



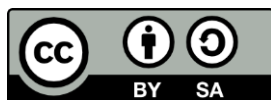
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

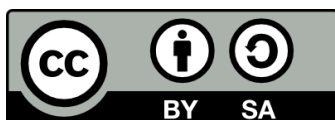
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



10 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

10.1 Γενικά

Ως έδαφος εννοείται το χαλαρό υλικό που καλύπτει κατά θέσεις τα πετρώματα που αποτελούν το στερεό φλοιό της Γης. Η στερεά φάση του εδάφους προέρχεται από τα προϊόντα της αποσάθρωσης πετρωμάτων καθώς και από τα υπολείμματα της αποσύνθεσης φυτών και ζώων.

Οι πέντε πρωταρχικοί παράγοντες του φυσικού περιβάλλοντος που συμμετέχουν στο σχηματισμό των εδαφών είναι το μητρικό υλικό, το κλίμα, οι ζώντες οργανισμοί, οι μορφολογικές συνθήκες και ο χρόνος.

Με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση των κλιματικών παραγόντων και των ζώντων οργανισμών, αποσυντίθεται το μητρικό πέτρωμα και σχηματίζεται έδαφος, με μία διεργασία που ονομάζεται εδαφογένεση. Στη συνέχεια συμβαίνουν στο έδαφος διάφορες διεργασίες όπως η αποσύνθεση των αρχικών ορυκτών και η σύνθεση νέων, η συσσώρευση οργανικής ουσίας, η απομάκρυνση διαφόρων ενώσεων που περιέχονται στο έδαφος και η προσθήκη νέων. Αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών, είναι η δημιουργία διαφόρων στρωμάτων (οριζόντων) εδάφους, που διαφέρουν μεταξύ τους στο χρώμα και σε άλλες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες.

Οι παραπάνω διεργασίες συμβαίνουν στο έδαφος έως ότου προκύψει δυναμική ισορροπία μεταξύ αυτού και του περιβάλλοντος. Στην περίπτωση αυτή, το έδαφος χαρακτηρίζεται σαν ώριμο.

Η ταχύτητα σχηματισμού του εδάφους επηρεάζεται από:

- τον χρόνο επίδρασης των παραγόντων της εδαφογένεσης,
- τον βαθμό υδροπερατότητας του μητρικού υλικού,
- τις κλιματολογικές συνθήκες και ιδιαίτερα τη θερμοκρασία και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα,

- τη μορφή της επιφάνειας του εδάφους, η οποία επηρεάζει τόσο τη διήθηση όσο και τη διάβρωση,
- την ποσότητα των περιεχόμενων στο μητρικό υλικό βάσεων και κυρίως Ca.

Ο σχηματισμός και η εξέλιξη των εδαφών επηρεάζονται επίσης και από την υφή, την ορυκτολογική σύσταση, τη στρωμάτωση και την υδροπερατότητα του μητρικού υλικού (ως μητρικό υλικό θεωρείται το μητρικό πέτρωμα και τα αρχικά προϊόντα της αποσάθρωσής του).

10.2 Κύριες διεργασίες σχηματισμού εδαφών

Οι διεργασίες που συμμετέχουν στο σχηματισμό εδαφών μπορεί να διακριθούν σε φυσικές, χημικές και βιολογικές.

Οι φυσικές είναι:

- η αποσάθρωση,
- η συσσωμάτωση, κατά την οποία κόκκοι εδάφους συσσωματώνονται για τη δημιουργία μεγαλύτερου μεγέθους τεμαχιδίων,
- η μετακίνηση υλικών μέσα στο έδαφος,
- αλλά και η πήξη, η τήξη, η διαβροχή, η αποξήρανση, η συστολή και η διαστολή. Αυτές συμβαίνουν συνεχώς μέσα στο έδαφος και το μεταβάλλουν.

Οι χημικές διεργασίες είναι:

- η χημική αποσάθρωση,
- η ενυδάτωση, που είναι η προσρόφηση μορίων νερού από μία ένωση και η δημιουργία νέας ένωσης
- η υδρόλυση, που συνίσταται στη χημική αντίδραση μεταξύ των ορυκτών και του νερού,
- η διάλυση, που είναι η διασπορά διαφόρων ουσιών μέσα στο νερό και
- η οξειδοαναγωγή, που είναι η διεργασία κατά την οποία το χημικό σθένος ενός στοιχείου μεταβάλλεται (οξείδωση όταν αυξάνεται και αναγωγή όταν μειώνεται) με τη μεταφορά ηλεκτρονίων.

Οι βιολογικές διεργασίες που συμμετέχουν στο σχηματισμό των εδαφών είναι η διάσπαση και η χουμοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων και η μετακίνηση των συστατικών του εδάφους από διάφορους οργανισμούς που ζούν μέσα του (σκουλίκια, μυρμήγκια κ.λ.π).

10.3 Φυσικές ιδιότητες του εδάφους

Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους συνδέονται με την κοκκομετρική του σύσταση, τη δομή, το πορώδες, τη θερμοκρασία, το χρώμα και τον αερισμό του.

Μηχανική σύσταση

Το έδαφος είναι ένας χαλαρός σχηματισμός που αποτελείται από κόκκους ποικίλης διαμέτρου, οργανική ουσία, διάκενα και νερό. Οι κόκκοι διακρίνονται με βάση το μέγεθός τους σε δύο κατηγορίες:

- κόκκους διαμέτρου μεγαλύτερης από 0.02mm (λίθοι, χαλίκια, άμμος,
- κόκκους διαμέτρου μικρότερης από 0.02mm (ιλύς και άργιλος).

