

## **1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ**

### **1.1. Τι είναι κομποστοποίηση - Τι ονομάζεται compost.**

Οι ανθρώπινες ενέργειες που έχουν σκοπό να επιταχύνουν και να καθοδηγήσουν τις φυσικές διεργασίες της βιοαποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων έχει επικρατήσει να ονομάζεται διεθνώς **κομποστοποίηση (composting)**.

Οι πρώτες συστηματικές προσπάθειες κομποστοποίησης έγιναν στην Ινδία την δεκαετία του 1920 από τον Άγγλο γεωπόνο Sir Albert Howard. Από τότε στη Δ. Ευρώπη και στην Αμερική αναλαμβάνονται ερευνητικές και επιχειρησιακές δραστηριότητες στην κατεύθυνση της χρησιμοποίησης διαφόρων υλικών ποικίλων προελεύσεων για την παραγωγή compost.

**Compost** ονομάζεται το οργανικό υλικό που προέρχεται από την διαδικασία της κομποστοποίησης οργανικών υπολειμμάτων.

Το compost είναι ένα προϊόν με μεγάλη γεωργική αξία. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα οργανικό λίπασμα με εδαφοβελτιωτικές ικανότητες. Όταν προστεθεί στην καλλιέργεια δεν ανταγωνίζεται το άζωτο με τα φυτά, είναι απαλλαγμένο δυσοσμίων. Τα compost περιέχουν συνήθως 2% άζωτο, 0.5-1 % φώσφορο και περίπου 2 % κάλιο. Αν κατά την κομποστοποίηση γίνει προσθήκη P και K, τα ποσοστά είναι υψηλότερα. Το άζωτο αποδεσμεύεται και είναι διαθέσιμο στα φυτά με αργό ρυθμό.

### **1.2. Υλικά που προτιμούνται ή αποφεύγονται για την κομποστοποίηση.**

Τα παρακάτω οργανικά υπολείμματα είναι άφθονα σε επαρχιακές περιοχές και μπορούν να κομποστοποιηθούν.

- Υπολείμματα καλλωπιστικών φυτών (κλαδιά, βλαστοί).
- Διάφορα αγριόχορτα (να μην έχουν ώριμους σπόρους).
- Φύλλα.
- Χώμα από γλάστρες (όταν ανανεώνεται το χώμα τους).
- Κλαδιά δένδρων και θάμνων.
- Κομμένο γρασίδι από χλοοτάπητες.
- Υπερώριμα ή χαλασμένα φρούτα.
- Τσόφλια από αυγά.
- Υπολείμματα του καφέ (με τα φίλτρα) και υπολείμματα τσαγιού.
- Υπολείμματα λαχανικών από το καθάρισμα τους στην κουζίνα (πατατόφλουδες, βολβοί από φασόλια, αρακά, κουκιά κ.ά.)
- Υπολείμματα βρασμένων φαγητών στα οποία δεν έχει προστεθεί λάδι.
- Λουλούδια από τα ανθοδοχεία.
- Ροκανίδια και πριονίδια ξύλου σε μικρές ποσότητες.

Μαζί με τα παραπάνω υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κομποστοποίηση και άλλα υλικά που είναι εύκολο να εντοπιστούν στην περιοχή:

- Άχυρο από καλλιέργειες ή από ενσταυλισμό ζώων.
- Φύκια θάλασσας.
- Ελαιόφυλλα.

Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ανόργανα υλικά που δεν αποσυντίθενται και μερικά οργανικά που η αποσύνθεση τους δημιουργεί δυσάρεστες οσμές ή κινδύνους υγιεινής στο compost : π.χ. **πέτρες, μεταλλικά αντικείμενα, πλαστικά, γυαλί, τυπωμένο χαρτί, υπολείμματα φαγητών που περιέχουν λίπη, κρέας, κόκκαλα, καθώς και τα υλικά καθαρισμού.**

Τα υπολείμματα συμβατικών καλλιεργειών (όπως τομάτας, αγγουριού, κολοκυθιού, κλπ) πρέπει να αποφεύγονται διότι στις ρίζες τους ίσως να υπάρχουν νηματώδεις και ίσως το υπέργειο τμήμα να είναι προσβεβλημένο από μύκητες (π.χ. ωίδιο), και μπορούν να μολύνουν με σπόρια το compost που θα παραχθεί. Επίσης όταν στις καλλιέργειες υπάρχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων εμποδίζεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών της αποσύνθεσης.

