς αυξάνονται ενώ η καλλιεργήσιμη γη μειώνεται. Κάτω από αυτό το πρίσμα η γονιμότητα των εδαφών αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα και είναι, ίσως η μοναδική διέξοδος για τη λύση του προβλήματος αυτού. Στις Η.Π.Α. τα τελευταία 150 χρόνια, μετά την εκχέρσωση των δασών, εντατικοποιήθηκε στο έπακρο κάθε καλλιέργεια που παρουσίαζε ένα οικονομικό ενδιαφέρον και εγκαταλείφθηκε η αμειψισπορά. Οι επιπτώσεις που είχε η εγκατάλειψη της αμειψισποράς στο θέμα της διάβρωσης προκάλεσαν το παγκόσμιο ενδιαφέρον. Σήμερα σε αρκετά μέρη της γης οι μονοκαλλιέργειες εξακολουθούν να υπονομεύουν τη φυσική γονιμότητα των εδαφών. Δεν πρέπει να αγνοείται ο παράγοντας κλίμα, ο οποίος δρα περιοριστικά όσον αφορά τον αριθμό των προς καλλιέργεια φυτών. Ακόμη και βιολογικοί παράγοντες οδηγούν στον περιορισμό των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών. Η «κόπωση των χωραφιών» είναι σήμερα ένα ιδιαίτερα γνωστό φαινόμενο το οποίο προκαλείται από την υπερβολική αύξηση των παθογόνων και των παρασίτων στο έδαφος.

Οι παραπάνω λόγοι καθιστούν αναγκαία αντί της μονοκαλλιέργειας την εφαρμογή μιας αμειψισποράς με βάση τις πραγματικές ανάγκες εναλλαγής των φυτικών ειδών. Η αμειψισπορά είναι μια επέμβαση στο σύστημα έδαφος - φυτό - περιβάλλον, άρα ανεπιθύμητες παρενέργειες δεν μπορούν να αποκλεισθούν, με αποτέλεσμα οι επιδράσεις μιας αμειψισποράς μόνο μακροπρόθεσμα είναι δυνατόν να εκτιμηθούν αντικειμενικά (Kopnecke 1967, Kampf 1969).

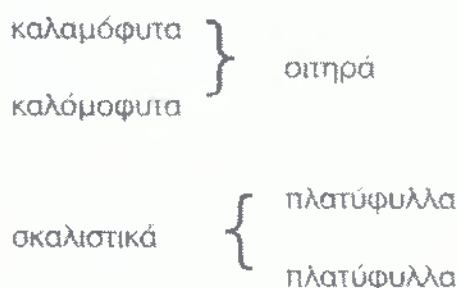
Σε χώρες με γεωργική παράδοση και κλίμα κατά το πλείστον ξηρό εφαρμόζεται η αγρανάπαυση. Ο αγρός κατά το σύστημα αυτό παραμένει για 1 -3 χρόνια ακαλλιεργητός για να αρχίσει η εκ νέου εκμετάλλευσή του με επιθυμητά φυτά μετά

το διάστημα αυτό. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα το χωράφι αφήνεται τελείως χέρσο ή σπέρνεται με φυτά χωρίς να συγκομίζονται. Από την αγρανάπαυση ευνοείται η γονιμότητα του χωραφιού. Επειδή δεν οργώνεται προωθείται η συσσωμάτωση των εδαφοτεμαχιδίων, εμπλουτίζεται με άζωτο και δεν βρίσκουν οι παθογόνοι οργανισμοί και τα παράσιτα κατάλληλο υπόστρωμα ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού. Ενδέχεται και τα αποθέματα σε νερό να ευνοούνται. Ένα μεγάλο μειονέκτημα της αγρανάπαυσης θεωρείται ο μεγάλος βαθμός προσβολής από ανεπιθύμητα αγριόχορτα που απαιτούν, όταν ο αγρός καλλιεργηθεί, αυξημένες δαπάνες σε ζιζανιοκτόνα.

Η αμειψισπορά υπερτερεί τόσο του συστήματος εναλλαγής αγρών όσο και αυτού της αγρανάπαυσης. Αμειψισπορά καλείται η τεχνολογική και συστηματική κυκλική εναλλαγή της καλλιέργειας φυτικών ειδών στο ίδιο χωράφι. Η διάρκεια μιας αμειψισποράς καθορίζεται από τον αριθμό των αγροτεμαχίων. Ο κύκλος της αμειψισποράς απαιτεί περισσότερα χρόνια και εξαρτάται από τον αριθμό των φυτικών ειδών που απαρτίζουν την αμειψισπορά τελειώνει τότε, όταν στο ίδιο χωράφι σπαρθεί και το τελευταίο προβλεπόμενο φυτικό είδος. Η απόδοση μιας αμειψισποράς επηρεάζεται από την αξία της καλλιέργειας που προηγείται.

Η αξία της καλλιέργειας που προηγείται εκφράζεται από ένα σύνολο επιδράσεων που ασκεί στην καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Η ολική απόδοση μιας αμειψισποράς είναι η απόδοση των εναλλασσόμενων φυτών ή η απόδοση του κύκλου της αμειψισποράς και εκφράζεται σε μονάδες σιτηρών. Για την αλληλουχία των καλλιεργειών ένας σπουδαίος παράγοντας είναι η αλληλεπίδραση των φυτών (αλληλοπάθεια).

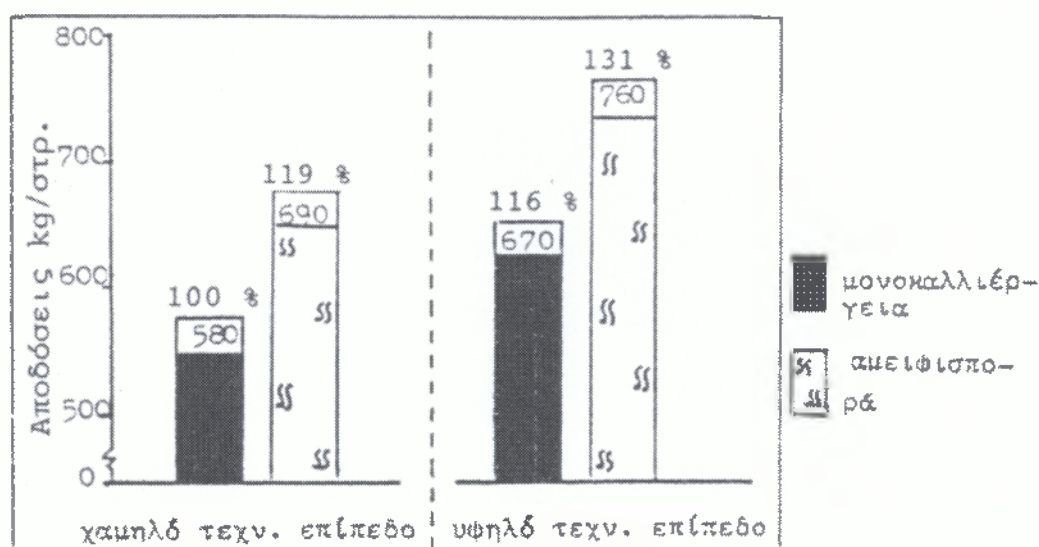
Ο σχεδιασμός της αμειψισποράς σε μια γεωργική εκμετάλλευση προσδιορίζεται από τους εξής παράγοντες: α) τα υπάρχοντα τεχνικά μέσα, β) οι οικονομικοί στόχοι και γ) ο γεωγραφικός παράγοντας. Η πιο απλή μορφή μιας αμειψισποράς είναι η απλή εναλλαγή των καλλιεργειών μεταξύ πλατύφυλλων (σκαλιστικών) και καλαμόφυτων (σιτηρών). Οι κρίκοι μιας αμειψισποράς είναι δυνατόν να διπλασιαστούν, όπως:



Η καλλιέργεια επί δύο συνεχείς χρονιές με πλατύφυλλα εξασφαλίζει καλύτερη καταπολέμηση των παθήσεων της σήψης της βάσης των σιτηρών. Οι αμειψισπορές με μεγάλο ποσοστό πλατύφυλλων χαρακτηρίζονται υπεραμειψισπορές.

6.5.2 Σημασία της αμειψισποράς

Στις συμβατικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις υπάρχει υψηλή τεχνολογία (μηχανήματα, συστήματα κατεργασίας, λιπάσματα, φυτοφάρμακα) για κάθε καλλιέργεια και όχι αδικαιολόγητα τίθεται το ερώτημα αν υπάρχει ανάγκη να ακολουθηθεί μια αμειψισπορά. Από τα αποτελέσματα του Σχήματος 6.1 δείχνεται ότι μια αμειψισπορά συνοδεύεται από πολλά πλεονεκτήματα, ακόμη και σε πολύ υψηλό επίπεδο εφαρμογής τεχνικών μέσων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της καλλιέργειας (Kubler 1977, 1979, 1980, Kurten u. Range 1980).



Σχήμα 6.1. Επίδραση των συστημάτων αμειψισποράς στην παραγωγή του σιταριού σε χαμηλό και υψηλό επίπεδο από άποψη εφαρμογής μέσων (αναφ. από τον Pommer 1987).

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα η απόδοση του σιταριού σε χαμηλά και υψηλά επίπεδα από άποψη εφαρμογής μέσων παραγωγής αυξήθηκε από την αμειψισπορά σε σύγκριση με το σύστημα της μονοκαλλιέργειας σε ποσοστό 15%. Η τάση όμως όσον αφορά την αύξηση της παραγωγής δείχνει, ότι όσο πιο πολλά είναι τα μέσα παραγωγής (λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.λ.π.) τόσο μικρότερες είναι οι διαφορές των αποδόσεων που οφείλονται στην αμειψισπορά.

6.5.3 Κριτήρια σχεδιασμού αμειψισποράς

Ένα σύστημα αμειψισποράς για να είναι αποδοτικό και αποτελεσματικό πρέπει να βασίζεται στα επόμενα κριτήρια:

1. Δεν θα υποβαθμίζει τη γονιμότητα του εδάφους (επιδιώκεται ισορροπία χούμου).
2. Θα περιορίζει τους κινδύνους των συμπίεσεων του εδάφους από μηχανικές αιτίες (σωστή αναλογία βαθύρριζων - βραχύρριζων φυτών).
3. Τήρηση αναλογίας σκαλιστικών και μη σκαλιστικών καλλιεργειών για αποτελεσματικότερο έλεγχο των ζιζανίων.
4. Εναλλαγή των καλλιεργειών με φυτά που ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια για τον περιορισμό της ανάπτυξης και κυρίως της μετάδοσης ασθενειών και παρασίτων.
5. Η αλληλουχία να γίνεται με κριτήρια τέτοια ώστε τα πλεονεκτήματα που έχει η καλλιέργεια που προηγείται σχετικά με τα θρεπτικά στοιχεία να τα εκμεταλλεύεται η καλλιέργεια που ακολουθεί.
6. Να λαμβάνονται υπ' όψη φυτά των οποίων η ζήτηση είναι εξασφαλισμένη (οικονομικά κριτήρια).

Στο επίκεντρο του σχεδιασμού των αμειψισπορών πρέπει να βρίσκεται η κύρια ή οι κύριες καλλιέργειες, δηλαδή αυτές που εξασφαλίζουν την υψηλότερη πρόσοδο στο γεωργό. Προβληματικοί αγροί (όπως αλατότητα, όξυνση, μεγάλη κλίση), πρέπει να υφίστανται ιδιαίτερη μεταχείριση.

Στη χώρα μας εφαρμοζόταν κατά το παρελθόν το σύστημα της αγρανάπαυσης (δύο



χρόνια αγρανάπαυση μετά σιτηρά). Κατά την αγρανάπαυση τα χωράφια εκμεταλλεύονταν ως βοσκές. Επειδή οι κλιματικές συνθήκες διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο, ο σχηματισμός των αμειψισπορών όταν η εδαφική υγρασία δεν αποτελεί πρόβλημα είναι απλούστερος απ' ότι σε περιοχές με μεγάλη

έλλειψη βροχοπτώσεων (π.χ. μεσογειακό κλίμα).

Μια αμειψισπορά πέραν από το να ευνοεί τη γονιμότητα των εδαφών πρέπει να περιορίζει τον κίνδυνο από τη διάβρωση, να ελαχιστοποιεί την εξάπλωση των παθογόνων και των παρασίτων και να είναι οικονομικώς συμφέρουσα. Όταν επιχειρείται οικονομική σύγκριση των διαφόρων συστημάτων αμειψισποράς είναι άστοχο να τοποθετείται το ετήσιο κέρδος στην πρώτη θέση διότι αυτό ενδέχεται να επισύρει μακροπρόθεσμα προβλήματα. Η αντιμετώπιση προβλημάτων που προκαλούνται από τη γεωργία (π.χ. ευτροφισμός νερών με νιτρικά) απαιτεί δυσανάλογο κόστος κατά τη φάση της αποκατάστασης, ώστε στην πραγματικότητα τα υψηλού επιπέδου συστήματα φυτικής παραγωγής να μην υπερτερούν έναντι εκείνων που έχουν σχεδιασθεί βασισμένα σε βιολογικά και κυρίως σε οικολογικά κριτήρια. Για να περιορισθεί ενδεχομένως ένα τέτοιο λάθος οι αμειψισπορές δεν πρέπει να συγκρίνονται με την απολύτως μέγιστη στρεμματική απόδοση, η οποία συνεπάγεται υψηλό κόστος, αλλά με τις στρεμματικές αποδόσεις που επιτυγχάνονται με το μικρότερο δυνατό κόστος (οικονομική απόδοση). Στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις που δεν θέτουν το κέρδος ως μοναδικό στόχο, ωστόσο είναι οικονομικά υγιείς, ανήκουν οι περισσότερες μορφές της βιολογικής ή εναλλακτικής γεωργίας.

Η οικονομική απόδοση μιας καλλιέργειας διαφέρει από εποχή σε εποχή καθώς επίσης και από περιοχή σε περιοχή. Αυτό σημαίνει ότι για την τελική διαμόρφωση μιας αμειψισποράς, και ειδικότερα του κύκλου της αμειψισποράς, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη οι ιδιαιτερότητες της περιοχής.