Η εκατοστιαία ποσότητα των διαφόρων κατηγοριών μεγέθους των κόκκων που έχουν διάμετρο μικρότερη από 2mm, καθορίζει την κοκκομετρική ή μηχανική σύσταση του εδάφους.

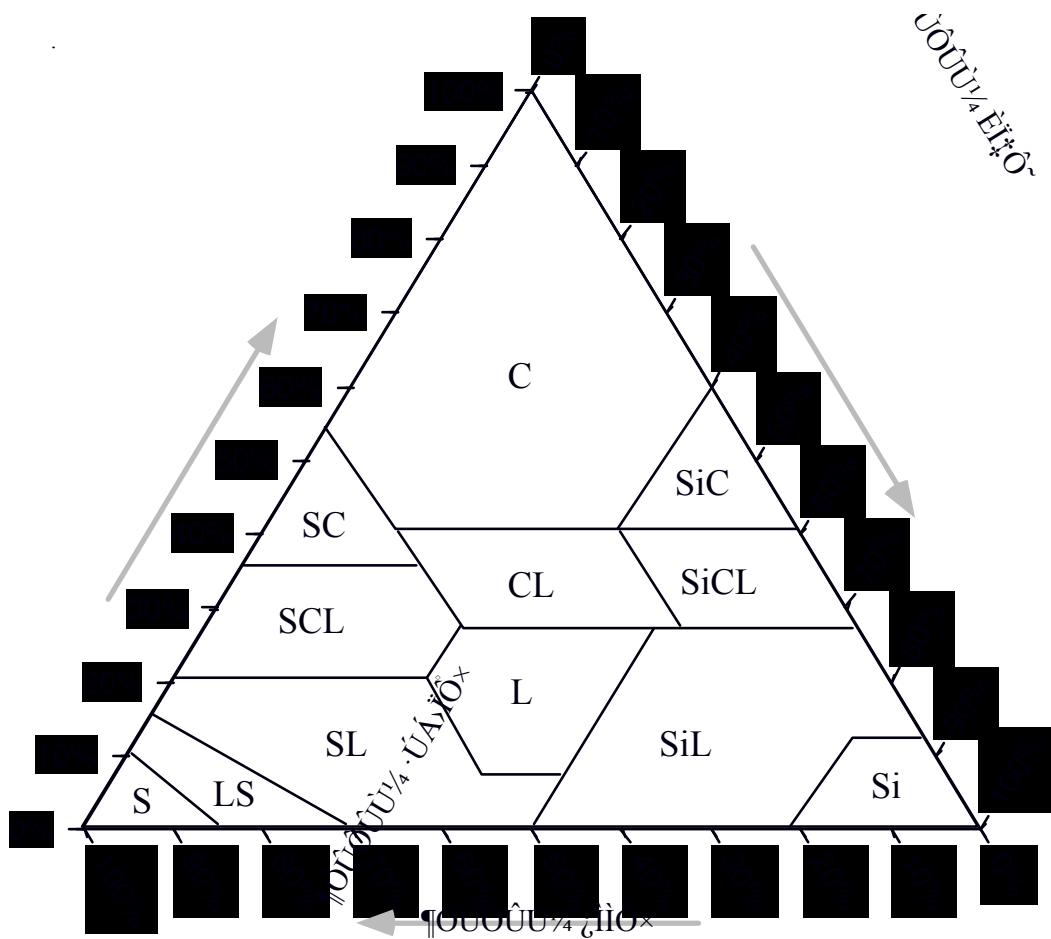
Γενικά, για την ταξινόμηση των εδαφών διακρίνουμε τρεις κατηγορίες εδαφικών κόκκων, τις εξής i) άμμος, ii) ιλύς και iii) άργιλος. Για την ταξινόμηση αυτή έχουν καθιερωθεί διεθνώς και χρησιμοποιούνται δύο συστήματα ταξινόμησης, το Διεθνές σύστημα και το σύστημα του Υπουργείου Γεωργίας των ΗΠΑ.

$\frac{Y}{X}$ $\frac{H}{A}$	2.00-1.00	1.00-0.50	0.50-0.25	0.25-0.10	0.10-0.05	0.05-0.002	<0.02
	X·I·E, X·O·U·I·O·I I·O·~	X·O·U·I·O·I I·O·~	ME·U·E· O·U·I·O·I I·O·~	S·A·U· I·O·~	I·A·U· I·O·~	I·I·~	A·U·A·E·I·C
$\frac{E}{A}$ $\frac{U}{E}$	2.00-0.20	0.20-0.02	0.02-0.002	<0.002			
	X·O·U·I·O· I·O·~	S·A·U·I·O·~	I·I·~	A·U·A·E·I·C			

Με βάση το ποσοστό συμμετοχής των κατηγοριών του παραπάνω πίνακα, τα εδάφη διακρίνονται σε δώδεκα κατηγορίες μηχανικής σύστασης, οι οποίες παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.

