



# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

Σταύρου Ι. Ανδρουλιδάκη  
Νίνας Παπαδοπούλου - Ανδρουλιδάκη  
Κυριάκου Τζιβανόπουλου





Α' ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ  
ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ  
ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

ΣΤΑΥΡΟΥ Ι. ΑΝΔΡΟΥΛΙΔΑΚΗ  
ΓΕΩΠΟΝΟΥ M. Ed.

ΝΙΝΑΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ - ΑΝΔΡΟΥΛΙΔΑΚΗ  
ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΛΟΓΟΥ

ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΤΖΙΒΑΝΟΠΟΥΛΟΥ  
ΓΕΩΠΟΝΟΥ - ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

ΑΘΗΝΑ  
1983



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του « Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς πρόβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγοντας της προόδου του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος που θα είχε σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Ετσι το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το « Ίδρυμα Ευγενίδου », του οποίου την διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη.

Από το 1956 μέχρι σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των τεχνικών σχολών.

Μέχρι σήμερα εκδόθηκαν 150 τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια τεύχη, και καλύπτουν ανάγκες των Κατώτερων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ) και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η ποιότητα των βιβλίων, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και από άποψη εμφανίσεως, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους νέους.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική ποιότητα των βιβλίων, τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε έκδοση.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στην ποιότητα των βιβλίων από γλωσσική άποψη, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα άρτια και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στην γλωσσική διαπαιδαγώγηση των μαθητών.

Ετσι με απόφαση που πάρθηκε ήδη από το 1956 όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, είναι γραμμένα σε γλώσσα δημοτική με βάση την γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία είναι γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων γίνεται από φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

· Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα και η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος.

Το Ιδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέσει στην διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας την έκδοση των βιβλίων και για τις νέες Τεχνικές και Επαγγελματικές Σχολές και τα νέα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα με τα Αναλυτικά Προγράμματα του Κ.Ε.Μ.Ε.

#### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Αλέξανδρος Ι. Παππάς, Ομ. Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ.- Ηλ. ΕΜΠ, Επίτιμος Διοικητής ΟΤΕ, Αντιπρόεδρος.

Μιχαήλ Γ. Αγγελόπουλος, Τακτικός Καθηγητής ΕΜΠ, τ. Διοικητής ΔΕΗ.

Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός, Δ/ντής Εφ. Προγρ. και Μελετών Τεχν. και Επαγγ. Εκπ. Υπ. Παιδείας.

Επιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ρούσσος, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.

Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ιδρύματος Κ. Α. Μανάφης, Καθηγητής Φιλοσοφικής Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματεύς, Δ. Π. Μεγαρίτης.

#### Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής † (1955 - 1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς † (1957 - 1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957 - 1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956 - 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 - 1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968 - 1976) Μηχ.- Ηλ. ΕΜΠ, Παναγιώτης Χατζηιωάννου (1977 - 1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ.

**ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ  
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ  
ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ**

**1.1 Γενικά.**

Το έδαφος αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους φυσικούς πλουτοπαραγωγικούς πόρους μιας χώρας. Παρόμοιοι πόροι είναι επίσης τα φυσικά αποθέματα νερού (ποταμοί, λίμνες, υπόγειο νερό), τα δάση, τα ορυκτά του υπεδάφους κλπ. Ο άνθρωπος εξαρτάται άμεσα από το έδαφος, γιατί τόσο η τροφή του όσο και διάφορα άλλα υλικά, που είναι απαραίτητα για τη διαβίωσή του, προέρχονται αποκλειστικά από αυτό. Συχνά το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας εξαρτάται στενά από την ποιότητα των εδαφών της· αλλά και η κατάσταση των εδαφών εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο τα χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Έτσι, αν ο άνθρωπος δεν χρησιμοποιεί τα εδάφη σωστά, είναι δυνατό να χειροτερεύσει η ποιότητά τους ανεπανόρθωτα. Οι γεωπόνοι και οι δασολόγοι πρέπει να γνωρίζουν όσο το δυνατόν περισσότερα για το έδαφος. Επί πλέον όμως είναι ανάγκη και όλοι μας λίγο - πολύ να γνωρίζομε τα προβλήματα του εδάφους, για να διατηρηθεί ο σημαντικός αυτός εθνικός πόρος σε κατάσταση μεγάλης παραγωγικότητας. Η φροντίδα λοιπόν του εδάφους είναι καθήκον όλου του πληθυσμού μιας χώρας.

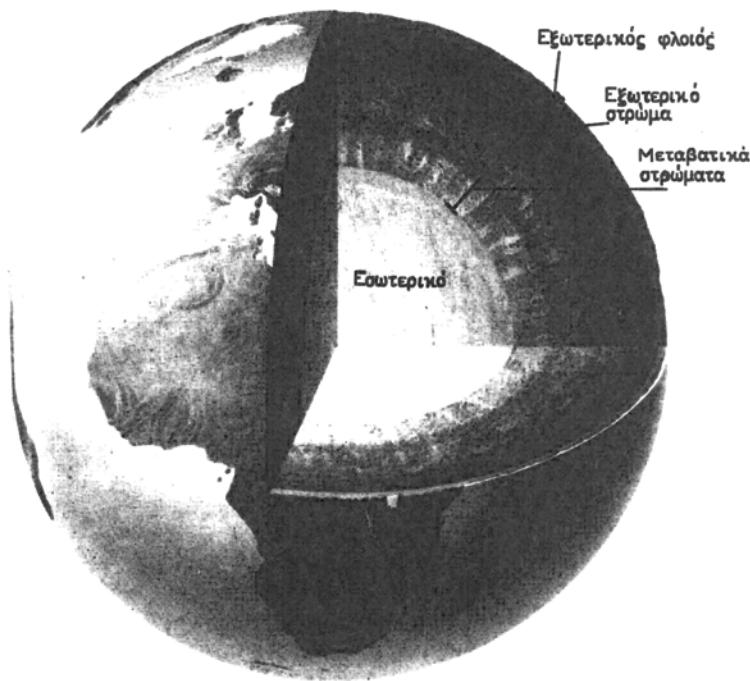
**1.2 Τι είναι έδαφος.**

Ερωτήματα που θα μας γεννηθούν είναι τα εξής: «Τι σημαίνει έδαφος; Έδαφος σημαίνει το ίδιο πάντα πράγμα για όλους τους ανθρώπους; Δηλαδή ο κοινός άνθρωπος, ο μηχανικός ή ο γεωπόνος εννοούν με τη λέξη έδαφος το ίδιο πράγμα;» Φυσικά όχι. Για τον κοινό άνθρωπο π.χ. έδαφος σημαίνει το επιφανειακό στρώμα της ξηράς, ανεξάρτητα από τι αποτελείται. Για το μηχανικό είναι τα υλικά της επιφάνειας της ξηράς, στα οποία στερεώνει τις διάφορες κατασκευές του. Για το γεωπόνο είναι το επιφανειακό στρώμα του στερεού φλοιού της γης, στο οποίο μπορούν να στηριχθούν και να αναπτυχθούν τα φυτά.

### 1.3 Σχηματισμός του εδάφους.

Τα εδάφη αποτελούνται από χημικές ενώσεις, που άλλες είναι ανόργανες και άλλες οργανικές. Πολλά είναι γνωστά για τη φύση των χημικών αυτών ενώσεων, αλλά και πολλά ακόμη παραμένουν άγνωστα. Ορισμένα εδάφη είναι σχετικώς καινούργια από γεωλογική άποψη, ενώ άλλα είναι πολύ παλιά. Θα πρέπει να τονισθεί ότι τα εδάφη δεν είναι στατικά, αλλά αλλάζουν συνεχώς. Πριν μελετήσουμε πώς δημιουργείται το έδαφος, θα ήταν σκόπιμο να αναφερθούμε στην ιστορία της γης και τών πετρωμάτων της, από τα οποία σχηματίσθηκαν τα εδάφη.

Η απόσταση της γης από τον ήλιο είναι περίπου 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα. Η γη εκτελεί μία πλήρη περιστροφή γύρω από τον ήλιο μέσα σε 365 μέρες. Σήμερα πιστεύεται ότι η γη προήλθε από τον ήλιο πριν από 45 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια, μετά από στερεοποίηση της αέριας μάζας. Κατά τα πρώτα 2,5 δισεκατομμύ-



Σχ. 1.3α.  
Σχηματική εικόνα της γης.

ρια χρόνια ήταν κυρίως μια λειωμένη μάζα, η επιφάνεια της οποίας ψύχθηκε με αποτέλεσμα να σχηματισθεί ένας στερεός φλοιός από πετρώματα, ενώ το εσωτερικό παρέμεινε ρευστό και διάπυρο μέχρι σήμερα. Η θερμοκρασία του κέντρου της γης υπολογίζεται σε  $1500^{\circ}\text{C}$ . Η διάμετρός της είναι περίπου 13 χιλιάδες χιλιομ. και το κέντρο της αποτελείται από υλικά διαφορετικά από εκείνα που αποτελούν τον εξωτερικό φλοιό της. Ο εξωτερικός φλοιός έχει πάχος 1.200 περίπου χιλιομ. και αποτελείται από πετρώματα που είναι 2,7 φορές βαρύτερα από το νερό.

Κατά το σχηματισμό της η γη πέρασε από την ημιστέρεη κατάσταση στη στερεή και τότε αναπτύχθηκαν μεγάλες πτυχές στην επιφάνειά της. Το νερό συγκεντρώθηκε στις κοιλάδες και σχημάτισε λίμνες και θάλασσες, ενώ τρομακτικές πιέσεις από το εσωτερικό της γης δημιούργησαν τα ψηλά βουνά. Οι εκρήξεις ηφαιστείων διασκόρπισαν μεγάλες μάζες λειωμένων πετρωμάτων και τέφρας στις γύρω περιοχές με αποτέλεσμα την αλλαγή του τοπίου.

Παρ' όλο ότι οι σεισμοί, τα ηφαιστεία, τα παλιρροιακά κύματα κλπ. έχουν σημαντική επίδραση στην αλλαγή της επιφάνειας της γης, δεν επηρέασαν σημαντικά το σχηματισμό του εδάφους, ενώ αντίθετα επέδρασαν σημαντικά στο σχηματισμό του οι συνέχειες αλλαγές της θερμοκρασίας, ο άνεμος, η βροχή, τα ανώτερα φυτά και οι μικροοργανισμοί. Οι δυνάμεις αυτές αποσαθρώνουν τα επιφανειακά πετρώματα σε τεμαχίδια μικρότερου μεγέθους, τα οποία αποτελούν το μητρικό υλικό του εδάφους και αυτό με τη σειρά του κομματίζεται περισσότερο και δημιουργεί το έδαφος. Οι παράγοντες που καθορίζουν το σχηματισμό και το είδος του εδάφους που σχηματίζεται είναι:

- α) Το μητρικό υλικό.
- β) Το κλίμα.
- γ) Οι ζωντανοί οργανισμοί.
- δ) Η τοπογραφία της περιοχής και
- ε) ο χρόνος.

#### **α) Το μητρικό υλικό.**

Η φύση απέθεσε σε άλλες περιοχές αιμμουδόπετρες (ψαμμίτες) και σε άλλες ασβεστόπετρες. Σε άλλες πάλι τοποθεσίες έσπρωξε η λάβα από το εσωτερικό της γης και έφερε στην επιφάνεια γρανίτη. Οποιοδήποτε όμως πέτρωμα και αν άφησε αρχικά η φύση, οι αποσαθρωτικές δυνάμεις, που επί αιώνες έδρασαν πάνω σ' αυτό, οδήγησαν τελικά στο σχηματισμό του μητρικού υλικού, που και αυτό με τη σειρά του κομματίσθηκε περισσότερο για να απολήξει στο σχηματισμό του εδάφους. Τα εδάφη που σχηματίσθηκαν από διαφορετικά μητρικά πετρώματα διαφέρουν μεταξύ τους στην υφή, τη γονιμότητα, το χρώμα κλπ. Οι διαφορές π.χ. των μητρικών υλικών που προέρχονται από τους ψαμμίτες και των μητρικών υλικών που προέρχονται από ασβεστόπετρες είναι τόσο μεγάλες, ώστε και μετά από χιλιάδες χρόνια τα εδάφη αυτά να διαφέρουν και ως προς την υφή και ως προς τη γονιμότητά τους.

Επομένως το μητρικό υλικό καθορίζει αποφασιστικά το είδος του εδάφους που θα σχηματισθεί.

#### **β) Το κλίμα.**

Για να κατανοήσουμε ευκολότερα τη σημασία του κλίματος στο σχηματισμό του είδους του εδάφους, ας φαντασθούμε ότι σε κάποιο μέρος της Μεσογείου ξεπετάγεται πάνω από το νερό μία ογκώδης ασβεστόπετρα. Πολύ γρήγορα, έτσι που είναι εκτεθειμένη στον ήλιο και τη βροχή, θα αρχίσει να μαλακώνει στην επιφάνειά της. Οι αλλαγές της θερμοκρασίας από μέρα σε νύκτα και από εποχή σε εποχή θα συντελέσουν στη χαλάρωση της συνοχής της. Η βροχή θα διαλύσει ένα μέρος της και θα μαλακώσει ένα άλλο. Το βρέξιμο και το στέγνωμά της θα οδηγήσουν στη διαστολή και τη συστολή των χαλαρωμένων σωματιδίων και στις μικρές ρωγμές και τις κοιλότητες που θα σχηματισθούν, θα συγκεντρώθει αρκετό νερό και διαθέσιμα

θρεπτικά συστατικά για να φυτρώσουν μερικοί σπόροι, που μεταφέρθηκαν εκεί από τη γειτονική ακτή με τον αέρα ή τα πουλιά.

Το κλίμα δεν είναι το ίδιο σε όλες τις περιοχές της γης. Το κλίμα της ερήμου π.χ. διαφέρει από εκείνο της τροπικής ζούγκλας. Η διαφορά αυτή φαίνεται και από την γηγενή βλάστηση σε κάθε τόπο. Σε περιοχές με μεγάλη βροχόπτωση ξεπλύνονται και απομακρύνονται οι διαλυτές βάσεις που περιέχονται στα εδάφη και τα εδάφη γίνονται δέξια. Για τον ίδιο λόγο τα εδάφη των ερήμων, που δεν δέχονται πολλές βροχές, περιέχουν μεγάλες ποσότητες βάσεων. Σε άλλες περιοχές που το ψύχος είναι μόνιμο σχηματίζονται αβαθή μόνο εδάφη.



Σχ. 1.3β.

Διάβρωση σε έδαφος με κλίση μετά από δυνατή βροχή.

Το είδος εξ άλλου της βροχοπτώσεως επηρεάζει σημαντικά το έδαφος. Μια όχι πολύ δυνατή βροχή ποτίζει το έδαφος, χωρίς να δημιουργήσει σοβαρή διάβρωση, ενώ αντίθετα μια δυνατή βροχή προκαλεί σοβαρές ζημίες, στα επικλινή κυρίως εδάφη, γιατί το νερό, που κυλά με ορμή προς τα κάτω, παρασύρει το χώμα προκαλώντας σοβαρές διαβρώσεις στο έδαφος (σχ. 1.3β).

Η θερμοκρασία επηρεάζει επίσης σημαντικά το σχηματισμό του εδάφους. Σε ψυχρές περιοχές επιβραδύνεται η διεργασία του σχηματισμού του εδάφους. Η πήξη και η τήξη μεταβάλλουν τη δομή του εδάφους.

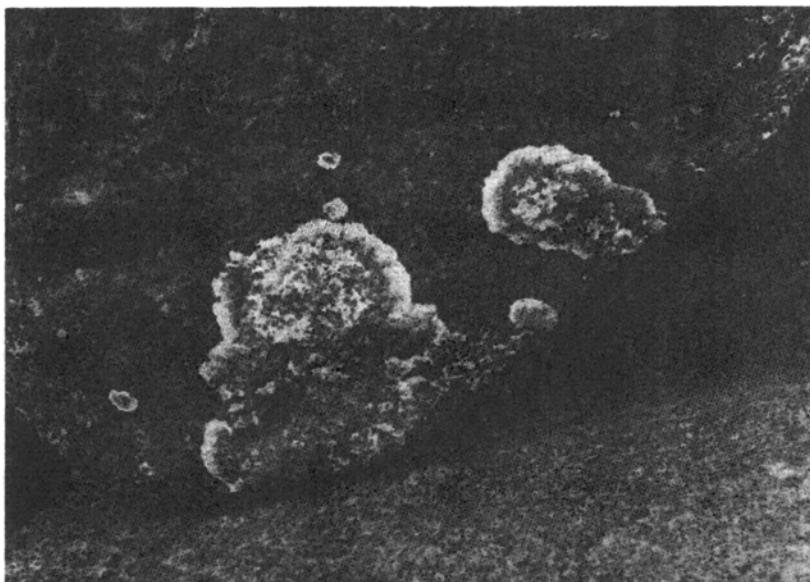
Τέλος και οι άνεμοι επηρεάζουν τον τύπο του εδάφους. Ξηραίνουν το χώμα και οδηγούν σε μια μορφή διαβρώσεως, την *ανεμογενή*, μεταφέροντας τα λεπτά σωματίδια του εδάφους από τις ερήμους σε περιοχές με πυκνότερη βλάστηση όπου και συγκρατούνται.

Από όλα αυτά που αναφέρθηκαν συμπεραίνεται οτι το κλίμα, όχι μόνο συντελεί

στο σχηματισμό του εδάφους, αλλά και επηρεάζει σημαντικά το είδος και τον τύπο του εδάφους που θα σχηματισθεί.

**γ) Οι ζωντανοί οργανισμοί.**

Πάνω στο βράχο, που υποθέσαμε προηγουμένως ότι ξεπετάχθηκε στην επιφάνεια της θάλασσας, θα γεννηθούν στην αρχή κατώτερες μορφές ζωής, όπως είναι οι λειχήνες (σχ. 1.3γ) και άλλα κατώτερα φυτά, που μπορούν να επιζήσουν στις συνθήκες αυτές. Μετά από πολλά χρόνια στον τόπο αυτό θα δημιουργηθεί ένα περιβάλλον περισσότερο βελτιωμένο, κατάλληλο να δεχθεί ανώτερα φυτά όπως τα βρύα.

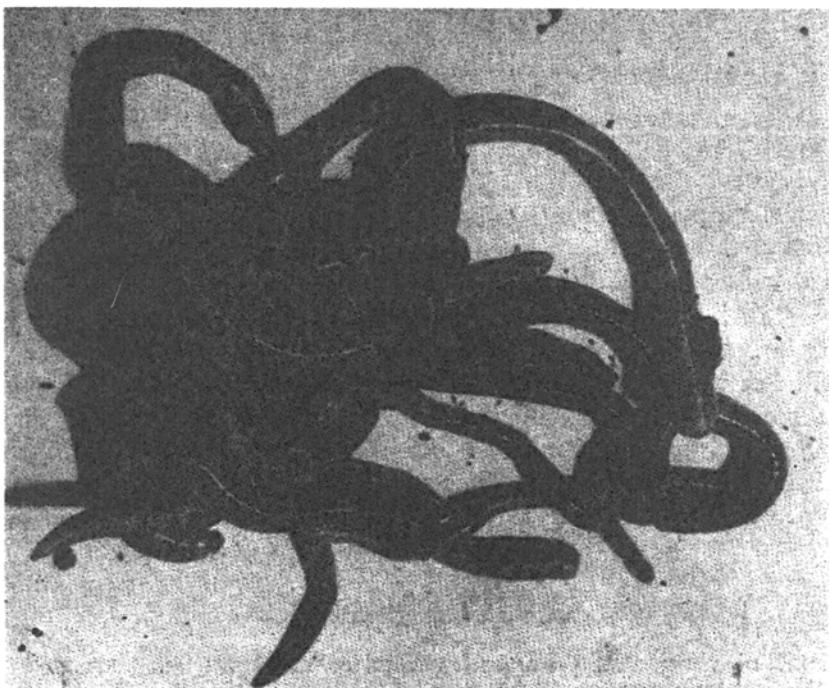


**Σχ. 1.3γ.**  
Λειχήνες πάνω σε βράχο.

Και μετά από πολλές γεννιές λειχηνών και βρύων, των οποίων η οργανική ουσία, που θα προέλθει από την αποσύνθεσή τους, θα εναποτεθεί στον τόπο αυτό, θα δημιουργηθεί κατάλληλο περιβάλλον και θα αναπτυχθούν ανώτερα από τα προηγούμενα φυτά. Πολλά ετήσια ζιζάνια μεταναστεύουν στην περιοχή αυτή και ακολουθούν, τα αγρωστώδη και οι θάμνοι. Τελικά επικρατούν τα δένδρα. Η μορφή του ασβεστολιθικού πετρώματος έχει πλέον αλλάξει. Οι μύκητες, διάφορα πουλιά, καθώς και άλλα ζώα συντελούν συνεχώς στο σχηματισμό του εδάφους. Τα ζώα και τα φυτά βοηθούν στον τεμαχισμό του πετρώματος και τη μετατροπή του σε έδαφος. Τα σκουλήκια της γης καθώς και τα μυρμήγκια είναι από τους ζωντανούς οργανισμούς που εργάζονται αδιάκοπα για το σχηματισμό του εδάφους (σχ. 1.3δ).

Σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό του εδάφους παίζουν επίσης και οι διάφοροι μικροοργανισμοί που βρίσκονται μέσα σ' αυτό. Τα φυτικά υλικά, που κατατρώγονται από τα σκουλήκια, αποσυντίθενται από τους μικροοργανισμούς αυτούς και παράγε-

ται ο χούμος. Κατά τη διεργασία αυτή παράγονται και **οργανικά οξέα**, που βοηθούν στη διάλυση των ορυκτών του εδάφους. Είναι φανερή επομένως και η συμβολή των ζωντανών οργανισμών στο σχηματισμό του εδάφους. Η συμβολή τους όμως δεν σταματά εδώ. Τα φυτά που αναπτύσσονται στο έδαφος μετατρέπουν τις ανόργανες ουσίες σε οργανικές, όπως θα μάθομε στο κεφάλαιο για τη φωτοσύνθεση και έτσι αναπτύσσονται. Όταν πέσουν τα φύλλα τους ή ξεραθούν ολόκληρα, πλουτίζουν το έδαφος με οργανική ουσία, η οποία με τη σειρά της σαπίζει και γίνεται χούμος. Μερικά οργανικά εδάφη περιέχουν ως και 95% οργανική ουσία, ενώ τα αμμώδη εδάφη της ερήμου είναι δυνατό να περιέχουν λιγότερο από 1%. Με τον ίδιο τρόπο και οι ζωικοί οργανισμοί πλουτίζουν το έδαφος με οργανική ουσία τόσο κατά τη διάρκεια της ζωής τους, με τα περιττώματά τους, όσο και μετά το θάνατό τους με τη σήψη του σώματός τους. Τέλος τα χαρακτηριστικά του εδάφους επηρεάζονται και από το είδος της βλαστήσεως.



**Σχ. 1.35.**

Σκουλήκια της γης που αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό των ζωντανών οργανισμών του εδάφους.

### δ) Η τοπογραφία της περιοχής.

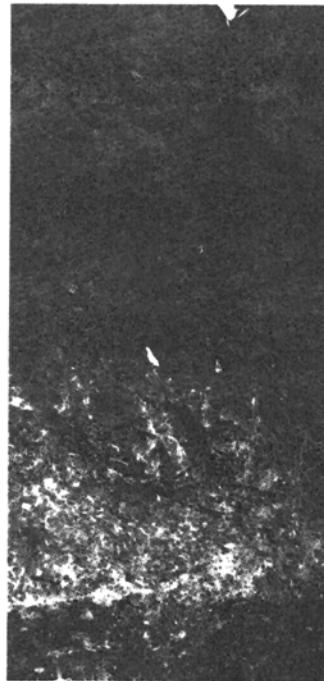
Εάν ο ίδιος βράχος, που αναφέραμε ήδη, είχε τέτοια κλίση, ώστε να κυλά το νερό πιο γρήγορα, τότε ο χρόνος που θα χρειαζόταν για να σχηματισθεί σ' αυτόν το δάσος θα ήταν πολύ μεγαλύτερος. Αυτό θα συνέβαινε γιατί μετά από κάθε βροχή θα συγκρατιόταν από το έδαφος λιγότερο νερό και θα επιβραδύνοταν η ανάπτυξή του. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρότερης ποσότητας οργανικής

ουσίας στο έδαφος, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυτών που θα ακολουθήσουν.

Εάν αντίθετα ο βράχος είχε ένα κοίλωμα στο κέντρο, ώστε να συγκρατεί περισσότερο νερό, η ανάπτυξη των φυτών και η διαδοχή τους θα ήταν γρηγορότερη. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι όταν μια περιοχή είναι λοφώδης, το έδαφος αναπτύσσεται βραδύτερα στα επικλινή μέρη και ταχύτερα στα επίπεδα.

### ε) Ο χρόνος.

Για να σχηματισθεί και να αναπτυχθεί ένα έδαφος χρειάζεται παρέλευση χρόνου. Το έδαφος δημιουργείται από το μητρικό υλικό με συνεχή αποσάθρωσή του και με ταυτόχρονη συσσώρευση της οργανικής ουσίας στην επιφάνεια. Πότε ακριβώς μετατρέπεται το μητρικό υλικό σε έδαφος είναι δύσκολο να το αντιληφθούμε: είναι όμως γεγονός ότι σιγά - σιγά διάφορα άλατα, η άργιλος, ο σίδηρος κλπ. κινούνται προς τα κάτω, ενώ η οργανική ουσία συσσωρεύεται στην επιφάνεια· τότε μπορούμε να πούμε ότι το έδαφος έχει σχηματισθεί (σχ. 1.3ε).



Σχ. 1.3ε.

Ασβεστολιθικό μητρικό πέτρωμα που σιγά-σιγά μετατρέπεται σε έδαφος μαύρου χρώματος.

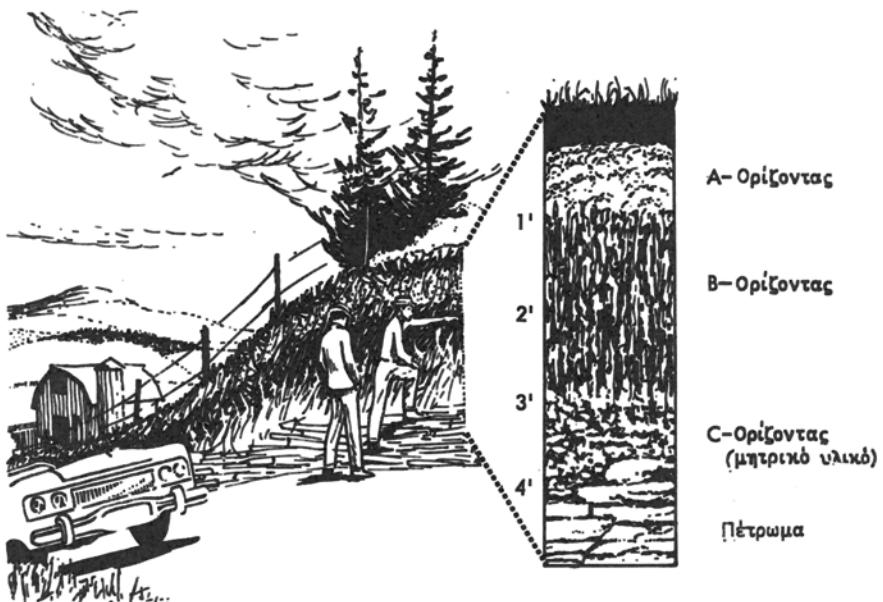
Ο σχηματισμός όμως αυτός του εδάφους και ο διαχωρισμός του σε *ορίζοντες*, όπως θα δούμε παρακάτω, δεν γίνεται από τη μια στιγμή στην άλλη. Χρειάζονται πολλά χρόνια που μπορεί να είναι 30 ή 50 π.χ. για ένα έδαφος που δημιουργήθηκε με την επίδραση των παγετώνων ή ακόμα και 2000 χρόνια για ένα έδαφος που προήλθε από υλικά που μεταφέρθηκαν από τον άνεμο σε μια περιοχή, όπου και κατακάθισαν.

Για τον ίδιο λόγο εδάφη, που πλημμυρίζονται από τα νερά ποταμών, είναι νέα, επειδή σ' αυτά προστίθενται συνεχώς καινούργια υλικά· στα εδάφη αυτά δεν υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να αναπτυχθούν καί να σχηματισθούν οι ορίζοντες.

#### 1.4 Κάθετη τομή του εδάφους, ορίζοντες.

Αν εξετάσουμε ένα έδαφος σε βάθος μετρων, θα δούμε ότι δεν έχει ομοιόμορφη εμφάνιση σε όλο του το βάθος. Έτσι αν σχηματίσουμε μια **κάθετη τομή** σε ένα έδαφος που στραγγίζει καλά, θα διακρίνομε άνετα μια σειρά από ορίζοντα στρώματα με διαφορετικό πάχος. Η κάθετη αυτή τομή λέγεται και **προφίλ** του εδάφους και τα στρώματα **ορίζοντες**. Οι ορίζοντες διαφέρουν συχνά μεταξύ τους κατά το χρώμα, το μέγεθος των εδαφικών σωματιδίων (την **υφή**, όπως λέγεται) και τον τρόπο που τα σωματίδια αυτά ενώνονται μεταξύ τους (τη **δομή**).

Η κάθετη τομή ενός εδάφους δείχνει τον τρόπο σχηματισμού ή με άλλα λόγια την ιστορία της γεννήσεώς του. Συνήθως αποτελείται από τρεις βασικούς ορίζοντες, που για ευκολία ονομάζονται A, B και C (σχ. 1.4a).



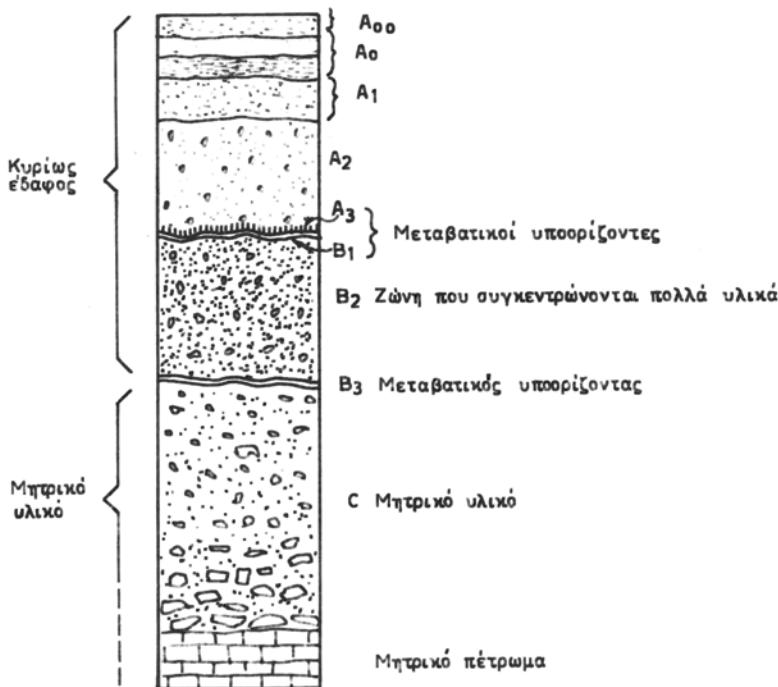
Σχ. 1.4a.

Η κάθετος τομή ενός εδάφους λέγεται εδαφικό προφίλ και αποτελείται από τρεις ορίζοντες, τους A, B και C.

Ο ορίζοντας A αρχίζει από την επιφάνεια του εδάφους και αποτελεί τη ζώνη από όπου ξεπλύνονται προς τα κάτω τα περισσότερα υλικά. Σε δασικά εδάφη που είναι ακαλλιέργητα βρίσκει κανείς στην επιφάνεια του εδάφους ένα στρώμα από οργανικά υλικά, που δεν έχουν αποσυντεθεί, όπως φύλλα και άλλα φυτικά υπολείμματα. Το στρώμα είναι ο υποορίζοντας  $A_0$  με οργανική ουσία, που έχει αρχίσει να αποσυντίθεται. Ακολουθεί ο υποορίζοντας  $A_1$  με οργανική ουσία που

έχει αποσυντεθεί και βρίσκεται μαζύ με ανόργανα συστατικά. Ακολουθεί ο υποορίζοντας  $A_2$ , που αντιπροσωπεύει την περιοχή με το μεγαλύτερο ξέπλυμα και γιαυτό έχει και ανοικτό χρώμα (σχ. 1.4β).

Οι ορίζοντας  $A$  δέχεται τα λεπτά σωματίδια που ξεπλύνονται από τον ορίζοντα  $A$  και αποτελεί τη ζώνη, όπου συγκεντρώνονται περισσότερο ο σίδηρος, το αργίλιο, διάφορα υλικά της αργίλου κλπ. Υποδιαιρείται και αυτός όπως και ο  $A$  σε υποορίζοντες. Οι ορίζοντες  $A$  και  $B$  αποτελούν το κυρίως έδαφος. Ο ορίζοντας  $C$  είναι η αποθήκη των ακατεργάστων ανοργάνων συστατικών, του μητρικού δηλαδή υλικού, από τα οποία σχηματίζεται το κυρίως έδαφος.



Σχ. 1.4β.

Μια θεωρητική κάθετη τομή ενός εδάφους με χαρακτηριστική διάκριση των οριζόντων και των υποοριζόντων.

### 1.5 Επιφανειακό έδαφος - υπέδαφος.

Αν βρεθούμε σε μια εξοχή την εποχή που οι γεωργοί οργώνουν τα χωράφια, θα δούμε ότι το άρτορ του γεωργού οργώνει το έδαφος σε ένα ορισμένο βάθος. Αυτό ακριβώς το στρώμα του εδάφους που οργώνεται, το **στρώμα αρδσεως** όπως λέγεται, αποτελεί το επιφανειακό έδαφος (σχ. 1.5α).

Το στρώμα που βρίσκεται αμέσως κάτω από το επιφανειακό έδαφος αποτελεί το **υπέδαφος**. Αυτό περιέχει συγκριτικά με το επιφανειακό έδαφος λιγότερη οργανική ουσία, ενώ στα χαμηλότερα στρώματα του συγκεντρώνονται τα οξείδια του σιδήρου

και του αργιλίου, τα λεπτά σωματίδια της αργίλου και το ανθρακικό ασβέστιο (σχ. 1.5β).

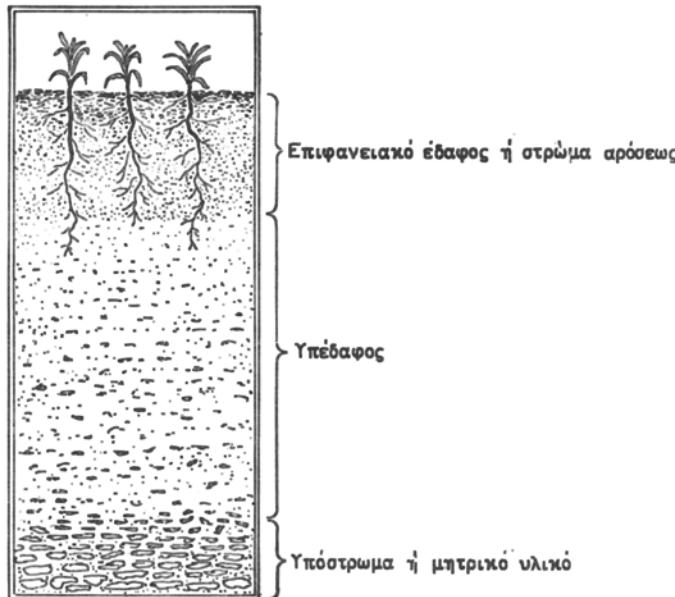
Οι επιφανειακοί ορίζοντες αποτελούν το **επιφανειακό έδαφος**, ακολουθεί το **υπέδαφος** και μαζί αποτελούν αυτό που ονομάζομε **κυρίως έδαφος**.



**Σχ. 1.5α.**

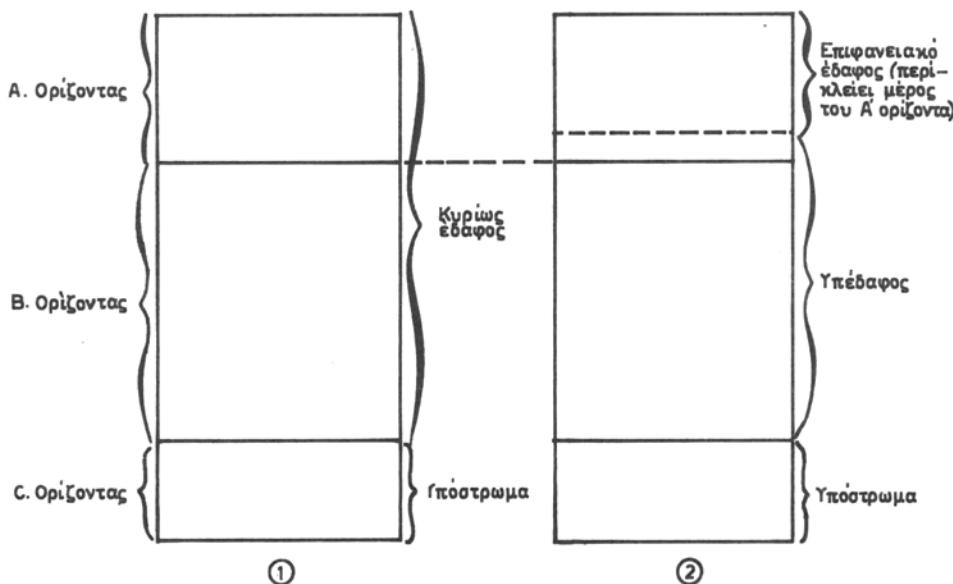
Το στρώμα του εδάφους που οργώνεται λέγεται επιφανειακό έδαφος.

Με την καλλιέργεια καταστρέφονται οι επιφανειακοί ορίζοντες του εδάφους και έτσι το επιφανειακό έδαφος γίνεται περισσότερο ή λιγότερο ανομοιόμορφο. Σε μερικά εδάφη ο ορίζοντας Α έχει αρκετό βάθος και έτσι δεν περιλαμβάνεται ολόκληρος στο επιφανειακό έδαφος (σχ. 1.5γ), ενώ αντίθετα σε άλλες περιπτώσεις είναι πολύ λεπτός και η γραμμή αρόσεως βρίσκεται μέσα στον ορίζοντα Β [σχ. 1.5δ (1)]. Σε περιπτώσεις δε που έχει προκληθεί σοβαρή διάβρωση του εδάφους, είναι δυνατόν να απομακρυνθεί ολόκληρος ο ορίζοντας Α και η γραμμή αρόσεως να κατέβει χαμηλότερα ή ακόμα όλο το επιφανειακό έδαφος να βρεθεί μέσα στη ζώνη του ορίζοντα Β [σχ. 1.5δ (2)]. Παρ' όλο που το υπέδαφος δεν είναι η ζώνη, όπου κυρίως αναπτύσσονται τα φυτά, η παραγωγικότητα ενός εδάφους εξαρτάται κατά πολύ από τη φύση του υπεδάφους, γιατί είναι το στρώμα του εδάφους που δεν αλλάζει με τις καλλιεργητικές φροντίδες. Ακόμα και όταν οι ρίζες του φυτού δεν εισδύουν βαθειά μέσα στο στρώμα αυτό, οι φυσικές και χημικές ιδιότητές του επηρεάζουν το επιφανειακό έδαφος (σχ. 1.5ε).



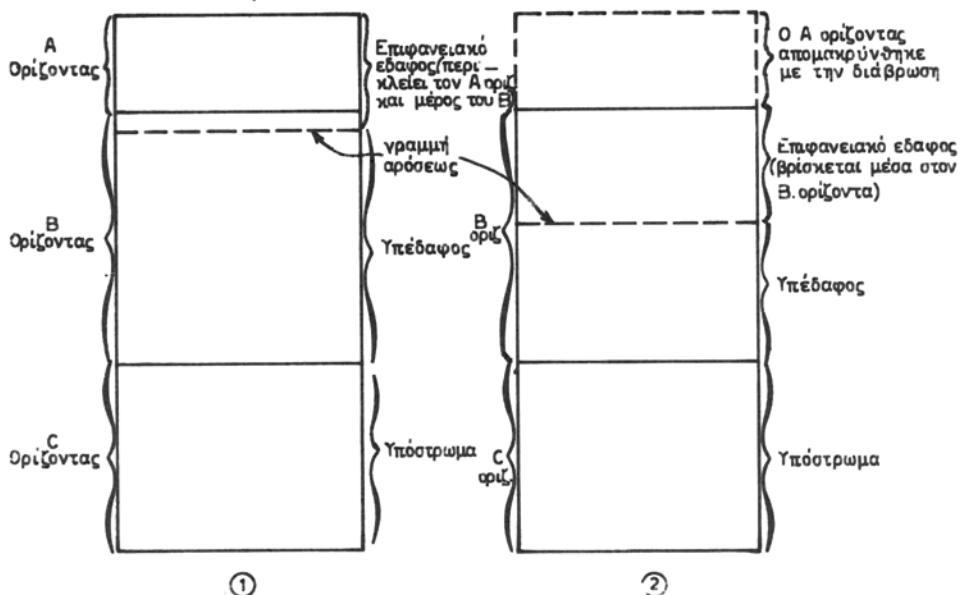
Σχ. 1.5β.

Οι επιφανειακοί ορίζοντες αποτελούν το επιφανειακό έδαφος, όταν η γη καλλιεργείται, ακολουθεί το υπέδαφος, που μαζύ αποτελούν αυτό που ονομάζομε κυρίως έδαφος. Ακολουθεί το υπόστρωμα (μητρικό υλικό).



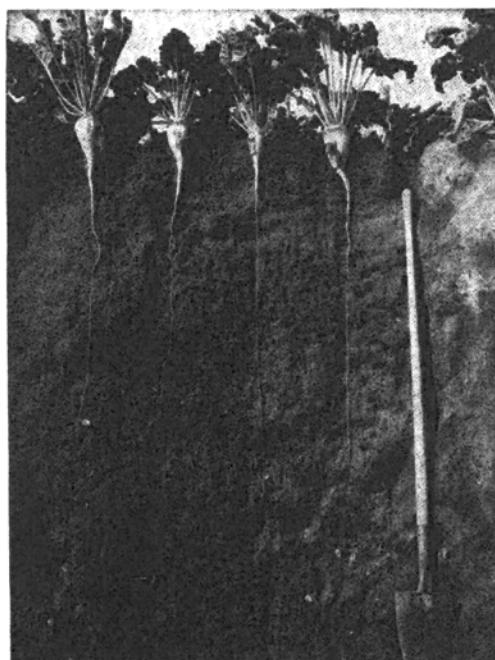
Σχ. 1.5γ.

1) Παρθένο δασικό έδαφος. 2) Το αντίστοιχο καλλιεργούμενο έδαφος.



Σχ. 1.5δ.

1) Έδαφος με Α ορίζοντα με μικρό βάθος. 2) Το ίδιο έδαφος μετά από διάβρωση.



Σχ. 1.5ε.

Φυτά, όπως τα ζαχαρότευτλα, χρειάζονται πορώδες υπέδαφος για να αναπτυχθούν.

Το επιφανειακό έδαφος είναι βέβαια η ζώνη όπου αναπτύσσονται οι περισσότερες ρίζες του φυτού και προμηθεύει στο φυτό νερό και τροφές, αλλά με τις κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες μπορεί να βελτιωθεί. Η γονιμότητά του κυρίως αλλά και η παραγωγικότητά του μπορούν να αυξηθούν, ώστε να έχουμε μεγάλες αποδόσεις στην παραγωγή. Επομένως όλες σχεδόν οι προσπάθειες για βελτίωση του εδάφους, όπως είναι η **άρση, η ασβέστωση, η λίπανση**, αφορούν στο επιφανειακό έδαφος.

### 1.6 Δειγματοληψία εδάφους.

Όπως ο άνθρωπος και τα ζώα, έτσι και τα φυτά χρειάζονται τροφή για να αναπτυχθούν. Την τροφή τους την παίρνουν από το έδαφος και τον αέρα. Από το έδαφος προμηθεύονται ορισμένα χημικά στοιχεία που είναι διαλυμένα στο νερό και που ονομάζονται **απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία** για τα φυτά. Αν ένα από τα στοιχεία αυτά βρίσκεται στο έδαφος σε μικρότερη ποσότητα από την κανονική, το φυτό θα υποφέρει και μπορεί και να ξεραθεί. Για να αποφευχθεί αυτό οι γεωργοί χρησιμοποιούν τα λιπάσματα, με τα οποία συμπληρώνουν τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους.

Για να προσδιορίσουμε την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχει σε ένα έδαφος και ακολούθως για να καθορίσουμε την απαραίτητη ποσότητα και το είδος του λιπάσματος, που χρειάζεται στην περίπτωση αυτή για να έχουν τα φυτά μεγαλύτερες αποδόσεις, είναι απαραίτητο να γίνει εξέταση του εδάφους σε ειδικά εργαστήρια. Τέτοια ειδικά εργαστήρια για την εξέταση του εδάφους υπάρχουν σε διάφορα μέρη της χώρας μας. Για να έχει αξία η παραπάνω εξέταση πρέπει το δείγμα του εδάφους, που θα χρησιμοποιηθεί για ανάλυση, να είναι αντιπροσωπευτικό του χωραφιού. Η σημασία της σωστής δειγματοληψίας του εδάφους προσλαμβάνει μεγαλύτερη σημασία και από το γεγονός ότι απαιτούνται συνήθως μόνο 1000 γραμμάρια εδάφους για μια εργαστηριακή ανάλυση. Πολλές φορές δε αυτό το μικρό σε ποσότητα δείγμα μπορεί να αντιπροσωπεύσει ένα χωράφι πολλών στρεμμάτων. Είναι επίσης φανερό ότι, εάν τα αποτελέσματα της αναλύσεως στηριχθούν σε δείγμα που δεν είναι αντιπροσωπευτικό του εδάφους, τότε και οι οδηγίες για λίπανση που θα δοθούν στο γεωργό θα είναι λανθασμένες.

Στη συνέχεια αναφέρονται δέκα κατά σειρά στάδια για τη σωστή και την αποτελεσματική δειγματοληψία του εδάφους.

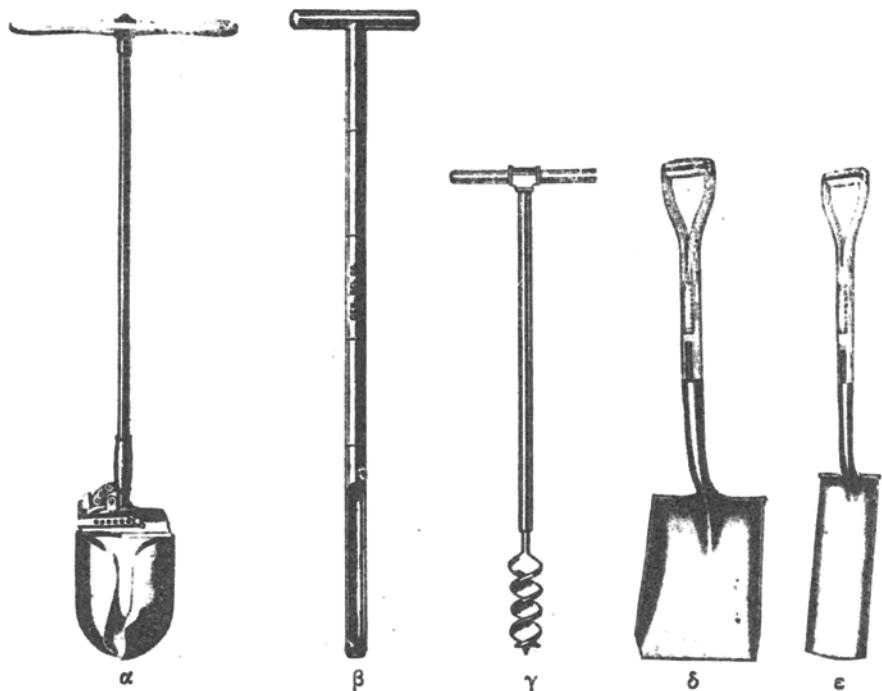
#### α) Λήψη σωστών κατατοπιστικών πληροφοριών.

Αυτό είναι απαραίτητο, γιατί ο τρόπος δειγματοληψίας μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τα καλλιεργούμενα φυτά. Καλύτερη πηγή για ενημέρωση είναι το εργαστήριο στο οποίο θα σταλούν τα δείγματα για ανάλυση.

#### β) Χρησιμοποίηση καταλλήλων εργαλείων.

Τα καλύτερα όργανα για δειγματοληψία (σχ. 1.6α) είναι οι **δειγματολήπτες εδάφους** για κανονικά εδάφη, ενώ για τα σκληρά εδάφη τα **εδαφοτρύπανα**. Τις περισσότερες όμως φορές οι γεωργοί χρησιμοποιούν ένα απλό **πατόφτυαρο**. Αυτό που έχει σημασία είναι τα εργαλεία να είναι καθαρά και η τομή του εδάφους ομοιόμορφη, από την επιφάνειά του μέχρι το επιθυμητό βάθος· από κάθε θέση

πρέπει να παίρνεται ο ίδιος όγκος εδάφους, που θα χρησιμοποιηθεί για το σύνθετο δείγμα, όπως θα πούμε παρακάτω.



Σχ. 1.6α.

Διάφοροι τύποι δειγματοληπτών, φτυαριών και εδαφοτρυπάνων καταλλήλων για δειγματοληψία εδάφους.

**γ) Αποφυγή λήψεως δείγματος από μη αντιπροσωπευτικές θέσεις.**

Ένα δείγμα που θα ληφθεί από μιαν ασυνήθιστη θέση δεν είναι αντιπροσωπευτικό του χωραφιού. Πάντα πρέπει να αποφεύγονται οι θέσεις που βρίσκονται κοντά σε δρόμους, σε φράχτη, σε κανάλι, σε περιοχές με διαφορετικό χρώμα εδάφους, σε σωρό κοπριάς και γενικά μικρές περιοχές που δεν αντιπροσωπεύουν το χωράφι.

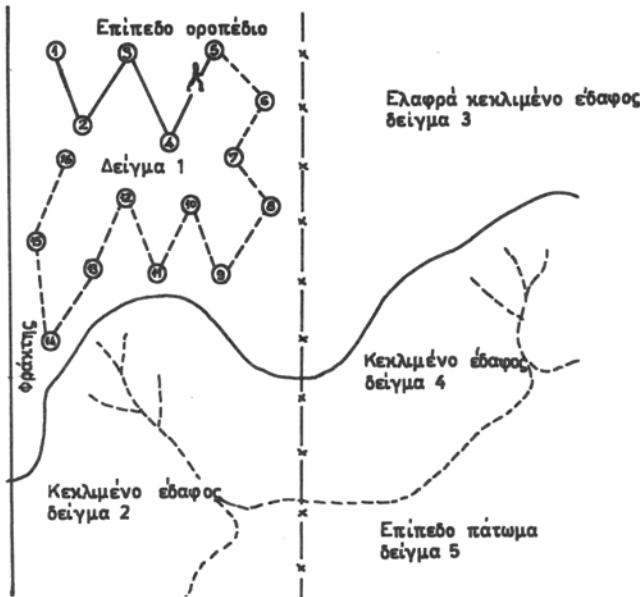
**δ) Διαίρεση του χωραφιού σε αντιπροσωπευτικές περιοχές.**

Κανονικά κάθε δείγμα εδάφους δεν πρέπει να αντιπροσωπεύει περισσότερο από 50 στρέμματα ομοιόμορφου χωραφιού. Οπωσδήποτε πρέπει να λαμβάνομε χωριστά δείγματα εδάφους από θέσεις, όπου η ανάπτυξη των φυτών είναι διαφορετική, όπου το έδαφος έχει διαφορετικό χρώμα ή όπου κατά το παρελθόν έγινε διαφορετική λίπανση ή καλλιέργεια φυτών ή έχει διαφορετική κλίση (σχ. 1.6β).

**ε) Λήψη συνθέτων δειγμάτων από κάθε αντιπροσωπευτική περιοχή.**

Στην αρχή πρέπει να απομακρύνονται από την επιφάνεια τα χόρτα κλπ. και να λαμβάνονται 6 ως 10 δείγματα από διάφορες θέσεις (σχ. 1.6β, δείγμα 1) και από το

(διο βάθος (15 ως 30 cm), δηλαδή από το στρώμα αρόσεως. Αυτά όλα τα δείγματα αναμιγνύονται σε ένα καθαρό δοχείο και από το μίγμα αυτό ξεχωρίζεται η ποσότητα που χρειάζεται για την ανάλυση. Έτσι έχομε ένα σύνθετο δείγμα.



Σχ. 1.6β.

Πως θα μπορούσε να διαιρεθεί ένα χωράφι για τη λήψη αντιπροσωπευτικών συνθέτων δειγμάτων του εδάφους του. Στο τμήμα του δείγματος № 1 φαίνονται οι θέσεις από τις οποίες έγινε η δειγματοληψία.

#### **στ) Τοποθέτηση του σύνθετου δείγματος σε καθαρή σακκούλα.**

#### **ζ) Συμπλήρωση δύο δελτίων με τον αριθμό του δείγματος.**

Ένα από αυτά τοποθετείται μέσα στη σακκούλα μαζύ με το έδαφος και το δεύτερο δένεται στο λαιμό της σακκούλας εξωτερικά. Για τη συμπλήρωση των δελτίων αυτών πρέπει να χρησιμοποιείται μολύβι ανεξίτηλο από την υγρασία του εδάφους.

#### **η) Συμπλήρωση του φύλλου πληροφοριών.**

Το φύλλο πληροφοριών πρέπει να συμπληρώνεται όσο το δυνατόν πληρέστερα, γιατί η σωστή λίπανση επηρεάζεται όχι μόνο από την καλή ανάλυση του σωστού δείγματος, αλλά και από τις σωστές πληροφορίες που θα δοθούν για τα δείγματα αυτά.

#### **θ) Σχεδίαση ενός πρόχειρου σχεδιαγράμματος του χωραφιού.**

Πάνω στο σχεδιαγράμμα θα είναι τοποθετημένες οι θέσεις και οι αριθμοί που ανταποκρίνονται στα δείγματα (σχ. 1.6β).

**ι) Σωστή εφαρμογή των οδηγιών μετά την εξέταση του δείγματος.**

Είναι ευνόητο ότι το δείγμα στέλνεται για εξέταση με σκοπό τη λήψη οδηγιών για τον τρόπο λιπάνσεως του χωραφιού. Θα πρέπει επομένως οι οδηγίες αυτές να εφαρμόζονται. Αν υπάρχει δυσκολία για την κατανόησή τους και αμφιβολία αν η εφαρμογή τους είναι σωστή, τότε πρέπει να ζητείται η βοήθεια του γεωπόνου της περιοχής ή των ειδικών στην εδαφολογία. Επειδή η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων (κυρίως του καλίου) σε δείγματα εδάφους ποικίλλει ανάλογα με την εποχή δειγματοληψίας, πρέπει τα δείγματα να λαμβάνονται πριν από τη φύτευση ή τη σπορά του χωραφιού. 'Ένα ερώτημα που απασχολεί τους γεωργούς είναι πόσο συχνά πρέπει να πάρνεται και να αναλύεται δείγμα εδάφους από ένα χωράφι. 'Όταν δεν χρησιμοποιούνται πολλά λιπάσματα, μια δειγματοληψία είναι αρκετή κάθε 3 ή 4 χρόνια. 'Όταν όμως το χωράφι λιπαίνεται είναι καλύτερα να γίνεται ανάλυση κάθε χρόνο. Γενικά οι γεωργοί έχουν την τάση να σπαταλούν λιπάσματα, για να μη ελαττωθεί η παραγωγή τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται όχι μόνο σπατάλη χρημάτων, αλλά να προκαλούνται και βλάβες στα φυτά και το έδαφος από την υπερλίπανση. Με τις αναλύσεις του εδάφους και τις οδηγίες για λίπανση, που στηρίζονται σε αυτές, είναι εύκολο να αποφύγουν αυτούς τους κινδύνους.

---

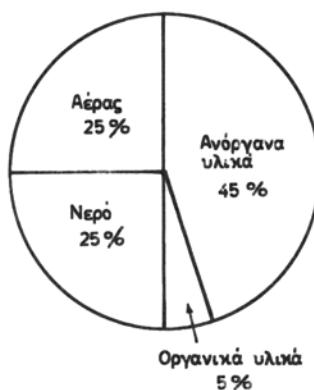
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 2.1 Γενικά.

Το έδαφος είναι ένα φυσικό σώμα που αποτελείται από τέσσερα αναμιγμένα κύρια συστατικά, τα **ανόργανα υλικά**, τα **οργανικά υλικά**, το **νερό** και τον **αέρα**. Για να αναπτυχθούν τα φυτά κανονικά, πρέπει τα συστατικά αυτά να βρίσκονται στις σωστές αναλογίες.

Ένα αντιπροσωπευτικό έδαφος αποτελείται κατά το μισό του όγκου του από στερεά υλικά (ανόργανα και οργανικά) και κατά το άλλο μισό από νερό και αέρα (σχ. 2.1a).



Σχ. 2.1a.

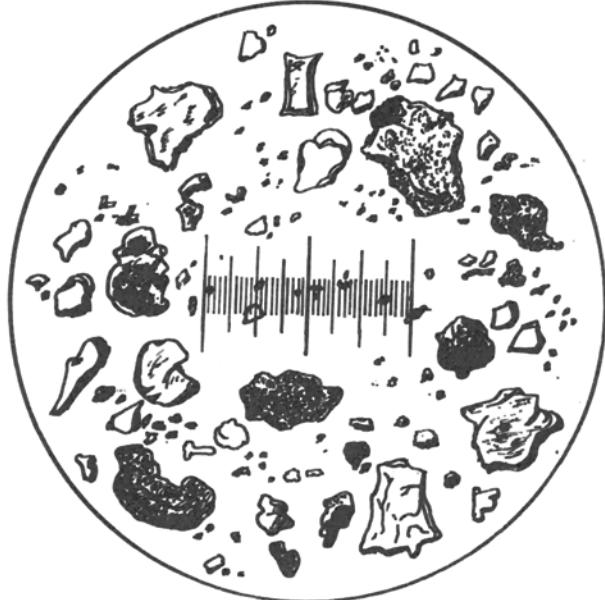
Η κατ' όγκο σύσταση ενός αντιπροσωπευτικού εδάφους κατάλληλου για την ανάπτυξη των φυτών.

Εξετάζοντας απλά ένα έδαφος θα δούμε ότι αποτελείται από:

- α) Μεγάλες πέτρες, ρίζες, φύλλα κλπ.
- β) Χονδρή άμμο.
- γ) Λεπτή άμμο.
- δ) Ιλύ (υλικό που μοιάζει με αλεύρι).
- ε) Χούμο (μια σκουρόχρωμη ουσία).
- στ) Διάφορα συσσωματώματα εδαφικών σωματιδίων (κυρίως από άργιλο).

Το σχήμα 2.1β μας δείχνει πώς φαίνονται τα εδαφικά σωματίδια με το μικροσκόπιο.

Για να μελετήσουμε καλύτερα τα ανόργανα σωματίδια, τα κατατάσσουμε σε ομάδες, ανάλογα με το μέγεθός τους. Οι ομάδες ονομάζονται **κλάσματα μηχανικής**



Σχ. 2.1β.

Εδαφικά σωματίδια όπως φαίνονται με το κοινό μικροσκόπιο. Σωματίδια μεγαλύτερα από 10 γραμμές ανήκουν στο κλάσμα της άμμου, ενώ τα μικρότερα στην ίλι. Μεμονωμένα σωματίδια αργίλου φαίνονται μόνο σε μικροσκόπια με πολύ μεγάλη μεγέθυνση.

**συστάσεως.** Η εργαστηριακή διαδικασία, με την οποία καθορίζεται το ποσοστό των κλασμάτων αυτών σε ένα δείγμα εδάφους, ονομάζεται **μηχανική ανάλυση**, η δε κατάταξή τους γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα 2.1.1.

#### Πίνακας 2.1.1.

**Η κατάταξη των εδαφικών σωματιδίων σε ομάδες μεγέθους κατά το Αμερικανικό και Διεθνές Σύστημα.**

Κλάσματα μηχανικής συστάσεως	'Ορια διαμέτρων σε mm	
	Αμερικανική κλίμακα	Διεθνής κλίμακα
Πολύ χονδρή άμμος	2,00-1,00	2,00-0,20
Χονδρή άμμος	1,00-0,50	
Μέση άμμος	0,50-0,25	0,20-0,02
Λεπτή άμμος	0,25-0,10	
Πολύ λεπτή άμμος	0,10-0,05	
Ιλύς	0,05-0,002	0,02-0,002
Άργιλος	<0,002	<0,002

Κάθε κυβική παλάμη εδάφους, στο οποίο ζει και αναπτύσσεται ένα φυτό, πρέπει:

1) Να αερίζεται κανονικά, ώστε να επιτρέπει σε κάθε κύτταρο των ριζών του να προμηθεύεται το οξυγόνο που χρειάζεται. Ο αερισμός αυτός δεν πρέπει να είναι περισσότερος από τον κανονικό, για να μη παρεμποδίζεται η επαφή των ριζών με τα υγρά εδαφικά σωματίδια.

2) Να είναι αρκετά χαλαρό, ώστε να επιτρέπεται η διείσδυση του νερού της βροχής ή του ποτίσματος μέσα στο έδαφος. Δεν πρέπει όμως να είναι υπερβολικά χαλαρό, για να μη διεισδύει η υγρασία μαζύ με τα διαλυμένα σ' αυτήν θρεπτικά υλικά σε χαμηλότερα στρώματα, όπου δεν μπορούν να φθάσουν οι ρίζες των φυτών.

3) Να συγκρατεί επαρκή υγρασία, ώστε να βρίσκεται στη διάθεση των ριζών των φυτών όσο νερό χρειάζονται, χωρίς όμως να ξεπερνά τα κανονικά όρια, γιατί η υπερβολική συγκέντρωση νερού δυσκολεύει την ανάπτυξη των φυτών.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι σε κάθε έδαφος έχει μεγάλη σημασία όχι μόνο η ύπαρξη του νερού και του αέρα μέσα σ' αυτό, αλλά και η σωστή τους αναλογία.

Θα εξετάσουμε παρακάτω το εδαφικό διάλυμα και τον εδαφικό αέρα.

## 2.2 Εδαφικό διάλυμα.

Το νερό μέσα στο έδαφος χαρακτηρίζεται από την ιδιότητά του να συγκρατείται από τους εδαφικούς πόρους με διαφορετική δύναμη, ανάλογα με την ποσότητά του και να διαλύνει τα άλατα. Έτσι δημιουργείται το **εδαφικό διάλυμα**, που έχει μεγάλη σημασία ως μέσο τροφοδοτήσεως των φυτών με θρεπτικά συστατικά.