6.5.4 Παραδείγματα αμειψισπορών

Στο σχηματισμό των αμειψισπορών θα πρέπει η οικονομική και η βιολογική πλευρά να λαμβάνεται ισοδύναμα υπ' όψη. Αναγνωρίζοντας ότι υπάρχει θέμα συμβιβαστικότητας μεταξύ των υπό καλλιέργεια φυτικών ειδών θα πρέπει, και όταν πρόκειται για άλλες συνθήκες καλλιέργειας, αν είναι δυνατόν να επιδιώκεται εναλλαγή των καλλιεργειών. Έτσι στην περίπτωση των αμειψισπορών όπου συμπεριλαμβάνονται μόνο σιτηρά είναι σκόπιμο η εναλλαγή μεταξύ καλοκαιρινών και χειμερινών ειδών όπου θα παρεμβάλλονται και κατάλληλες ενδιάμεσες καλλιέργειες.

Ανάλογα με τα φυτικά είδη και την περιοχή έχουν επινοηθεί αρκετά συστήματα αμειψισπορών στον ευρωπαϊκό χώρο.

• Η απλή εναλλαγή των φυτών είναι μια καλλιέργεια δύο αγρών με ένα πλατύφυλλο και ένα καλαμόφυτο είδος όπου σε μέτρια βαριά εδάφη εκτός από τα σκαλιστικά θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν ελαιοδοτικά, κλωστικά και καρποδοτικά ψυχανθή:

Πατάτες Χειμ. σίκαλη	Z-τεύτλα Καλοκ. κριθάρι	Βαμβάκι Χειμ. σιτάρι	Καπνός Χειμ. σιτάρι	Ερυθρό τριφύλλι Χειμ. σιτάρι
----------------------------	-------------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------------

Κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες των περιοχών και την εξειδίκευση στη γεωργία φθάνουμε στη βελτιωμένη καλλιέργεια των τριών αγρών ή την τριετή αμειψισπορά η οποία αποτελείται από ένα πλατύφυλλο φυτό και δύο συνεχόμενα καλαμόφυτα είδη:

Καλαμπόκι Χειμ. σιτάρι Χειμ. κριθάρι	Βαμβάκι Χειμ. σιτάρι Βρώμη	Z-τεύτλα Καλοκ. σιτάρι Χειμ. κριθάρι	Κράμβη Χειμ. κριθάρι Χειμ. σιτάρι
--	----------------------------------	--	---

Σε περιοχές της Ευρώπης όπου υπάρχει μεγάλη εξειδίκευση των γεωργών στα σιτηρά συνιστάται η βελτιωμένη καλλιέργεια των τεσσάρων αγρών ή η τετραετής αμειψισπορά.

Z-τεύτλα Χειμ. σιτάρι Χειμ. κριθάρι Βρώμη	Καρποδ. καλαμπόκι Βρώμη Χειμ. σιτάρι Καλοκ. κριθάρι	Πατάτες Χειμ. σιτάρι Καλοκ. κριθάρι Χειμ. σίκαλη
--	--	---

Με τον ίδιο τρόπο κατασκευάζονται και οι πενταετείς αμειψισπορές:

Πατάτες Χειμ. σιτάρι Καλοκ. κριθάρι Καλοκ. σίκαλη Βρώμη	Κτην. κουκιά Χειμ. σιτάρι Καλοκ. σιτάρι Καλοκ. κριθάρι Βρώμη	Κράμβη Χειμ. σιτάρι Βρώμη Χειμ. σιτάρι Χειμ. κριθάρι
---	--	--

Όταν μιλάμε για διπλή εναλλαγή φυτών εννοούμε την καλλιέργεια δύο φορές πλατύφυλλων και δύο φορές καλαμόφυτων ειδών. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να συνδυαστούν δύο καλές πλατύφυλλες και δύο καλαμόφυτες καλλιέργειες έτσι ώστε να μειωθεί το ρίσκο της προσβολής των στελεχών των ευαίσθητων στους μύκητες σιτηρών.

Z-τεύτλα	Καρποδ. καλαμπόκι	Πατάτες
Καλαμπόκι ενσίρωσης	Καρποδ. καλαμπόκι	Z-τεύτλα
Χειμ. σιτάρι	Καλοκ. σιτάρι	Χειμ. σιτάρι
Χειμ. κριθάρι	Χειμ. κριθάρι	Καλοκ. σιτάρι

Στην περίπτωση κατά την οποία προηγούνται στην καλλιέργεια για δύο συνεχόμενες χρονιές πλατύφυλλα ή σκαλιστικά είδη και μετά ακολουθήσει ένα καλαμόφυτο, τότε πρόκειται για υπερεναλλαγή φυτών:

Z-τεύτλα	Αρακάς	Καρποδ. καλαμπόκι
Πατάτες	Κράμβη	Καρποδ. καλαμπόκι
Βρώμη	Χειμ. κριθάρι	Χειμ. σιτάρι

Το καλαμπόκι, μολονότι ανήκει από βοτανική και φυτοτεχνική άποψη στα σιτηρά παρ' όλα αυτά εκτιμάται στο πλαίσιο του σχηματισμού των αμειψισπορών ως πλατύφυλλο είδος λόγω των θετικών επιδράσεων που έχει, και γι' αυτό τίθεται επικεφαλής στην αμειψισπορά.

Ανάλογα με το είδος των κυκλικών εναλλαγών προκύπτουν διαφορετικά συστήματα αμειψισποράς.

Η κανονική εναλλαγή φυτών, η διπλή εναλλαγή φυτών και η υπερεναλλαγή φυτών εντάσσονται στην εναλλασσόμενη εκμετάλλευση φυτών και αναλόγως μιλάμε για εκμετάλλευση τριών, τεσσάρων και πέντε αγρών. Οι γεωργοί που παράγουν ζωοτροφές όπως τριφύλλι και κυρίως μηδική ή έχουν λειμώνες, είναι δύσκολο να ενσωματώσουν τις καλλιέργειες αυτές σε μια αμειψισπορά χωρίς να ληφθεί υπ' όψη η ιδιαιτερότητα τους.

Ο μικρός βαθμός που εμφανίζει η μηδική στο θέμα της αυτοσυμβιβαστικότητας επιβάλλει την καλλιέργεια της στον ίδιο αγρό κάθε 5-6 χρόνια. Όταν η διάρκεια εκμετάλλευσης της μηδικής είναι διετής ή τριετής τότε η αλληλουχία στην αμειψισπορά έχει ως εξής:

Μηδική	Μηδική	Μηδική
Μηδική	Μηδική	Μηδική
Μηδική	Πατάτες	Χειμ. Σιτάρι
Χειμ. Σιτάρι	Z-τεύτλα	Z-τεύτλα
Καλ. Κριθάρι	Βρώμη	Καλ. Κριθάρι
Z-τεύτλα	Χειμ. Σιτάρι	Καλαμπόκι
Χειμ. Σιτάρι	Χειμ. Κριθάρι	Χειμ. Σιτάρι
Καλ. Κριθάρι	Χειμ.σίκαλη(σπορά μηδικής)	Καλ. Κριθάρι (σπορά μηδικής)
Καρποδ. Καλαμπόκι		
Καλ. Κριθάρι (σπορά μηδικής)		

Οι σπουδαιότεροι λόγοι που οδήγησαν σήμερα στην αναθεώρηση των κλασικών αρχών σχετικά με το σχηματισμό των αμειψισπορών, ήταν οι σύγχρονοι τρόποι που αναπτύχθηκαν στην εκμετάλλευση του χούμου, οι νέες ποικιλίες σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και η αποτελεσματική και επιμελημένη εδαφοκατεργασία καθώς επίσης και τα ενθαρρυντικά μέτρα της φυτοπροστασίας. Παρ' όλα αυτά εξακολουθεί να είναι η πρώτη βασική αρχή έως σήμερα για μια σταθμισμένη και υγιή παραγωγή η διατήρηση της παραγωγικής ικανότητας των εδαφών.

Σε αυτή την κατεύθυνση οι ελεύθερες αμειψισπορές, δηλαδή οι επανωτές καλλιέργειες φυτών χωρίς ένα μακροπρόθεσμο σχεδιασμό αλλά μόνο με καθαρά οικονομικά κριτήρια, είναι συχνά προβληματικές εξαιτίας των μειονεκτημάτων που προκαλούν.

Στη χώρα μας είναι ήδη γνωστές οι αρνητικές επιπτώσεις της μονοκαλλιέργειας των σιτηρών (ισχυρό πλάγιασμα, σηψιρριζίες κ.λ.π.), στον καπνό οι νηματώδεις, η οροβάγχη και η ψευδοροβάγχη, ενώ σύντομα θα εμφανιστούν προβλήματα και στις νεότερες καλλιέργειες όπως στο βαμβάκι, όπου οι γεωργοί δεν θα εφαρμόσουν τους απλούς κανόνες της φυτοτεχνίας (π.χ. αμειψισπορά).

Σε αμειψισπορές με πολλά σιτηρά το σιτάρι πρέπει να μπαίνει μετά από ένα σιτηρά που δεν είναι ευαίσθητο στις ασθένειες του σπασίματος των καλαμιών. Επίσης και στην πορεία των κυκλικών εναλλαγών, το σιτάρι θα πρέπει να συνδυάζεται με δύο καλλιέργειες, ώστε να περιορισθούν οι μολύνσεις μέσω των προσβεβλημένων ριζών και των καλαμιών. Με βάση το ποσοστό των καλαμόφυτων στην αμειψισπορά και τα όσα σχετικώς προηγήθηκαν δίδονται διάφορα παραδείγματα πιο κάτω:

Παράδειγμα για βελτιωμένη τριών αγρών εκμετάλλευση με 67% σιτηρά.

Κράμβη	Z-τεύτλα	Καρποδ. καλαμπόκι
Χειμερ. σιτάρι	Χειμερ. σιτάρι	Χειμερ. σιτάρι
Χειμερ. κριθάρι	Καλ. κριθάρι	Καλ. κριθάρι

Παράδειγμα για βελτιωμένη τεσσάρων αγρών εκμετάλλευση με 75% σιτηρά.

Κράμβη	Z-τεύτλα	Κτην. κουκιά
Χειμερ. σιτάρι	Χειμερ. σιτάρι	Χειμερ. σιτάρι
Καλ. σιτάρι	Χειμερ. κριθάρι	Καλ. κριθάρι
Βρώμη	Βρώμη	Βρώμη

Παράδειγμα για βελτιωμένη πέντε αγρών εκμετάλλευση με 80% σιτηρά.

Κράμβη	Z-τεύτλα	Z-τεύτλα
Χειμερ. σιτάρι	Χειμερ. σιτάρι	Βρώμη
Χειμερ. κριθάρι	Καλ. κριθάρι	Χειμερ. σιτάρι
Χειμερ. σίκαλη	Χειμερ. κριθάρι	Καλ. σιτάρι
Βρώμη	Βρώμη	Καλ. κριθάρι

Παράδειγμα για μια βελτιωμένη τεσσάρων αγρών εκμετάλλευση με 100% σιτηρά.

Βρώμη	Βρώμη	σιτάρι / κριθάρι
Χειμερ. σίκαλη	Χειμερ. σίκαλη	σιτάρι / κριθάρι
Χειμερ. σιτάρι	Καλ. κριθάρι	σιτάρι / κριθάρι
Χειμερ. κριθάρι	Καλ. κριθάρι	σιτάρι / κριθάρι

Η θέση στην καλλιεργητική διαδοχή των φυτών παρέχει τη δυνατότητα της παρεμβολής των ενδιάμεσων ή των επίσπορων φυτών. Σε περιοχές όπου το καλαμπόκι κατέχει σημαντική θέση είναι δυνατόν να κατασκευαστούν οι εξής κύκλοι:

Καρποδ. καλαμπόκι	Καρποδ. καλαμπόκι	Καρποδ. καλαμπόκι
Καρποδ. καλαμπόκι	Βρώμη	Καρποδ. καλαμπόκι
Χειμερ. ή καλ. σιτάρι	Χειμερ. σιτάρι	Καλ. σιτάρι
Καλ. κριθάρι	Καλ. κριθάρι	Χειμερ. κριθάρι
		Βρώμη

Η συνεχής καλλιέργεια σιτηρών σε ορισμένες περιοχές με ικανοποιητικά αποτελέσματα οφείλεται σε τοπικούς παράγοντες. Αποτελούν μεμονωμένες περιπτώσεις, ενώ όπως είναι γνωστό πρέπει να εφαρμοσθούν όλα τα σύγχρονα τεχνολογικά μέτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Ερευνητικές εργασίες σε θέματα χρήσης οργανικών λιπασμάτων στη γεωργία.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν μερικές περιλήψεις εργασιών που αφορούν την μελέτη των οργανικών λιπασμάτων και η χρήση τους στη γεωργία. Σημειώνετε ότι στη χώρα μας το θέμα δεν έχει μελετηθεί σε βάθος, σύμφωνα με την βιβλιογραφία που έχουμε ανατρέξει.

7.1 Επίδραση του κομπόστ κληματίδων αμπέλου στην αύξηση και συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων σε νεαρά φυτά υποκειμένων αμπέλου.

(ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. Πρόγραμμα Συμπληρωματικής Εκπαίδευσης Βιολογική Γεωργία).

(http://triton.chania.teicrete.gr/epeaek1/Compost_Klimatidion/Compost_head.htm)

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν οι επιδράσεις της προσθήκης ώριμου κομπόστ αλεσμένων κληματίδων αμπέλου στην αύξηση και συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων σε φυτά των υποκειμένων αμπέλου R110 και 1103P. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη κομπόστ έχει θετική επίδραση στην αύξηση των υποκειμένων αμπέλου και συγκεκριμένα στον αριθμό βλαστών ανά φυτό, το ύψος των φυτών και την συσσώρευση ξηρής ουσίας στα φύλλα, τους βλαστούς και τις ρίζες. Η προσθήκη 1 και 2% κομπόστ έδωσε φυτά με αυξημένο λόγο ξηρής ουσίας υπέργειου / ριζικού μέρους, δηλαδή ευνόησε περισσότερο την αύξηση του υπέργειου μέρους ενώ προσθήκη 5 και 10% κομπόστ ευνόησε περισσότερο την αύξηση του ριζικού συστήματος. Η παρουσία του κομπόστ αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε K και Mn ενώ μείωσε την περιεκτικότητα σε Ca, Mg και Fe. Η προκαταρκτική αυτή μελέτη έδειξε ότι η προσθήκη κομπόστ κληματίδων σε ασβεστόχχο έδαφος προάγει γενικά την αύξηση των υποκειμένων αμπέλου και κρίνεται ότι ποσοστό κομπόστ 2% στο έδαφος δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα.