Αποφεύγονται **φλούδες εσπεριδοειδών σε μεγάλες ποσότητες** διότι λόγω της μεγάλης οξύτητας που έχουν εμποδίζουν την ανάπτυξη ορισμένων μικροοργανισμών της χώνευσης, καθώς και οι πευκοβελόνες και όλα τα προϊόντα άλεσης των κλαδιών **από όλα τα πευκοειδή επειδή χωνεύονται δύσκολα. Επίσης δεν επιτρέπεται η χρήση υλικών που έχουν σχέση με την ανθρώπινη σωματική δραστηριότητα (ούρα, κόπρανα), ή και με κατοικίδια ζώα, λόγω του φόβου μόλυνσης με επικίνδυνα παθογόνα.**

## **2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Τα προς κομποστοποίηση υλικά τεμαχίζονται και τοποθετούνται σε σωρούς. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες συστημάτων κομποστοποίησης: 1) τα συστήματα κλειστού τύπου και 2) τα συστήματα ανοικτού τύπου.

### **1. Συστήματα κλειστού τύπου.**

Είναι συστήματα στα οποία τα τεμαχισμένα υλικά προωθούνται σε βιοαντιδραστήρες όπου μετά την επεξεργασία τους οδηγούνται σε συστήματα ανοικτού τύπου για περαιτέρω σταθεροποίηση. Είναι οικονομικά συμφέρουσες μόνο για βιομηχανικές μονάδες.

### **2. Συστήματα ανοικτού τύπου.**

Είναι συστήματα καταλληλότερα για μικρές μονάδες και για μεμονωμένους παραγωγούς. Χωρίζονται σε συστήματα με **δυναμικό αερισμό** και σε συστήματα με **στατικό αερισμό.**

Στα συστήματα ανοιχτού τύπου τα ψιλοτεμαχισμένα υλικά στοιβάζονται είτε σε σωρούς είτε σε γραμμές πρισματικής διατομής. Οι σωροί αυτοί αναδεύονται περιοδικά και μετά από 3 - 5 μήνες όταν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία, το compost αφού πρώτα κοσκινιστεί (για να αφαιρεθούν τυχόν χονδρόκοκκα ή αδρανή υλικά), σακιάζεται και οδηγείται στην κατανάλωση.

### **3. ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της βιοαποικοδόμησης είναι βιολογικοί και χημικοί. Σαν σπουδαιότεροι αναφέρονται οι παρακάτω:

**Η μικροχλωρίδα** που φυσιολογικά υπάρχει στα οργανικά υπολείμματα προερχόμενη από το έδαφος, τον αέρα και το νερό.

**Το μέγεθος των τεμαχιδίων.** Το άριστο μέγεθος των υλικών είναι μεταξύ 1,5 και 7,5 cm περίπου. Το μέγεθος του υλικού επηρεάζει σημαντικά τη μικροβιακή δραστηριότητα αφού ο θρυμματισμός αυξάνει την επιφάνεια όπου δρουν τα μικροβιακά ένζυμα και μειώνει τα κενά αέρα. Το αρχικό μέγεθος επίσης επηρεάζει αναλογικά την κοκκομετρική σύσταση του τελικού προϊόντος.

**Η υγρασία.** Το άριστο επίπεδο διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία του υλικού που χρησιμοποιείται. Για την διατήρηση αερόβιων συνθηκών απαιτείται το 30% των πόρων να καταλαμβάνεται από αέρα, επομένως η υγρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει το 70%. Για τα λεπτόκοκκα υλικά η υγρασία είναι στο 45% σε υγρή βάση ενώ για τα χονδρόκοκκα μέχρι και 60%.

**Η σχέση άνθρακα / άζωτο (C/N).** Η άριστη τιμή της σχέσης C/N στο υλικό χώνευσης είναι 30/1. Διάφορα άλλα χαρακτηριστικά μερικών ακατέργαστων υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κομποστοποίηση φαίνονται στον πίνακα 1.

**Η ενεργός οξύτητα (pH).** Η τιμή του pH επηρεάζει το φάσμα των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται. Άριστο pH είναι το ελαφρά αλκαλικό επειδή ευνοεί την δράση των βακτηρίων χωρίς να περιορίζει σημαντικά εκείνη των μυκήτων.