$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{4} \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{4} \text{CaO} \cdot \frac{1}{4} \text{MgO} \cdot \frac{1}{4} \text{K}_2\text{O} \cdot \frac{1}{4} \text{Na}_2\text{O} \cdot \frac{1}{4} \text{H}_2\text{O}$

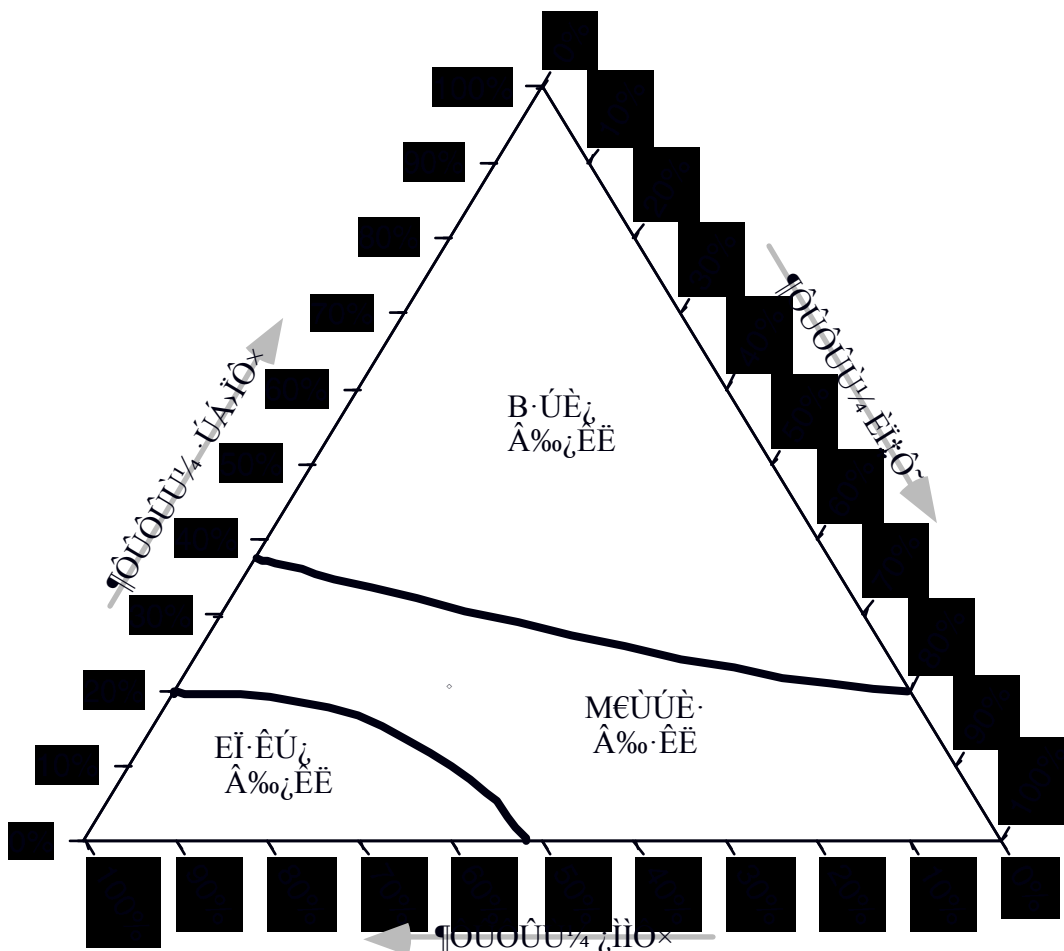
S=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2$	SiCL=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3$
LS=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3$	CL=	$\frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{4} \text{SiO}_2$
SL=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Fe}_2\text{O}_3$	SCL=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{4} \text{Fe}_2\text{O}_3$
L=	$\frac{1}{4} \text{Fe}_2\text{O}_3$	SC=	$\frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{4} \text{SiO}_2$
SiL=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Fe}_2\text{O}_3$	SiC=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2 \cdot \frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3$
Si=	$\frac{1}{4} \text{SiO}_2$	C=	$\frac{1}{4} \text{Al}_2\text{O}_3$



Σχήμα 10-1 Πίνακας και διάγραμμα για την ταξινόμηση της μηχανικής σύστασης εδαφών

Το βασικότερο μειονέκτημα του Αμερικανικού Συστήματος Ταξινόμησης των εδαφών είναι η πολυπλοκότητά του, που το κάνει ιδιαίτερα δύσχρηστο. Για τον λόγο αυτόν, στην πράξη χρησιμοποιείται η διάκριση των εδαφών σε τέσσερις κατηγορίες: ελαφρά εδάφη, μέτρια, βαριά και πολύ βαριά:

- τα ελαφρά εδάφη περιλαμβάνουν τα αμμώδη, πηλοαμμώδη και χονδρόκοκκα αμμοπηλώδη εδάφη.
- Τα μέτρια εδάφη περιλαμβάνουν τα λεπτόκοκκα αμμοπηλώδη, τα πηλώδη, τα ιλοπηλώδη και τα αμμοαργιλοπηλώδη εδάφη.
- Τα βαριά εδάφη περιλαμβάνουν τα αμμοαργιλοπηλώδη, τα αργιλοπηλώδη και τα ιλοαργιλοπηλώδη εδάφη.
- Τα πολύ βαριά εδάφη περιλαμβάνουν τα αμμοαργιλώδη, αργιλώδη, ιλοαργιλώδη και τα αργιλώδη εδάφη. Η ταξινόμηση αυτή, όπως έχει απλοποιηθεί, φαίνεται καλύτερα στο



Σχήμα 10-2 Κύριες ομάδες μηχανικής σύστασης εδαφών.