7.2 Αποτελέσματα αύξησης των φυτών που προάγουν τα βακτηρίδια και τα κομπόστ στην αναπαραγωγή του *Meloidogyne incognita* και στην ανάπτυξη ντομάτας.

(Department of Botany, Aligarh Muslim University, Section of Plant Pathology and Nematology, Zaki A. Siddiqui, 19 March 2004)

(www.sciencedirect.com)

Πειράματα θερμοκηπίων πραγματοποιήθηκαν για να αξιολογήσουν την επιρροή των *Pseudomonas fluorescences*, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense* και κομπόστ (κοπριά αγελάδων, κοπριά αλόγων, κοπριά προβάτων και λίπασμα πουλερικών) μόνο και σε συνδυασμό στον πολλαπλασιασμό του *incognita* *Meloidogyne* και την αύξηση της ντομάτας. Ο *P. fluorescences* ήταν καλύτερος στη βελτίωση της ανάπτυξης της ντομάτας και στη μείωση του πολλαπλασιασμού του νηματώδη απ ό τι το *chroococcum* A. ή το *A. brasilense*. Μεταξύ των οργανικών λιπασμάτων, το λίπασμα πουλερικών οδήγησε στο μικρότερο πολλαπλασιασμό του νηματώδη απ ό τι με την κοπριά προβάτων. Παρόλα αυτά η κοπριά από πρόβατο ήταν καλύτερη στον περιορισμό του νηματώδη και καλύτερη στην βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών απ ό τι η κοπριά αλόγου. Η κοπριά αγελάδας ήταν η λιγότερο αποτελεσματική στον περιορισμό του νηματώδη. Η κοπριά από πουλερικά σε συνδυασμό με τον *P. fluorescences* ήταν η καλύτερη διαχείριση του *M. incognita*. Καλή διαχείριση όμως μπορούμε να κάνουμε με τον συνδυασμό του *P. fluorescences* με κοπριά από πρόβατο καθώς και του *A. chroococcum* με κοπριά πουλερικών.

7.3 Αξιολόγηση των τομέων της εδαφολογικής ποιότητας όπως επηρεάζεται από κομπόστ και την εφαρμογή λιπάσματος σε καλλιέργεια μπρόκολου (SAN Benito County, Καλιφόρνια).

(Guladris Natural History Museum, Ecology-biotechnology laboratory, University of California-Santa Cruz Center for Agro ecology and Sustainable Food Systems, 8 February 1999.)

(*Applied soil ecology* (1999) 217-225)

Σε επιλεγμένο αγρό μετρήθηκαν οι φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί παράγοντες με την γρήγορη εκτίμηση της αλλαγής ποιότητας του εδάφους ως αποτέλεσμα της εφαρμογής κομπόστ και αμμωνιακού αζωτούχου λιπάσματος σε καλλιέργεια μπρόκολου.

Χρησιμοποιήθηκαν παρτέρια στα οποία είχαμε μεταχειρίσεις των τεσσάρων επαναλήψεων των 0,22 και 44 mg ha⁻¹ κομπόστ. Από αυτά, τα μισά περιείχαν 165 kg N ha⁻¹. Πάρθηκαν δείγματα εδάφους στις 11 και 24 Οκτωβρίου 1995 στην ενεργή φάση της ανάπτυξης της καλλιέργειας και έγινε αξιολόγηση της ποιότητας του σε περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων. Η επιφανειακή μεταχείριση του αμμωνιακού αζωτούχου λιπάσματος αρχικά διέγειρε την διαδικασία της νιτροποίησης και οξύνισης στο έδαφος στα πρώτα 7,6 cm, ενώ είχαμε αύξηση του αζώτου, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά 1,5 μονάδες και μείωση του pH κατά 1,4 μονάδες.

Μετα την άρδευση, η μέθοδος αυτή αναστράφηκε από την έκπλυση των νιτρικών και την προσρόφηση των ριζών παρόλο που οι επιδράσεις της νιτροποίησης και της οξύνισης παρέμειναν ανιχνεύσιμες και στα δύο δείγματα (βάθος 7,6 και 0-20 cm). Η νιτροποίηση βοήθησε στην αναπνοή του εδάφους αλλά επέδρασε αρνητικά στην συγκράτηση νερού. Τα επίπεδα των νιτρικών στα παρτέρια που περιείχαν και λίπασμα στα πρώτα 20 cm ήταν δυο φορές παραπάνω από αυτά που προτείνει η σχετική βιβλιογραφία σαν ελάχιστα επίπεδα για την ανάπτυξη. Επίσης σημειώθηκε κίνδυνος μόλυνσης των υπόγειων νερών στην καλλιέργεια λαμβάνοντας υπόψη την γρήγορη στράγγιση του νερού. Τα βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα από την εφαρμογή του κομπόστ ήταν η σταθεροποίηση του pH και η μείωση του ρυθμού στράγγισης του νερού. Η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα στα παρτέρια που περιείχαν 44 mg ha⁻¹ κομπόστ σε βάθος 0-20 cm ήταν μάλλον αποτέλεσμα της υψηλής περιεκτικότητας των κομπόστ σε άλας, εκτός των νιτρικών. Έτσι απαγορεύεται η επαναλαμβανόμενη χρήση κομπόστ με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα γιατί μπορεί να προκληθεί μείωση αζώτου, της απόδοσης των θρεπτικών και την εξασθένηση της καλλιέργειας.

7.4 Η αξία αζωτούχου λιπάσματος από ιλύς βιολογικού καθαρισμού

(Agronomy for Sustainable Development, Khadija Bousselhaj, Said Fars, Abderrahmane Laghmari, Ahmed Nejmeddine, Naaila Ouazzani, Claudio Ciavatta, 9 July 2004.)

(www.agronomy-journal.org/index)

Αξιολογήσαμε την αξία του αζωτούχου λιπάσματος που προήλθε από ιλύς βιολογικού καθαρισμού καθώς και τεσσάρων κομπόστ που επίσης προήλθαν από τα ίδια λύματα. Αυτά πάρθηκαν από εργοστάσιο στο Beni-Mellar city (Marocco). Τα λύματα κομποστοποιήθηκαν μόνα τους, με οικιακά στερεά απορρίμματα, με στερεά

υπολείμματα ελαιοτριβείου και με πριονίδια. Το πείραμα έγινε σε δοχεία εκβλάστησης σε κανονικές συνθήκες. Η υγρασία διατηρήθηκε κοντά στο 80%.

Η έρευνα κράτησε 140 ημέρες, και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλες οι τροποποιήσεις που δοκιμάστηκαν προκάλεσαν αύξηση, στην παραγωγή, της ξηρής βιομάζας και στη πρόσληψη του αζώτου από τα φυτά. Αυτή η αύξηση ήταν πιο σημαντική στα μη κομποστοποιημένα και στα κομποστοποιημένα λύματα μόνα τους απ' ότι στα υπόλοιπα κομπόστ. Ο φαινομενικός συντελεστής αξιοποίησης του αζώτου κυμάνθηκε από 50 – 38%, επιβεβαιώνοντας την ικανότητα, των κομπόστ, παροχής αζώτου στα φυτά. Οι τιμές της μεταλλοποίησης του αζώτου ήταν 38, 29, 28, 27 και 25% αντίστοιχα, για την μη κομποστοποιημένη λάσπη, κομποστοποιημένη λάσπη, κομπόστ με στερεά υπόλοιπα ελαιοτριβείου, κομπόστ με στερεά οικιακά απορρίμματα και κομπόστ με πριονίδι.

7.5 Το ώριμο κομπόστ αποβλήτων ενισχύει την αύξηση και τη λήψη αζώτου στο σιτάρι (*Triticum aestivum* L.) και στην αγριοκράμβη (*Brassica napus* L.) μέσω της δράσης των ύδωρ-αποσπασίμων παραγόντων.

(Crop and environment research center, Harper Adams University College, Newport, Shropshire, 23 April 2003. A.A. Keeling, K.R. Mc Callum, C.P. Beckwith.)

(www.sciencedirect.com)

Μια σειρά δοκιμών στον αγρό και σε γλάστρες έγιναν για να προσδιορίσουν τα αποτελέσματα εφαρμογής κομπόστ από φυτικά υπολείμματα και πρόσθετα λιπάσματα, σε καλλιέργεια σιταριού και αγριοκράμβης. Φάνηκε ότι η ανταπόκριση του σιταριού και της αγριοκράμβης στο κομπόστ και στο λίπασμα είναι μεγαλύτερη όταν δόθηκαν σε συνδυασμό παρά όταν δόθηκαν μεμονωμένα. Αλλά μόνο όταν το κομπόστ ήταν σταθερό (κομποστοποίηση πάνω από 10 μήνες). Πειράματα αζώτου 15N έδειξαν ότι το σιτάρι μπορεί να χρησιμοποιήσει το εφαρμοζόμενο N πιο αποτελεσματικά όταν είναι καλλιεργούμενο με έτοιμο κομπόστ. Η βελτιωμένη ανάπτυξη επιδεικνύεται επίσης σε υδροπονική καλλιέργεια αγριοκράμβης όπου χρησιμοποιείτε εκχύλισμα από κομπόστ φυτικών υπολειμμάτων παρουσία σύνθετου λιπάσματος. Παρόλα αυτά το αποτέλεσμα χάθηκε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις του εκχυλίσματος. Συμπέρασμα είναι ότι τα εκχυλίσματα ανάπτυξης βρίσκονται στο κομπόστ από φυτικά υπολείμματα και είναι ο κύριος παράγοντας ανάπτυξης αλλά

έχουν περιορισμένη δραστηριότητα σε υψηλές συγκεντρώσεις. Η ταυτότητα των παραγόντων ανάπτυξης παραμένει άγνωστη αλλά η σχετική βιβλιογραφία υποθέτει την ανάμειξη χουμικών ουσιών ή κιτοκινίνων.

7.6 Η In Situ επίδραση της προσθήκης ενεργού ιλύος στις φυσικές ιδιότητες ενός αλατούχου – νατριομένου εδάφους.

**Σ. Κωστοπούλου, Π. Σαράτσης, Σ. Σακελλαριάδης. (Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ)
(6^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (Β' τόμος), 1996)**

Η χρησιμοποίηση της ενεργού ιλύος, που προκύπτει από τα συστήματα βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων, αποτελεί πλέον γεωργική πρακτική. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται εφόσον οι επιπτώσεις στο εδαφικό περιβάλλον είναι μικρότερες των επιτρεπτών ορίων.

Με βάση την προϋπόθεση αυτή μελετήθηκε η βελτιωτική επίδραση της ιλύος στις φυσικές ιδιότητες ενός αλατούχου-νατριομένου εδάφους που βρίσκεται στην περιοχή του έλους Κλειδιού-Ημαθίας. Η ιλύς εφαρμόστηκε σε 4 επίπεδα: 0, 2, 4 και 8 τόνους ξηρής ουσίας ανά στρέμμα. Μετά την πάροδο 2 ετών από την εφαρμογή πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε δύο βάθη. (0-15 και 15-30 cm) και μελετήθηκαν ορισμένες φυσικές ιδιότητες.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αύξηση των επιπέδων της ιλύος οδήγησε σε αύξηση του ποσοστού των πόρων διαμέτρου >300 μm καθώς και του ολικού πορώδους με συνέπεια την μείωση της φαινομενικής πυκνότητας και στα δύο βάθη. Στο επιφανειακό έδαφος (0-15 cm), η υδραυλική αγωγιμότητα αυξάνεται γραμμικά ($R^2 = 0,774$ $p < 0,001$) αυξανόμενης της προσθήκης ιλύος. Στο επόμενο βάθος (15-30 cm) παρατηρείται αύξηση της υδραυλικής αγωγιμότητας μόνο στο επίπεδο των 8 τόν./στρ.. Επίσης επίδραση της ιλύος στην αντίσταση στη διείσδυση βρέθηκε μόνο στις υψηλές μζήσεις εδαφικού νερού, στις οποίες η αντίσταση μειώνεται με την αύξηση της ιλύος και στα δύο βάθη που μελετήθηκαν. Αντίθετα στις χαμηλές μζήσεις φαίνεται ότι η αντίσταση στη διείσδυση επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από το υγρασιακό καθεστώς του εδάφους.

7.7 Επίδραση της ιλύος βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων στην απομάκρυνση δι' εκπλύσεως των διαλυτών αλάτων σε ένα αλατούχο-αλκαλικό έδαφος.

**Σπ. Σακελλαριάδης, Α. Παυλάτου-Βε και Πρ. Σαράτσης. (Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.)
(5^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (Α τόμος), 1994)**

Η χρησιμοποίηση ιλύος βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων για λιπαντικούς σκοπούς των κανονικών εδαφών αυξάνει. Η εφαρμογή της όμως για βελτιωτικούς σκοπούς σε παθογενή εδάφη και ιδιαίτερα αλατούχα-αλκαλικά εδάφη εφαρμόζεται για πρώτη φορά. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η μελέτη της απομακρύνσεως της περίσσειας των αλάτων και η βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται αποτελέσματα των μεταβολών των χημικών χαρακτηριστικών, όπως της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και των διαλυτών αλάτων, που παρατηρούνται με την αύξηση της ποσότητας της προστιθέμενης ιλύος σε στήλες εδάφους και για βάθη 0-10, 10-20, 20-30 και 30-40 cm.