Η δύναμη με την οποία συγκρατείται το νερό από τα στερεά σωματίδια του εδάφους καθορίζει ως ένα βαθμό την κίνηση του νερού μέσα στο έδαφος και τη χρησιμοποίησή του από τα φυτά. Αν, π.χ. η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία βρίσκεται στο άριστο σημείο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1a, τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιήσουν με ευκολία το εδαφικό νερό, κυρίως δε αυτό που βρίσκεται μέσα στους μεσαίους μεγέθους πόρους του εδάφους. Όταν όμως ένα μέρος από αυτό το νερό χρησιμοποιηθεί από τα φυτά, τότε αυτό που μένει βρίσκεται μόνο στους πιο λεπτούς πόρους του εδάφους και συγκρατείται, όπως θα μάθομε παρακάτω, ως μεμβράνη γύρω από τα εδαφικά σωματίδια. Το έδαφος τότε συγκρατεί το νερό που έμεινε με μεγάλη δύναμη, και το φυτό δυσκολεύεται πολύ να το χρησιμοποιήσει. Εξ άλλου τα φυτά δεν είναι ποτέ ικανά να πάρουν όλο το νερό του εδάφους.

Έτσι τα φυτά μαραίνονται ή και ξηραίνονται ακόμη από έλλειψη νερού, αν και υπάρχει κάποια ποσότητα νερού μέσα στο έδαφος.

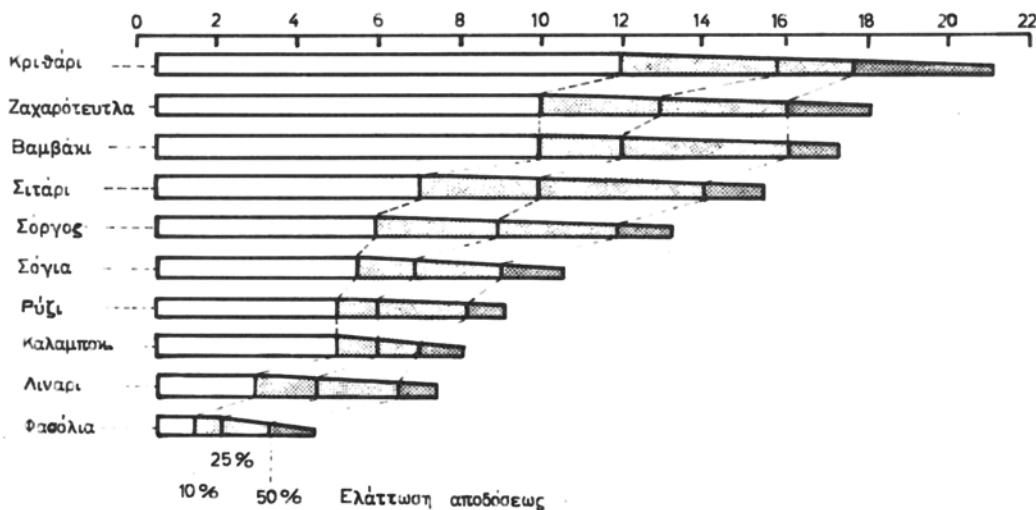
Το εδαφικό διάλυμα περιέχει, όπως είπαμε παραπάνω, μικρές ποσότητες διαλυμένων αλάτων που είναι απαραίτητα για τη θρέψη των φυτών. Μεταξύ των στερεών σωματιδίων του εδάφους και του εδαφικού διαλύματος ανταλλάσσονται θρεπτικά συστατικά και στη συνέχεια τα συστατικά αυτά ανταλλάσσονται μεταξύ του εδαφικού διαλύματος και των φυτών. Αυτή η ανταλλαγή επηρεάζεται, ως ένα βαθμό, από την ποσότητα των αλάτων που είναι διαλυμένα μέσα στο εδαφικό διάλυμα· η ποσότητα όμως αυτή εξαρτάται από την ποσότητα των αλάτων και του νερού που περιέχονται στο έδαφος.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το εδαφικό διάλυμα συμβάλλει σημαντικά στη θρέψη των φυτών, επηρεάζεται δε από πολλούς παράγοντες. Η σύστασή του αλλάζει ανάλογα με την εποχή του έτους. Το καλοκαίρι, που οι βροχές είναι λίγες, είναι πλουσιότερο σε άλατα, δηλαδή πυκνότερο από ότι είναι το χειμώνα, που οι βροχές είναι πολλές και έτσι υπάρχει περισσότερο νερό στο έδαφος. Επί πλέον τα χειμώνα ένα μέρος από τα άλατα ξεπλένεται με την περίσσεια του νερού προς τα κατώτερα στρώματα του εδάφους.

Οι μεταβολές της θερμοκρασίας του εδάφους προκαλούν επίσης μεταβολές στη σύσταση του εδαφικού διαλύματος. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τη διαλυτότητα πολλών ουσιών που περιέχονται στο έδαφος και έτσι το εδαφικό διάλυμα το καλοκαίρι πλουτίζεται με περισσότερα διαλυμένα άλατα.

Μεταβολές στο εδαφικό διάλυμα παρατηρούνται επίσης όταν το έδαφος λιπανθεί με διάφορα λιπάσματα ή όταν προστεθούν στο έδαφος βελτιωτικά υλικά για τη βελτίωσή του. Πολλές φορές π.χ. σε καλλιέργειες κηπευτικών σε θερμοκήπια, η υπερβολική λίπανση σε συνδυασμό με το λίγο νερό ποτίσματος προκαλούν προβλήματα από την περίσσεια αλάτων που μαζεύονται στο έδαφος. Τα φυτά παίρνουν μεν από το εδαφικό διάλυμα τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται, δεν πρέπει όμως η περιεκτικότητά του σε άλατα να ξεπερνά ορισμένα όρια που είναι διαφορετικά για τα διάφορα φυτά (σχ. 2.2a).

Ειδ. ηλεκτρική αγωγιμότητα σε εκχύλισμα κορεσμού του εδάφους σε mmhos/cm (καθώς αυξάνεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξάνονται και τα άλατα που υπάρχουν στο διάλυμα).



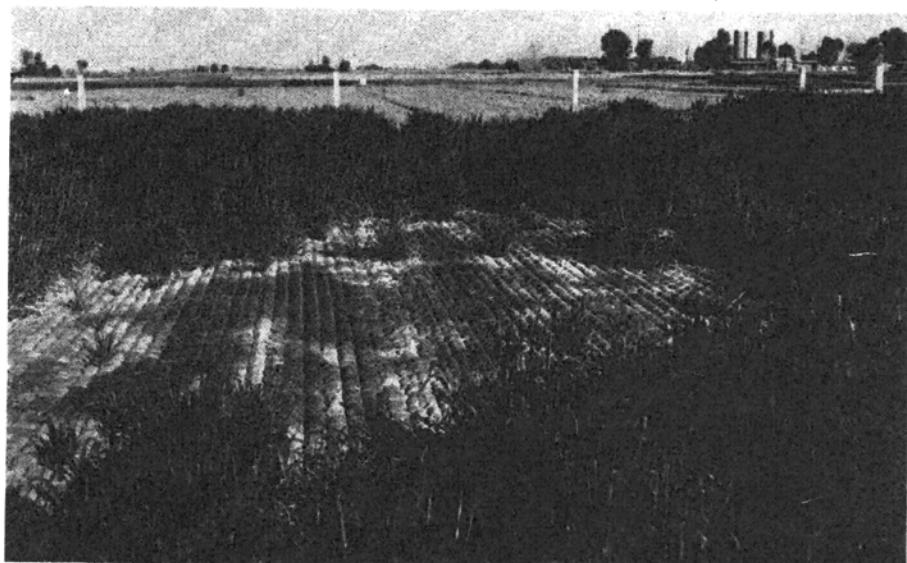
Σχ. 2.2a.

Ανθεκτικότητα σε άλατα φυτών μεγάλης καλλιέργειας.

Διακρίνομε τα φυτά ανάλογα με την αγθεκτικότητά τους στα άλατα σε τρεις κατηγορίες: στα **ευπαθή** στα άλατα φυτά, στα **μετρίως ανθεκτικά** και στα **ανθεκτικά φυτά**. Όταν μια καλλιέργεια υποφέρει από περίσσεια αλάτων στο εδαφικό διάλυμα, παρουσιάζει μικρή ανάπτυξη (μπορεί ακόμα και να καταστραφεί, σχ. 2.2β), προσφέρει μικρή παραγωγή και συχνά ξηραίνεται η περιφέρεια του ελάσματος των φύλλων των φυτών (σχ. 2.2γ).

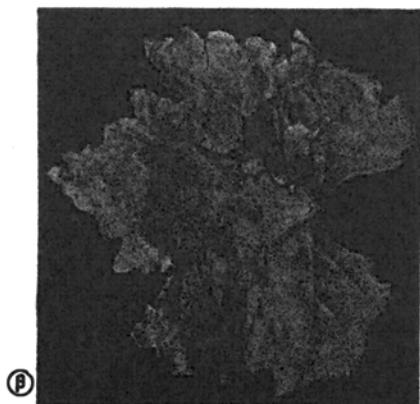
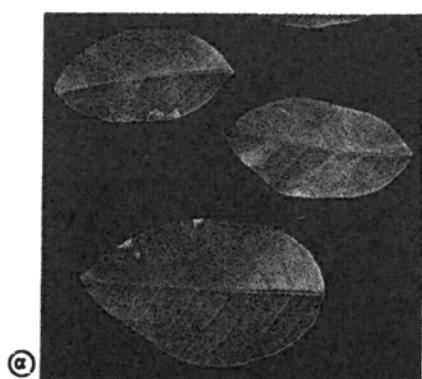
Ακόμα τα πολλά άλατα μειώνουν τη βλαστικότητα των σπόρων πολλών φυτών (σχ. 2.2δ).

Το πότισμα επίσης προκαλεί μεταβολές στη σύσταση του εδαφικού διαλύματος. Με το πότισμα, όπως είπαμε παραπάνω, αραιώνεται το εδαφικό διάλυμα ή ακόμα ξεπλύνονται τα άλατα προς τα κάτω. Γι' αυτό όταν πρόκειται να εξυγιανθούν



**Σχ. 2.2β.**

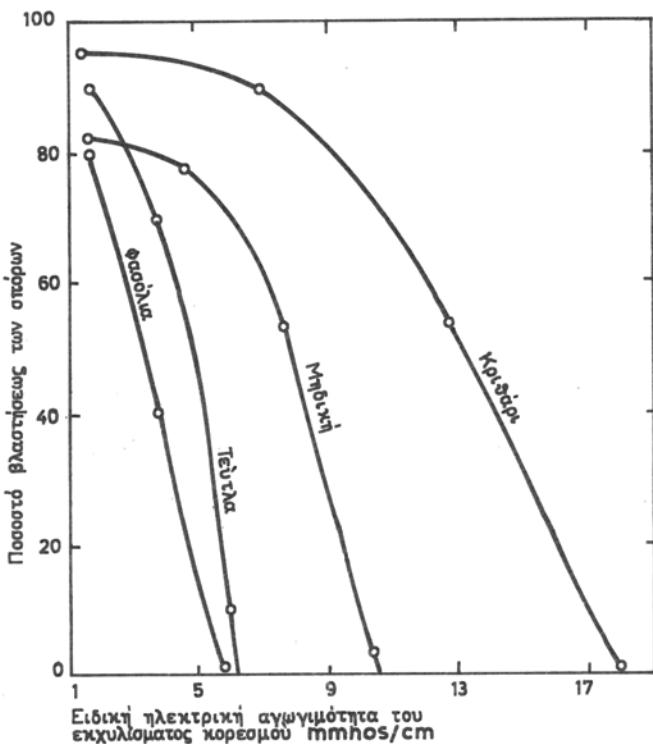
Κηλίδα με πολλά άλατα σε χωράφι με κριθάρι. Έχει καταστραφεί τελείως η βλάστηση.



**Σχ. 2.2γ.**

α) Φύλλα μηλιάς με περιφερειακή ξήρανση από τα πολλά άλατα. β) Φύλλο αμπέλου με τα ίδια συμπτώματα.

εδάφη με πολλά άλατα, η μόνη θεραπεία είναι το άφθονο κατά καιρούς πότισμα, με την προϋπόθεση βέβαια ότι είναι εξασφαλισμένη η καλή στράγγιση στο χωράφι.



Σχ. 2.25.

Επίδραση των διαφόρων συμπυκνώσεων διαλυτών αλάτων του εδάφους στο ποσοστό βλαστήσεως των σπόρων τεσσάρων κοινών καλλιεργειών.

### 2.3 Ο εδαφικός αέρας.

Μέσα στο έδαφος, όπως αναφέραμε ήδη, υπάρχει ποσότητα από αέρα, που ονομάζεται **εδαφικός αέρας** (σχ. 2.1α).

Μια μικρή ποσότητα από τον αέρα αυτόν είναι διαλυμένη μέσα στο εδαφικό νερό, η μεγαλύτερη όμως ποσότητά του περιέχεται στους πόρους του εδάφους, που δεν είναι γεμάτοι με εδαφικό νερό. Όπως είναι γνωστό, σε ένα αντιπροσωπευτικό έδαφος, οι μισοί από τους πόρους είναι γεμάτοι με νερό και οι άλλοι μισοί με αέρα.

Ο εδαφικός αέρας πρέπει να περιέχει αρκετή ποσότητα οξυγόνου, που χρειάζεται για την ανάπτυξη των ριζών και κατά συνέπεια για την ανάπτυξη των φυτών. Υπάρχουν βέβαια μερικά φυτά, όπως το ρύζι, που αποτελούν εξαίρεση, γιατί μπορούν να ζήσουν μέσα στο νερό. Γενικά, όταν η υγρασία στο έδαφος είναι υπερβολική, μένει ελάχιστος ή καθόλου χώρος για τον αέρα, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολος ο αερισμός του εδάφους.

Επίσης δεν αερίζονται καλά τα εδάφη που έχουν συμπιεσθεί πολύ από βαριά μηχανήματα, που πέρασαν από πάνω τους.

**Σύσταση του εδαφικού αέρα.** Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει, όπως γνωρίζομε, κατά δύκο 78% περίπου άζωτο, 21% οξυγόνο, λιγότερο από 1% αργό και μόνο 0,03% διοξείδιο του άνθρακα. Η περιεκτικότητα του εδαφικού αέρα σε οξυγόνο είναι λίγο μικρότερη, μεταξύ 15 και 20%. Αντίθετα, η περιεκτικότητά του σε διοξείδιο του άνθρακα είναι κατά πολύ μεγαλύτερη, 10 ως 300 φορές μεγαλύτερη (Πίνακας 2.3.1). Η πίστα της οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα, που βρίσκεται στο έδαφος εξαρτάται από τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους, δηλαδή από τη δράση των μικροοργανισμών.

Πίνακας 2.3.1.

Σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα και του αέρα που βρίσκεται μέσα στο έδαφος.

Στοιχείο		Περιεκτικότητα % σε δύκο	
Όνομα	Σύμβολο	Εδαφικός αέρας	Αέρας πάνω από το έδαφος (ατμοσφαιρικός αέρας)
Άζωτο	N	78,6	78,03
Οξυγόνο	O	20	21
Αργό	Ar	0,90	0,94
Διοξείδιο του άνθρακα	CO <sub>2</sub>	0,50	0,03

Αν ανακατευθεί στο έδαφος μεγάλη ποσότητα φρέσκιας κοπριάς ή άλλης οργανικής ουσίας, τότε δραστηριοποιούνται οι μικροοργανισμοί του εδάφους, χρησιμοποιούν το οξυγόνο, που βρίσκεται στον εδαφικό αέρα, και αποσυνθέτουν (χωνεύουν) την οργανική ουσία, ενώ ταυτόχρονα απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Βέβαια αν έχομε ένα έδαφος που δεν αερίζεται καλά είτε γιατί είναι πλημμυρισμένο από νερό, είτε γιατί έχει συμπιεσθεί σε μεγάλο βαθμό, τότε το οξυγόνο είναι ελάχιστο ή λείπει εντελώς. Κάτω από τέτοιες συνθήκες μπορεί να δημιουργηθούν τοξικές ουσίες και δεν αποκλείεται να χαθεί και ένα μέρος του άζωτου ως αέριο.

Είναι λοιπόν απαραίτητο να φροντίζουν οι γεωργοί να μην αφήνουν τα εδάφη τους να πλημμυρίζουν με νερό (πρέπει να φροντίζουν να στραγγίζουν καλά) και να μη τα συμπιέζουν, γιατί έτσι δυσκολεύεται πολύ η ανάπτυξη των ριζών των φυτών.

Η κατάλληλη μεταχείριση του εδάφους, η προσθήκη φρέσκιας κοπριάς και το ανακάτεμά της με το έδαφος δημιουργεί καλή δομή, όπως θα μάθομε, και καλύτερες συνθήκες αερισμού με τη δημιουργία μεγαλυτέρων πόρων στο έδαφος.

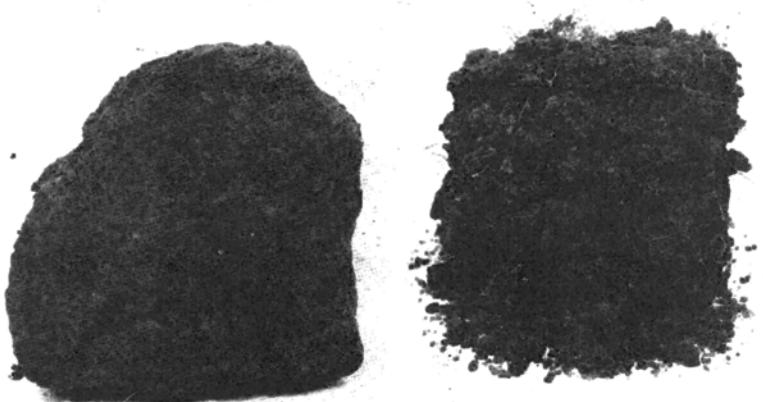
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 3.1 Εισαγωγή.

Η γνώση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους έχει μεγάλη σημασία για την κατανόηση της έννοιας του ρώγου του εδάφους, δηλαδή της ευκολίας με την οποία καλλιεργείται ένα έδαφος και της φυσικής καταστάσεώς του γενικότερα σε σχέση προς την ανάπτυξη των φυτών. Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών.

Τα εδάφη, όπως μάθαμε, αποτελούνται από τέσσερα κύρια συστατικά: τα ανόργανα υλικά, τα οργανικά υλικά, το νερό και τον αέρα, με αναλογίες που ποικίλλουν.



**Σχ. 3.1.**

Ένα σφικτό έδαφος αριστερά και ένα έδαφος με καλή δομή δεξιά.

Τα μεγαλύτερα ανόργανα σωματίδια είναι συνήθως καλυμμένα γύρω-γύρω με κολλοειδή και άλλα λεπτότατα υλικά. Όταν είναι περισσότερα τα χονδρόκοκκα σωματίδια έχομε ένα χαλαρό αμμώδες έδαφος. Σε άλλες περιπτώσεις, που υπερέχουν τα ανόργανα κολλοειδή, έχομε εδάφη με αργιλώδη χαρακτηριστικά. Μεταξύ αυτών των δύο ακραίων περιπτώσεων υπάρχουν στη φύση πολλές διαβαθμίσεις. Η οργανική ουσία επεμβαίνει συνδετικά και βοηθά τα σωματίδια του εδάφους να σχηματίσουν **συσσωματώματα** (σχ. 3.1).

Δύο από τις σπουδαιότερες φυσικές ιδιότητες του εδάφους είναι η **υφή** και η **δομή** του εδάφους.

Η **υφή** χαρακτηρίζεται από το ποσοστό των σωματιδίων της άμμου, της ιλύος και της αργίλου που υπάρχει στο έδαφος. Η **δομή** αναφέρεται στον τρόπο, με τον οποίο τα σωματίδια αυτά είναι ενωμένα μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν συσσωματώματα. Οι ιδιότητες αυτές βοηθούν στον καθορισμό της ικανότητας του εδάφους να προμηθεύει στα φυτά όχι μόνο θρεπτικά συστατικά αλλά και νερό και αέρα, που είναι τόσο σημαντικά για τη ζωή τους.

Άλλες φυσικές ιδιότητες του εδάφους, είναι: το **ειδικό βάρος**, το **πορώδες**, η **πλαστικότητα**, η **συνοχή** και η **αεροίκανότητά** του.

### 3.2 Υφή του εδάφους.

Όπως αναφέραμε ήδη, τα ανόργανα σωματίδια του εδάφους κατατάσσονται, ανάλογα με το μέγεθός τους, σε ομάδες που ονομάζονται **κλάσματα μηχανικής συστάσεως** (Πίνακας 2.1.1.), γι' αυτό και η υφή του εδάφους λέγεται και **μηχανική σύσταση** του εδάφους. Τα κλάσματα της άμμου και της ιλύος αποτελούνται από σπασμένα κομμάτια πετρωμάτων και κρυστάλλους πρωτογενών ορυκτών (ορυκτών που προήλθαν από πετρώματα χωρίς να έχουν υποστεί χημική μεταβολή), ενώ το κλάσμα της αργίλου αποτελείται κυρίως από κόκκους δευτερογενών ορυκτών (ορυκτών δηλαδή που προήλθαν από πρωτογενή ορυκτά, αφού υπέστησαν χημική μεταβολή) με διαστάσεις και ιδιότητες κολλοειδών.

Η άμμος και η ιλύς, αν και δεν έχουν μεγάλη σημασία από χημικής σκοπιάς γιατί είναι αδρανή υλικά, επηρεάζουν σημαντικά τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους. Αντίθετα η άργιλος, όχι μόνο καθορίζει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, αλλά έχει και από φυσικοχημική σκοπιά μεγάλη σημασία, γιατί ιδιότητες, όπως η ικανότητα να συγκρατεί διάφορα θρεπτικά για τα φυτά στοιχεία και νερό, εξαρτώνται βασικά από το ποσοστό και το είδος της αργίλου, που υπάρχει στο έδαφος.

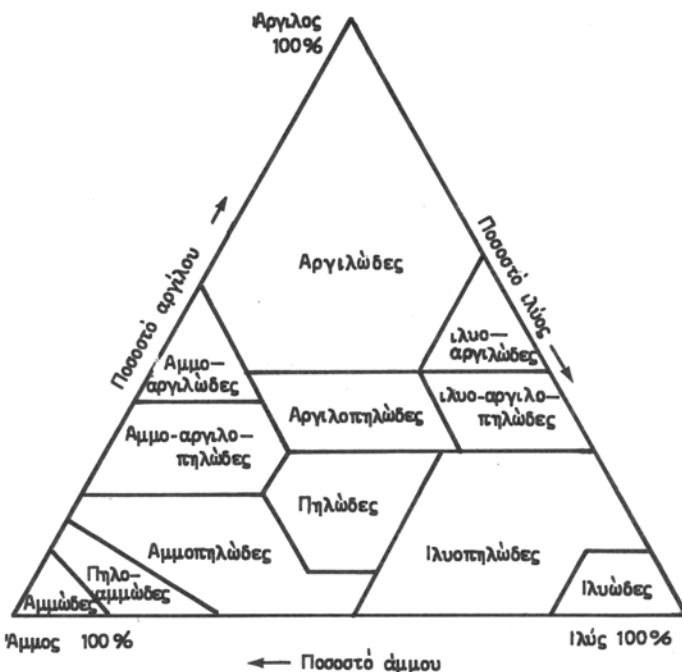
Ανάλογα με τα ποσοστά των κλασμάτων αυτών έχουμε 12 κατηγορίες υφής (μηχανικής συστάσεως), (σχ. 3.2), οι οποίες δύνανται να υπαχθούν σε τρεις γενικότερες κατηγορίες:

α) Τα **αμμώδη εδάφη** (που ονομάζονται και ελαφρά εδάφη, γιατί οργώνονται εύκολα με γεωργικά μηχανήματα). Έχουν μικρή ικανότητα να συγκρατούν νερό και θρεπτικά συστατικά, αερίζονται καλά και στραγγίζουν εύκολα. Η θερμοκρασία και το pH τους μεταβάλλονται εύκολα.

β) Τα **αργιλώδη εδάφη** (που ονομάζονται και βαριά εδάφη, γιατί οργώνονται δύσκολα με γεωργικά μηχανήματα). Έχουν μεγάλη ικανότητα να συγκρατούν νερό και θρεπτικά συστατικά, δεν αερίζονται καλά και στραγγίζουν δύσκολα. Αντιστέκονται σε μεταβολές του pH και της θερμοκρασίας.

γ) Τα **πηλώδη εδάφη** (ή με μέση μηχανική σύσταση εδάφη). Γενικά, τα εδάφη αυτά έχουν τις επιθυμητές ιδιότητες των αμμώδων και των αργιλώδων εδαφών. Η παρουσία της οργανικής ουσίας στο έδαφος βελτιώνει τις ιδιότητές του.

Η ταξινόμηση ενός εδάφους σε μια από τις 3 αυτές κατηγορίες έχει πρακτική σημασία, γιατί βοηθά αυτόν που ασχολείται με τη γεωργία στη σωστή αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων. Τέτοια προβλήματα είναι η άρδευση ενός χωραφίου με



Σχ. 3.2.

Σύστημα τριγωνικών συντεταγμένων για την κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες μηχανικής συστάσεως, βάσει των αποτελεσμάτων της μηχανικής αναλύσεώς τους.

έδαφος αμμώδες, η καλλιέργεια πατάτας σε ένα σφικτό αργιλώδες έδαφος, ή ακόμα η βελτίωση ενός εδάφους με πολλά άλατα. Τα άλατα ξεπλύνονται πολύ ευκολότερα στο αμμώδες έδαφος παρά στο βαρύ αργιλώδες.

### 3.3 Δομή του εδάφους.

Η υφή του εδάφους, για την οποία ήδη μιλήσαμε, έχει χωρίς αμφιβολία, σπουδαία σημασία για το έδαφος γιατί μας βοηθά να καθορίζομε ορισμένα χαρακτηριστικά του. Μεγάλης όμως σημασίας είναι και η δομή του εδάφους, δηλαδή ο τρόπος, με τον οποίο τα σωματίδια του εδάφους ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν συσσωματώματα. Αν εξετάσουμε μία κάθετη τομή του εδάφους δεν αποκλείεται να παρατηρήσουμε μία μόνο δομή. Συνήθως όμως, καθώς προχωρούμε από ορίζοντα σε ορίζοντα, αλλάζει η δομή του εδάφους. Παρατηρώντας μάλιστα μια τέτοια τομή είναι εύκολο να καταλάβομε ότι από τη δομή του εδάφους εξαρτώνται η κίνηση του νερού μέσα σ' αυτό, η μεταβολή της θερμότητας, ο αερισμός του, το πορώδες του κλπ. 'Όταν ο γεωργός καλλιεργεί το χωράφι του, όταν το στραγγίζει ή το κοπρίζει, επηρεάζει τη δομή του και όχι την υφή του.

Η δομή του εδάφους συντελεί πολύ στη διατροφή του φυτού (προσρόφηση νερού και θρεπτικών συστατικών) και στην αναπνοή των ριζών του. Με το

σχηματισμό των συσσωματωμάτων σχηματίζονται μεγάλοι πόροι μέσα στο έδαφος, που επιτρέπουν την κίνηση του νερού και του αέρα καθώς και τη διείσδυση των ριζών των φυτών. Γι' αυτό πρέπει ο γεωργός να φροντίζει να διατηρεί τη δομή όσο γίνεται καλύτερα. Είναι αλήθεια ότι η καλλιέργεια του εδάφους είναι απαραίτητη για να δημιουργηθεί κατάλληλο έδαφος, ώστε να δεχθεί τους σπόρους, η μακροχρόνια όμως επίδραση των οργωμάτων και των άλλων τρόπων καλλιέργειας του εδάφους δεν είναι επιθυμητή. Και αυτό γιατί με τη συνεχή καλλιέργεια του εδάφους και με το πάτημά του με τα βαριά μηχανήματα καταστρέφεται η δομή του. Έτσι άρχισε να συνιστάται στους γεωργούς να μη βάζουν στο χωράφι τους γεωργικά μηχανήματα συχνά, αλλά όσο το δυνατό λιγότερο. Αυτός ο τρόπος καλλιέργειας των εδαφών είναι γνωστός ως **ελάχιστη καλλιέργεια του εδάφους** (σχ. 3.3).



Σχ. 3.3.

Η έρευνα απέδειξε ότι οι γεωργοί καλλιεργούν περισσότερο από όσο πρέπει τα χωράφια τους πράγμα που οδηγεί στην καταστροφή της δομής του εδάφους. Γιαυτό συνιστάται στους γεωργούς να εφαρμόζουν μεθόδους ελάχιστης καλλιέργειας του εδάφους, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, όπου οργώνεται και στέρνεται το έδαφος ταυτόχρονα, χωρίς να χρειάζεται να ξανακαλλιεργηθεί. Έτσι και η δομή δεν καταστρέφεται και το κόστος παραγωγής λιγοστεύει.

Οι εδαφολόγοι διακρίνουν τη δομή του εδάφους σε διάφορα είδη ή τύπους. Η κατάταξη αυτή βασίζεται στο σχήμα των συσσωματωμάτων, στο μέγεθός τους και στη δύναμη (δηλαδή την αντίσταση) που χρειάζεται για να θρυμματισθούν τα συσσωματώματα αυτά.

### 3.4 Ειδικό βάρος του εδάφους.

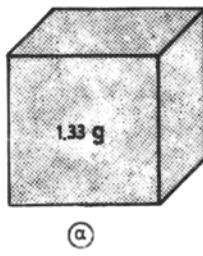
Το ειδικό βάρος του εδάφους, δηλαδή το βάρος που έχει ένα κυβικό εκατοστό εδάφους, μπορούμε νά το εκφράσουμε με δύο τρόπους: α) Ως ειδικό βάρος των εδαφικών σωματιδίων (πραγματικό ειδικό βάρος) και β) ως φαινόμενο ειδικό βάρος.

α) **Ειδικό βάρος των εδαφικών σωματιδίων** είναι το βάρος σε γραμμάρια που έχει ένα κυβικό εκατοστό εδάφους χωρίς καθόλου πόρους, δηλαδή το βάρος ενός κυβικού εκατοστού των στερεών σωματιδίων του εδάφους και μόνο. Τα συνηθισμένα εδάφη έχουν πραγματικό ειδικό βάρος που κυμαίνεται από 2,60 έως 2,75 g/cm<sup>3</sup>.

β) **Φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους.** Το έδαφος, όπως γνωρίζομε, δεν είναι συμπαγές· αποτελείται όχι μόνο από στερεά σωματίδια αλλά και από αέρα και νερό, που περιέχονται μέσα στους πόρους του. Άρα, όταν πάρομε ένα κυβικό εκατοστό εδάφους στη φυσική του κατάσταση και το ζυγίσουμε, θα βρούμε ότι έχει βάρος λιγότερο από όσο είναι το ειδικό βάρος των εδαφικών σωματιδίων του. Αυτό ακριβώς είναι το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους αυτού. Είναι δηλαδή η μάζα της μονάδας του όγκου ενός εδάφους στη φυσική του κατάσταση μαζύ με τους πόρους του και εκφράζεται πάλι σε g/cm<sup>3</sup>.

Στο χωράφι ο όγκος εδάφους ενός κυβικού εκατοστού φαινεται ετοι:

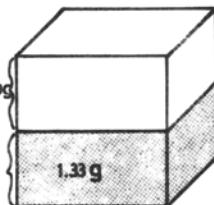
Στερεά σωματίδια  
και πόροι



(a)

Αν όλα τα στερεά σωματίδια συμπιεστούν προς τα κάτω ο κύβος θα μοιάζει ετοι:

Το μισό του όγκου αποτελείται από πόρους.  
Το άλλο μισό από στερεά σωματίδια



(b)

#### Σχ. 3.4.

Μια διαγραμματική παράσταση των δύο ειδικών βαρών ενός εδάφους και ο τρόπος που υπολογίζονται οι τιμές τους.

α) Το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους:

$$\text{όγκος} = 1 \text{ cm}^3 \quad \text{βάρος} = 1,33 \text{ g}$$

$$\text{Φ.Ε.Β.} = \frac{\text{βάρος του εδάφους}}{\text{όγκος εδάφους}} = 1,33 \text{ g/cm}^3$$

β) Το ειδικό βάρος των στερεών σωματιδίων:

$$\text{όγκος} = 0,5 \text{ cm}^3 \quad \text{βάρος} = 1,33 \text{ g}$$

$$\text{Ε.Β. στερεών σωματιδίων} = \frac{\text{βάρος στερεών σωμ.}}{\text{όγκος στερεών σωμ.}} = \frac{1,33}{0,5} = 2,66 \text{ g/cm}^3.$$

Είναι φανερό ότι το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους είναι πολύ μικρότερο από το ειδικό βάρος των στερεών συστατικών του και ποικίλλει ανάλογα με τη φύση του εδάφους. Έτσι τα αμμώδη εδάφη, που δεν σχηματίζουν συσσωματώματα, έχουν λίγους πόρους και επομένως μεγάλο φαινόμενο ειδικό βάρος. Ενώ εδάφη με ενωμένους τους κόκκους τους σε συσσωματώματα και επομένως με πολλούς και σχετικά μεγάλους πόρους έχουν μικρό φαινόμενο ειδικό βάρος.

Για να αντιληφθούμε τη διαφορά μεταξύ του ειδικού βάρους των εδαφικών σωματιδίων και του φαινόμενου ειδικού βάρους ενός εδάφους μας βοηθά το σχήμα 3.4.

### 3.5 Πορώδες του εδάφους.

Όπως είδαμε παραπάνω, το 50% ενός καλού ανόργανου εδάφους αποτελείται από πόρους. Με καλές δε συνθήκες αναπτύξεως των φυτών, οι μισοί από τους πόρους είναι γεμάτοι με νερό (εδαφικό διάλυμα) και οι άλλοι μισοί με αέρα. Με τη λέξη **πορώδες** λοιπόν εννοούμε το ποσοστό επί τοις εκατό του όγκου του εδάφους που αποτελείται από πόρους.

Το πορώδες εξαρτάται από τη δομή του εδάφους και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο μικρότερο είναι το φαινόμενο ειδικό βάρος. Επίσης θα πρέπει να τονίσουμε ότι σημασία για την ανάπτυξη των φυτών έχει κυρίως το μέγεθος των πόρων και όχι το σύνολο του όγκου των πόρων. Οι μεγάλοι πόροι (οι μακροπόροι όπως λέγονται) επιτρέπουν την κίνηση του νερού και του αέρα αντίθετα με τους μικροπόρους, που όπως θα μάθομε αργότερα, εμποδίζουν την κίνηση αυτή. Έτσι εξηγείται γιατί στα αμμώδη εδάφη η κίνηση είναι ευκολότερη από ό,τι στα αργιλώδη, παρ' όλο που το πορώδες τους είναι μικρότερο.

### 3.6 Πλαστικότητα του εδάφους.

Αν βρέξουμε μέσα στην παλάμη μας λίγο χώμα και το πιέσουμε με τα δάκτυλά μας θα γίνει σαν ζύμη που μπορούμε να της δώσουμε διάφορα σχήματα. Η ιδιότητα αυτή να γίνεται το έδαφος σαν ζύμη, όταν κατεργασθεί μηχανικά με το νερό, λέγεται πλαστικότητα του εδάφους και οφείλεται στα ανόργανα κολλοειδή σωματίδια του. Επομένως τα αργιλώδη εδάφη, που έχουν περισσότερα κολλοειδή σωματίδια, έχουν μεγαλύτερη πλαστικότητα από ό,τι τα αμμώδη εδάφη.

Η ιδιότητα αυτή του εδάφους έχει πρακτική σημασία, γιατί αν ένα έδαφος με πλαστικότητα καλλιεργηθεί υγρό, θα καταστραφεί η δομή του και τότε τα φυτά θα υποφέρουν από τον κακό αερισμό των ριζών τους και την κακή στράγγιση. Επομένως ιδιαίτερη φροντίδα και προσοχή χρειάζεται κατά τις διάφορες γεωργικές εργασίες, όταν το έδαφος του χωραφιού είναι αργιλώδες και συνεπώς πλαστικό.

### 3.7 Συνοχή του εδάφους.

Η συνοχή του εδάφους είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό του που οφείλεται και

αυτό, όπως η πλαστικότητα, στα ανόργανα κολλοειδή σωματίδια. Τα έδαφικά αυτά σωματίδια έλκονται το ένα με το άλλο όταν ελαττώθει το νερό που υπάρχει μεταξύ τους.

### 3.8 Αεροϊκανότητα.

Όπως είδαμε παραπάνω, οι εδαφικοί πόροι καταλαμβάνονται από νερό και αέρα. Με τον όρο **αεροϊκανότητα** εννοούμε την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί ποσότητα αέρα. Η αεροϊκανότητα ενός εδάφους εξαρτάται από το πορώδες του εδάφους και την ποσότητα του νερού που συγκρατείται στο έδαφος αυτό. Η περιεκτικότητα σε αέρα των αμμωδών εδαφών είναι μεγάλη, ενώ των αργιλωδών μικρή, αυξάνεται δε όταν ελαττώνεται η υγρασία του εδάφους. Ένα έδαφος έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αέρα, όταν είναι ξηρό και τη μικρότερη όταν είναι κορεσμένο με νερό.

Ο γεωργός μπορεί να βελτιώσει την αεροϊκανότητα του εδάφους του χωραφίου του με σωστές αρδσεις, γιατί έτσι αυξάνονται οι πόροι, και μάλιστα οι μεγάλοι πόροι του εδάφους, και με στράγγιση, οπότε ελαττώνεται η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία. Επίσης διάφορες οργανικές ουσίες όταν προστεθούν στο έδαφος βοηθούν στο να σχηματισθούν συσσωματώματα και έτσι αυξάνεται το πορώδες του εδάφους και συνεπώς η αεροϊκανότητά του.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 4.1 Γενικά.

Όπως γνωρίζομε από τη Φυσική αλλά και από το μάθημα της εισαγωγής στη Γεωργία, τα διάφορα φυσικά, χημικά και βιολογικά φαινόμενα επηρεάζονται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός τους. Τα τελευταία μάλιστα συνεχίζονται με την ένταση που πρέπει, μόνον εφ' όσον διατηρούνται οι θερμοκρασίες σε ορισμένο ύψος. Η θερμοκρασία επομένως του εδάφους είναι ένας ζωτικός παράγοντας. Έτσι, η νιτροποίηση, μια χημική μετατροπή που γίνεται στο έδαφος, δεν αρχίζει πριν ανέβει η θερμοκρασία του εδάφους στους 4° C, για να φθάσει στο μέγιστο της στους 26° με 32° C. Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων και την αύξηση των φυτών ποικίλει πολύ. Για ορισμένα φυτά είναι χαμηλή και για άλλα ψηλότερη. Ακόμα, η εξάτμιση της υγρασίας του εδάφους, η εποχή της σποράς, η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από το φυτό, η ριζοβολία και πολλά άλλα φαινόμενα συνδέονται με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα με τη θερμοκρασία του εδάφους.

#### 4.2 Τρόπος αυξήσεως και μειώσεως της θερμοκρασίας του εδάφους.

Το έδαφος δεν έχει σταθερή θερμοκρασία. Άλλες φορές είναι θερμότερο και άλλες ψυχρότερο. Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από:

α) Την ακτινοβολία του ήλιου. Οι ορατές και αόρατες ακτίνες του ήλιου, που απορροφούνται από το έδαφος και ανεβάζουν τη θερμοκρασία του, αποτελούν την κυριότερη πηγή θερμότητας (σχ. 4.2).

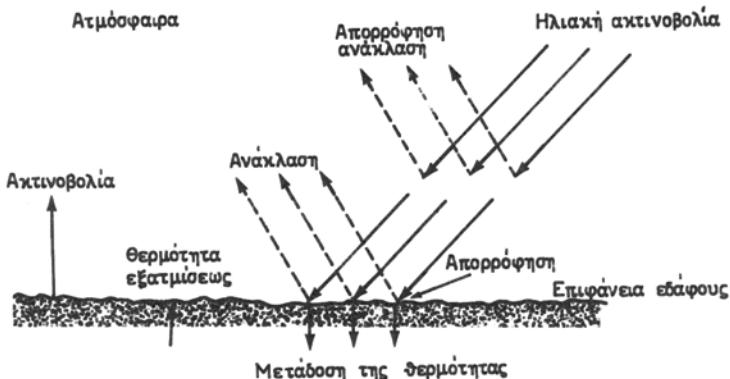
β) Τις βροχές, κυρίως τις ανοιξιάτικες, γιατί είναι θερμότερες από το έδαφος και όταν εισχωρούν σ' αυτό προσθέτουν θερμότητά.

γ) Τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας, που συμπυκνώνονται στο ψυχρό έδαφος και έτσι το θερμαίνουν.

δ) Το εσωτερικό της γης. Μικρή ποσότητα θερμότητας βγαίνει προς τα έξω και θερμαίνει το έδαφος.

ε) Τη διάσπαση των οργανικών ουσιών του εδάφους από τους μικροοργανισμούς, κατά την οποία παράγεται θερμότητα που αυξάνει τη θερμοκρασία του.

Το έδαφος δεν διατηρεί για πολύ τη θερμότητα που παίρνει, ενώ μπορεί να τη χάσει:



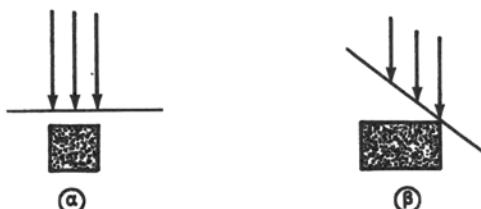
Σχ. 4.2.

Διάγραμμα που δείχνει την πρόσληψη, την απώλεια και τη μετάδοση της θερμότητας από το έδαφος.

- α) Με την ακτινοβολία, γιατί ακτινοβολεί συνέχεια θερμότητα προς την ατμόσφαιρα (σχ. 4.2) και επομένως ψύχεται.
- β) Με τη μετάδοση της θερμότητας από το θερμότερο έδαφος προς τον ψυχρότερο αέρα ή προς τα ψυχρότερα στρώματα του εδάφους.
- γ) Με την εξατμίση του νερού, που υπάρχει στο έδαφος.

#### 4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του εδάφους.

Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται κυρίως από το κλίμα της περιοχής. Εδάφη που βρίσκονται σε ψυχρές περιοχές θερμαίνονται πολύ λιγότερο από τα εδάφη των θερμών περιοχών. Επίσης ο προσανατολισμός του εδάφους επηρεάζει τη θερμοκρασία του. Εδάφη με ανατολικό προσανατολισμό θερμαίνονται περισσότερο από τα βορεινά εδάφη. Επίσης ένα έδαφος επίπεδο ή κοίλο θερμαίνεται περισσότερο από ένα έδαφος με κλίση (σχ. 4.3a).



Σχ. 4.3a.

Διάγραμμα που δείχνει το θερμαινόμενο τμήμα του εδάφους, που είναι ανάλογο με τη γωνία προσπτώσεως των ηλιακών ακτίνων. Αν μια ορισμένη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας πέσει στο έδαφος κάθετα (α), τότε συγκεντρώνεται σε σχετικά μικρότερο τμήμα εδάφους και έτσι το θερμαίνει γρηγορότερα.

Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας, που εισέρχεται στο έδαφος, επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες. Έτσι, η ίδια θερμική ακτινοβολία θερμαίνει τα διάφορα εδάφη διαφορετικά, γιατί η θερμοκρασία του εδάφους εξαρτάται:

**α) Από την ειδική θερμότητα των συστατικών του.** Τι είναι ειδική θερμότητα ενός σώματος και σε ποιες μονάδες τη μετρούμε το ξέρομε από τη Φυσική.

Γνωρίζομε επίσης ότι η θερμοχωρητικότητα ( $K$ ) ενός σώματος είναι το γινόμενο της μάζας του ( $M$ ) επί την ειδική θερμότητά του ( $C$ ):

$$K = M \cdot C.$$

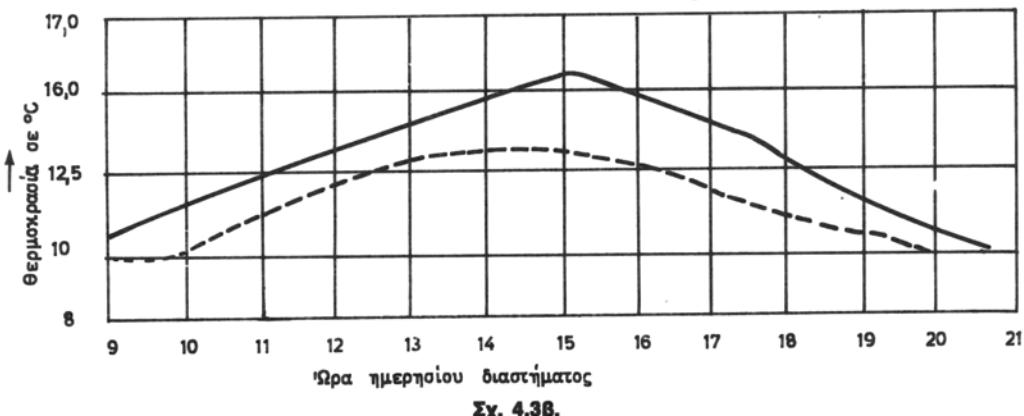
Αν ένα έδαφος έχει συστατικά με μάζες  $M_1$ ,  $M_2$  και  $M_3$  και αντίστοιχες ειδικές θερμότητες  $C_1$ ,  $C_2$  και  $C_3$  τότε η θερμοχωρητικότητά του είναι ίση με:

$$K = M_1C_1 + M_2C_2 + M_3C_3.$$

Το νερό έχει μεγάλη ειδική θερμότητα. Αν θέλομε λοιπόν την άνοιξη να βοηθήσουμε το έδαφος να θερμανθεί, πρέπει να απομακρύνουμε νωρίς το περίσσειο νερό που υπάρχει σ' αυτό. Επί πλέον ένα μεγάλο μέρος της περίσσειας του νερού, που δεν μπορεί να απομακρυνθεί από το έδαφος λόγω κακής στραγγίσεως, εξατμίζεται επειδή όμως έχει μεγάλη θερμότητα εξατμίσεως (5387 cal/g) ξοδεύονται μεγάλα ποσά θερμότητας με αποτέλεσμα να ψύχεται το έδαφος. Έτσι, υπερβολικά υγρά εδάφη θερμαίνονται δύσκολα την άνοιξη με δυσμενείς συνέπειες για τα φυτά που αναπτύσσονται σ' αυτά. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει ο γεωργός να φροντίσει να βελτιώσει τη στράγγιση του χωραφιού του. Η βελτίωση της στραγγίσεως είναι το μόνο εφαρμόσιμο μέτρο για να αντιμετωπίσει με επιτυχία τα προβλήματα τόσο του αερισμού όσο και της θερμοκρασίας του εδάφους, τα οποία συνυπάρχουν, όταν το έδαφος έχει υπερβολική υγρασία.

**β) Από τη θερμική αγωγιμότητά του,** δηλαδή την ικανότητά του να μεταδίδει τη θερμότητα από το ένα σωματίδιο στο άλλο.

**γ) Από το χρώμα του.** Ένα σκουρόχρωμο έδαφος απορροφά περισσότερη θερμική ακτινοβολία από ένα έδαφος με ανοικτό χρώμα. Το έδαφος με σκούρο

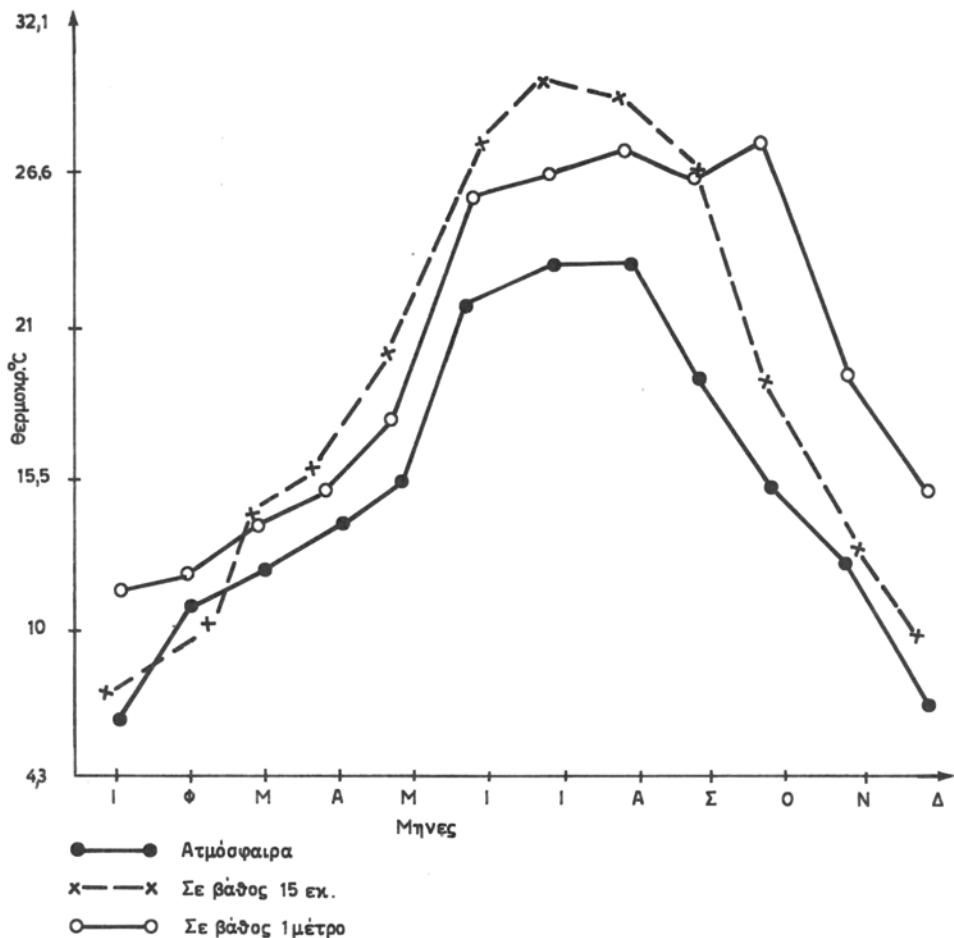


Διάγραμμα θερμοκρασίας εδάφους κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η συνεχής καμπύλη δείχνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας γυμνού εδάφους, ενώ η διακοπτόμενη καμπύλη τις μεταβολές της θερμοκρασίας του ίδιου εδάφους, όταν είναι σκεπασμένο με βλάστηση.

χρώμα απορροφά περίπου το 80% της ακτινοβολίας του ήλιου, ένώ το ανοικτόχρωμο έδαφος, όπως π.χ. το αμμώδες, μόνο το 30%.

**δ) Από το αν υπάρχει βλάστηση ή όχι.** Άλλη είναι η θερμοκρασία όταν το έδαφος είναι σκεπασμένο με βλάστηση και άλλη είναι όταν είναι γυμνό. Το γυμνό έδαφος είναι θερμότερο, γιατί απορροφά περισσότερη θερμότητα την ημέρα και ακτινοβολεί λιγότερη τη νύκτα. Στο σχήμα 4.3β φαίνονται οι διαφορές της θερμοκρασίας του εδάφους, όταν είναι γυμνό και όταν έχει βλάστηση.

Η θερμοκρασία ενός εδάφους δεν είναι σταθερή, όπως είναι φυσικό, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο και η μικρότερη τον Ιανουάριο. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας του εδάφους ακολουθούν τις μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα, αλλά είναι μεγαλύτερες από τις θερμοκρασίες του αέρα. Στο σχήμα 4.3γ φαίνονται οι εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τόσο του αέρα όσο και του εδάφους.



Σχ. 4.3γ.

Εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εδάφους σε δύο βάθη και οι αντίστοιχες στην ατμόσφαιρα.

#### 4.4 Επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους στην ανάπτυξη των ανωτέρων φυτών και των μικροοργανισμών του εδάφους.

Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Η απορρόφηση είναι μεγαλύτερη, όταν η θερμοκρασία του εδάφους αυξάνεται. Πολλά φυτά δεν αναπτύσσονται κανονικά όταν το έδαφος είναι ψυχρό και αυτό εν μέρει τουλάχιστον οφείλεται στο ότι περιορίζεται η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζει επίσης την απορρόφηση του νερού από τις ρίζες των φυτών και μάλιστα διαφορετικά για τα διάφορα είδη των φυτών. Η απορρόφηση του νερού ελαττώνεται τόσο σε ψηλές όσο και σε χαμηλές θερμοκρασίες του εδάφους.

Η σπουδαιότερη όμως επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους αφορά στην ανάπτυξη των ριζών των φυτών. Γενικά, η ανάπτυξη των ριζών προοδεύει με την αύξηση της θερμοκρασίας ως ένα σημείο και μετά ελαττώνεται. Επειδή δε η ανάπτυξη του υπέργειου μέρους των φυτών εξαρτάται από την ανάπτυξη των ριζών, αντιλαμβανόμαστε τη σημασία που έχει η θερμοκρασία του εδάφους στην ανάπτυξη των φυτών.

Τέλος, οι διάφοροι μικροοργανισμοί, που περιέχονται στα εδάφη, ζουν καλύτερα σε μια περιοχή θερμοκρασιών μεταξύ 10°C και 40°C, αν και η εξάρτησή τους από τη θερμοκρασία αυτή είναι διαφορετική για τα διάφορα είδη. Ακόμα και οι παθογόνοι για τα φυτά μικροοργανισμοί του εδάφους εξαρτώνται από τη θερμοκρασία του· γι' αυτό ορισμένες αρρώστειες των φυτών εκδηλώνονται μόνο σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ άλλες μόνον, όταν η θερμοκρασία του ανέβει πάνω από ένα ορισμένο όριο.

#### 4.5 Επέμβαση του ανθρώπου για μια ευνοϊκή μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους.

Όπως μπορεί να αντιληφθεί κανείς, δραστική επέμβαση του ανθρώπου για να βελτιώσει κατά την επιθυμία του τις συνθήκες θερμοκρασίας του εδάφους δεν είναι δυνατή. Είπαμε όμως παραπάνω ότι, αν φροντίσει ο γεωργός να απομακρύνει την περίσσεια της εδαφικής υγρασίας την άνοιξη, θα επιταχύνει σημαντικά τη θέρμανση του χωραφιού του. Επίσης συχνά συνηθίζεται, σε μικρή όμως μόνον κλίμακα και μάλιστα σε ανθόκηπους, να σκεπάζουν οι παραγωγοί την επιφάνεια του εδάφους με διάφορα οργανικά υλικά (κοπριά, ροκανίδια, υπολείμματα φυτών κ.ά.) για να ελαττώσουν τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εδάφους.

Τέλος η χρησιμοποίηση των θερμοκηπίων από τους παραγωγούς κηπευτικών και λουλουδιών είναι, όπως είναι φανερό, ένας άλλος τρόπος ρυθμίσεως της θερμοκρασίας του εδάφους που καλύπτεται από αυτά (σχ. 4.5).

#### 4.6 Πρώιμα και όψιμα εδάφη.

Συνηθίζεται πολλές φορές να διακρίνονται τα εδάφη, λόγω των διαφορών που



**Σχ. 4.5.**  
Σύγχρονο θερμοκήπιο.

παρουσιάζουν στην πρόσληψη και απώλεια της θερμότητάς τους, σε πρώιμα και όψιμα. **Πρώιμα** είναι γενικώς τα εδάφη, τα οποία έχουν αδρομερή σύσταση, χαμηλή υδατοχωρητικότητα και στραγγίζουν κανόνικά. Τα εδάφη αυτά, επειδή συγκρατούν μικρή σχετικά ποσότητα νερού, έχουν χαμηλή θερμοχωρητικότητα και επομένως ζεσταίνονται γρήγορα με αποτέλεσμα να επιτρέπουν την πρώιμη καλλιέργειά τους. Τα εδάφη αυτά αερίζονται καλά και η νιτροποίηση επιταχύνεται, με αποτέλεσμα τα φυτά που ζουν σ' αυτά να τρέφονται ικανοποιητικά με άζωτο. Παρά το πλεονέκτημα όμως της πρωιμότητας που παρουσιάζουν, έχουν και πολλά μειονεκτήματα. Το σπουδαιότερο μειονεκτήμα είναι οι γρήγορες μεταβολές της θερμοκρασίας τους, με αποτέλεσμα να προσβάλλονται από τους παγετούς της ανοίξεως και του φθινοπώρου, κυρίως τη νύκτα, ενώ το καλοκαίρι ξηραίνονται πολύ και γρήγορα. Τέτοια εδάφη είναι κατά κανόνα τα αμμώδη, που βρίσκονται κοντά σε ποτάμια και χειμάρρους.

**Όψιμα** εδάφη είναι κυρίως τα λεπτόκοκκα εδάφη, τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλη υδατοχωρητικότητα και έτσι θερμαίνονται δύσκολα. Δεν είναι κατάλληλα για πρώιμη καλλιέργεια. Ξηραίνονται δύσκολα και η θερμοκρασία τους δεν μεταβάλλεται εύκολα, με αποτέλεσμα να μη ψύχονται εύκολα με τους απότομους παγετούς. Η ανάπτυξη των διαφόρων καλλιεργειών σε τέτοια εδάφη απαιτεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ό,τι στα πρώιμα εδάφη. Επίσης διαφέρει και η ποιότητα των προϊόντων που παράγονται ανάλογα με το αν το έδαφος είναι πρώιμο ή όψιμο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

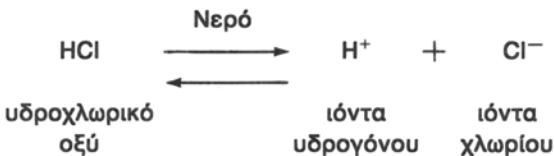
### ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 5.1 Οξύτητα και αλκαλικότητα του εδάφους.

Ο βαθμός της οξύτητας ή της αλκαλικότητας ενός εδάφους, δηλαδή η αντίδρασή του, αποτελεί χημική του ιδιότητα με μεγάλη σημασία, γιατί απ' αυτήν εξαρτάται η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων, που μπορεί το φυτό να πάρει από το έδαφος. Επηρεάζει ακόμα την ανάπτυξη και τη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους, που, όπως θα μάθομε αργότερα, συμβάλλουν στη διάσπαση των οργανικών ουσιών και σε άλλες χημικές μετατροπές, που πραγματοποιούνται στο έδαφος.

Πριν όμως μιλήσουμε για την αντίδραση του εδάφους, θα ήταν σκόπιμο να πούμε λίγα πράγματα για τα **οξέα** και τις **βάσεις**.

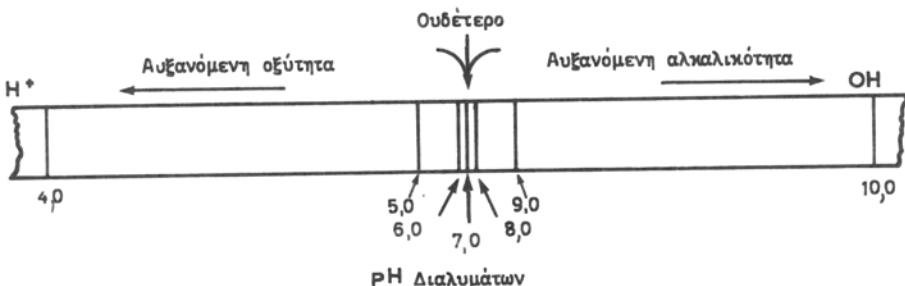
**Οξύ** ονομάζεται η χημική ουσία, η οποία δίνει ιόντα υδρογόνου ( $H^+$ ) σε μια άλλη, ενώ **βάση** η ουσία που δέχεται ιόντα υδρογόνου. Τα χαρακτηριστικά ενός οξέος οφείλονται στα  $H^+$  που περιέχει. 'Όταν δε ένα οξύ διαλυθεί στο νερό, διαχωρίζεται στα ιόντα που το αποτελούν, π.χ. το υδροχλωρικό οξύ διαχωρίζεται σε ιόντα υδρογόνου και χλωρίου, όπως φαίνεται στην αντίδραση:



Η παραπάνω αντίδραση είναι αμφίδρομη, δηλαδή γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Ανάλογα με τις συνθήκες, που επικρατούν στο διάλυμα, μπορεί να διασπασθεί το HCl σε  $H^+$  και  $Cl^-$  ή να ενωθούν τα ιόντα αυτά και να σχηματίσουν μόριο HCl.

'Ένα οξύ είναι τόσο πιο ισχυρό, όσο ευκολότερα διασπάται και δημιουργούνται έτσι περισσότερα ιόντα υδρογόνου στο διάλυμα. Παριστάνομε την οξύτητα ενός διαλύματος με το pH, που είναι ο αρνητικός λογάριθμος της συγκεντρώσεως των ιόντων υδρογόνου. Δηλαδή το pH μας λέει πόσα ιόντα υδρογόνου υπάρχουν στο διάλυμα και έχει τιμές από 0 ως 14. 'Όταν έχει τιμή 7, τότε ο αριθμός των  $H^+$  του διαλύματος είναι ίσος με τον αριθμό των  $OH^-$  και το διάλυμα είναι ουδέτερο. Τιμές pH κάτω από 7 αντιπροσωπεύουν όξινες συνθήκες, ενώ μεγαλύτερες από 7 αλκαλικές. Επειδή οι τιμές αυτές βασίζονται σε κλίμακα λογαριθμική (σχ. 5.1a), όταν η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου αυξάνει κατά 10, η τιμή του pH

ελαττώνεται κατά 1. Ένα pH 4 σημαίνει ότι υπάρχουν στο διάλυμα 10 φορές περισσότερα ιόντα υδρογόνου από ένα διάλυμα με pH 5. Όμοια, ένα διάλυμα με pH 10 είναι 10 φορές αλκαλικότερο από ένα διάλυμα με pH 9 και 100 φορές αλκαλικότερο από ένα διάλυμα με pH 8.



Σχ. 5.1α.

Οι σχετικοί αριθμοί των ιόντων υδρογόνου ( $H^+$ ) στην δίνη περιοχή της κλίμακας του pH και οι αντίστοιχοι των ιόντων υδροξειδίου ( $OH^-$ ) στην αλκαλική περιοχή της κλίμακας του pH. Το διάγραμμα αναφέρεται στα χημικά διαλύματα. Αριθμοί κάτω από 7 δείχνουν οξύτητα, ενώ πάνω από 7 αλκαλικότητα. Το pH 7 είναι ουδέτερο.