**Η θερμοκρασία.** Αφού διαμορφωθεί ο σωρός, η αύξηση της θερμοκρασίας δηλώνει έναρξη της μικροβιακής δραστηριότητας. Τα πρώτα δύο ή τρία 24ωρα, η θερμοκρασία αυξάνει και μπορεί να υπερβεί τους 70 ° C και να διατηρηθεί για αρκετές μέρες. Μια θερμοκρασία γύρω στους 55 ° C - 60 ° C είναι απαραίτητη για ένα χρονικό διάστημα (Α' φάση) επειδή οδηγεί σε μερική αποστείρωση του υλικού. Κατά τη Β' φάση, η βέλτιστη θερμοκρασία κομποστοποίησης βρίσκεται ανάμεσα στους 30 ° C - 37 ° C, ενώ αν μειωθεί κάτω από τους 20 ° C η αποσύνθεση επιβραδύνεται.

**Ο αερισμός.** Η βιοδιάσπαση είναι αερόβια διεργασία γι' αυτό οι οργανισμοί που συμμετέχουν πρέπει να εφοδιάζονται με το απαραίτητο οξυγόνο. Αν εκτραπεί η ζύμωση σε αναερόβια,

εκλύονται από τον σωρό δύσσομα αέρια όπως υδρόθειο, μεθάνιο, αμμωνία. Σ' αυτό το σημείο γίνεται επέμβαση με αερισμό του σωρού. Αυτό γίνεται είτε με το γύρισμα του σωρού είτε με διοχέτευση αέρα υπό πίεση στην βάση του ή ακόμα με απορρόφηση των εγκλωβισμένων αερίων στη μάζα του υλικού και την αντικατάσταση με ατμοσφαιρικό αέρα.

#### **4. ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Η διαδικασία της κομποστοποίησης για να ολοκληρωθεί περνά από τέσσερις φάσεις.

Η πρώτη φάση είναι η **φάση της αποικοδόμησης**. Δραστηριοποιούνται κυρίως τα βακτήρια και αρχίζουν οι αποικοδομήσεις των εύκολα διασπώμενων ουσιών. Σ' αυτή τη φάση έχουμε μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας που μπορεί να φτάσει τους 60 °C-65 °C ή και περισσότερο.

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

Με την πάροδο 2- 3 μηνών, όταν η θερμοκρασία κατέλθει κάτω από τους 30 °C ξεκινά η τρίτη **φάση της οικοδόμησης**, κατά την οποία οικοδομούνται οι χουμικές ενώσεις (χουμικά, φουλβικά οξέα, χουμίνη). Εισέρχονται στον σωρό έντομα, αραχνοειδή και ο κόκκινος γαιοσκώληκας (*Eisenia foetida*) του οποίου ο ρόλος είναι σημαντικός στην παραγωγή των σταθερών χουμικών ενώσεων.

Στην τελευταία **φάση της σταθεροποίησης**, εξισώνεται η θερμοκρασία του σωρού με αυτή του περιβάλλοντος.

Για την ολοκλήρωση των τεσσάρων φάσεων στο σωρό απαιτούνται από 3 έως 6 μήνες ανάλογα με το πόσες αναστροφές έχουν γίνει.

Σημαντικό ρόλο στη διαδικασία συλλογής των υπολειμμάτων τόσο από τις κουζίνες, όσο και από τους κήπους, είναι η επιμόρφωση των εμπλεκομένων, στο πώς να συλλέγουν και πώς να διαχωρίζουν τα υλικά που μπορούν να κομποστοποιηθούν καθώς και πώς να τα εναποθέτουν στον ειδικό χώρο παραγωγής compost, αφού γίνει ο διαχωρισμός. Είναι σημαντικό να πραγματοποιείται ο λεγόμενος **διαχωρισμός στην πηγή**, ο οποίος είναι ουσιαστικός και σε οποιαδήποτε διαδικασία ανακύκλωσης άλλων υλικών όπως αλουμίνιο, χαρτί, κ.λπ. Για παράδειγμα, οι κηπουροί τοποθετούν το κουρεμένο γρασίδι σε σακούλες και τα κλαδιά χωριστά. Τα υπολείμματα της κουζίνας τοποθετούνται σε διακεκριμένα δοχεία και ακολούθως μεταφέρονται στο χώρο κομποστοποίησης.