επόμενο διάγραμμα.

10.4 Περιβαλλοντική σημασία της μηχανικής σύστασης

Η μηχανική σύσταση επηρεάζει άμεσα την ικανότητα του εδάφους σαν μέσου ανάπτυξης των φυτών. Η ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν νερό, εξαρτάται άμεσα από την περιεκτικότητά τους σε άργιλο και ιλύ.

Η άργιλος ενώ παρουσιάζει σημαντικό πορώδες, έχει μηδενικό ενεργό πορώδες. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι τα αργιλικά εδάφη έχουν πόρους που λόγω του μικρού τους μεγέθους εμποδίζουν τη διείσδυση του αέρα και του νερού. Το υπόγειο νερό προσροφάται από τα αργιλικά ορυκτά, με αποτέλεσμα την πλαστικοποίηση και τη διόγκωσή τους. Σημειώνεται ότι, το νερό δεν απορροφάται από την άργιλο με τον τρόπο που συμβαίνει π.χ. στους κόκκους της άμμου αλλά προσροφάται, δηλαδή μόρια νερού εισέρχονται στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών της αργίλου όπου και συγκρατούνται με ισχυρές δυνάμεις.

Τα εδάφη λοιπόν, που είναι πλούσια σε άργιλο ή ιλύ, είναι πυκνά, αποστραγγίζονται δύσκολα, συγκρατούν πολύ νερό, δεν αερίζονται καλά και είναι σχετικά ψυχρά. Οι λεπτοί κόκκοι της αργίλου αποτελούν την κύρια πηγή θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά και τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη προσροφητική ικανότητα της αργίλου.

Αντίθετα με τα παραπάνω, τα αμμώδη εδάφη έχουν μεγάλους πόρους που διευκολύνουν τη διείσδυση του αέρα και του νερού. Τα εδάφη αυτά λοιπόν, έχουν μικρή υδατοϊκανότητα και εμφανίζονται ξηρά ενώ θερμαίνονται ευκολότερα από τα προηγούμενα.

Σαν αποτέλεσμα όσων αναφέρθηκαν πια πάνω, τα εδάφη παρουσιάζουν διαφορετική ικανότητα σαν μέσο ανάπτυξης φυτών. Τα αμμώδη εδάφη ευνοούν την ανάπτυξη της πεύκης και άλλων φυτών που έχουν μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και αντέχουν στην ξηρασία. Τα μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη ευνοούν την ανάπτυξη της ελάτης, της οξυάς, της δρυός και άλλων πλατύφυλλων. Τα βαριά εδάφη ευνοούν την ανάπτυξη ποώδους κυρίως βλάστησης.

10.5 Δομή του εδάφους

Η δομή του εδάφους αφορά τον τρόπο με τον οποίο τα δομικά σωματίδια του εδάφους είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όπως είναι προφανές, δεν παρουσιάζουν όλα τα εδάφη τον ίδιο τύπο δομής. Αυτό συμβαίνει γιατί η δημιουργία της δομής είναι μία πολύπλοκη διαδικασία που εξαρτάται από:

- τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Τα αμμώδη εδάφη δεν παρουσιάζουν συνοχή (εμφανίζονται σαν κόκκοι ασύνδετου υλικού) ενώ αντίθετα τα αργιλώδη που έχουν συνοχή εμφανίζουν ποικιλία τύπων δομής.
- Την οργανική ουσία. Αυτή είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη δημιουργία συνεκτικής δομής.
- Το είδος των σημαντικότερων κατιόντων στο έδαφος. Η περιεκτικότητα σε Ca^{++} προκαλεί τη δημιουργία συνεκτικού εδάφους ενώ αντίθετα η μεγάλη περιεκτικότητα σε Na^+ ή K^+ δημιουργεί συνθήκες διασποράς και κακής δομής.
- Η διαβροχή και η ξήρανση. Οι συχνές εναλλαγές διαβροχής / ξήρανσης ευνοούν το σχηματισμό συσσωματωμάτων των δομικών μονάδων του εδάφους.
- Η πήξη και η τήξη του εδαφικού νερού. Και αυτή ευνοεί τη δημιουργία συσσωματωμάτων των δομικών μονάδων του εδάφους.
- Η αύξηση και η αποσύνθεση των ριζών, ευνοεί τη συσσωμάτωση με τις πιέσεις που ασκούν οι ρίζες και με τους κενούς χώρους που σχηματίζονται μετά την αποσύνθεση των ριζών.

Οι μικροοργανισμοί του εδάφους. Η συσσωμάτωση ευνοείται από την παρουσία οργανικών ουσιών και γενικότερα με την ανάμειξη οργανικών και ανόργανων ουσιών.

Η δομή είναι από τις λιγότερο σταθερές ιδιότητες του εδάφους. Μεταβάλλεται εύκολα ανάλογα με τον τρόπο χρήσης του.