Τα πειραματικά αποτελέσματα απέδειξαν ότι αυξανόμενης της ποσότητας της ιλύος αυξάνεται η ποσότητα και το βάθος εκπλύσεως των ευδιάλυτων αλάτων. Τα δυσδιάλυτα, όπως π.χ. τα φωσφορικά ελάχιστα μετακινούνται και συσσωρεύονται στο επιφανειακό στρώμα.

7.8 Νέο οργανικό λίπασμα (compost) από λάσπες βιολογικού καθαρισμού και σκουπίδια της πόλης.

**Γ. Χάρδης, Γ. Πετρόπουλος, Μ. Καραγιάννη-Χρήστου και Τζ. Νικολάου
(5^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (Α τόμος), 1994)**

Ξεκινώντας από λάσπες βιολογικού καθαρισμού, δευτερογενούς επεξεργασίας και από σκουπίδια της Αθήνας, έγινε σύνθεση οργανικού λιπάσματος (compost) σε τέσσερις συνδυασμούς, ακολουθώντας διάφορες αναλογίες λάσπης: σκουπιδιών. Γι αυτή την σύνθεση ακολουθήθηκε η Ιαπωνική τεχνολογία OKADA. Τεχνολογία που δημιουργεί αερόβια ζύμωση σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Η ζύμωση αυτή διαρκεί περίπου πενήντα ημέρες. Τα composts που προκύψανε αναλύθηκαν στο εργαστήριο και προσδιορίστηκαν οι βασικές παράμετροι τους καθώς και η περιεκτικότητά τους σε βαρέα μέταλλα (Cd, Ni, Cr, Zn, Cu και Pb). Παράλληλα

κάναμε biotest με το *Lepidium sativum*, L. Τα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά. Από τη ζύμωση προκύπτουν προϊόντα παραπλήσια προς τα φυτοχώματα. Οι χημικές τους παράμετροι βρίσκονται σε φυσιολογικά όρια. Η περιεκτικότητα τους σε βαρέα μέταλλα είναι χαμηλότερη από τις οριακές τιμές που αναφέρονται στη σχετική Ευρωπαϊκή βιβλιογραφία. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν κηπευτικά και αρωματικά φυτά στον κλωβό του Ινστιτούτου. Τα φυτά αναπτύχθηκαν πολύ ικανοποιητικά. Φαίνεται ότι υπερέχουν οι δύο συνδυασμοί compost που προήλθαν από τις αναλογίες λάσπης: σκουπιδιών : 50:50 και 25:75, v/v.

7.9 Επίδραση της ιλύος βιολογικού καθαρισμού στην απόδοση του βάμβακος και του αραβόσιτου και στις εδαφικές ιδιότητες.

Βασίλειος Σαμαράς και Χαρίκλεια Καλλιανού.
(6^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (Α τόμος), 1996)

Με πειράματα στον αγρό μελετήθηκε η επίδραση της προσθήκης ιλύος βιολογικού καθαρισμού στις καλλιέργειες βάμβακος και αραβόσιτου. Το πειραματικό σχέδιο και στις δύο καλλιέργειες ήταν πλήρως τυχαιοποιημένες ομάδες με τις ακόλουθες μεταχειρίσεις: Για το βαμβάκι 0, 600, 1200, 1800 και 2400 kg ξηρής ιλύος/στρ. και για τον αραβόσιτο 0, 1125, 2250, 3375, και 4500 kg ξηρής ιλύος/στρ. Και στις δύο καλλιέργειες υπήρχε μεταχείριση χωρίς προσθήκη ιλύος και με την συνήθως χρησιμοποιούμενη δόση λιπάσματος (17 μον. N, 8 μον. P₂O₅/στρ. για το βαμβάκι και 32 μον. N/στρ. για τον αραβόσιτο). Στο βαμβάκι η προσθήκη ιλύος στη μεγαλύτερη ποσότητα αύξησε την απόδοση σε επίπεδα μεγαλύτερα τόσο απο το μάρτυρα όσο και από την επέμβαση με την συνήθως χρησιμοποιούμενη δόση λιπάσματος. Ανάλογα αποτελέσματα είχαμε και στον αραβόσιτο.

Σε ότι αφορά τις εδαφικές ιδιότητες παρατηρήθηκε ότι με την εφαρμογή της ιλύος μειώθηκε το pH και αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά η ηλεκτρική αγωγιμότητα, παραμένοντας όμως σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (<0,3 mmhos/cm). Επίσης παρατηρήθηκε τάση αύξησης του p-Olsen. Το ανταλλάξιμο K δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Από τα βαρέα μέταλλα τα εκχυλιζόμενα με DTPA (αφομοιώσιμη μορφή) με την προσθήκη της ιλύος στον πειραματικό του βάμβακος αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά ο Zn και ο Pb και στον αραβόσιτου αυξήθηκε ο Zn.

7.10 Η χρησιμοποίηση ασβεστοϊλός, οξειδίου του ασβεστίου και ιλύος βιολογικού καθαρισμού στη βελτίωση ισχυρά όξινων εδαφών καλλιεργούμενων με σιτάρι.

Β. Σαμαράς, Δ. Δημογιάννης, Ι Βαρβαρούσης και Π. Δαμάλας
(6^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (Α τόμος), 1996)

Με πείραμα στον αγρό μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα ορισμένων υποπροϊόντων στη βελτίωση υποβαθμισμένων (ισχυρά όξινων) εδαφών της περιοχής Ελασσόνας Ν. Λάρισας. Χρησιμοποιήθηκαν τα υποπροϊόντα: ασβεστοϊλός της Βιομηχανίας Ζαχάρεως Λάρισας, οξείδιο του ασβεστίου και ιλύς από την μονάδα βιολογικού καθαρισμού της πόλης της Λάρισας σε καλλιέργεια σίτου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρησιμοποίηση και των τριών υποπροϊόντων αύξησε σημαντικά την απόδοση του σίτου. Σε σύγκριση με τον μάρτυρα η ασβεστοϊλός σε ποσότητα 3000 Kg/στρ. αύξησε την απόδοση κατά 2,8 φορές (από 165 σε 470 kg/στρ.), το οξείδιο του ασβεστίου σε ποσότητα 650 kg/στρ. κατά τρεις φορές (από 165 σε 497 kg/στρ.) και η ιλύς βιολογικού καθαρισμού σε ποσότητα 1250 kg ξηρής ιλύος/στρ. κατά 2,5 φορές (από 165 σε 408 kg/στρ.). Το pH από 4,18 αυξήθηκε με την προσθήκη των παραπάνω ποσοτήτων εδαφοβελτιωτικών σε 6,91 με την ασβεστοϊλός, 6,2 με το οξείδιο του ασβεστίου και 4,74 με την ιλύ βιολογικού καθαρισμού. Η απόδοση του σίτου συσχετίστηκε ισχυρά με το pH του εδάφους. Άριστη απόδοση σίτου βρέθηκε σε τιμή pH περί το 6,2.

7.11 Επίδραση μαγγανιούχου βιομηχανικού αποβλήτου στην απόδοση και χημική σύσταση του σιταριού, του βαμβακιού και της μηδικής.

Ν. Καραγιαννίδης και Σ. Μπλαδανοπούλου
ΕΘΙΑΓΕ-Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης
(7^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 1998)

Στα πλαίσια της διερεύνησης καταλληλότητας ή μη στερεού οργανικού βιομηχανικού αποβλήτου που περιέχει MnO₂ ως εδαφοβελτιωτικό, μελετήθηκε σε πειράματα στον αγρό η επίδραση που ασκεί αυτό στην απόδοση και στην πρόσληψη ορισμένων θρεπτικών στοιχείων καθώς και βαρέων μετάλλων από διάφορες μεγάλες καλλιέργειες (σιτάρι, βαμβάκι, μηδική). Από τη μελέτη αυτή διαπιστώθηκαν τα εξής: Σε προσθήκη αποβλήτου στο έδαφος σε ποσότητα 60 t/στρ. η απόδοση του σκληρού σιταριού, που μελετήθηκε σε τρία διαφορετικά εδάφη, βελτιώθηκε κατά 39, 16 και

32% σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η αύξηση του βάρους των 1000 κόκκων βελτιώθηκε κατά 12,5, 12 και 16,7% αντίστοιχα.

Στην ίδια προσθήκη του αποβλήτου στο έδαφος, η απόδοση του βαμβακιού (ίνες και σπόροι μαζί) βελτιώθηκε κατά 25,5% και η αύξηση του αριθμού των καψών κατά 9%.

Σε προσθήκη αποβλήτου 40 l/στρ. η αύξηση της απόδοσης της μηδικής βελτιώθηκε κατά 37,5% και σε προσθήκη 50 l/στρ. κατά 25%.

Η προσθήκη του αποβλήτου στο έδαφος αυξάνει το pH και βελτιώνει την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και σε αφομοιώσιμο κάλιο, αυξάνει όμως και την ηλεκτρική αγωγιμότητα καθώς και την περιεκτικότητα του εδάφους σε αφομοιώσιμες μορφές Mn, Fe, Zn, και Cu καθώς και των άλλων βαρέων μετάλλων (Ni, Co, Cd, Pb, Cr).

Η ανάλυση των κόκκων του σιταριού, των σπόρων του βαμβακιού και της φυτικής ύλης της μηδικής έδειξε ότι η προσθήκη του αποβλήτου στο έδαφος ανέβασε σε αυτά τις τιμές κυρίως των βαρέων μετάλλων.

7.12 Επίδραση της υγρής κόπρου βοοειδών στα επίπεδα θρεπτικών του εδάφους και στην ανάπτυξη του σίτου.

Θ. Ματσή, Α.Σ. Λιθουργίδης, Δ.Σ. Κουνδουράς και Α.Α. Γκατζιάνας.
(7^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 1998)

Η υγρή κόπρος βοοειδών αποτελεί αξιόλογο λίπασμα για τα φυτά, αλλά και εδαφοβελτιωτικό υλικό. Σκοπός της εργασίας ήταν: i) να αξιολογηθεί η υγρή κόπρος βοοειδών ως πηγή N, P, K για την καλλιέργεια σιταριού (*Triticum aestivum*, var. Yesoga) σε σύγκριση με δύο τρόπους εφαρμογής ανόργανου N-ούχου λίπανσης και ii) να μελετηθεί η επίδραση της προσθήκης κόπρου στην περιεκτικότητα του εδάφους σε N, P, K και ανόργανη ουσία.

Το φθινόπωρο του 1996 εγκαταστάθηκε σε αγρό του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης πείραμα με σιτάρι, με τις εξής επεμβάσεις: i) χωρίς λίπανση, ii) ενσωμάτωση στο έδαφος πριν την σπορά 4 m³ κόπρου/στρ., iii) εφαρμογή 12 και 6 μονάδων/στρ. N και P αντίστοιχα, πριν την σπορά, iv) εφαρμογή 6 και 6 μονάδων/στρ. N και P αντίστοιχα, πριν τη σπορά και 6 μονάδων N/στρ. στο αδέλωμα. Μετρήθηκε ο αριθμός των φυτών ανά m² πριν το αδέλωμα και υπολογίστηκαν η παραγωγή φυτομάζας και η πρόσληψη N, P και K στα στάδια του

πλήρους ζεσταχιάσματος και της συγκομιδής, καθώς και η απόδοση σε καρπό. Επίσης προσδιορίστηκαν ορισμένα χαρακτηριστικά του εδάφους στην αρχή και στο τέλος του πειράματος.

Η προσθήκη της υγρής κόπρου δεν επηρέασε τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων του σιταριού, ενώ αύξησε την παραγωγή φυτόμαζας και την πρόσληψη N και K και στα δύο στάδια ανάπτυξης, σε επίπεδα παρόμοια με τα αντίστοιχα των δύο τρόπων εφαρμογής της N-ούχου λίπανσης. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και ολικό N δεν μεταβλήθηκε με την προσθήκη της κόπρου, ενώ αυξήθηκαν τα ποσά του $\text{NO}_3\text{-N}$ ανταλλάξιμου K και P κατά Olsen.

7.13 Η μελέτη του συνδυασμού ιλύος βιολογικού καθαρισμού και φωσφογύψου για την βελτίωση ενός αλατούχου-αλκαλιωμένου εδάφους.

Ειρήνη Κατσαλήρου και Σπ. Σακελλαριάδης
Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Θεσσαλονίκη
(7^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 1998)

Σε εδαφικές στήλες ενός αλατούχου-αλκαλιωμένου εδάφους προστέθηκαν διαφορετικές ποσότητες ιλύος βιολογικού καθαρισμού (0, 2, 4, και 8 t/στρ.) σε συνδυασμό με σταθερή ποσότητα (2 t/στρ.) φωσφογύψου με σκοπό την βελτίωση του. Μετά την έκπλυση των στηλών, με απεσταγμένο νερό, μελετήθηκαν οι μεταβολές των δεικτών παθογένειας στο εδαφικό διάλυμα (pH, EC_{25} , S.A.R.), και στη στερεή φάση (ανταλλάξιμα κατιόντα, E.S.P.), τόσο κατά το βάθος των εδαφικών στηλών, όσο και μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η συνδυασμένη δράση ιλύος και φωσφογύψου συντέλεσε στην ταχεία μετακίνηση των ευδιάλυτων αλάτων προς τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα. Η οργανική φύση της ιλύος και η ευεργετική δράση της φωσφογύψου επιταχύνουν τις διεργασίες βελτίωσης και προκαλούν σημαντική μείωση των τιμών των δεικτών παθογένειας (pH, S.A.R., E.S.P.) στις επιφανειακές στρώσεις των εδαφικών στηλών. Η προσθήκη της φωσφογύψου προκαλεί παροδική αύξηση της EC_{25} . Η αύξηση των ιόντων Ca προκαλεί ανταλλαγή και μετακίνηση των ιόντων Na, Mg, και K προς τα βαθύτερα στρώματα, ενώ η τάση για καθαρή επικράτηση των SO_4^{2-} έναντι των Cl^- και των HCO_3^- δείχνει πως οι ισορροπίες αλλάζουν προς το καλύτερο.

7.14 Η προοπτική επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων Θεσσαλονίκης για άρδευση και υδρολίπανση.

