

Δρ. Θεόδωρος Β. Κουτσός

ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΟΥΡΙΚΗ, ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑ

Η Τέχνη του Καηλιεργείν

- Θρέψη των φυτών • Γεωργική Οικολογία • Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής • Συμβατική, Βιολογική [Ο νέος κανονισμός (834/2007)]
- Βιοδυναμική Γεωργία & Πρωτόκολλο Ολοκληρωμένης Καλλιέργειας

*Βιοκαλλιέργειες ελιάς, αμπελιού, εσπεριδοειδών,
μπλιάς και αχλαδιάς*



Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

Με το συγγραφέα επικοινωνείτε:
e-mail: tvkoutsos@gmail.com

ISBN978-960-456-189-6

© Copyright: Θεόδωρος Β. Κουτσός, Εκδόσεις ΖΗΤΗ
Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2010

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.

Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση
Βιβλιοδεσία

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ
18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας
Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr



www.ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:
Αρμενοπούλου 27 - 546 35 Θεσσαλονίκη • Τηλ. 2310.203.720, Fax 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΕΝΩΣΗ ΕΚΔΟΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ:
Στοά του Βιβλίου (Πεσμαζόγλου 5) - 105 64 ΑΘΗΝΑ • Τηλ.-Fax: 210.3211.097

ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΧΟΝΔΡΙΚΗ:
Ασκληπιού 60, 114 71, Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ: www.ziti.gr

Πρόλογος

Η τέχνη της γεωργίας (τέχνη του καλλιεργείν) με την ευρεία έννοιά της αφορά την καλλιέργεια όλων των ειδών και όλων των κατηγοριών των φυτών, ετήσιων, πολυετών, δενδρωδών, σιτηρών, οσπρίων, λαχανικών, καλλωπιστικών κ.ά. Ειδικότερα, η καλλιέργεια των λαχανικών ονομάζεται κηπουρική, των δενδρωδών δενδροκομία και των καλλωπιστικών κηποτεχνία. Η κηποτεχνία εκτός της τέχνης του καλλιεργείν περιλαμβάνει και την αρχιτεκτονική τοπίου.

Προϋπόθεση για να εξασκήσει κάποιος την τέχνη του καλλιεργείν είναι η καλή γνώση των «αντικειμένων» που διαχειρίζεται η γεωργία. Τα «αντικείμενα» αυτά είναι τα φυτά και το περιβάλλον (βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες).

Ο πολύς κόσμος την τέχνη της γεωργίας τη θεωρεί ως την πιο εύκολη τέχνη ή την τέχνη που την μαθαίνει κανείς εύκολα, χωρίς να έχει καθόλου θεωρητικές γνώσεις σε ό,τι την αφορά. Όμως, η λαϊκή σοφία λέει:

*Δε χρειάζεται ο ήλιος μοναχά
σοδειά η γη να δώσει
Χρειάζονται και άλλα πολλά
και προπαντός η γνώση*

Τα γνωστικά πεδία που αφορούν την τέχνη της γεωργίας και γενικά την καλλιέργεια των φυτών είναι πάρα πολλά και προέρχονται κυρίως από τις επιστήμες της βοτανικής, της βιολογίας, της εδαφολογίας, της φυτοπαθολογίας, της εντομολογίας, της οικολογίας, της μηχανολογίας ακόμη και της οικονομίας. Οι θεωρητικές γνώσεις της τέχνης της γεωργίας περιέχονται σε επιστημονικά βιβλία με τίτλους «γεωργία» (γενική ή ειδική) ή, όπως λέγεται στις τεχνολογικές σχολές, «φυτοτεχνολογία». Όπως όλες οι τέχνες, έτσι και η τέχνη της γεωργίας για να μαθευτεί σωστά, εκτός από διάβασμα βιβλίων ή παρακολούθηση μαθημάτων, χρειάζεται και πρακτική άσκηση. Όταν ο κάτοχος των γνωστικών πεδίων της γεωργίας δε συνδυάζει τις γνώσεις αυτές με τις τεχνικές εφαρμογής τους στο χωράφι, ίσως να μπορεί να λύνει επιμέρους εξειδικευμένα προβλήματα, μερικές φορές και σοβαρά, όπως ασθένειες, τροφοπενίες, μεταποίηση κ.ά., αλλά να μην μπορεί να ασκεί την τέχνη της γεωργίας. Π.χ. να μη γνωρίζει πότε και πώς θα καλλιεργήσει ένα χωράφι, αφού του λείπει η εμπειρία της κατερ-

γασίας του εδάφους και να μην μπορεί να ξεχωρίσει ένα βαρύ από ένα ελαφρύ έδαφος, αν δεν το πάει στο εργαστήριο.