## **5.2. Πηγες οργανικων υλικων**

Για να εμπλουτιστεί το τελικό προϊόν με άλλα θρεπτικά συστατικά καθώς και για να ρυθμιστεί η σχέση C/N, εκτός από τα προαναφερθέντα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν φύκια, ελαιόφυλλα (φρέσκα ή παλαιά) και κοπριά (αλογίσια) και πριονίδι.

### **5.2.1. Φύκια**

Τα φύκια είναι μια πολύτιμη πηγή λιπαντικών στοιχείων και υπάρχουν άφθονα στις παραλίες. Ένα μεγάλο μειονέκτημα για να χρησιμοποιηθούν αυτά τα φύκια για κομποστοποίηση είναι η ποσότητα ξένων υλών που περιέχουν, όπως πέτρες, καλάμια, κ.λ.π.

**ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΚΙΩΝ.** Τα φύκια που εκβράζονται στις περισσότερες παραλίες της Ελλάδας ανήκουν στο είδος *Posidonia oceanica* (έχει ριζώματα παχιά, καλυμμένα με καφέ ινώδεις προεξοχές-τα απομεινάρια των νεκρών φύλλων), μερικές φορές και στο είδος *Zostera marina* (ριζώματα λεπτά, χωρίς ινώδη επικάλυψη), και τα δύο της οικογενείας **Posidoniaceae**. Αυτά τα φύκια αποτελούν πολύτιμο υλικό για κομποστοποίηση αφού είναι πλούσια σε ουσίες και στοιχεία που δεν βρίσκονται εύκολα σε άλλα οργανικά υπολείμματα. Τέτοια είναι: *ιώδιο, βόριο, χαλκός, μαγνήσιο, σίδηρος, θείο, ασβέστιο, ψευδάργυρο, μολυβδαίνιο, μαγγάνιο, κοβάλτιο*. Επίσης περιέχει *ρυθμιστές αύξησης* (αμπισιικό οξύ (ABA), ινδολοξικό οξύ (IAA), γιββερελίνες, κυτοκινίνες, αδενοσίνη, ζεατίνη, άλλες αυξίνες), *αμινοξέα* (γλουταμινικό οξύ, ασπαρτικό οξύ, αργινίνη, αλανίνη, γλυκίνη, λευκίνη, λυσίνη, βαλίνη, σερίνη, φαινυλαλανίνη, ισολευκίνη, ιστιδίνη, προλίνη, θρεονίνη, τυροσίνη, μεθειονίνη και κυστίνη). Περιέχει *υδατάνθρακες* (μαννιτόλη, αλγινικό οξύ, λαμιναρίνη). Στα *κύρια θρεπτικά στοιχεία* η σύσταση είναι: αζωτο 1%, φώσφορος 0,05%, κάλιο 10% . Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι ένας τόννος φύκια περιέχει 4 κιλά αζωτούχες ενώσεις, 1 κιλό φωσφορικό οξύ, 11 κιλά κάλιο, 18 κιλά χλωριούχο νάτριο και περίπου 200 κιλά οργανικής ουσίας.

**ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ.** Τα φύκια εναποτίθενται στο χώρο κομποστοποίησης και καλύπτονται με χώμα μέχρι να χρησιμοποιηθούν. Ενδείκνυται να κομποστοποιούνται τα φύκια αμέσως μετά τη συγκομιδή. Αν αφεθούν να ξεραθούν, τότε χάνουν πολλά από τα συστατικά τους. Αν μάλιστα δεχθούν και τις βροχές του χειμώνα, πολλά από τα θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα τα άλατα καλίου, ξεπλένονται και χάνονται. Η ξήρανση των φυκιών πρέπει να γίνεται σε στεγανή πλατφόρμα που συγκρατεί την υγρασία. Σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να προστατεύεται από τη βροχή. Με την άμεση κομποστοποίηση λύνεται και το πρόβλημα της υψηλής συγκέντρωσης αλάτων που περιέχουν τα φύκια, η οποία μπορεί να αποτελέσει μεγάλο πρόβλημα στις καλλιέργειες αν δεν προσεχτεί. Αν μετά το τέλος της κομποστοποίησης διαπιστωθεί (με αναλύσεις) υψηλή αλατότητα που οφείλεται σε ιόντα χλωρίου, τότε απλώνεται το κομπόστ στο έδαφος, ποτίζεται καλά για να ξεπλυθούν τα άλατα και στη συνέχεια χρησιμοποιείται.