10.5.1 Ταξινόμηση της δομής εδαφών

Έχει καθιερωθεί διεθνώς και χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των εδαφών με βάση τη δομή τους, το Σύστημα Ταξινόμησης που έχει προταθεί από το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ (USDA). Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, τα εδάφη ταξινομούνται με βάση τη δομή τους, στους παρακάτω τύπους.

i. Έδαφος χωρίς δομή

- Μονόκοκκος τύπος. Ψαθυρό έδαφος (ασύνδετοι κόκκοι).
- Συμπαγής τύπος. Το έδαφος εμφανίζεται σαν μία συμπαγής ομοιόμορφη μάζα.

ii. Έδαφος με δομή

- Πλακοειδής δομή. Η διάταξη των κόκκων και η ανάπτυξη των συσσωματωμάτων γίνεται σε επάλληλα οριζόντια επίπεδα.
- Πρισματική δομή. Οι δομικές μονάδες του εδάφους αναπτύσσονται κατά μήκος κατακόρυφων αξόνων σαν πρίσματα.
- Στυλοειδής δομή. Οι δομικές μονάδες του εδάφους αναπτύσσονται όπως και στον προηγούμενο τύπο με τη διαφορά ότι το ανώτερο τμήμα τους εμφανίζεται αποστρογγυλεμένο.
- Κυβοειδής δομή. Οι δομικές μονάδες του εδάφους αναπτύσσονται ομοιόμορφα γύρω από ένα σημείο κατά την έννοια τριών ορθογωνίων αξόνων, σχηματίζονται κύβους.
- Κοκκώδης δομή. Οι δομικές μονάδες αναπτύσσονται γύρω από ένα κέντρο σφαιρικά σχηματίζοντας σφαιροειδή σωματίδια.
- Ψιχαλωτή δομή. Τα συσσωματώματα στην περίπτωση αυτή έχουν ακανόνιστο σχήμα και αποτελούνται από μαλακό, κατά κανόνα, υλικό.

Η δομή του εδάφους θεωρείται σαν μία από τις σημαντικότερες ιδιότητές του. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η δομή μεταβάλλει την επίδραση της μηχανικής σύστασης και επηρεάζει τις σχέσεις υγρασίας και αερισμού του εδάφους. Επηρεάζει ακόμη και άλλες ιδιότητες όπως η φαινόμενη πυκνότητα, το πορώδες, η αεροϊκανότητα και η ικανότητα διήθησης του νερού και διεύδυσης των ριζών των φυτών.

10.6 Πυκνότητα των εδαφών

Διακρίνονται δύο είδη πυκνότητας εδαφών, η πραγματική πυκνότητα και η φαινόμενη (ή φαινομενική) πυκνότητα.

Η πραγματική πυκνότητα αναφέρεται μόνο στα στερεά σωματίδια που υπάρχουν στο έδαφος και ισούται με το βάρος των στερεών σωματιδίων ανά μονάδα όγκου τους.

Η φαινόμενη πυκνότητα αντίθετα, αναφέρεται στο βάρος των στερεών σωματιδίων ανά μονάδα όγκου εδάφους (συμπεριλαμβανομένων και των κενών).

Σε αντίθεση με την πραγματική πυκνότητα που δεν διαφέρει ιδιαίτερα μεταξύ των εδαφών, η φαινόμενη πυκνότητα διαφέρει σημαντικά και εξαρτάται από τη μηχανική σύσταση του εδάφους, τη δομή του, την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία και τον βαθμό συμπίεσής του (compaction).

Τα επιφανειακά στρώματα εδάφους εμφανίζουν, κατά κανόνα, μικρότερη φαινόμενη πυκνότητα από τα βαθύτερα, λόγω του μικρότερου βαθμού συμπίεσής (ή συμπίκνωσης) τους και λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητάς τους σε οργανικές ουσίες.

10.7 Πορώδες του εδάφους

Το πορώδες του εδάφους αντιστοιχεί στο εκατοστιαίο ποσοστό του όγκου εδάφους που δεν καταλαμβάνεται από στερεά συστατικά. Υπολογίζεται από το ειδικό βάρος (B) του εδάφους και τη φαινόμενη πυκνότητά (Φ) του με τη σχέση:

$$\eta = 100 - 100 * \frac{\phi}{B} = 100 * \left(1 - \frac{\phi}{B} \right)$$

Το ολικό πορώδες καθώς και η κατανομή του μεγέθους των πόρων μέσα στο έδαφος έχουν ιδιαίτερη πρακτική σημασία για την ανάπτυξη των φυτών αφού επηρεάζουν άμεσα τόσο την ποσότητα του αέρα και την ικανότητα συγκράτησης νερού μέσα στο έδαφος, όσο και τις μορφές του εδαφικού νερού και την ταχύτητα κίνησής του.

10.8 Αερισμός του εδάφους

Αερισμός είναι η διαδικασία με την οποία ο αέρας του εδάφους ανταλλάσσεται με τον αέρα της ατμόσφαιρας. Η ανταλλαγή αυτή είναι απαραίτητη για την απομάκρυνση του CO₂ και την ανανέωση του αέρα στο έδαφος. Η ολική ποσότητα αέρα μέσα στο έδαφος μεταβάλλεται συνεχώς και εξαρτάται από το πορώδες και την υγρασία του εδάφους.

Ο κακός αερισμός του εδάφους επιδρά άμεσα στην ανάπτυξη των φυτών και συγκεκριμένα:

- μειώνει την αύξηση και τη δραστηριότητα των ριζών.
- Μειώνει την ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών ουσιών.
- Μειώνει την ικανότητα πρόσληψης νερού.
- Δημιουργεί ουσίες τοξικές για τα φυτά.