Α. Παπαδόπουλος, Φ. Παπαδόπουλος και Δ. Πατέρας
(7^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 1998)

Στην Θεσσαλονίκη η υφιστάμενη συμβατική μονάδα βιολογικού καθαρισμού επεξεργάζεται (1997) περίπου 40.000 m³ υγρών αποβλήτων την ημέρα που αντιστοιχούν στο 30% της συνολικής ποσότητας υγρών αποβλήτων της πόλης, ενώ υπολογίζεται ότι το 2000, όταν ολοκληρωθούν τα έργα επέκτασης της μονάδας, θα είναι περίπου 200.000 m³ νερό την ημέρα. Η ποσότητα αυτή θα μπορούσε να αρδεύσει μια έκταση περίπου 33.000 στρεμμάτων ενώ με την αποθήκευση της, κατά τους χειμερινούς μήνες, θα μπορούσε να αρδεύσει κατά τους τρεις κρίσιμους μήνες έκταση 146.000 στρεμμάτων.

Δεδομένου ότι η μέση συγκέντρωση των θρεπτικών στα υγρά απόβλητα ανέρχεται σε 50mg N/l, 5,4mg P/l και 30mg K/l, τότε η συνεισφορά του νερού στις καλλιέργειες σε ετήσια βάση ανά στρέμμα θα είναι 25 Kg N, 6 Kg P₂O₅ και 18 Kg K₂O. Οι ποσότητες αυτές καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις των περισσότερων καλλιεργειών σε αυτά τα θρεπτικά στοιχεία.

Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων και το μικροβιακό φορτίο, μετά την χλωρίωση, είναι πολύ χαμηλότερα από τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές. Η αλατότητα του νερού (EC) είναι περίπου 2 mS/cm αλλά η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλή όπως και το SAR. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στην εισροή θαλασσινού νερού στο αποχετευτικό δίκτυο της πόλης και θεωρείται ότι είναι σχετικά εύκολο να αντιμετωπιστεί με την βελτίωση των παράκτιων αποχετευτικών αγωγών που θα είναι ολοκληρωμένα το 2000.

7.15 Επίδραση κομποστών από αστικά απορρίμματα και ιλύ βιολογικού καθαρισμού στις φυσικές ιδιότητες ενός πηλώδους εδάφους.

Σ. Αγγελίδης, Π. Λόντρα, Γ. Χάρδας, Ε. Ασκοξυλάκη και Θ. Μιμίδης
(7^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 1998)

Δύο κομπόστες που προήλθαν, η πρώτη από 17% πριονίδια και 83% ιλύ βιολογικού καθαρισμού και η δεύτερη από 17% πριονίδια, 21% ιλύ και 62% αστικά απορρίμματα, προστέθηκαν σε αναλογία 5, 10, και 20% σε ένα πηλώδες έδαφος με

σκοπό να διερευνηθεί η τυχόν βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του. Το πείραμα έδειξε ότι σε όλες τις επεμβάσεις βελτιώθηκαν οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους και ιδιαίτερα η ικανότητα συγκράτησης της υγρασίας, η υδραυλική αγωγιμότητα, η κατανομή του μεγέθους των εδαφικών πόρων, η φαινομενική πυκνότητα, η σταθερότητα των συσσωματωμάτων στο νερό και η αντοχή στη διείδυση. Γενικά η βελτίωση ήταν ανάλογη του ποσοστού της προστιθέμενης κομπόστας.

7.16 Βιοδιαθεσιμότητα Pb και Zn σε εδάφη που λιπάνθηκαν με ιλύ βιολογικών καθαρισμών: συγκριτική δοκιμή σε Αγγλία και Ελλάδα

Αντωνιάδης Β., Π. Παπαδόπουλος, Β. J. Alloway, Α. Δημήρκου και Ι. Ακρίβος (8^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2000)

Για την διερεύνηση του ρόλου της οργανικής ουσίας στη μεταβολή της διαθεσιμότητας του Pb και του Zn στις καλλιέργειες καθώς και για το πώς αυτός επηρεάζεται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, διεξήχθησαν συγκριτικά πειράματα αγρού στην Αγγλία (Sonning Farm) και την Ελλάδα (Βαρδάτες). Τα τεμάχια λιπάνθηκαν με ιλύ βιολογικών καθαρισμών σε επίπεδα 0, 10 και 50 t ha⁻¹ ξ.ο., φυτεύτηκαν με Ήρα πολυετή (*Lolium perenne L.*) και συγκομιζόταν σε τακτά χρονικά διαστήματα για να μετρηθεί η διαθεσιμότητα του Pb και Zn. Στο Sonning Farm η οργανική ουσία δεν έδειξε να μειώνεται μέχρι και την εβδομάδα 32 από την έναρξη του πειράματος. Στο ίδιο διάστημα τα επίπεδα των μετάλλων στη φυτομάζα δεν μεταβλήθηκαν, πιθανότατα λόγω του ότι η οργανική ουσία κράτησε τα μέταλλα δεσμευμένα στο έδαφος. Στις Βαρδάτες ο Zn στους 50 t ha⁻¹ διπλασιάστηκε στη φυτομάζα από την πρώτη στη δεύτερη κοπή.

7.17 Επίδραση στην ποιότητα του εδάφους από την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.

Γαλάνης Γ., Γ. Ζαλίδης, Α. Πανώρας, Σ. Σταματιάδης, Ν. Μισοπολινός και Χ. Τσαντήλας (8^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2000)

Μέχρι σήμερα στον ελλαδικό χώρο δεν έχει μελετηθεί η επίδραση της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για άρδευση στην ποιότητα του εδάφους. Για τον λόγο αυτό έγινε μια προκαταρκτική εκτίμηση της μεταβολής της ποιότητας του εδάφους ως αποτέλεσμα αυτής της διαχειριστικής

πρακτικής. Εξετάστηκε η ποιότητα του εδάφους ως συνάρτηση των τριών εδαφικών λειτουργιών οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την συγκεκριμένη διαχειριστική πρακτική και ως εκ τούτου αναμένεται να επηρεαστούν. Οι λειτουργίες αυτές είναι: η στήριξη και συντήρηση της παραγωγικότητας, η ρύθμιση της κίνησης και της κατανομής του νερού και του εδαφικού διαλύματος και η αποθήκευση και ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων με έμφαση στον κύκλο του αζώτου. Με την χρήση δεικτών (ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH, NO₃-N, ολικός οργανικός άνθρακας, ρυθμός διήθησης, φαινόμενο ειδικό βάρος, περιεχόμενη υγρασία, υδατοϊκανότητα, ξηρή φυτική μάζα) αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στις ανωτέρα λειτουργίες. Παρατηρήθηκε βελτίωση της ποιότητας του εδάφους σε σχέση με την δεύτερη λειτουργία, ενώ αντιθέτως δεν μεταβλήθηκαν οι άλλες δύο λειτουργίες.

7.18 Επίδραση της βελτίωσης όξινου εδάφους με ασβεστόχα υποπροϊόντα και ιλύ βιολογικού καθαρισμού στην οικονομική απόδοση του σίτου

**Π.Σ. Βάκαλης και Χ.Δ. Τσαντήλας (Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών, ΕΘΙΑΓΕ, Λάρισα)
(9^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2002)**

Με τριετές πείραμα στον (1995-1997) μελετήθηκε η επίδραση της εφαρμογής ορισμένων εδαφοβελτιωτικών σε ισχυρά όξινο έδαφος στην οικονομικότητα της καλλιέργειας του σίτου. Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε περιοχή της Ελασσόνας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα εδαφοβελτιωτικά αύξησαν το Ακαθάριστο Κέρδος σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η σύγκριση της επίδρασης των εδαφοβελτιωτικών μεταξύ τους έδειξε ότι κατά το πρώτο έτος η ιλύς της βιομηχανίας ζάχαρης (μεταχειρίσεις SL1, SL2, SL3) και η ιλύς βιολογικού καθαρισμού σε ποσότητα 1500 kg/στρ. (μεταχείριση SS2) έδωσε σημαντικά μεγαλύτερο ακαθάριστο κέρδος σε σύγκριση με το CaO. Κατά τα επόμενα έτη οι διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις μειώθηκαν αισθητά. Το κέρδος από την εδαφοβελτίωση, το οποίο εκτιμήθηκε σύμφωνα με την προσέγγιση του Μερικού Προϋπολογισμού, ήταν μεγαλύτερο (σε ποσότητα 1500 kg/στρ.) σε σύγκριση με το CaO και για τα 3 χρόνια του πειραματικού χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους.

7.19 Επίδραση της εφαρμογής ιλύος στην απόδοση του σίτου και στην ποιότητα του εδάφους

Β. Σαμαράς, Χ. Τσαντήλας, Σ. Σταματιάδης και Ι. Σγούρας
(9^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2002)

Σε πείραμα αγρού μελετήθηκε η επίδραση της ιλύος βιολογικού καθαρισμού σε ορισμένες φυσικοχημικές ιδιότητες, που περιλαμβάνονται στη μικρότερη ομάδα δεδομένων που καθορίζουν την ποιότητα του εδάφους. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πρώτου έτους πειραματισμού. Οι μεταχειρίσεις ήταν: C (Μάρτυρας) – χωρίς ανόργανη λίπανση, χωρίς ιλύ, IF – χωρίς ιλύ αλλά με πλήρη ανόργανη λίπανση (80 kg/στρ. λίπασμα 16-20-0) και SS₁, SS₂, SS₃ – χωρίς ανόργανη λίπανση, αλλά με εφαρμογή 315, 630 και 1260 kg ξηρής ιλύος ανά στρέμμα αντίστοιχα. Τα χαρακτηριστικά της ιλύος που προερχόταν από την μονάδα βιολογικού καθαρισμού της πόλης του Τιρνάβου Λάρισας ήταν: οργανική ουσία 26,5%, ολικό άζωτο 4,4%, pH 6.7, ηλεκτρική αγωγιμότητα 2.78 mmhos/cm, περιεκτικότητα σε CaCO₃ 4.5%, και ολική συγκέντρωση μετάλλων Mn 148, Fe 4950, Zn 1350, Cu 328, Cd 0.9, Ni 19.5 και Pb 78 mg/kg ξηρής ιλύος. Σε κατάλληλο χρόνο προσδιορίστηκαν στον αγρό με την χρήση φορητών οργάνων το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, το φαινόμενο ειδικό βάρος, η ταχύτητα διήθησης, η υδατοχωρητικότητα, το εκλυόμενο CO₂ και στο εργαστήριο η συγκέντρωση του NH₄-N και NO₃-N, η οργανική ουσία, το ανταλλάξιμο K⁺ και ο διαθέσιμος P. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ιλύς μείωσε την απόδοση του σίτου στη μεταχείριση με την μεγαλύτερη ποσότητα ιλύος και αύξησε την συγκέντρωση ολικού αζώτου στη ξηρά ουσία του σανού. Το pH μειώθηκε σημαντικά. Το ανταλλάξιμο K, ο P, η οργανική ουσία, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, το φαινόμενο ειδικό βάρος, η υδατοχωρητικότητα, και το εκλυόμενο CO₂ δεν επηρεάστηκαν, ενώ αύξησαν το NH₄-N και NO₃-N.

7.20 Επιπτώσεις από την εφαρμογή υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων σε διαφορετικά εδάφη

Π. Παπαλουκοπούλου, Κ. Ουγαλιώτης και Ι. Ασημακόπουλος
(9^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2002)

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων (ΥΑΕ) συνιστούν ένα απλό υδατικό έκπλυμα χυμού ελαιοκάρπου, και δεν εμπεριέχουν υποπροϊόντα και υπολείμματα συνθετικών διεργασιών ξένα προς τα φυσικά βιολογικά συστήματα (xenobiotics). Η άμεση παροχέτευση τους σε υδατικά οικοσυστήματα έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα, που οφείλονται στο υψηλό οργανικό τους φορτίο και τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχουν. Αντίθετα στα εδαφικά οικοσυστήματα θα μπορούσαν να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα, αλλά απαιτείται διερεύνηση επιπτώσεων, όπως της διαθεσιμότητας των φαινολικών τους ενώσεων, που σχετίζονται με την εμφάνιση φαινομένων βιοτοξικότητας. Εξετάστηκε η επίδραση των ΥΑΕ σε 10 εδάφη με διαφορετικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Μια ώρα μετά την εφαρμογή των ΥΑΕ το 46% των φαινολικών τους δεν ήταν διαθέσιμο στο υδατικό εδαφικό έκπλυμα του πιο αμμώδους εδάφους, ενώ στο πιο αργιλώδες το ποσοστό μη διαθέσιμων φαινολικών έφτανε το 84%. Τα ποσοστά αυτά αυξήθηκαν μέχρι τη 12^η ημέρα επώασης, φτάνοντας το 78% και το 98% αντίστοιχα και σταθεροποιήθηκαν σε αυτά τα επίπεδα μέχρι το τέλος της επώασης (29^η ημέρα). Τα άμεσα εκχυλίσιμα φαινολικά (μια ώρα μετά την εφαρμογή) συσχετίστηκαν αρνητικά (εμφανίζοντας εκθετική μείωση) με το ποσοστό αργίλου των εδαφών. Παρατηρήθηκε ακινητοποίηση N καθ' όλη τη διάρκεια της επώασης, αλλά υπερδιπλασιασμός του ανταλλάξιμου K ενώ αποδομήθηκε το 26-35% του οργανικού C που προστέθηκε με τα ΥΑΕ.

7.21 Επίδραση του μείγματος τύρφης-βινάσσας σε ορισμένες φυσικές ιδιότητες ενός αμμοπηλώδους και ενός αργιλώδους εδάφους μετά από πειραματική καλλιέργεια σε δοχεία

Κ. Κορρές, Ι. Αργυροκαστρίτης, Π Λόντρα
(9^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2002)

Σε δύο εδάφη (μηχ. σύστασης SL και C) προστέθηκε τύρφη των Φιλίππων σε ποσότητες που αντιστοιχούν σε 600, 1200, και 2400 kg ανά στρέμμα, για ενσωμάτωση με το έδαφος μέχρι βάθους 15cm. Ακολούθησε διαβροχή με βινάσσα

(βιομηχανικό φυτικό υποπροϊόν) σε ποσότητες που αντιστοιχούν σε 200, 300, 400 και 600 kg ανά στρέμμα. Ακολούθησε καλλιέργεια τομάτας και προσδιορισμός των φυσικών ιδιοτήτων των εδαφών. Η μελέτη απέδειξε ότι σε όλες τις επεμβάσεις βελτιώθηκαν οι φυσικές ιδιότητες των εδαφών και συγκεκριμένα η αντοχή στη διείσδυση, η υδραυλική αγωγιμότητα, η κατανομή του μεγέθους των εδαφικών πόρων, η ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και η φαινομενική πυκνότητα. Γενικά, το οργανικό λίπασμα και συγκεκριμένα η τύρφη, μέσω της οργανικής ουσίας, βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες των εδαφών στα οποία προστίθεται και κατ' επέκταση συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας τους.