Η άποψη πάλι πως η τέχνη της γεωργίας μαθαίνεται μόνο εμπειρικά δεν είναι απόλυτα σωστή, καθώς πράγματι μαθαίνεται και έτσι, αλλά μόνο από πολύ λίγους και ίσως ποτέ ολοκληρωμένα και σε βάθος. Οι ελάχιστοι που τη μαθαίνουν αποτελούν την εξαίρεση του κανόνα: είναι αυτοί που έχουν αυξημένη την ικανότητα να παρατηρούν την επί σειρά ετών καλλιέργεια ορισμένων φυτών και να μαθαίνουν από τις επιτυχίες και τα λάθη τους. Πολλές φορές όμως τα λάθη, ιδίως στην αρχή, είναι περισσότερα από τις επιτυχίες, με αποτέλεσμα οι περισσότεροι να απογοητεύονται, να εγκαταλείπουν την προσπάθεια και να συνεχίζουν μόνο λίγοι. Αυτοί, που συνεχίζουν την εκμάθηση της γεωργικής τέχνης σε ικανοποιητικό επίπεδο μόνο από την εμπειρία, χρειάζονται πολλά χρόνια άσκησης και πολλά χρήματα λόγω των περιττών εξόδων από τα λάθη. Έτσι, η απόκτηση από τον υποψήφιο γεωργό, κηπουρό ή δενδροκόμο κάποιων θεωρητικών ή βασικών αρχών της γεωργικής τέχνης, πριν αρχίσει να την εξασκεί, είναι «εκ των ων ουκ άνευ». Οι γνώσεις αυτές περιέχονται στο ανά χείρας βιβλίο.

Το βιβλίο γράφτηκε από γνώσεις που προήλθαν:

Από τις 12ετείς γεωπονικές σπουδές (βασικό πτυχίο, μεταπτυχιακή εξειδίκευση και διδακτορικό), από τα διάφορα βοηθήματα που χρησιμοποιούσα ως δάσκαλος της γεωργίας σε Πανεπιστήμιο, Τ.Ε.Ι., Ι.Ε.Κ. και Κ.Ε.Κ., από γνώσεις πειραματισμού και παρατηρήσεων ως ερευνητής του Κ.Γ.Ε.Β.Ε., από την κριτική μελέτη –που έγινε ειδικά για τη συγγραφή αυτού του βιβλίου– άρθρων και ερευνητικών εργασιών της σχετικής βιβλιογραφίας και τέλος από γνώσεις βιωματικής εμπειρίας. Η απόκτηση της βιωματικής εμπειρίας ξεκίνησε από το «θα γίνω γεωπόνος» της παιδικής ηλικίας, λόγω της επαφής και της γνωριμίας μου με τις καλλιέργειες και τους γεωργούς. Η εμπειρία μου σμιλεύτηκε και εμπλουτίστηκε από τη 12ετή εργασία μου ως εφαρμοστής γεωπόνος (6 χρόνια στον ιδιωτικό και 6 χρόνια στο δημόσιο τομέα) και συμπληρώθηκε από τη μετέπειτα 25ετή εργασία μου, ως ερευνητής γεωπόνος.

Οι δραστηριότητές μου ως γεωπόνος εφαρμοστής, δάσκαλος και ερευνητής, που έγιναν με αγάπη για τους γεωργούς, τους μαθητές μου, τους συναδέλφους μου, αλλά και τη φύση, χωρίς φειδώ κόπου και χρόνου, με μεράκι που έκανε την προσπάθεια ευχαρίστηση και όχι κούραση, μου έδωσαν τη δυνατότητα να μεταφέρω στο βιβλίο αυτό όσα πρέπει να γνωρίζει όποιος θέλει να ασκήσει με επιτυχία τη γεωργία ή να διδάξει σε άλλους γεωργία – με την ευρεία της έννοια.