### a) Όξινα και αλκαλικά εδάφη.

Στα εδάφη υπάρχουν ανόργανες και οργανικές ουσίες, που τα καθιστούν δίνα ή αλκαλικά, ανάλογα με την ποσότητα του υδρογόνου ή των στοιχείων με βασικές ιδιότητες που περιέχουν. Οι ανόργανες ουσίες είναι πυριτικά ορυκτά και ανήκουν στο κλάσμα της αργίλου, όπως είναι ο μοντμορίλλονίτης, ο ίλλιτης, ο καολινίτης κ.ά. Οι ουσίες αυτές, καθώς και οι οργανικές ουσίες, περιέχονται στο έδαφος με μορφή κολλοειδή και έτσι έχουν την ικανότητα να συγκρατούν διάφορα κατιόντα, όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο και νάτριο. Με τον τρόπο αυτό συγκρατούνται τα θρεπτικά στοιχεία ασβέστιο, μαγνήσιο και κάλιο, τα οποία διαφορετικά θα ξεπλένονταν γρήγορα με το νερό της βροχής ή του ποτίσματος. Οι ουσίες αυτές έχουν ακόμα την ικανότητα να ανταλλάσσουν τα προσροφημένα τους κατιόντα με άλλα κατιόντα ή με υδρογόνο. Κατά τον ίδιο δε τρόπο και οι ρίζες των φυτών ανταλλάσσουν το υδρογόνο, που συγκρατούν με τα κατιόντα του εδάφους, και έτσι παίρνουν από αυτό τα θρεπτικά στοιχεία, που χρειάζονται τα φυτά για την ανάπτυξή τους. Όσο λοιπόν μεγαλύτερη είναι η ποσότητα των οργανικών ουσιών και της αργίλου στο έδαφος, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων έχει το έδαφος. Από την άλλη μεριά, η άμμος δεν μπορεί να τα συγκρατήσει και έτσι ένα έδαφος με πολύ άμμο είναι πιο φτωχό από ένα οργανικό ή με πολύ άργιλο έδαφος και τότε χρειάζεται να προσθέσει ο γεωργός περισσότερα θρεπτικά στοιχεία για να αναπτυχθούν καλά τα φυτά. Επί πλέον ένα αμμώδες έδαφος ξεπλένεται όπως είπαμε, ευκολότερα με το νερό από ότι ένα οργανικό ή αργιλώδες έδαφος. Με το ξέπλυμα των βασικών στοιχείων το έδαφος αποκτά δίνες ιδιότητες, αφού στην θέση τους μπαίνει υδρογόνο σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση:

		H <sup>+</sup>		
Ca <sup>++</sup>		H <sup>+</sup>		
έδαφος	Mg <sup>++</sup> + H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	→ έδαφος	H <sup>+</sup> + Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	+ NaHCO <sub>3</sub>
Na		H <sup>+</sup>		
		H <sup>+</sup>		
άργιλος ή	+ ανθρα-	→ έδαφος	όξινο + οξινό	+ οξινό
οργανική Ca	κικό οξύ		ανθρακικό	ανθρακικό
ουσία	Mg		8sb2stio	magn3sio
[8lkalik5	Na <sup>+</sup>			n1trio
έδαφος				

τα κατιόντα Ca, Mg και Na είναι προσροφημένα πάνω στην άργιλο ή στην οργανική ουσία.

Το ανθρακικό οξύ που χρειάζεται για την παραπάνω αντίδραση, παράγεται συνεχώς στο έδαφος με την αποσύνθεση δηλαδή της οργανικής ουσίας, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών του εδάφους, παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, που αντιδρά στη συνέχεια με το νερό και δίνει ανθρακικό οξύ:



Τα όξινα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου, μαγνησίου και νατρίου, που σχηματίζονται κατά την παραπάνω αντίδραση, είναι διαλυτά στο νερό και καθώς απομακρύνονται προς τα κάτω με το νερό της βροχής αφήνουν έδαφος με πολλά H<sup>+</sup>, δηλαδή όξινο έδαφος. Το pH ενός τέτοιου εδάφους είναι χαμηλό, δηλαδή μικρότερο από 7, και μπορεί να φθάσει και στο 4. 'Όσο μεγαλύτερη είναι η βροχόπτωση, τόσο μεγαλύτερο είναι το ξέπλυμα και το έδαφος γίνεται πιο όξινο. Γι' αυτό είναι όξινα τα ορεινά εδάφη της χώρας μας. Γενικά, όταν η βροχόπτωση είναι πάνω από 75 περίπου εκατοστόμετρα σε ένα χρόνο, δημιουργούνται όξινα εδάφη, ενώ αντίθετα, όταν η βροχόπτωση είναι κάτω από 65 εκατοστόμετρα, δημιουργούνται ελαφρώς αλκαλικά εδάφη, με συγκρατημένα κυρίως ασβέστιο και μαγνήσιο, γιατί το όξινο ανθρακικό νάτριο είναι πιο διαλυτό στο νερό και έχει απομακρυνθεί από το έδαφος. Μόνον όταν η βροχόπτωση κατέβει χαμηλότερα, στα 50 εκατοστόμετρα περίπου, τότε υπάρχει στο έδαφος όξινο ανθρακικό νάτριο και το pH του εδάφους γίνεται μεγαλύτερο, μπορεί δε να φθάσει το 9 ή και το 10.

Συνήθως τέτοια εδάφη είναι μαύρα, γιατί η μεγάλη ποσότητα του όξινου ανθρακικού νατρίου ενώνεται με την οργανική ουσία του εδάφους, προκαλεί τη διασπορά της και χρωματίζει το έδαφος μαύρο. Οι συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών σε τέτοια εδάφη δεν είναι καλές και χρειάζεται πολλές φορές να τα βελτιώσουμε με **οξίνιση**.

Εκτός από τη βροχόπτωση, που συμβάλλει στη δημιουργία όξινων εδαφών, όπως είπαμε παραπάνω, όξινες συνθήκες στο έδαφος δημιουργούν και ορισμένα φυτά. Τα κωνοφόρα δένδρα, οι καστανιές και τα χόρτα έχουν περισσότερα όξινα συστατικά από ό,τι βασικά, ενώ συμβαίνει το αντίθετο με τα πλατύφυλλα δένδρα. Επίσης μερικές καλλιέργειες, όπως είναι οι πατάτες, τα ζαχαρότευτλα και η μηδική, απομακρύνουν κατά τη συγκομιδή τους μεγάλες ποσότητες βασικών στοιχείων και δημιουργούν έτσι όξινο έδαφος. Τα όξινα εδάφη χρειάζονται βελτίωση, για την οποία θα μιλήσουμε παρακάτω.

**β) Αντίδραση του εδάφους (pH) και ανάπτυξη των φυτών.**

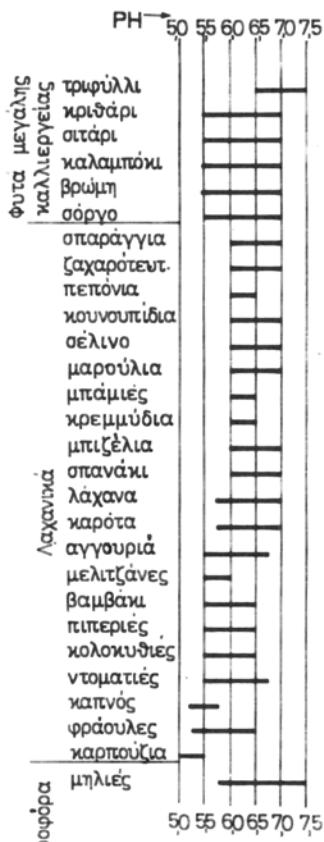
Η αντίδραση του εδάφους επιδρά στο είδος των φυτών που αναπτύσσονται μόνα τους ή στο είδος των φυτών που μπορεί να καλλιεργήσει ο άνθρωπος στο έδαφος αυτό. Φυτά π.χ., που έχουν καρπό σαν μούρο, η γαρδένια και άλλα, θέλουν όχινα εδάφη, ενώ η μηδική και τα ζαχαρότευτλα αναπτύσσονται καλύτερα σε έδαφος με pH ουδέτερο ή λίγο αλκαλικό. Τις προτιμήσεις των διαφόρων φυτών τις βρίσκουμε συνήθως σε πίνακες ή σχήματα, όπως τα παρακάτω (Πίνακας 5.1.1 και σχ. 5.1β). Έτσι ο γεωργός ή κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να γνωρίζει ποια φυτά θα ευδοκιμήσουν καλύτερα στο χωράφι του.

**Πίνακας 5.1.1.**

**Προτιμήσεις σε pH διαφόρων καλλιεργειών. Τα περισσότερα φυτά αντέχουν και σε μεγαλύτερη οξύτητα από αυτή που αναφέρεται, αλλά θα έχουν τότε μικρότερη απόδοση.**

Φυτά	Προτίμησή τους σε pH
<b>ΦΥΤΑ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΝΤΑΙ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΛΑΦΡΑ ΟΞΙΝΕΣ Η ΕΛΑΦΡΑ ΑΛΚΑΛΙΚΕΣ</b>	
Μηδική	6,5 - 8,0
Κριθάρι	5,5 - 7,0
Ζαχαρότευτλα	6,0 - 7,0
Μελίλωτος	6,5 - 8,0
<b>ΦΥΤΑ ΑΝΘΕΚΤΙΚΑ ΣΕ ΜΕΤΡΙΑ ΟΞΥΤΗΤΑ</b>	
Πατάτες	5,5 - 6,8
Τριφύλλια	6,5 - 7,5
Σόγια	6,0 - 7,0
Καλαμπόκι	5,5 - 7,0
Βρώμη, Σιτάρι	5,5 - 7,0
Φασόλια	6,0 - 7,0
Καπνός	5,3 - 5,8
Βαμβάκι	5,5 - 6,5
Λούπινα	5,5 - 6,5
<b>ΦΥΤΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝ ΨΗΛΕΣ ΟΞΥΤΗΤΕΣ</b>	
Βατόμουρα, Φραγκοστάφυλα	4,5 - 6,0
Φράουλα	5,3 - 6,5
Αζαλέα	4,5 - 5,5
Καμέλια	4,5 - 5,5

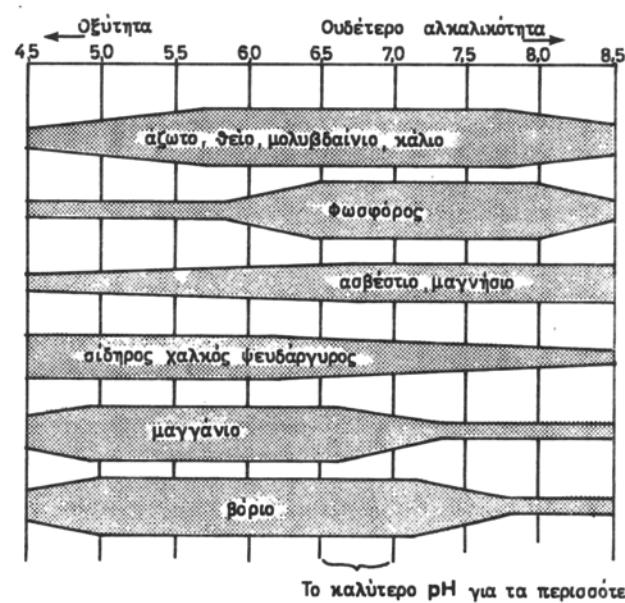
Το pH του εδάφους επιδρά στην ανάπτυξη των φυτών κατά δύο τρόπους: 1) άμεσα με τα ιόντα υδρογόνου και β) κυρίως έμμεσα, γιατί επηρεάζει την αφομοιωτικότητα των θρεπτικών στοιχείων, που βρίσκονται μέσα στο έδαφος. Τα θρεπτικά δηλαδή στοιχεία άζωτο, φωσφόρος, κάλιο, μαγγάνιο κλπ., που βρίσκονται μέσα στο έδαφος, δεν είναι πάντα το ίδιο εύκολο να τα απορροφήσουν τα φυτά με τις ρίζες τους. Η ευκολία με την οποία τα παίρνουν τα φυτά (αφομοιωτικότητα) εξαρτάται από το pH του εδάφους, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.1γ. Τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία θέλουν pH 6,5 με 7,0 για να είναι σε μορφή που μπορούν να τα προσλάβουν τα φυτά.



Σχ. 5.1β.  
Προτιμήσεις σε pH διαφόρων καλλιεργειών.

Σχ. 5.1γ.

Η σχέση μεταξύ του pH και της αφομοιωτικότητας των θρεπτικών στοιχείων. Όσο μεγαλύτερο το πάχος της μαύρης ταινίας, τόσο ευκολότερα παίρνουν τα φυτά το στοιχείο από το έδαφος.



**γ) Η επίδραση των λιπασμάτων στο pH του εδάφους.**

Η οξύτητα του εδάφους είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που πρέπει να προσέξει ο γεωργός κατά τη λίπανση των καλλιεργειών του. Όταν καλλιεργεί π.χ. πατάτα σε ένα χωράφι με οξύτητα 5,5 και το λιπαίνει κάθε χρόνο με θεική αμμωνία, που είναι όξινο λίπασμα, σε λίγα χρόνια το έδαφος θα γίνει ακόμα πιο όξινο και θα υπερβεί τα όρια της κανονικής αναπτύξεως της πατάτας, με αποτέλεσμα η παραγωγή της να πέσει πολύ χαμηλά. Αντίθετα, αν το pH του εδάφους του χωραφίου είναι 7,0 και το λιπαίνει κάθε χρόνο με ασβεστούχο νιτρική αμμωνία, που είναι αλκαλικό λίπασμα, σε λίγα χρόνια το χωράφι αυτό θα αποκτήσει μεγαλύτερο pH, με αποτέλεσμα και πάλι η λίπανση αντί να αυξήσει την παραγωγή να την ελαττώσει.

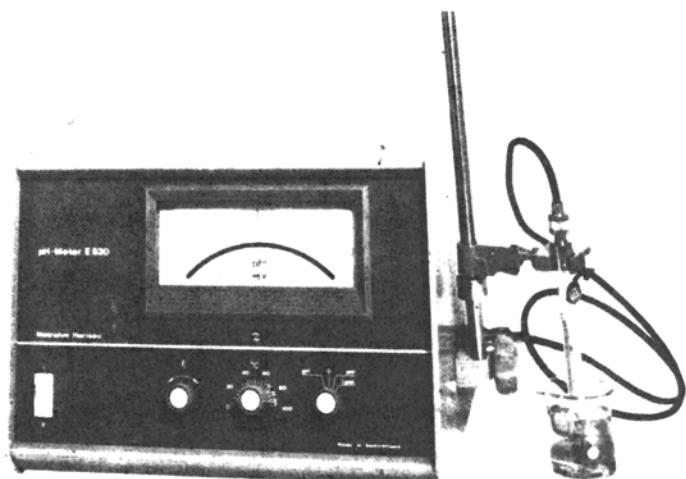
Πρέπει λοιπόν να γνωρίζει ο γεωργός την οξύτητα του χωραφίου του για να διαλέξει τα λιπάσματα, που πρέπει να χρησιμοποιήσει, καθώς και τι φυτό μπορεί να καλλιεργήσει.

Στον Πίνακα 5.1.2 αναφέρονται μερικά από τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται από τους γεωργούς μας.

**Πίνακας 5.1.2.**

*Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται περισσότερο από τους γεωργούς μας είναι άλλα δέινα και άλλα αλκαλικά.*

Όξινα λιπάσματα	Αλκαλικά λιπάσματα
Θεική αμμωνία Νιτροθεική αμμωνία Φωσφορική αμμωνία	Ασβεστούχος Νιτρική Αμμωνία Νιτρική άσβεστος Νιτρικό νάτριο Κοπριά



**Σχ. 5.1δ.**  
Πεχάμετρο.

**δ) Προσδιορισμός της αντιδράσεως (pH) του εδάφους.**

Για να μάθομε τι pH έχει το έδαφος ενός χωραφίου μας, πρέπει να στείλομε κατάλληλα δείγματα του εδάφους στο εδαφολογικό εργαστήριο της περιοχής μας.

Εκεί μετρούν το pH του δείγματος με ειδικά όργανα (πεχάμετρα) σχήμα 5.1δ.

Η αυτοφυής βλάστηση, που υπάρχει στο χωράφι μας, δίνει επίσης μια εικόνα της αντιδράσεως του εδάφους, γιατί όπως αναφέραμε παραπάνω, τα αυτοφυή φυτά φυτρώνουν σε εδάφη με pH κατάλληλα γιαυτά. Έτσι άλλα φυτά αγαπούν και αναπτύσσονται σε αλκαλικά εδάφη, άλλα σε όξινα. Παρατηρώντας, επομένως, τα άγρια χόρτα που φυτρώνουν μόνα τους στα χωράφια μπορούμε να έχομε γενικές πληροφορίες για την αντίδραση του εδάφους. Στον Πίνακα 5.1.3 αναφέρονται φυτά που φυτρώνουν και αναπτύσσονται σε όξινα εδάφη και φυτά που αναπτύσσονται σε αλκαλικά εδάφη.

#### *Πίνακας 5.1.3.*

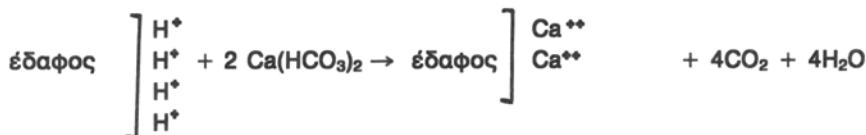
*Φυτά που αναπτύσσονται σε όξινα εδάφη και φυτά που αναπτύσσονται σε αλκαλικά εδάφη.*

Σε όξινα εδάφη	Σε αλκαλικά εδάφη
Ξιφάρι	Αγριάδα
Βατομουριά	Παπαρούνα
Σπάρτο	Λαψάνα
Αγριοτριανταφυλλιά	Γαλατσίδα
Κουμαριά	Κολλητοσίδα
Ιτιά	Πουρνάρι
Φτέρη	Θυμάρι

## 5.2 Ρύθμιση της αντιδράσεως (pH) των εδαφών.

### a) Ρύθμιση του pH οξίνων εδαφών.

Για να ανεβάσουμε το pH ενός όξινου εδάφους, δηλαδή να το κάνομε λιγότερο όξινο, προσθέτομε στο έδαφος ασβεστόλιθο ή άλλες ασβεστούχες ουσίες. Μετά από την ασβέστωση γίνεται στο έδαφος η παρακάτω αντίδραση:



Τις θέσεις δηλ. των  $\text{H}^+$  στο έδαφος τις καταλαμβάνει το ασβέστιο και το ασβεστωμένο έτσι έδαφος αποκτά pH μεγαλύτερο.

Η ασβέστωση των οξίνων εδαφών είναι απαραίτητη για πολλούς λόγους:

1. Βασικά για την ελάττωση της οξύτητας του εδάφους.
2. Για την αύξηση της ποσότητας του φωσφόρου, ασβεστίου και μαγνησίου, που μπορεί να πάρει το φυτό από το έδαφος (σχ. 5.1γ.).
3. Για την ελάττωση των μεγάλων ποσοτήτων μαγγανίου και αργιλίου που υπάρχουν στα όξινα εδάφη και είναι δυνατό να είναι βλαβερές για τα φυτά.
4. Για καλύτερες συνθήκες αναπτύξεως των μικροοργανισμών του εδάφους, που διασπούν την οργανική ουσία ή μετέχουν σε άλλες χημικές μετατροπές που

συντελούνται στο έδαφος.

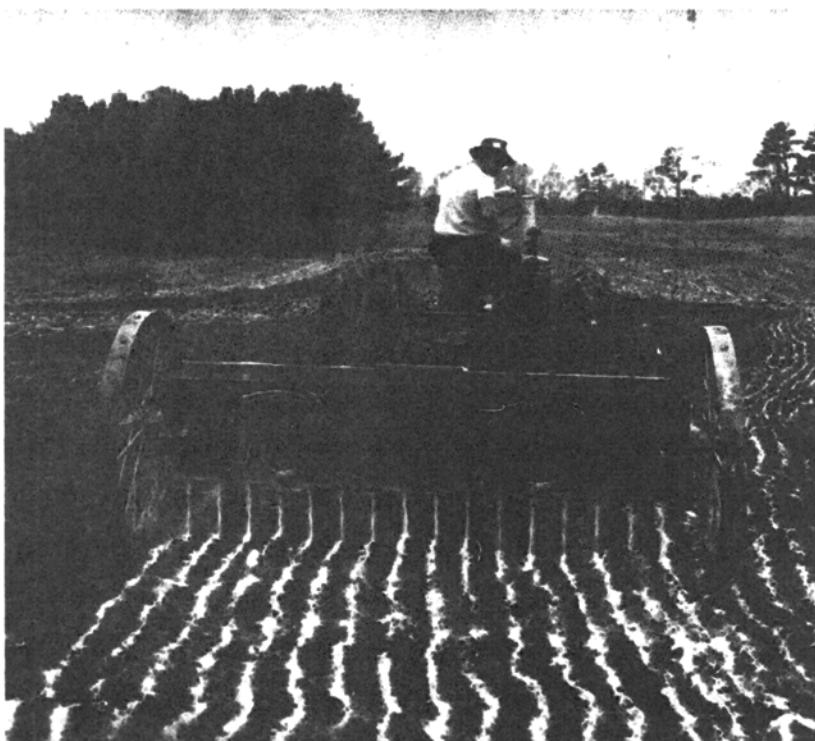
5. Για την αύξηση της ποσότητας μολυβδαινίου, που προσλαμβάνει το φυτό από το έδαφος.

6. Για ευνοϊκότερες συνθήκες αναπτύξεως των ριζοβακτηρίων, που ζουν στις ρίζες των ψυχανθών και δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο.

### **β) Υλικά ασβεστώσεως.**

Όπως είπαμε παραπάνω, για την ασβέστωση οξίνων εδαφών χρησιμοποιείται κυρίως ο ασβεστόλιθος, που είναι το καθαρό ανθρακικό ασβέστιο, ενώ ο δολομίτης, που χρησιμοποιείται και αυτός για ασβεστώσεις, είναι μίγμα ανθρακικού ασβέστιου και ανθρακικού μαγνησίου. Άλλες τέτοιες ουσίες είναι ο «καμένος ασβέστης», δηλαδή το οξείδιο του ασβέστιου, και ο «σβησμένος ασβέστης», δηλαδή το υδροξείδιο του ασβέστιου. Τα διάφορα αυτά υλικά έχουν διαφορετική ικανότητα εξουδετερώσεως της οξύτητας του εδάφους.

Εξίσου σημαντικός με την ικανότητα εξουδετερώσεως είναι και ο βαθμός λειοτριβήσεως των διαφόρων υλικών ασβεστώσεως. Έτσι, αν σκορπισθούν σε ένα χωράφι χοντρά κομμάτια από το υλικό, θα χρειασθεί περισσότερος καιρός για να εξουδετερωθεί η οξύτητα του εδάφους· γι' αυτό τα υλικά ασβεστώσεως πρέπει να λειοτριβούνται και να μετατρέπονται σε σκόνη, για να μπορούν να σκορπίζονται σε όλο το χωράφι (σχ. 5.2a).



**Σχ. 5.2a.**

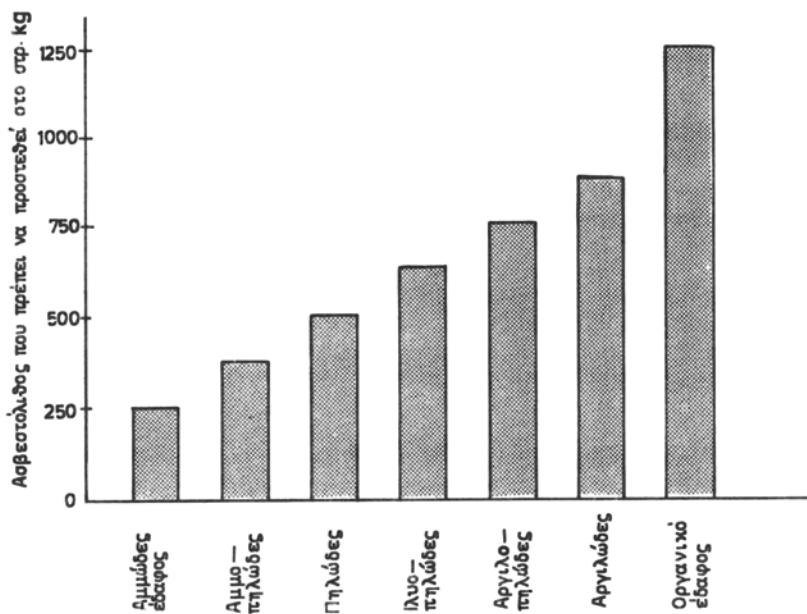
Ειδικό μηχάνημα για την προσθήκη ασβέστου στο χωράφι.

Η ποσότητα του ασβεστολίθου ή των άλλων υλικών, που θα χρειασθούν για να εξουδετερωθεί η εδαφική οξύτητα, εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους (σχ. 5.2β) και από το φυτό που θα καλλιεργηθεί. Μπορεί δύο εδάφη να έχουν το ίδιο pH, αλλά να χρειάζονται διαφορετικές ποσότητες για να ανεβεί το pH τους στην ίδια τιμή.

Αν π.χ. το ένα έδαφος είναι αμμώδες με ανοικτό χρώμα, πράγμα που δείχνει ότι είναι φτωχό και σε οργανική ουσία, θα χρειασθεί πολύ μικρότερη ποσότητα ασβεστολίθου από το άλλο, που θα έχει πιθανόν πολύ άργιλο και σκούρο χρώμα, δηλαδή θα είναι πλούσιο και σε οργανική ουσία.

Έχει εξηγηθεί παραπάνω πού οφείλεται η διαφορά αυτή. Δηλαδή η άμμος μπορεί να συγκρατήσει πολύ μικρότερη ποσότητα  $H^+$  και βασικών στοιχείων από ότι μπορεί να συγκρατήσει η άργιλος και η οργανική ουσία και επομένως χρειάζεται μικρότερη ποσότητα ασβεστολίθου για να ανέβει το pH της.

Στα εδαφολογικά εργαστήρια, που υπάρχουν στη χώρα μας, υπολογίζονται με ειδικές μεθόδους οι ποσότητες ασβεστολίθου, που πρέπει να προστεθούν στα διάφορα όχινα εδάφη, για τη διόρθωση της οξύτητάς τους.



Σχ. 5.2β.

Ποσότητα ασβεστολίθου που πρέπει να προστεθεί για να αλλάξει το pH κατά μία μονάδα σε εδάφη με διαφορετική μηχανική σύσταση και σε οργανικό έδαφος.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η ποσότητα του ασβεστολίθου, που θα προστεθεί, εξαρτάται και από το είδος των φυτών που καλλιεργούνται. Αν καλλιεργούνται πατάτες και το έδαφος του χωραφιού είναι πολύ όξινο, θα χρειασθούν μικρές ποσότητες για να ανέβει το pH ως το 6,0 γιατί αν ανέβει ψηλότερα, τότε οι πατάτες γίνονται πιο ευαίσθητες σε αρρώστειες. Αντίθετα η

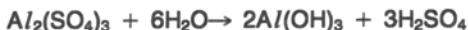
μηδική, που είναι πολύ ασβεστόφιλο φυτό, αναπτύσσεται καλύτερα σέ ψηλότερα pH και επομένως χρειάζεται να προστεθούν μεγαλύτερες ποσότητες ασβεστολίθου.

Το υλικό ασβεστώσεως, αφού απλωθεί στο χωράφι, θα πρέπει να ανακατευθεί με ολόκληρο το στρώμα αρόσεως του εδάφους για να μπορέσει να αντιδράσει καλύτερα. Αν απλωθεί μόνο στην επιφάνεια του εδάφους, ακόμα και αν ανακατευθεί με έδαφος πάχους 2 ως 5 cm, η ωφέλεια θα είναι ελάχιστη. Σε μόνιμους μόνο βόσκοτοπους γίνεται επιφανειακά η ασβέστωση και τότε χρειάζεται αρκετός χρόνος για να προχωρήσει ο ασβέστης μέσα στο έδαφος. Πολλές φορές ο γεωργός αναρωτιέται αν χάνεται ο ασβέστης, που έχει προσθέσει στο χωράφι του και πόσο συχνά πρέπει να επαναλαμβάνει την ασβέστωση. Η απάντηση είναι ότι πράγματι χάνεται ο ασβέστης και μετά από 6 ως 8 περίπου χρόνια θα πρέπει να ξανακάνει ασβέστωση. Η απώλεια του ασβέστη δεν οφείλεται μόνο στο ξέπλυμά του με νερό προς τους βαθύτερους ορίζοντες, αλλά και στη διάβρωση που τον απομακρύνει προς τις χαμηλότερες θέσεις, όταν το χωράφι έχει κλίση. Οι απώλειες είναι μεγαλύτερες σε περιοχές με πολλές βροχές και σε έδαφος που δεν παγώνει το χειμώνα. Επί πλέον, ένα μέρος του προστιθέμενου ασβέστη απομακρύνεται με τη συγκομιδή ορισμένων καλλιεργειών, όπως της μηδικής και των άλλων τριφυλλιών.

### γ) Ρύθμιση του pH αλκαλικών εδαφών.

Για να κατεβάσουμε το pH ενός αλκαλικού εδάφους και έτσι να το βελτιώσουμε, πρέπει να προσθέσουμε σ' αυτό ουσίες, όπως το θειικό αργιλίο, ο θειικός σίδηρος, το θειάφι κ.ά με όξινες ιδιότητες.

Οι όξινες ιδιότητες του θειικού αργιλίου και θειικού σιδήρου οφείλονται στη δημιουργία θειικού οξέος, όταν αντιδράσουν με το νερό του εδάφους, σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Το θειάφι, από την άλλη μεριά, μειατρέπεται (οξειδώνεται) και αυτό σε θειικό οξύ με τη βοήθεια καταλλήλων μικροοργανισμών του εδάφους, σύμφωνα με την αντίδραση:



Την ποσότητα των παραπάνω ουσιών, που χρειάζεται ένα έδαφος για να κατεβάσουμε το pH του στην τιμή που θέλομε, μπορούμε να την υπολογίσουμε στο εργαστήριο με ακρίβεια. Η οξινιση αλκαλικών εδαφών δεν χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας, ενώ αντίθετα η ασβέστωση οξίνων εδαφών έχει εφαρμογή που συνέχεια αυξάνεται.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

### ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 6.1 Η υγρασία του εδάφους και η σημασία της για το φυτό.

Όπως έχομε ήδη μάθει, το νερό είναι ένα από τα κύρια συστατικά του εδάφους, κάτω δε από συνήθεις συνθήκες καταλαμβάνει το 1/4 περίπου του συνολικού όγκου του εδάφους (σχ. 2.1). Η σημασία του νερού για τη θρέψη των φυτών είναι μεγάλη γιατί:

- α) Είναι το βασικό συστατικό των ιστών των φυτών.
- β) Χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες που δημιουργούνται στα φυτά από την εξάτμιση και τη διαπνοή.
- γ) Αποτελεί το διαλύτη, που μαζί με τα διαλυμένα σ' αυτό συστατικά απαρτίζει το εδαφικό διάλυμα, από το οποίο τα φυτά παίρνουν τις τροφές τους.
- δ) Βοηθάει να ελέγχονται δύο άλλοι παράγοντες, που είναι απαραίτητοι για την αύξηση των φυτών, δηλαδή ο εδαφικός αέρας και η θερμοκρασία του εδάφους.
- ε) Η καλή ή η κακή αποθήκευσή του στο έδαφος έχει άμεση επίδραση στη διάβρωση του εδάφους.

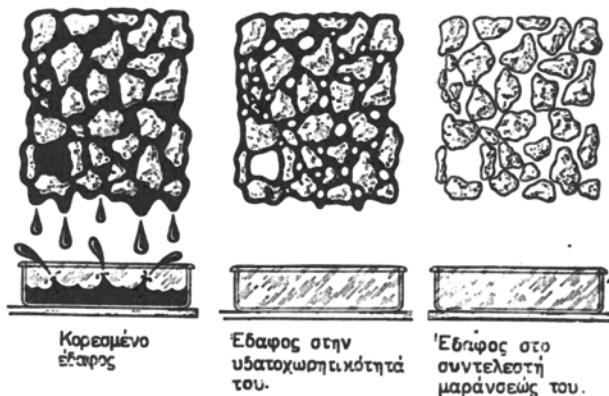
Μετά από τα παραπάνω αποδεικνύεται πόσο μεγάλη σημασία έχει η μελέτη του μηχανισμού, με τον οποίο συγκρατείται και αποθηκεύεται το νερό μέσα στο έδαφος, καθώς και η μελέτη των συνθηκών από τις οποίες εξαρτάται η ευχέρεια των φυτών να πρόσλαμβάνουν το νερό. Ακόμα έχει σημασία και η μελέτη του τρόπου, με τον οποίο κινείται το νερό μέσα στην εδαφική μάζα.

Πριν προχωρήσουμε όμως στην εξέταση της υγρασίας του εδάφους, είναι απαραίτητο να ερμηνεύσουμε ορισμένους όρους, τους οποίους χρησιμοποιούν οι επιστήμονες, που ασχολούνται με το εδαφικό νερό, τις αρδεύσεις και τις στραγγίσεις. Οι όροι αυτοί είναι:

α) **Μέγιστη ικανότητα συγκρατήσεως νερού.** Ας φαντασθούμε ένα έδαφος που ποτίζεται με αρκετό νερό. Το νερό θα αρχίσει να διηθείται μέσα στο έδαφος, να γεμίζει δηλαδή τους πόρους του εδάφους διώχνοντας τον αέρα που βρίσκεται μέσα σ' αυτούς. Καθώς το νερό προχωρεί προς τα κάτω, σιγά-σιγά ολοι οι πόροι του επιφανειακού στρώματος του εδάφους θα αδειάσουν από τον αέρα και θα γεμίσουν με νερό. Τότε λέμε ότι το έδαφος (δηλαδή το επιφανειακό στρώμα του εδάφους) έχει «κορεσθεί με νερό», το δε ποσοστό του νερού, το οποίο περιέχεται σ' αυτό, εκφράζει τη μέγιστη ικανότητα του εδάφους αυτού να συγκρατεί νερό (σχ. 6.1).

β) **Υδατοχωρητικότητα.** Μετά από λίγο, αφού σταματήσουμε να τροφοδοτούμε με νερό την επιφάνεια του εδάφους, ολόκληρο το στρώμα του νερού, που περιέχει

η επιφάνεια, θα κινηθεί προς τα κάτω με γρήγορο ρυθμό, δηλαδή θα κινηθεί από το κορεσμένο έδαφος προς τα βαθύτερα στρώματα. Μετά μία ή δύο μέρες η γρήγορη αυτή κίνηση προς τα βαθύτερα στρώματα θα σταματήσει σχεδόν τελείως. Η περιεκτικότητα τότε σε νερό του επιφανειακού στρώματος αντιπροσωπεύει την υδατοχωρητικότητα του εδάφους αυτού (σχ. 6.1). Παρατηρούμε δηλαδή ότι οι μακροπόροι του εδάφους δεν μπορούν να συγκρατήσουν το νερό αντίθετα προς την αρχή της βαρύτητας, έτσι το νερό που υπήρχε μέσα σ' αυτούς έφυγε και οι πόροι αυτοί ξαναγέμισαν με αέρα. Οι μικροπόροι όμως του επιφανειακού αυτού στρώματος εξακολουθούν να είναι γεμάτοι νερό, τα δε φυτά που φυτρώνουν πάνω σ' αυτό παίρνουν για τις ανάγκες τους απ' αυτό το νερό.



Σχ. 6.1.

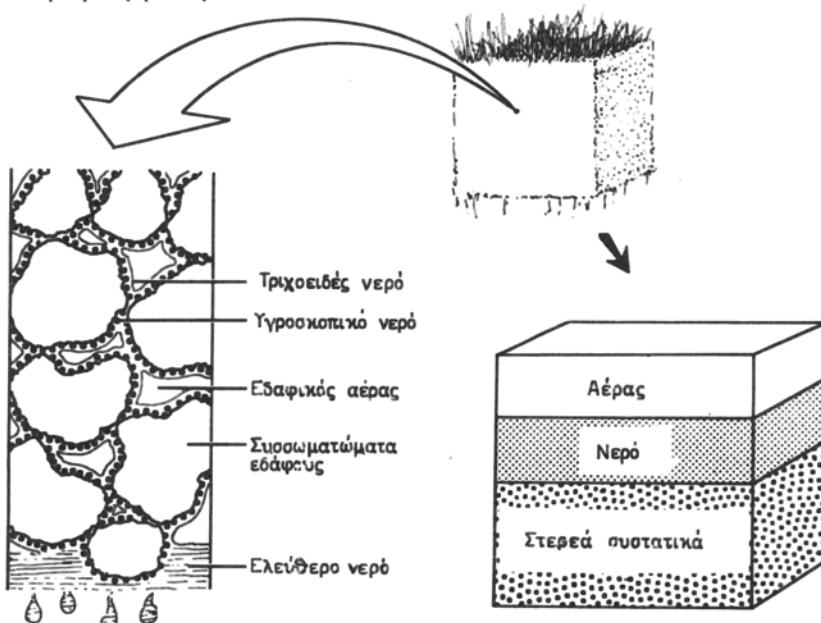
**γ) Συντελεστής μαράνσεως.** Όπως είδαμε αμέσως πριν, τα φυτά φυτρώνουν στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους και παίρνουν νερό για τις ανάγκες τους από αυτό που περιέχεται στους μικροπόρους του. Μια άλλη ποσότητα από το νερό αυτό εξατμίζεται από την επιφάνεια του εδάφους και έτσι σιγά-σιγά λιγοστεύει. Κάποια στιγμή, κατά τη διάρκεια της μέρας τα φυτά αρχίζουν να δείχνουν συμπτώματα μαράνσεως, που στην αρχή εξαφανίζονται κατά τη νύκτα, γιατί η **σπαργή** των ιστών τους αποκαθίσταται. Όταν όμως το νερό μειωθεί σημαντικά, τότε η μάρανση των φυτών γίνεται μόνιμη, δηλαδή τα φυτά δεν αποκτούν ξανά την σπαργή τους ακόμα και αν βρεθούν σε ατμόσφαιρα με υδρατμούς. Αν δεν προστεθεί νερό στο έδαφος, τα φυτά τελικά ξεραίνονται εντελώς. Στην κατάσταση αυτή αν εξετάσουμε το έδαφος, θα βρούμε ότι μια ποσότητα νερού εξακολουθεί να υπάρχει, αλλά δεν μπορούν να την πάρουν τα φυτά. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό στο σημείο αυτό, λέγεται συντελεστής μαράνσεως (σχ. 6.1).

**δ) Υγροσκοπικός συντελεστής.** Αν συνεχίσουμε, μετά τη μάρανση των φυτών να αφαιρούμε με κατάλληλα μέσα στο εργαστήριο το νερό από το έδαφος, τότε παραμένει σ' αυτό μόνο ένα ποσοστό υγρασίας με μορφή υδρατμών κυρίως. Το ποσοστό αυτό της υγρασίας ονομάζεται **υγροσκοπικός συντελεστής**.

## 6.2 Μορφές του εδαφικού νερού.

**α) Φυσική ταξινόμηση της εδαφικής υγρασίας.** Το νερό που βρίσκεται μέσα στο έδαφος μπορεί να διακριθεί στο **ελεύθερο νερό**, το **τριχοειδές** και το **υγροσκοπικό** (σχ. 6.2α).

**Ελεύθερο νερό.** Είναι νερό που συγκρατίεται από το έδαφος με μιζητική δύναμη μικρότερη από 1/3 της ατμόσφαιρας, δηλαδή πολύ μικρή για να αντισταθμίσει τη βαρύτητα· γι' αυτό και απομακρύνεται με τη στράγγιση, συμπαρασύροντας και τα θρεπτικά για τα φυτά στοιχεία, που βρίσκονται διαλυμένα σ' αυτό· το νερό αυτό είναι ανεπιθύμητο στο έδαφος, γιατί πιάνει το χώρο των μακροπόρων διώχνοντας έτσι τον αέρα, με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται η αναπνοή των ριζών και των μικροοργανισμών.

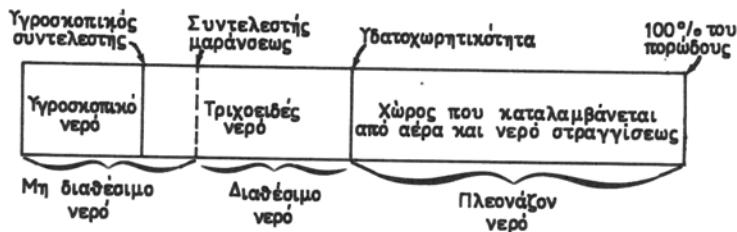


Σχ. 6.2.

**Τριχοειδές νερό.** Είναι το νερό που συγκρατείται στους μικροπόρους του εδάφους με μιζητική δύναμη που κυμαίνεται μεταξύ 1/3 και 31 ατμόσφαιρες. Το εδαφικό διάλυμα, για το οποίο ήδη μιλήσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, γίνεται από το νερό αυτό. Είναι το διαθέσιμο για τα φυτά νερό.

**Υγροσκοπικό νερό.** Είναι το νερό που συγκρατίεται περισσότερο από τα κολλοειδή σωματίδια του εδάφους, με μιζητική δύναμη 31 ως 10.000 ατμόσφαιρες και είναι στο σύνολό του απρόσιτο στα φυτά.

**β) Βιολογική ταξινόμηση της εδαφικής υγρασίας.** Από όσα είπαμε παραπάνω είναι φανερό ότι δεν είναι όλη η υγρασία που βρίσκεται στο έδαφος διαθέσιμη ή κατάλληλη για την αύξηση των φυτών. Εξετάζοντας από βιολογική πλευρά το νερό του εδάφους το χωρίζουμε σε τρεις κατηγορίες (σχ. 6.2β): το **πλεονάζον**, το **διαθέσιμο** για τα φυτά και το **μη. διαθέσιμο**.



Σχ. 6.2β.

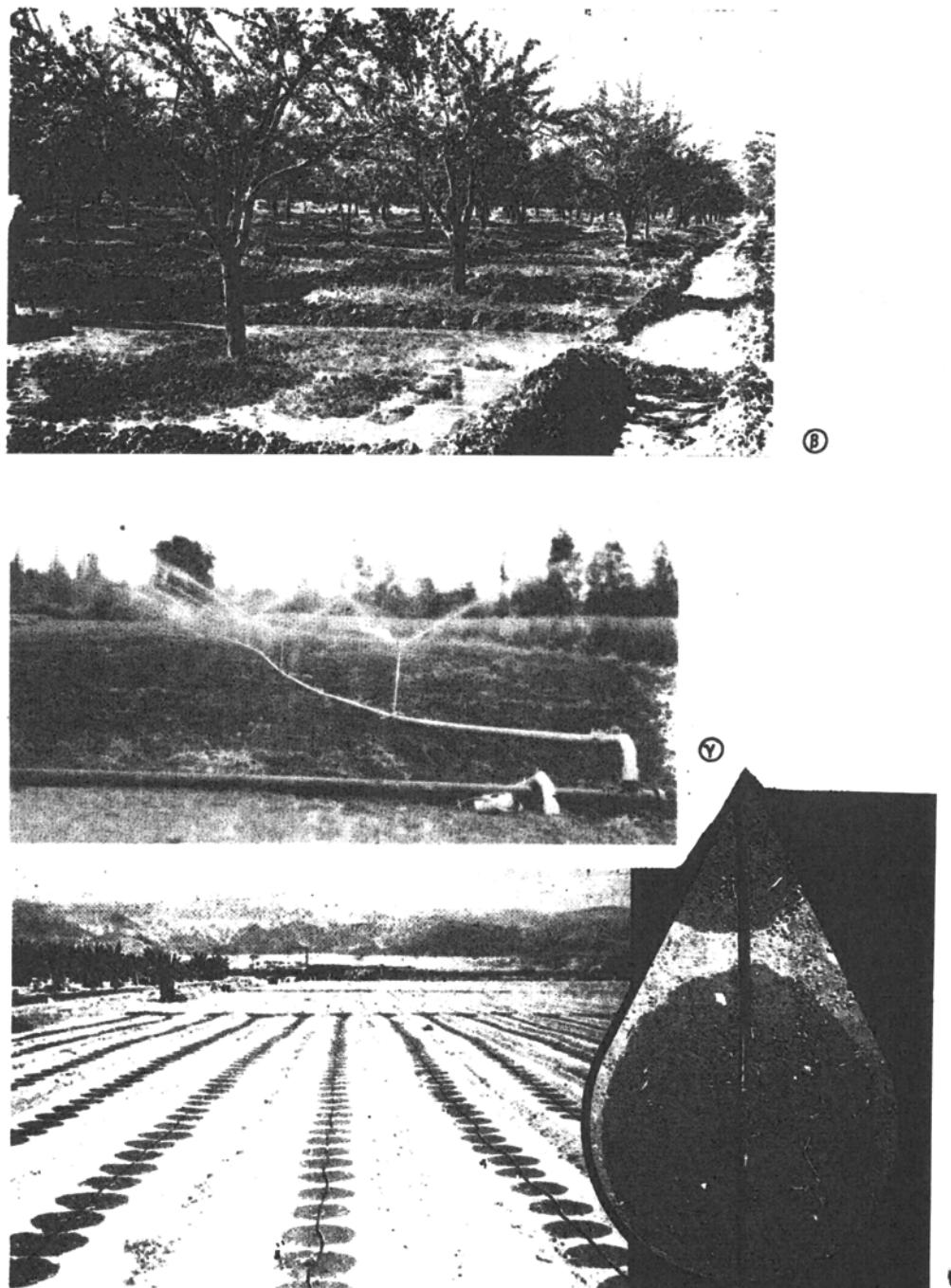
Φυσική και βιολογική ταξινόμηση του εδαφικού νερού.

### 6.3 Εφοδιασμός του εδάφους με υγρασία.

Το έδαφος τροφοδοτείται με νερό κυρίως από τις βροχές, αλλά και αιτό το χιόνι και τη δρόσο. Μερικές φορές, όταν η στάθμη του υπόγειου νερού είναι ανυψωμένη, τροφοδοτείται και από το υπέδαφος. Από το νερό που βρίσκεται μέσα στο έδαφος, ένα μέρος του εξατμίζεται από την επιφάνεια του εδάφους και ένα άλλο μεγάλο του μέρους αντλείται από τις ρίζες των φυτών και χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη και την καρποφορία τους. Το νερό αυτό τελικά εξατμίζεται από το φύλλωμα των φυτών με την διαπνοή. Αυτές τις δύο απώλειεις του νερού από το έδαφος συνήθως τις εξετάζουν από εδαφολογική σκοπιά μαζί, ως ένα ενιαίο φαινόμενο, που λέγεται **εξατμισοδιαπνοή**. Τα φυτά αναπτύσσονται περισσότερο όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι σχετικά ψηλή, κατά την ανάπτυξή τους δε αυτή έχουν ανάγκη από μεγάλες ποσότητες νερού. Επομένως το έδαφος πρέπει να περιέχει επαρκή ποσότητα νερού. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει οι βροχές να είναι αρκετές για να εφοδιάζουν το έδαφος με το απαραίτητο νερό. Σε όλα όμως τα μέρη της γης οι βροχές δεν είναι αρκετές, ούτε καλά μοιρασμένες στις διάφορες εποχές του έτους, για να αποθηκευθεί στο έδαφος η απαραίτητη ποσότητα νερού, που απαιτείται για την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Έτσι παρουσιάζονται εποχές ξηρασίας, που είναι δυσμένεις για τη βλάστηση και την αύξηση των φυτών. Ο άνθρωπος, για να πλουτίσει το έδαφος με νερό, καταφέύγει στο πότισμα των χωραφιών με τεχνητά μέσα. Έτσι γίνονται αρδευτικά έργα σε ξηρές και θερμές χώρες, για να ποτίζονται οι καλλιέργειες και να προστατεύονται από την ξηρασία. Τα ποτίσματα (σχ. 6.3) είναι



@



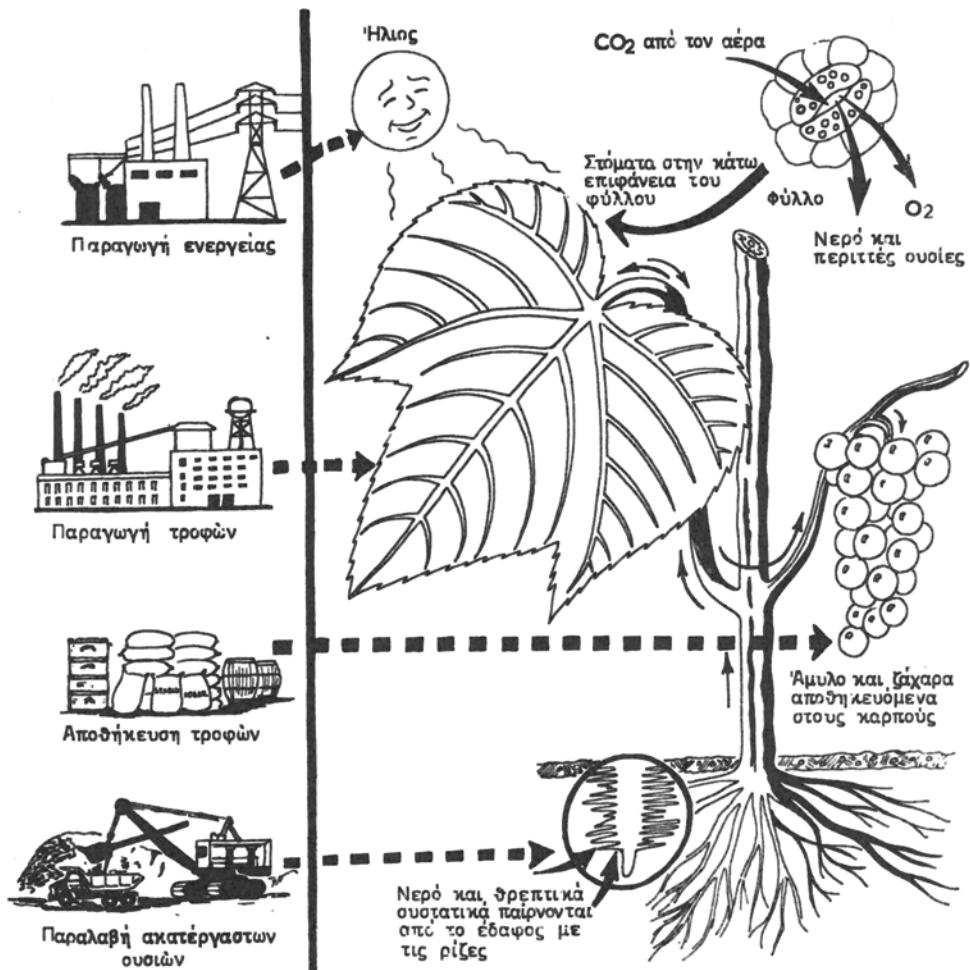
Σχ. 6.3.

Διάφοροι τρόποι ποτίσματος: α) Με αυλάκια. β) Με λεκάνες. γ) Με τεχνητή βροχή. δ) Με σταγόνες.

πολύ διαδεδομένα και στη χώρα μας, στις περιοχές δε που χρησιμοποιούνται, η γεωργική παραγωγή υπερδιπλασιάζεται και το γεωργικό εισόδημα αυξάνεται.

#### 6.4 Νερό και φυτό.

Το φυτό μπορεί να παρομοιασθεί με ένα πολύπλοκο χημικό εργαστήριο, μέσα στο οποίο τα απλά ανόργανα συστατικά, που αντλεί από το έδαφος, μεταβάλλονται σε πολύπλοκες ενώσεις. Με την επίδραση της ηλιακής ενέργειας πραγματοποιείται η φωτοσύνθεση (σχ. 6.4α), κατά την οποία το φυτό, με τη βοήθεια της χλωροφύλλης, δηλαδή χρωστικής ουσίας που βρίσκεται στα πράσινα μέρη του φυτού, συνθέτει από  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$  την οργανική ύλη από την οποία αποτελείται ( $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 674 \text{ θερμίδες} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ).



Σχ. 6.4α.  
Φωτοσύνθεση.

Φυτά, όπως τα λαχανικά ή εκείνα που παράγουν ριζώδη προϊόντα και φρούτα, περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού, ενώ άλλα πολύ λιγότερες (Πίνακας 6.4.1). Επίσης, μικρή σχετικά ποσότητα νερού περιέχουν οι σπόροι, όταν είναι σε ξηρή κατάσταση, ενώ πριν την αποξήρανσή τους περιέχουν αρκετή ποσότητα νερού.

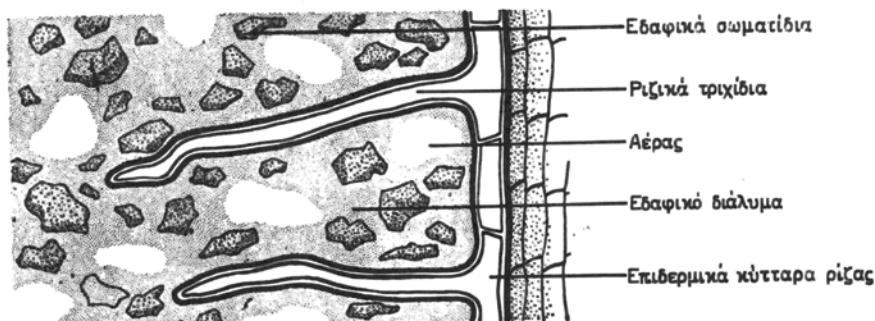
#### ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.1.

*Εκατοστιαία περιεκτικότητα σε υγρασία διαφόρων φυτών και καρπών.*

Καρποί και λαχανικά	Υγρασία	Σπόροι	Υγρασία
Μήλα	85	Καλαμπόκι	15
Γογγύλια	87	Βαμβάκι	9
Λάχανα	93	Βρώμη	9
Καρόττα	88	Ρύζι	10
Κρεμμύδια	87	Σόγια	9
Κολοκύθια	92		

Το νερό επομένως αποτελεί βασικό συστατικό των φυτών.

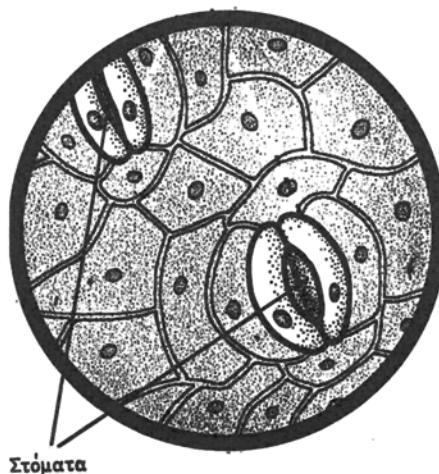
Είναι γνωστό ότι, όταν μεταξύ δύο διαλυμάτων, που έχουν διαφορετική πυκνότητα, παρεμβάλλομε μία φυσική μεμβράνη, οι ουσίες, που είναι διαλυμένες, καθώς και το νερό, μέσα στο οποίο είναι διαλυμένες, περνούν μέσα από τη μεμβράνη ώσπου η πυκνότητα και από τις δύο μεριές της μεμβράνης να γίνει η ίδια. Κατά τον ίδιο τρόπο οι αζωτούχες και οι άλλες θρεπτικές ουσίες, που βρίσκονται διαλυμένες μέσα στο εδαφικό διάλυμα, περνούν από τα εξωτερικά τοιχώματα των ριζίδιων των ριζών του φυτού (σχ. 6.4β) από κύτταρο σε κύτταρο και φθάνουν ως τα πράσινα μέρη του φυτού. Έτσι το νερό του εδάφους χρησιμοποιείται ως μέσο μεταφοράς των θρεπτικών ουσιών από το έδαφος προς το φυτό και μέσα σ' αυτό.



Σχ. 6.4β.  
Ριζικά τριχίδια στο έδαφος.

Το νερό συγκρατείται στο έδαφος με μεγάλη δύναμη, ιδίως όταν η ποσότητα, που περιέχεται σ' αυτό, είναι μικρή. Το φυτό, με τις ρίζες του, διεξάγει αγώνα για να αποσπάσει το νερό από το έδαφος, δεν μπορεί δε να το αντλήσει, όταν η απομυζητική δύναμη των ριζών του είναι μικρότερη από τη δύναμη, με την οποία

συγκρατείται το νερό από το έδαφος. Όταν συμβαίνει αυτό, τότε το φυτό μαραίνεται και πεθαίνει. Η απομυζητική δύναμη των ριζών των φυτών διαφέρει στα διάφορα είδη. Τα φυτά των ερήμων έχουν απομυζητική δύναμη ριζών πολύ μεγάλη (50-100 ατμόσφαιρες). Το μεγαλύτερο μέρος του νερού, που αντλούν από το έδαφος τα φυτά με τις ρίζες τους, αποδίδεται στην ατμόσφαιρα ως υδρατμοί, αφού εκτελέσει τον κύριο προορισμό του, δηλαδή τη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών στο φυτό. Ένα ελάχιστο μόνο μέρος του νερού αυτού παραμένει στα φυτά ως συστατικό μέρος. Η λειτουργία αυτή της αποδόσεως από το φυτό στην ατμόσφαιρα του νερού υπό μορφή υδρατμών λέγεται, όπως είπαμε, **διαπνοή**. Η διαπνοή επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η υγρασία της ατμόσφαιρας, οι άνεμοι και το ηλιακό φως. Η διαπνοή στα φυτά πραγματοποιείται από τα στόματα (σχ. 6.4γ) που, όπως γνωρίζομε, βρίσκονται τα περισσότερα στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Το μέγεθος της διαπνοής εξαρτάται από το είδος του φυτού και από το μέγεθός του, δηλαδή από την επιφάνεια των φύλλων του. Μεγάλα φυτά, που διαθέτουν μεγάλη επιφάνεια φύλλων, έχουν μεγαλύτερη διαπνοή από τα μικρά φυτά του ίδιου είδους. Οι καρποί επηρεάζουν πολύ λιγότερο τη διαπνοή, γιατί αυτή γίνεται σχεδόν ολόκληρη από τα φύλλα: Τα φυτά και χωρίς τα φύλλα διαπνέουν, αλλά πολύ λιγότερο.



Σχ. 6.4γ.

Στόματα στην κάτω επιφάνεια του φύλλου όπως φαίνονται σε μεγέθυνση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

### ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΥΤΑ

#### 7.1 Γενικά.

Οι τροφές, με τις οποίες τρέφονται οι άνθρωποι και τα ζώα είναι ουσίες, που δίνουν ενέργεια, όπως είναι οι υδατάνθρακες και τα λίπη, ή που οικοδομούν το σώμα, όπως είναι οι πρωτεΐνες και οι βιταμίνες.

Τα φυτά χρησιμοποιούν για τροφή τους 17 χημικά στοιχεία. Κάθε ένα από τα στοιχεία αυτά είναι το ίδιο απαραίτητο όσο και τα υπόλοιπα διαφέρουν μόνο ως προς τις ποσότητες, που απαιτούνται για την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Η έλλειψη οποιουδήποτε από τα στοιχεία αυτά εμποδίζει το φυτό να αναπτυχθεί κανονικά.

Τα 17 αυτά στοιχεία είναι τα εξής:

1) Ο άνθρακας (C), το πιο άφθονο σε περιεκτικότητα στα φυτά από όλα τα στοιχεία, αποτελεί το 45% του ξηρού βάρους των φυτών.

2) Το υδρογόνο (H), αποτελεί το 6% περίπου του ξηρού βάρους των φυτών.

3) Το οξυγόνο (O) αποτελεί το 43% περίπου του ξηρού βάρους των φυτών.

Τα τρία αυτά στοιχεία αποτελούν το 94% του ξηρού βάρους των φυτών, τα προμηθεύονται δε τα φυτά από τον αέρα και τό νερό. Ο άνθρακας και μέρος του οξυγόνου προέρχονται από το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) και το υπόλοιπο οξυγόνο και όλο το υδρογόνο από το νερό.

4) Το άζωτο (N).

5) Ο φωσφόρος (P).

6) Το κάλιο (K).

Το άζωτο, ο φωσφόρος και το κάλιο είναι τα κύρια λιπαντικά στοιχεία, αποτελούν δε τα βασικά συστατικά των λιπασμάτων που χρησιμοποιούν οι γεωργοί.

7) Το θείο (S).

8) Το ασβέστιο (Ca).

9) Το μαγνήσιο (Mg).

10) Ο σίδηρος (Fe).

11) Το μαγγάνιο (Mn).

12) Ο ψευδάργυρος (Zn).

13) Ο χαλκός (Cu).

14) Το βόριο (B).

15) Το μόλυβδαίνιο (Mo).

16) Το χλώριο (Cl).

17) Το κοβάλτιο (Co).

Τα φυτά παίρνουν τα 14 αυτά τελευταία στοιχεία από το έδαφος.

Τα 17 παραπάνω απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία τα κατατάσσουμε σε δύο ομάδες:

α) τα **μακροστοιχεία** C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, και S, που χρησιμοποιούνται από τα φυτά σε σχετικά μεγάλες ποσότητες, και

β) τα **μικροστοιχεία** Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Cl, και Co, που χρησιμοποιούνται σε σχετικά μικρές ποσότητες.

Παρ' όλα αυτά, πρέπει να γνωρίζομε ότι δεν υπάρχουν βασικές διαφορές μεταξύ μακροστοιχείων και μικροστοιχείων ως προς τη συμπεριφορά τους στο έδαφος και την πρόσληψή τους από τα φυτά. Η διάκρισή τους οφείλεται μόνο στο ότι είναι διαφορετική η απαραίτητη για τα φυτά ποσότητά τους. Όπως είπαμε παραπάνω, τα 14 τελευταία θρεπτικά στοιχεία προέρχονται από το έδαφος και βρίσκονται σ' αυτό σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες (Πίνακας 7.1), από εκείνες που χρειάζονται τα φυτά για τη θρέψη τους· ένα μεγάλο όμως μέρος της ποσότητας αυτής είναι αδιάλυτο ή σε κατάσταση που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1.

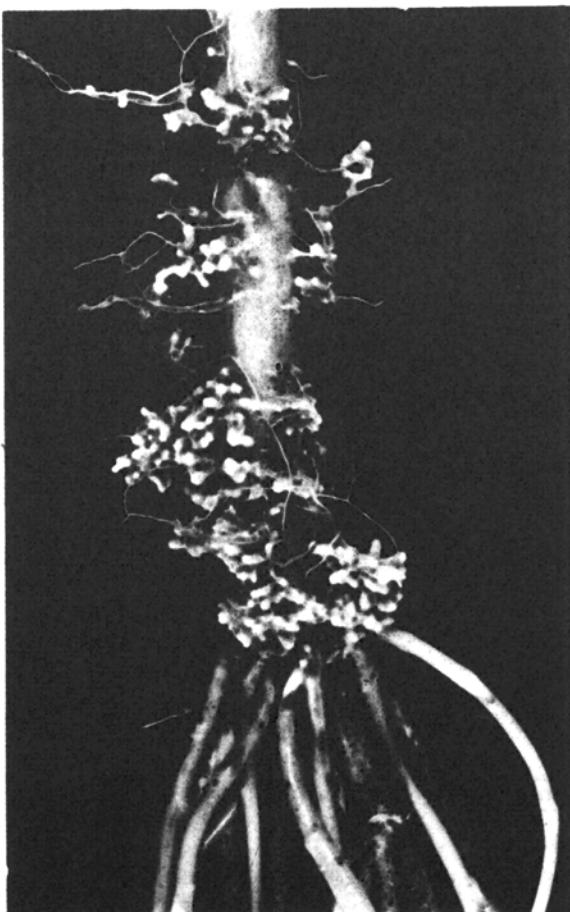
**Περιεκτικότητες σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία  
που βρίσκονται συνήθως σε ανόργανα εδάφη.**

Στοιχεία		Συνηθισμένες διακυμάνσεις περιεκτικότητας %	ppm
Άζωτο	N	0,02-0,5	
Φωσφόρος	P	0,01-0,2	
Κάλιο	K	0,17-3,3	
Ασβέστιο	(Ca)	0,07-3,6	
Μαγνήσιο	Mg	0,12-1,5	
Θείο	S	0,01-0,2	
Σίδηρος	Fe	0,5-5,0	
Μαγγάνιο	Mn	0,02-1,0	
Ψευδάργυρος	Zn	0,001-0,025	10-250
Βόριο	B	0,0005-0,015	5-150
Χαλκός	Cu	0,005-0,015	5-150
Χλώριο	Cl	0,001-0,1	10-1000
Κοβάλτιο	Co	0,001-0,005	1-50
Μολυβδανίο	Mo	0,00002-0,0005	0,2-5

Παρακάτω θα ασχοληθούμε με το άζωτο (N), τον φωσφόρο (P) και το κάλιο (K), των οποίων οι ελλείψεις είναι πολύ περισσότερο συνηθισμένες στα γεωργικά μας εδάφη από ό,τι των υπολοίπων στοιχείων και συνεπώς τα χημικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται από τους γεωργούς πρέπει να περιέχουν βασικά τα τρία αυτά στοιχεία. Θα έχετασσομε ποιες είναι οι μορφές τους στο έδαφος, ποιες μορφές τους προσλαμβάνονται από τα φυτά, ποια είναι η σημασία τους στην ανάπτυξη των φυτών και μερικά γενικά προβλήματα που αφορούν τα στοιχεία αυτά. Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία, που προς το παρόν οι ελλείψεις τους αποτελούν μόνο μεμονωμένες περιπτώσεις.