Οι συνθήκες αερισμού του εδάφους εκτιμώνται έμμεσα από τη μηχανική σύσταση, τη φαινόμενη πυκνότητα, την ταχύτητα διήθησης του νερού και ακόμη από το χρώμα του εδάφους. Κόκκινο ή κίτρινο χρώμα εδαφών υποδηλώνει συνθήκες καλού αερισμού ενώ αντίθετα γκριζο, γαλάζιο ή πρασινωπό χρώμα δείχνει φτωχά σε οξυγόνο εδάφη.

10.9 Χρώμα του εδάφους

Το χρώμα των εδαφών οφείλεται στο χρώμα του μητρικού πετρώματος και σε διάφορες εδαφογενετικές διεργασίες. Εξαρτάται κυρίως από το είδος και την κατάσταση οξειδίων του σιδήρου και του μαγγανίου καθώς και από την παρουσία οργανικής ουσίας.

Η παρουσία αιματίτη (Fe₂O₃) προσδίδει στα εδάφη κόκκινο χρώμα ενώ η παρουσία λειμωνίτη (Fe₂O₃*3H₂O) δίνει στο έδαφος κίτρινο χρώμα.

Το διοξείδιο του μαγγανίου (MnO₂) δίνει σε εδάφη με καλό αερισμό, σκοτεινό χρώμα.

Γκρι, ελαιώδεις και πρασινωπές αποχρώσεις εμφανίζονται σε υγρά και με κακή αποστράγγιση εδάφη και οφείλονται στην παρουσία δισθενούς σιδήρου.

Ο χρωματισμός των επιφανειακών οριζόντων του εδάφους κυμαίνεται από καστανό και σκούρο καστανό έως μαύρο λόγω της μεγάλης ποσότητας οργανικής ουσίας σε αυτούς.

Εδάφη με αποχρώσεις ανοικτού γκρι ή λευκού, οφείλουν το χρώμα τους σε αποθέσεις ασβεστίου ή σε έκπλυση (διάλυση από υπόγεια νερά και απομάκρυνση) του σιδήρου.

Ο προσδιορισμός του χρώματος των εδαφών γίνεται με τη βοήθεια του πίνακα Munsell. Το χρώμα, δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης της περιεκτικότητας του εδάφους σε διάφορα στοιχεία. Για το λόγο αυτόν, χρησιμοποιείται σαν κριτήριο του διαχωρισμού των οριζόντων και της ταξινόμησης των εδαφών.

10.10 Θερμοκρασία του εδάφους

Η θερμοκρασία είναι μία ακόμη σημαντική παράμετρος τόσο για την εξέλιξη των εδαφών όσο και για την ταχύτητα των διαφόρων βιολογικών διεργασιών που συμβαίνουν μέσα τους. Οι παράμετροι που συνδέονται με τη διαδικασία εξέλιξης του εδάφους και επηρεάζονται από τη θερμοκρασία είναι:

- η ταχύτητα των φυσικοχημικών αντιδράσεων και η ταχύτητα εξέλιξης των διαφόρων βιολογικών διεργασιών,
- η ταχύτητα αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας,
- η ποσότητα του εξατμιζόμενου νερού,
- η ανάπτυξη και η δράση των φυτών και των ζώων του εδάφους.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω η σημασία της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη των φυτών είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Οι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν στη θερμοκρασία του εδάφους είναι:

- το γεωγραφικό πλάτος. Η θερμοκρασία μειώνεται καθώς αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος.
- Το υψόμετρο.
- Η έκθεση. Σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος η θερμοκρασία του εδάφους είναι σημαντικά μεγαλύτερη στις νότιες απ' ότι στις βόρειες εκθέσεις (προσανατολισμούς). Η επίδραση της έκθεσης είναι αυξάνεται με το υψόμετρο.

- Η κλίση. Η αύξηση της κλίσης προκαλεί αντίστοιχη αύξηση της επίδρασης της έκθεσης. Για το βόρειο λοιπόν ημισφαίριο, αύξηση της κλίσης προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους σε βόρειες εκθέσεις και αύξησή της σε νότιες.
- Η κάλυψη του εδάφους. Η βλάστηση τείνει να περιορίσει τις ακραίες θερμοκρασίες του εδάφους περιορίζοντας τόσο τις ημερήσιες όσο και τις εοχιακές μεταβολές τους.

Η πραγματική θερμοκρασία του εδάφους εξαρτάται από το κλίμα και ιδιαίτερα από την ηλιακή ακτινοβολία. Επειδή η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τις διάφορες εποχές του έτους, τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους παρουσιάζουν αντίστοιχα, μία ημερήσια και μία εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας τους.

Οι διακυμάνσεις αυτές της θερμοκρασίας του εδάφους εξαρτώνται από:

- τις κλιματικές συνθήκες,
- την κάλυψη του επιφανειακού εδάφους. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εδάφους είναι κατά πολύ μεγαλύτερες στα γυμνά από ότι στα φυτοκαλυμμένα εδάφη.
- Την ειδική θερμότητα του εδάφους. Το έδαφος ψύχεται ή θερμαίνεται δυσκολότερα όσο μεγαλύτερη είναι η ειδική θερμότητά του.
- Την περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό. Εκτιμάται ότι το περιεχόμενο νερό έχει 5πλάσια επίδραση στη θερμοκρασία του εδάφους από ότι το στερεό εδαφικό υλικό.