### **5.2.2. Ελαιόφυλλα**

Άλλη σημαντική πηγή οργανικού υλικού είναι τα ελαιόφυλλα, που προέρχονται από τα ελαιουργεία. Όταν ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται στα ελαιοτριβεία λόγω του τρόπου συγκομιδής περιέχει ένα ποσοστό φύλλων. Επειδή η απομάκρυνση των φύλλων είναι επιβεβλημένη, αφού ο καρπός εισαχθεί στη λεκάνη τροφοδοσίας, οδηγείται στο αποφυλλωτήριο όπου αφαιρούνται τα φύλλα. Τα ελαιόφυλλα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή compost πρέπει να προέρχονται από βιολογικούς ελαιώνες (?).

Στους συμβατικούς ελαιώνες όπου η καταπολέμηση του δάκου πραγματοποιείται με δολωματικούς ψεκασμούς, τα ελαιόφυλλα που προέρχονται από αυτούς θεωρούνται απαλλαγμένα οργανοφωσφορικών υπολειμμάτων. Έτσι χρησιμοποιούνται και αυτά για κομποστοποίηση.

### **5.2.3. Κοπριά αλόγων και λοιπών ζώων**

Η κοπριά των αλόγων λόγω του τρόπου που παράγεται είναι απαλλαγμένη από σπόρους ζιζανίων. Σε κάθε κελί αλόγου τοποθετείται ένα στρώμα άχυρο στο δάπεδο όπου συγκεντρώνονται οι αφοδεύσεις του ζώου. Κατά τον καθαρισμό του δαπέδου συλλέγεται η κοπριά με το άχυρο και εναποτίθενται σε εξωτερικό χώρο του ιπποφορβείου. Επίσης τα άλογα τρέφονται με άχυρο το οποίο δεν περιέχει σπόρους ζιζανίων, άρα και τα απορρίμματα του είναι καθαρά. Χρησιμοποιείται ακόμα αγελαδινή κοπριά όχι όμως από αγελάδες εντατικής εκτροφής.

### **5.2.4. Πριονίδι**

Το πριονίδι είναι ένα προϊόν διαθέσιμο από τα ξυλουργεία. Είναι σημαντικό η προέλευση του να είναι από φυσική ξυλεία, χωρίς χημικά πρόσθετα. Τα συνθετικά ξύλα όπως MDF, μελαμίνες κ.λπ δεν δίνουν κατάλληλο για κομποστοποίηση πριονίδι.

Το πριονίδι σαν υλικό είναι μια πλούσια πηγή άνθρακα για αυτό χρησιμοποιείται όταν το μίγμα του είναι πλούσιο σε άζωτο π.χ. κουρεμένο γρασίδι.

## **5.3. Διαχωρισμός των υλικών στο χώρο κομποστοποίησης.**

Όταν ολοκληρωθεί η εναπόθεση των υλικών στον αγρό γίνεται ένας δεύτερος διαχωρισμός. Επιλέγονται τα υλικά που είναι πλούσια σε άνθρακα και εκείνα που είναι πλούσια σε άζωτο. Τα πολύ έως ελαφρώς πράσινα μέρη των φυτών όπως το γκαζόν, τα μη αποξηραμένα φύλλα είναι πλούσια σε άζωτο, ενώ όλα τα ξερά τμήματα των φυτών και των δέντρων είναι πλούσια σε άνθρακα. Η σχέση C/N καθώς και η περιεκτικότητα σε υγρασία διαφόρων υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κομποστοποίηση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 1.

**Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά μερικών ακατέργαστων υλικών.**

Ακατέργαστα υλικά	N (% Ξ. Ο.)	C/N	Υγρασία (%)
Υπολείμματα ψαριών	6,5 - 10	4:1	80
Κοπριά πουλερικών	6,3	4:1	75
Απομεινάρια κρέατος	5,1	6:1	75
Νωπά χόρτα	4,0	12:1	95
Ξηρά χόρτα	2,4	19:1	40
Ακατέργαστα απορρίμματα	2,15	25:1	90
Αναμεμιγμένα απορ. 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 πριονίδι	0,25	208:1	5

Ο δεύτερος αυτός διαχωρισμός είναι σπουδαίος διότι η ανάμειξη των υλικών πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένες αναλογίες για να έχουμε το επιθυμητό πηλίκο C/N στο τελικό προϊόν. Γενικά η σχέση C / N δεν πρέπει να είναι ίδια για όλα τα compost. Εξαρτάται από το ποια είναι η σχέση C / N που υπάρχει στο έδαφος στο οποίο θα γίνει η προσθήκη του compost.