7.22 Επίδραση τριών ψυχανθών, ως χλωρή λίπανση, στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβόσιτου (*Zea mays*)

**Δ. Μπιλάλης, Ν. Σιδηράς, Π. Θωμόπουλος, Η. Τραυλός, Α. Καρκάνης και Γ. Παπαθεωχάρη (Εργαστήριο Γεωργίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
(10^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2004)**

Σκοπός του πειράματος ήταν ο προσδιορισμός των επιδράσεων τριών ψυχανθών (βίκου: *Vicia sativa*, κουκιών: *Vicia faba* και μπιζελιού: *Pisium sativum*) στην ανάπτυξη και την απόδοση του αραβόσιτου (*Zea mays*) σε σύστημα βιολογικής καλλιέργειας. Οι υψηλότερες τιμές ξηρού βάρους και πυκνότητας ριζικού συστήματος του αραβόσιτου βρέθηκαν στην αμειψισπορά βίκος-αραβόσιτος και οι μικρότερες τιμές στην αμειψισπορά μπιζέλι-αραβόσιτος. Παρόμοια ήταν η πορεία και στα υπέργεια χαρακτηριστικά του αραβόσιτου, το ύψος, η φυλλική επιφάνεια, το ολικό ξηρό βάρος και η απόδοση σε σπόρους είχαν αυξηθεί περισσότερο στην αμειψισπορά βίκος-αραβόσιτος. Οι μικρότερες τιμές αυτών των χαρακτηριστικών παρατηρήθηκαν στο σύστημα αμειψισποράς μπιζέλι-αραβόσιτος. Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικοί συντελεστές συσχέτισης μεταξύ παραμέτρων του ριζικού συστήματος και των αποδόσεων του αραβόσιτου καθώς επίσης και μεταξύ του LAI και των αποδόσεων. Από τους άμεσους παράγοντες της απόδοσης σημαντικότεροι ήταν οι συντελεστές συσχέτισης που αφορούν το βάρος σπόρων/σπάδικα – αποδόσεις. Τέλος, σε όλες τις επεμβάσεις παρατηρήθηκαν τιμές του Harvest index μεγαλύτερης από 0,5.

7.23 Επίδραση δύο διαφορετικών οργανικών λιπασμάτων στην ανάπτυξη και συσσώρευση αζώτου σε τρεις καλλιέργειες χλωρής λίπανσης

**Ν. Σιδηράς, Δ. Μπιλάλης, Α. Καρκάνης, Π. Θωμόπουλος, Η. Τραυλός και Γ. Παπαθεοχάρη (Εργαστήριο Γεωργίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
(10^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2004)**

Σκοπός του πειράματος είναι ο προσδιορισμός των επιδράσεων δύο διαφορετικών κομπόστ που υπάγονται στον καν. 2092/91 στην ανάπτυξη και την συσσώρευση αζώτου στο υπέργειο και υπόγειο τμήμα τριών ψυχανθών (βίκου: *Vicia sativa* ποικ. Αλέξανδρος, κουκιών: *Vicia faba* ποικ. Valencia και μπιζελιού: *Pisum sativum* ποικ. Carumbi.) Στο ριζικό σύστημα οι υψηλότερες τιμές στη διάμετρο, στην επιφάνεια, στην πυκνότητα, στην % περιεκτικότητα N, στο συνολικό άζωτο και στο ξηρό βάρος βρέθηκαν στα φυτά που λιπάνθηκαν με το κομπόστ 1, ενώ οι μικρότερες τιμές στα φυτά των αγροτεμαχίων στα οποία δεν έγινε κανένα είδος λίπανσης. Και στα υπέργεια όργανα των καλλιεργειών: βίκου, κουκιών και μπιζελιού το κομπόστ 1 έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Η συνολική οργανική ουσία και οι συνολικές συγκεντρώσεις αζώτου (υπέργειο και υπόγειο τμήμα) των φυτών μπιζελιού, βίκου, και κουκιών, λόγω λίπανσης τους με το κομπόστ 1 ανήλθαν σε 7030, 10310, 18190 kg/ha και 132, 161, 280 kg/ha αντίστοιχα.

7.24 Η χρησιμοποίηση υλός βιολογικού καθαρισμού για την αποκατάσταση διαταραγμένων επιφανειών από μεταλλευτική δραστηριότητα

**Β. Τάντος, Χ. Τσαντήλας, Γ. Μάντακας, Σ. Παπαδόπουλος, Κ. Τσαγκάρη
(11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2006)**

Σε πολλές περιοχές της Ελλάδας υπάρχει σοβαρό πρόβλημα διαχείρισης της υλός βιολογικού καθαρισμού (IBK). Στην εργασία αυτή η IBK χρησιμοποιήθηκε ως εδαφοβελτιωτικό σε αποθέσεις αδρανών ασβεστολιθικών υλικών, που έχουν προέλθει από εκμετάλλευση βωξίτη και μελετήθηκε η επίδραση της στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των υλικών αυτών. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε πειραματική επιφάνεια, η οποία περιελάμβανε τέσσερις (4) μεταχειρίσεις (0, 40, 80 και 120 ton ξηρής υλός ha⁻¹) με τρεις (3) επαναλήψεις η κάθε μία. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο εγκαταστάθηκε λυσίμετρο προκειμένου να μελετηθεί η έκλυση θρεπτικών στοιχείων

και βαρέων μετάλλων. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι η εφαρμογή της υλός επέφερε μικρή μείωση της τιμής του pH, αύξηση της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων, P, K και Mg. Παρατηρήθηκε επίσης αύξηση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων Cu, Zn, Cd, Cr και Pb στο έδαφος, αλλά οι τιμές παρέμειναν εντός των ορίων που συναντώνται στα φυσικά εδάφη. Επίσης καταγράφηκε έκπλυση των μετάλλων Cu, Ni, Mn και Cr αμέσως μετά την εφαρμογή της υλός.

7.25 Ανοργανοποίηση αζώτου κομπόστας προερχόμενη από φυτικά υπολείμματα ξηροφυτικής μεσογειακής βλάστησης, εφαρμογής της σε εδάφη και η επίδραση του ζεόλιθου.

**Σ. Καβασίλης, Χ. Καλλιανού και Δ. Ιωάννου (Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
(11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2006)**

Σε ένα εργαστηριακό πείραμα μελετήθηκε η ανοργανοποίηση του αζώτου κομπόστ προερχόμενη από φυτικά υπολείμματα Ξηροφυτικής Μεσογειακής Βλάστησης από την περιοχή του όρους Αιγάλεω. Έγιναν οι ακόλουθες μεταχειρίσεις: κομπόστας, μίγματα κομπόστας με εδάφη δύο διαφορετικών θέσεων της εν λόγω περιοχής και μίγματα καθαρής κομπόστας με ζεόλιθο. Έγινε επώαση των δειγμάτων στο εργαστήριο για 119 ημέρες σύμφωνα με την προτεινόμενη διαδικασία από τους Stanford και Smith (1972), για τον υπολογισμό του αθροιστικά ανοργανοποιούμενου αζώτου (N_1). Η μέγιστη ένταση του φαινομένου της ανοργανοποίησης του αζώτου, παρατηρήθηκε τις πρώτες 15 μέρες για την καθαρή κομπόστα και τις πρώτες 30 μέρες για το μίγμα κομπόστας- εδάφους. Τα μίγματα κομπόστας-ζεόλιθου έδωσαν πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ανοργανοποιημένου αζώτου από την καθαρή κομπόστα. Το δυναμικός ανοργανοποιούμενο άζωτο (N_0) και ο ρυθμός ανοργανοποίησης (k) προσδιορίστηκαν με τα μοντέλα των Stanford-Smith και Addiscott, καθώς επίσης και με την εφαρμογή της μη γραμμικής παλινδρόμησης. Η εφαρμογή της μη γραμμικής παλινδρόμησης περιγράφει καλύτερα τα αποτελέσματα.

7.26 Δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης υγρών αστικών λυμάτων και ιλύος βιολογικού καθαρισμού σε καλλιέργεια φυταρίων *Cupressus Arizonica Greene* και *Cotoneaster Integerrimus Med*

Β. Ν. Πανταζής, Ι. Κ. Καλαβρουζιώτης, Ι. Δεληγιαννάκης
(11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2006)

Πειραματική εφαρμογή σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις του δασικού φυτωρίου Αγρινίου με σκοπό την διερεύνηση της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης των υγρών αστικών λυμάτων και ιλύος βιολογικού καθαρισμού (IBK) της ομώνυμης πόλης στην ανάπτυξη νεαρών δασικών φυταρίων. Για το σκοπό αυτό δασικά είδη των *Cupressus Arizonica Greene* και *Cotoneaster Integerrimus Med* αναπτύχθηκαν σε πέντε (5) διαφορετικούς χειρισμούς που περιλάμβαναν και χρήση IBK και άρδευση τόσο με νερό Control όσο και με επεξεργασμένα υγρά αστικά λύματα. Μετρήθηκαν οι φυσικοχημικές παράμετροι των νερών (Control και Wastewater), αγωγιμότητα, pH, και η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων Cu, Zn, Fe και Mn. Επίσης αναλύθηκαν και μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων Cu, Fe, Mn, Zn, στο έδαφος, στους φυτικούς ιστούς και στις ρίζες των δύο επιλεγμένων δασικών ειδών σε σχέση με τους (5) χειρισμούς. Τα σπουδαιότερα αποτελέσματα αφορούν τη σημαντική επίδραση που ασκούν τόσο οι διαφορετικοί χειρισμοί όσο και τα δασικά είδη που χρησιμοποιούνται στην περιεκτικότητα του εδάφους ως προς το Fe και Cu, κάτι που δεν φαίνεται να ισχύει τόσο για το Mn όσο και για τον Zn, αφού μόνο οι διαφορετικοί χειρισμοί ρυθμίζουν την διαθέσιμη από τα φυτά ποσότητα τους. Επίσης οι διαφορετικοί χειρισμοί, συμβάλουν καθοριστικά στην ποσότητα των Fe, Mn, Cu, και Zn που τα φύλλα των δασικών θα περιέχουν, γεγονός που δεν φαίνεται να ισχύει για τις ρίζες των δασικών ειδών, αφού τόσο οι συγκεντρώσεις το Cu όσο και του Zn δεν διαφέρουν σημαντικά σε αυτές σε σχέση με τις συγκεντρώσεις των Fe και Mn. Στο πλαίσιο αυτό είναι δυνατό με την κατάλληλη αναλογία ιλύος και εδάφους να καθορίσουμε την απαραίτητη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων για την σωστή ανάπτυξη των φυτών και παράλληλα με την αποφυγή μελλοντικών φαινομένων τοξικότητας να επιτύχουμε την αποκατάσταση και αναβάθμιση προβληματικών εδαφών.

7.27 Επίδραση της χρήσης στερεών αστικών αποβλήτων στη ρύπανση όξινων εδάφων με βαρέα μέταλλα.

**Χ. Καλλιάνου και Δ. Ιωάννου (Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
(11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2006)**

Σε ένα εργαστηριακό πείραμα, μετά την προσθήκη 5% και 10% ιλύος από το βιολογικό σταθμό της Καλαμάτας σε εδαφικά δείγματα της τάξεως των Alfisols, έγινε επώαση στους 30°C και σε υγρασία κορεσμού για τρεις μήνες. Με διαδοχική εκχύλιση προσδιορίστηκαν οι τιμές των μετάλλων (ανταλλάξιμη, οργανομεταλλική, ανθρακική και υπολειμματική). Τα περισσότερα μέταλλα βρίσκονται κυρίως σε οργανομεταλλική, ανθρακική και υπολειμματική μορφή και στα δύο επίπεδα προστιθέμενης ιλύος. Η συγκέντρωση των μετάλλων αυξάνει με την προσθήκη ιλύος σε σχέση με τα εδάφη μάρτυρας. Η συγκέντρωση των μετάλλων Cu και Zn που εκχειλίζονται με DTPA (βιοδιαθέσιμη μορφή), αυξάνει σε σχέση με το μάρτυρα (εδάφη) και δείχνει θετική συσχέτιση με το ποσό της προστιθέμενης ιλύος. Σε αντίθεση στο Cd σχεδόν δεν ανιχνεύεται η βιοδιαθέσιμη μορφή (DTPA), αυξάνεται ελαφρώς η ανθρακική και η οργανομεταλλική μορφή και κυρίως η υπολειμματική. Υπάρχει θετική συσχέτιση της οργανικής ουσίας και του ολικού αζώτου με το ποσό του προστιθέμενου αποβλήτου.

7.28 Επίδραση τριών ψυχανθών, ως χλωρή λίπανση, στην ανάπτυξη και την απόδοση του βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*).