Η ύλη του βιβλίου χωρίζεται σε 4 ενότητες:

- ▶ Η 1^η αναφέρεται σε **θεωρητικά θέματα** καλλιέργειας (θρέψη, οικολογία-περιβάλλον των φυτών).
- ▶ Η 2^η πραγματεύεται **πρακτικά θέματα** (ετοιμασία πολλαπλασιαστικού υλικού, προετοιμασία του εδάφους για την εγκατάσταση καλλιέργειας, εγκατάσταση μιας καλλιέργειας, καλλιεργητικές επεμβάσεις, συγκομιδή και αποθήκευση των γεωργικών προϊόντων, προβλήματα από την εφαρμογή της συμβατικής γεωργίας, κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής)
- ▶ Η 3^η αναφέρεται σε **βιώσιμα συστήματα παραγωγής** (βιολογική, βιοδυναμική & ολοκληρωμένη καλλιέργεια, πρωτόκολλο ολοκληρωμένης καλλιέργειας βιομηχανικής ντομάτας με μαθηματικούς τύπους λίπανσης).
- ▶ Η 4^η είναι **το παράρτημα**, στο οποίο παρουσιάζονται συνοπτικά οι βιολογικές καλλιέργειες της ελιάς, του αμπελιού, των εσπεριδοειδών, της μηλιάς και της αχλαδιάς.

Με την παραπάνω ύλη, παρέχονται όλες οι απαιτούμενες γνώσεις, βασικές θεωρητικές και πρακτικές, για την άσκηση όλων των μορφών της γεωργίας, ενώ γίνεται και ιδιαίτερη αναφορά στη βιολογική, τη βιοδυναμική και την ολοκληρωμένη γεωργία, με παράδειγμα δημιουργίας πρωτοκόλλου μιας καλλιέργειας.

Οι γνώσεις αυτές είναι απαραίτητες στους ασκούντες ή σ' αυτούς που πρόκειται να ασκήσουν γεωργία, κηπουρική και δενδροκομία. Επιπλέον είναι χρήσιμες στους μαθητές τεχνικών λυκείων, καθώς και γνωστικό βοήθημα στους καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, εφόσον το αντικείμενο διδασκαλίας τους έχει σχέση με τις καλλιέργειες. Επίσης, ευελπιστώ πως μπορεί να αποτελέσει συμπληρωματικό βοήθημα σε σπουδαστές και φοιτητές της ανώτατης εκπαίδευσης, καθώς και σε όποιον θέλει να μάθει την τέχνη «του καλλιεργείν» των φυτών και της γης, καθώς η καλλιέργεια αναφέρεται και στα φυτά και στη γη (έδαφος), γιατί όταν καλλιεργούμε τα φυτά, καλλιεργούμε και τη γη.

Πίνακας περιεχομένων

Ιστορική αναδρομή της γεωργίας	16
Έννοιες- ορισμοί	18
Συστήματα διαχείρισης του εδάφους	19
A. Θεωρητικά μαθήματα	
1. Θρέψη των φυτών	23
1.1 Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και ο ρόλος τους στη φυσιολογία του φυτού	23
1.2 Ο μηχανισμός της πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων	28
1.3 Νόμοι της θρέψης	29
2. Οικολογία (περιβάλλον των φυτών)	31
Μήνυμα από έναν «απολίτιστο» προς τους πολιτισμένους	31
Αγροοικοσύστημα	33
2.1 Αβιοτικοί παράγοντες	34
2.1.1. Κλίμα	34
2.1.1.1. Θερμοκρασία	35
2.1.1.2. Φως	37
2.1.1.3. Ατμοσφαιρικά κατακρηνίσματα	39
2.1.1.4. Άνεμος	40
2.1.2. Έδαφος	42
2.1.2.1. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους	44
2.1.2.2. Η γονιμότητα του εδάφους	45
I. Υφή του εδάφους (μηχανική σύσταση)	46
II. Δομή του εδάφους	47
III. Οργανική ουσία	48
IV. Οξύτητα (pH) του εδάφους	49
V. Υγρασία του εδάφους	49
VI. Κύρια θρεπτικά στοιχεία	50
VII. Βιολογική δραστηριότητα του εδάφους	51
VIII. Θερμοκρασία του εδάφους	52

2.2	Βιοτικοί παράγοντες	53
2.2.1.	Οι σύμμαχοι των φυτών	53
2.2.2.	Οι ανταγωνιστές των φυτών	59
2.2.3.	Εχθροί των φυτών	62
2.2.4.	Ο άνθρωπος και τα φυτά	63