Για παράδειγμα, αν σε κάποιο χωράφι έγινε φρεζάρισμα των ξερών χόρτων τον Ιούνιο, σε μια ξηρή περίοδο, έχει γίνει ενσωμάτωση μιας πηγής πλούσιας σε άνθρακα. Κάτω από τις υφιστάμενες συνθήκες δεν γίνεται υγιής αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας. Η σχέση C / N στο χωράφι είναι πολύ υψηλή, επομένως το compost που θα προστεθεί πρέπει να έχει μικρή σχέση C / N, δηλ. αυξημένο ποσοστό αζώτου, για να δημιουργηθεί η ισορροπία που απαιτείται.

Αν στον αγρό είχαν ενσωματωθεί χλωρά χόρτα το φθινόπωρο, σε μια υγρή περίοδο όπου ευνοείται η αποικοδόμηση, τότε προστίθεται ένα compost με μέτρια έως πλούσια περιεκτικότητα σε άνθρακα.

#### **5.4. ΘΡΥΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΥΛΙΚΩΝ**

Αφού συγκεντρωθούν τα οργανικά υλικά στον χώρο κομποστοποίησης κάποια μεγάλα κομμάτια πρέπει να τεμαχιστούν σε μέγεθος μικρότερο των 7 cm για να επιτευχθεί η αποικοδόμηση τους. Ο τεμαχισμός πραγματοποιείται με θρυμματιστή. Θεωρείται σημαντικότερη η επιτυχής επιλογή θρυμματιστή, για αυτό αναφέρονται τα παρακάτω στοιχεία που θα συμβάλλουν στην σωστή επιλογή του μηχανήματος. Ανάλογα με το υλικό (πρώτη ύλη) που χρησιμοποιούμε ο θρυμματιστής μπορεί να διαθέτει μαχαίρια, για πολύ χλωρά υλικά ή σφυριά για ξερά κλαδιά. Υπάρχει σύστημα θρυμματισμού που διαθέτει ταυτόχρονα μαχαίρια και σφυριά.

Η κίνηση στον θρυμματιστή δίνεται από γεωργικό ελκυστήρα που η ιπποδύναμη του εξαρτάται από τον τύπο του χρησιμοποιούμενου θρυμματιστή. Όταν ολοκληρωθεί ο διαχωρισμός των υλικών και ο θρυμματισμός τους, τα υλικά αναμιγνύονται στην κατάλληλη αναλογία για να επιτύχουμε την επιθυμητή σχέση C/N.

#### **5.5. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΩΡΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Μετά την ανάμειξη των υλικών σε συγκεκριμένες αναλογίες ακολουθεί η δημιουργία των σωρών κομποστοποίησης. Με έναν φορτωτή μεταφέρεται το αναμεμιγμένο υλικό και συσσωρεύεται σε επιμήκεις σωρούς πρισματικής διατομής. Στη συνέχεια ο σωρός διαβρέχεται και στο τέλος της διαδικασίας διαβροχής ο σωρός καλύπτεται με λεπτό στρώμα εδάφους πάχους 2 έως 3 εκατοστών, ώστε να απομονωθούν τα εσωτερικά στρώματα και να ανέβει η θερμοκρασία στους 60-70 °C. Αντί του παραπάνω μπορεί να σχηματιστούν λοφοειδείς σωροί, δηλαδή κώνοι με βάση διαμέτρου 6 - 8 μέτρα και ύψους 3 - 4 μέτρα ανάλογα με την ποσότητα των υλικών. Ο όγκος κάθε σωρού κυμαίνεται στα 120 έως 130 m<sup>3</sup>.

#### **5.6. ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΣΩΡΩΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.**

Η συγκέντρωση του αζώτου στο σωρό είναι σημαντική για την έναρξη της κομποστοποίησης. Αν το άζωτο δεν είναι αρκετό η διαδικασία δεν ξεκινά. Η ανάδευση των πρισματικών σωρών πραγματοποιούνται αρχικά κάθε 7 έως 10 ημέρες. Για να επιτύχουμε όσο το δυνατόν καλύτερο αερισμό η αναστροφή γίνεται με διπλό τρόπο, μέσα έξω και τα πάνω κάτω.