## 7.2 Το άζωτο (N).

Το άζωτο είναι αέριο και αποτελεί το 78% του όγκου του ατμοσφαιρικού αέρα. Το άζωτο του εδάφους προήλθε αρχικά από τον αέρα. Το ατμοσφαιρικό άζωτο ενώνεται με το οξυγόνο με την βοήθεια των ηλεκτρικών εκκενώσεων και στη συνέχεια με τη βροχή μεταφέρεται στη γη. Επίσης ορισμένα βακτήρια του εδάφους, πολλά από τα οποία ζουν στις ρίζες των ψυχανθών και ονομάζονται ριζοβακτήρια (σχ. 7.2a) έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν αέριο άζωτο από τον αέρα και μετά να το δίνουν με την κατάλληλη μορφή στα φυτά.



Σχ. 7.2a.

Ρίζα μηδικής με φυμάτια, που περιέχουν ριζοβακτήρια, τα οποία δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο.

Το περισσότερο άζωτο βρίσκεται στο έδαφος ως συστατικό των οργανικών ενώσεων, οι οποίες προσθέτονται στο έδαφος με τα φυτικά υπολείμματα ή με την κοπριά. Διάφοροι μικροοργανισμοί του εδάφους, όπως θα δούμε παρακάτω, απο-

συνθέτουν την οργανική ουσία και απελευθερώνουν αμμωνία ( $\text{NH}_4^+$ ), η οποία μετατρέπεται γρήγορα σε νιτρώδη ( $\text{NO}_2^-$ ) και στην συνέχεια σε νιτρικά ( $\text{NO}_3^-$ ). Τα φυτά χρησιμοποιούν την αμμωνία και τα νιτρικά ως τροφή τους, ενώ τα νιτρώδη είναι τοξικά για τα φυτά και παραμένουν στο έδαφος για ελάχιστο χρονικό διάστημα. Ένα μέρος από το άζωτο του εδάφους χάνεται ξανά στον αέρα ως αέριο άζωτο και ένα άλλο μέρος ξεπλένεται προς τα κατώτερα στρώματα του εδάφους ως νιτρικά, μορφή πολύ διαλυτή στο νερό. Γι' αυτό ο γεωργός πρέπει να προσέχει να χρησιμοποιεί σωστά την κοπριά και τα αζωτούχα λιπάσματα, για να μην έχει απώλειες. Αυτός είναι ο λόγος που, όταν προσθέτει κοπριά, πρέπει να την ανακατώνει με το έδαφος και δεν πρέπει να προσθέτει λιπάσματα που περιέχουν νιτρικά κατά την εποχή των βροχών.

Το άζωτο που παίρνουν τα φυτά, αμμωνιακό ή νιτρικό, όπως είπαμε παραπάνω, το χρησιμοποιούν για να σχηματίσουν τις πρωτεΐνες τους, γι' αυτό και είναι απαραίτητο συστατικό κάθε φυτικού οργανισμού. Είναι επίσης συστατικό της χλωροφύλλης. Όταν το φυτό δεν παίρνει την κανονική ποσότητα άζωτου από το έδαφος, κιτρινίζει το φύλλωμά του (σχ. 7.2β), δεν αναπτύσσεται κανονικά και ελαττώνεται η απόδοσή του.



**Σχ. 7.2β.**  
Φυτό τομάτας με έλλειψη άζωτου.

Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να προσθέτει ο γεωργός άζωτο, πάντοτε δε να συμβουλεύεται το γεωπόνο της περιοχής του ή το κοντινό εδαφολογικό εργαστήριο, για τη σωστή χρησιμοποίηση του λιπάσματος. Με υπερβολικές δόσεις λιπάσμα-

τος ή όταν δεν χρησιμοποιεί το κατάλληλο λίπασμα μπορεί να έχει ανεπιθύμητες επιπτώσεις στην παραγωγή και μεγαλύτερα έξοδα.

Από τα πιο συνηθισμένα αζωτούχα λιπάσματα είναι η θεική αμμωνία, η νιτρική αμμωνία, η φωσφορική αμμωνία, το νιτρικό κάλιο, ή άλλα που περιέχουν N, P και K σε διάφορες αναλογίες και λέγονται **μικτά λιπάσματα**.

### 7.3 Ο φωσφόρος (P).

Ο φωσφόρος του εδάφους πιθανώς να προήλθε από απατιτικές ενώσεις, οι οποίες είναι πολύ δυσδιάλυτες. Ένα μέρος του βρίσκεται στο έδαφος ως οργανικός φωσφόρος (φωσφορολιπίδια, νουκλεϊνικά οξέα και φυτίνη) και το υπόλοιπο ως ανόργανος φωσφόρος (διάφορες ενώσεις του με ασβέστιο, σίδηρο και αργίλιο).

Τα φυτά προσλαμβάνουν μόνο τα ίόντα  $H_2PO_4^-$ , και  $HPO_4^{2-}$ , που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες διαλυμένα στο εδαφικό διάλυμα και που οι σχετικές αναλογίες τους εξαρτώνται από το pH του εδάφους. Αν στο έδαφος προστεθούν διαλυτές φωσφορικές ενώσεις, που έχουν ίόντα  $H_2PO_4^-$  και  $HPO_4^{2-}$ , αυτά δεσμεύονται σε αδιάλυτες ουσίες ανάλογα με το pH του εδάφους. Σε χαμηλό pH (όχινα εδάφη) σχηματίζονται αδιάλυτες ενώσεις του φωσφόρου με αργίλιο, σίδηρο και μαγγάνιο, ενώ σε εδάφη με ψηλό pH σχηματίζονται αδιάλυτες ενώσεις του φωσφόρου με ασβέστιο. Από τα παραπάνω φαίνεται η σημασία του pH του εδάφους στη διαλυτότητα του φωσφόρου του εδάφους. Τη μεγαλύτερη διαλυτότητα την παρουσιάζει ο φωσφόρος σε pH 6.5-7.0.

Η οργανική ουσία του εδάφους αποτελεί πηγή διαλυτών ενώσεων του φωσφόρου, δηλαδή ικανών να προσληφθούν σαν τροφή από τα φυτά. Επομένως θα πρέπει να ξέρει ο γεωργός ότι τα διαλυτά φωσφορικά λιπάσματα, που προσθέτει στο έδαφος, δεν χρησιμοποιούνται αμέσως από τα φυτά, αλλά ένα μεγάλο μέρος του φωσφόρου γίνεται αδιάλυτο. Οι αδιάλυτες αυτές ουσίες αποτελούν την αποθήκη φωσφόρου στο έδαφος, γιατί διαλύονται σιγά-σιγά και έτσι χρησιμοποιούνται από τα φυτά.

Ο φωσφόρος βρίσκεται στους ιστούς των φυτών και είναι απαραίτητος για τη φωτοσύνθεση, τη σύνθεση και τη διάσπαση των σακχάρων, ενώ είναι και σπουδαίο συστατικό του πυρήνα των κυττάρων.

Όταν δεν υπάρχει αρκετός φωσφόρος στο έδαφος, αυτός που βρίσκεται στα παλιά φύλλα του φυτού μετακινείται προς τα νεώτερα, όπου είναι πιο απαραίτητος, και τότε τα πρώτα παρουσιάζουν συμπτώματα ελλειψεως (σκούρο γαλάζιο χρώμα με κόκκινες αποχρώσεις)· επίσης η ωρίμανση των καρπών καθυστερεί και το ριζικό σύστημα του φυτού δεν αναπτύσσεται καλά.

Από τα πιο συνηθισμένα φωσφορικά λιπάσματα είναι η φωσφορική αμμωνία και τα διάφορα μικτά λιπάσματα.

### 7.4 Το κάλιο (K).

Το κάλιο του εδάφους προήλθε από τους αστρίους και τους μαρμαρυγίες των πετρωμάτων. Τα φυτά προσλαμβάνουν το κάλιο ως ίόν  $K^+$ , που βρίσκεται διαλυμένο

στο εδαφικό διάλυμα ή είναι προσροφημένο πάνω στα κολλοειδή σωματίδια του εδάφους.

Τα φυτά χρειάζονται για την ανάπτυξή τους σχετικά μεγάλες ποσότητες καλίου. Περίπου το 2% του ξηρού τους βάρους αποτελείται από κάλιο. Η παρουσία του καλίου είναι απαραίτητη για τα φυτά, γιατί παίρνει μέρος σε πολλές λειτουργίες του φυτού. Εξουδετερώνει τα οργανικά οξέα του φυτού, δραστηριοποιεί πολλά ένζυμα (τα ένζυμα είναι ουσίες που βοηθούν να γίνουν πολλές χημικές αντιδράσεις, χωρίς τα ίδια να παίρνουν μέρος σ' αυτές, δρουν δηλαδή σαν καταλύτες), επηρεάζει την ποσότητα του νερού, που υπάρχει στο φυτό, επηρεάζει το σχηματισμό των υδατανθράκων μέσα στο φυτό κ.ά.

Όταν το κάλιο είναι λίγο στο έδαφος, τα φυτά υποφέρουν και πρώτα-πρώτα μειώνεται η απόδοσή τους. Τα φύλλα τους ξηραίνονται στην περιφέρεια τους, ενώ κρατούν στο υπόλοιπο τμήμα τους το πράσινο χρώμα (σχ. 7.4).



**Σχ. 7.4.**  
Φύλλωμα αχλαδιάς με έλλειψη καλίου.

Στη χώρα μας οι ελλείψεις καλίου δεν είναι συχνές. Παρ' όλα αυτά στις περισσότερες καλλιέργειες χρησιμοποιούν οι γεωργοί μας καλιούχα λιπάσματα. Θα πρέπει όμως να προσέχουν να τα χρησιμοποιούν με σύνεση και όταν αυτά απαιτούνται, γιατί τα φυτά έχουν την τάση να παίρνουν περισσότερο κάλιο από αυτό που χρειάζονται (πολυτελής κατανάλωση) και έτσι με την συγκομιδή των προϊόντων χάνεται από το έδαφος σημαντική ποσότητα καλίου.

Από τα πιο συνηθισμένα καλιούχα λιπάσματα είναι το θειικό κάλι, το νιτρικό κάλι και τα διάφορα μικτά λιπάσματα.

## 7.5 Τα θρεπτικά στοιχεία S, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl και Co.

Στην αρχή θα πρέπει να διευκρινήσουμε ότι το θείο (S), το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg) δεν ανήκουν στα μικροστοιχεία, δηλαδή δεν προσλαμβάνονται από τα φυτά σε πολύ μικρά ποσά. Πραγματικά, σε ό,τι αφορά π.χ. το θείο, οι ποσότητές του, που προσλαμβάνουν τα φυτά, είναι περίπου ίδιες με τις ποσότητες του φωσφόρου. Εξετάζουμε όμως τα τρία αυτά στοιχεία μαζί με τα 8 μικροστοιχεία, γιατί οι ελλείψεις τους δεν είναι συνηθισμένες στα εδάφη μας, όπως είπαμε και παραπάνω, και έτσι δεν ανήκουν στα βασικά λιπαντικά στοιχεία.

Το **θείο** του εδάφους προήλθε αρχικά από θειούχες ενώσεις μετάλλων, οι οποίες βρίσκονται στα πυριγενή πετρώματα. Τα φυτά παίρνουν σχεδόν όλο το θείο που χρειάζονται ως θειικό ανιόν ( $SO_4^{2-}$ ), που βρίσκεται διαλυμένο μέσα στο εδαφικό διάλυμα.

Το θείο είναι απαραίτητο για τα φυτά, γιατί συμμετέχει σε πολλές διεργασίες των ζωντανών κυττάρων, χρειάζεται για το σχηματισμό πολλών αμινοξέων, ενεργοποιεί διάφορα ένζυμα, είναι συστατικό ορισμένων βιταμινών κλπ.

Στη χώρα μας δεν έχουν παρατηρηθεί ελλείψεις θείου. Όταν είναι λίγο το θείο, τα φυτά γίνονται καχεκτικά, με κίτρινα φύλλα και οι αποδόσεις τους είναι μικρές.

Το **ασβέστιο** του εδάφους προέρχεται από τα ασβεστούχα ορυκτά, όπως είναι ο ασβεστίτης, ο δολομίτης, ο απατίτες κ.ά. Τα φυτά το προσλαμβάνουν ως ιον  $Ca^{++}$ , που βρίσκεται διαλυμένο στο εδαφικό διάλυμα. Το ασβέστιο είναι απαραίτητο για την κανονική ανάπτυξη των φυτών, χωρίς όμως να είναι τελείως γνωστός ο φυσιολογικός του ρόλος. Η ελλείψή του εμποδίζει να αναπτυχθούν οι ακραίοι οφθαλμοί των φυτών και έτσι εμποδίζεται η ανάπτυξη των φυτών.

Το **μαγνήσιο** του εδάφους: τα κυριότερα ορυκτά του μαγνησίου προέρχονται από ορυκτά που περιέχουν μαγνήσιο, όπως είναι ο μαγνησίτης, ο βιοτίτης, ο δολομίτης, ο κιζερίκος κ.ά. Τα φυτά παίρνουν το μαγνήσιο ως ιον  $Mg^{++}$ , που βρίσκεται διαλυμένο στο εδαφικό διάλυμα. Το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και γι' αυτό η έλλειψή του εμποδίζει να γίνει η φωτοσύνθεση στα φυτά.

Στη χώρα μας ελλείψεις ασβεστίου και μαγνησίου είναι σπάνιες στο έδαφος. Όταν υπάρχουν τέτοιες ελλείψεις συνήθως το pH του εδάφους είναι χαμηλό (πολύ χαμηλότερο από 5.5). Γι' αυτό το pH του εδάφους θεωρείται ένας δείκτης σχετικά με το αν υπάρχει κίνδυνος να παρουσιασθούν στα φυτά ανωμαλίες από έλλειψη ασβεστίου ή μαγνησίου.

Ελλείψεις μαγνησίου μπορεί επίσης να παρουσιασθούν στα φυτά και από υπερβολική λίπανση με κάλιο (ανταγωνισμός των δύο στοιχείων).

Σε ό,τι αφορά τα 8 μικροστοιχεία, ο ρόλος τους στην ανάπτυξη των φυτών περιορίζεται, για τα περισσότερα τουλάχιστον, στην ενεργοποίηση ενζύμων που είναι απαραίτητα για τις διάφορες χημικές αντιδράσεις μέσα στο φυτό.

Η περιεκτικότητα των εδαφών στα διάφορα μικροστοιχεία καθορίζεται από την αντίστοιχη περιεκτικότητα των μητρικών πετρωμάτων, από τα οποία σχηματίσθηκε το έδαφος και ποικίλλει πολύ.

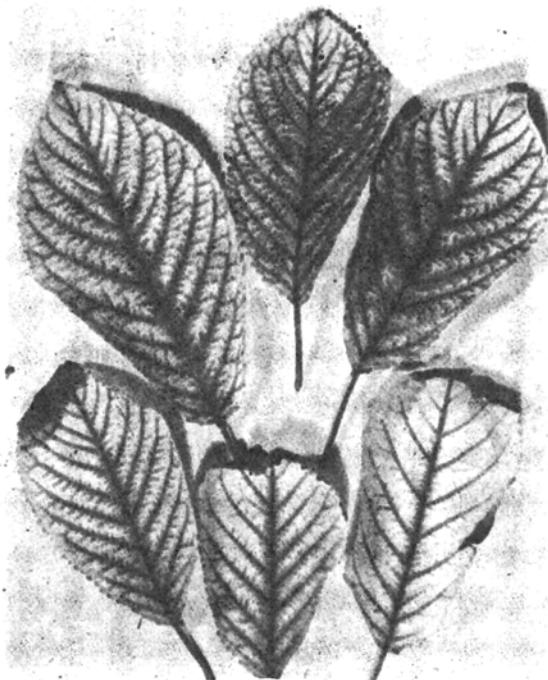
Τα μικροστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, Co βρίσκονται στο έδαφος ως κατιόντα, που προήλθαν από την αποσάθρωση των πετρωμάτων, ενώ το B και το Mo ως ανιόντα. Ένα μικρό μέρος τους είναι διαλυμένο στο εδαφικό διάλυμα, το δε μεγαλύτερο

προσροφημένο στα κολλοειδή σωματίδια του εδάφους. Επίσης και το Cl βρίσκεται ως ανιόν (Cl<sup>-</sup>) αλλά μόνο μέσα στο εδαφικό διάλυμα. Τέλος ένα μέρος τους βρίσκεται ενωμένο με την οργανική ουσία του εδάφους, οπότε τις περισσότερες φορές το φυτό μπορεί να το πάρει με δυσκολία.

Οι ελλείψεις μικροστοιχείων είναι πιθανόν να παρατηρηθούν:

- Σε έδαφη αμμώδη που έχουν ξεπλυθεί.
- Σε οργανικά εδάφη.
- Σε εδάφη με πολύ ψηλό pH, εκτός από το μολυβδαίνιο, που προσλαμβάνεται καλύτερα σε εδάφη με ψηλά pH.
- Σε εδάφη που καλλιεργούνται εντατικά και λιπαίνονται μόνο με μακροστοιχεία και
- όταν δεν υπάρχουν στο έδαφος σε ισόρροπες ποσότητες τα διάφορα στοιχεία.

Στη χώρα μας, οι ελλείψεις των εδαφών σε μικροστοιχεία είναι σπάνιες. Μόνο η έλλειψη Fe παρατηρείται συχνά και ιδιαίτερα σε ροδακινώνες, γιατί η ροδακινιά είναι πολύ ευαίσθητη στην έλλειψη αυτή. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι τα κίτρινα φύλλα των οποίων όμως τα νεύρα είναι πράσινα (σχ. 7.5). Αν υπάρχουν υπόνοιες ότι



**Σχ. 7.5.**  
Φύλλα κερασιάς με έλλειψη σιδήρου.

μια καλλιέργεια πάσχει από έλλειψη ενός μικροστοιχείου, για την εξακρίβωσή του πρέπει να απευθυνθούμε στον γεωπόνο της περιοχής ή στο πλησιέστερο εδαφολογικό εργαστήριο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

### ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 8.1 Οργανισμοί του εδάφους.

Οι οργανισμοί του εδάφους περιλαμβάνουν φυτά και ζώα, που ζουν μέσα ή πάνω στο έδαφος. Μερικοί από αυτούς είναι ορατοί με το γυμνό μάτι, όπως είναι τα διάφορα φυτά, τα τρωκτικά ζώα, τα σκουλήκια και τα έντομα, ενώ άλλοι, οι λεγόμενοι μικροοργανισμοί, είναι ορατοί μόνο με το μικροσκόπιο και είναι άφθονοι (κυμαίνονται από 100 εκατομμύρια ως 15 δισεκατομμύρια περίπου σ' ένα κουτάλι εδάφους). Οι μικροοργανισμοί είναι δύο ειδών, η **μικροχλωρίδα** ή τα **μικροσκοπικά φυτά** και η **μικροπανίδα** ή **μικροσκοπικά ζώα**. Στον πίνακα 8.1.1. αναφέρονται σε συντομία οι σπουδαιότερες ομάδες μικροοργανισμών.

#### a) **Μικροχλωρίδα του εδάφους.**

Οι φυτικοί μικροοργανισμοί ή μικροχλωρίδα έχουν μεγάλη σημασία για το έδαφος, γιατί μετατρέπουν και αποσυνθέτουν τα διάφορα οργανικά υλικά του εδάφους, για να χρησιμοποιήσουν την ενέργεια που εκλύεται από τις μετατροπές αυτές. Με την αποσύνθεση επίσης αυτή, ελευθερώνεται άζωτο και άλλα ανόργανα σταχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται από τα ανώτερα φυτά. Στους φυτικούς μικροοργανισμούς περιλαμβάνονται:

— **Τα βακτήρια.** Είναι οι αφθονότεροι και οι σπουδαιότεροι από όλους τους φυτικούς μικροοργανισμούς. Είναι μονοκύτταρα φυτά, εξαιρετικά μικρά. Μερικά είναι **αυτότροφα**, δηλαδή ζουν χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία οργανικής ουσίας, για να πάρουν ενέργεια. Παραδείγματα τέτοιων μικροοργανισμών είναι τα βακτήρια που μετατρέπουν τα αμμωνιακά άλατα σε νιτρώδη, αυτά που μετατρέπουν τα νιτρώδη σε νιτρικά, άλλα που οξειδώνουν το θείο σε οξείδιο του θείου κλπ. Παρ' όλα αυτά τα περισσότερα βακτήρια του εδάφους είναι **ετερότροφοι** μικροοργανισμοί, παίρνουν δηλαδή την ενέργεια τους από την οργανική ουσία. Παράδειγμα τέτοιων βακτηρίων είναι τα **συμβιωτικά βακτήρια**, που ζουν στα φυμάτια των ριζών των ψυχανθών και δεσμεύουν, όπως μάθαμε, το ατμοσφαιρικό άζωτο σε μια μορφή που μπορούν τα φυτά να την χρησιμοποιήσουν. Άλλα ετερόμορφα βακτήρια είναι τα **αζωτοβακτήρια**, που ζουν ελεύθερα στο έδαφος και δεσμεύουν και αυτά το ατμοσφαιρικό άζωτο.

— **Οι Μύκητες.** Είναι και αυτοί μια μεγάλη ομάδα φυτικών μικροοργανισμών και έρχονται δεύτεροι σε αριθμό μετά τα βακτήρια. Μπορεί να είναι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι μικροοργανισμοί. Όλοι οι μύκητες παίρνουν την ενέργεια τους κατά

την οξείδωση της οργανικής ουσίας. Μερικοί ζουν πάνω σε ζωντανούς ιστούς, οπότε είναι **παρασιτικοί**, ενώ άλλοι ζουν πάνω στη μη ζωντανή οργανική ουσία και λέγονται **σαπροφυτικοί**. Τα μανιτάρια είναι ένας τύπος μυκήτων, αλλά δεν είναι μικροσκοπικοί.

— **Οι Ευρώτες.** Είναι φυτικοί μικροοργανισμοί που συντείνουν και αυτοί σημαντικά στην αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

— **Οι ακτινομύκητες.** Είναι μονοκύτταροι φυτικοί μικροοργανισμοί και μοιάζουν με τους ευρώτες. Μερικοί προκαλούν ασθένειες στα φυτά. Είναι πολύ δραστικοί στην αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1.1.**

**Οι σπουδαιότερες ομάδες μικροοργανισμών του εδάφους.**

##### **ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ**

###### **I Βακτήρια**

###### **α) Αυτότροφα**

1. Αυτά που οξειδώνουν τα αμμωνιακά άλατα σε νιτρώδη
2. Αυτά που οξειδώνουν τα νιτρώδη άλατα σε νιτρικά
3. Αυτά που οξειδώνουν το θείο σε οξείδιο του θείου
4. Αυτά που οξειδώνουν τον σίδηρο

###### **β) Ετερότροφα**

1. Αυτά που δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο
  - α) Συμβιωτικά
  - β) Μη συμβιωτικά (1) Αερόβια
  - (2) Αναερόβια
2. Αυτά που χρησιμοποιούν δεσμευμένο άζωτο

###### **II Μύκητες**

###### **III Ευρώτες**

###### **IV Ακτινομύκητες**

##### **ΜΙΚΡΟΠΑΝΙΔΑ**

###### **I Νηματώδεις**

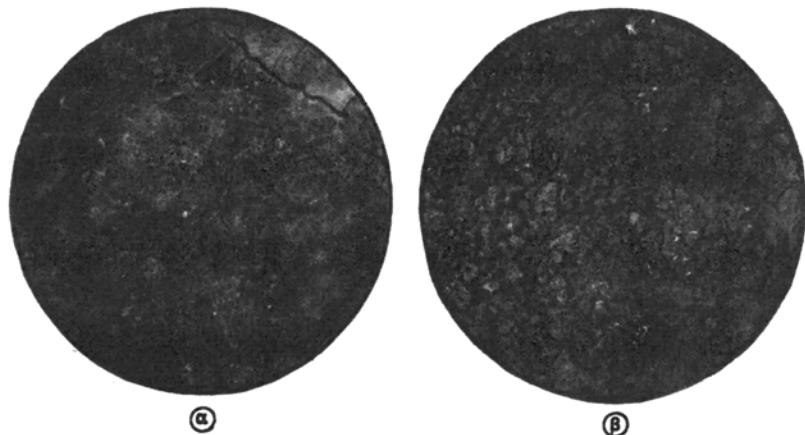
###### **II Πρωτόξω**

##### **β) Πανίδα και μικροπανίδα του εδάφους.**

Τα ζώα που ζουν μέσα στο έδαφος διαφέρουν ανάλογα με το μέγεθός τους. Άλλα είναι ορατά με το γυμνό μάτι και άλλα μόνο με το μικροσκόπιο. Τα δεύτερα αποτελούν την μικροπανίδα του εδάφους. Μερικά από τα ζώα του εδάφους είναι:

— **Οι γαιοσκάληκες.** Η επίδρασή τους στο έδαφος είναι μεγάλη. Αναπτύσσονται καλά σε υγρά εδάφη και κατά συνέπεια αποζητούν υγρό περιβάλλον. Με την κίνησή τους μέσα στο έδαφος το ανακατώνουν και δημιουργούν τρύπες (σχ. 1.3δ και 8.1α) για την κίνηση του αέρα και του νερού. Τρέφονται με οργανική ουσία και έτσι βρίσκονται άφθονοι σε οργανικά εδάφη (σχ. 8.1β).

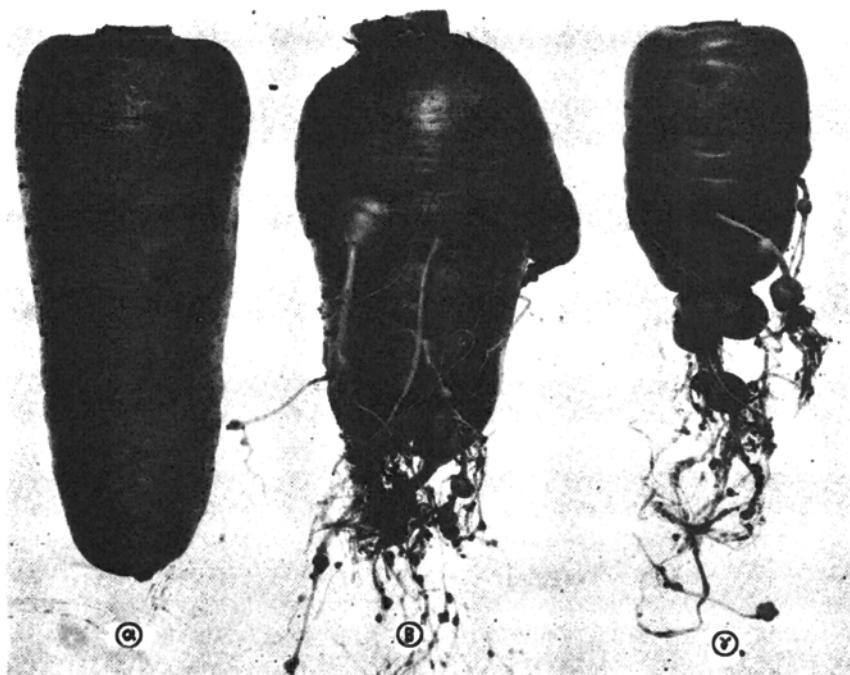
— **Οι νηματώδεις.** Βρίσκονται στα περισσότερα εδάφη. Ακόμα έχουν βρεθεί σε ζώα, στο βυθό της θάλασσας και των λιμνών. Έχουν παρατηρηθεί στις φάλαινες νηματώδεις μήκους 7 μέτρων, ενώ αυτοί που απαντούν στο έδαφος είναι πολύ



Σχ. 8.1α.

Αργιλοπηλώδες έδαφος πριν (α) και μετά (β) την κατεργασία του από τους γαιοσκώληκες.

μικροί, μικρότεροι από δέκα χιλιοστόμετρα μέχρι και μικροσκοπικοί. Ζουν κυρίως πάνω στην οργανική ουσία του εδάφους, ορισμένοι πάνω σε ρίζες φυτών και άλλοι σε μύκητες. Μερικοί νηματώδεις είναι επιζήμιοι για τις καλλιέργειες και προκαλούν σοβαρές ζημίες στην παραγωγή, ενώ υπάρχουν και νηματώδεις ακίνδυνοι (Σχ. 8.1β).



Σχ. 8.1β.

Καρόττο υγιές (α) και καρόττα που έχουν προσβληθεί από νηματώδεις (β, γ).

— **Τα πρωτόζωα.** Τα πρωτόζωα είναι μικροσκοπικά ζώα και είναι τα αφθονότερα από όλα τα ζώα που βρίσκονται μέσα στο έδαφος. Ζουν σε βάρος των βακτηρίων και πολλαπλασιάζονται γρήγορα σε υγρά εδάφη, οπότε μειώνεται ο αριθμός των βακτηρίων. Έτσι εξηγείται γιατί παρατηρείται έλλειψη αζώτου σε φυτά που βρίσκονται σε υγρά εδάφη. Κατατρώγουν δηλαδή τα βακτήρια, τα οποία μετατρέπουν το οργανικό άζωτο σε νιτρικό, μορφή που χρησιμοποιούν τα φυτά για τροφή τους.

## 8.2 Χουμοποίηση.

### **α) Εισαγωγή.**

Όλα τα εδάφη περιέχουν οργανική ουσία σε ποσοστό που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το κλίμα της περιοχής και η φυσική βλάστηση ή όταν πρόκειται για καλλιεργούμενα εδάφη, ο τρόπος της καλλιέργειας του εδάφους, η μηχανική σύσταση του εδάφους κλπ. Το ποσοστό αυτό στα ανόργανα εδάφη είναι γενικά μικρό (για τα γεωργικά εδάφη της Ελλάδας κυμαίνεται μεταξύ 1 και 2%), ενώ σε άλλα εδάφη, τα οργανικά, μπορεί να φθάσει και μέχρι 95%.

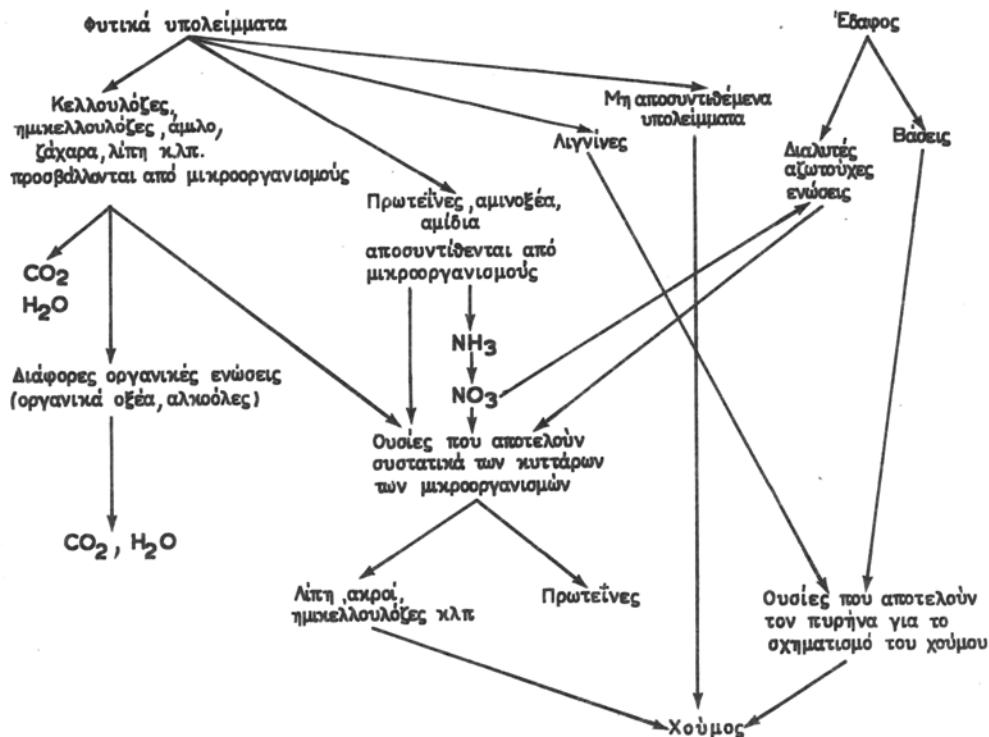
### **β) Προέλευση της οργανικής ουσίας και σχηματισμός του χούμου.**

Πηγή της οργανικής ουσίας του εδάφους είναι τα διάφορα οργανικά υπολείμματα, κατά κύριο λόγο τα φυτικά και κατά δεύτερο τα ζωικά. Επομένως τα φυτά, που παράγονται με την παρουσία του ηλιακού φωτός από το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και τις διαλυτές ανόργανες ουσίες του εδάφους, είναι η πηγή της οργανικής ουσίας. Τα υπολείμματα στο έδαφος αποσυνθέτονται από ένα πλήθος μικροοργανισμών, που προμηθεύονται από αυτά την ενέργεια που χρειάζονται, καθώς και τον άνθρακα που χρησιμοποιούν για να συνθέσουν τις ουσίες των κυττάρων τους. Κατά την αποσύνθεση αυτή παράγεται μία ολόκληρη σειρά χημικών ουσιών. Έτσι εξαφανίζονται από τις οργανικές ουσίες, που υπάρχουν στα οργανικά υπολείμματα, εκείνες που διασπώνται εύκολα και δημιουργούνται νέες, ενώ παραμένουν ορισμένα συστατικά των υπολειμμάτων, όπως οι λιγνίτες, που είναι ανθεκτικοί στις προσβολές των μικροοργανισμών. Οι ουσίες που δημιουργούνται κατά την αποσύνθεση, ενώνονται με ουσίες που μένουν αδιάσπαστες και τελικά δημιουργείται ένα σκοτεινόχρωμο κολλοειδές άμορφο υλικό, ο χούμος (σχ. 8.2).

Ο χούμος έχει μεγάλο μοριακό βάρος που κυμαίνεται από 5000 ως 50.000, πολύ μεγάλη ειδική επιφάνεια και μεγάλη ικανότητα να προσφέρει τα κατιόντα του εδάφους και υγρασία. Ο χούμος είναι πολύ ανθεκτικός στην αποσύνθεση, η οποία προχωρεί μεν, αλλά με πολύ αργό ρυθμό. Με την αποσύνθεση του χούμου ελευθερώνονται θρεπτικά στοιχεία, που τα παίρνουν τα φυτά για τροφή τους (σχ. 8.2). Η αποσύνθεση του χούμου αποδεικνύεται και από τη γεγονός ότι αν δεν γινόταν αυτό, τότε μεγάλο μέρος της ξηράς θα σκεπαζόταν από χούμο, ο οποίος δεν θα μπορούσε να προσφέρει τίποτε για την διατροφή των ανωτέρων φυτών και θα είχε ως αποτέλεσμα να σταματήσει κάθε ζωή στον πλανήτη μας.

### **γ) Επίδραση του χούμου στις ιδιότητες των εδαφών.**

Ο χούμος προκαλεί πολλές αλλαγές στις ιδιότητες των εδαφών και η παρουσία του στα εδάφη είναι επιθυμητή γιατί:



Σχ. 8.2.

Σχηματική παράσταση του μηχανισμού της χουμοποιήσεως. Σχηματισμός του χούμου, από φυτικά υπολείμματα.

- Ελαττώνει την πλαστικότητα και τη συνοχή του εδάφους.
- Βελτιώνει τη δομή του εδάφους, βοηθώντας να σχηματισθούν συσσωματώματα.
- Αυξάνει την ικανότητα του εδάφους να προσροφάει κατιόντα.
- Ενισχύει την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί υγρασία.
- Προστατεύει από την έκπλυση, δεσμεύοντας διάφορα θρεπτικά στοιχεία, όπως το άζωτο, το θείο και άλλα, τα οποία και αποδεσμεύει σιγά-σιγά αργότερα και έτσι τα φυτά μπορούν να τα παίρνουν και να τρέφονται.

### 8.3 Αμμωνιοποίηση-νιτροποίηση.

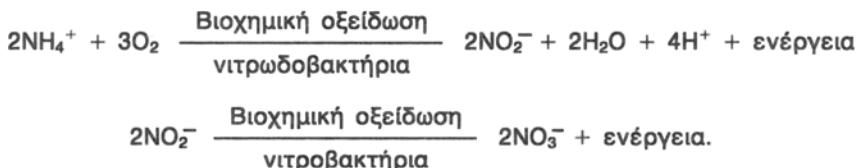
#### a) Αμμωνιοποίηση.

Όταν τα διάφορα οργανικά υπολείμματα προστεθούν στο έδαφος αποσυντίθενται, όπως είπαμε παραπάνω, με τη βοήθεια διαφόρων μικροοργανισμών και σχηματίζονται απλούστερες χημικές ενώσεις. Οι οργανικές ενώσεις, που περιέχουν άζωτο, διασπώνται από ένα πλήθος από ετερότροφους μικροοργανισμούς και σχηματίζεται αμμωνία ( $\text{NH}_4^+$ ), η οποία προσλαμβάνεται για τροφή από τα διάφορα

φυτά, ή οξειδώνεται, όπως θα δούμε παρακάτω, και σχηματίζονται τελικά νιτρικά ( $\text{NO}_3^-$ ). Η μετατροπή αυτή των αζωτούχων οργανικών ενώσεων σε αμμωνία λέγεται αμμωνιοποίηση, ο ρυθμός δε και η ποσότητα παραγωγής της αμμωνίας εξαρτώνται από την οργανική ουσία που υπάρχει στο έδαφος, τις συνθήκες που επικρατούν σ' αυτό καθώς και από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

### β) Νιτροποίηση.

Ένα μέρος της αμμωνίας που σχηματίζεται από τις αζωτούχες οργανικές ενώσεις, όπως είπαμε παραπάνω, οξειδώνεται με τη βιοήθεια μικροοργανισμών και μετατρέπεται σε νιτρικά. Η βιολογική αυτή οξειδώση ονομάζεται νιτροποίηση και γίνεται σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο σχηματίζονται νιτρώδη ( $\text{NO}_2^-$ ) με τη βιοήθεια ειδικευμένων αυτοτρόφων μικροοργανισμών, των νιτρωδοβακτηρίων και στη συνέχεια τα νιτρώδη οξειδώνονται από άλλους μικροοργανισμούς, τα νιτροβακτήρια σε νιτρικά. Η νιτροποίηση μπορεί να παρασταθεί ως εξής:



Τα νιτρώδη είναι τοξικά για τα φυτά· ευτυχώς όμως μένουν για ελάχιστο μόνο χρόνο στο έδαφος, γιατί αμέσως οξειδώνονται σε νιτρικά, που χρησιμοποιούνται για τροφή των φυτών. Τα νιτρικά, δε, επειδή είναι πολύ ευδιάλυτα στο νερό, ξεπλένονται προς τα κατώτερα στρώματα του εδάφους με τις βροχές και το νερό του ποτίσματος και έτσι μεγάλη ποσότητά τους χάνεται από το επιφανειακό έδαφος.

Όπως βλέπομε από τις παραπάνω χημικές αντιδράσεις της νιτροποίησεως, κατά τον σχηματισμό των νιτρωδών από την αμμωνία δημιουργούνται όξινες συνθήκες, ελευθερώνονται δηλαδή  $\text{H}^+$ . Το φαινόμενο αυτό έχει μεγάλη σημασία κατά την προσθήκη στο έδαφος χημικών λιπασμάτων που περιέχουν αμμωνία, π.χ. κατά την προσθήκη θειικής αμμωνίας  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  και νιτρικής αμμωνίας  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , γιατί όταν δεν υπάρχει στο έδαφος ελεύθερο  $\text{CaCO}_3$ , ώστε να εξουδετερώνει την οξύτητα απαιτείται συχνά η προσθήκη ποσότητας ασβέστου μαζί με το λίπασμα.

Ο γεωργός για να πετύχει καλή νιτροποίηση πρέπει να υπάρχει στο έδαφος του χωραφιού του οργανική ουσία, να στραγγίζει το χωράφι του καλά, ώστε να αερίζεται καλά το έδαφος και να ελέγχει την αντίδραση του εδάφους, ώστε το pH να είναι το κατάλληλο για τους μικροοργανισμούς της νιτροποιήσεως (να είναι γύρω στο 7).

### 8.4 Αζωτοδέσμευση.

Το άζωτο, όπως μάθαμε, είναι ένα χημικό στοιχείο, που βρίσκεται στον αέρα σε μεγάλη αναλογία, απ' όπου όμως τα φυτά δεν μπορούν να το πάρουν. Αντίθετα στο έδαφος υπάρχουν ορισμένοι μικροοργανισμοί, που έχουν την ικανότητα να το δεσμεύουν και να το παρέχουν μετά στα φυτά. Οι μικροοργανισμοί αυτοί ανήκουν σε δύο κατηγορίες, δηλαδή:

α) Αυτοί που ζουν μόνοι (οι μη συμβιωτικοί), που είναι είτε **αερόβιοι** (αζωτοβακτήρια), είτε **αναερόβιοι** (κλωστρίδια). Τα αζωτοβακτήρια υπάρχουν άφθονα στη φύση. Θέλουν ασβεστούχο έδαφος, που να αερίζεται καλά, με πολύ οργανική ουσία και με καλές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας. Τα κλωστρίδια είναι, όπως είπαμε, αναερόβια, αλλά μπορούν και ζουν και σε αερόβιες συνθήκες. Αντέχουν πιο πολύ από τα αζωτοβακτήρια σε όξινα εδάφη. Υπολογίζεται ότι οι μή συμβιωτικοί μικροοργανισμοί προσθέτουν κάθε χρόνο στο έδαφος 1-6 kg άζωτο κατά στρέμμα.

β) Αυτοί που συμβιούν με τα καλλιεργούμενα φυτά και είναι πολύ ωφέλιμοι στη γεωργία. Ζουν, όπως είδαμε και προηγουμένως, στις ρίζες των ψυχανθών αρχικά σε βάρος τους, αλλά αργότερα τους δίνουν το άζωτο που δεσμεύουν από τον αέρα. Είναι εξειδικευμένοι, δηλαδή για κάθε ψυχανθές ή ομάδα ψυχανθών υπάρχει ξεχωριστό είδος. Έτσι έχομε ομάδες φυτών που συμβιούν με τους ίδιους μικροοργανισμούς.

Τέτοιες ομάδες φυτών είναι π.χ.

- Η μηδική και ο τριγωνίσκος.
- Το μπιζέλι, η φακή, ο βίκος, τα κουκιά.
- Το φασόλι.
- Τα ρεβύθια.

Επομένως, όταν καλλιεργούμενε ένα ψυχανθές σ' ένα χωράφι, πρέπει να εξασφαλίσουμε τους κατάλληλους μικροοργανισμούς ώστε να επιτευχθεί η δέσμευση του άζωτου. Αυτό κατορθώνεται με τους εξής τρόπους:

— Αν στο χωράφι έχει ξανακαλλιεργηθεί το ίδιο ψυχανθές ή άλλο αλλά της ίδιας ομάδας, τότε η παρουσία των κατάλληλων μικροοργανισμών είναι εξασφαλισμένη.

— Αν σκορπίσουμε στο χωράφι χώμα από άλλο χωράφι στο οποίο καλλιεργήθηκε προηγουμένως το φυτό που μας ενδιαφέρει (γίνεται δηλαδή ένα είδος εμβολιασμού).

— Αν σπείρομε με σπόρο που έχει επικαλυφθεί με ουσία που περιέχει τους κατάλληλους μικροοργανισμούς. Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται ακόμα στην Ελλάδα.

Υπολογίζεται ότι οι συμβιωτικοί μικροοργανισμοί προσθέτουν άζωτο στο έδαφος 6-12 kg κατά στρέμμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

### ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

#### 9.1 Γενικά.

Όταν βρεθούμε στη θάλασσα, εκεί που εκβάλλουν μικροί ή μεγάλοι ποταμοί, θα παρατηρήσουμε ότι το νερό των ποταμών, ιδιαίτερα την εποχή των βροχών, είναι θολό, το θολό δε αυτό νερό πολλές φορές εκτείνεται αρκετά χιλιόμετρα και μέσα στην θάλασσα. Το νερό είναι θολό γιατί μεταφέρει μεγάλες ποσότητες εδάφους και κυρίως λεπτόκοκκα υλικά. Δηλαδή το νερό των ποταμών παίρνει το καλό έδαφος και το πηγαίνει στην θάλασσα, με αποτέλεσμα η ποιότητα του εδάφους, που είναι εκτεθειμένο επί χρόνια στις βροχές, να γίνεται όλο και χειρότερη. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στα επικλινή εδάφη μας και εύκολα μπορεί να το διαπιστώσουμε δάναν βρεθούμε στο ύπαιθρο.

Σχήματα όπως τα 9.1α και 9.1β είναι συνηθισμένα τοπία του ελληνικού χώρου.

Το φαινόμενο που περιγράψαμε παραπάνω λέγεται **διάβρωση του εδάφους**. Αρχικά θα εξετάσουμε πού οφείλεται η διάβρωση, μετά θα γνωρίσουμε τις διάφορες μορφές της, θα δούμε πώς επιταχύνεται και πώς επιβραδύνεται και τέλος πώς μπορούμε να προφυλάξουμε τα εδάφη μας απ' αυτή την καταστροφή, που είναι η κυριότερη ίσως αιτία μειώσεως της παραγωγικής ικανότητας των εδαφών μας.

#### 9.2 Πώς γίνεται η διάβρωση.

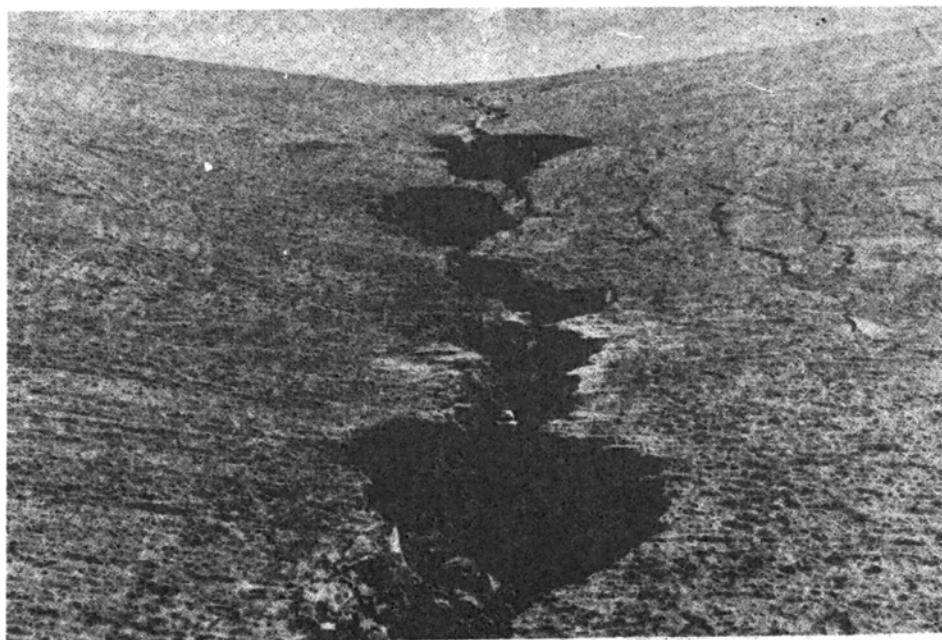
Ας φαντασθούμε ένα έδαφος με μικρή κλίση. Το χειμώνα, κάποια στιγμή, αρχίζει να βρέχει: ένα μέρος από το νερό που πέφτει εξατμίζεται, ένα μέρος αποθηκεύεται στο έδαφος και ένα άλλο διηθείται στα κατώτερα στρώματα του εδάφους: αν όμως η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερη και το νερό περισσεύει, δεν εισχωρεί στο έδαφος και ρέει στην επιφάνεια προς τα χαμηλότερα μέρη (**επιφανειακή απορροή**). Με τη ροή του αυτή το νερό παρασύρει στο δρόμο του, ανάλογα με την κλίση του εδάφους, την ποσότητα του νερού, την ταχύτητα που αναπτύσσει, την κάλυψη του εδάφους με φυτά κλπ., μεγάλες ή μικρές ποσότητες εδαφικού υλικού, κατά προτίμηση λεπτόκοκκου, που είναι και το γονιμότερο, μεταφέροντάς το μακριά. Έτσι επέρχεται η διάβρωση του εδάφους, που πολλές φορές μπορεί να πάρει καταστρεπτικές διαστάσεις.

Η πτώση λοιπόν των σταγόνων της βροχής χαλαρώνει το επιφανειακό έδαφος (σχ. 9.2a) και το μετακινεί προς χαμηλότερες θέσεις σύμφωνα με την κλίση του.



Σχ. 9.1α.

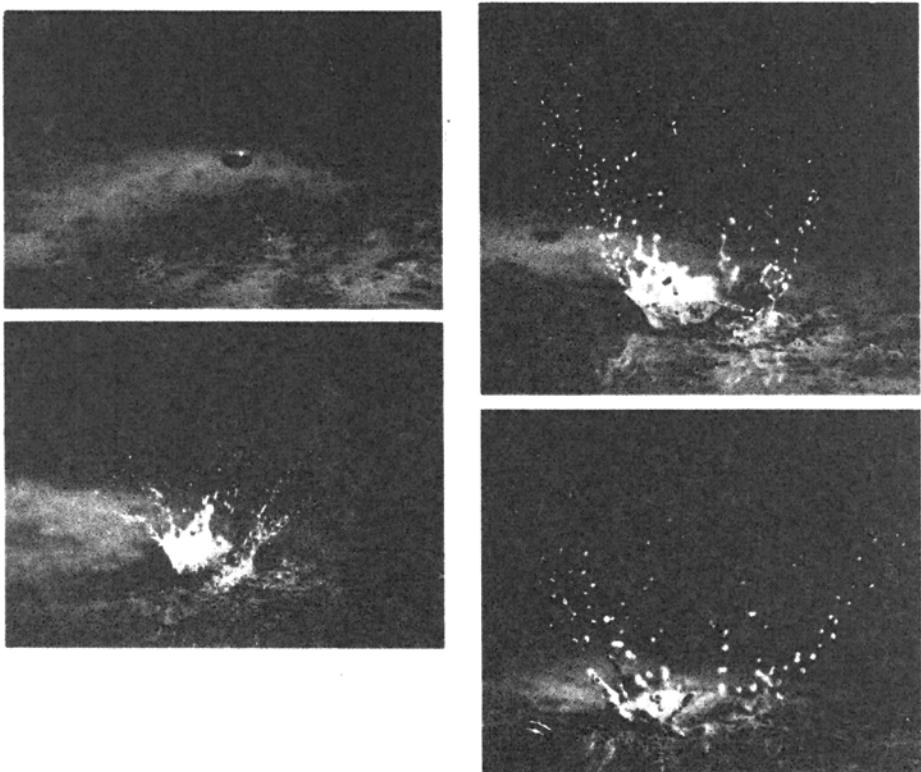
Χωράφι που καταστράφηκε από τη διάβρωση (χαραδρωτική διάβρωση).



Σχ. 9.1β.

Χωράφι που καταστράφηκε από διάβρωση μπορεί να προστατευθεί με αναδάσωση.

Επίσης είναι ευνόητο ότι, όταν ένα έδαφος είναι σκεπασμένο με γηγενή βλάστηση, η βροχή δεν δημιουργεί τα ίδια προβλήματα. Καλλιεργώντας όμως τη γη, αντικαθιστούμε τη γηγενή βλάστηση με καλλιεργούμενα φυτά, οι διάφορες δε καλλιεργητικές εργασίες καθιστούν το έδαφος αυτό τρωτό, ανάλογα βέβαια με την καλλιέργεια. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, η διάβρωση προχωρεί με την εξής σειρά: στην αρχή απομακρύνεται ένα ομοιόμορφο στρώμα επιφανειακού εδάφους, που αποτελείται κυρίως από τα λεπτότερα σωματίδιά του και από οργανική ουσία, αυτή είναι η **επιφανειακή διάβρωση** (σχ. 9.2β). Αν όμως συνεχισθούν οι απώλειες, τότε αρχίζουν και σχηματίζονται παράλληλες αυλακώσεις κατά την κλίση του χωραφιού.

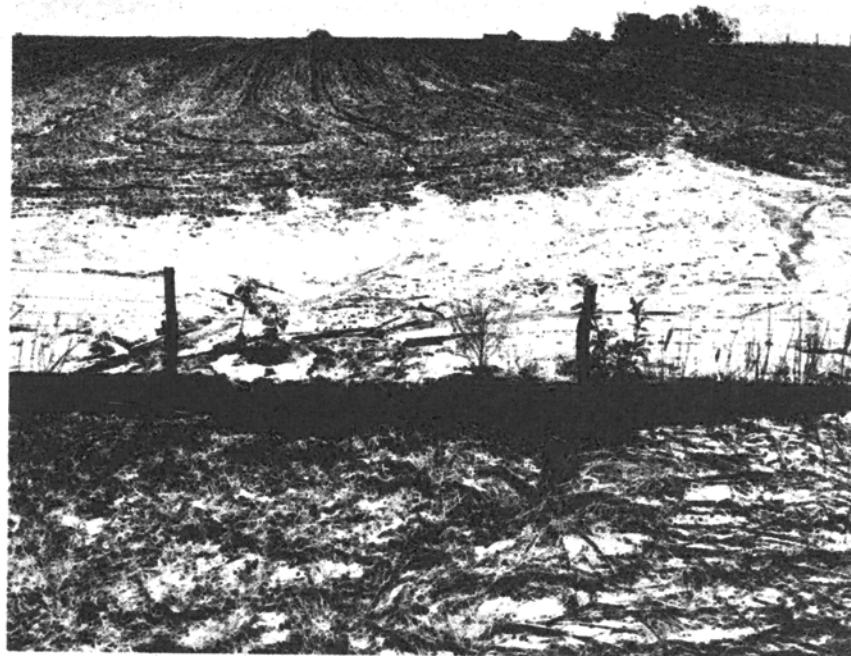


**Σχ. 9.2α.**

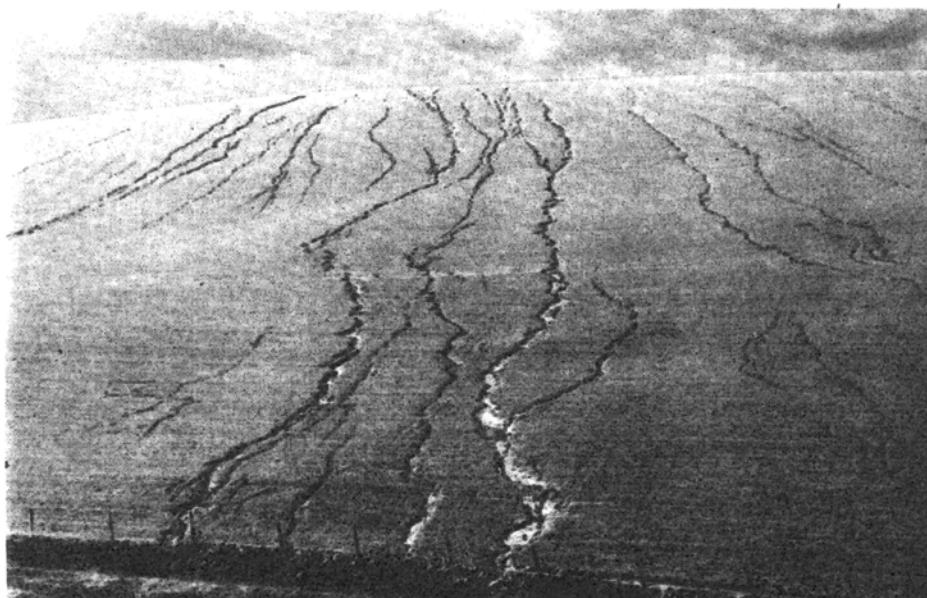
Η σειρά των φωτογραφιών δείχνει την επίδραση της πτώσεως μιας σταγόνας νερού στο γυμνό και απροστάτευτο έδαφος.

Τη διάβρωση αυτή την λέμε **προχωρημένη επιφανειακή διάβρωση** ή **διάβρωση με αβαθή αυλάκια** (σχ. 9.2γ). Αν η διάβρωση, προχωρήσει ακόμα, διανοίγονται βαθιές τομές σε ορισμένες θέσεις και έχομε την **χαραδρωτική διάβρωση**. Διαχωρίζονται τμήματα της γης από σχηματίζομενα ρυάκια, στα οποία συγκεντρώνεται το νερό της απορροής (σχ. 9.2δ) από πολλά στρέμματα γης.

Στη συνέχεια σχηματίζονται χείμαρροι, μικροί ή μεγάλοι ποταμοί, με συνεχή



**Σχ. 9.2β.**  
Επιφανειακή διάβρωση.



**Σχ. 9.2γ.**  
Διάβρωση με αβαθή αυλάκια.

ροή προς την θάλασσα ή προς άλλες περιοχές, όπου πολλές φορές, αν η ταχύτητα του νερού λιγοστέψει, εναποτίθενται οι μεταφερόμενες ύλες και δημιουργούνται νέα εδάφη, τα **προσχωσιγενή**.

Από τις παραπάνω μορφές διαβρώσεως, οι δύο πρώτες είναι οι περισσότερο επιζήμιες. Οι ζημίες που προκαλούνται οφείλονται στην απομάκρυνση του επιφανειακού εδάφους, εδάφους με τις καλύτερες φυσικές και χημικές ιδιότητες και την αποκάλυψη του υπεδάφους, που οι ιδιότητές του δεν είναι τόσο καλές. Απομακρύνονται ακόμα τα διάφορα θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα το ασβέστιο, το μαγνήσιο και το κάλιο. Η επιφανειακή διάβρωση προσβάλλει τα χωράφια που έχουν κλίση και που δεν έχουν προστατευθεί με πυκνή φυτοκάλυψη.

Οι συνθήκες που ευνοούν την επιφανειακή διάβρωση είναι:

— Η πυκνή βροχή, οπότε δεν προλαβαίνει το νερό να απορροφηθεί από το έδαφος.

— Η μεγάλης διάρκειας βροχή, οπότε επεκτείνεται η απορροή.

— Το γυμνό έδαφος ή το ανεπαρκώς προστατευμένο.

Τα μέτρα που πρέπει να παίρνει ο γεωργός ώστε να ελέγχεται η επιφανειακή διάβρωση και η διάβρωση με αβαθή αυλάκια και συγχρόνως να μειώνεται η επιφανειακή απορροή και να εξοικονομείται νερό είναι:

a) Να καλλιεργούνται τα επικλινή εδάφη, ακόμα και εκείνα που παρουσιάζουν μικρή κλίση, κατά τις ισούψεις (σχ. 9.2δ). Έτσι θα παρεμποδίζεται η επιφανειακή απορροή του νερού της βροχής. Η εφαρμογή αυτού του μέτρου είναι αδάπανη για το γεωργό και εύκολη.



**Σχ. 9.2δ.**  
Οργώμα κατά ισούψεις.

β) Να καλλιεργούνται τέτοια εδάφη σε εναλλασσόμενες λωρίδες. Δηλαδή μια λωρίδα εδάφους με αροτραίες καλλιέργειες να την ακολουθεί άλλη με μόνιμη φυσική βλάστηση κ.ο.κ. (σχ. 9.2ε). Έτσι περιορίζεται το μήκος της κλίσεως.

Η καλλιέργεια κατά λωρίδες είναι αποτελεσματική για τον έλεγχο της επιφανειακής διαβρώσεως, που προκαλείται από καταιγίδες με μέτρια ένταση. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στηρίζεται στο ότι τα καλλιεργούμενα φυτά έχουν μικρότερη ικανότητα να ανακόπτουν και να συγκρατούν το νερό της βροχής. Εδάφη π.χ. που καλλιεργούνται με καλαμπόκι υποφέρουν από διάβρωση, παρά το γεγονός ότι, όταν αναπτυχθούν καλά τα φυτά, αυξάνεται κάπως η διήθηση, η οποία όμως είναι μικρότερη από τη διήθηση σε εδάφη σκεπασμένα με πόες. Με την καλλιέργεια λοιπόν κατά λωρίδες, η απορροή από όλη την πλαγιά ουδέποτε φθάνει



Σχ. 9.2ε.

Καλλιέργεια εδαφών σε εναλλασσόμενες λωρίδες εδάφους με αροτραίες καλλιέργειες και με λωρίδες φυσικής βλαστήσεως.

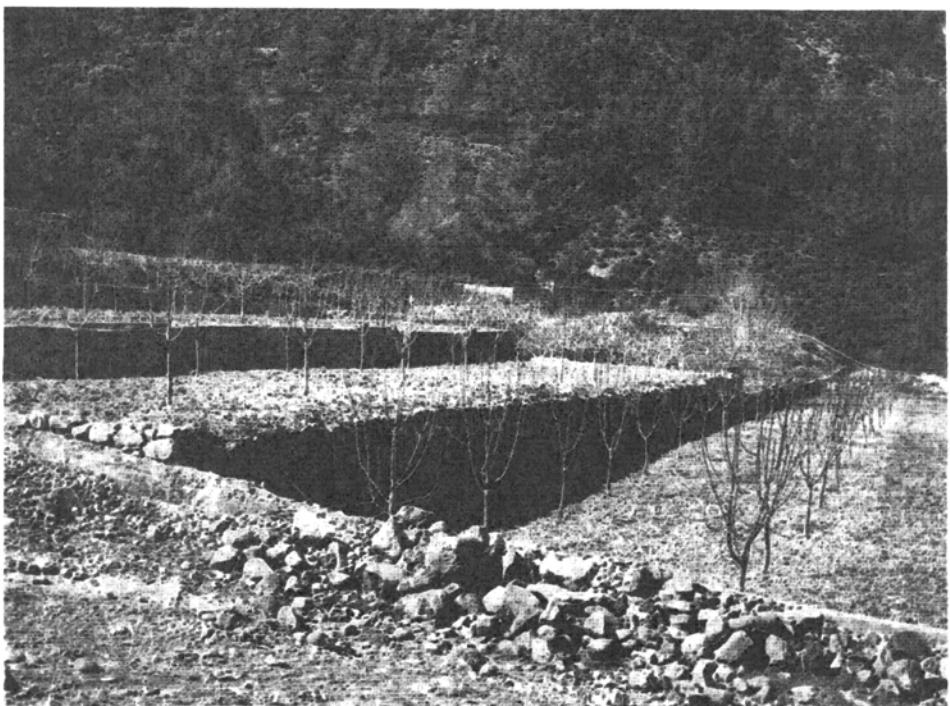
τη μέγιστη τιμή της, την οποία θα έπαιρνε αν ήταν σκεπασμένη με φυτά που δεν καλύπτουν καλά το έδαφος. Έτσι οι ζημιές στο έδαφος ελαττώνονται, το δε έδαφος, που μετακινείται από την ανεπαρκώς προστατευμένη λωρίδα, παγιδεύεται στη λωρίδα του λειβαδιού που είναι αιμέσως μετά προς τα κάτω. Οι λωρίδες διατάσσονται όσο το δυνατόν κατά τις ισοϋψείς (σχ. 9.2.ε) και έτσι αποθηκεύονται ένα μέρος της βροχοπτώσεως που παραμένει στις αυλακώσεις, οι οποίες σχηματίζονται κατά τίς καλλιεργητικές εργασίες.