B. Πρακτικά μαθήματα

3.	Ετοιμασία πολλαπλασιαστικού υλικού των φυτών που θα καλλιεργήσουμε	67
3.1	Σπόρος	67
3.1.1.	Γυμνόριζα σπορόφυτα	69
3.1.2.	Σπορόφυτα σε γλαστράκια	71
3.2	Βολβοί, κόνδυλοι, ριζώματα	74
3.3	Μοσχεύματα	77
3.4	Παραφυάδες, καταβολάδες, στόλωνες	79
3.5	Απόκτηση πολλαπλασιαστικού υλικού από πρώτη φυτεία	81
3.6	Φυτάρια μικροπολλαπλασιασμού	82
4.	Προετοιμασία του εδάφους για την εγκατάσταση καλλιέργειας	83
4.1	Συνήθη μέσα κατεργασίας του εδάφους (εργαλεία, μηχανήματα)	85
4.2	Τρόποι κατεργασίας του εδάφους.	95
	Προετοιμασίες σποράς και φύτευσης	95
5.	Εγκατάσταση μιας καλλιέργειας	101
5.1	Εγκατάσταση καλλιέργειας με απευθείας σπορά στο χωράφι σε καλλιεργημένο έδαφος	101
5.2	Σπορά σε ακαλλιεργητο έδαφος	108
5.3	Εγκατάσταση καλλιέργειας με φύτευση	109
6.	Καλλιεργητικές επεμβάσεις	115
6.1	Σκάλισμα	115
6.2	Λίπανση	116
6.2.1.	Ποσότητα λίπανσης	116
6.2.2.	Βασική και επιφανειακή λίπανση	118
6.2.3.	Εποχή εφαρμογής λίπανσης	120
6.2.4.	Ανόργανη λίπανση. Είδη χημικών λιπασμάτων	121

6.2.5.	Προβλήματα ανόργανης λίπανσης	122
6.2.6.	Οργανική λίπανση	123
6.3	Άρδευση	126
6.3.1.	Τρόποι άρδευσης	127
6.3.2.	Ποσότητα και συχνότητα νερού	133
6.3.3.	Υδροπονία	134
6.4	Φυτοπροστασία	134
6.4.2.	Ζιζάνια	136
6.4.2.1.	Προληπτικά μέτρα	139
6.4.2.2.	Ανασχετικά μέτρα	144
6.5	Κλαδέματα	147
6.5.1.	Κλάδεμα σχήματος	149
6.5.2.	Κλάδεμα καρποφορίας και ανανέωσης κόμης	156

7. Συγκομιδή και αποθήκευση γεωργικών προϊόντων

7.1	Συγκομιδή	160
7.2	Συγκομιδή στην παραδοσιακή γεωργία	167
7.3	Αποθήκευση	171

8. Προβλήματα από την εφαρμογή της συμβατικής γεωργίας

8.1	Προβλήματα από τη χρήση χημικής λίπανσης και αγροχημικών	175
8.2	Προβλήματα από τη χρήση βελτιωμένων σπόρων	179
8.3	Διεθνείς οργανισμοί για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας	180

9. Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (Κ.Ο.Γ.Π.)

A.	Κ.Ο.Γ.Π. ΓΕΩΡΓΙΑΣ	184
B.	ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ	199
Γ.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ	201
Δ.	ΚΥΡΩΣΕΙΣ-ΠΟΙΝΕΣ	203

Γ. Βιώσιμα συστήματα παραγωγής

10. Βιολογική γεωργία	207
10.1. Ιστορία της Βιολογικής Γεωργίας	208
10.1.1. Οι πρωτοπόροι	208
10.1.2. Ονομασία	210