Κατά τον χρόνο που διαρκεί η κομποστοποίηση γίνονται 5-6 αναστροφές ανάλογα με την εποχή. Τον Χειμώνα λόγω του ότι οι συνθήκες είναι πιο υγρές πραγματοποιούνται λιγότερες αναμίξεις, σε σχέση με το Καλοκαίρι που λόγω της ξηρασίας τα εξωτερικά στρώματα πρέπει να αναμιγνύονται με τα εσωτερικά που είναι πιο υγρά και συγχρόνως γίνεται διαβροχή των υλικών.

Στο τέλος της κομποστοποίησης έχουμε μείωση στο 65 - 70 % του αρχικού όγκου υλικών.



Τέλος το compost με τη βοήθεια φορτωτή απλώνεται στο έδαφος και φρεζάρεται για να ομογενοποιηθεί και να γίνει πιο λεπτόκοκκο. Έτσι εφαρμόζεται πιο εύκολα στους κήπους ή στα κτήματα παραγωγής βιολογικών προϊόντων.

Ο χώρος κομποστοποίησης για λόγους αισθητικής και υγιεινής (οσμές κ.λ.π.), δεν πρέπει να βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος για την άνετη μετακίνηση των μηχανημάτων, ενώ μια κλίση 1 - 2 % είναι απαραίτητη για την αποροή των υδάτων ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευσή τους στη βάση του σωρού (αναερόβιες συνθήκες με παραγωγή δύσσομων ουσιών όπως υδρόθειο και τελικά κακής ποιότητας τελικό προϊόν). Είναι σημαντική η σταθεροποίηση του εδάφους με συμπίεση του χώματος και τοποθέτηση επιφανειακά χαλικιού 3 Α. Από το σημείο που θα γίνει η κομποστοποίηση πρέπει να αφαιρεθούν 20 - 30 cm χώμα, το οποίο τοποθετείται σε μια άκρη του αγρού και χρησιμοποιείται για κάλυψη των σωρών.

## **6. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΠΑΛΙΟ ΒΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΗ**

Στο Ρέθυμνο υπάρχει ένας βιοκαλλιεργητής με εμπειρία στην παρασκευή compost, ο κ. Βαρδάκης Στέλιος.

Τα υλικά που χρησιμοποιεί είναι :

- α) φύλλα από ελαιουργεία,
- β) κοπριά από αιγοπρόβατα και βοοειδή,
- γ) φύκια θαλάσσης.

Δεν χρησιμοποιεί καθόλου μηχανολογικό εξοπλισμό.

Σε κάποια άκρη του αγροκτήματος του συλλέγει τα υλικά και δημιουργεί τους σωρούς. Οι σωροί που φτιάχνει είναι επιμήκεις πρισματικοί σωροί διαστάσεων 40 m x 6 m και ύψους 1 - 1,5 m.

Συγκεντρώνει τα πρώτα φύλλα από τα ελαιουργεία και τα φύκια τον χειμώνα. Δημιουργεί ένα σωρό ο οποίος παραμένει όλο το καλοκαίρι έξω και τον Οκτώβρη που μεταφέρει την κοπριά γίνεται η ανάμειξη των υλικών. Οι σωροί με τα φύλλα και τα φύκια καταβρέχονται το καλοκαίρι. Όταν ενωθούν όλα τα υλικά δημιουργείται ένας όγκος 250 m<sup>3</sup> υλικών.

Η συμμετοχή κάθε υλικού είναι:

120 - 130 m<sup>3</sup> ελαιόφυλλα,

100 m<sup>3</sup> κοπριά,

50 - 60 m<sup>3</sup> φύκια.

Γίνονται 2 -3 αναστροφές κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης. Τον Μάρτιο, όταν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία, μεταφέρεται το ώριμο compost στον αγρό με φορτωτή, απλώνεται με καλλιεργητή και τέλος φρεζάρεται για να είναι έτοιμο το χωράφι για τη φύτευση.