γ) Να καλύπτεται η επιφάνεια του εδάφους, ίδιαίτερα κατά την περίοδο των βροχών. Υπό φυσικές συνθήκες η κάλυψη αυτή γίνεται με τη φυσική βλάστηση, δάσος ή λειμώνα. Αν βοσκηθούν οι λειμώνες παραπάνω από το κανονικό, τότε μειώνεται η ικανότητά τους να εμποδίζουν τη διάβρωση. Στα καλλιεργούμενα εδάφη πρέπει να επιδιώκεται η κάλυψή τους κατά την περίοδο των βροχών με τα καλλιεργούμενα φυτά και μάλιστα με φυτά που έχουν πυκνή βλάστηση (π.χ. βίκος).

Ακόμη και η κάλυψη των χωραφιών με καλαμιά την εποχή των βροχών τα προστατεύει από τη διάβρωση.

δ) Να κατασκευάζονται τεχνητές αναβαθμίδες (σχ. 9.2στ) δηλαδή λωρίδες κατά τις ισοϋψείς στα χωράφια με κλίση. Οι αναβαθμίδες αποτελούν μηχανική μέθοδο με την οποία αλλάζει η κατεύθυνση της ροής του νερού της απορροής, ώστε να οδηγείται προς ασφαλή διέξοδο, όπως είναι τα αυλάκια με φυτοκάλυψη. Με το σύστημα των αναβαθμίδων τεμαχίζεται μια πλαγιά μεγάλου μήκους σε μικρότερα μέρη και η διάβρωση περιορίζεται στην στενή λωρίδα μεταξύ δύο αναβαθμίδων.

Ένα μεγάλο μέρος από το μετακινούμενο έδαφος από τη ζώνη μεταξύ των αναβαθμίδων παγιδεύεται στα τμήματα του εδάφους που έχουν οριζοντιωθεί, όπου δηλαδή ελαττώνεται η ταχύτητα του νερού.



**Σχ. 9.2στ.**  
Τεχνητές αναβαθμίδες με ξερολιθιά.

Η κατασκευή των αναβαθμίδων προϋποθέτει ειδική γνώση και δεν πρέπει να γίνεται επιπόλαια. Η Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων του Υπουργείου Γεωργίας έχει ειδικά συνεργεία γιά τήν κατασκευή τους. Έτσι ο ενδιαφερόμενος γεωργός μπορεί να απευθυνθεί στην παραπάνω Υπηρεσία.

### 9.3 Ανεμογενής διάβρωση.

Πριν κλείσουμε το κεφάλαιο για τις διαβρώσεις θα πρέπει να τονίσουμε ότι είναι δυνατόν ένα χωράφι να υποστεί διάβρωση όχι μόνο από το νερό της απορροής, αλλά και από τον άνεμο. Η διάβρωση αυτή λέγεται **ανεμογενής**. Στη χώρα μας δεν παρατηρείται σε άξια λόγου έκταση.

Σε περιοχές με γυμνό έδαφος, με επιφάνεια χαλαρή και ξηρή και όπου ο άνεμος είναι ισχυρός είναι δυνατόν να έχομε ζημίες από μια τέτοια διάβρωση. Τα λεπτόκοκκα σωματίδια του εδαφικού υλικού παρασύρονται από τον άνεμο, ανυψώνονται σε μεγάλο ύψος και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις. Έτσι το έδαφος απογυμνώνεται από τα πλουσιότερα συστατικά του και αν υπάρχουν σ' αυτό καλλιεργούμενα φυτά οι ρίζες τους μένουν συχνά εκτεθειμένες και ξηραίνονται. Σε άλλες περιπτώσεις η καταστροφή οφείλεται στην κάλυψη εύφορων χωραφιών με λιγότερο καλό έδαφος που μεταφέρεται από άλλη περιοχή.

### 9.4 Οφέλη από την καλή συντήρηση του εδάφους.

Ένα άριστο πρόγραμμα συντήρησεως του εδάφους και του νερού οδηγεί στην αύξηση των αποδόσεων. Οι γεωργοί μας μπορούν να βοηθηθούν πάρα πολύ από τις αριμόδιες υπηρεσίες προκειμένου να ελεγχθεί η διάβρωση και θα πρέπει να καταφεύγουν σ' αυτές, γιατί εκτός από τον σωστό τρόπο λιπάνσεως θα πρέπει και να συντηρούνται σωστά τα εδάφη.

Το αποτέλεσμα θα είναι γεωργία με κέρδος και προστασία του εδάφους σε ψηλά επίπεδα γονιμότητας για τις μελλοντικές γενιές. Ακόμα πρέπει να ελπίζομε ότι και οι αστοί θα ενδιαφέρονται για την προστασία της παραγωγικής ικανότητας του εδάφους, όταν προγραμματίζουν κατασκευή δρόμων και επεκτάσεις πόλεων.

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

##### ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

###### 10.1 Γενικά.

Όποιος έχει καλλιεργήσει φυτά σ' ένα κήπο γύρω από το σπίτι του ή σ' ένα κτήμα με χιλιάδες στρέμματα, όποιος έχει εργασθεί με ζώα είτε σ' ένα κοτέτσι ή σε μίαν αγέλη από αγελάδες, γνωρίζει ότι στη γεωργία η εργασία είναι και σκληρή και συνεχής. Έτσι π.χ. η προετοιμασία του εδάφους για να δεχθεί το σπόρο, η σπορά, το σκάλισμα, το αραίωμα, η συγκομιδή, η μεταφορά των γεωργικών προϊόντων, η περιποίηση και το τάσιμα των ζώων είναι γεωργικές εργασίες, για τις οποίες ο αγρότης χρειάζεται να καταβάλει μεγάλο μάχθο.

Ο μόχθος αυτός όμως με την πάροδο του χρόνου καταβλήθηκε προσπάθεια να μειωθεί. Οι άνθρωποι εφεύραν διάφορα εργαλεία και ανακάλυψαν μεθόδους, για την ανετότερη διεξαγωγή της εργασίας τους στους αγρούς. Η πρόδος όμως αυτή δεν ήταν γρήγορη. Μόνο τα τελευταία εκατό χρόνια σημειώθηκαν σημαντικά βήματα και με τη χρησιμοποίηση του γεωργικού ελκυστήρα άρχισε νέα εποχή για τις αγροτικές εργασίες.

###### 10.2 Οι γεωργικές εργασίες.

Οι γεωργικές εργασίες που εκτελούνται με μηχανικά μέσα είναι πολλές και διάφορες. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατατάσσονται εκείνες, που το μηχάνημα μετακινείται στο χωράφι είτε σ' όλη του την έκταση, είτε επάνω στις γραμμές των φυτών, είτε γύρω από τα δένδρα. Τέτοιου είδους εργασίες είναι το όργωμα, και το σβάρνισμα του χωραφιού, για την προετοιμασία του εδάφους να δεχθεί το σπόρο, η σπορά και η φύτευση των διαφόρων φυτών, η περιποίηση των φυτών (σκάλισμα, αραίωμα, εργασίες για την καταπολέμηση των διαφόρων ασθενειών (σχ. 10.2α), η συγκομιδή πολλών καρπών και των προϊόντων διαφόρων καλλιεργούμενων φυτών, η μεταφορά των γεωργικών προϊόντων κλπ.

Στη δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται οι εργασίες κατά τις οποίες τα μηχανήματα δεν μετακινούνται, αλλά παραμένουν στη θέση τους κατά την εκτέλεση της

εργασίας τους, δηλαδή εργάζονται «εν στάσει» (σχ. 10.2β). Τέτοιου είδους εργασίες είναι η άντληση νερού, για την άρδευση διαφόρων καλλιεργειών, το άλεσμα και η ανάμιξη των ζωοτροφών, το άρμεγμα των αγελάδων, η διαλογή και το καθάρισμα διαφόρων γεωργικών προϊόντων κλπ.



**Σχ. 10.2α.**  
Ψεκασμός οπωροφόρων δένδρων.



**Σχ. 10.2β.**  
Εγκατάσταση αντλητικού συγκροτήματος τεχνητής βροχής.

### 10.3 Πηγές ενέργειας στη γεωργία.

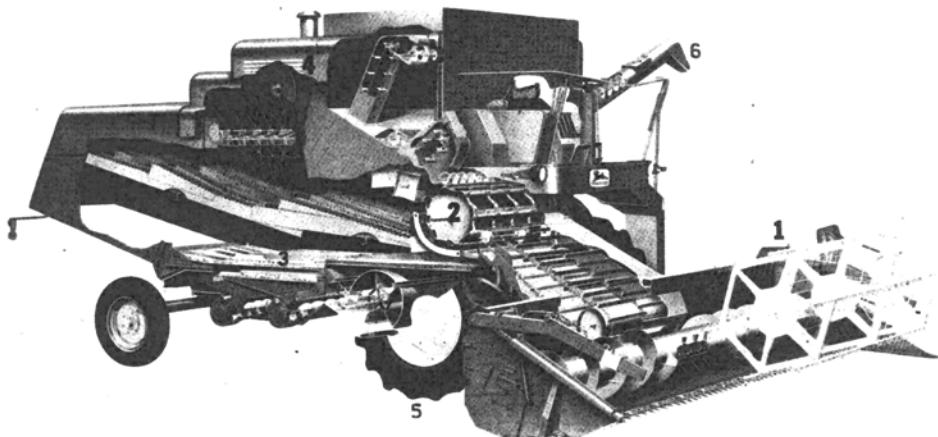
Για να γίνουν οι γεωργικές εργασίες, που αναφέραμε είτε με, είτε χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων χρειάζεται να καταναλωθεί κάποιο είδος ενέργειας. Επί

χιλιάδες χρόνια βέβαια ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τη μυϊκή του δύναμη για την καλλιέργεια της γης. Με την πάροδο όμως του χρόνου τα γεωργικά ζώα εργασίας άρχισαν να ελαφραίνουν το φορτίο του. Οι ανεμόμυλοι, που αξιοποιούσαν τη δύναμη του ανέμου και που χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα, αντλούσαν το νερό από τα πηγάδια ή βοηθούσαν στην αποστράγγιση των εδαφών σε περιοχές, που το έδαφός τους είναι κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η δύναμη του κινούμενου νερού είναι μια άλλη πηγή ενέργειας στη γεωργία, που χρησιμοποιήθηκε για την κίνηση των αλευρομύλων. Με τα χρόνια που πέρασαν δημιουργήθηκαν, όπως είπαμε, πολλά γεωργικά εργαλεία, αλλά η μεγάλη αλλαγή ήρθε με τη χρησιμοποίηση του γεωργικού ελκυστήρα καθώς και του ηλεκτρισμού για την κίνηση άλλων μηχανών και εργαλείων. Ο ελκυστήρας και ο ηλεκτρισμός αύξησαν την παραγωγικότητα του γεωργού και έκαναν πιο άνετη και ευχάριστη την εργασία του. Παρακάτω θα μιλήσουμε για τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στις διάφορες γεωργικές εργασίες.

#### **a) Ο άνθρωπος.**

Παρά το γεγονός ότι οι μηχανές αντικατέστησαν την μυϊκή δύναμη του ανθρώπου, πολλές εργασίες εκτελούνται ακόμα από τον άνθρωπο, που εξακολουθεί να χρησιμοποιεί τη μυϊκή του δύναμη, σε άλλες περιοχές περισσότερο (λιγότερο ανεπτυγμένες γεωργικά χώρες) και σε άλλες πολύ λιγότερο.

Η σύγχρονη γεωργία απαιτεί από τον αγρότη όχι τόσο τη μυϊκή του δύναμη όσο περισσότερη ετοιμότητα και τεχνική κατάρτιση, στοιχεία απαραίτητα για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της λειτουργίας των διαφόρων μηχανημάτων που χρησιμοποιεί. Η ετοιμότητα και η τεχνική κατάρτιση, που χρειάζεται, είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πιο πολύπλοκο είναι το μηχάνημα που χειρίζεται (σχ. 10.3a).



**Σχ. 10.3a.**

Εργασίες δια θεριζοαλωνιστικής που κατευθύνονται από τη θέση του χειριστή. 1) Το ανέβασμα της ανέμης και της πλατφόρμας. 2) Ο έλεγχος της ταχύτητας περιστροφής του τυμπάνου και του διακένου μεταξύ τυμπάνου και αντίτυμπάνου. 3) Η ρύθμιση του συστήματος καθαρισμού της συγκομιδής (κόσκινο). 4) Η αυξομείωση της ταχύτητας μετακίνησεως της θεριζοαλωνιστικής. 6) Τό άδειασμα του δοχείου με τον καρπό.

Βέβαια υπάρχουν πολλές περιπτώσεις, που οι μηχανές δεν θα μπορέσουν εύκολα να εκτοπίσουν τελείως την ανθρώπινη δύναμη. Σε απομακρυσμένες μικρές εκτάσεις, σε επικλινή ή πετρώδη εδάφη, σε πολλές από τις εντατικές εκμεταλλεύσεις, όπως στις μικρές κηπευτικές, ο άνθρωπος θα εξακολουθεί να προσφέρει τη δύναμή του, με τέχνη και ικανότητα αναντικατάστατη.

### **β) Τα ζώα.**

Από τα πολύ παλιά χρόνια τα αγροτικά ζώα βοήθησαν τον άνθρωπο στις πρώτες του δουλιές. Για χιλιάδες χρόνια, μέχρι τα τέλη του περασμένου αιώνα, η ζωική ενέργεια ήταν η κυριότερη στη γεωργία. Τα ζώα βοήθησαν, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει την πρόκληση σοβαρών μεταβολών, γιατί η απόδοσή τους δεν ήταν τόσο μεγάλη στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής και του τρόπου ζωής των γεωργών. Σήμερα χρησιμοποιούνται ακόμα τα ζώα στη γεωργία, αλλά σε πολύ μικρή κλίμακα. Σε χώρες με προηγμένη γεωργία, τα ζώα έχουν εκτοπισθεί σχεδόν ολοκληρωτικά. Στη χώρα μας έχουν περιορισθεί στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές, κυρίως για να εκτελούν μεταφορές και πολύ λίγο για την καλλιέργεια της γης (σχ. 10.3β).



**Σχ. 10.3β.**

Το άλογο έχει εκλείψει ως γεωργικό ζώο εργασίας, εκτός από περιπτώσεις όπως του σχήματος, δηλαδή σε ορεινές περιοχές.

### **γ) Οι άνεμοι.**

Η δύναμη του ανέμου αξιοποιείται στους ανεμόμυλους. Οι ανεμόμυλοι εκμε-

ταλλεύονται την κινητική ενέργεια του ανέμου. Παρ' όλο που οι ανεμόμυλοι είναι απλοί μηχανισμοί, η δύναμη των ανέμων έχει περιορισμένη σημασία στη γεωργία. Κι' αυτό γιατί οι άνεμοι ελέγχονται δύσκολα και σπάνια είναι διαθέσιμοι όταν χρειάζονται. Χιλιάδες ανεμόμυλοι στο οροπέδιο του Λασηθίου Κρήτης (σχ. 10.3γ) αντλούν νερό από πηγάδια για την άρδευση ολόκληρης της εύφορης περιοχής. 'Όταν φυσάει αέρας, έστω και μία φορά την εβδομάδα, μπορεί να αντληθεί και να αποθηκευθεί κατάλληλα αρκετό νερό, ώστε να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες του κτήματος σε περιόδους που οι ανεμόμυλοι δεν κινούνται από έλλειψη ανέμου.

Στην Ολλανδία, πριν από πολλά χρόνια, για την αποξήρανση μεγάλων εκτάσεων, που βρίσκονταν χαμηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους. Σήμερα έχουν παροπλισθεί και αντικατασταθεί από τις μηχανές εσωτερικής καύσεως και από ηλεκτροκινητήρες.



**Σχ. 10.3γ.**

Γραφικοί ανεμόμυλοι στο οροπέδιο Λασηθίου Κρήτης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για το πότισμα της εύφορης πεδιάδας.

#### **δ) Το κινούμενο νερό.**

Σε πολλές περιοχές με μικρή κλίση του εδάφους, είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί από τους γεωργούς η ενέργεια του τρεχούμενου νερού, αν φυσικά υπάρχει· η δύναμη του νερού κινεί απλούς μηχανισμούς με μικρή δαπάνη. Παρ' όλα αυτά η

χρησιμοποίηση τις ενέργειας του νερού είναι πολύ περιορισμένη στη γεωργία. Εξάλλου η ποσότητα του νερού αυτού μπορεί να είναι πολύ μεγάλη σε ορισμένες περιόδους του έτους, αλλά περιορίζεται σημαντικά κατά τις περιόδους ξηρασίας, με αποτέλεσμα να μην προσφέρεται ομοιόμορφα και σταθερά η απαραίτητη για τις γεωργικές εργασίες ενέργεια.

Οι νερόμυλοι (σχ. 10.3δ), που εκμεταλλεύονται την πτώση του νερού, χρησιμοποιούνται ακόμη σε ορισμένες περιοχές για το άλεσμα των σιτηρών.



**Σχ. 10.3δ.**

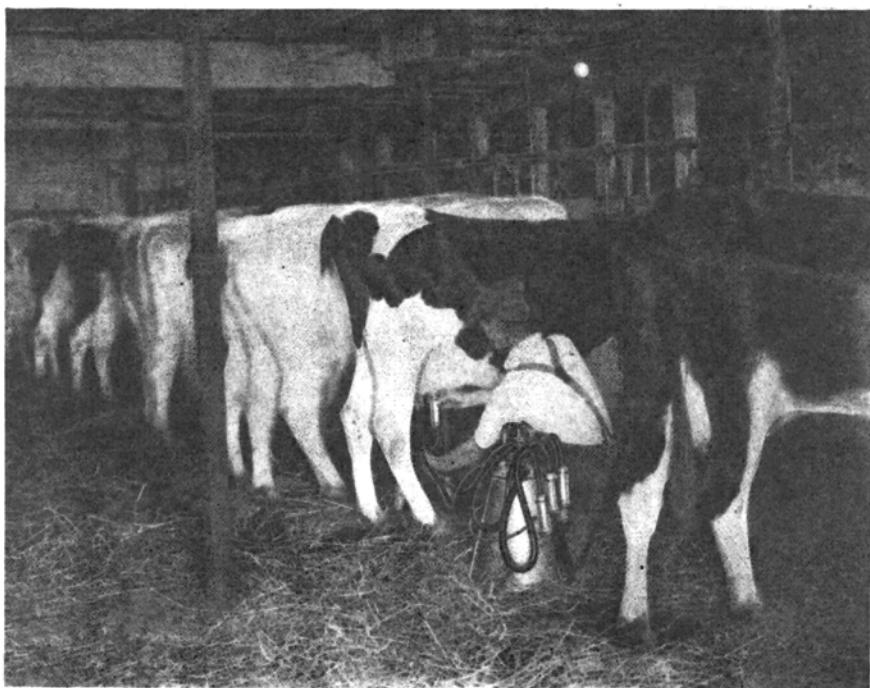
Νερόμυλος που στην εποχή του γνώρισε μεγάλες δόξες.

**ε) Ο ηλεκτρισμός.**

Πριν από αρκετά χρόνια ο ηλεκτρισμός ήταν ένα είδος πολυτέλειας. Μόνο

περιοχές και κτήματα που ήταν κοντά σε πόλεις μπορούσαν να ηλεκτροδοτηθούν. Σήμερα οι συνθήκες έχουν αλλάξει. Ο ηλεκτρισμός σε ένα κτήμα είναι αναγκαιότητα. Με τη χρησιμοποίησή του απλοποιύνται πολλές γεωργικές εργασίες, όπως η άντληση νερού για πότισμα, η αποξήρανση και επεξεργασία των γεωργικών προϊόντων, το άρμεγμα των αγελάδων (σχ. 10.3ε) κ.ά. Έτσι ο αγρότης απαλλάσσεται από πολλές και κοπιαστικές εργασίες.

Με τη χρησιμοποίηση ηλεκτρικών εργαλείων και συσκευών στη γεωργία, περιορίζεται το κόστος παραγωγής των γεωργικών προϊόντων, αυξάνεται η παραγωγή και επομένως και το γεωργικό εισόδημα. Πολλοί πτηνοτρόφοι, π.χ., χρησιμοποιούν τον ηλεκτρισμό για τον κατάλληλο φωτισμό των πτηνοτροφείων κατά τους χειμερινούς μήνες, αυξάνοντας έτσι τη διάρκεια της ημέρας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η παραγωγή των αυγών και τα κέρδη του πτηνοτροφείου. Ο ηλεκτρισμός έχει και πολλές άλλες εφαρμογές στο σπίτι και στο εργαστήριο του αγρότη, που καθιστούν άνετη, ευχάριστη και αποδοτική την εργασία του.



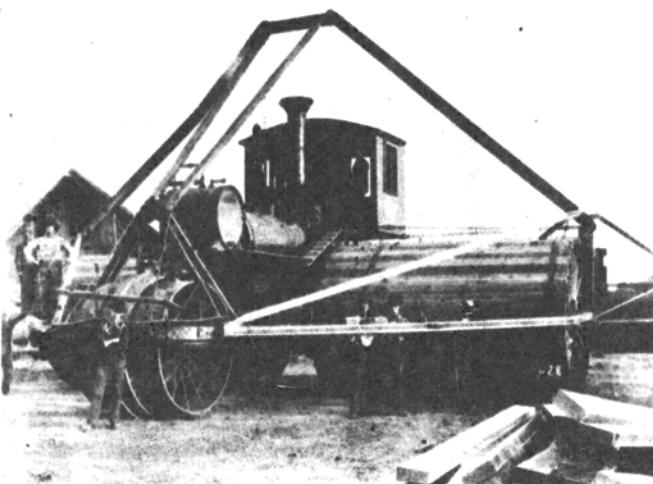
**Σχ. 10.3ε.**  
Το άρμεγμα των αγελάδων με μηχανή.

#### *στ) Οι θερμικές μηχανές.*

Η μεγάλη ζήτηση σε ενέργεια για τις ανάγκες της γεωργίας παρουσιάσθηκε στις αρχές του 20ου αιώνα. Η δύναμη των αγροτικών ζώων εργασίας δεν ήταν αρκετή για την κίνηση μεγάλων γεωργικών μηχανών που εργάζονταν χωρίς να μετακινούνται, όπως οι αλωνιστικές. Για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ενέργεια, οι κατασκευαστές κατασκεύασαν ατμομηχανές για τις ανάγκες των γεωργίας, που

μπορούσαν να μετακινηθούν στον τόπο όπου τις χρειάζονταν. Οι πρώτες ατμομηχανές που χρησιμοποιήθηκαν στη γεωργία ήταν πολύ βαριές και η μετακίνησή τους από το ένα μέρος στο άλλο γινόταν με άλογα ή βόδια. Οι μηχανές αυτές ανήκουν στην κατηγορία των θερμικών μηχανών, δηλαδή εκείνων που μετατρέπουν τη θερμική ενέργεια σε μηχανική και χαρακτηρίζονται ως μηχανές εξωτερικής καύσεως, γιατί η καύση γίνεται στους ατμολέβητες, έξω δηλαδή από το κύριο σώμα της μηχανής.

Κατόπιν οι ατμομηχανές χρησιμοποιήθηκαν στην γεωργία για όργανα. Μεγάλες εν στάσει μηχανές, τοποθετημένες ανά δύο, κινούσαν βαριά άροτρα με συρματόσχοινα. Τέτοιες μηχανές χρησιμοποιήθηκαν στην Ελλάδα και μάλιστα στα Ζωγράφεια κτήματα της Θεσσαλίας μετά το 1908. Ύστερα έκαναν την εμφάνισή τους μεγάλοι ατμοκίνητοι ελκυστήρες 80 ως 150 ίππων, που έμοιαζαν πολύ με τους σημερινούς οδοστρωτήρες (σχ. 10.3στ). Ελκυστήρες αυτού του είδους χρησιμοποιήθηκαν στην Ελλάδα μετά το 1915 σε ορισμένα χωριά της Θεσσαλίας από την εταιρία Παπαγεωργίου με σημαντική επιτυχία.



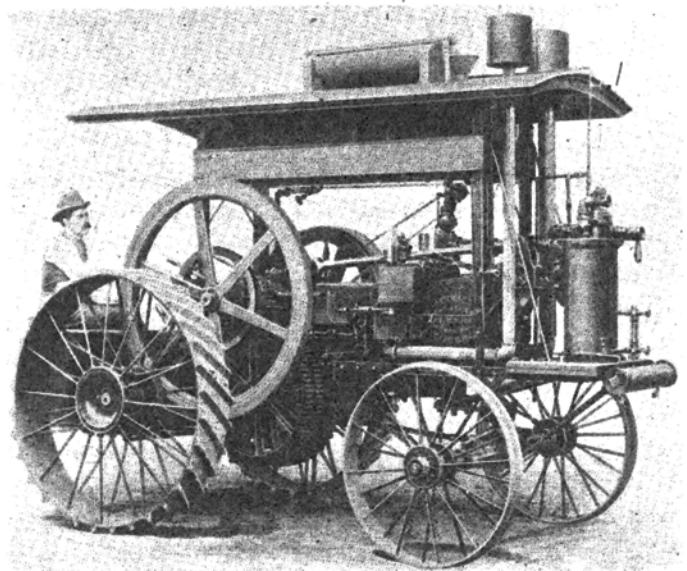
Σχ. 10.3στ.

Οι πρώτοι ατμοκίνητοι ελκυστήρες ήταν δυσκίνητοι.

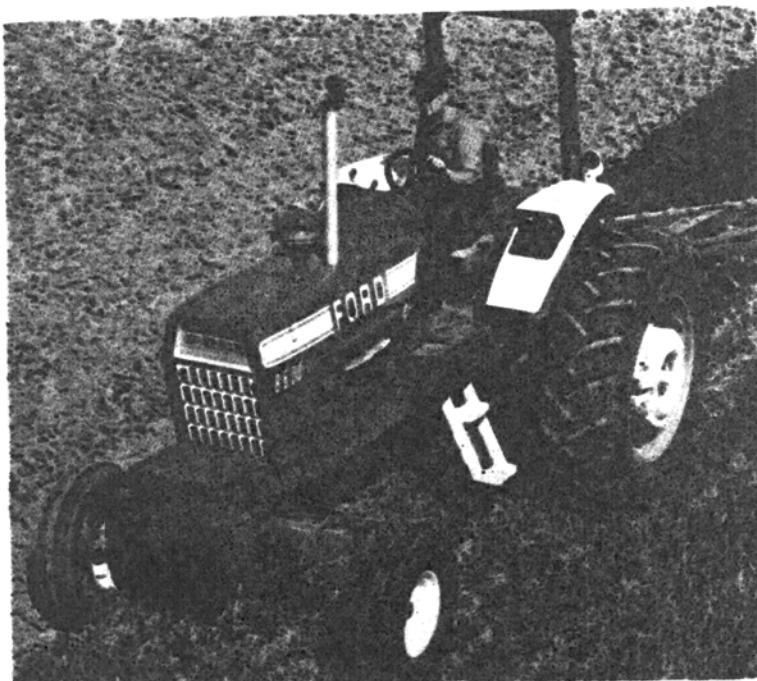
Από τις αρχές του εικοστού αιώνα άρχισαν να εμφανίζονται οι βενζινομηχανές (σχ. 10.3ζ) και αργότερα οι πετρελαιομηχανές, που αντικατέστησαν τους ατμοκίνητους ελκυστήρες. Έτσι από το 1920 περίπου οι ατμομηχανές έπαψαν να έχουν σχέση με τη γεωργία.

Οι βενζινομηχανές και οι πετρελαιομηχανές θεωρούνται σήμερα ως η κυριότερη πηγή μηχανικής ενέργειας για τη γεωργία. Είναι και αυτές θερμικές μηχανές, αλλά εσωτερικής καύσεως, γιατί τα καύσιμα καίγονται μέσα στο κύριο σώμα της μηχανής.

Σήμερα στην Ελλάδα οι περισσότεροι ελκυστήρες κινούνται με πετρελαιομηχανές (σχ. 10.3η) για λόγους κυρίως οικονομίας, γιατί το πετρέλαιο είναι φθηνότερο.



**Σχ. 10.3ζ.**  
Ελκυστήρες από τους πρώτους που κινήθηκαν με βενζινομηχανή.



**Σχ. 10.3η.**  
Σύγχρονος γεωργικός ελκυστήρας.



**Σχ. 10.30.**

Μηχανές μικρής ισχύος που χρησιμοποιούνται στη γεωργία και κινούνται με βενζίνη.

Οι μικρές βενζινομηχανές χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις στη γεωργία, κυρίως ως μηχανές μικρής ισχύος (σχ. 10.3θ). Μικρές μηχανές για ψεκασμούς και χειροδηγούμενοι ελκυστήρες για ελαφρές γεωργικές εργασίες έχουν βενζινοκινητήρες. Το ίδιο συμβαίνει και με μικρά ημιφορτηγά αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται κυρίως για μεταφορές.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

### ΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΩΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΥΞΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

#### 11.1 Γενικά.

Οι συντελεστές παραγωγής, δηλαδή το έδαφος, το κεφάλαιο και η εργασία αποδίδουν περισσότερο στη γεωργία, όταν από τον γεωργό χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα μέσα.

Τα γεωργικά μηχανήματα συντελούν σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας στη γεωργία: αυξάνουν δηλαδή την παραγωγή με την ποιοτική βελτίωση των καλλιεργητικών φροντίδων και εκτελούν έγκαιρα τις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες. Επί πλέον απελευθερώνουν εργατικά χέρια, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη άλλων τομέων της οικονομίας. Τέλος η χρησιμοποίηση των γεωργικών μηχανημάτων συμβάλλει στη βελτίωση του βιοτικού και κατά συνέπεια του πνευματικού επιπέδου της γεωργικής οικογένειας: η γεωργική οικογένεια αποκτά περισσότερες ανέσεις, έχει καλύτερη εκπαίδευση και διαθέτει περισσότερο χρόνο για την ψυχαγωγία της.

#### 11.2 Η συμβολή των μηχανημάτων στην μείωση του κόστους παραγωγής των γεωργικών προϊόντων.

Η καλύτερη απόδειξη ότι τα μηχανήματα συμβάλλουν στην μείωση του κόστους παραγωγής των γεωργικών προϊόντων είναι ότι χρησιμοποιούνται συνεχώς όλο και περισσότερο. Ο γεωργός, όπως και κάθε άνθρωπος, δεν αγοράζει ένα εργαλείο αν δεν έχει πεισθεί ότι μ' αυτό η δουλειά του θα γίνει αποδοτικότερη και το κόστος της χαμηλότερο.

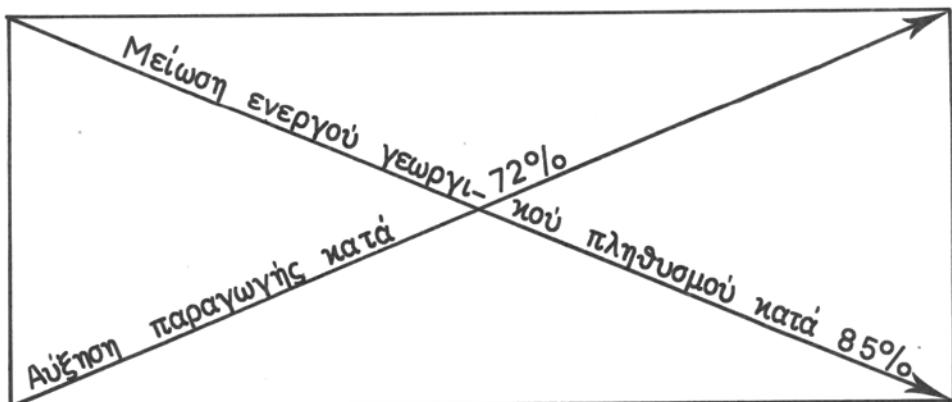
Η χώρα μας έχει κάνει σημαντική πρόοδο στον τομέα αυτό κατά τα τελευταία 25 χρόνια. Ο πίνακας 11.2.1 παρουσιάζει μια εικόνα από τα κυριότερα γεωργικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας.

Με τη βοήθεια των γεωργικών μηχανημάτων, ειδικότερα κατά την εικοσαετία 1951-1971, ενώ ο ενεργός γεωργικός πληθυσμός μειώθηκε κατά 8,5%, η παραγωγικότητα της εργασίας στη γεωργία αυξήθηκε κατά 72%, πράγμα πού υπογραμμίζει τη σημασία των μηχανημάτων για την αύξηση της αποδοτικότητας (σχ. 11.2a).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11.2.1.**

**Αριθμός των κυριοτέρων γεωργικών μηχανημάτων που χρησιμοποιούνταν στην Ελλάδα  
κατά τα έτη 1965-1975.**

	Έτη		
	1965	1970	1975
Γεωργικοί ελκυστήρες	49.093	102.230	166.180
Θεριζοαλωνιστικές μηχανές	3.763	4.151	6.000
Απλές θεριστικές μηχανές	2.690	3.039	3.642
Αλωνιστικές μηχανές	1.547	1.190	896
Χορτοκοπτικές μηχανές	1.536	3.407	4.896
Συγκροτήματα τεχνητής βροχής	12.836	49.042	68.535
Σπαρτικές μηχανές σταριού	5.780	12.662	15.769
Σπαρτικές μηχανές καλαμποκιού	17.356	22.997	23.677
Βαμβακοσυλλέκτες	18	70	356

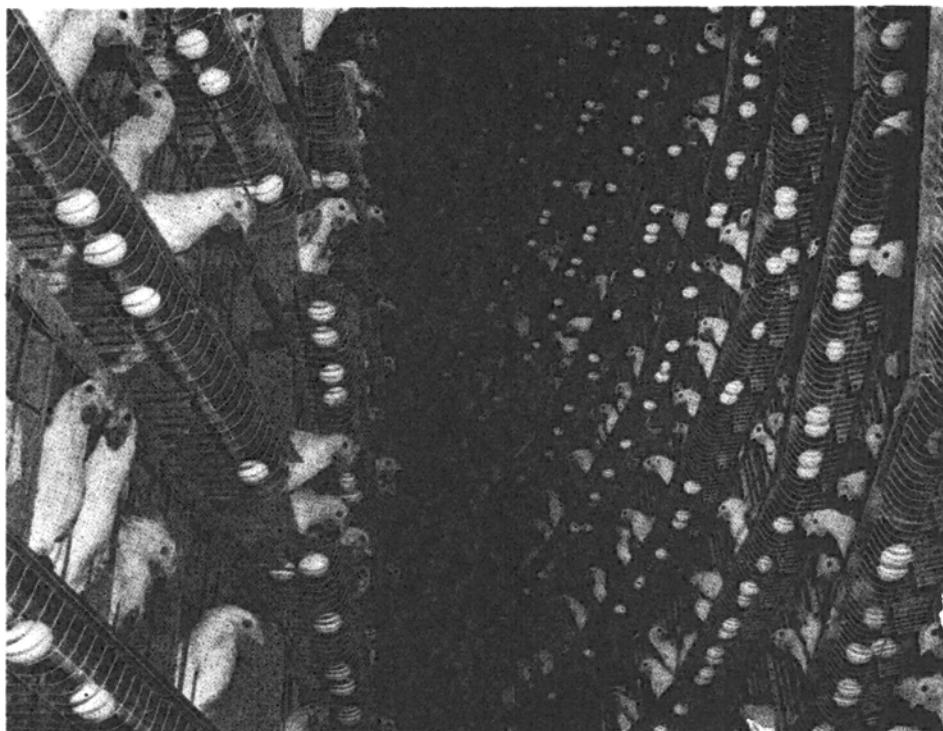


**Σχ. 11.2α.**

Γεωργική παραγωγή και ενεργός γεωργικός πληθυσμός 1951-1971.

Χαρακτηριστικό της εποχής μας είναι η τεχνολογική εξέλιξη, της οποίας τα επιτεύγματα εκμεταλλεύεται η βιομηχανία αλλά και η γεωργία. Ακόμη και τα βουστάσια και τα πτηνοτροφεία δεν αποτελούν εξαίρεση. Καθημερινά αναζητούνται τρόποι αυξήσεως όχι μόνο της παραγωγής αλλά και του κέρδους. Επειδή ο γεωργός δεν μπορεί να επηρεάσει αισθητά τη διαμόρφωση των τιμών των προϊόντων που παράγει, γι' αυτό η μόνη λύση είναι η μείωση του κόστους παραγωγής τους.

Για την επιτυχία του σκοπού αυτού οι κτηνοτρόφοι, εκτός από τη βελτίωση των ζώων και την καλή τους διατροφή, μηχανοποιούν και τις εργασίες παρασκευής, μεταφοράς και διανομής των ζωοτροφών, αλλά και πολλές άλλες εργασίες, που γίνονται στην κτηνοτροφική τους μονάδα. Έτσι αυξάνουν το μέγεθος της επιχειρήσεώς τους, ενώ συγχρόνως περιορίζουν τις ανάγκες τους σε εργατικά χέρια. Π.χ. στις προηγμένες γεωργικά χώρες και στον τομέα της πτηνοτροφίας ένα άτομο σήμερα, χρησιμοποιώντας σύγχρονα συστήματα διανομής της τροφής, μπορεί να περιποιηθεί 60.000 - 75.000 κότες (σχ. 11.2β).



**Σχ. 11.2β.**

Σύγχρονο πτηνοτροφείο με αυτόματα συστήματα διανομής της τροφής, συλλογής των αυγών και καθαρισμού του.

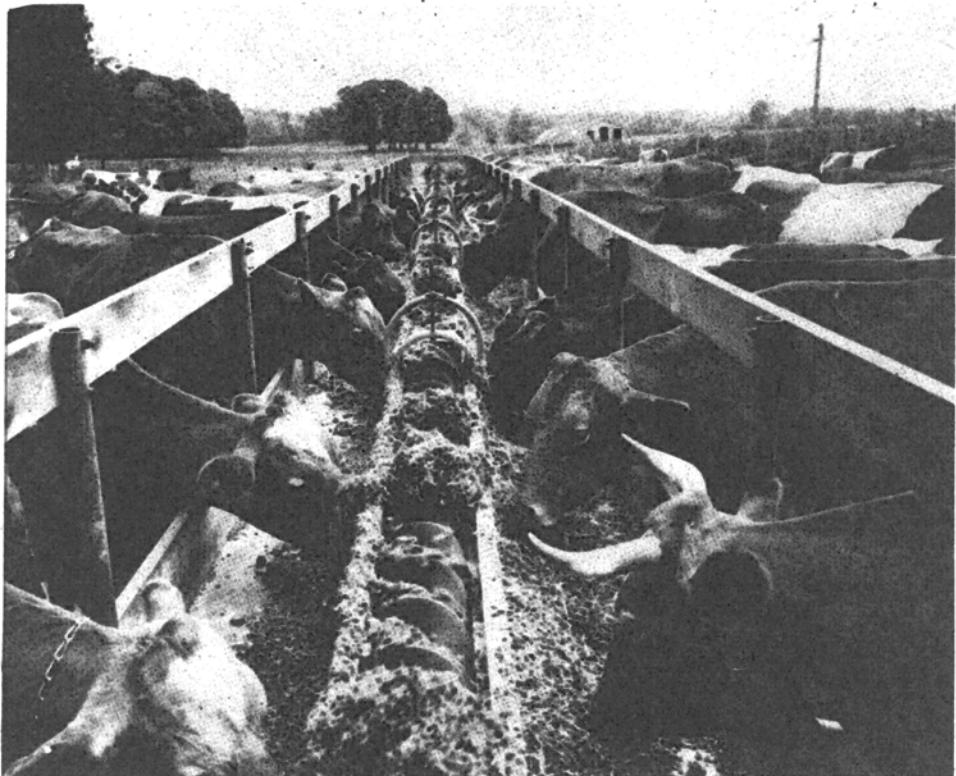
Στον κτηνοτροφικό τομέα ένα άτομο σε σύγχρονο βουστάσιο, μπορεί να ταΐσει 5000 αγελάδες ή να έχει όλη τη φροντίδα για 50 ως 60 αγελάδες γαλακτοπαραγωγής, σε ελεύθερο σταυλισμό και μηχανοποιημένο σύστημα διανομής της τροφής (σχ. 11.2γ).

Από τα παραπάνω παράδειγματα φαίνεται πόσο πολύ συμβάλλει η μηχανοποίηση στον περιορισμό των εργατικών, την αύξηση της παραγωγής και του βαθμού αποδόσεως γενικότερα, ενώ συγχρόνως μειώνει το κόστος παραγωγής.

### 11.3 Τα γεωργικά εργαλεία δημιουργούν το γεωργικό πλούτο.

Η πρόοδος της γεωργίας ακολούθησε πάντοτε τα βήματα των νέων εργαλείων. Κάθε νέο εργαλείο εξυπηρετεί κάποιο κοινωνικό και οικονομικό σκοπό. Τα εργαλεία αυτά πρέπει να είναι αποδοτικά για τον άνθρωπο και η χρησιμότητά τους να υπερκαλύπτει το κόστος παραγωγής τους. Έτσι μόνο ο άνθρωπος δραστηριοποιείται για να τα κατασκευάσει ή να τα αγοράσει.

Ο γεωργός αγοράζει μια μηχανή γιατί είναι παραγωγικό μέσο, που συμβάλλει



Σχ. 11.2γ.

Με το πάτημα ενός κουμπιού ο κοχλίας μεταφοράς της τροφής αρχίζει να ταΐζει τα ζώα.

στη μεγάλη απόδοση και στην οικονομικότερη παραγωγή των γεωργικών αγαθών.

Ο γεωργός στην Ελλάδα σήμερα, αντίθετα με ό,τι συνέβαινε στο παρελθόν χρησιμοποιεί πολύ λίγο τη μυική του δύναμη για να καλλιεργήσει τη γη και επομένως η εξάρτησή του απ' αυτήν είναι μικρή. Για να αντιληφθούμε καλύτερα τη σημασία της χρησιμοποίησεως των γεωργικών μηχανών για τη δημιουργία γεωργικού πλούτου αρκεί να ανατρέξουμε λίγο στα όχι και πολύ παλιά χρόνια. Τότε ο γεωργός έσπερνε με το χέρι, θέριζε το σιτάρι με το δρεπάνι και ο αλωνισμός του γινόταν με τις δοκάνες, τους κυλίνδρους ή με το τρέξιμο των αλόγων στην επιφάνεια του σκληρού αλωνιού (σχ. 11.3α). Την εποχή εκείνη κάθε γεωργική εργασία χρειαζόταν μυική δύναμη και χρόνο. Πολλές φορές ο γεωργός κατασκεύαζε τα δικά του απλά εργαλεία.

Σιγά-σιγά όμως εμφανίσθηκαν μηχανές που έσπερναν το σπόρο γρηγορότερα, ευκολότερα και πιο ομοιόμορφα από ό,τι με το χέρι. Τις μηχανές αυτές χρησιμοποιούν σήμερα οι αγρότες μας και έτσι το σιτάρι, το κριθάρι, η βρώμη και το ρύζι σπέρνονται με σπαρτικές μηχανές που έλκονται με ελκυστήρες και που κατανέμουν το σπόρο ομοιόμορφα ενώ συγχρόνως ρίχνουν και το λίπασμα.



**Σχ. 11.3.**

Ο θερισμός των σιτηρών πριν από πολλά χρόνια.

Τώρα η θεριζοαλωνιστική μηχανή θερίζει, αλωνίζει και δεματοποιεί το άχυρο καθώς μετακινείται σ' όλη την έκταση του χωραφιού. Η εργασία γίνεται καλύτερα και γρηγορότερα.

Πολλά παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν για να δείξουν την επίδραση των μηχανημάτων στην απόδοση της γεωργίας. Το ρύζι και το σιτάρι, δύο από τις βασικότερες τροφές στον κόσμο, απαιτούν για την παραγωγή τους 200 ώρες εργασίας ενός ατόμου ανά στρέμμα σε περιοχές που δεν χρησιμοποιούνται μηχανήματα. Στις γεωργικά προηγμένες χώρες, όπου χρησιμοποιούνται μηχανήματα, ένα άτομο χρειάζεται λιγότερο από δύο ώρες για την παραγωγή ρυζιού από ένα στρέμμα.

Η εκμηχάνηση της γεωργίας έφερε έμμεσα σημαντικές μεταβολές και σε άλλους τομείς. Κι' αυτό γιατί με την χρησιμοποίηση των μηχανών χλιάδες εργατικά χέρια απελευθερώθηκαν από τη γεωργία και βοήθησαν να αναπτυχθούν άλλοι τομείς της οικονομίας, όπως η βιομηχανία, οι τέχνες κλπ. Πολλές φορές γεννάται το ερώτημα σε ποιο βαθμό τα διάφορα κράτη θα μπορούσαν να αυξήσουν την εκμηχάνηση της γεωργίας. Η απάντηση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Εκεί όπου υπάρχουν άφθονα εργατικά χέρια και περιορισμένη καλλιεργήσιμη γη και η απόδοση ανά στρέμμα είναι σπουδαιότερη από ό,τι η απόδοση κατά κεφαλή, η ανάγκη εκμηχανήσεως της γεωργίας είναι μικρότερη. Το ίδιο συμβαίνει και εκεί όπου η ανάπτυξη της βιομηχανίας είναι περιορισμένη και δεν θα μπορούσε να

προσφέρει εργασία σ' αυτούς που θα εκτόπιζαν τα γεωργικά μηχανήματα. Θα πρέπει εξάλλου να βρην ξεχνούμε ότι για την αγορά των γεωργικών μηχανημάτων πρέπει να είναι διαθέσιμο και το σχετικό κεφάλαιο. Ακόμα όμως πιο σημαντικός παράγοντας για την επιτάχυνση και το μέγεθος της εκμηχανήσεως είναι το μορφωτικό επίπεδο των αγροτών. Ο χειριστής ενός μηχανήματος πρέπει να είναι σε θέση να διαβάζει και να αντιλαμβάνεται τις οδηγίες χειρισμού των μηχανημάτων.

Αν λάβομε υπ' όψη μας ότι και σήμερα τα 9/10 περίπου της παγκόσμιας γεωργίας ασκούνται με τη μυική δύναμη των ανθρώπων και των ζώων, είναι βέβαιο ότι τα γεωργικά μηχανήματα θα προσφέρουν ακόμα πολλά στην αύξηση της αποδοτικότητας στη γεωργία.

#### 11.4 Η δυναμικότητα της γεωργίας και του γεωργικού πληθυσμού.

Η Ελληνική γεωργία έχει δώσει πολλά δείγματα του δυναμισμού του έμψυχου υλικού της, με τη μεγάλη πρόοδο που πραγματοποίησε στον τομέα της τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα καλύφθηκαν οι ανάγκες της χώρας σε προϊόντα που ευνοούνται από το κλίμα της, με παράλληλη αύξηση των εξαγωγών στα προϊόντα της κατηγορίας αυτής. Η πρόοδος αυτή της ελληνικής γεωργίας, που φαίνεται στον πίνακα 11.4.1 πραγματοποιήθηκε με ταυτόχρονη μείωση του γεωργικού πληθυσμού.

##### **ΠΙΝΑΚΑΣ 11.4.1.**

**Η γεωργική παραγωγή στην Ελλάδα των κυριότερων καλλιέργειών κατά τα έτη 1935 και 1974 (σε χιλιάδες τόννους).**

Καλλιέργεια	1935	1974
Σιτάρι	767	2000
Κριθάρι	197	920
Καλαμπόκι	254	594
Ρύζι	4	103
Καπνός	61	86
Βαμβάκι	44	333
Μηδική	86	2220
Πατάτες	146	808
Σουλτανίνα	28	83
Κρασί	373	555
Λάδι	113	215
Εσπεριδοειδή	52	654
Μήλα	8	200

Η μετακίνηση αυτή του γεωργικού πληθυσμού και η αλλαγή στην κοινωνική δομή των αγροτών κατακρίθηκε από πολλούς. Τι σημαίνει όμως μετακίνηση του πληθυσμού από το χωριό στην πόλη, από την γεωργική παραγωγή στην βιομηχανική παραγωγή; Πρώτα απ' όλα δεν πρέπει να παραβλέπουμε το γεγονός ότι το κτήμα

ενός γεωργού, η επιχείρηση ενός άλλου ανθρώπου, το σχολείο, το ποδήλατο του παιδιού, το σπίτι μας και η βρύση, είναι όλα ένα μέρος του πλούτου και της παραγωγικότητας του έθνους. Η περιουσία του καθενός συμβάλλει στο σύνολο, που χωρίς αυτήν ο καθένας μας θα ήταν φτωχός. Ένας υποαπασχολούμενος παραγωγός σ' ένα κτήμα έχει μικρότερη αξία για την κοινωνία, τον εαυτό του και τους άλλους γεωργούς, από ότι αν ήταν παραγωγικότερος οπουδήποτε αλλού. Η αλλαγή της εργασίας και του τρόπου ζωής ενός ανθρώπου είναι πολλές φορές δύσκολη. Ιδιαίτερα, όταν η αλλαγή αυτή γίνει παρά την επιθυμία του αγρότη, οπότε δεν είναι μόνο δύσκολη αλλά καμιά φορά και οδυνηρή. Συχνά όμως οι αλλαγές αυτές οδηγούν τελικά στη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων αυτών και στην ευτυχία τους.

Εφόσον η γεωργία και η οικονομία της χώρας μας συνεχίσουν τη δυναμική τους πορεία, πολλοί άνθρωποι θα αλλάξουν εργασία, περιβάλλον κλπ., για να βελτιώσουν τη θέση τους. Οι αλλαγές αυτές θα συντελέσουν στη βελτίωση της ζωής σ' ολόκληρο τον ελληνικό χώρο. Θα έχομε αύξηση της αποδοτικότητας και γενικότερα αύξηση του εθνικού πλούτου και της παραγωγής.

### 11.5 Βελτίωση των συνθηκών διαβιώσεως της γεωργικής οικογένειας.

Η εκμηχάνηση της γεωργίας συνέβαλε πολύ στη βελτίωση των συνθηκών διαβιώσεως στο γεωργικό σπίτι. Ολόκληρη η οικογένεια έχει περισσότερο χρόνο για ψυχαγωγία, περισσότερες ανέσεις και καλύτερη εκπαίδευση.

Οι συνθήκες διαβιώσεως στο γεωργικό σπίτι είναι καλύτερες σε περιοχές, όπου έχουν γίνει μεγάλες επενδύσεις σε σύγχρονα γεωργικά μηχανήματα. Ένας προσδευτικός γεωργός γνωρίζει ότι ο ασφαλέστερος τρόπος για να αυξήσει το εισόδημά του είναι να περιορίσει το κόστος παραγωγής. Για να το επιτύχει δε αυτό γνωρίζει ότι «τα καλά μηχανήματα κάνουν έναν καλό γεωργό ακόμη καλύτερο».

Οι παππούδες μας, πριν από εκατό χρόνια, είχαν την ίδια γη και το ίδιο κλίμα που έχουμε κι' εμείς σήμερα. Ήταν αναγκασμένοι να εργάζονται όλοι στα χωράφια τους. Σήμερα η ανάπτυξη και η χρησιμοποίηση των γεωργικών μηχανημάτων βοήθησαν να αντληθεί από την τεράστια δεξαμενή της γης ο αδρανής γεωργικός πλούτος και συγχρόνως να ελευθερωθούν χιλιάδες εργατικά χέρια, που με τη σειρά τους βοήθησαν να αναπτυχθούν η βιομηχανία, οι τέχνες, οι επιστήμες και διάφορα άλλα επαγγέλματα.

Από τα παραπάνω φαίνεται πόσο τεράστια είναι η συμβολή των γεωργικών μηχανημάτων στην ανάπτυξη της γεωργίας και έμμεσα σε τόσους άλλους τομείς της παραγωγής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

### ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΟΥΣ

#### 12.1 Ο γεωργικός ελκυστήρας.

##### *α) Γενικά.*

Οι σύγχρονοι γεωργικοί ελκυστήρες είναι το αποτέλεσμα ερευνών και δοκιμών 80 και περισσοτέρων χρόνων. Υποστηρίζεται ότι το 1882 είναι η αρχή τής σύγχρονης περιόδου του γεωργικού ελκυστήρα, όταν δηλαδή τοποθετήθηκε η πρώτη βενζινομηχανή στο πλαίσιο ενός ατμοκίνητου ελκυστήρα (σχ. 10.3ζ). Ο ελκυστήρας του 1882, άν και δεν μπορεί να συγκριθεί με τον σημερινό, χρησιμοποίησε ως κινητήρια δύναμη μία μονοκύλινδρη βενζινομηχανή 20 λίπτων και είχε όλα τα βασικά στοιχεία του σημερινού σύγχρονου γεωργικού ελκυστήρα: δηλαδή ήταν αυτοκίνητος, είχε σύστημα διευθύνσεως, είχε συμπλέκτη για την σύνδεση και αποσύνδεση της κινητήριας δυνάμεως της μηχανής με το σύστημα μεταδόσεως κινήσεως, μπορούσε να έλκει άλλα μηχανήματα και τέλος είχε τροχαλία για την κίνηση άλλων μηχανών. Οι πρώτοι βενζινοκίνητοι ελκυστήρες ήταν επαναστατικά μηχανήματα συγκρινόμενα με τα άλλα μέσα κινητήριας δυνάμεως που υπήρχαν την εποχή εκείνη. Παρ' όλα αυτά μόνο οι βενζινοκίνητοι ελκυστήρες του 1900 ήταν σε θέση να συναγωνισθούν με τους εξελιγμένους τύπους ατμοκινήτων ελκυστήρων της εποχής εκείνης. Οι βενζινοκίνητοι αυτοί ελκυστήρες δεν διέφεραν πολύ στην εμφάνιση από τους ατμοκίνητους. Ήταν πολύ βαρειάς κατασκευής με τετράχρονες μονοκύλινδρες μηχανές. Σε σύγκριση με τους ατμοκίνητους ήταν καλύτεροι κατά την εκκίνηση, δεν είχαν ανάγκη από μεγάλες ποσότητες νερού και χρησιμοποιούσαν αποδοτικότερα την καύσιμη ύλη. Στην Ελλάδα εμφανίστηκαν μετά το 1920.

Το 1910 άρχισε η κατασκευή ελαφροτέρων ελκυστήρων και το 1913 εμφανίστηκαν οι πρώτοι μικροί ελκυστήρες με δύο κυλίνδρους μετωπικά τοποθετημένους, σε ένα πλαίσιο με τέσσερις τροχούς. Με την εμπορική κατασκευή των πρώτων ελκυστήρων του τύπου αυτού άρχισε μια νέα περίοδος στην γεωργία.

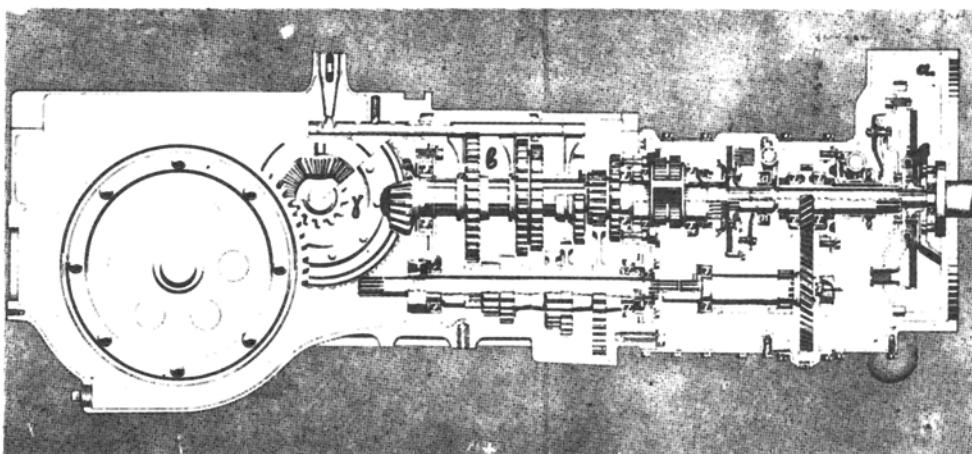
Πολλές βελτιώσεις στην κατασκευή και την εμφάνιση των γεωργικών ελκυστήρων από την εποχή του πρώτου βενζινοκίνητου ελκυστήρα, όπως η υδραυλική ανύψωση, η βελτίωση του συστήματος δίευθύνσεως, ο μεγαλύτερος αριθμός ταχυτήτων, η ηλεκτρική εκκίνηση της μηχανής, η βελτίωση του συστήματος των φρένων, η τελειοποίηση του συστήματος συνδέσεως και αποσυνδέσεως των εργαλείων και των μηχανημάτων κλπ. συνέβαλαν στην αποδοτικότερη χρησιμοποίησή του. Οι βελτιώσεις αυτές αποτελούν σταθμούς στην ιστορία της εξελίξεως του γεωργικού ελκυστήρα.

**β) Τα μέρη του γεωργικού ελκυστήρα.**

— **Μηχανή του γεωργικού ελκυστήρα.**

Η μηχανή είναι το βασικό μέρος του ελκυστήρα και παράγει δύναμη για όλες τις εργασίες που εκτελούνται μ' αυτόν. Όπως και στα αυτοκίνητα, έτσι και στους ελκυστήρες χρησιμοποιούνται μηχανές εσωτερικής καύσεως.

— **Το σύστημα μεταδόσεως της κινήσεως του γεωργικού ελκυστήρα.** Το σύστημα μεταδόσεως της κινήσεως (σχ. 12.1α) μεταφέρει την δύναμη που παράγει η μηχανή στους διαφόρους κινητήριους μηχανισμούς.



Σχ. 12.1α.

Το σύστημα μεταδόσεως της κινήσεως στον γεωργικό ελκυστήρα. α) Συμπλέκτης. β) Κιβώτιο ταχυτήτων. γ) Διαφορικό.

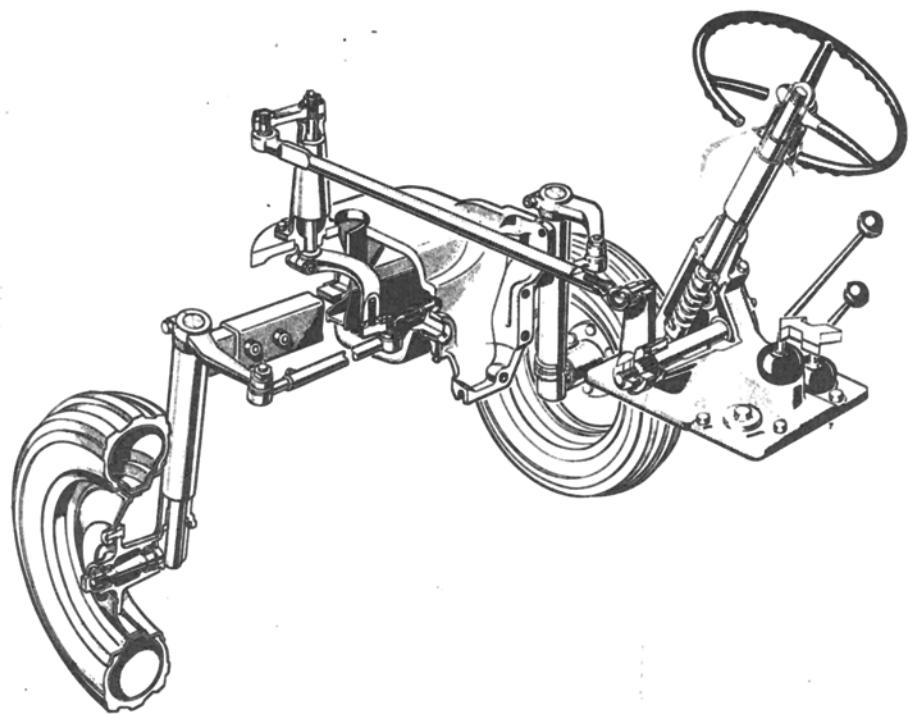
— **Ο συμπλέκτης**, που είναι ένας σύνδεσμος μεταξύ της μηχανής και του συστήματος μεταδόσεως της κινήσεως, συνδέει και αποσυνδέει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων.

— **Το κιβώτιο ταχυτήτων**, περιέχει αριθμό αξόνων και οδοντωτών τροχών που εμπλέκονται με την κίνηση ενός μοχλού κατά την επιθυμία του χειριστή. Ο συνδυασμός των γραναζιών που εμπλέκονται μεταξύ τους καθορίζει κάθε μπροστινή ή δύπισθεν ταχύτητα.

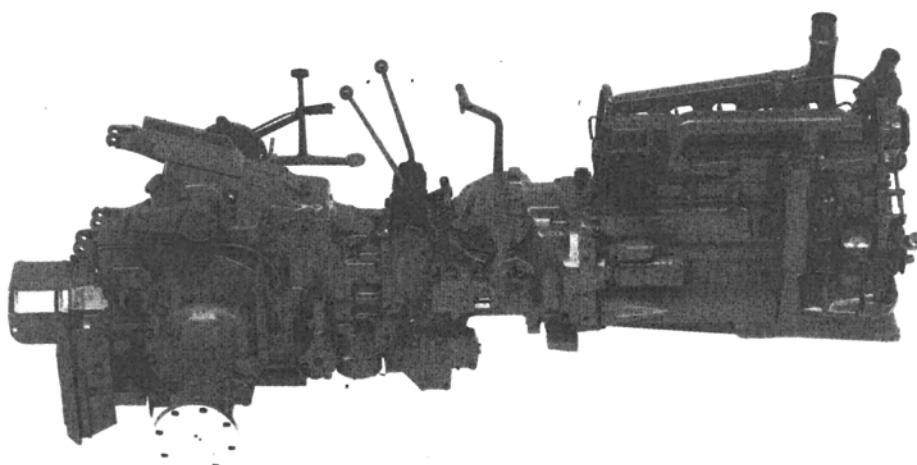
— **Το διαφορικό** είναι σύνολο γραναζιών με ειδική διάταξη και τοποθέτηση, τα οποία μεταφέρουν τη δύναμη από το κιβώτιο ταχυτήτων στους τροχούς υπό γωνία. Κατά τις στροφές το διαφορικό επιτρέπει στους τροχούς να περιστρέφονται με διαφορετική ταχύτητα για να μπορέσει ο ελκυστήρας να πραγματοποιήσει την στροφή.