**Δ. Μπιλάλης, Ν. Σιδηράς, Π. Θωμόπουλος, Α. Ευθυμιάδου και Σ. Τσιώρος (Εργαστήριο Γεωργίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
(11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2006)**

Μελετήθηκαν οι επιδράσεις τριών ψυχανθών, που καλλιεργήθηκαν ως χλωρή λίπανση (βίκου: *Vicia sativa*, κουκιών: *Vicia faba* και μπιζελιού: *Pisium sativum*) σε παραμέτρους της ανάπτυξης και στις αποδόσεις του βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*) σε σύστημα βιολογικής καλλιέργειας. Όσον αφορά στο ριζικό σύστημα οι υψηλότερες τιμές στη διάμετρο, στην επιφάνεια, στην πυκνότητα και στο ξηρό βάρος βρέθηκαν στα φυτά του βαμβακιού που λιπάνθηκαν με το μπιζέλι, αντίθετα οι μικρότερες τιμές μετρήθηκαν στα φυτά του μάρτυρα (απουσία λίπανσης). Στην ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος του βαμβακιού η αμειψισπορά μπιζέλι-βαμβάκι

ήταν η αποτελεσματικότερη και ακολούθησε ο βίκος-βαμβάκι. Οι αποδόσεις σε σύσπορο βαμβάκι των φυτών που λιπάνθηκαν με το μπιζέλι, το βίκο και τα κουκιά ανήλθαν σε 3022, 2850 και 2647 kg ha⁻¹ αντίστοιχα. Στο μάρτυρα οι αποδόσεις δεν ξεπέρασαν τα 2185 kg ha⁻¹.

7.29 Ανοργανοποίηση αζώτου ιλύος από τρεις σταθμούς βιολογικού καθαρισμού λυμάτων της Ελλάδας

**Δ. Ιωάννου και Χ. Καλλιάνου (Εργαστήριο Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
(11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο, 2006)**

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ανοργανοποίηση του αζώτου ιλύος, από τρεις σταθμούς βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων (Κατερίνης, Λάρισας και Καλαμάτας). Πραγματοποιήθηκε πείραμα επώασης της ιλύος στο εργαστήριο, το οποίο διήρκεσε 156 ημέρες για την ιλύ της Κατερίνης και της Λάρισας και 198 ημέρες για την ιλύ της Καλαμάτας. Κατά την διάρκεια του πειράματος, σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα, έγιναν εκχυλίσεις με διάλυμα 0,01 M CaCl₂ και κάθε φορά προσδιορίζονταν στο εκχύλισμα το NH₄⁺ και NO₃⁻-N. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το NO₃⁻-N ήταν η επικρατέστερη μορφή του ανοργανοποιημένου αζώτου και στα τρία δείγματα ιλύος. Το αθροιστικά παραγόμενο ανόργανο άζωτο (Nt), μπορεί να εκφραστεί από την εξίσωση κινητικής πρώτης τάξεως προσδιορισμένη με την μέθοδο της μη γραμμικής παλινδρόμησης. Η ποσότητα του ανοργανοποιούμενου αζώτου (N_{min}) που παράχθηκε κατά την διάρκεια της επώασης, ήταν μεγαλύτερη στην ιλύ της Καλαμάτας, ακολουθεί της Λάρισας και κατόπιν της Κατερίνης. Η ποσότητα του αζώτου που δύναται να ανοργανοποιηθεί (N₀), ακολουθεί τη σειρά N_{0Κατερίνης} < N_{0Λάρισας} < N_{0Καλαμάτας}, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στο βαθμό πολυμερισμού της οργανικής ουσίας, όπως επίσης και στο ποσοστό τόσο του ολικού αζώτου, όσο και του αζώτου των χουμικών οξέων των δειγμάτων.

Επίλογος

Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε από αρχαιοτάτων χρόνων τα διάφορα οργανικά υλικά ζωικής και φυτικής προέλευσης για την βελτίωση της γονιμότητας και παραγωγικότητας του εδάφους. Κατά συνέπεια, αξιοποίησε στην πορεία της ιστορίας του όλα αυτά τα υλικά για την λίπανση των καλλιεργειών του και όχι μόνο. Ανάπτυξε μεθόδους και διαδικασίες και παρήγαγε τα λεγόμενα 'οργανικά λιπάσματα' με βιομηχανικούς τρόπους, με τα οποία σήμερα εφοδιάζει τις καλλιέργειες.

Ενώ η σημασία της οργανικής λίπανσης εκτιμάται ως θετική απ' όλες ανεξαιρέτως τις κατηγορίες των ειδικών, στην πράξη δεν αντιμετωπίστηκε το ίδιο σοβαρά όπως η ανόργανη λίπανση. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται σε δύο κύριες αιτίες: α) στη βιομηχανική παραγωγή των ανόργανων λιπασμάτων και στην οικονομική ενίσχυση των ερευνητικών προσπαθειών από πλευράς των βιομηχανιών και β) στη δυσκολία εξασφάλισης πρώτων υλών και στη μη παραγωγή μέχρι πρότινος οργανικών λιπασμάτων σε βιομηχανικό επίπεδο. Ο υψηλός σχετικά βαθμός αποτελεσματικότητας των ανόργανων λιπασμάτων σε συνδυασμό με τις τιμές που επικράτησαν μέχρι προ ολίγων ετών ήταν επιπλέον λόγοι οι οποίοι ευνόησαν την διάδοση των ανόργανων λιπασμάτων σε βάρος των οργανικών.

Σήμερα εξαιτίας της απότομης ανοδικής τάσης των τιμών των ανόργανων λιπασμάτων, της αλόγιστης χρήσης τους και της υποβάθμισης του επιπέδου της οργανικής ουσίας στα γεωργικά εδάφη των βιομηχανικά ανεπτυγμένων χωρών, η οργανική λίπανση απέκτησε ενδιαφέρον και επανήλθε στο προσκήνιο. Στη μεταστροφή που συντελείται υπέρ των οργανικών λιπασμάτων συμβάλλουν εκτός από το αυξανόμενο κόστος των ανόργανων λιπασμάτων και οι ζημιές που προκαλούνται απ' αυτά στα υπόγεια και στα επιφανειακά νερά (ευτροφισμός, νιτρικά κ.λ.π.). Επίσης η υποβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων (υπερλιπασμένα προϊόντα είναι ευαίσθητα σε ασθένειες, είναι άγευστα και απαιτούν υψηλό κόστος διατήρησης) και η αλλαγή στον τρόπο εκμετάλλευσης των εδαφών (προωθούνται οι αμειψισπορές με ψυχανθή και όχι οι μονοκαλλιέργειες) είναι επιπλέον λόγοι οι οποίοι περιορίζουν τις αισιόδοξες εξελίξεις στη χρήση των ανόργανων λιπασμάτων.

Αξιοσημείωτη συμβολή στη διαμορφούμενη ανοδική τάση της ζήτησης των οργανικών λιπασμάτων έχει αναμφισβήτητα η διαρκώς αναπτυσσόμενη οργανική γεωργία.

Οι διαρκώς αυξανόμενες ποσότητες, οι σημαντικά δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και η κοινωνική αναταραχή καθιστούν έντονη την ανάγκη επιλογής, των κατάλληλων τρόπων διαχείρισης της υλούς αστικών λυμάτων και απορριμμάτων. Η μέχρι και σήμερα ακολουθούμενη επιλογή της απόρριψης της υλός στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) προκαλεί σοβαρά προβλήματα. Μειώνει το χρόνο ζωής, επιβαρύνει το κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων και δημιουργεί έντονες αντιδράσεις στις τοπικές κοινωνίες (Ψυττάλεια).

Με την οδηγία (1999/31/ΕΚ) προβλέπονται νέα χρονικά όρια ελάττωσης των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που οδηγούνται στους ΧΥΤΑ. Είναι κοινώς παραδεκτό ότι η αξιοποίηση της υλός και των αστικών απορριμμάτων για γεωργική χρήση είναι η πλέον πρόσφορη και οικονομικότερη λύση υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Ιδιαίτερα για τα εδάφη της χώρας μας, οι ανάγκες σε οργανική ουσία είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Επιπλέον, οι τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στη χώρα μας – ιδιαίτερα στην επαρχία – καθιστούν ελκυστική τη λύση της κομποστοποίησης για τη μετάπλαση υποβαθμισμένων και ακαλλιέργητων εδαφών, αναπλάσεις τοπίων και χρήση στη γεωργία.

Η κομποστοποίηση ως μέθοδος επεξεργασίας προσφέρει μεγάλες δυνατότητες. Ο εξοπλισμός και τα σύγχρονα συστήματα μετρήσεων και ελέγχου παρέχουν τη δυνατότητα βελτίωσης της υγιεινής, σταθεροποίησης και παραγωγής εδαφοβελτιωτικού και πιστοποιημένου κόμποστ.

Η εξέλιξη του εξοπλισμού και της τεχνολογίας της κομποστοποίησης είναι θεαματική και προσφέρει αξιόπιστες λύσεις σε «δύσκολα» υλικά όπως η υλός των βιολογικών καθαρισμών, το οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων (ζυμώσιμα), τα απόβλητα πτηνοτροφείων κ.ά. Τα αποτελέσματα αυτών των επιστημονικών επιτευγμάτων καθώς και το κόστος αξιοποίησης τους μπορούν να βελτιωθούν ακόμα. Προκειμένου όμως υπάρξουν επιθυμητά αποτελέσματα, θα πρέπει να συνεχιστεί και να ενισχυθούν οι έρευνες πάνω στον τομέα αυτό.

Οι προκαταλήψεις και οι κοινωνικές αντιδράσεις, δικαιολογημένες ή μη, μπορούν να υποχωρήσουν, δίνοντας την κατάλληλη ενημέρωση στους πολίτες και δείχνοντας τους τα αποτελέσματα και τα οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν από την αξιοποίηση της υλός για γεωργική χρήση σε ατομικό αλλά και κοινωνικό επίπεδο.

Βιβλιογραφία:

- Alexander, M., 1962.** introduction to soil microbiology, Wiley, New York
- Allison, F.E., Sherman, M.S., and Pinck, L.A., 1949.** I. Inorganic soil colloid as a factor in retention of carbon during formation of humus. *Soil Sci.* 68:463-478.
- Aso S., and Sakai, L., 1963.** *Soil Science and plant Nutrition* 9: 85-91.
- Amberger, A., 1992:** Mineralische und organische Düngung. In: Haug, G., G. Schuhmann, & G. Fischbeck, (Hrsg.): *Pflanzenproduktion im Wandel*, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- Ansorge, H., 1969:** Einfluss einer langjahren Stroh- und Stallmistd ngung auf Ertrag und Humusgehalt des Bodens. *Thear- Arch.* 13,11, S. 1033-1045.
- Amberger, A. and H. Aigner, 1969:** Ergebnisse eines achtjahren Feldversuches mit Strohdüngung. *Z. Acker- Pflanzenbau* 130, 4, S. 291-303.
- Aufhammer, W. and E. Kuebler, 1994:** Stickstoffaufnahme und Stickstoffruckst nde von Hauptfrucht- und Ausfallrapsbest nde. *J. Agronomy u. Crop Science* 172, 255-264.
- Beare , M.H., Beckett, J.T., and Anderson, W.P., 1973.** Ferric-EDTA absorption by maize roots. In: *Ion-transport in plants* Edit. W.P. Anderson, Academic Press London P. 595-607.
- Bloofield, C., 1964.** Mobilization phenomena in soils. Report Rothamsted Expt Stn for 1963. pp 226-239.
- Bottomley W.D., 1920.** The effect of organic matter on the growth of various plants in culture solutions. *Ann. Bot. (London)* 34: 353-365.
- Bottomley W.B. 1917.** Some effects of organic growth-promotting substances (auximones) on the growth of *Lemna minor* in mineral solutions. *Proc. Soc. Lon. Ser. B.* 89 :481-487.
- Bottomley W.B. 1914.** Some accessory factors in plant growth and nutrition. *Proc. R. Soc. London. Ser. B.* 88: 237.
- Brady N.C. and R.R. Weil, 1996.** *The nature and properties of Soils*, 11th Ed., Prentice Hall.
- Beinert, K., W. Sauerlandt, 1951:** *Der wirtschaftseigene Dünger*. 6 Aufl. Parey.

- Bus, E., 1985:** Einfluss unterschiedlicher organischer Dunger und Ertrag ausgewählte Bodeneigenschaften, untersucht in einem Dauerdüngungsversuch auf Löss-Schwarzerde. 108-Berlin, Akad. Landwirtsch. Wiss. DDR, Diss. A.
- Bachthaler, G. und L. Hien, 1976:** Ergebnis langjähriger Kornerfruchtfolgen bei unterschiedlichen Maisanteilen. Bayer. Landw. Jhrb. 53, 387-403.
- Bachthaler, G., 1987:** Pflanzliche Erzeugung. Die Landwirtschaft Band 1. BVL Verlagsgesellschaft München.
- Boguslawski, E. und J. Debruck, 1977:** Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit. Arbeiten der DLG, Band 155 DLG-Verlag. Frankfurt (Main).
- Butterworth, B.: 1985:** The Straw Manual. London E. and F.N. Spon New York.
- Boguslawski, E. und J. Debruck, 1977:** Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit. Arbeiten der DLG, Band 155 DLG-Verlag. Frankfurt (Main).
- Chaminade, R., 1966.** Effect physiologique des constituants de la matière organique de sols sur le métabolisme des plantes, la croissance et la vendement In: The use of isotopes in soil organic matter studies. Report FAO/AEA. Tech. Meeting Brunswick Volken rode 1963. Pergamon, Oxford p. 35-47.
- Clark, N.A., and Roller, E.M. 1924.** Auximones and the growth of the green plants Soil Sci. 17:193-198.
- Cooke, G.E., 1977:** The roles of organic manures and organic matter in managing soils for higher crop yields - a review of the experimental evidence. In: Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture, Tokyo, 53-64.
- Christen, O. and K. Sieling, 1994:** Einfluss unterschiedlicher Vorfruchte und Fruchtfolgen auf den Ertrag von Winterraps. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 7, 285-288.
- Collins, 1984:** Fertilizer recovery from anaerobic digesters. Transactions of the ASAE, 27: 1871-81.
- Calegari, A., 1990:** Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. IAPAR FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ-LONDRINA-PR. BOLETIM TÉCNICO No 35.
- Γκόγκας, Δ., 1990:** Κάψιμο ή παράχωμα των υπολειμμάτων θεριζοαλωνισμού. Γεωργία-Κτηνοτροφία, 3, 20-23.
- Cristen, O. and J.V. Lovett, 1993:** Modellversuche zur Abschätzung von Ertragsverlusten nach phytotoxischen Substanzen aus dem Abbau von Ernterückständen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 6, 41-44.