Η ετήσια θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται ελαφρά με το βάθος. Επειδή το έδαφος έχει την ικανότητα να αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες θερμότητας ενώ έχει ταυτόχρονα μικρή θερμοαγωγιμότητα, υπάρχει μία σημαντική καθυστέρηση στη μεταβίβαση θερμότητας από τα επιφανειακά προς τα βαθύτερα στρώματα εδάφους. Για τον λόγο αυτόν, η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία σε βάθος λίγων εκατοστών (20-30cm), παρατηρείται 2-3 ώρες αργότερα από τη μέγιστη στην επιφάνεια του εδάφους.

Η μεταβίβαση της θερμότητας προς τα κατώτερα στρώματα του εδάφους εξαρτάται από το πορώδες, την υγρασία, την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και από τη μηχανική σύστασή του.

Ο χαρακτηρισμός της θερμοκρασίας του εδάφους γίνεται συνήθως με βάση παρατηρήσεις μεταβολών της θερμοκρασίας του κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων (τουλάχιστον ενός έτους).

10.11 Οργανική ουσία του εδάφους

Ο όρος “οργανική ουσία” χρησιμοποιείται για το σύνολο των οργανικών υλών που υπάρχουν τόσο στην επιφάνεια όσο και μέσα στη μάζα του εδάφους, ανεξάρτητα από το βαθμό αποσύνθεσής της.

Ο ρόλος της οργανικής ουσίας στην παρουσία ζώντων οργανισμών στο έδαφος είναι πολύ σημαντικός αφού από αυτήν προέρχονται η ενέργεια και τα απαραίτητα για τη θρέψη τους συστατικά.

Τα οργανικά υπολείμματα που επιστρέφουν κάθε χρόνο στο έδαφος περιέχουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων. Για να είναι χρήσιμα τα στοιχεία αυτά, πρέπει προηγουμένως τα οργανικά υπολείμματα να αποσυντεθούν και τα θρεπτικά στοιχεία να μετατραπούν σε ανόργανες ενώσεις. Η γονιμότητα συνεπώς του εδάφους εξαρτάται τόσο από την τροφοδοσία του σε οργανικά υπολείμματα όσο και από τον τρόπο και την ταχύτητα αποσύνθεσής τους.

Σε μία πρώτη προσέγγιση, το οργανικό μέρος των εδαφών διακρίνεται σε δύο κύριες κατηγορίες προέλευσης:

- τα πρόσφατα και μερικώς αποσυντιθέμενα φυτικά και ζωικά υπολείμματα, που συναντώνται κυρίως στην επιφάνεια των εδαφών και
- στον χούμο, που περιλαμβάνει χουμικά οξέα, χουμίνες, φουλβικά οξέα, υματομελανικά οξέα καθώς και προϊόντα προχωρημένης αποσύνθεσης και μετασχηματισμού των οργανικών υπολειμμάτων.

Η βλάστηση, το κλίμα, οι μικροοργανισμοί και το είδος του μητρικού πετρώματος, εκτός του ότι έχουν σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό των εδαφών, επηρεάζουν και την ποσότητα, το

είδος και την κατανομή του χούμου που σχηματίζεται στο έδαφος. Ο ρυθμός αποσύνθεσης των οργανικών υπολειμμάτων εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες, τη σύσταση των οργανικών υπολειμμάτων, τις συνθήκες του εδάφους και τους παρόντες μικροοργανισμούς.

Η παραγωγή οργανικής ουσίας στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Έχει λοιπόν διαπιστωθεί ότι, η οργανική ουσία αποσυντίθεται ταχύτερα όταν η μέση θερμοκρασία είναι περί τους 30-40°C και η μέση υγρασία περι το 60-80% της υδατοϊκανότητας. Οποιαδήποτε απόκλιση από την ιδανική κατάσταση, προκαλεί μείωση της ταχύτητας παραγωγής οργανικής ουσίας.

10.12 Χημικές ιδιότητες του εδάφους

Η χημεία του εδάφους έχει σαν αντικείμενο τη μελέτη της φύσης, της χημικής σύνθεσης και των ιδιοτήτων των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στα εδάφη. Οι χημικές αυτές ιδιότητες των εδαφών επηρεάζουν άμεσα τα φυσικά χαρακτηριστικά και καθορίζουν τη δυνατότητα των εδαφών να εφοδιάζουν τα φυτά με θρεπτικά στοιχεία.

Οι βασικότερες χημικές ιδιότητες των εδαφών είναι: η φύση των κolloειδών του εδάφους, η εναλλακτική ικανότητα του εδαφικού συστήματος, η σχετική οξύτητα και αλκαλικότητα και η γονιμότητα του εδάφους.

10.12.1 Κolloειδή του εδάφους

Τα κolloειδή του εδάφους αποτελούνται από:

- τα ανόργανα κolloειδή, που είναι τα ορυκτά της αργίλου και αποτελούν το τελικό στάδιο αποσύνθεσης των ορυκτών των πετρωμάτων,
- τα οργανικά κolloειδή (χούμος), που είναι τα τελικά προϊόντα της αποσύνθεσης φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων.