— **Το σύστημα οδήγησεως** (σχ. 12.1β).

Στους τροχοφόρους ελκυστήρες για την αλλαγή της κατευθύνσεως επεκράπτεται ο μεταλλικός τροχός με πλαστική επένδυση, γνωστό ως τιμόνι (σχ. 12.1β). Στην οδήγησή τους βοηθούν τα φρένα, όσο και ένας μηχανισμός με υδραυλικό σύστημα (κυρίως στους μεγάλους συγχρόνους ελκυστήρες), που καθιστά την οδήγηση ακόμη ευκολότερη.



**Σχ. 12.1β.**  
Το σύστημα οδηγήσεως του γεωργικού ελκυστήρα.



**Σχ. 12.1γ.**  
Ο κορμός τόν γεωργικού ελκυστήρα.

### **— Το σύστημα των φρένων.**

Ο μηχανισμός των φρένων είναι απαραίτητος για τον έλεγχο του ελκυστήρα σε κατωφέρεις για την ακινητοποίησή του, και όταν εργάζεται εν στάσει, για να ακινητοποιηθεί ο ένας από τους δύο κινητήριους τροχούς του, όταν πραγματοποιούμε απότομη στροφή.

### **— Ο κορμός του ελκυστήρα (πλαίσιο).**

Είναι ο πυρήνας στον οποίον στηρίζονται οι κινητήρες, το σύστημα μεταδόσεως της κινήσεως και οι μηχανισμοί οδηγήσεως και φρένων ως και άλλα εξαρτήματα του ελκυστήρα. Ονομάζεται και πλαίσιο, αν και δεν πρόκειται περί πλαισίου διαφέρει δε πολύ στο σημείο αυτό ο ελκυστήρας από το αυτοκίνητο (σχ. 12.1γ).

### **γ) Τύποι γεωργικών ελκυστήρων.**

Ένας ελκυστήρας κατασκευασμένος για να έλκει μεγάλα μηχανήματα, είναι επόμενο να μη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οπωρώνες, όπου μας ενδιαφέρει η ευελιξία, το χαμηλό ύψος και το ομαλό σχήμα του ελκυστήρα. Τα καλλιεργούμενα φυτά, εξ άλλου, έχουν πολλές φορές διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τον τρόπο καλλιέργειας του εδάφους τους.

Αλλά και τα εδάφη διαφέρουν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να διαφέρει ο τύπος του ελκυστήρα ανάλογα με την Περίπτωση. Έτσι χρειάσθηκε να κατασκευασθούν ελκυστήρες διαφόρων τύπων, τους οποίους θα μπορούσαμε απλά να τους κατατάξουμε.

1) Ανάλογα με τα μέσα προώσεως τους, σε ελκυστήρες:

- τροχοφόρους (τρίτροχους ή τετράτροχους).
- ερπιστριοφόρους ελκυστήρες.

2) Ανάλογα με την χρήση τους, σε ελκυστήρες:

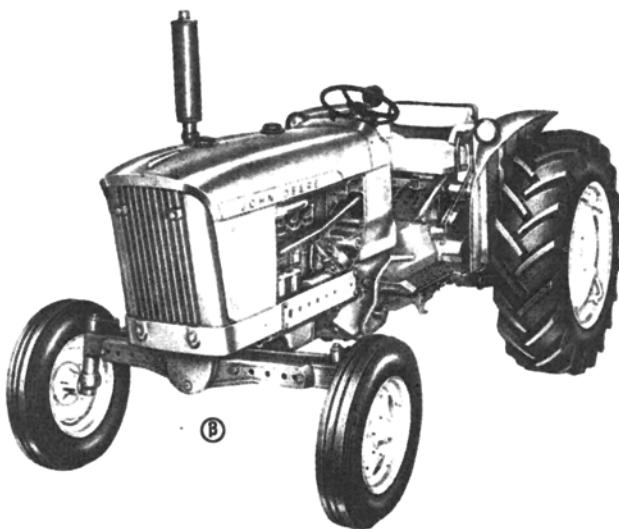
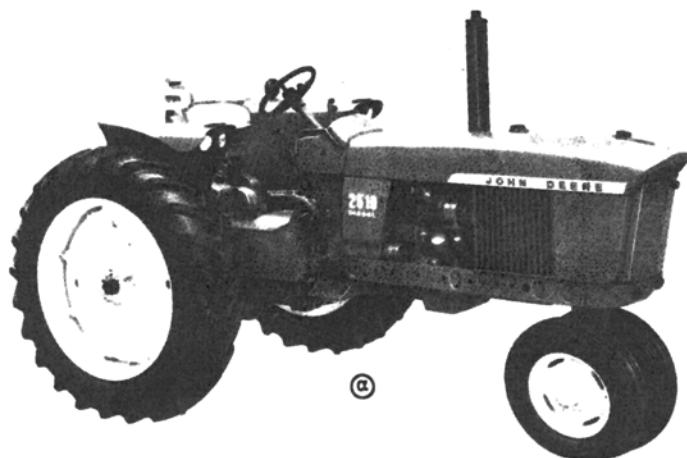
- σταθερού τύπου.
- γραμμικών καλλιεργειών.
- δενδροκομικούς.
- κηπευτικούς.

### **— Τροχοφόροι ελκυστήρες.**

Ο ελκυστήρας που κινείται με τροχούς είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος για γεωργικές εργασίες. Οι ελκυστήρες αυτοί έχουν τρεις ή τέσσερις τροχούς (σχ. 12.1δ). Οι πρώτοι ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών ήταν τρίτροχοι, δηλαδή με δύο οπίσθιους τροχούς και ένα μπροστινό, απλό ή δίδυμο. Στους τρίτροχους και τετράτροχους ελκυστήρες οι κινητήριοι τροχοί, κατά κανόνα, τοποθετούνται σε μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους απ' ό,τι στους συνηθισμένους τετράτροχους ελκυστήρες, για να εξασφαλίζουν σταθερότητα σε επικλινή εδάφη. Ο τετράτροχος ελκυστήρας είναι σταθερότερος και πιο άνετος στην οδήγησή του.

### **— Ερπιστριοφόροι ελκυστήρες.**

Οι ελκυστήρες με ερπύστριες (σχ. 12.1ε) είχαν περιορισμένη χρήση στη γεωργία μέχρι τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο. Τα άρματα μάχης, που κατασκευάσθηκαν την εποχή εκείνη, με την επιτυχημένη μετακίνησή τους στα πεδία της μάχης, απέδειξαν με τον καλύτερο τρόπο ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία και για ορισμένες γεωργικές εργασίες. Τα βασικά πλεονεκτήματά τους είναι ότι: συμπιέζουν το έδαφος λιγότερο σε σύγκριση με τους τροχοφόρους



**Σχ. 12.15.**

Τροχοφόροι γεωργικοί ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών. α) Τρίτροχος. β) Τετράτροχος.

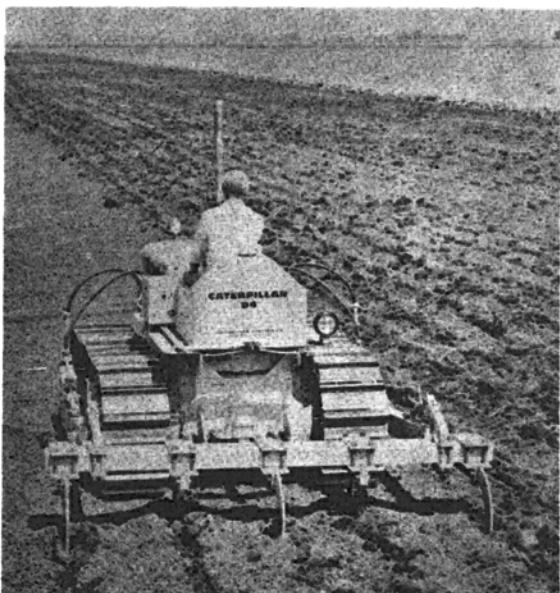
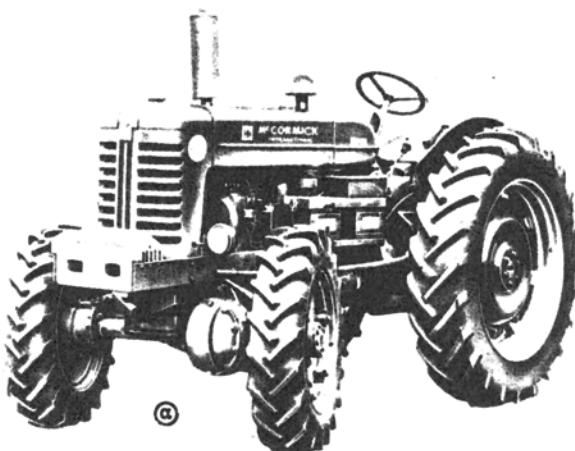
ελκυστήρες, γιατί έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής; έχουν μεγάλη σταθερότητα, γιατί το κέντρο βάρους τους βρίσκεται χαμηλά· παρουσιάζουν καλύτερη πρόσφυση στο έδαφος (γλυστρούν λιγότερο) και μπορούν να εργασθούν ικανοποιητικά σε υγρά, ανώμαλα, τυρφώδη, αμμώδη και χορταριασμένα εδάφη.

Οι ελκυστήρες αυτοί δε προσφέρονται για μεταφορές, γιατί αναπτύσσουν μικρή ταχύτητα και προκαλούν φθορές κατά την μετακίνησή τους σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους.

**— Γεωργικοί ελκυστήρες σταθερού τύπου.**

Οι ελκυστήρες αυτοί είναι τροχοφόροι ή ερπιστριοφόροι (σχ. 12.1ε), με δύο ή τέσσερες κινητήριους τροχούς και με μικρό ελεύθερο ύψος. Η απόσταση μεταξύ των τροχών τους δεν μπορεί να ρυθμιστεί για να ανταποκριθεί στο πλάτος των διαφόρων γραμμικών καλλιεργειών.

Επειδή όμως οι ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών με ρυθμιζόμενη απόσταση μεταξύ των τροχών μπορούν να κάνουν τις ίδιες δουλειές και επί πλέον είναι πιο εύελικτοι, έχουν εκτοπίσει τους ελκυστήρες αυτούς.



•Σχ. 12.1ε.

Γεωργικοί ελκυστήρες σταθερού τύπου. α) Τροχοφόρος. β) Ερπιστριοφόρος.

**— Γεωργικοί ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών.**

Οι ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών κατασκευάζονται με μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος και με δυνατότητα ρυθμίσεως του πλάτους μεταξύ των κινητηρίων τροχών. Γιαυτό οι ελκυστήρες του τύπου αυτού εκτόπισαν σχεδόν τους ελκυστήρες σταθερού τύπου. Μερικοί ελκυστήρες του τύπου αυτού διαθέτουν τρεις αντί τέσσερες τροχούς, δηλαδή δύο πίσω και ένα εμπρός, απόλο ή δίδυμο (σχ. 12.1δ). Έχουν έτσι το πλεονέκτημα να ελίσσονται εύκολα και το μειονέκτημα να ανατρέπονται ευκολότερα σε επικλινή εδάφη και σε απότομες στροφές, όταν ιδίως κινούνται με μεγάλη ταχύτητα.

Οι ελκυστήρες γραμμικών καλλιεργειών με τέσσερες τροχούς είναι σταθερότεροι και προσφέρουν μεγαλύτερη άνεση στον χειριστή (σχ. 12.1δ).

**— Δενδροκομικοί ελκυστήρες.**

Σχεδόν όλοι οι γεωργικοί ελκυστήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οπωρώνες, εάν οι αποστάσεις μεταξύ των δένδρων και το ύψος των κλαδιών τους το επιτρέπουν. Άλλα όταν ο οπωρώνας αποτελεί το κυριότερο μέρος μιας γεωργικής εκμεταλλεύσεως, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται ελκυστήρες ειδικά κατασκευασμένοι για το σκοπό αυτό (σχ. 12.1στ).

Οι διαστάσεις των ελκυστήρων αυτών έχουν περιορισθεί στο ελάχιστο και τα εξαρτήματα που προεξέχουν καλύπτονται με μεταλλικούς προφυλακτήρες, για να αποφεύγονται οι τραυματισμοί των δένδρων.

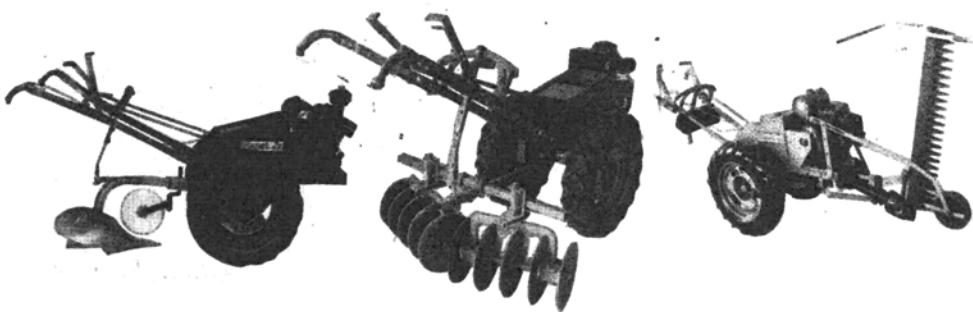


**Σχ. 12.1στ.**  
Τροχοφόρος γεωργικός ελκυστήρας οπωρώνων.

**Σχ. 12.1ζ.**

Κηπευτικοί ελκυστήρες. α) Μικρού μεγέθους. β) Μέσου μεγέθους. γ) Μεγάλου μεγέθους.

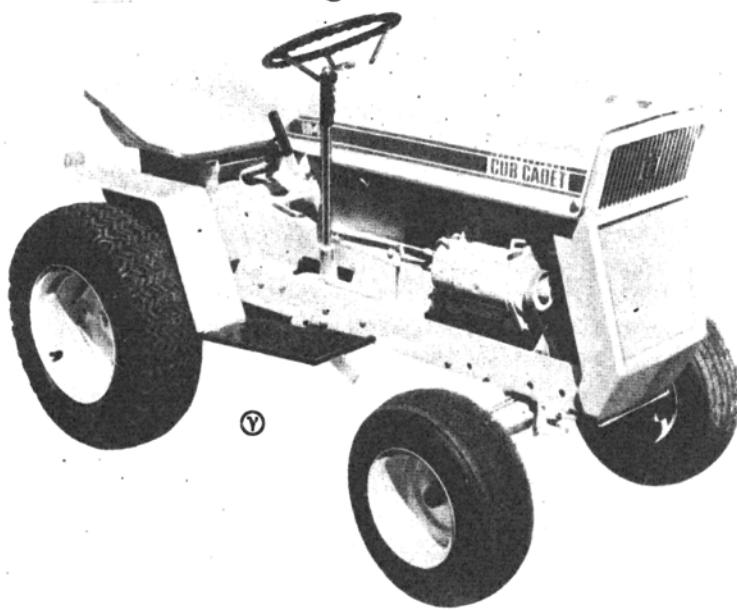
→



④



⑤



⑥

### — Κηπευτικοί ελκυστήρες.

Οι κηπευτικοί ελκυστήρες είναι από τις μικρότερες μηχανές που κατασκευάζονται. Η χρήση τους περιορίζεται σε κήπους ή σε μικρά κτήματα. Κατασκευάζονται σε τρία μεγέθη: μικρό, μεσαίο, και μεγάλα μέγεθος (σχ. 12.1ζ). Οι περιστροφικές σκαπτικές μηχανές, που λέγονται και φρέζες, είναι ένας ειδικός τύπος κηπευτικού ελκυστήρα, ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως για να προετοιμάσει ένα καλοψιλοχωματισμένο σπορείο και για την ανάμιξη της οργανικής ουσίας με το έδαφος. Σήμερα κατασκευάζονται κηπευτικοί ελκυστήρες σε μεγάλη ποικιλία, αλλά όλοι ανήκουν σε μια από τις παραπάνω τρεις κατηγορίες. Κάθε ελκυστήρας συνοδεύεται και από εργαλεία όπως άροτρα, σπαρτικές μηχανές, σκαλιστήρια, διάφορες σβάρνες, αυλακωτήρες, χορτοκοπτικές μηχανές, ισοπεδωτές και δισκοπρίονα για την κοπή έλιων.

### δ) Στοιχεία αποδόσεως του γεωργικού ελκυστήρα.

Από στατιστικά στοιχεία φαίνεται ότι το 1961 η αναλογία μεταξύ αγροτών και ελκυστήρων στην Ελλάδα ήταν 74 προς 1, για να ανέλθει το 1971 σε 13 προς 1. Από τα στοιχεία αυτά γίνεται φανερό ότι οι 'Ελληνες αγρότες αγοράζουν όλο και περισσότερους ελκυστήρες. Το ερώτημα που ακολουθεί αμέσως μετά από ένα τέτοιο συμπέρασμα είναι αν οι αγρότες αγοράζουν τους ελκυστήρες που πρέπει και όσους πρέπει. Και αυτό γιατί συνηθίζεται από τους 'αγρότες μας να αγοράζουν ελκυστήρες μεγαλύτερης ισχύος από εκείνη που πραγματικά τους χρειάζεται. Είναι ευνόητο ότι αυτό είναι αντιοκονομικό· συμφέρει μόνον όταν οι αγρότες απασχολούν τους ελκυστήρες τους αυτούς και σε χωράφια άλλων συγχωριανών τους.

Οι ελκυστήρες προσφέρουν τη δύναμή τους με διάφορους τρόπους. Σε μια σιλοκοπτική μηχανή π.χ. η ισχύς στην έλξη του ελκύστηρα χρησιμοποιείται για την έλξη της μηχανής αυτής, η ισχύς στο δυναμοδότη (P.T.O) για την κίνησή της και η ισχύς του υδραυλικού συστήματος στην ανάρτηση χρησιμοποιείται για την ανύψωση του συστήματος παραλαβής των φυτών.

'Ενα σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι αγρότες είναι ο συνδυασμός του γεωργικού ελκυστήρα στο μέγεθος και το είδος των μηχανών, έτσι ώστε όλες οι γεωργικές εργασίες να τελειώνουν στην ώρα τους, με το μικρότερο κόστος. Εάν ο ελκυστήρας είναι πολύ μεγάλος για τα μηχανήματα, το κόστος εργασίας θα είναι επίσης μεγάλο. Εάν τα μηχανήματα που εκλέξαμε είναι πολύ μεγάλα για τον ελκυστήρα, τόσο η ποιότητα όσο και η ποσότητα της εργασίας μπορούν να περιορισθούν ή ο ελκυστήρας να υπερφορτώνεται και να προκαλούνται σ' αυτόν δαπανηρές βλάβες. Οι κυριότεροι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εκλογή των ελκυστήρων είναι το σύνολο των στρεμμάτων που έχει και το μέγεθος των αγροτεμαχίων, η τοπογραφία του εδάφους, το είδος των καλλιεργουμένων φυτών και της γεωργικής εκμεταλλεύσεως.

Ο κάθε αγρότης πρέπει να κάνει επομένως ορισμένες σκέψεις και υπολογισμούς πριν αγοράσει ένα ελκυστήρα, ώστε να είναι σίγουρος ότι αγοράζει εκείνον που πραγματικά χρειάζεται και όχι μικρότερο ή μεγαλύτερο. Πολλές φορές είναι απαραίτητο οι γεωργοί μας να απευθύνονται στον γεωπόνο της περιοχής τους γιά να πάρουν την συμβουλή του.

## 12.2 Μηχανήματα προετοιμασίας του εδάφους για σπορά.

### α) Γενικά.

Οι διάφορες καλλιεργητικές εργασίες του εδάφους ενδιαφέρουν τους αγρότες που ασχολούνται με την παραγωγή φυτικών προϊόντων. Ορισμένες από τις εργασίες αυτές είναι απλές, άλλες όμως είναι πολύπλοκες και δαπανηρές. Οι τελευταίες αυτές έγιναν πιο απλές με τη χρησιμοποίηση των γεωργικών μηχανημάτων.

Ειδικότερα, οι καλλιεργητικές εργασίες για την προετοιμασία του εδάφους πριν από τη σπορά είναι γνωστές από τα πολύ παλιά χρόνια. Πολύ νωρίς δηλαδή ο άνθρωπος ανακάλυψε ότι το ανακάτεμα του εδάφους πριν από τη σπορά βελτίωνε τις συνθήκες για το φύτρωμα του σπόρου και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού. Η γνώση αυτή και η εφαρμογή της οδήγησε στην εφεύρεση του αρότρου.

Η προετοιμασία της σποροκλίνης περιλαμβάνει μια σειρά καλλιεργητικών εργασιών, που συχνά είναι πολλές αλλά απαραίτητες. Η προετοιμασία αυτή του εδάφους μπορεί να περιλαμβάνει το κόψιμο των στελεχών της προηγούμενης καλλιέργειας, το δισκοσβάρνισμα πριν από το όργωμα, το όργωμα, το σβάρνισμα, το κυλίνδρισμα κ.ά. Η έρευνα απέδειξε ότι η συμπίεση του εδάφους από τους τροχούς των μεγάλων μηχανημάτων μπορεί να είναι επιζήμια στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών.

Εκτός από τις παραπάνω εργασίες, ίσως χρειάζεται ακόμη υπεδάφια καλλιέργεια καθώς και διασκόρπιση των λιπασμάτων.

### β) Τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία στην προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά.

Τα εργαλεία αυτά κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: στα εργαλεία κύριας κατεργασίας και στα εργαλεία δευτερεύουσας κατεργασίας του εδάφους.

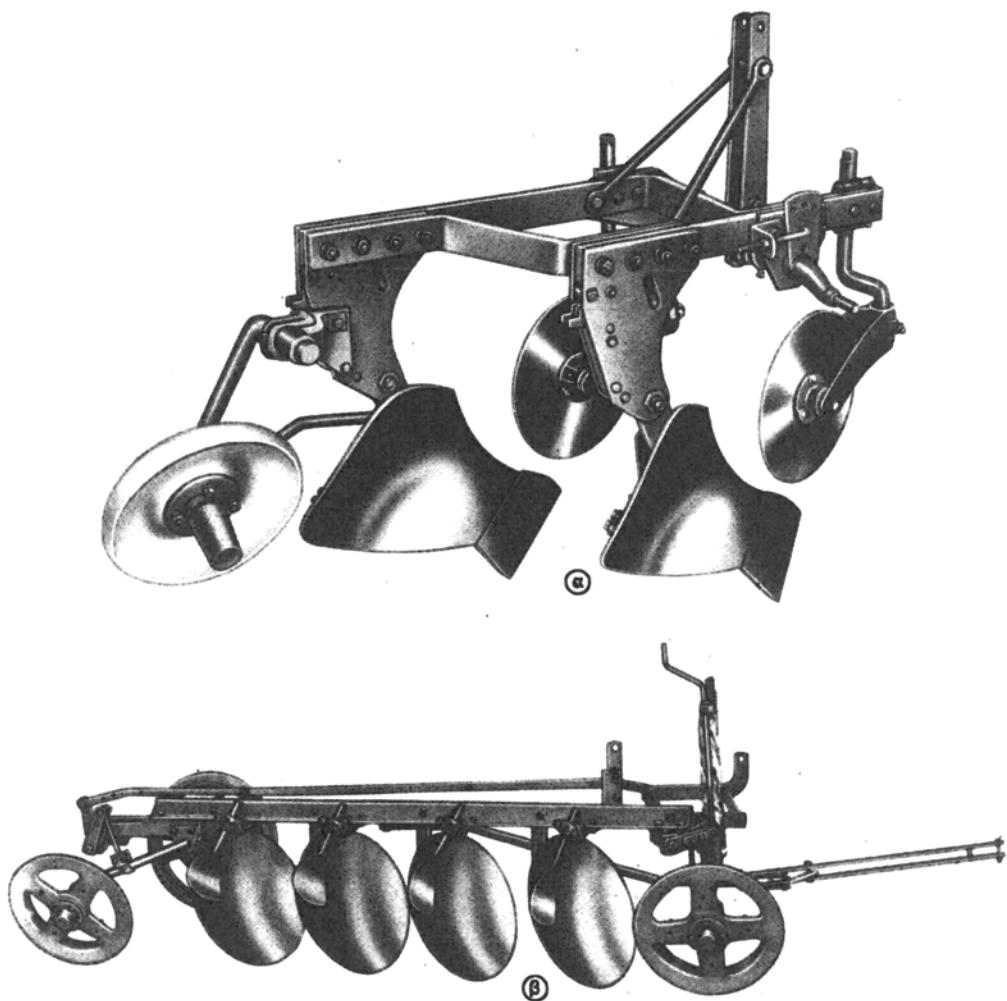
Τα εργαλεία για την κύρια κατεργασία του εδάφους είναι: το άροτρο (υνάροτρο ή δισκάροτρο), το πολύδισκο, ο εδαφοσχίστης και υπεδαφοκαλλιεργητής, το περιστροφικό άροτρο (φρέζα) και ο αυλακωτήρας.

Τα εργαλεία για τη δευτερεύουσα κατεργασία του εδάφους είναι αυτά που ψυλοχωματίζουν και ισοπεδώνουν το έδαφος ακόμα περισσότερο. Στα εργαλεία αυτά περιλαμβάνονται: η δισκοσβάρνα, η ελατηριωτή σβάρνα, η οδοντωτή σβάρνα, η σβάρνα με μακριά δόντια και οι κύλινδροι.

#### —Το άροτρο.

Τα άροτρα είτε είναι υνάροτρα, είτε δισκάροτρα (12.2α), μπορεί να είναι: **Φερόμενα** δηλαδή το άροτρο είναι συνδεδεμένο σταθερά με τον ελκυστήρα και αποτελεί πρόεκτασή του. β) **Συρόμενα** δηλαδή το άροτρο στηρίζεται σε δικούς του τροχούς τόσο κατά τη μεταφορά του όσο και κατά την εργασία του στο χωράφι, ενώ ο ελκυστήρας χρησιμεύει μόνο για την έλξη του αρότρου και **ημιφερόμενα** (σχ. 12.2β), δηλαδή μέρος από το βάρος του αρότρου στηρίζεται σε δικό του τροχό και μέρος στον ελκυστήρα τόσο κατά την μεταφορά του όσο και κατά την εργασία του στο χωράφι.

Τα φερόμενα άροτρα είναι τα πιο συνηθισμένα, διότι είναι πιο ευέλικτα,



Σχ. 12.2α.

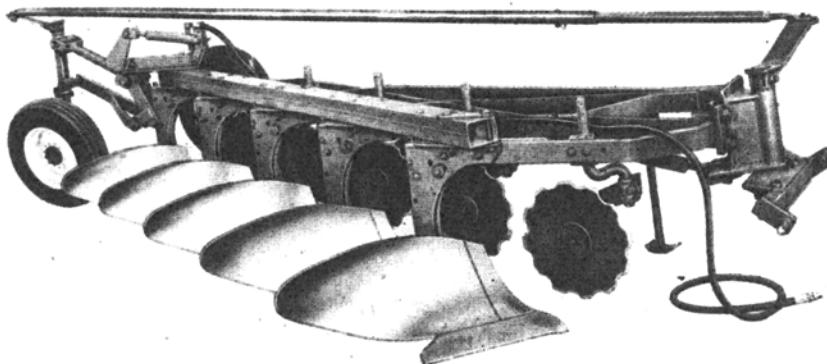
α) Φερόμενο υνάροτρο με δύο υνία. β) Συρόμενο δισκάροτρο με τέσσερις δίσκους.

στοιχίζουν λιγότερο, το κόστος συντηρήσεώς τους είναι μικρότερο και το βάρος του αρότρου στο πίσω μέρος του ελκυστήρα αυξάνει την ελκτική δύναμη του ελκυστήρα.

#### — To πολύδισκο

Το πολύδισκο (σχ. 12.2γ) κατατάσσεται μεταξύ αρότρου και δισκοβάρνας. Φέρει σφαιρικούς δίσκους που είναι μικρότεροι του δισκαρότρου και που στηρίζονται σε ένα κοινό άξονα. Με τους δίσκους αυτούς το έδαφος συνήθως μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται για το κόψιμο και το ανακάτεμα του εδάφους και των φυτικών υπολειμμάτων, χωρίς να ψιλοχωματίζεται

πολύ το έδαφος. Μεγάλο ποσοστό των φυτικών υπολειμμάτων εξακολουθούν να προεξέχουν από την επιφάνεια του καλλιεργημένου αγρού, με αποτέλεσμα να προστατεύεται το έδαφος από την διάβρωση.



**Σχ. 12.2β.**

Ημιφερόμενο υνάροτρο με πέντε υνία.

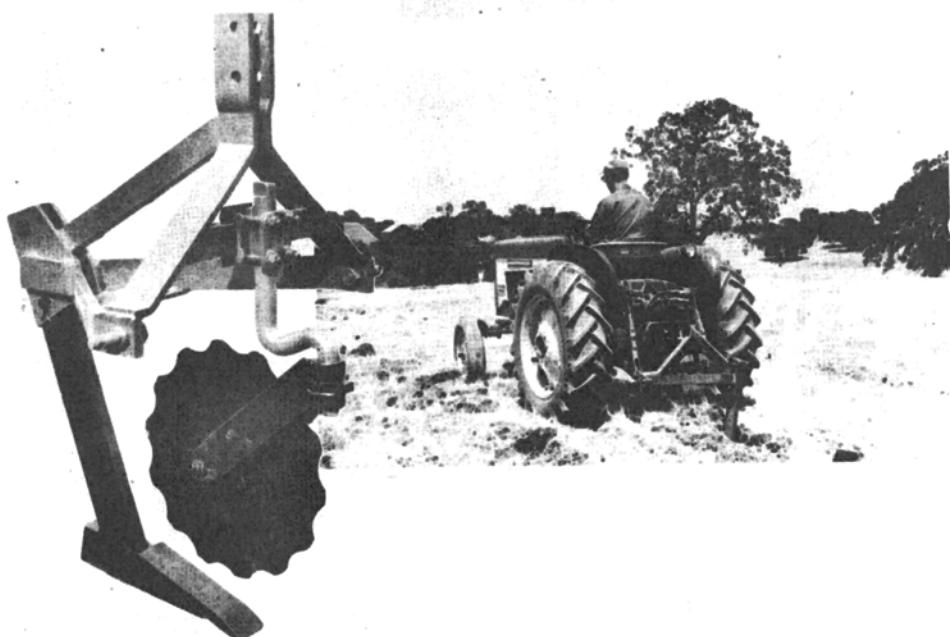


**Σχ. 12.2γ.**

Πολύδισκο εργαζόμενο σε αργό που καλλιεργήθηκε με σιτηρά.

**— Εδαφοσχίστης — Υπεδαφοκαλλιεργητής.**

Οι εδαφοσχίστες (σχ. 12.2δ) χρησιμοποιούνται για να σπάζουν το αδιαπέραστο στρώμα του εδάφους που σχηματίζεται κάτω από το συνηθισμένο βάθος κατεργασίας του εδάφους με τα áροτρα. 'Όταν το έδαφος είναι ξηρό και σκληρό, με την υπεδάφεια καλλιέργεια σπάζει το αδιαπέραστο αυτό στρώμα, που έχει δημιουργηθεί λόγω της συμπιέσεως του εδάφους από τα γεωργικά μηχανήματα κατά την κίνησή τους στο χωράφι. 'Έτσι το νερό από τη βροχή και τα χιόνια διεισδύει ευκολότερα στο έδαφος και δεν χάνεται με την επιφανειακή απορροή. Επίσης με την υπεδάφεια καλλιέργεια αερίζεται το έδαφος και «ενθαρρύνονται» οι ρίζες των φυτών να αναζητήσουν την διαθέσιμη υγρασία και τα θρεπτικά συστατικά σε βαθύτερα στρώματα.



**Σχ. 12.2δ.**

Υπεδαφοκαλλιεργητής. Χρησιμοποιείται το καλοκαίρι και χαλαρώνει το υπέδαφος.

**— Περιστροφικά áροτρα (Φρέζες).**

Τα περιστροφικά σκαπτικά χρησιμοποιούνται τόσο για την προετοιμασία του εδάφους για σπορά όσο και για σκάλισμα μετά το φύτρωμα των φυτών. Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται μικρά χειροκίνητα σκαπτικά, συνήθως σε λαχανόκηπους, ή μεγαλύτερου μεγέθους σκαπτικά με κατάλληλη διάταξη των λεπίδων τους για το σκάλισμα γραμμικών καλλιέργειών (σχ. 12.2ε). Τα μεγάλα περιστροφικά áροτρα συνήθως χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία μεγάλων εκτάσεων για σπορά, περνώντας μια φορά μόνο πάνω από το χωράφι (σχ. 12.2στ). Με τού τρόπο αυτό περιορίζομε την συμπίεση του εδάφους, αλλά εάν δεν χρησιμοποιηθούν



Σχ. 12.2ε.

Περιστροφικό σκαπτικό. Χρησιμοποιείται για το σκάλισμα γραμμικών καλλιεργειών.

σωστά, με το υπερβολικό ψιλοχωμάτισμα που κάνουν, μπορεί να καταστρέψουν τη δομή του εδάφους, με αποτέλεσμα με τις πρώτες βροχές να σχηματισθεί κρούστα στην επιφάνειά του και τα νερά να λιμνάζουν στην επιφάνεια ή να φύγουν μακριά από το χωράφι λόγω της επιφανειακής απορροής.

#### **— Ο αυλακωτήρας.**

Ο αυλακωτήρας είναι ένα διπλό άροτρο, με δύο υνία και δύο αναστρεπτήρες (σχ. 12.2ζ). Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται όχι μόνο για να ανοίγει αυλάκια, αλλά συγχρόνως και για σπορά, είτε στον πυθμένα της αυλακιάς είτε επάνω στο σαμάρι.

#### **Η δισκοσβάρνα.**

Η δισκοσβάρνα χρησιμοποιείται περισσότερο από όλα τα εργαλεία που ανήκουν στην κατηγορία αυτή. Εκτός από το ψιλοχωμάτισμα της σποροκλίνης πριν από τη σπορά, συχνά χρησιμοποιείται και πριν από το όργωμα. Η δισκοσβάρνα σπάζει τους σβώλους, ισοπεδώνει το έδαφος, το αερίζει και καταστρέφει τα ζιζάνια κατά την προετοιμασία της σποροκλίνης. Οι δισκοσβάρνες υπάρχουν διαφόρων ειδών (σχ. 12.2η, 12.2θ, 12.2ι).

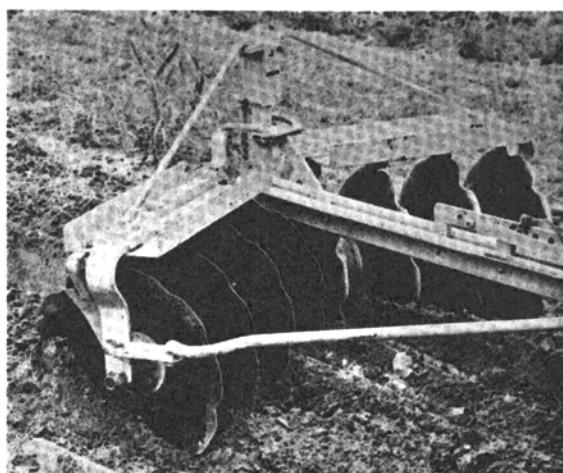


Σχ. 12.2στ.

Περιστροφικό άροτρο βαριάς κατασκευής για την κατεργασία μεγάλων εκτάσεων.



**Σχ. 12.2ζ.**  
Αυλακωτήρες με δύο υνία και δύο αναστρεπτήρες.



**Σχ. 12.2η.**  
Δισκοσβάρνα απλής ενέργειας.



**Σχ. 12.2θ.**  
Δισκοσβάρνα διπλής ενέργειας.

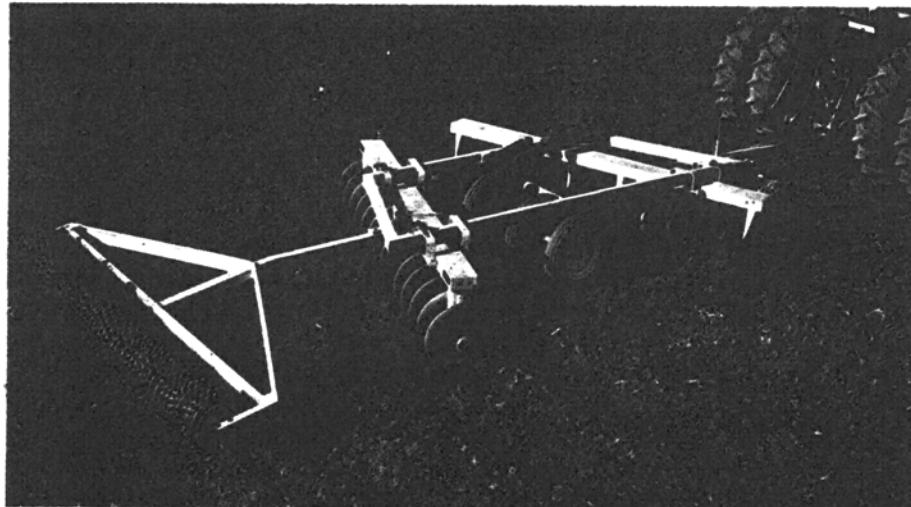


**Σχ. 12.2ι.**  
Δισκοσβάρνα πλάγιας έλξεως.

Οι δισκοσβάρνες χρησιμοποιούνται σχεδόν κάτω από όλες τις εδαφικές συνθήκες. Δισκοσβάρνες για βαριές εργασίες χρησιμοποιούνται σήμερα σαν εργαλεία κύριας κατεργασίας του εδάφους, όπως το δισκοσβάρνισμα των στελεχών του καλαμποκιού και άλλων φυτών με πυκνή βλάστηση πριν από το όργωμα. Αν έχουν αρκετό βάρος, μπορούν να εργασθούν σε εδάφη που είναι αδύνατο να εργασθούν άλλα εργαλεία (σχ. 12.2ια).

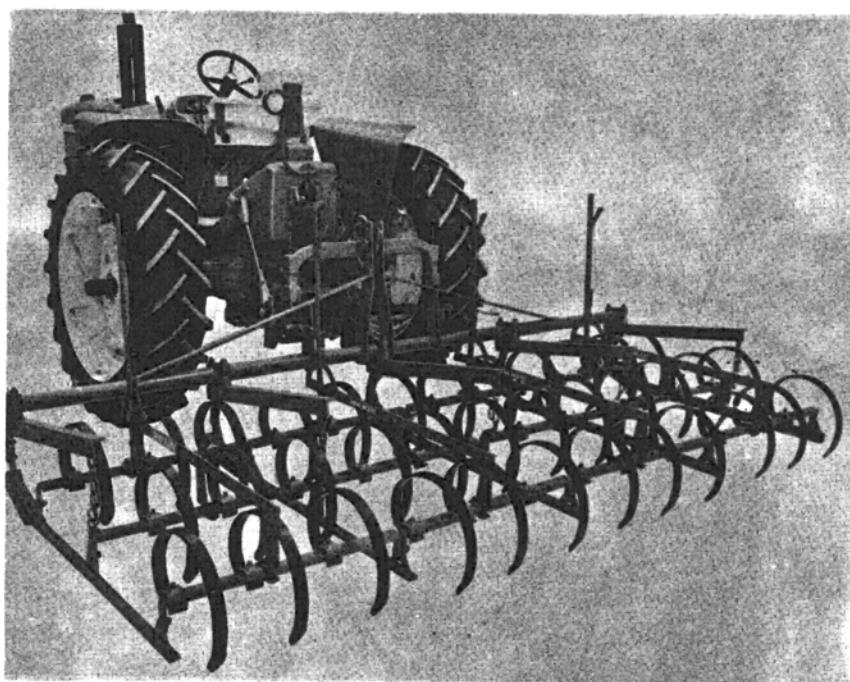
#### — *Η ελατηριωτή σβάρνα.*

Η ελατηριωτή σβάρνα (σχ. 12.2ιβ) αναμοχλεύει το έδαφος σε βάθος 8 - 12 cm. Όταν χρησιμοποιείται αμέσως μετά το όργωμα, σπάζει τους σβώλους και ισοπεδώνει το έδαφος, ετοιμάζοντάς το για σπορά.



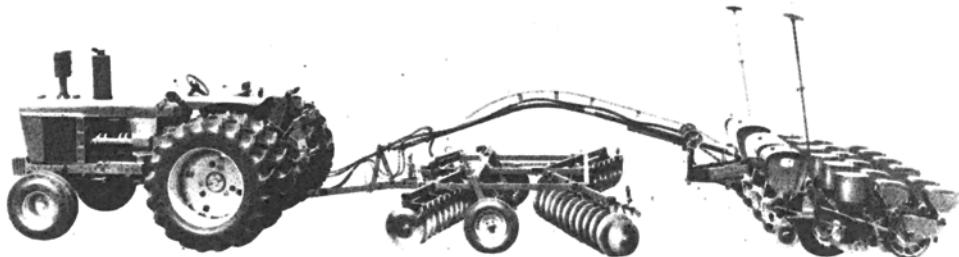
**Σχ. 12.2ια.**

Δισκοσβάρνα για βαριές εργασίες. Χρησιμοποιείται ως εργαλείο κύριας κατεργασίας του εδάφους.



**Σχ. 12.2ιβ.**  
Ελατηριωτή σβάρνα.

Η ελατηριωτή σβάρνα συχνά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τις σπαρτικές μηχανές για την τελική προετοιμασία της σποροκλίνης και την καταστροφή των ζιζανίων (σχ. 12.2ιγ).

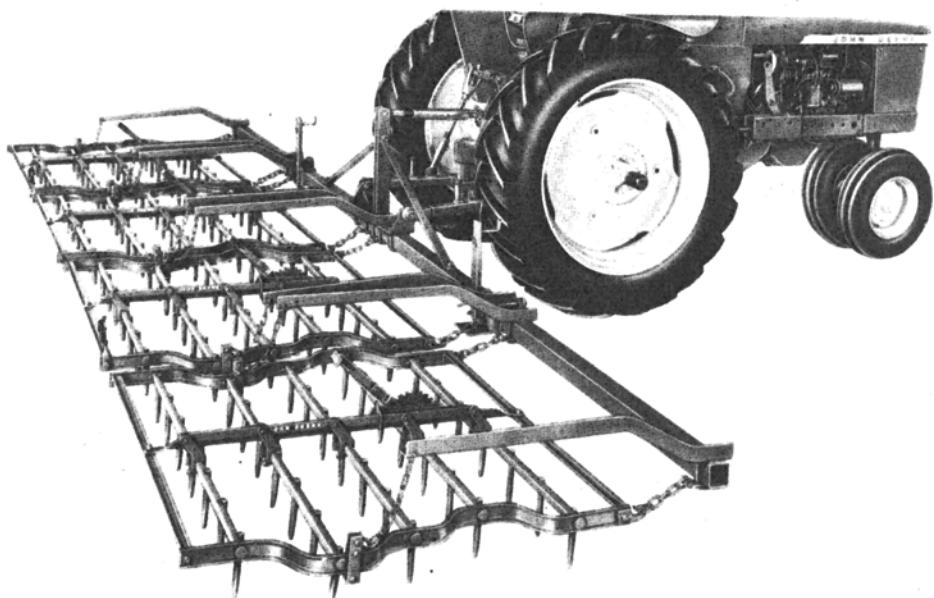


Σχ. 12.2ιγ.

Συνδυασμός ελατηριωτής σβάρνας με σπαρτική μηχανή για την τελική προετοιμασία της σποροκλίνης για σπορά.

**— Η οδοντωτή σβάρνα (με σταθερά δόντια).**

Η οδοντωτή σβάρνα (σχ. 12.2ιδ) χρησιμοποιείται για να σπάζει τους χαλαρούς σβώλους, να καταστρέφει τα μικρά ζιζάνια και να ισοπεδώνει τη σποροκλίνη.

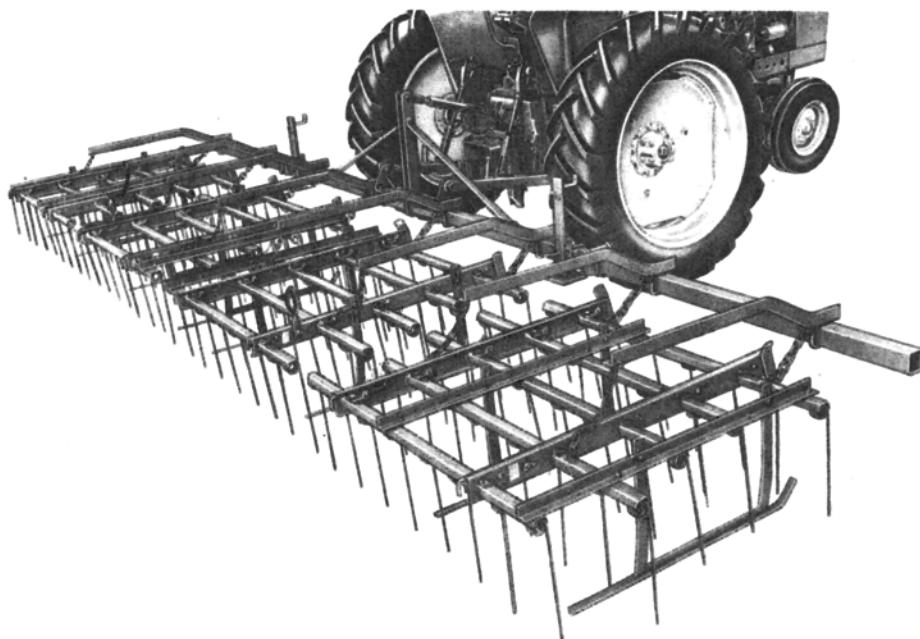


Σχ. 12.2ιδ.

Οδοντωτή σβάρνα με σταθερά δόντια.

**— Σβάρνα με μακριά δόντια.**

Η σβάρνα με μακριά δόντια (σχ. 12.2ιε) είναι παρόμοια στην εμφάνιση και την απόδοση με την οδοντωτή σβάρνα. Τα δόντια της είναι εύκαμπτα, σπάζουν τους σβώλους, λυγίζουν και αποφεύγουν τα εμπόδια, βγάζουν τα ζιζάνια και ισοπεδώνουν το έδαφος.



**Σχ. 12.2ιε.**  
Οδοντωτή σβάρνα με μακριά δόντια.

**— Οι κύλινδροι.**

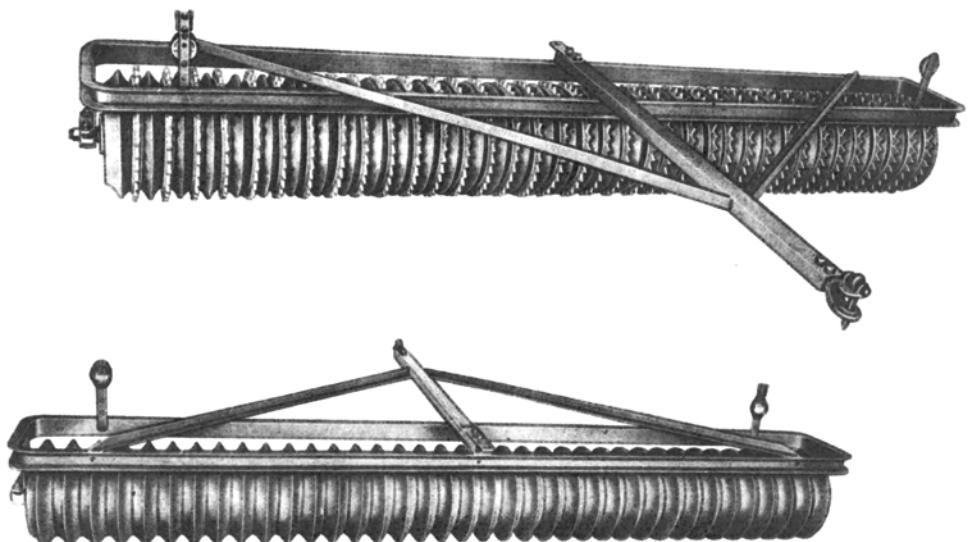
Οι κύλινδροι χρησιμοποιούνται για να σπάζουν την κρούστα του εδάφους, να θρυμματίζουν τους μικρούς σβώλους, να ισοπεδώνουν την επιφάνεια και να φέρνουν σε επαφή τον σπόρο με το χώμα για να βλαστήσει γρηγορότερα.

Ανάλογα με το είδος της εργασίας τους οι κύλινδροι διακρίνονται σε κυλίνδρους που συμπιέζουν την επιφάνεια του εδάφους και σε κυλίνδρους που συμπιέζουν το έδαφος κάτω από την επιφάνειά του. Οι κύλινδροι που συμπιέζουν την επιφάνεια είναι αυλακωτοί με λεία επιφάνεια ή οδοντωτοί (σχ. 12.2ιστ).

**Στοιχεία αποδόσεων των εργαλείων προετοιμασίας του εδάφους για σπορά.**

Η απόδοση των εργαλείων, που χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία του εδάφους για σπορά, εκφράζεται σε στρέμματα ανά ώρα και είναι συνάρτηση της ταχύτητας μετακινήσεως και του πλάτους εργασίας τους. Στην πράη όμως η θεωρητική αυτή απόδοση δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, γιατί επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι οι συνθήκες του χωραφί-

ού, ο τύπος και η κατάσταση συντηρήσεως του μηχανήματος, η οργάνωση της εργασίας, οι καιρικές συνθήκες και η επιδεξιότητα του χειριστή.



Σχ. 12.2ιστ.  
Κύλινδρος επιφάνειας.

### 12.3 Μηχανήματα σποράς και φυτεύσεως.

#### *α) Εισαγωγή.*

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μιλήσαμε για τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία του χωραφίου για σπορά. Αμέσως μετά την εργασία της προετοιμασίας της σποροκλίνης ακολουθεί η σπορά των σπόρων, οι οποίοι στη συνέχεια θα βλαστήσουν και έτσι θα αναπτυχθούν τα φυτά· τα φυτά αυτά ή παραμένουν στον τόπο της σποράς τους ή μεταφυτεύονται σε άλλο μέρος. Τόσο για τη σπορά όσο και για τη μεταφύτευση χρησιμοποιούνται σήμερα μηχανήματα, τα οποία διευκολύνουν την εργασία του γεωργού, την επιταχύνουν και την καθιστούν αποδοτικότερη.

Η σπορά είναι από τις πρώτες γεωργικές εργασίες που μηχανοποιήθηκαν στη χώρα μας. Αργότερα μηχανοποιήθηκε και η φύτευση των φυτών. Σήμερα χρησιμοποιούνται σπαρτικά μηχανήματα μεγάλης ταχύτητας, που σπέρνουν σε πολλές γραμμές ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα η εργασία της σποράς να τελειώνει πολύ πιο γρήγορα.

#### *β) Είδη μηχανημάτων σποράς και φυτεύσεως.*

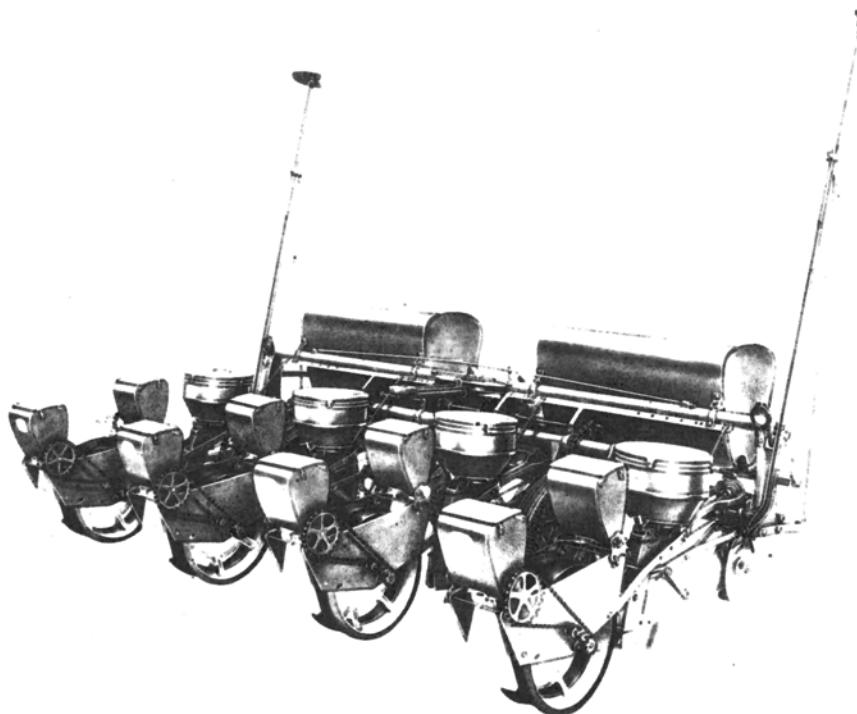
Όπως είπαμε τα μηχανήματα του είδους αυτού τα διακρίνομε σ' αυτά που σπέρνουν τους σπόρους και τα ονομάζομε *σπαρτικές μηχανές*, και σ' αυτά που μεταφυτεύουν τα φυτά, και που τα ονομάζομε *μηχανές φυτεύσεως ή μεταφυτευτικές μηχανές*.

## **ΣΠΑΡΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.**

Οι **σπαρτικές μηχανές διακρίνονται στις σπαρτικές καλαμποκιού, βαμβακιού και** άλλων μεγάλων σπόρων και στις σπαρτικές σιτηρών ή μικρών σπόρων. Έτσι, έχουμε τις ακόλουθες μηχανές:

### **— Σπαρτικές καλαμποκιού — βαμβακιού.**

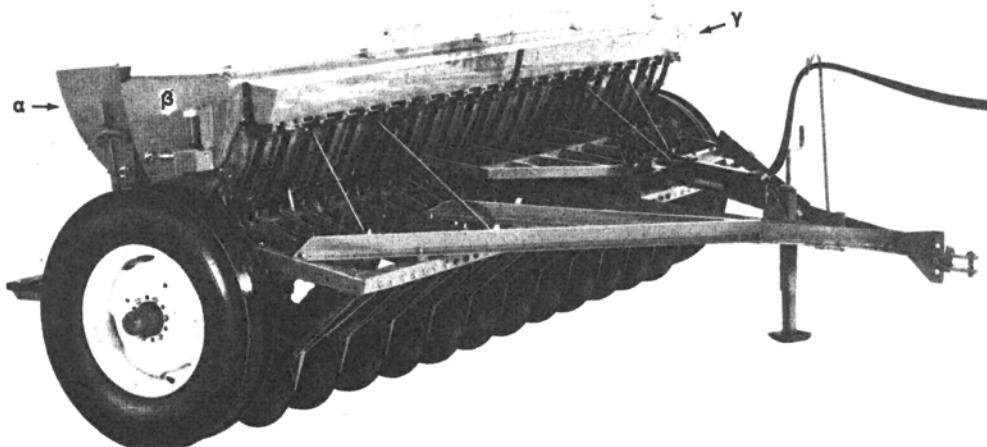
Η σπαρτική μηχανή καλαμποκιού-βαμβακιού είναι κατασκευασμένες έτσι, ώστε σπέρνουν τους σπόρους σε γραμμές, που βρίσκονται σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους γι' αυτό καλούνται και **σπαρτικές μηχανές γραμμικών καλλιεργειών**. Με τον τρόπο αυτό της σποράς επιτρέπεται η κίνηση των μηχανημάτων για την περιποίηση των φυτών μετά το φύτρωμα και κατά τη συγκομιδή τους (σχ. 12.3a).



**Σχ. 12.3a.**  
Η σύγχρονη σπαρτική γραμμικών καλλιεργειών.

Οι σπαρτικές γραμμικών καλλιεργειών κατατάσσονται ανάλογα με το είδος του φυτού που σπέρνουν και με τη μέθοδο σποράς που ακολουθούν. Μια σπαρτική χρησιμοποιείται πολλές φορές για τη σπορά σπόρων περισσοτέρων φυτών, όπως συμβαίνει π.χ. με τη σπαρτική του καλαμποκιού, που μπορεί να σπείρει και βαμβάκι, μπιζέλια, φασόλια ή σόργο. Αυτό επιτυγχάνεται μετά από μια απλή αλλαγή του δίσκου, στο **διασπαρτικό σύστημα** της μηχανής.

Με τις σπαρτικές αυτές οι σπόροι σπέρνονται πάλι σε γραμμές, αλλά η απόσταση μεταξύ των γραμμών δεν είναι αρκετή, ώστε να επιτρέπεται στη συνέχεια η μετακίνηση των μηχανημάτων. Η καλλιέργεια αυτή είναι γνωστή ως **μη γραμμική**. Για τη σπορά των μη γραμμικών καλλιεργειών, εκτός από σπαρτικές μηχανές σιτηρών ή μικρών σπόρων που πολλές φορές συνοδεύονται και από λιπασματοδιανομέα, για την ταυτόχρονη λίπανση (σχ. 12.3β).



**Σχ. 12.3β.**

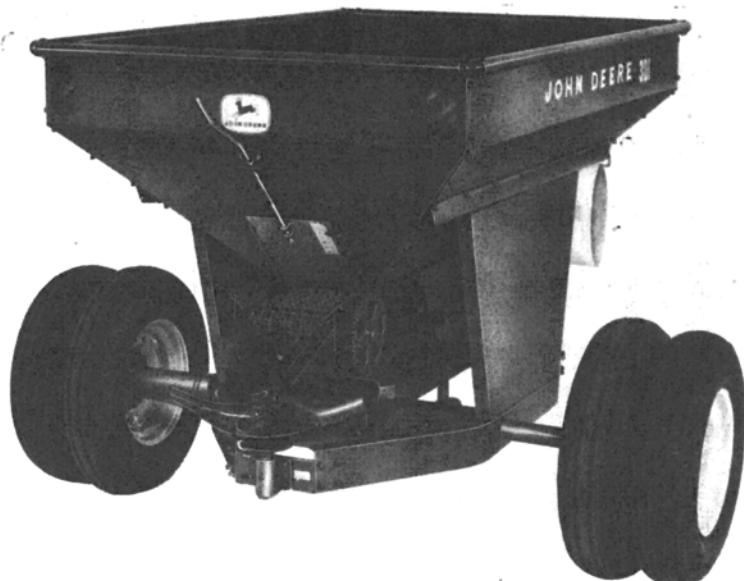
Σύνθετη σπαρτική με λιπασματοδιανομέα. α) Κιβώτιο σπόρου. β) και γ) κιβώτια για μικρότερους σπόρους.

#### — **Σπαρτικές σιτηρών, για σπορά «στα πεταχτά».**

Για τη σπορά μικρών σπόρων χρησιμοποιούνται και μηχανές, που σκορπίζουν τον σπόρο ή που σπέρνουν «στα πεταχτά», όπως λένε οι γεωργοί. Ακόμα χρησιμοποιούνται πολλές φορές για τη σπορά ορισμένων καλλιεργειών «στα πεταχτά» αεροπλάνα και ελικόπτερα.

Οι σπαρτικές μηχανές που σπέρνουν «στα πεταχτά» είναι συνήθως φυγοκεντρικές (σχ. 12.3γ). Το διασπαρτικό τους σύστημα είναι ένας μεταλλικός δίσκος, που παίρνει κίνηση από το δυναμοδότη του ελκυστήρα. Η ποσότητα του σπόρου, που θα σπαρθεί κατά στρέμμα, ρυθμίζεται και πέφτει από το δοχείο στο δίσκο, ο οποίος καθώς περιστρέφεται εκτινάζει τον σπόρο σε πλάτος ως 15 μέτρα, ανάλογα με το μέγεθος που έχει ο δίσκος και ανάλογα με τα φυσικά χαρακτηριστικά του σπόρου.

Η σπορά στα πεταχτά με αεροπλάνα ή ελικόπτερα εφαρμόζεται για την επανασπορά βοσκοτόπων σε λοφώδεις εκτάσεις: εφαρμόζεται επίσης, και μάλιστα με μεγάλη επιτυχία, και για τη σπορά του ριζού και άλλων σιτηρών. Η κάλυψη του σπόρου μετά τη σπορά γίνεται με σβάρνες.



Σχ. 12.3γ.

Φυγοκεντρική σπαρτική μηχανή για σπορά στα «πεταχτά».

#### — Σπαρτική πατάτας.

Οι μηχανές αυτές ανοίγουν ένα αυλάκι, ρίχνουν και τοποθετούν τα τεμάχια του σπόρου σε ρυθμιζόμενες αποστάσεις και στο επιθυμητό βάθος, τοποθετούν το λίπασμα από τις δύο πλευρές του σπόρου και λίγο βαθύτερα και τέλος σκεπάζουν το σπόρο και το λίπασμα.

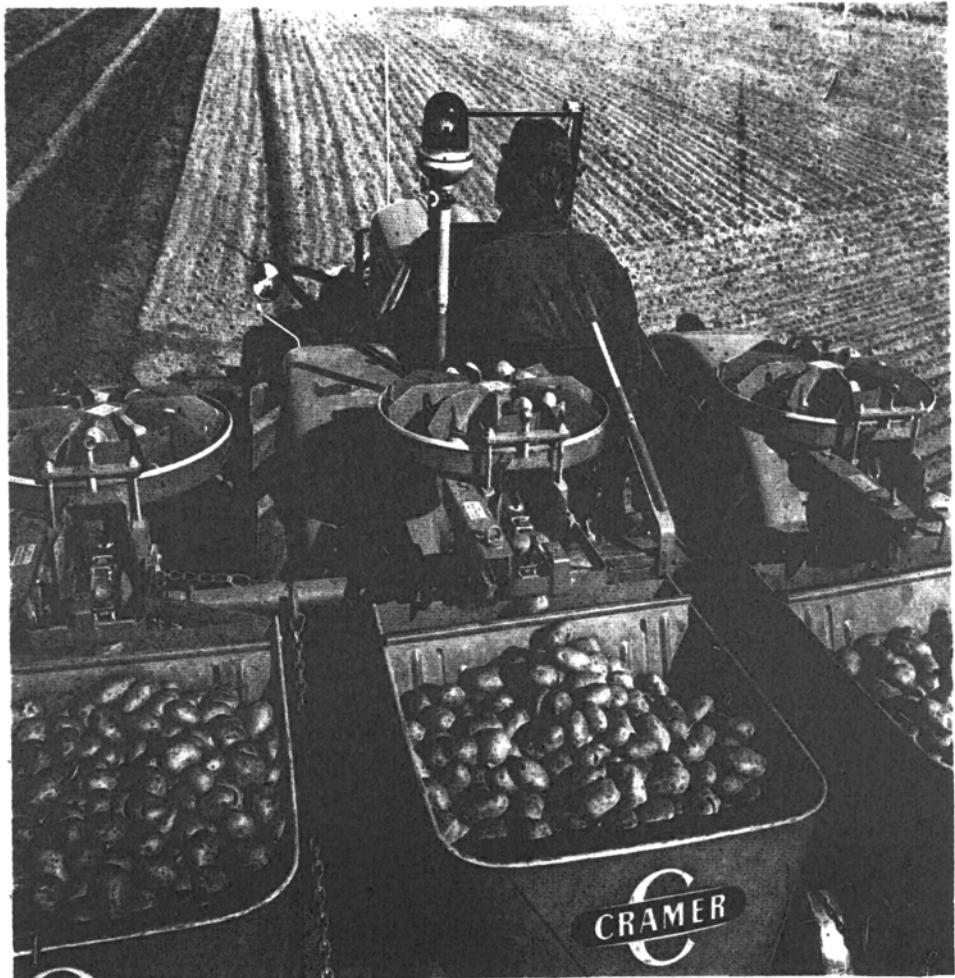
Ανάλογα με το είδος του διασπαρτικού συστήματος, οι σπαρτικές πατάτας διακρίνονται σε αυτόματες (σχ. 12.3δ) και ημιαυτόματες.