Από τον αρχικό όγκο των περίπου 250 m<sup>3</sup> στο τέλος προκύπτουν 150 m<sup>3</sup> compost, δηλ. έχουμε μια απώλεια περίπου 30 - 35 %. Κάθε χρόνο ενσωματώνονται 10 -12 m<sup>3</sup> compost στο στρέμμα σαν βασική λίπανση.

## **8. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ COMPOST**

Η ποιότητα του compost εξαρτάται κυρίως από την πρώτη ύλη και από την σωστή διαδικασία της κομποστοποίησης. Τα compost χρησιμοποιούνται με δύο τρόπους στη γεωργική πρακτική. Ο ένας είναι για τη βελτίωση των καλλιεργούμενων εδαφών και ο άλλος για τη παρασκευή υποστρωμάτων για την ανάπτυξη κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών.

Η προσθήκη ώριμου compost στο έδαφος έχει θετικά αποτελέσματα λόγω της αύξησης της οργανικής ουσίας του εδάφους, το οποίο σημαίνει βελτίωση ορισμένων φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του όπως το πορώδες, η υδατοικανότητα, η σχέση νερού / αέρα, η CEC, το pH, η διαθέσιμη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων κ.ά.

### **8.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ COMPOST ΣΤΟΥΣ ΚΗΠΟΥΣ ΤΩΝ**

Compost χρησιμοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

1. Σαν υλικό εμπλουτισμού των χωμάτων για την παραγωγή φυτωρίων καλλωπιστικών φυτών εξωτερικών χώρων των ξενοδοχείων αντί για τύρφη.
2. Στις επιχωματώσεις νέων κήπων, οπότε και αναμιγνύεται με το φερτό κηπαίο χώμα σε αναλογία 1:3 (compost : χώμα).
3. Στις νέες εγκαταστάσεις γκαζόν, αντί για τύρφη, το οποίο όμως πρέπει να είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων, αλλιώς δημιουργείται πρόβλημα.
4. Σε παλιούς υποβαθμισμένους χλοοτάπητες, λόγω εντατικής χρήσης από τους πελάτες, εφαρμόζεται το λεγόμενο "καπάκι", δηλ. απλώνεται επιφανειακά κοσκινισμένο compost και στη συνέχεια γίνεται σπορά εκ νέου.

Το compost εφαρμόζεται στους κήπους των ξενοδοχείων κυρίως πριν την έναρξη της τουριστικής περιόδου, όταν ανανεώνονται ή κατασκευάζονται νέοι κήποι. Οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται ετησίως στους κήπους εξαρτώνται από την έκταση των εργασιών ανακαίνισης που εκτελούνται.

**Πλεονεκτήματα** από τη χρήση του compost είναι:

1. Ο εμπλουτισμός του εδάφους με οργανική ουσία.

2. Η βελτίωση της δομής και των ιδιοτήτων του εδάφους όπως αναφέρεται στην εισαγωγή.
3. Τα θρεπτικά συστατικά που αφαιρούνται από τα φυτά με τα κλαδέματα επιστρέφουν μέσω του compost.
4. Είναι φθηνότερο υλικό από τα φυτοχώματα του εμπορίου.

Ωστόσο **μειονεκτήματα** υπάρχουν και είναι:

1. Η ενδεχόμενη ύπαρξη σπόρων ζιζανίων μπορεί να μεταφέρει ζιζάνια σε καθαρές περιοχές και να τις μολύνει.
2. Η μη τυποποίηση του compost σε μικρά σακιά περιορίζει τη χρήση του.
3. Η έλλειψη κοσκινίσματος έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη μεγάλων τεμαχίων από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται. Έτσι έχουμε αύξηση του κόστους λόγω αυξημένων εργατικών για την απομάκρυνση τους.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ COMPOST ΑΠΟ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ & ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ, Δρ. Β.Ι. Μανιός.
1. ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ - ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ, έκδοση Εταιρεία Διατήρησης και Οικοανάπτυξης Υγροτόπων Β. Ελλάδας.
2. ΚΟΜΠΟΣΤ - ΤΟ ΕΜΒΟΛΙΟ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ, Φουντής, Μάιερ, Πανάγος, Σύλλογος Οικολογικής Γεωργίας Ελλάδας, 1987.
3. Πρακτικά Διημερίδας "ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ", Καλαμάτα 1998.
4. ΓΕΩΡΓΙΑ – ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ : Η κομποστοποίηση γεωργικών υπολειμμάτων, τεύχος 5, 1994.