Τα κολλοειδή τεμαχίδια παρουσιάζουν μεγάλη επιφάνεια, έχουν πολύ μικρό μέγεθος (μπορούν να περάσουν από διηθητικό χαρτί αλλά όχι από μεμβράνες διήθησης), καθιζάνουν πολύ αργά και έχουν κατά κανόνα αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο στην επιφάνειά τους.

Τα κολλοειδή παίζουν ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη θρεπτική ικανότητα του εδάφους. Επειδή έχουν μεγάλο ανάπτυγμα επιφάνειας και παρουσιάζουν ηλεκτρικό φορτίο, έχουν τη δυνατότητα να συγκρατούν ιόντα διαφόρων στοιχείων (Ca, Mg, K, Na κ.λ.π) και να μην επιτρέπουν την έκπλυσή τους (τη διάλυσή τους στο νερό και την απομάκρυνσή τους από το έδαφος). Με τον τρόπο αυτό, σημαντικά για τη θρέψη των φυτών στοιχεία, προσροφούνται και συγκρατούνται στο έδαφος. Η ιδιότητα αυτή των κολλοειδών να προσροφούν και να συγκρατούν στην επιφάνειά τους κατιόντα, λέγεται ικανότητα προσρόφησης κατιόντων. Τα κατιόντα που συγκρατούνται στην επιφάνεια των κολλοειδών βρίσκονται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας με τα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος και είναι δυνατόν να ανταλλάσσονται με αυτά. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται εναλλαγή κατιόντων.

Ικανότητα προσρόφησης κατιόντων έχουν τα ορυκτά της αργίλου (καολινίτης, ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης). Τα ορυκτά αυτά, αποτελούν το τελικό προϊόν αποσύνθεσης των περισσότερων ορυκτών που συναντώνται σε διάφορα πετρώματα. Τα ορυκτά της αργίλου έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν στο κρυσταλλικό τους πλέγμα και να συγκρατούν με ισχυρές δυνάμεις διάφορα κατιόντα που βρίσκονται σε περίσσεια στο περιβάλλον τους. Στην αντίθετη περίπτωση που παρουσιαστεί έλλειψη των ιόντων αυτών, τα ορυκτά της αργίλου τα αποδίδουν πίσω στο περιβάλλον τους. Η διαδικασία της προσρόφησης ιόντων συνοδεύεται από σημαντική αύξηση του όγκου των αργιλικών ορυκτών ενώ το αντίθετο (συρρίκνωση), συμβαίνει με την απομάκρυνση των προσροφηθέντων ιόντων από το κρυσταλλικό πλέγμα των αργιλικών ορυκτών.

Η ικανότητα προσρόφησης και ανταλλαγής ιόντων θεωρείται η σημαντικότερη διαδικασία που συμβαίνει στο έδαφος, αφού ο σχηματισμός του εδάφους, η απώλεια θρεπτικών στοιχείων λόγω έκπλυσης ή δέσμευσης σε αδιάλυτες μορφές και η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό σύστημα των φυτών συνδέονται μ' αυτήν.

10.13 Αντίδραση του εδάφους-pH

Το είδος των ιόντων που συγκρατούνται επηρεάζουν τη σχετική οξύτητα ή αλκαλικότητα του εδάφους καθώς και την κατάσταση γονιμότητάς του. Σαν βαθμός οξύτητας ή αλκαλικότητας του εδάφους (αντίδραση του εδάφους) θεωρείται η σχέση μεταξύ του ποσοστού ιόντων H^+ και ιόντων OH^- . Η αντίδραση του εδάφους εκφράζεται με το pH που είναι ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου στο εδαφικό διάλυμα.

Τα εδάφη χαρακτηρίζονται με βάση την αντίδρασή τους σε όξινα, όταν επικρατούν ιόντα H^+ ($pH < 7$), αλκαλικά όταν επικρατούν ιόντα OH^- ($pH > 7$) και ουδέτερα όταν η συγκέντρωση ιόντων H^+ και OH^- είναι περίπου ίση.

Το pH του εδάφους εξαρτάται μεταξύ άλλων και από τον βαθμό κορεσμού του σε βάσεις. Ο βαθμός αυτός εκφράζει τη σχετική αναλογία ιόντων H^+ και βάσεων που έχουν προσροφηθεί στα κολλοειδή του εδάφους.

Τα εδάφη λοιπόν, των οποίων τα κολλοειδή περιέχουν ιόντα H^+ σε μεγάλη αναλογία είναι όξινα και ονομάζονται ακόρεστα από βάσεις.

Όταν τα επικρατούντα ιόντα είναι Ca^{++} ενώ περιέχονται λίγα μόνο ιόντα H^+ , το έδαφος χαρακτηρίζεται σαν αλκαλικό.

Τέλος όταν επικρατούν ιόντα Na^+ , τα εδάφη έχουν pH μεγαλύτερο από 8.3 και σε αυτά είναι αδύνατη η κανονική αύξηση των φυτών, τα εδάφη ονομάζονται αλκαλιωμένα.

Αλατούχα ονομάζονται τα εδάφη που χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε ευδιάλυτα άλατα. Τα άλατα αυτά συγκεντρώνονται στο έδαφος με φυσικό ή και με τεχνητό τρόπο (υπερβολική λίπανση του εδάφους). Η παρουσία των αλάτων αυτών σε μεγάλη ποσότητα δεν επιτρέπει την εύκολη πρόσληψη νερού από τα φυτά με συνέπεια την περιορισμένη ανάπτυξή τους.