#### — Μεταφυτευτικές μηχανές.

Όπως γνωρίζομε πολλά φυτά μεταφυτεύονται από το σπορείο στην οριστική τους θέση. Στις περιπτώσεις αυτές η εργασία γίνεται είτε με το χέρι είτε με μηχανές. Η χρησιμοποίηση της μεταφυτευτικής μηχανής είναι απαραίτητη, όταν ο αριθμός των φυτών που θα μεταφυτευθούν είναι μεγάλος, όπως γίνεται προκειμένου για καλλιέργεια ντομάτας, καπνού κ.ά. Μ' αυτόν τον τρόπο εξοικονομούνται χρόνος και εργατικά ημερομίσθια (σχ. 12.3ε).

#### — Στοιχεία αποδόσεων των μηχανών σποράς και φυτεύσεως.

Η απόδοση των μηχανών σποράς και φυτεύσεως είναι συνάρτηση του πλάτους εργασίας της μηχανής και της ταχύτητας μετακινήσεώς της στο χωράφι, εκφράζεται δε σε στρέμματα ανά ώρα. Αν π.χ. η ταχύτητα μετακινήσεως μιας σπαρτικής



**Σχ. 12.35.**  
Αυτόματη σπαρτική μηχανή.

καλαμποκιού δύο γραμμών είναι 7 χιλιόμετρα την ώρα και η απόσταση μεταξύ των γραμμών είναι 90 εκατοστόμετρα η απόδοση της μηχανής θα είναι: Πλάτος εργασίας = 2 γραμμές  $\times$  0,90 εκατ. = 1,80 μέτρα. Απόδοση της μηχανής = 7 χιλιόμ. ανά ώρα  $\times$  1,80 μέτρα = 12,6 στρέμματα ανά ώρα. Η απόδοση όμως αυτή είναι θεωρητική και δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Πολλοί παράγοντες, όπως η οργάνωση της εργασίας, το μέγεθος της μηχανής, η ταχύτητα μετακινήσεως, το σχήμα και η κατάσταση του χωραφίου, η κατάσταση των μηχανών και η εμπειρία του χειριστή επηρεάζουν την απόδοση των μηχανών σποράς και φυτεύσεως, με αποτέλεσμα η πραγματική απόδοσή τους να είναι πολύ μικρότερη από τη θεωρητική.



Σχ. 13.2ε.  
Μεταφυτευτική μηχανή.

#### 12.4 Μηχανήματα περιποίησεως φυτών και λιπάνσεως.

##### *a) Γενικά.*

Τα φυτά, μετά το φύτρωμα ή τη μεταφύτευσή τους στο χωράφι, χρειάζονται προστασία για να μπορέσουν να αναπτυχθούν και να αποδώσουν. Πολλές από τις εργασίες για την περιποίηση των φυτών, όπως η καταπολέμηση των ζιζανίων και των διαφόρων ασθενειών, η λίπανση του εδάφους κλπ. γίνονται πριν από την σπορά, κατά την σπορά και μετά τη σπορά. Άλλες πάλι, όπως το αραίωμα των φυτών γίνεται μετά το φύτρωμά τους.

Όλες οι παραπάνω εργασίες γίνονται σήμερα με μηχανήματα τα οποία θα εξετάσουμε παρακάτω με συντομία.

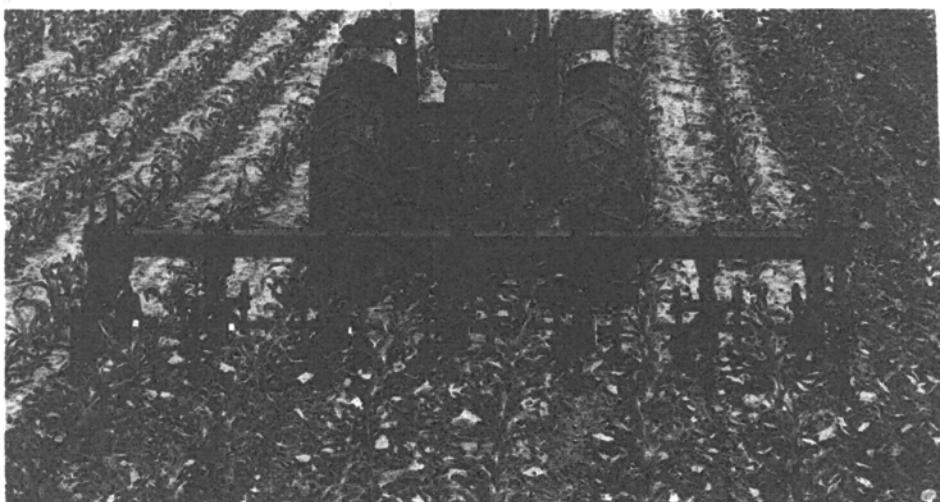
##### *β) Εργαλεία και μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την περιποίηση των φυτών.*

Για την περιποίηση των φυτών χρησιμοποιούνται τα σκαλιστήρια, τα μηχανήματα για το αραίωμα των φυτών, τα φεκαστικά μηχανήματα και τα μηχανήματα για το σκόρπισμα της κοπριάς και των λιπασμάτων.

### — Τα σκαλιστήρια.

Τα σκαλιστήρια είναι συνήθως φερόμενα και τοποθετούνται στο μπρος ή το πίσω μέρος του ελκυστήρα. Όταν τοποθετούνται στο μπρος μέρος, δηλαδή μπροστά από τους μπροστινούς τροχούς, ο χειριστής ελέγχει το σκάλισμα με μεγαλύτερη άνεση. Αντίθετα, τα σκαλιστήρια που τοποθετούνται στο πίσω μέρος του ελκυστήρα και συνδέονται στην υδραυλική ανάρτηση (σχ. 12.4a) έχουν το μειονέκτημα ότι χειριστής χρειάζεται να βλέπει συχνά προς τα πίσω για να ελέγχει το σκάλισμα.

Ένα άλλο ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο είναι το περιστροφικό σκαλιστήρι, που χρησιμοποιείται σε σπαρμένα χωράφια πριν φυτρώσουν τα νεαρά φυτά, για να σπάσει την κρούστα που έχει σχηματισθεί μετά από βροχή και δυσκολεύει το φύτρωμα. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται και μετά το φύτρωμα των καλλιεργουμένων φυτών (σχ. 12.4β).



**Σχ. 12.4a.**

Φερόμενο σκαλιστήρι είχε γραμμών, που είναι τοποθετημένο στο πίσω μέρος του ελκυστήρα και σκαλίζει καλαμπόκι.

### — Μηχανήματα για το αραίωμα των φυτών.

Όταν η σπορά του καλαμποκιού, του βαμβακιού και άλλων καλλιεργειών γίνει πυκνή, χρειάζεται, μετά το φύτρωμα, τα νεαρά φυτά να αραιωθούν για να είναι στις κανονικές τους αποστάσεις πάνω στις γραμμές. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν ειδικά για το αραίωμα μηχανήματα (σχ. 12.4γ) ή ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθούν και κοινά σκαλιστήρια, με κατάλληλη διάταξη των υνίων τους, που τα μετακινούμε κάθετα προς τις γραμμές των φυτών.

### — Μηχανήματα ψεκασμού και επιπάσσεως.

Τα μηχανήματα ψεκασμού κατασκευάσθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στη Γαλλία, για τον ψεκασμό των αμπελιών με μικητοκτόνα φάρμακα.



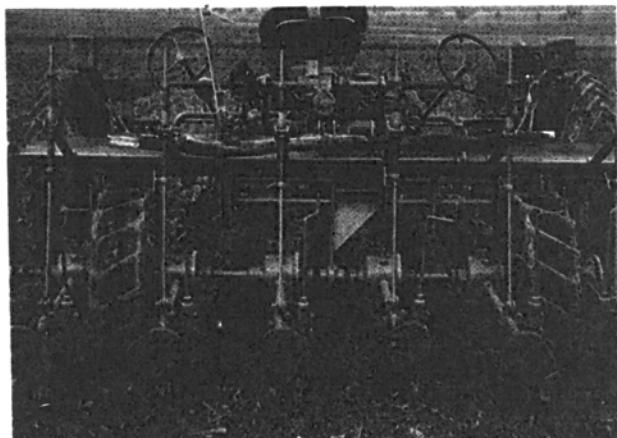
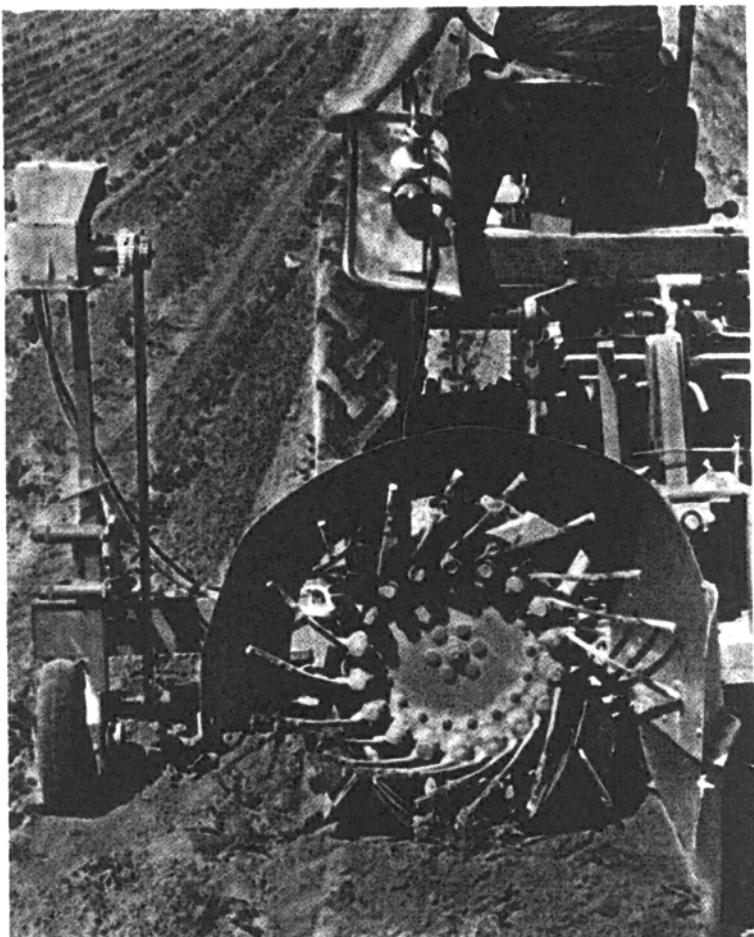
**Σχ. 12.4β.**  
Φερόμενο περιστροφικό σκαλιστήρι.

Αργότερα κατασκευάσθηκαν και οι χειροκίνητοι ψεκαστήρες για την καταπόλεμηση των εντόμων.

Σήμερα υπάρχουν ψεκαστήρες για κάθε χρήση, όπως για το σπίτι, τον κήπο, τον οπωρώνα, καθώς και για τη μεγάλη καλλιέργεια. Οι μικροί ψεκαστήρες για κήπους είναι συνήθως χειροκίνητοι, ενώ οι ψεκαστήρες για οπωρώνες και για τη μεγάλη καλλιέργεια είναι μηχανοκίνητοι. Στα σχήματα που ακολουθούν παριστάνονται διάφορα είδη ψεκαστήρων.

Η *επίπαση* των φυτών με εντομοκτόνα και μικητοκτόνα αρχικά γίνονταν με πρωτόγονο τρόπο. Τοποθετούσαν το φάρμακο, που ήταν σε σκόνη, σε μια σακκούλα με αραιή ύφανση και κουνώντας την πάνω από τα φυτά, διασκόρπιζαν τη σκόνη. Κατασκευάσθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά το 1895. Χειροκίνητοι επιπαστήρες με δοχείο για την τοποθέτηση του φαρμάκου, με ανεμιστήρα για την δημιουργία ρεύματος αέρα και με σωλήνες που κατεύθυναν το φάρμακο προς τα φυτά. Φερόμενοι μηχανοκίνητοι επιπαστήρες κατασκευάσθηκαν στις αρχές του 1920 (σχ. 12.4θ).

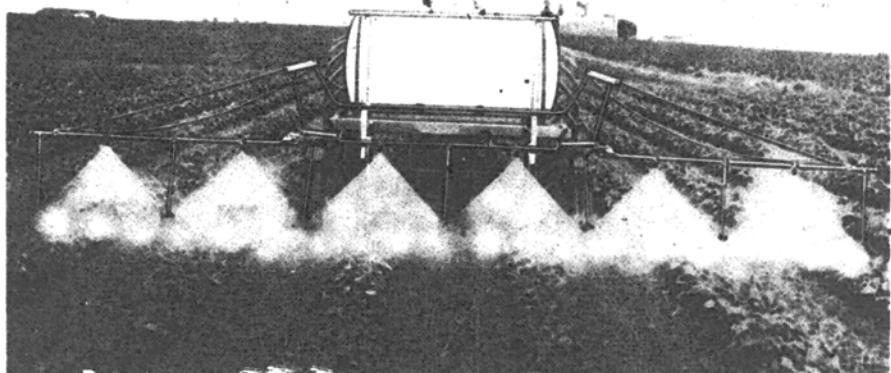
Σήμερα, για τους ψεκασμούς και τις επιπάσεις των οπωρώνων, αμπελώνων και των φυτών μεγάλης καλλιέργειας χρησιμοποιούνται με επιτυχία τα αεροπλάνα και τα ελικόπτερα (σχ. 12.4ι).



**Σχ. 12.4γ.**  
Μηχάνημα για το αράίωμα των φυτών.

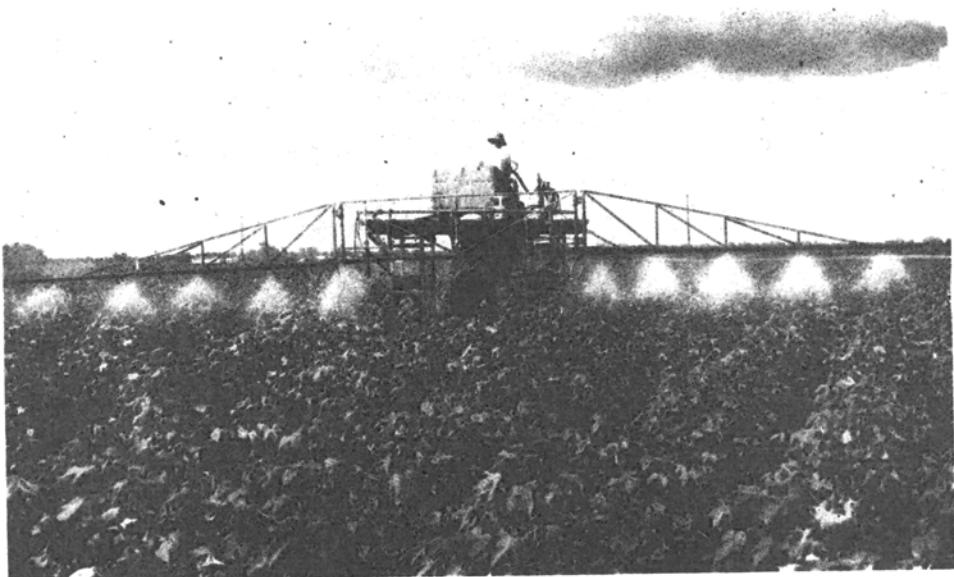


**Σχ. 12.4δ.**  
Μικροί ψεκαστήρες γενικής χρήσεως σε λειτουργία.



Σχ. 12.4ε.

Ψεκασμός φασολιών με ψεκαστήρα χαμηλής πιέσεως.



Σχ. 12.4στ.

Αυτοκινούμενος ψεκαστήρας με μεγάλο ελεύθερο ύψος, εφοδιασμένος με προφυλακτήρες, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για τον ψεκασμό καλαμποκιού, βαμβακιού και άλλων καλλιεργειών με μεγάλο ύψος.



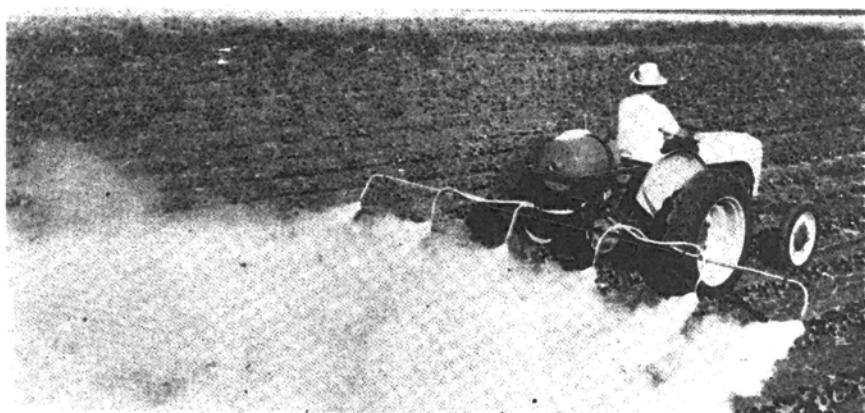
**Σχ. 12.4ζ.**

Χειροκίνητοι επινώτιοι ψεκαστήρες πεπιεσμένου αέρα.



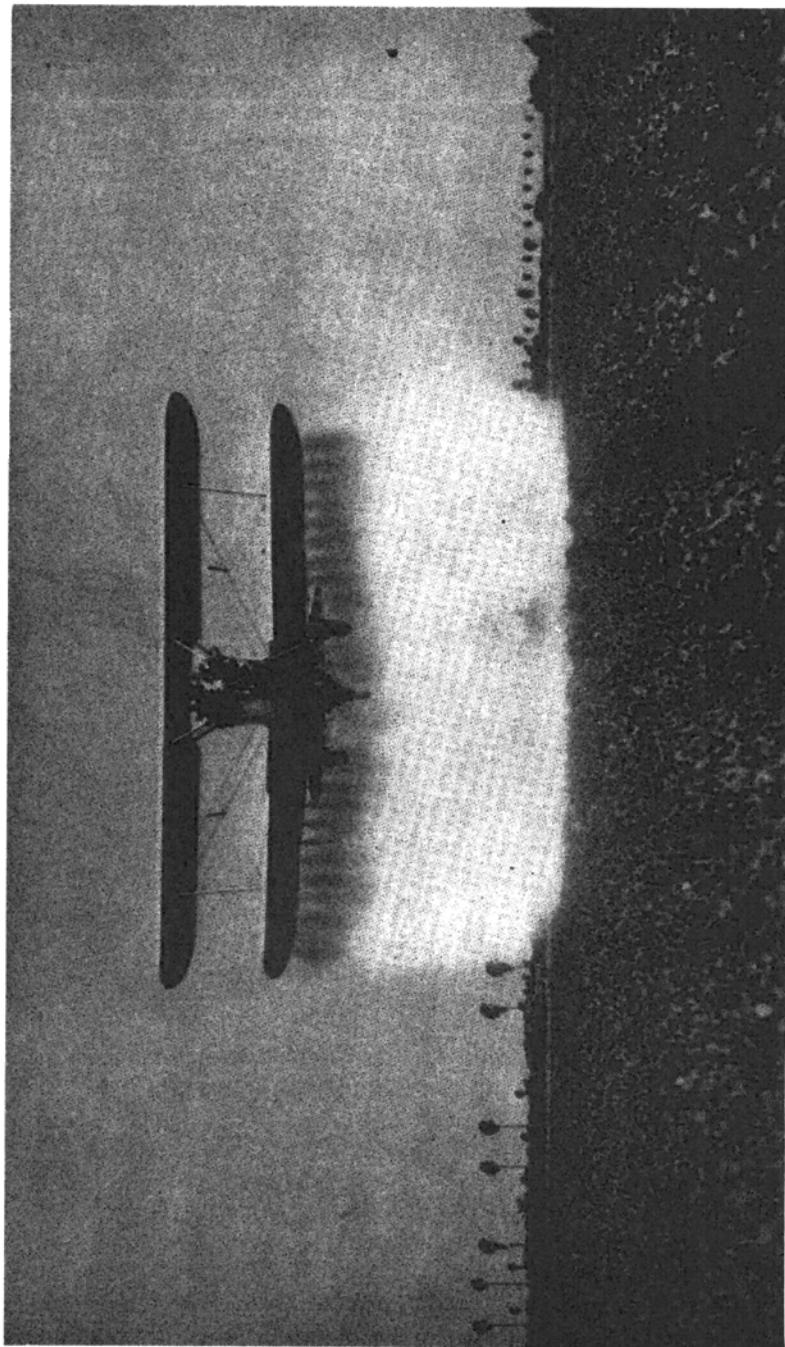
Σχ. 12.4η.

Ψεκαστήρας ρεύματος αέρα κατά την εργασία του σε οπωρώνα (α) και ψεκασμός ντομάτας με ψεκαστήρα ρεύματος αέρα (β).



Σχ. 12.4θ.

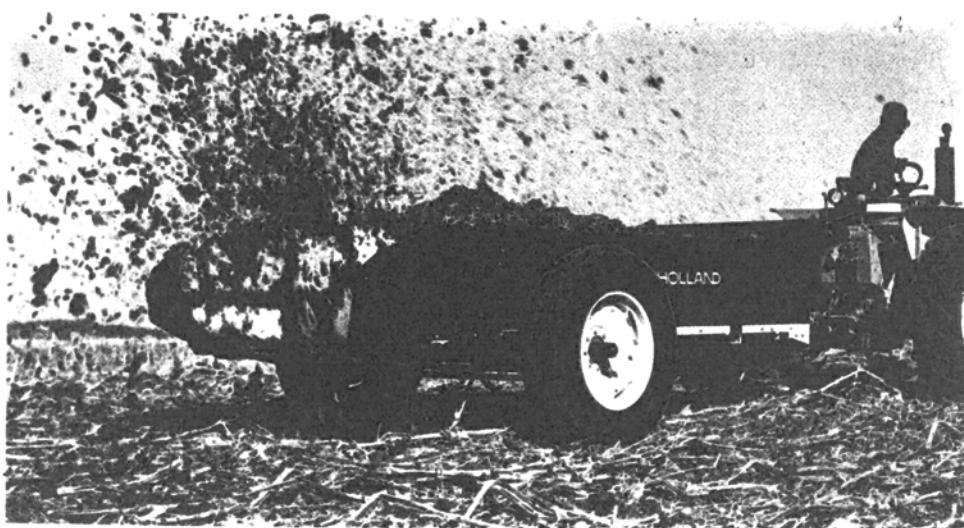
Μηχανοκίνητος φερόμενος επιπαστής έξι γραμμών.



Σχ. 12.4ι.  
Ψεκασμός με αεροπλάνο.

**— Μηχανήματα για την λίπανση του εδάφους.**

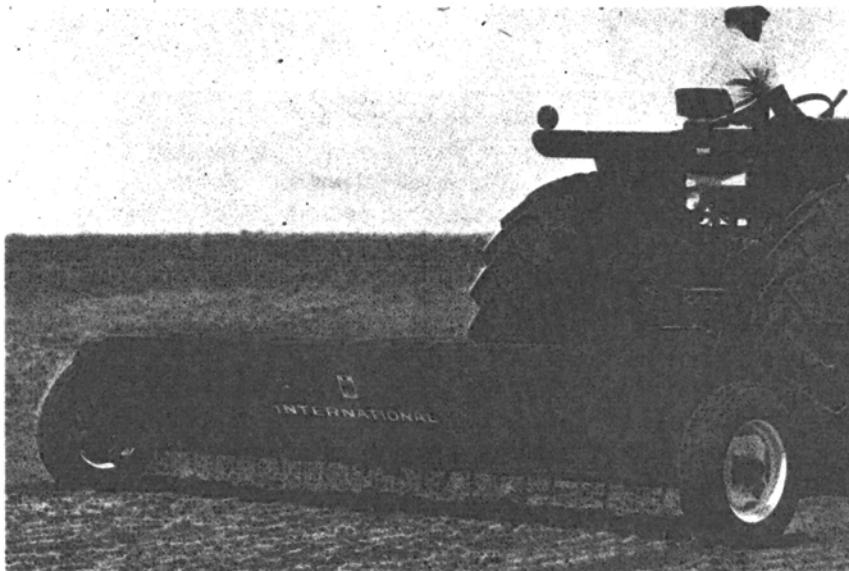
Τα λιπάσματα έχουν διάφορη μορφή, όπως π.χ. η κοπριά των ζώων μπορεί να είναι στερεή ή ρευστή, τα δε χημικά λιπάσματα να είναι στερεά, υγρά ή αέρια. Η λίπανση του εδάφους γίνεται σε ένα καθορισμένο στάδιο και με ειδικά μηχανήματα. Η κοπριά των ζώων π.χ. διασκορπίζεται στην επιφάνεια του εδάφους πριν από την προετοιμασία της προκλίνης, και κατόπιν, με όργωμα ή σβάρνισμα, ανακατεύεται με το έδαφος. Ο κοπροδιανομέας είναι ένα ειδικό μεταφορικό όχημα που μεταφέρει την στερεά κοπριά από τον σταύλο στο χωράφι και την διασκορπίζει ομοιόμορφα στην επιφάνεια του χωραφιού (σχ. 12.4ια).



**Σχ. 12.4ια.**  
Κοπροδιανομέας ελκόμενος από ελκυστήρα.

Τα χημικά λιπάσματα, που χρησιμοποιούνται σήμερα από τους αγρότες όλο και περισσότερο, τοποθετούνται στο χωράφι με ειδικά μηχανήματα που λέγονται **λιπασματοδιανομείς**.

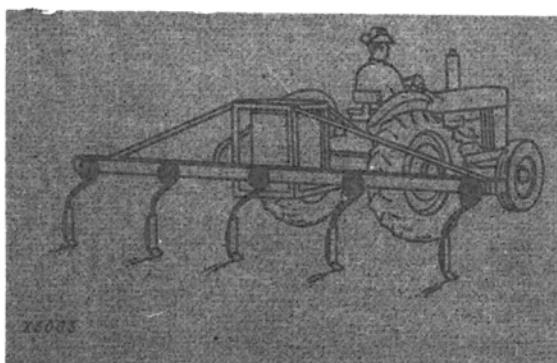
Το κόστος εργασίας μπορεί να περιορισθεί, εάν η λίπανση συνδυασθεί με άλλες εργασίες. Έτσι, στις περισσότερες σπαρτικές μηχανές, τόσο των γραμμικών καλλιεργειών όσο και του σιταριού τοποθετούνται και λιπασματοδιανομείς. Επίσης σε πολλά σκαλιστήρια τοποθετούνται και λιπασματοδιανομείς, ώστε η λίπανση να γίνεται ταυτόχρονα με το σκάλισμα. Οι φυγοκεντρικοί λιπασματοδιανομείς, που διασκορπίζουν το λίπασμα, είναι όμοιοι με τις σπαρτικές μηχανές που σπέρνουν στα πεταχτά. Οι συρόμενοι λιπασματοδιανομείς, που φέρονται σε δύο τροχούς, έχουν στο πυθμένα του δοχείου για το λίπασμα ρυθμιζόμενες σε κανονικά διαστήματα θυρίδες, ώστε το λίπασμα να ρίχνεται ομοιόμορφα σ' όλο το πλάτος του μηχανήματος (σχ. 12.4ιβ).



**Σχ. 12.4ιβ.**

Λιπασματοδιανομέας με ρυθμιζόμενες θυρίδες στον πυθμένα του δοχείου· ρίχνει το λίπασμα ομοιόμορφα σε όλο το πλάτος του μηχανήματος.

Ορισμένα λιπάσματα που είναι σε υγρή μορφή υπό κανονικές συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας ή άλλα που είναι υπό μορφή διαλυμάτων μπορούν να εφαρμοσθούν στην επιφάνεια του εδάφους ή στο φύλλωμα των φυτών. Αντίθετα, η αέρια αμμωνία την οποία προμηθεύονται οι γεωργοί σε ειδικά δοχεία υπό πίεση 10 ως 20 ατμοσφαιρών, οπότε είναι υγροποιημένη, πρέπει να εγχύνεται μέσα στο έδαφος σε βάθος 12 ως 15 cm και αμέσως να σκεπάζεται (σχ. 12.4ιγ.).



**Σχ. 12.4ιγ.**

Μηχάνημα για την έγχυση της άνυδρης αμμωνίας μέσα στο έδαφος.

## 12.5 Μηχανήματα συγκομιδής.

Τα μηχανήματα συγκομιδής είναι μία κατηγορία μηχανημάτων με μεγάλη σημασία για τον αγρότη. Σήμερα όλες οι εργασίες του θερισμού μέχρι και της αποθηκεύσεως γίνονται με ελάχιστη χρησιμοποίηση της ανθρώπινης δυνάμεως.

Με τον ίδιο τρόπο και με ταχύτερο ρυθμό μηχανοποιείται η συγκομιδή όλων των γεωργικών προϊόντων, με αποτέλεσμα να κουράζεται ο γεωργός όλο και λιγότερο.

Παρακάτω θα αναφερθούμε στα κυριότερα μηχανήματα συγκομιδής.

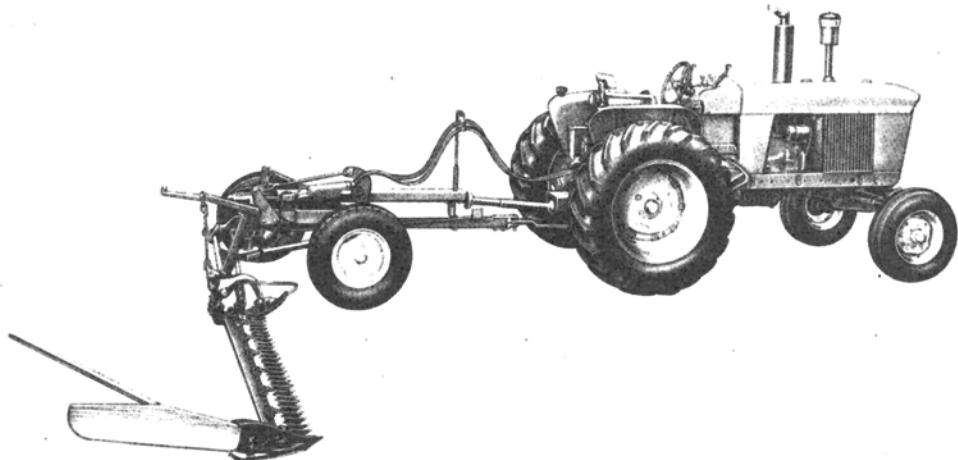
### **a) Μηχανήματα κοπής, συνθλίψεως, δεματοποιήσεως και μεταφοράς του ξηρού χόρτου.**

Επί χιλιάδες χρόνια η κοπή του χόρτου γινόταν με δρεπάνι. Η συγκομιδή εξάλλου παρέμεινε μία χειρωνακτική εργασία μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα. Η ιπποκίνητη χορτοκοπτική μηχανή που χρησιμοποιήθηκε στην αρχή, αντικαταστάθηκε από την χορτοκοπτική που έλκεται από τον ελκυστήρα. Τα μηχανήματα της κατηγορίας αυτής διακρίνονται σήμερα σε εκείνα που κόβουν το χόρτο, εκείνα που το συλλέγουν ή το αναστρέφουν για να ξεραθεί ομοιόμορφα, εκείνα που το δεματοποιούν και τέλος εκείνα που το μεταφέρουν.

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε σε συντομία τα διάφορα αυτά είδη μηχανημάτων.

#### **— Χορτοκοπτικές μηχανές.**

Οι χορτοκοπτικές διακρίνονται σε: Συρόμενες, που έλκονται από τον ελκυστήρα και παίρνουν κίνηση είτε από τους τροχούς, στους οποίους στηρίζεται η χορτοκοπτική, είτε από τον δυναμοδότη του ελκυστήρα (σχ. 12.5a). Φερόμενες, που



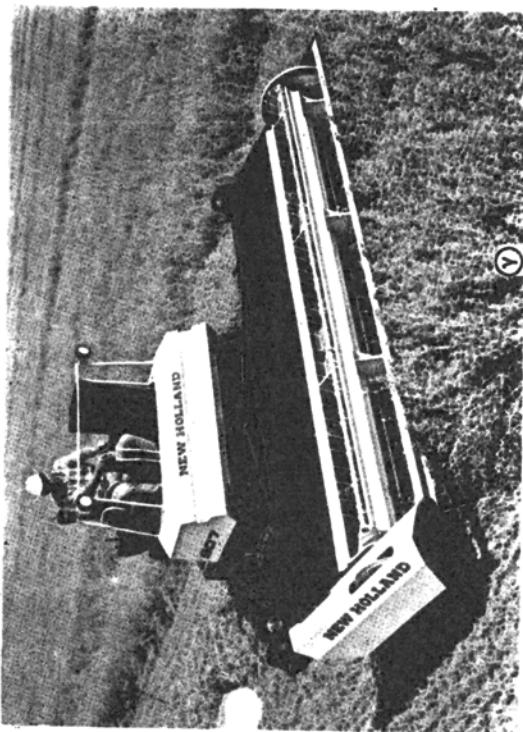
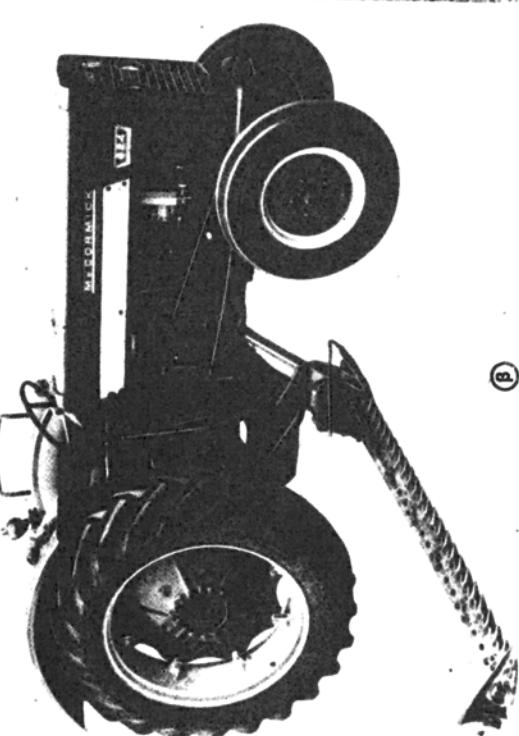
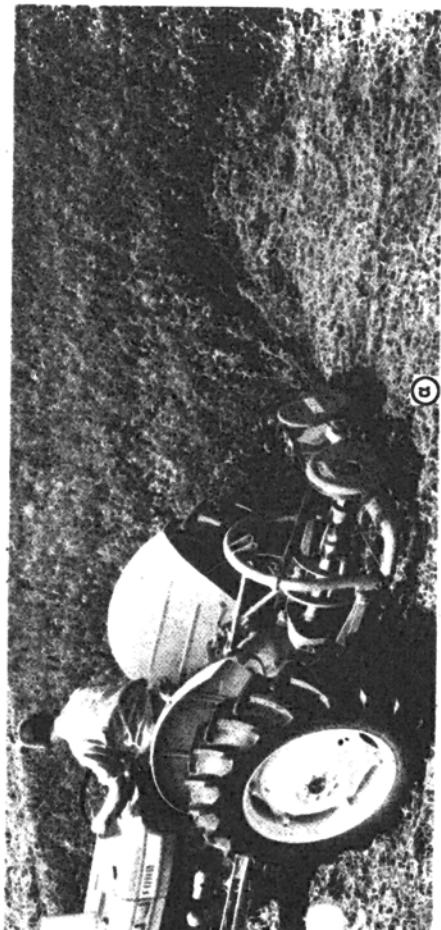
**Σχ. 12.5a.**

Συρόμενη χορτοκοπτική με υδραυλική ανύψωση της κοπτικής ράβδου.

συνδέονται στην υδραυλική ανάρτηση στο πίσω μέρος του ελκυστήρα (σχ. 12.5b). Φερόμενες, που είναι τοποθετημένες μεταξύ των μπρος και πίσω τροχών του

**Σχ. 12.5β.**

Χορτοκοπικές μηχανές: α) Φερόμενη στο πίσω μέρος του ελκυστήρα. β) Φερόμενη μεταξύ των μπροστινών πίσω τροχών.  
γ) Αυτοκινούμενη.



ελκυστήρα (σχ. 12.5β). Σήμερα υπάρχουν και οι αυτοκινούμενες χορτοκοπτικές μηχανές, που έχουν μεγάλη απόδοση (σχ. 12.5β).

**— Μηχανήματα συνθλίψεως του χόρτου.**

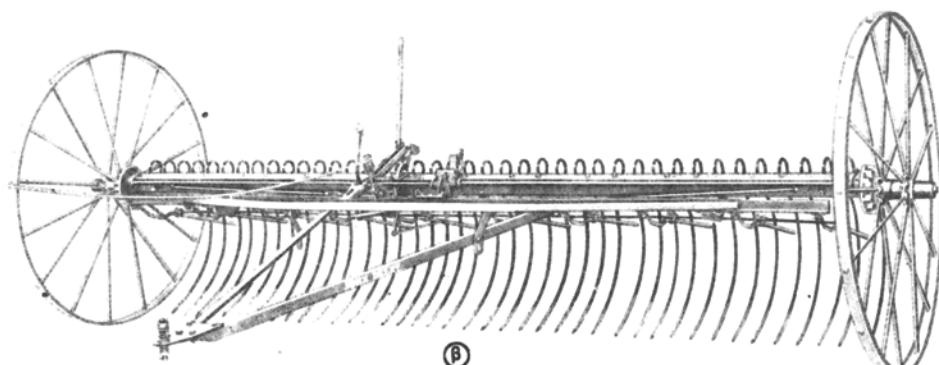
Για την γρήγορη και ομοιόμορφη αποξήρανση του χόρτου, πρέπει μετά την κοπή του, να ακολουθεί η σύνθλιψή του. Το χόρτο δηλαδή περνάει ανάμεσα από δύο κυλίνδρους της μηχανής, που είναι οπλισμένοι με ισχυρά ελατήρια, και συνθλίβεται. Άλλες μηχανές συνθλίψεως είναι ανεξάρτητες και έλκονται από τους ελκυστήρες (σχ. 12.5γ) ενώ άλλες παίρνουν κίνηση από το δυναμοδότη του ελκυστήρα.

**— Μηχανές συλλογής του χόρτου.**

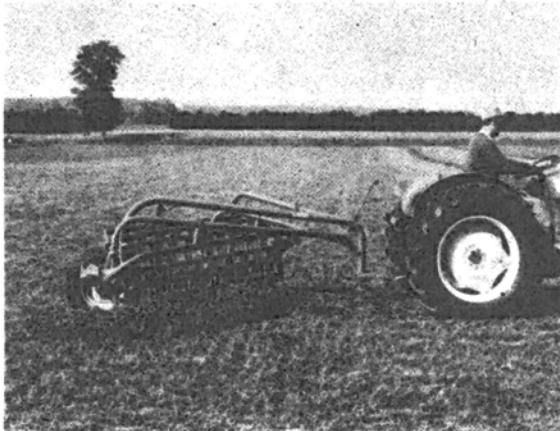
Παλαιότερα το μάζεμα του χόρτου γινόταν σε σωρούς μέσα στο χωράφι με χορτοσυλλέκτες με μακριά δόντια (σχ. 12.5γ). Με την εμφάνιση του χορτοσυλλέκτη κυλινδρικής μορφής (σχ. 12.5γ), ο οποίος είναι ταχύτερος, εκτοπίσθηκε ο προηγού-



(α)



(β)



(γ)

Σχ. 12.5γ.

Μηχανήματα περιποίησεως του χόρτου μετά την κοπή του στο χωράφι. α) Ελκόμενη μηχανή συνθλίψεως του χόρτου. β) Χορτοσυλλέκτης με μακριά δόντια. γ) Χορτοσυλλέκτης κυλινδρικής μορφής.

μενος, το δε χόρτο μετακινείται ομαλότερα και δεν θρυμματίζεται. Ο χορτοσυλλέκτης αυτός χρησιμοποιείται επίσης και για την μετακίνηση του γραμμικού σωρού από τη θέση του, όταν το έδαφος κάτω από τον σωρό είναι υγρό, ή για την αναστροφή του χόρτου στον γραμμικό σωρό ώστε η ξήρανση να γίνεται γρηγορότερα και ομοιόμορφα.

#### — *Μηχανές δεματοποιήσεως του χόρτου.*

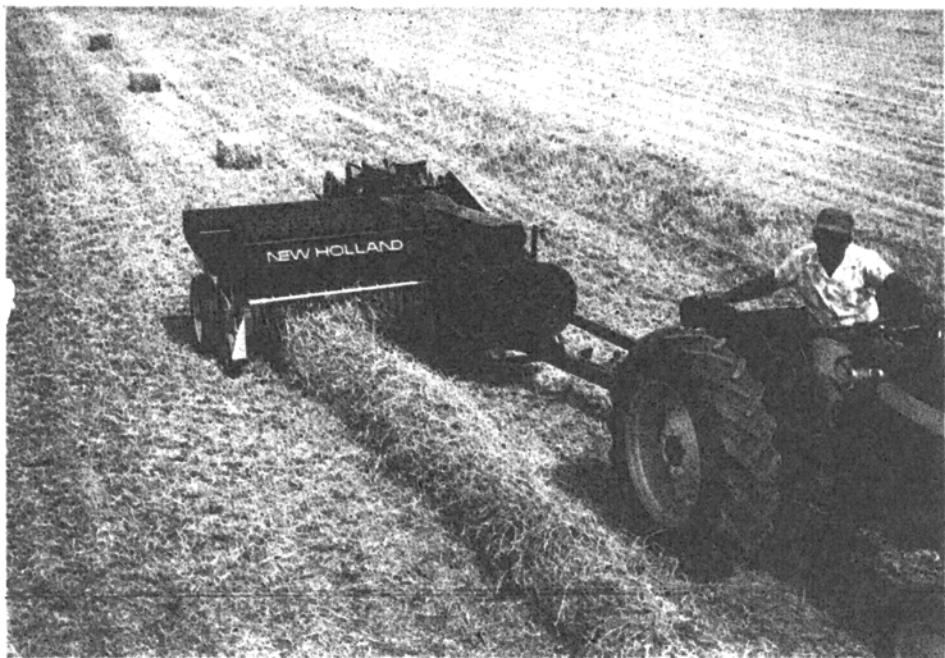
Τα μετακινούμενα μηχανήματα δεματοποιήσεως του χόρτου έχουν εκτοπίσει, εδώ και πολύ καιρό, σχεδόν όλα τα παλαιότερα μηχανήματα δεματοποιήσεως, που εργαζόταν εν στάσει.

Για την εργασία της μηχανής χρειάζεται μόνο ένας χειριστής, ο οποίος οδηγεί τον ελκυστήρα (σχ. 12.5δ). Σε ορισμένες μηχανές ο ελκυστήρας χρειάζεται τόσο για την έλξη όσο και για την κίνηση των μηχανισμών των μηχανών δεματοποιήσεως. Άλλες πάλι έλκονται από τον ελκυστήρα, ενώ για την κίνηση των μηχανισμών τους χρησιμοποιούν ιδιαίτερη μηχανή εσωτερικής καύσεως, η οποία είναι τοποθετημένη στο πλαίσιο τους. Υπάρχουν όμως και αυτοκινούμενα μηχανήματα δεματοποιήσεως. Τα μετακινούμενα αυτά μηχανήματα δεματοποιήσεως διακρίνονται σε μηχανήματα που δεματοποιούν το χόρτο σε ορθογώνια δέματα (σχ. 12.5δ) και σ' εκείνα που το δεματοποιούν σε κυλινδρικά δέματα (σχ. 12.5ε).

#### — *Μεταφορά του χόρτου.*

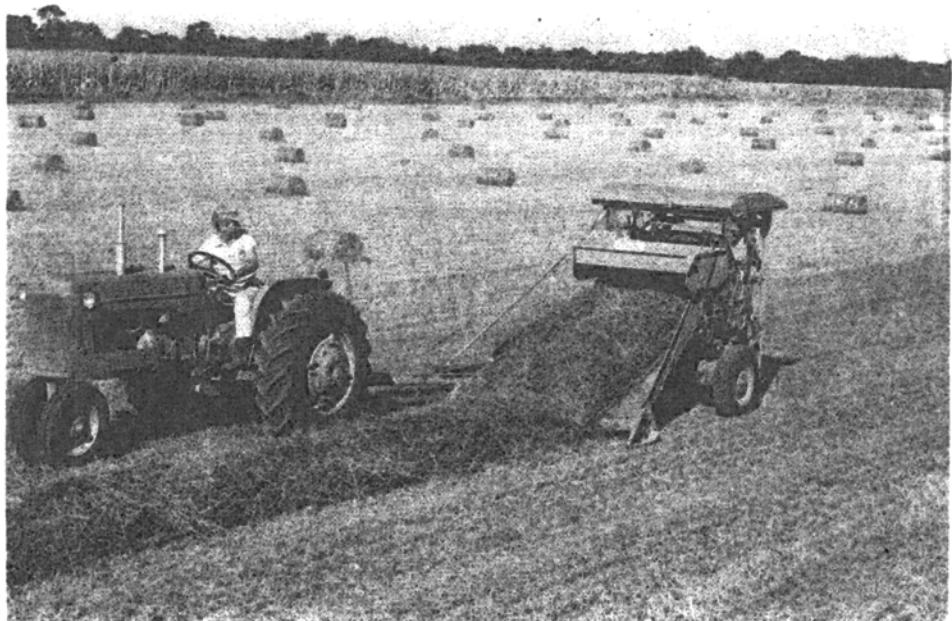
Μετά τη δεματοποίηση του χόρτου, η μεταφορά των δεμάτων από το χωράφι στην αποθήκη γίνεται με μεταφορικά οχήματα, που φορτώνονται είτε με τα χέρια είτε με διάφορα ειδικά μηχανήματα φορτώσεως.

Σήμερα, η παραγωγή έντονού χόρτου μπορεί να μηχανοποιηθεί σε όλες τις φάσεις της. Υπάρχουν μεταφορικά οχήματα, αυτοκινούμενα ή ελκόμενα, που έχουν την δυνατότητα να φορτώνουν και να ξεφορτώνουν τα δέματα αυτόματα. Τα



Σχ. 12.5δ.

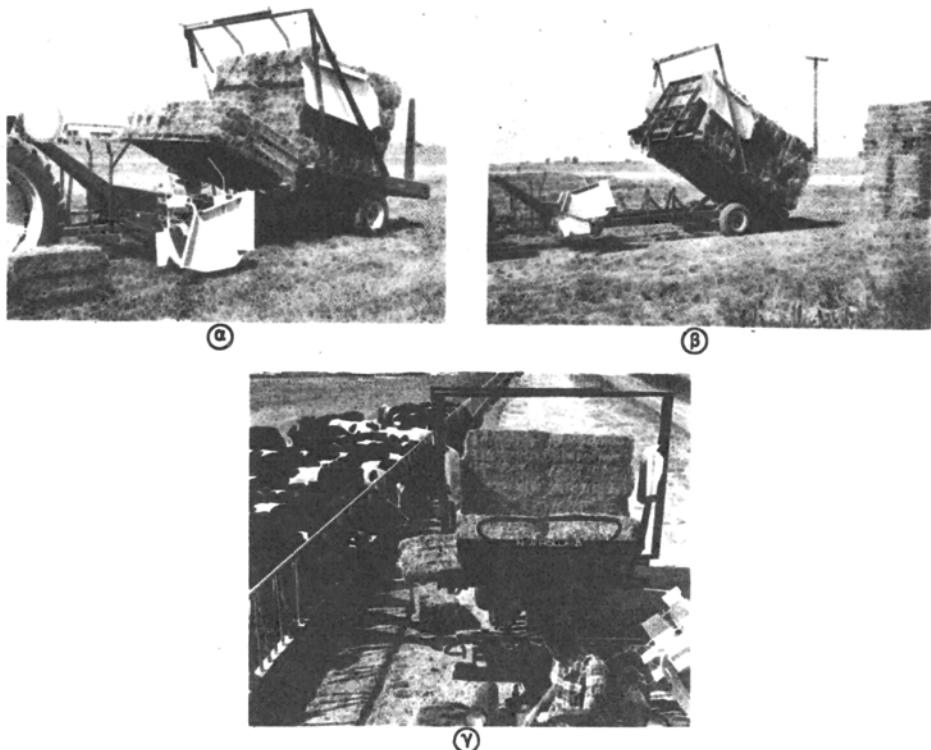
Μετακινούμενη μηχανή δεματοποιήσεως χόρτου. Το χόρτο δένεται σε δέματα (μπάλες) με ορθογώνιο σχήμα.



Σχ. 12.5ε.

Μετακινούμενη μηχανή δεματοποιήσεως χόρτου σε κυλινδρικά δέματα.

δέματα ξεφορτώνονται ένα-ένα, όπως γίνεται και το φόρτωμά τους, ή ανατρέπονται όλα μαζύ σε σωρό (σχ. 12.5στ).



Σχ. 12.5στ.

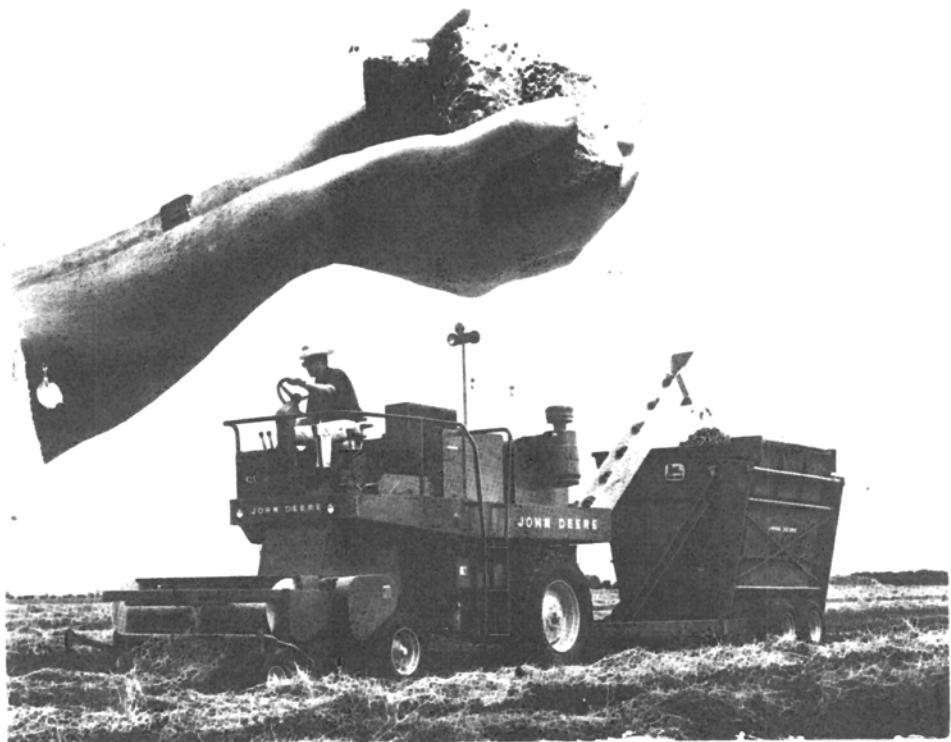
Αυτόματο μεταφορικό όχημα δεμάτων χόρτου. α) Αυτόματη παραλαβή και φόρτωμα. β) Ξεφόρτωμα με ανατροπή ολόκληρου του φορτίου στο χώρο αποθήκευσεως. γ) Ξεφόρτωμα των δεμάτων ένα-ένα στο χώρο καταναλώσεως.

#### — Σύγχρονα μηχανήματα επεξεργασίας του χόρτου.

Στις σύγχρονες κτηνοτροφικές μονάδες είναι απαραίτητη όχι μόνο η μηχανοποίηση της συγκομιδής και αποθήκευσεως του χόρτου, αλλά και η διανομή του στα ζώα. Το πρόβλημα αυτό (σως λυθεί κάποια μέρα με την χρησιμοποίηση σε μεγαλύτερη κλίμaka της μηχανής παρασκευής του χόρτου σε κύβους (σχ. 12.5ζ). Το κόστος μεταφοράς του χόρτου από το χωράφι στην αποθήκη και από την αποθήκη στο χώρο διανομής και η διανομή του στα ζώα θα μειωθεί σημαντικά. Σήμερα οι μηχανές αυτές μειονεκτούν ακόμη ως προς την απόδοσή τους, η οποία υπολογίζεται ότι φθάνει στο μισό περίπου της αποδόσεως των μηχανημάτων δεματοποιήσεως. Με την βελτίωση της αποδόσεώς τους, είναι πιθανό να αντικαταστήσουν ή τουλάχιστον να μπορέσουν να συναγωνισθούν τα μηχανήματα δεματοποιήσεως.

#### — Μηχανήματα συγκομιδής χλωρού χόρτου για ενσίρωση.

Είναι γνωστό ότι ενσίρωση σημαίνει η αποθήκευση του χλωρού χόρτου σε



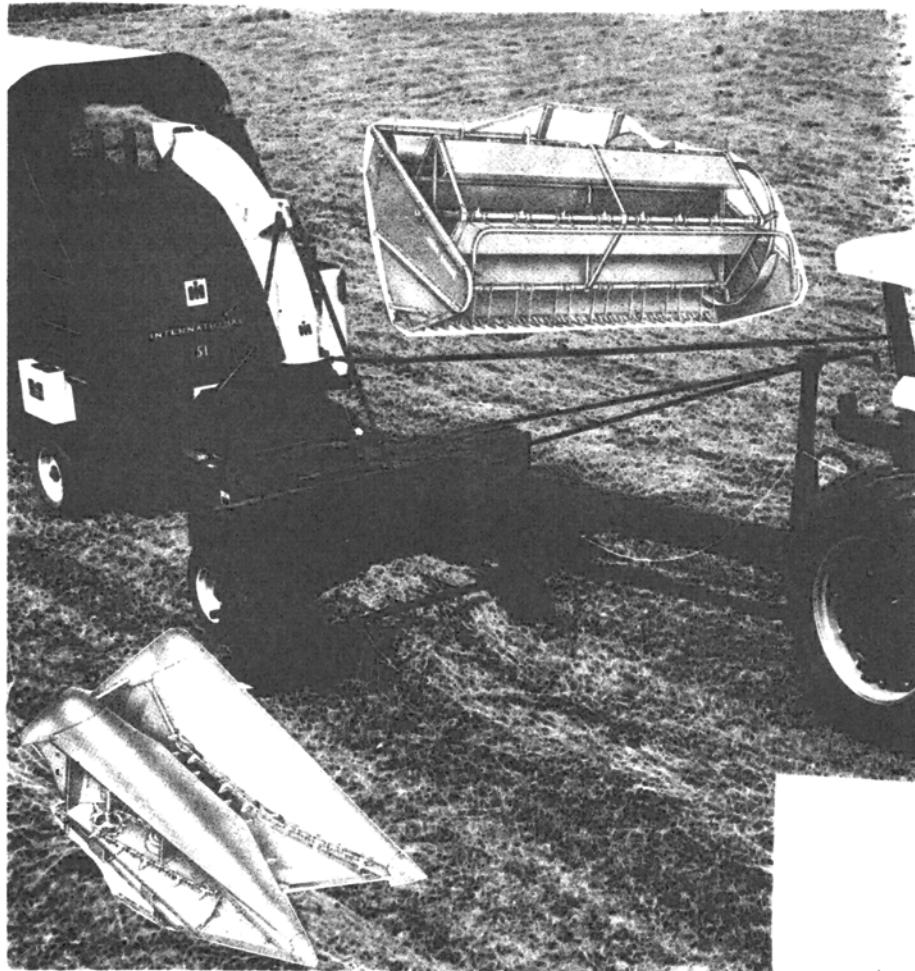
**Σχ. 12.5ζ.**  
Μηχανή παρασκευής χόρτου σε κύβους.

ειδικούς χώρους, τα σιλό (ή σιρό), όπου τοποθετείται αφού κοπεί, τεμαχισθεί και προστεθούν σ' αυτό και ορισμένες άλλες θρεπτικές ουσίες. Κατά τα πρώτα χρόνια της μηχανοποίησεως, η κοπή του χόρτου στο χωράφι για ενσίρωση γινόταν με θεριστικά μηχανήματα και ο τεμαχισμός, πριν τοποθετηθεί στο σιλό, με άλλα μηχανήματα. Αργότερα με την ενσωμάτωση στο μηχάνημα συγκομιδής και του μηχανισμού τεμαχισμού, οι δύο εργασίες, δηλαδή η συγκομιδή και ο τεμαχισμός του χόρτου του για ενσίρωση, γινόταν ταυτόχρονα. Έτοι βελτιώθηκε το μηχάνημα συγκομιδής χλωρού χόρτου για σιλό (σχ. 12.5η).

Τα μηχανήματα αυτά είναι φερόμενα, ημιφερόμενα ή αυτοκινούμενα (σχ. 12.5θ), μπορεί δε και προσαρμόζονται για τη συγκομιδή φυτών, που έχουν θερισθεί και βρίσκονται σε γραμμικούς σωρούς, για γραμμικές καλλιέργειες, όπως το καλαμπόκι, και για μη γραμμικές, όπως ο σανός, αλλάζοντας στο μηχάνημα τον μηχανισμό συγκομιδής (σχ. 12.5η).

### **β) Μηχανήματα συγκομιδής σιτηρών.**

Σε μια δυναμική γεωργία ένα από τα σπουδαιότερα μηχανήματα είναι η θεριζοαλωνιστική μηχανή. Συχνότερα την ακούμε με το όνομα «κομπίνα» (από την αγγλική λέξη «COMBINE» που σημαίνει συνδυάζω), γιατί η εργασία που προσφέρει

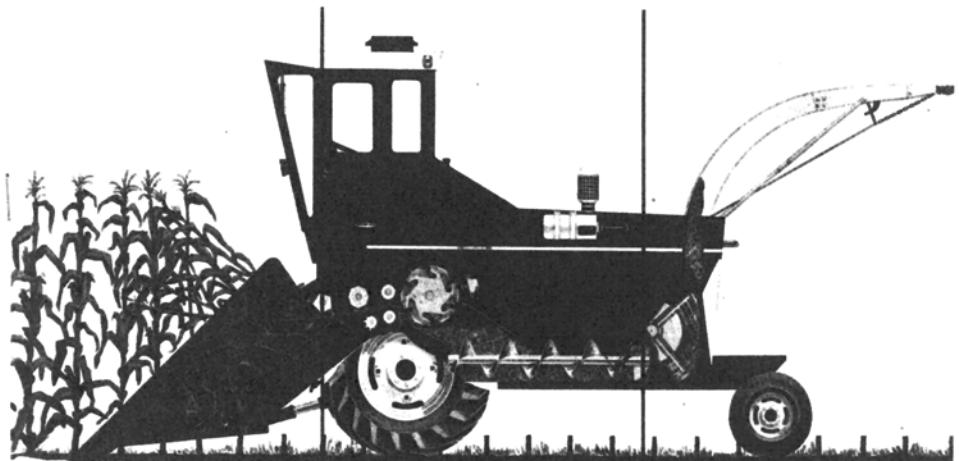


Σχ. 12.5η.

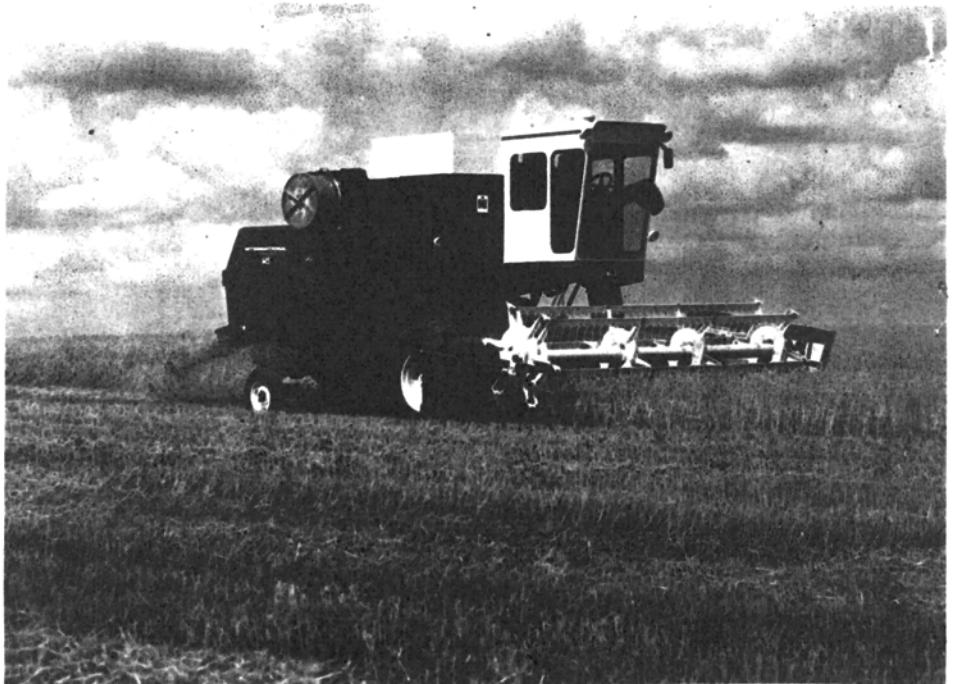
Ημιφερόμενο μηχάνημα συγκομιδής και τεμαχισμού χλωρού χόρτου για ενσίρωση, με μηχανισμό παραλαβής του χόρτου, που βρίσκεται σε γραμμές. Άνω δεξιά μηχανισμός συγκομιδής μη γραμμικών καλλιεργειών και κάτω αριστερά μηχανισμός συγκομιδής καλαμποκιού.

είναι συνδυασμός πολλών εργασιών, δηλαδή θερίζει, αλωνίζει διαχωρίζει τον καρπό από το χονδρό άχυρο, τον καθαρίζει από όλες τις ξένες ύλες και τελικά τον μεταφέρει σε αποθήκη καρπού, που φέρει το ίδιο το μηχάνημα ή το τοποθετεί σε σάκκους.

Η σημερινή σύγχρονη θεριζοαλωνιστική μηχανή (σχ. 12.5ι) είναι ένας συνδυασμός ιδεών, προσπαθειών και ενεργειών του ανθρώπου πολλών αιώνων για την βελτίωση των μεθόδων συγκομιδής των σιτηρών. Εκτός από τα σιτηρά, η θεριζοαλωνιστική μηχανή χρησιμοποιείται για τη συγκομιδή των φασολιών, του σόργου, του

**Σχ. 12.5θ.**

Αυτοκινούμενο μηχάνημα συγκομιδής και τεμαχισμού χλωρού χόρτου για ενσίρωση, μαζί με το μηχανισμό συγκομιδής καλαμποκιού.