- Cristen, O and K. Sieling, 1994:** Einfluss unterschiedlicher Vorfruchte und Fruchtfolgen auf den Ertrag von Winterraps. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 7, 285-288.
- Christensen, B.T., 1986:** Straw incorporation and soil organic matter in macroaggregates and particlesize separates. Journal of Soil Science, 37,125-135.
- Dahlman, R.C., and Kuceva, C.L., 1965.** Root productivity and turnover in native pastures Ecology 46: 84-89.
- Dell' Agnolla, G., and S. Nardi, 1986.** News about biological effect of humic substances In: Burns G.R. et al (eds). Humic substances effects on soil and plants. REDA Edizioni per l' agricoltura, Milan, Italy.
- Dell' Agnolla, G., Ferrari, G., 1971.** Azione concertata delle sostanze umiche del terreno sull' assorbimento radicale VIII. Simp. Int. Agrochimica su L' energia nucleare in Agricoltura 298-304. Venezia.
- Dell' Agnolla, G., Nardi, S., Savoini, G. And Cicher, L, 1983.** Iron uptake by plants from ferric humates suspensions. Proc. Int. Symp. Peat. In Agriculture. Tel Aviv 179-194.
- Dam Kofoed, A., 1976:** Farmyard manure and crop production in Denmark. In: Utilisation of manure by land spreading. - Luxembourg, 29-43.
- Debruck, J., 1974:** Intensiver Weizenanbau - zu Fragen der Fruchtfolge und Pflanzen-gesundheit, Kali-Briefe, Fachgeb. 3,6. Folge.
- Derpsch, R., N. Sidiras e F.X. Heizmann, 1985:** Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. Pesq. agropec. bras., Brasilia 20 (7): 761-773.
- Fuhr, F., and Sauerbeck, D., 1968.** Decomposition of wheat straw in the field as influenced by cropping and rotation In: in isotope and Radiation in soil organic matter studies. Proc. Symp. IAEA/ FAO, Vienna, 1968. pp. 241-250.
- Field, J.A., J.S. Caldwell, S. Jeyanayacam, JR. Reneau, W.Q. Kroontje & E.R.**
- Fischbeck, G., K.-U. Heyland and N. Knauer, 1982:** Spezieller Pflanzenbau. UTB. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- Gaur, A.C., K.V. Sadasivam, O.P. Vimal and K.S. Mathur, 1971:** A study on the decomposition of organic matter in an alluvial soil: CO₂ evolution, microbiological and chemical transformation. Pflant and Soil, 34,17-28.
- Goodman, B.A., and Cheshire, M.V., 1973.** Elector paramagnetic resonance evidence that copper is complexed in humic acid by nitrogen of phosphopyrin group. Nature (London), 244:158-159.

- Gorin, P.A.J., and Spencer, J.F.T., 1968.** Structural Chemistry of fungal polysaccharides. *Adv. Carboh. Chem.* 23:367-417.
- Goldenstern, H., 1987:** Verfeinerung der Systeme. Neue Entwicklungen bei der Flüssigermischung. *DLG-Mitteilung* 14, 750-753.
- Hashimoto, A.G., Y.R. Chen, V.H. Varel, C.L Prior, 1980:** Anaerobic fermentation of agricultural residues. In: Shuler, M. (ed.). *Utilization and recycling of agricultural wastes and residues.* Boca Raton, CRC Press.
- Hamblin, A.P. and B. Davies, 1977:** Influence of organic matter on the physical properties of some East Anglian Soils of high Silt content. *J. of Soil Science*, 28,11-22.
- Jaquin, F., et N. Chouliaras, 1976:** Evaluation de la matiere organique dans une rendzine et son interference sur une classification genetique des humus. Extrait de "Science du Sol-Bulletion de L' A.F.E.S.", no 4, 241-246.
- Jenkinson, D.S., 1981.** The fate of plant and animal residue in soils. In: *The chemistry of soil processes* (Eds) Greenland D.J., Haynes M.H.B., A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons.
- Khristeva, L.A., and Manoilova, 1950.** The nature of the direct effect of humic acids on the growth and development of plants. *Dokl. Vse Soyuz Akad. S-Kh Nawk. Lenina* 11:10-16.
- Kohnlein, J., and H. Vetter, 1953:** Die Stalldungerrothe bei steigender Stroheinstreu. *Z. f. Pflanzenern., Dung., Bodenk.*, 63 (108), 119-141.
- Korschens, M. 1987:** N-Ausnutzung in Abhängigkeit von mineralischer und organischer N-Düngung im Verlaufe von vier Jahrzehnten im Statischen Düngungsversuch Lauchstadt. *Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenk.*, Berlin 31, 3,161-168.
- Konzen, E.A., 1983:** Manejo e utilizacao dos dejetos de suinos. Concordia, SC. EMBRAPA/CNPSA, 32 p. (Circular Technica, 6).
- Kampf, R., 1969:** Untersuchungen über den Einfluss einer elfjährigen Getreidefolge auf Bodenfruchtbarkeit, Verunkrautung und Ertrag, *Bayer. Landw. Jahrb.*, 46,172-190.
- Konnecke, G., 1967:** Fruchtfolgen, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Kubler, E., 1974:** Ertragsverhalten von Sommergerste in getreidestarken Fruchtfolgen in Abhängigkeit von Versuchsdauer und Krankheitsbefall. 18. Jahrestagung der Ges. f. Pflanzenbauwissenschaften e. V. am 10. und 11.10.1974 in Hohenheim.

- Kubler, E., 1977:** Auswirkungen von Versuchsdauer und Häufigkeit des Sommergerstenbaus auf Kornertrag und das Auftreten von Schadfaktoren, Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 145, 36-50.
- Kubler, E., 1979:** Standort- und Fruchtfolge-abhängiges Auftreten des Getreidezysten-alchens (*Heterodera avenae* Woll.), Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, 148, 275-290.
- Kurten, P.W. und W. Range, 1980:** Ergebnisse eines achtjährigen Fruchtfolge-Düngungsversuches mit Anbau von Winterweizen und Wintergerste in Getreidefolge und Monokultur. Landw. Forschung, 33, 4, 385-407.
- Lee, Y.S., and Bartlett, R.J., 1976.** Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40 :876-879.
- Lee, V.S., and R.G. Bartlett 1976.** Soil Sei. Amer. 40 (6): 876-879.
- Lund., Z. F. and B. Doss, 1980:** Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. Agronomy Journal, Vol. 72, p. 123.
- Loehr, R.C., 1974:** Agricultural wastes management problems, processes and approaches. New York, Academic Press, p. 335-52.
- Mockeridge, F.A., 1920.** The occurrence and nature of the plant growth-producing substances in various organic manurial Composts. Biochem. J. 14:432-450.
- Millar, C.E., 1957:** Soil fertility. New York - London.
- Malavolta, E., 1967:** Manual de química agrícola. Sao Paulo. Ceres, 2a. edição, p. 279-89.
- Muller, W., W.J. Schoen und M. Zoschke, 1977:** Zur Autotoleranz der Wintergerste (*Hordeum vulgare*). Z. Acker - u. Pflanzenbau, 145, 296-316.
- Oberlander, H.F., 1973.** The fate of organic manures in soil as traced by means of radiocarbon. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia 38: 100-171.
- Olsen, C., 1929.** On the influence of humus substances on the growth of green plants in Water Culture. C. R. Trav. Lab. Carlsberg 18 :1-16.
- Prakash, A., 1971.** Terrigenous organic matter and coastal phytoplankton fertility. In: Fertility of the sea (Ed.) J.D. Costlow, Gordon and Breach New York Vol.2. p. 351-368.
- Prat, S., 1963.** Permeability of plant tissues to humic acids. Biol. Plant (Prague) 5: 279-283.
- Pommer, G., 1987:** Pflanzliche Erzeugung. BLV Verlagsgesellschaft München.

- Παπαδόπουλος, Γ.Δ., Ν. Χουλιάρας και F. Jacquin, 1986:** Αλληλεπίδραση μεταξύ της μικροβιακής δραστηριότητας και της αφομοιωσιμότητας των φυσικών φωσφοριτών στο έδαφος. Γεωργική Έρευνα, τόμος 10, τεύχος 2-3, σ. 231-241.
- Rashid, M.A., 1971.** Role of humic acids of marine origin and their different molecular weight fractions in complexing di- and trivalent metals. *Soil Sci.* 111: 298-306.
- Rauhe, K. and M. Hesse, 1957:** Über die Wirkung verschieden gelagerten Stallungers auf leichten und schweren Boden (1. Mitt). *Z. f. Acker - und Pflanzenb.*, 102, 283-298.
- Rauhe, K. and M. Hesse, 1960:** Über die Wirkung verschieden gelagerten Stallungers auf leichten und schweren Boden (2. Mitt). *Z. f. Acker - und Pflanzenb.*, 110, 135-152.
- Rubensam, E. und K. Rauhe, 1964:** Ackerbau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.
- Sarkanen, K.V., and Ludwig, C.H., 1971.** Lignins: Occurrence, formation and reactions. Wiley, New York.
- Signal O. and D. Ruhai, 1994:** Effect of long term applications of farmyard manure and nitrogen on organic carbon, soil nitrogen and wheat yield. *International Journal of tropical Agriculture* 1990, Vol. 8, No 3, pp. 203-208.
- Schoeder H., M. Finck and K. Sieling, 1994:** Verwertung von Minereraldünger - und Güllestickstoff durch Wintergerste. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 7, 215-218.
- Sauerlandt, W., C. Tietjen, 1970:** Humuswirtschaft des Ackerbaues. DLG-Verlag - Frankfurt (Main).
- Santos, M.A. & O. Ruano, 1987:** Reacao de plantas usadas como adubos verdes e *Meloidogyne incognita* raga 3 e *M. japonica*. *Nematologia Brasileira*, 11:184-97
- Sharma, R.D., J. Pereira, D.V.S. Resck, 1982:** Eficiencia de adubos verdes no controle de nematoides associados a soja nos cerrados. Planaltina, EMPRAPA-CPAC, 30p. (EMPRAPA-CPAC. Boletim de pesquisa, 13).
- Σιδηράς, Ν. και Α. Τσίπα, 1995:** Δέσμευση αζώτου από το υπέργειο και υπόγειο τμήμα του σιναπιού (*Sinapis alba* L.) το φθινόπωρο και χειμώνα του 1994/95. Αδημοσίευτο.
- Schlichting, E. and H.-P. Blume, 1966:** Bodenkundliches Praktikum. Paul Parey.

Shivashankar, K., K. Vlassak and J. Livens, 1976: Effect of straw and ammonium nitrate on growth, nitrogen fixation and yield of soybeans. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.*, H3: 357-360.

Shivashankar, K. and M.V. Shantaram, 1980: Modulation, growth and yield of soybeans as affected by paddy straw application to soil. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.*, 143, 68-73.

Sauerlandt, W., C. Tietjen, 1970: Humuswirtschaft des Ackerbaues. DLG - Verlag. Frankfurt (Main).

Σιδηράς, Ν., 1992: Επιδράσεις του συστήματος της εδαφοκατεργασίας και αμειψισποράς στη γονιμότητα των αγρών. 4ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο, Έδεσσα 6-9 Μαΐου, 25-39.

Σιδηράς, Ν., 1994: Ενσωμάτωση και κάψιμο της καλαμιάς. 5ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο, Ξάνθη 25-27 Μαΐου, 702-718.

Siqueira, J.O., M.G. Nair, R. Hammerschmidt and G.R. Safir, 1991: Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems. *Critical Reviews in Plant Science* 10,63-121.

Tiffin, L.O., and Brown, J.C., 1959. Absorption of iron from iron chelate by sunflower roots. *Science* 130: 274-275.

Taiganides, E.P., 1977: Composting of fedlot wastes. In: Taiganides, E.P. Animal wastes. Essex, England Applied Science, p. 241-51.

Vaughan, D., and MacDonald, I.R., 1976. Some effect of humic and on cation uptake by parenchymatissues. *Soil Biology and Biochem.* 8: 415-421.

Visser, S.A., 1986. Effects of humic substances on plant growth. In.: Burns R.G. et al (Eds) Humic substances effects on soils and plants REDA Edizioni per Agricoltura, Milan, Italy.

Vetter, H., 1959: Einfluss der Strohdungung auf Boden und Pflanzen. *Mitt. DLG*, 5, S. 110-112 u. 6,S.142-143.

Wellbank, P.J., Gibb, M.J. Taylor, P.J., and Williams, E.D., 1974. Root growth of cereal crops. *Rep. Rothamsted Exp. Stn.For 1973. Pt.2:* 26-66.

Williams, R., G. Cooke, 1961: Some effects of farmard manure and of grass residues on soil structure. *Soil Science*, Vol. 92, pp. 30-39.

Weber, P., 1974: Verwertung hoher Mullklahrschlammkompost-, Mullkompost-, Klar-schlamm- und Torfgaben bei der Rekultivierung von Lossrohoboden im Rheinischen Braunkohlerevier. Dissertation Universitat Bonn.

Wolf, H.J. und G. Hoflich, 1983: Phytoinhibitorische Wirkungen im Boden bei Anbau von Wintergetreide. Zbl. Mikrobiologie. Jena 138, 617-629.

www.sciencedirect.com

www.agronomy-journal.org/index

Applied soil ecology (1999) 217-225

http://triton.chania.teicrete.gr/epeaek1/Compost_Klimatidion/Compost_head.htm

Χουλιάρης, Ν., 1990: Οργανική ουσία και οργανικό άζωτο στα εδάφη των θερμοκηπίων. Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία, Ενημερωτικό Δελτίο, Αρθ. 10-11, Ιούνιος, 19-21.

5^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Ξάνθη 25 - 27 Μαΐου 1994

6^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Ναύπλιο 29/5 - 1/6 1996

7^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Αγρίνιο 27 - 30 Μαΐου 1998

8^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Καβάλα 21 - 23 Σεπτεμβρίου 2000

9^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Αθήνα 23 - 24 Σεπτεμβρίου 2002

10^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Βόλος 22 - 25 Σεπτεμβρίου 2004

11^ο πανελλήνιο εδαφολογικό συνέδριο (πρακτικά), Άρτα 4 - 7 Οκτωβρίου 2006