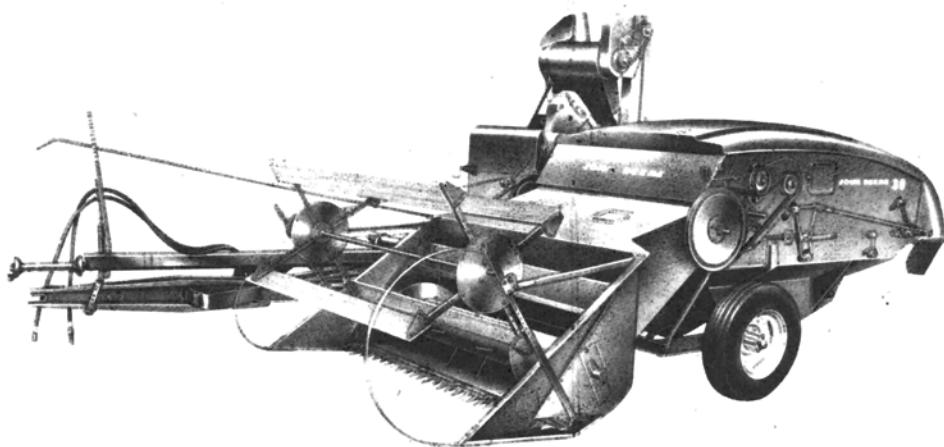
**Σχ. 12.5ι.**

Σύγχρονη θεριζοσαλωνιστική μηχανή.

ρυζιού, του σουσαμιού, των μπιζελιών, του τριφυλλιού, του καλαμποκιού και πολλών άλλων καρπών. Οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές διακρίνονται σε αυτοκινούμενες και ελκόμενες.

Οι ελκόμενες θεριζοαλωνιστικές μηχανές κατασκευάζονται σε μεγέθη 2 ως 4 μέτρα και χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρά κτήματα. Παίρνουν κίνηση από τον δυναμοδότη του ελκυστήρα ή από μηχανή που είναι τοποθετημένη επάνω στην θεριζοαλωνιστική (σχ. 12.5ia). Στη χώρα μας για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε το 1935.

Οι αυτοκινούμενες θεριζοαλωνιστικές μηχανές είναι πιο ευέλικτες και ο χειριστής έχει καλύτερη ορατότητα και έλεγχο της μηχανής.



Σχ. 12.5ia.

Ελκόμενη θεριζοαλωνιστική, η οποία παίρνει κίνηση από τον δυναμοδότη του ελκυστήρα.

#### **γ) Μηχανήματα συγκομιδής καλαμποκιού.**

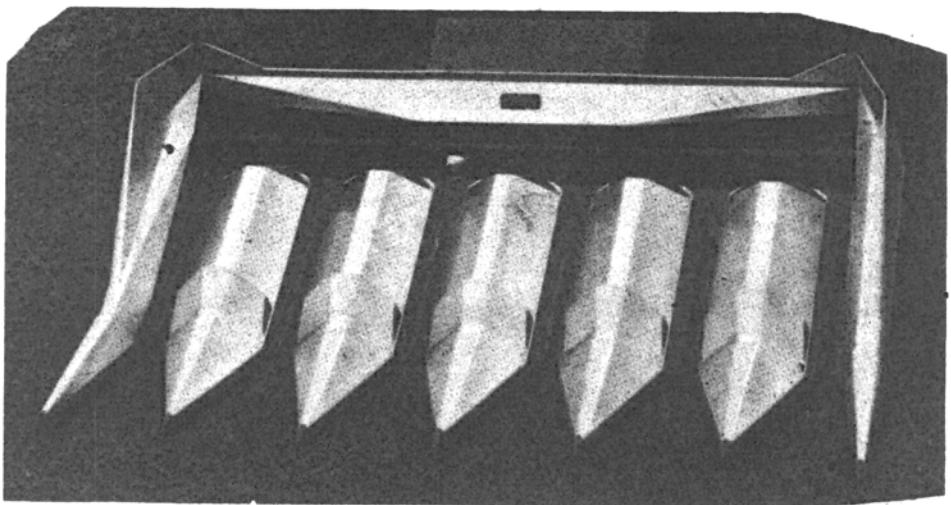
Εκτός από το μηχάνημα συγκομιδής του καλαμποκιού για σιλό, υπάρχουν και τα μηχανήματα συγκομιδής του ώριμου καλαμποκιού, τα οποία αν και φαίνονται όλα όμοια, άλλα από αυτά αποσπούν την ρόκα και την ρίχνουν στο όχημα που ακολουθεί, άλλα ταυτόχρονα αφαιρούν και το φύλλωμα από την ρόκα και άλλα αποσπούν την ρόκα και την ξεσπυρίζουν. Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν και οι θεριζοαλωνιστικές, αν αφαιρεθεί ο μηχανισμός θερισμού και στην θέση του προστεθεί ο μηχανισμός συγκομιδής αραβοσίτου (σχ. 12.5ιβ).

Τα μηχανήματα συγκομιδής καλαμποκιού διακρίνονται σε φερόμενα (σχ. 12.5ιγ), ημιεφερόμενα και αυτοκινούμενα.

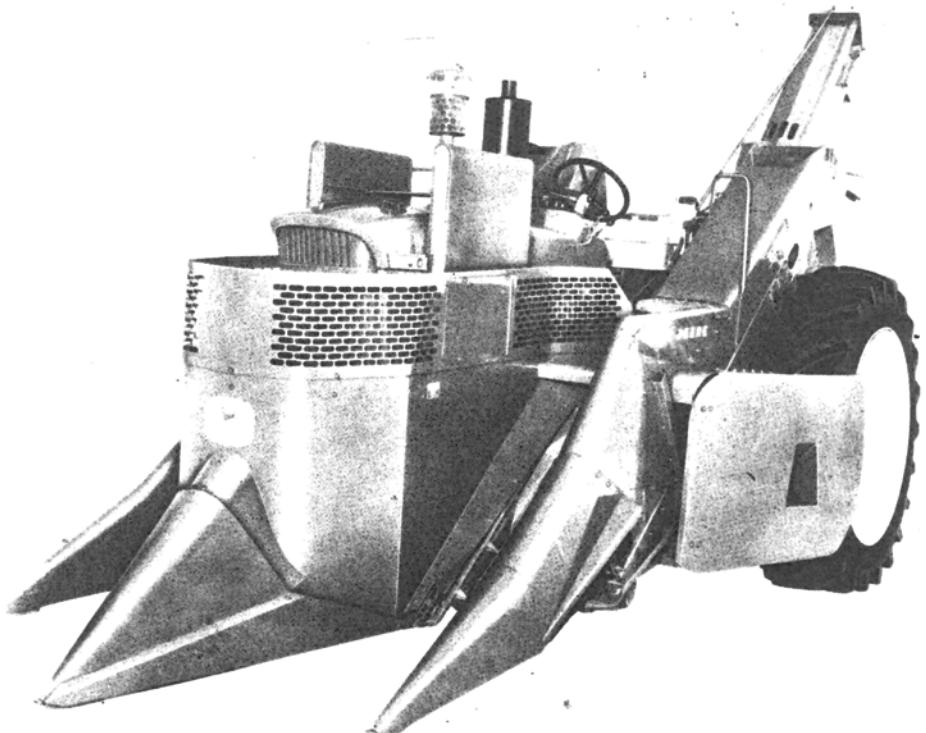
Αρχικά εξ άλλου κατασκευάσθηκαν μηχανήματα της μιας γραμμής, σήμερα όμως κατασκευάζονται για συγκομιδή δύο ή και περισσοτέρων γραμμών.

#### **δ) Μηχανήματα συγκομιδής βαμβακιού.**

Τα μηχανήματα συγκομιδής βαμβακιού διακρίνονται ανάλογα με την εργασία που κάνουν σε εκλεκτικής συγκομιδής, δηλαδή σ' εκείνα που αφαιρούν το βαμβάκι από τα ανοικτά καρύδια, χωρίς να βλάπτουν το φυτό και τα καρύδια που δεν έχουν

**Σχ. 12.5ιβ.**

Μηχανισμός συγκομιδής καλαμποκιού έξι γραμμών, ο οποίος τοποθετείται στη θεριζοαλωνιστική μηχανή.

**Σχ. 12.5ιγ.**

Φερόμενη καλαμποκοσυλλεκτική δύο γραμμών.

ωριμάσει και σ' εκείνα που συγκομίζουν όλα τα καρύδια με ειδικό κτένι ή κόβοντας ολόκληρο το φυτό.

Τα μηχανήματα εκλεκτικής συγκομιδής (σχ. 12.5ιδ) αφαιρούν το βαμβάκι από τα ανοικτά καρύδια με ειδικά αδράχτια. Ειδικό κτένι ή βούρτσα αφαιρεί το βαμβάκι από το αδράχτι και ένα σύστημα ανεμιστήρα, που δημιουργεί κενό, απορροφάει το βαμβάκι και το μεταφέρει στο καλάθι. Οι μηχανές συλλογής βαμβακιού μπορεί να είναι φερόμενες ή αυτοκινούμενες της μιας γραμμής ή των δύο γραμμών.



**Σχ. 12.5ιδ.**

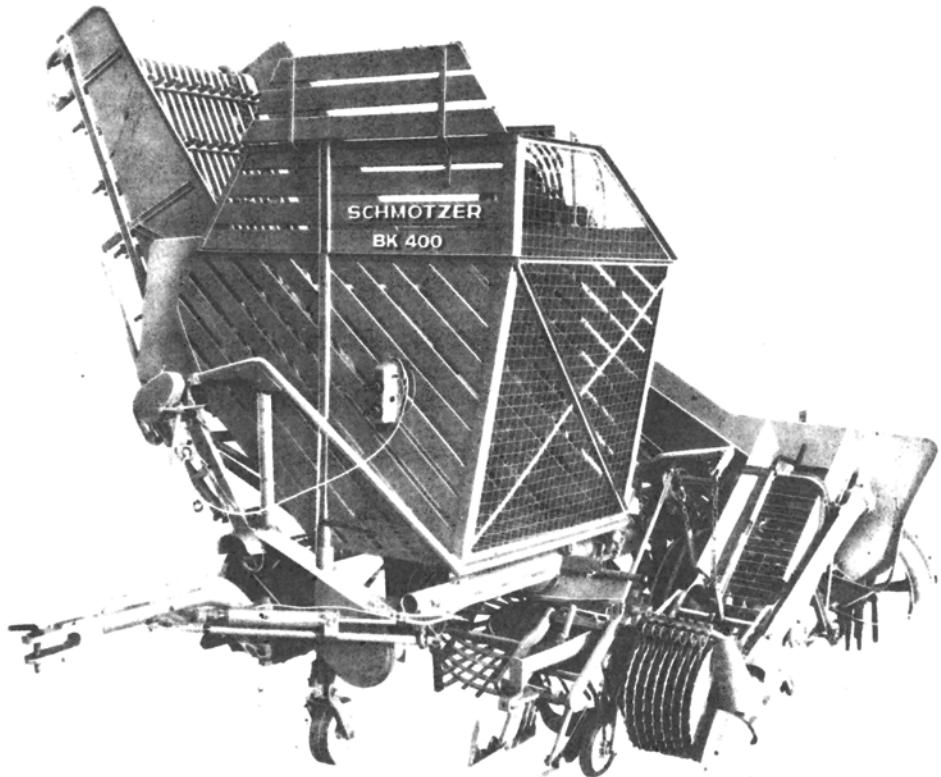
Αυτοκινούμενη μηχανή συλλογής βαμβακιού εκλεκτικής συγκομιδής δύο γραμμών.

#### **ε) Μηχανήματα συλλογής ζαχαροτεύτλων.**

Τα μηχανήματα συγκομιδής ζαχαροτεύτλων διακρίνονται σε αυτοκινούμενα, φερόμενα, ή ελκόμενα (σχ. 12.5ιε). Διακρίνονται επίσης σε μηχανήματα της μιας, των δύο ή των τριών γραμμών. Οι τελευταίες παίρνουν κίνηση από τον δυναμοδότη του ελκυστήρα. Η αποφύλλωση των ζαχαροτεύτλων γίνεται συνήθως πριν από την εξαγωγή. Ακολουθεί η χάραξη του εδάφους από τις δύο πλευρές των ζαχαροτεύτλων με δίσκους, η εκρίζωση και η ανύψωση τους από ειδικά υνία ή τροχούς. Μετά πέφτουν στους ανατινάκτες, για να απαλλαγούν από το χώμα και στη συνέχεια ένα σύστημα μεταφοράς τα μεταφέρει στο καλάθι.

#### **στ) Μηχανήματα συγκομιδής πατάτας.**

Ένας απλός τύπος μηχανήματος για την εξαγωγή της πατάτας αποτελείται από



σχ. 12.5ιε.  
Μηχανή συλλογής ζαχαροτεύτλων.

ένα καμπυλωτό μαχαίρι, που κόβει το έδαφος κάτω από τους κονδύλους, και από ένα περιστρεφόμενο οδοντωτό τροχό που εκτινάζει και απομακρύνει τα χώματα από τις πατάτες. Οι πατάτες μένουν στην επιφάνεια σε μια γραμμή, καθώς κτυπούν σε ένα δικτυωτό εξάρτημα ή σκορπίζουν σ' όλη την έκταση. Κατόπιν οι πατάτες τοποθετούνται σε σάκους από εργάτες (σχ. 12.5ιστ).

Ένας άλλος τύπος συρόμενης ή μεταφερόμενης μηχανής για την εξαγωγή της πατάτας, μιας ή δύο γραμμών, αποτελείται από μία λεπίδα για κάθε γραμμή, η οποία κατά την εξαγωγή, μπαίνει κάτω από τους κονδύλους και καθώς μετακινείται το μηχάνημα το χώμα με τους κονδύλους μετατοπίζεται προς τα πίσω. Στο πίσω μέρος υπάρχει ένας ανυψωτήρας με μεταλλικούς άξονες, τοποθετημένους παράλληλα και σε κανονικά διαστήματα. Με την περιστροφή του ανυψωτήρα το χώμα με τις πατάτες εκτινάσσονται, το χώμα πέφτει στο έδαφος από τα ανοίγματα που αφήνουν οι μεταλλικοί άξονες, ενώ οι πατάτες πέφτουν από το πίσω μέρος της μηχανής σε μία γραμμή στην επιφάνεια του εδάφους (σχ. 12.5ιζ).

Εκτός από τις μηχανές εξαγωγής της πατάτας, που αφήνουν τις πατάτες στην επιφάνεια του εδάφους, υπάρχουν και μηχανές συλλογής οι οποίες τοποθετούν τις



**Σχ. 12.5ιστ.**

Μηχανή εξαγωγής πατάτας με περιστρεφόμενο οδοντωτό τροχό.



**Σχ. 12.5ιζ.**  
Συρόμενη μηχανή εξαγωγής πατάτας.

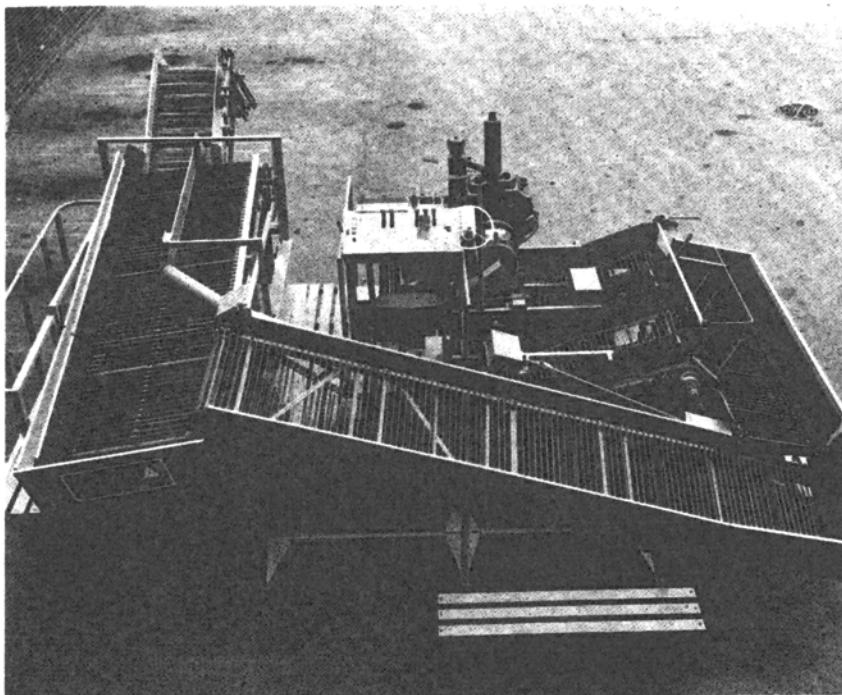
πατάτες σε τσουβάλια ή σε μεταφορικά οχήματα (σχ. 12.5ιη). Οι μηχανές αυτές, μιας ή δύο γραμμών αποτελούνται από λεπίδια και ανυψωτήρα, όπως και οι προηγούμενες. Στο πίσω μέρος του ανυψωτήρα όμως οι πατάτες πέφτουν σε μια μεταφορική αλυσίδα διαλογής.

Δεξιά και αριστερά από την αλυσίδα διαλογής, είναι τοποθετημένοι εργάτες, οι οποίοι αφαιρούν τους μεγάλους βώλους χώματος, τις πέτρες και ό,τι άλλο δεν μπόρεσε να διαχωρισθεί μηχανικά. Στο πίσω μέρος της αλυσίδας μεταφοράς οι οποίοι πέφτουν σ' ένα ανυψωτήρα, που τις μεταφέρει στο μεταφορικό όχημα.

#### **ζ) Απόδοση των μηχανημάτων συγκομιδής.**

Κάθε αγρότης πρέπει να γνωρίζει την απόδοση των μηχανημάτων συγκομιδής που χρησιμοποιεί. Τα μηχανήματα που έχουν μικρή απόδοση σημαίνουν πολλές φορές και μικρότερη απόδοση του γεωργού και επομένως και λιγότερα κέρδη.

Η απόδοση των μηχανημάτων συγκομιδής εξαρτάται από την επιδεξιότητα του χειριστή, την κατάσταση που βρίσκονται τα καλλιεργούμενα φυτά και το έδαφος, την ρύθμιση των μηχανημάτων, τη σωστή ταχύτητα μετακινήσεώς τους στο χωράφι και το πλάτος εργασίας τους ή τον αριθμό των γραμμών τους κλπ.



**Σχ. 12.5η.**  
Μηχανή συλλογής πατάτας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

### ΕΙΔΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΤΗΝ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ, ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

#### 13.1 Γενικά.

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε με συντομία σε διάφορες κατηγορίες μηχανημάτων, που τα ταξινομήσαμε ανάλογα με την εργασία που κάνουν. Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο του βιβλίου θα γίνει προσπάθεια να αναφερθούμε με σύντομο επίσης τρόπο σε διάφορα άλλα μηχανήματα, που δεν συμπεριλαμβάνονται στις προηγούμενες κατηγορίες, αλλά η σημασία τους στην γεωργία είναι εξίσου μεγάλη.

#### 13.2 Ειδικά μηχανήματα συγκομιδής.

Τα τελευταία χρόνια κατασκευάσθηκαν μηχανήματα ειδικά για τη συγκομιδή καρότων, ρεπανιών, αντιδιών και άλλων λαχανικών, που καλλιεργούνται αποκλειστικά για βιομηχανική επεξεργασία (σχ. 13.2α).

Τα μηχανήματα για την συγκομιδή φυτών, που καλλιεργούνται για τον υπόγειο βλαστό τους, όπως τα καρότα, μπορούν να ξεριζώσουν τα φυτά, να κόψουν τα φυλλώματά τους και κατόπιν να τα φορτώσουν.

Η συγκομιδή των χλωρών φασολιών γίνεται μηχανικά με άριστα αποτελέσματα. Οι ποικιλίες φασολιών που συγκομίζονται μηχανικά χαρακτηρίζονται από την ταυτόχρονη ωρίμανση των φασολιών, ώστε η συγκομιδή τους να γίνεται σε μια φορά.

Το μηχάνημα συγκομιδής αγγουριών μπορεί να αντικαταστήσει 40 εργατικά χέρια. Το μηχάνημα αυτό αποσπά τα αγγουράκια από το φυτό χωρίς να το καταστρέφει (σχ. 13.2γ).

Η μηχανή συλλογής της ντομάτας αρχικά κόβει τα φυτά στο ύψος του εδάφους· μετά, μαζύ με τις ντομάτες, τα μεταφέρει σ' ένα μηχανισμό που τα τινάζει, οπότε οι ντομάτες αποχωρίζονται από τα φυτά (σχ. 13.2δ) και συγκεντρώνονται σε μεταφορικές ταινίες, όπου εργάτες διαλέγουν και απομακρύνουν τις άγουρες ντομάτες, ενώ οι ώριμες συγκεντρώνονται σε άλλη μεταφορική ταινία, που τις μεταφέρει σε κιβώτια που βρίσκονται ήδη πάνω στο μεταφορικό όχημα. Τα στελέχη της ντομάτας, μετά την αφαίρεση του καρπού, απορρίπτονται από το πίσω μέρος της μηχανής.



**Σχ. 13.2α.**

Μηχάνημα συγκομιδής αντιδιών, το οποίο τα ξεριζώνει, κόβει τις ρίζες τους και τα φορτώνει.



**Σχ. 13.2β.**

Η εκρίζωση και η συλλογή των κρεμμυδιών με μηχανήματα.

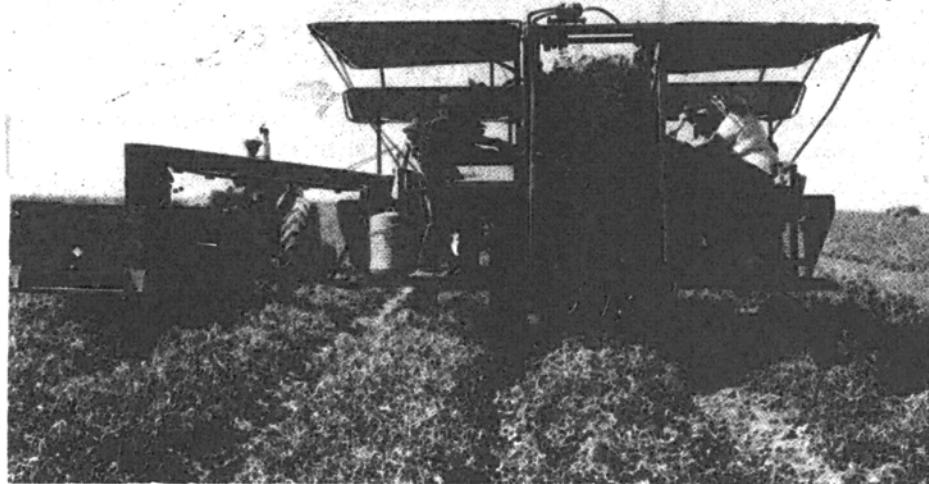


**Σχ. 13.2γ.**  
Μηχάνημα για τη συγκομιδή αγγουριών.

Για την συγκομιδή των φρούτων έχουν δοκιμασθεί με επιτυχία διάφορες δονητικές μηχανές. Ορισμένες από αυτές δονούν το δένδρο και τα φρούτα πέφτουν στο έδαφος, από όπου η συλλογή γίνεται είτε με μηχανές είτε με τα χέρια. Σε άλλες δονητικές μηχανές οι καρποί συγκεντρώνονται σε σύστημα που οι ίδιες φέρουν και από εκεί μεταφέρονται σε κιβώτια (σχ. 13.2ε).

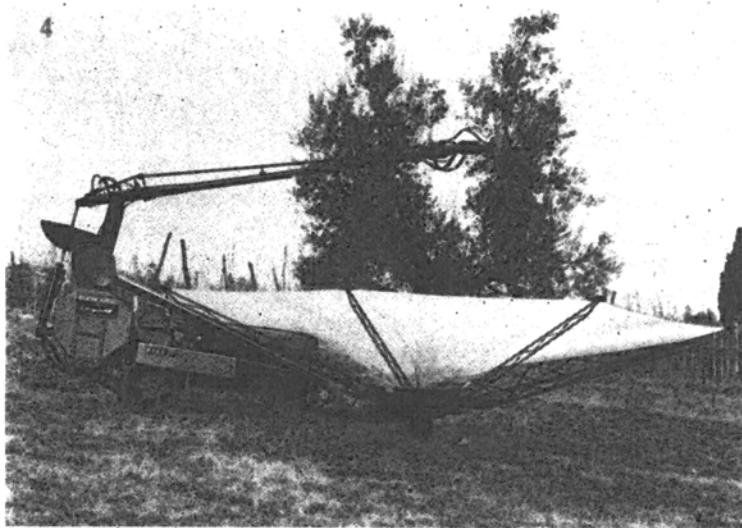
### 13.3. Στελεχοκόπτες.

Τα στελέχη του βαμβακιού και του καλαμποκιού, καθώς και άλλων καλλιεργειών, παραμένουν στο χωράφι μετά τη συγκομιδή. Τα υπολείμματα αυτά πρέπει να καταστραφούν πριν αρχίσει η προετοιμασία του εδάφους για την επόμενη καλλιέργεια. Παλαιότερα έκαιγαν τα υπολείμματα αυτά, αλλά αποδείχθηκε ότι η μέθοδος αυτή δεν είναι σωστή, γιατί το έδαφος βελτιώνεται σημαντικά όταν τα φυτικά αυτά υπολείμματα επιστρέφουν πίσω σ' αυτό για να ενσωματωθούν στο έδαφος. Για τη



**Σχ. 13.2δ.**

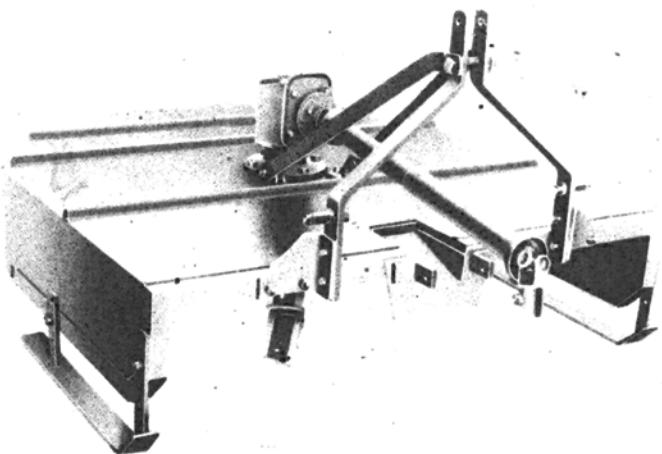
Αυτοκινούμενη μηχανή συγκομιδής ντομάτας στο χωράφι.



**Σχ. 13.2ε.**

Δονητής για το τίναγμα των δένδρων με σύστημα συγκεντρώσεως των καρπών.

δουλεά αυτή χρησιμοποιούνται οι **στελεχοκόπτες** (σχ. 13.3) οι οποίοι τεμαχίζουν και σκορπίζουν τα στελέχη στην επιφάνεια του χωραφιού.



**Σχ. 13.3.**  
Περιστρεφόμενος στελεχοκόπτης.

#### 13.4 Μηχανήματα επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων.

Το καλαμπόκι συγκομίζεται ή με την θεριζοαλωνιστική μηχανή, οπότε το ξεχώρισμα του σπόρου από τη ρόκα γίνεται από το μηχανισμό αλωνισμού της θεριζοαλωνιστικής, ή με μηχανές συλλογής καλαμποκιού, οι οποίες, όπως έχομε αναφέρει αποσπούν και αποφυλλώνουν τη ρόκα. Στην περίπτωση αυτή, ο σπόρος απομακρύνεται είτε με ειδική μηχανή, που ακολουθεί τη συλλεκτική, είτε με μιαν εκκοκκιστική μηχανή που εργάζεται εν στάσει (σχ. 13.4α).

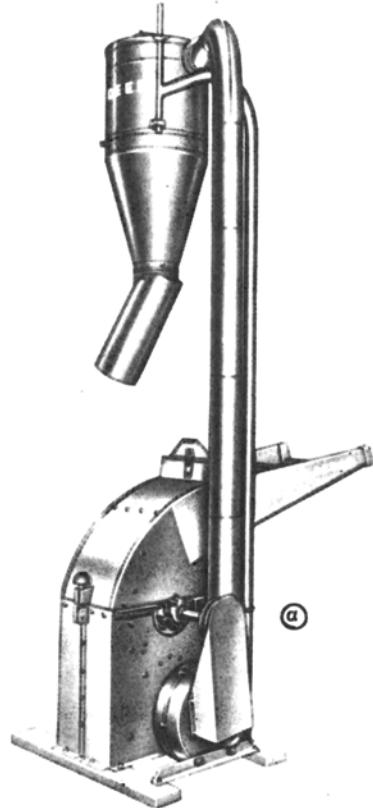
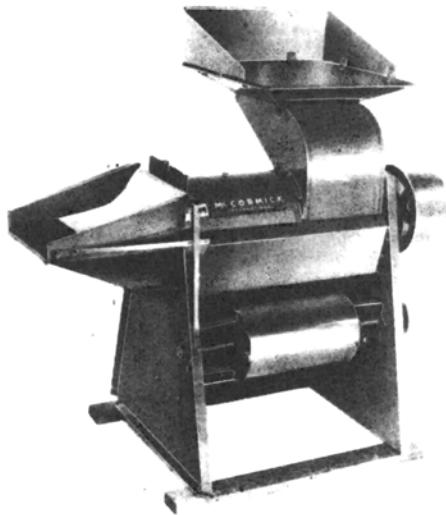
Έχει βρεθεί ότι τα ζώα αφομοιώνουν καλύτερα την τροφή τους, όταν η τροφή είναι αλεσμένη. Γι' αυτό κάθε αγρότης, που ασχολείται με την εκτροφή ζώων, αλέθει την τροφή τους προτού την προσφέρει στα ζώα, εκτός βέβαια αν αγοράζει έτοιμες τροφές αλεσμένες. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μηχανών για το άλεσμα των ζωατροφών, από τις οποίες συνηθέστερος είναι ο **σφυρόμυλος** (σχ. 13.4β).

Όταν οι κτηνοτρόφοι θέλουν να αναμίξουν δύο ή και περισσότερες αλεσμένες τροφές για να κάνουν ένα σιτηρέσιο χρησιμοποιούν έναν αναμικτήρα.

Πολλές φορές μπορεί να γίνει συνδυασμός του σφυρομύλου και του αναμικτήρα για την προετοιμασία των ζωατροφών, ακόμη δε και άλλος συνδυασμός για τη μεταφορά και τη διανομή των τροφών στα ζώα (σχ. 13.4γ).

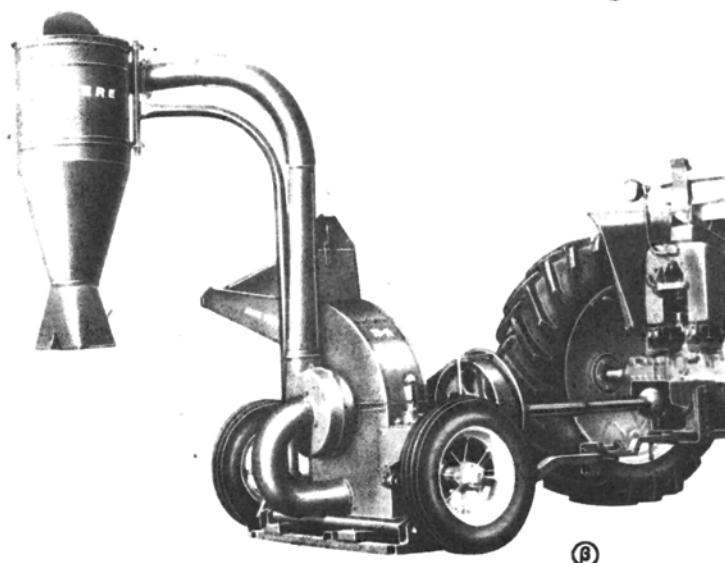
#### 13.5 Μηχανήματα συντηρήσεως και συσκευασίας των γεωργικών προϊόντων.

Πολλά γεωργικά προϊόντα περιέχουν υπερβολική υγρασία για να μπορέσουν να αποθηκευθούν με ασφάλεια. Γι' αυτό μια άλλη, απαραίτητη εργασία που πρέπει να



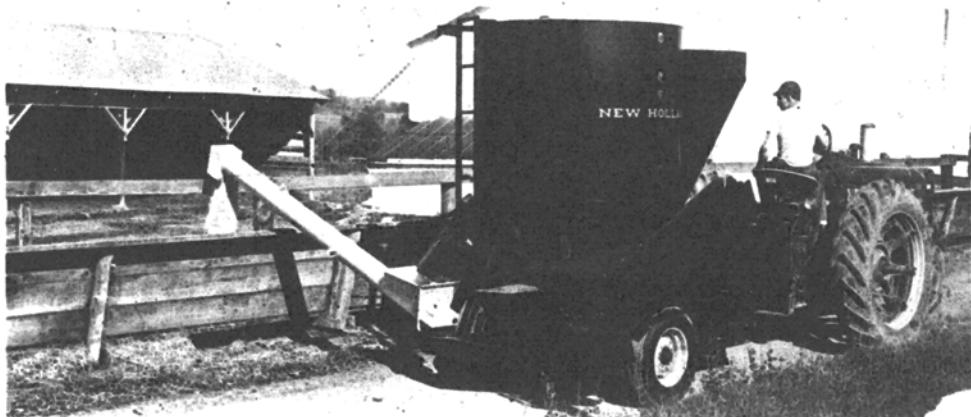
**Σχ. 13.4α.**

Εκκοκκιστική μηχανή καλαμποκιού. Σταθερή.



**Σχ. 13.4β.**

Σφυρόμυλοι. α) Σταθερός. β) Φορητός.



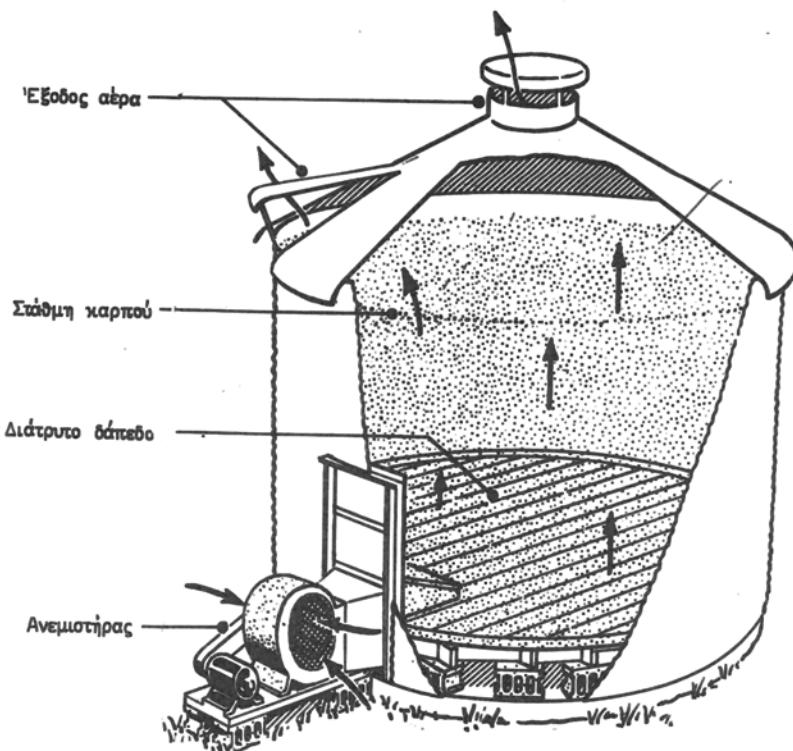
Σχ. 13.4γ.

Συγκρότημα σφυρόμυλου-αναμικτήρα, που χρησιμοποιείται και για τη μεταφορά και για τη διανομή της τροφής.

γίνεται πολλές φορές πριν από την αποθήκευση των γεωργικών προϊόντων, είναι η αποξήρανσή τους. Για την αποξήρανση π.χ. των δημητριακών καθώς και του χόρτου χρησιμοποιούνται διάφορα ξηραντήρια, στα οποία κυκλοφορεί κρύος αέρας (σχ. 13.5α). Όταν πάλι οι περιοχές είναι υγρές είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται για την αποξήρανση θερμός αέρας. Για το σκοπό αυτόν υπάρχουν μόνιμα συγκροτήματα, αλλά και φορητές μονάδες αποξηράνσεως τόσο των δημητριακών όσο και του χόρτου. Τα προϊόντα για αποξήρανση τοποθετούνται κατά τη συγκομιδή σε ειδικά μεταφορικά οχήματα, που επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα. Κατόπιν τα οχήματα αυτά συνδέονται με τη μονάδα παραγωγής θερμού αέρα, από την οποία με αγωγούς διοχετεύεται θερμός αέρας σ' αυτά, ώστε να φύγει η περίσσεια υγρασία και να αποξηρανθούν τα προϊόντα (σχ. 13.5β)

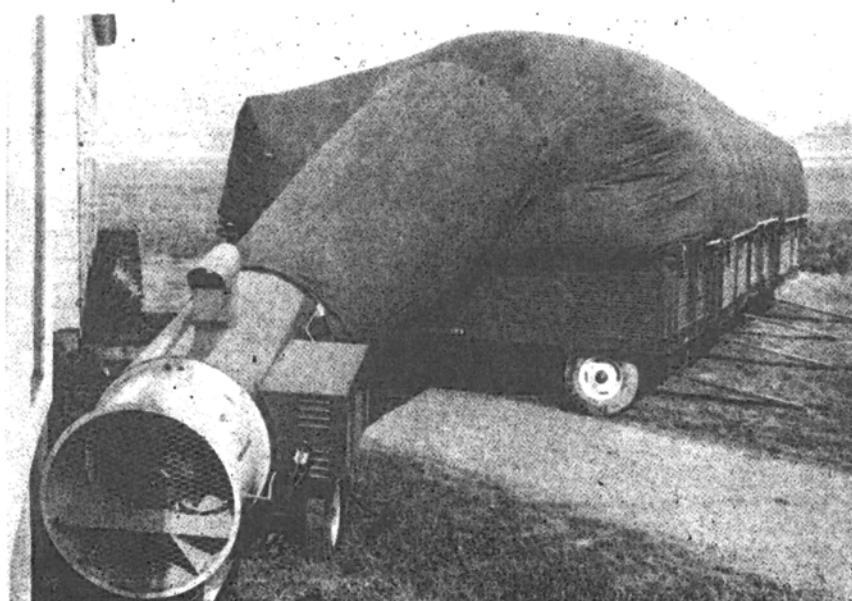
Αμέσως μετά την συγκομιδή των φρούτων και των λαχανικών πρέπει να ληφθεί μέριμνα, ώστε, να χάσουν τα προϊόντα αυτά μέρος της θερμότητάς τους προκειμένου να περιορισθεί η αναπνοή τους και να διατηρηθούν φρέσκα. Ένας τρόπος, για να κατορθωθεί αυτό, είναι να τοποθετηθούν τα προϊόντα μετά την συσκευασία τους, σε ψυκτικούς θαλάμους, όπου διατηρούνται για μερικές μέρες πριν φορτωθούν για την αγορά. Άλλος τρόπος είναι να διοχετευθεί κρύος αέρας αμέσως μετά το φόρτωμα των προϊόντων στα μεταφορικά μέσα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται εγκαταστάσεις μόνιμες ή ειδικά οχήματα με ψυκτικά μηχανήματα.

Πολλές εργασίες σχετικά με τα φρούτα και τα λαχανικά έχουν μηχανοποιηθεί, όπως το καθάρισμα (πλύσιμο ή βούρτσισμα), η διαλογή σε μεγέθη, η απομάκρυνση των αλλοιωμένων, η συσκευασία και η αποθήκευση. Όλα τα μηχανήματα που χρειάζονται για τις παραπάνω εργασίες βρίσκονται σε κάθε σύγχρονο συσκευαστήριο. Ετοι τα προϊόντα αυτά μετακινούνται με μεταφορικές ταινίες από το ένα μηχάνημα στο άλλο με ελάχιστα εργατικά χέρια (σχ. 13.5γ), ώσπου να συσκευασθούν.



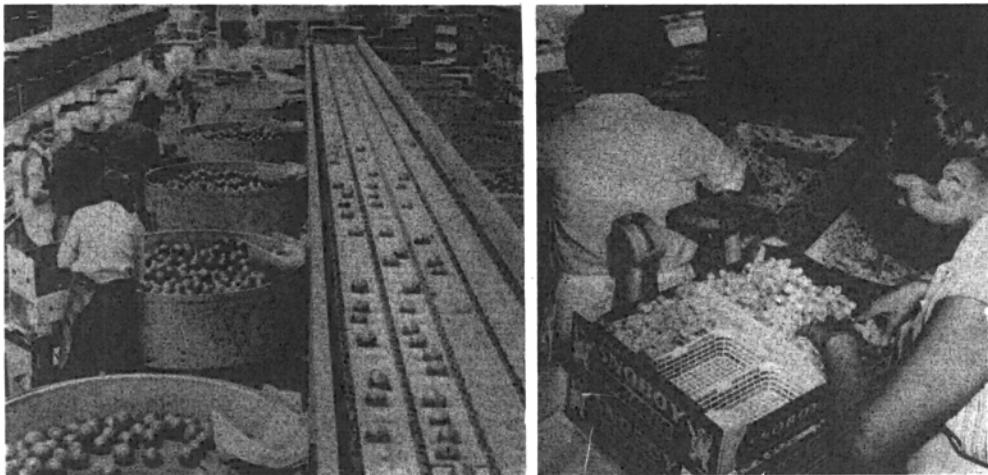
Σχ. 13.5α.

Κυλινδρική μεταλλική αποθήκη-Έηραντήριο, με διάτρυτο μεταλλικό δάπεδο.



Σχ. 13.5β.

Μια μονάδα παραγωγής θερμού αέρα, που τον διοχετεύει ταυτόχρονα με τέσσερα οχήματα.



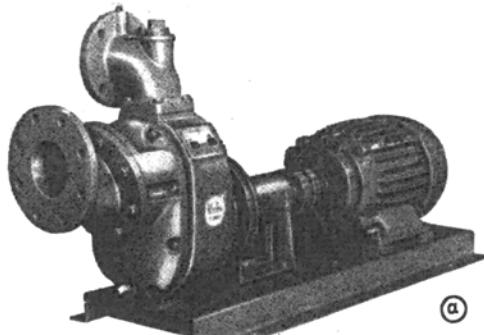
**Σχ. 13.5γ.**  
Σύγχρονο συσκευαστήριο.

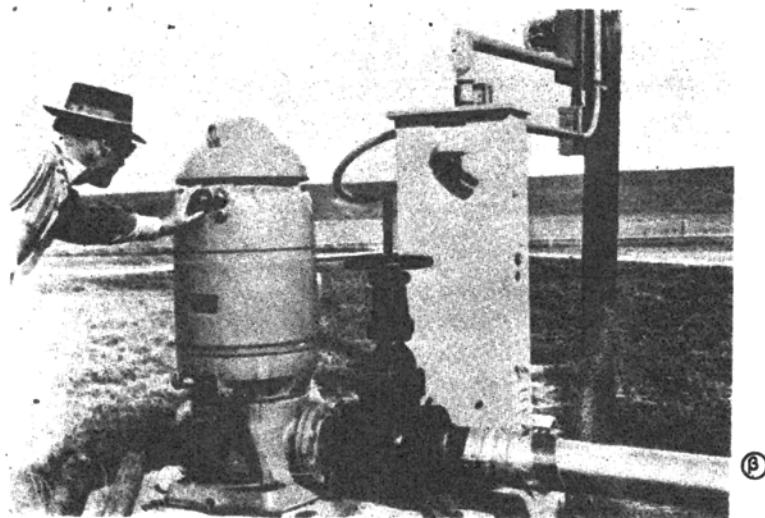
### 13.6. Μηχανήματα αρδεύσεως.

Στην Ελλάδα σήμερα αρδεύονται μεγάλες εκτάσεις και καθημερινά προστίθενται και άλλα στρέμματα γης στις ποτιστικές αυτές εκτάσεις.

Εκτός των μηχανημάτων, που χρειάζονται για την κατασκευή φραγμάτων, καναλιών, αυλακιών κλπ, χρειάζονται, πολλές φορές, και άλλα μηχανήματα για το πότισμα. Το κυριότερο απ' αυτά είναι οι αντλίες, οι οποιες διακρίνονται σ' αυτές που αντλούν το νερό από μικρό βάθος, λιγότερο από 7 μέτρα, και λέγονται φυγοκεντρικές, και αυτές που αντλούν το νερό από μεγάλα βάθη, και ονομάζονται αντλίες των βαθιών φρεάτων (πομόνες) (σχ. 13.6α).

Εκτός των συνηθισμένων συστημάτων τεχνητής βροχής, τα οποία είναι γνωστά σήμερα σε όλους τους αγρότες μας, χρησιμοποιούνται και ορισμένα σύγχρονα μηχανήματα, τα οποία καθώς μετακινούνται εκτοξεύουν μεγάλες ποσότητες νερού σε αρκετή απόσταση (σχ. 13.6β).





Σχ. 13.6α.

Αντλίες για το πότισμα. α) Φυγόκεντρική β) Βαθιών φρεάτων.



Σχ. 13.6β.

Τεχνητή βροχή με μετακινούμενο εκτοξευτήρα.

### 13.7. Χωματουργικά Μηχανήματα.

Τα χωματουργικά μηχανήματα παρουσιάζουν κυρίως δομικό, αλλά και γεωργικό ενδιαφέρον, ορισμένα μάλιστα από αυτά έχουν ιδιαίτερη και άμεση σημασία για τη γεωργία και συμβάλλουν αποφασιστικά στην συνεχώς αυξανόμενη εκμηχάνησή της. Τα κυριότερα από τα χωματουργικά μηχανήματα, που είναι χρήσιμα στους αγρότες, για ορισμένες ειδικές εργασίες χωρίς αυτό να σημαίνει ότι είναι τόσο απαραίτητα, όσο τα προηγούμενα που αναφέραμε, είναι:

**— Οι εκσκαφείς γενικής χρήσεως.**

Είναι από τα βασικότερα μηχανήματα εκσκαφής του εδάφους, διακρίνονται δε ανάλογα με τη διάταξη του σκαπτικού τους οργάνου σε μηχανήματα με μετωπικό φτιάρι, με ανεστραμμένο φτιάρι, με συρόμενο κάδο και σε μηχανήματα με διάταξη αρπάγης.

**— Οι εκσκαφείς συνεχούς λειτουργίας.**

Οι εκσκαφείς του είδους αυτού είναι δομικά μηχανήματα με λιγότερο γεωργικό ενδιαφέρον. Ένα είδος του χρησιμοποιείται για το άνοιγμα χαντακιού και την τοποθέτηση σωλήνων στραγγίσεως (σχ. 13.7a).



**Σχ. 13.7a.**

Εκσκαφέας συνεχούς λειτουργίας με τη βοήθειά του τοποθετούνται σωλήνες στραγγίσεως.

— **Πρωθητές γαιών (μπουλντόζες).** Με τον όρο «πρωθητές γαιών» αναφέρονται όλα τα χωματουργικά μηχανήματα, που φέρουν στο μπροστινό μέρος τους λεπίδα με την οποία κόβουν το έδαφος και το σπρώχνουν σε μικρή ή μεγάλη απόσταση. Οι πρωθητές γαιών μπορεί να είναι ερπιστριοφόροι ή τροχοφόροι.

— **Αποξέστες γαιών.** Έτσι λέγονται τα μηχανήματα που συνδυάζουν την προώθηση χώματος και τη μεταφορά του. Το επιφανειακό δηλ. έδαφος κόβεται, συγκεντρώνεται σε ειδικό χώρο και μπορεί να μεταφερθεί σε μακρινές αποστάσεις. Οι αποξέστες γαιών διακρίνονται σε αυτοκινούμενους και ρυμουλκούμενους.

— **Διαμορφωτές γαιών.** Τα μηχανήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση της επιφάνειας του εδάφους. Η ισοπέδωση του εδάφους, η κατασκευή πρανών, το άνοιγμα αυλακιών κλπ., είναι εργασίες στις οποίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι οι διαμορφωτές (σχ. 13.7β).



Σχ. 13.7β.  
Διαμορφωτής γαιών ισοπεδώνει ένα χωράφι.

— **Φορτωτές, ή μηχανήματα φορτώσεως.** Οι φορτωτές, ανάλογα με το είδος των τροχών του οχήματος στο οποίο φέρονται, διακρίνονται σε τροχοφόρους και ερπιστριοφόρους. Είναι τα γνωστά μηχανήματα φορτώσεως, που χρησιμοποιούνται για τη φόρτωση διαφόρων υλικών π.χ. κοπριάς στον κοπροδιανομέα κλπ. Πολλές φορές οι γεωργοί συνηθίζουν να προσθέτουν φορτωτή στον ελκυστήρα τους (σχ. 13.7γ).

### 13.8 Μηχανήματα χρησιμοποιούμενα στην κτηνοτροφία.

Η κτηνοτροφία σήμερα έχει και αυτή μηχανοποιηθεί και πολλές εργασίες, που απαιτούσαν πολύ χρόνο και κόπο, γίνονται σήμερα με μηχανικό τρόπο και μερικές



Σχ. 13.7γ.

Φορτωτής τοποθετημένος επάνω σε ελκυστήρα σε λειτουργία.

φορές με αυτόματα μηχανήματα, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται ούτε και η παρουσία του κτηνοτρόφου. Παρακάτω θα αναφερθούμε στα κυριότερα από τα μηχανήματα αυτά.

— **Στην πτηνοτροφία.** Υπάρχουν σύγχρονα πτηνοτροφεία με μηχανικές εγκαταστάσεις αυτόματης ρυθμίσεως του περιβάλλοντος χώρου, αυτόματης τροφοδοσίας των ορνίθων ή των μικρών πουλιών, αυτόματου ποτίσματός τους, και μηχανικής συλλογής της κοπριάς.

Η συλλογή, η ωσκότηση, η διαλογή σε μεγέθη και η συσκευασία των αυγών γίνονται με σύγχρονα μηχανήματα. Τα αυγά, στη συνέχεια, διατηρούνται σε ειδικά ψυγεία, ώσπου να διοχετευθούν στην αγορά.

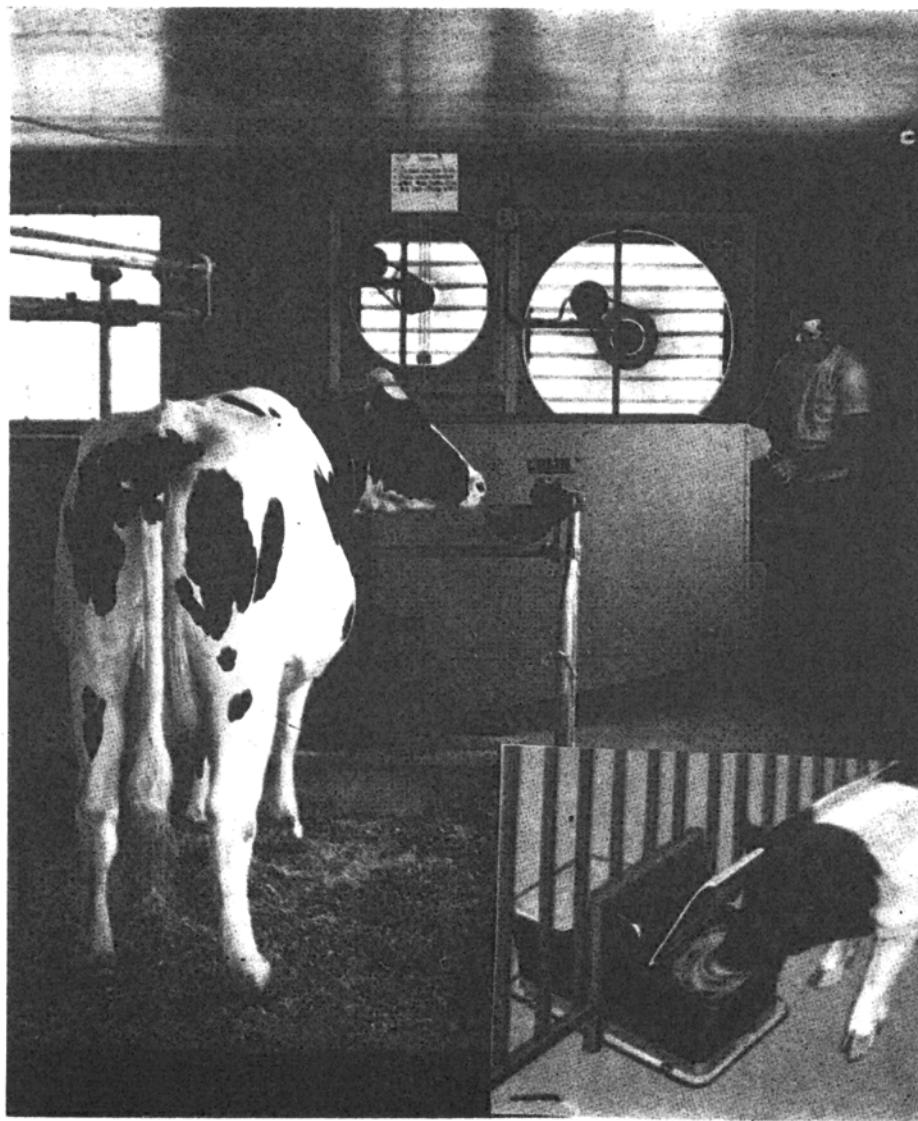
— **Στην αγελαδοτροφία** έχομε πάλι ένα σημαντικό αριθμό μηχανημάτων, που βοηθούν τον κτηνοτρόφο στην καλύτερη και ανετότερη εκτροφή των ζώων του.

Έτσι υπάρχουν ηλεκτρικά συστήματα περιορισμού των ζώων κατά περιοχές, στη βοσκή. Ο χώρος δηλαδή της βοσκής χωρίζεται με σύρμα, στο οποίο κυκλοφορεί ηλεκτρικό ρεύμα ακίνδυνο για τα ζώα, σε μικρότερες περιοχές, στις οποίες η βοσκή γίνεται εκ περιτροπής. Τα ζώα που οδηγούνται σε μιαν από τις περιοχές αυτές αποφεύγουν να πλησιάσουν το σύρμα που περιβάλλει την περιοχή αυτή, γιατί έχουν ήδη αποκτήσει την σχετική εμπειρία προηγουμένως.

Η τροφοδοσία στο στάύλο των ζώων γίνεται με μηχανικά μέσα· πολλές φορές η τροφή μεταφέρεται με ατέρμονες κοχλίες στα ζώα και ο κτηνοτρόφος αρκείται στο πάτημα ενός διακόπτη.

Το ίδιο συμβαίνει με το πότισμα· ακόμα και στα ενσταβλισμένα ζώα, δίπλα στο καθένα υπάρχει μια αυτόματη ποτίστρα (σχ. 13.8α) και αρκεί το πάτημα της βαλβίδας με το στόμα του ζώου για να τρέξει το νερό, που σταματά αμέσως μόλις το ζώο απομακρύνει το κεφάλι του.

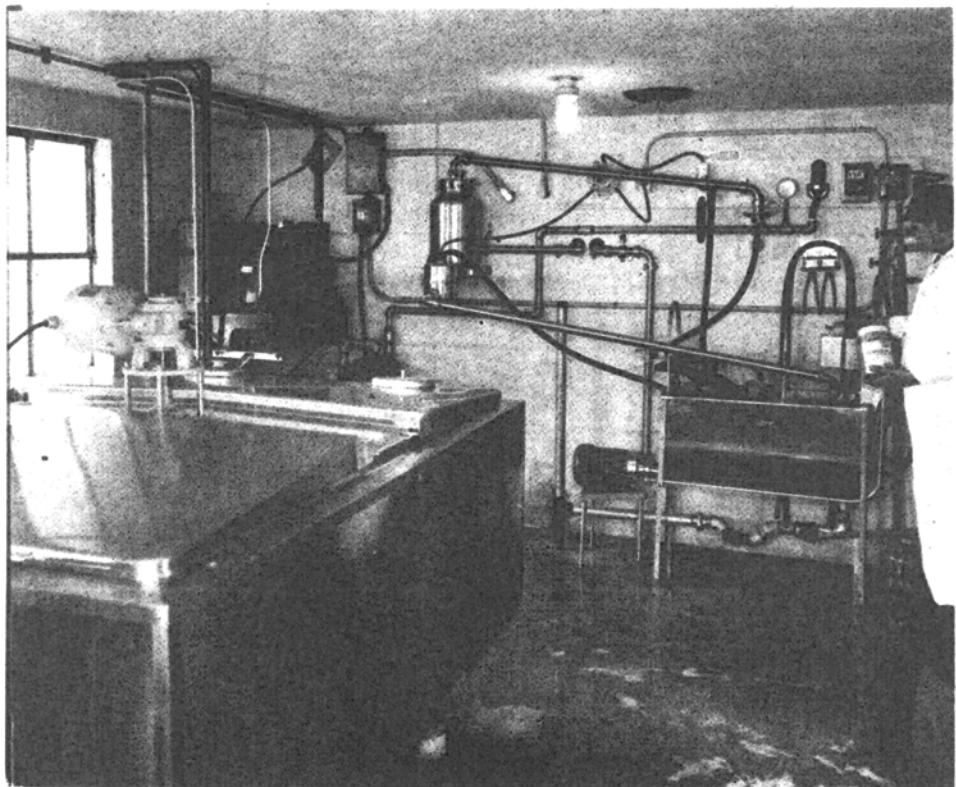
Η κοπριά επίσης απομακρύνεται με μηχανικά μέσα· τέτοια είναι οι μηχανικές ξύστρες, που συγκεντρώνουν την κοπριά στο τέλος του στάβλου και από εκεί με ατέρμονα κοχλία ή με μεταφορικές αλυσίδες οδηγείται στον κοπροσωρό.



**Σχ. 13.8α.**  
Αυτόματη ποτίστρα.

Το άρμεγμα τέλος των ζώων γίνεται κι αυτό με αρμεκτικές μηχανές, το δε γάλα διοχετεύεται μέσα από ειδικούς σωλήνες στον συντηρητή γάλατος (σχ. 13.8β) που το διατηρεί σε χαμηλή θερμοκρασία μέχρι που να παστεριώθει και να εμφιαλωθεί. Υπάρχουν μεγάλες και σύγχρονες κτηνοτροφικές μονάδες, στις οποίες πραγματοποιείται ακόμη και η παστερίωση και η εμφιάλωση του γάλατος.

—*Στη χοιροτροφία* τέλος έχει πραγματοποιηθεί μεγάλη πρόοδος και έχει μηχανοποιηθεί η διατροφή των ζώων, η περιποίησή τους και ιδιαίτερα ο καθαρισμός του δαπέδου από τις κοπριές.



Σχ. 13.8β.  
Συντηρητής γάλατος.

**ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ**  
**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**  
**ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ**  
**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ**  
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ**

Το έδαφος

1. 1	Γενικά.....	1
1. 2	Τι είναι έδαφος.....	1
1. 3	Σχηματισμός του εδάφους .....	2
1. 4	Κάθετη τομή του εδάφους, ορίζοντες.....	8
1. 5	Επιφανειακό έδαφος - υπέδαφος.....	9
1. 6	Δειγματοληψία εδάφους .....	13

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

Σύσταση του έδαφους

2. 1	Γενικά.....	17
2. 2	Εδαφικό διάλυμα.....	19
2. 3	Ο εδαφικός αέρας.....	20

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ**

Φυσικές ιδιότητες του εδάφους

3. 1	Εισαγωγή.....	24
3. 2	Υφή του εδάφους .....	25

3. 3 Δομή του εδάφους .....	26
3. 4 Ειδικό βάρος του εδάφους .....	28
3. 5 Πορώδες του εδάφους .....	29
3. 6 Πλαστικότητα του εδάφους .....	29
3. 7 Συνοχή του εδάφους .....	29
3. 8 Αεροϊκανότητα .....	30

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### Θερμοκρασία του εδάφους

4. 1 Γενικά .....	31
4. 2 Τρόπος αυξήσεως και μειώσεως της θερμοκρασίας του εδάφους .....	31
4. 3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του εδάφους .....	32
4. 4 Επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους στην ανάπτυξη των ανωτέρων φυτών και των μικροοργανισμών του εδάφους .....	35
4. 5 Επέμβαση του ανθρώπου για μια ευνοϊκή μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους ....	35
4. 6 Πρώιμα και όψιμα εδάφη .....	35

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

### Χημικές ιδιότητες του εδάφους

5. 1 Οξύτητα και αλκαλικότητα του εδάφους .....	37
5. 2 Ρύθμιση της αντιδράσεως (pH) των εδαφών .....	43

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

### Το νερό του εδάφους

6. 1 Η υγρασία του εδάφους και η σημασία της για τα φυτά .....	47
6. 2 Μօσφρές του εδαιφικού νερού .....	49
6. 3 Εφοδιασμός του εδάφους με υγρασία .....	50
6. 4 Νερό και φυτό .....	52

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

### Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά

7. 1	Γενικά .....	55
7. 2	Το άζωτο (N) .....	57
7. 3	Ο φωσφόρος (P).....	59
7. 4	Το κάλιο (K) .....	59
7. 5	Τα θρεπτικά στοιχεία S, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl και Co .....	61

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

### Βιολογικό περιβάλλον του εδάφους

8. 1	Οργανισμοί του εδάφους .....	63
8. 2	Χουμοποίηση.....	66
8. 3	Αμμωνιοποίηση - νιτροποίηση .....	67
8. 4	Αζωτοδέσμευση .....	68

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

### Διάβρωση και συντήρηση του εδάφους

9. 1	Γενικά .....	70
9. 2	Πός γίνεται η διάβρωση .....	70
9. 3	Ανεμογενής διάβρωση .....	77
9. 4	Οφέλη από την καλή συντήρηση του εδάφους .....	77

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Μορφές και ανάγκες ενέργειας στη γεωργία

10. 1 Γενικά .....	78
10. 2 Οι γεωργικές εργασίες .....	78
10. 3 Πηγές ενέργειας στη γεωργία .....	79

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Τα μηχανήματα ως συντελεστής αυξήσεως

11. 1 Εισαγωγή.....	89
11. 2 Η συμβολή των μηχανημάτων .....	89
11. 3 Τα γεωργικά εργαλεία δημιουργούν το γεωργικό πλούτο .....	91
11. 4 Η δυναμικότητα της γεωργίας και του γεωργικού πληθυσμού .....	94
11. 5 Βελτίωση των συνθηκών διαβιώσεως της γεωργικής οικογένειας.....	95

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Γενικά περί μηχανημάτων και στοιχεία αποδόσεών τους

12. 1 Ο γεωργικός ελκυστήρας .....	96
12. 2 Μηχανήματα προετοιμασίας του εδάφους για σπορά .....	105
12. 3 Μηχανήματα σποράς και φυτεύσεως.....	116
12. 4 Μηχανήματα περιποιήσεως φυτών και λιπάνσεως.....	121
12. 5 Μηχανήματα συγκομιδής .....	132

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

### Ειδικά μηχανήματα στη γεωργία, την παραγωγή και την κτηνοτροφία

13. 1 Γενικά.....	148
13. 2 Ειδικά μηχανήματα συγκομιδής.....	148
13. 3 Στελέχοκόπτες .....	150
13. 4 Μηχανήματα επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων .....	152
13. 5 Μηχανήματα συντηρήσεως και συσκευασίας των γεωργικών προϊόντων .....	152
13. 6 Μηχανήματα αρδεύσεως .....	156
13. 7 Χωματουργικά μηχανήματα .....	158
13. 8 Μηχανήματα χρησιμοποιούμενα στην κτηνοτροφία .....	159

---