10.1.3. IFOAM	210
10.1.4. Ο νέος κανονισμός (834/2007)	213
10.2. Βασικές αρχές της Βιολογικής Γεωργίας (ΒΓ)	216
10.3. Γενικές πρακτικές εφαρμογής της ΒΓ	219
10.3.1. Αμειψισπορά	219
10.3.2. Λίπανση με χρήση φυσικών οργανικών ή ανόργανων ουσιών	222
10.3.2.1. Η παρασκευή κομπόστας	223
10.3.3. Χλωρή λίπανση, μεικτές καλλιέργειες (συγκαλλιέργεια)	228
10.3.4. Η φυσική εδαφοκάλυψη και καλλιεργητικές εργασίες	229
10.4. Έλεγχος ζιζανίων, εχθρών και ασθενειών στις Βιολογικές καλλιέργειες	232
10.4.1. Ο έλεγχος των ζιζανίων	232
10.4.2. Ο έλεγχος των εχθρών	234
10.4.2.1. Καλλιεργητικές μέθοδοι	234
10.4.2.2. Μηχανικά μέσα	236
10.4.2.3. Βιολογικές μέθοδοι	242
10.4.2.4. Χρήση προϊόντων φυτοπροστασίας	244
10.4.2.5. Έλεγχος τρωκτικών	249
10.4.3. Ο έλεγχος των ασθενειών	250
10.4.3.1. Καλλιεργητικές μέθοδοι	250
10.4.3.2. Φυσικά μέσα	251
10.4.3.3. Νέες μέθοδοι	252
10.4.3.4. Ουσίες και σκευάσματα φυτοπροστασίας	253
10.5 Περιοριστικοί παράγοντες στην ανάπτυξη της ΒΓ	257
10.6 Μετατροπή μιας γεωργικής συμβατικής εκμετάλλευσης σε βιολογική	258
10.7 Σημερινή κατάσταση της βιολογικής γεωργίας στον κόσμο και την Ελλάδα	259
10.8 Πιστοποίηση των Βιολογικών Προϊόντων	265
10.9 Έναρξη παραγωγής ενός βιολογικού προϊόντος	266
11. ΒιοΔυναμική γεωργία	267
Εισαγωγή	267
11.1 Βασικές αρχές της ΒΔΓ	267
11.2 Διαφορές ΒΓ και ΒΔΓ	270
11.3 Εκχυλίσματα (τσάγια) Φυτών	273

12. Ολοκληρωμένη Γεωργία (Integrated Crop Management)	275
Εισαγωγή	275
12.1 Διαφορές της ΟΓ από τη ΒΓ	276
12.2 Διαφορές της ΟΓ από τη ΣΓ	276
12.3 Πρωτόκολλα Ολοκληρωμένης Καλλιέργειας	277
12.3.1 Ολοκληρωμένη λίπανση	278
12.3.2. Ολοκληρωμένη ζιζανιοκτονία	279
12.3.3. Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία	280
12.4 Παράδειγμα πρωτοκόλλου ΟΓ (Πρωτόκολλο Ολοκληρωμένης Καλλιέργειας Βιομηχανικής ντομάτας)	283
12.4.1. Κανόνες για την εγκατάσταση της καλλιέργειας (Rules Crop Instalation, R-CI)	284
12.4.1.1. Διαχείριση εδάφους	284
12.4.1.2. Παραγωγή των φυταρίων	285
12.4.1.3. Μεταφύτευση	285
12.4.2. Κανόνες για τον έλεγχο ζιζανίων (Rules Weed Control, R-W)	286
12.4.2.1. Επιλογή χωραφιού	286
12.4.2.2. Προληπτικές επεμβάσεις πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας	286
12.4.2.3. Επεμβάσεις μετά τη μεταφύτευση μέχρι την άνθιση	287
12.4.2.4. Ιδιαίτερες περιπτώσεις	288
12.4.2.5. Πίνακας ζιζανιοκτόνων σε αντιστοιχία με τους Κανόνες	289
12.4.3. Κανόνες για τη λίπανση (Rules Fertilization R-F)	290
12.4.3.1. Εδαφολογική περιγραφή (Soil Description, SD)	290
12.4.3.2. Λίπανση καλίου	290
12.4.3.3. Λίπανση φωσφόρου	291
12.4.3.4. Λίπανση αζώτου	293
12.4.3.5. Λίπανση μαγνησίου (Mg)	295
12.4.4. Κανόνες για την άρδευση (Rules Irrigation R-I)	296
12.4.5. Κανόνες φυτοπροστασίας εχθρών (Rules phytosanitary – pests, R-P)	297
12.4.5.1. Εχθροί της καλλιέργειας	297
12.4.5.2. Μεθοδολογία δειγματοληψίας	300
12.4.6. Κανόνες φυτοπροστασίας ασθενειών (Rules phytosanitary – diseases, R-D)	301
12.4.6.1. Βακτήρια	302
12.4.6.2. Μύκητες	303
12.4.7. Κανόνες για τη συγκομιδή (Rules harvest –R-H)	304

13. Στοιχεία ορισμένων βιολογικών καλλιεργειών	307
13.1 Βιοκαλλιέργεια ελιάς	307
13.1.1. Βασικές φροντίδες πριν και μετά την εγκατάσταση του ελαιώνα	307
13.1.2. Λίπανση και άρδευση	310
13.1.3. Έλεγχος των κυριότερων εχθρών και ασθενειών	313
13.1.3.1. Εχθροί	313
13.1.3.2. Ασθένειες	323
13.2 Βιοκαλλιέργεια Αμπελιού	327
13.2.1. Καλλιεργητικές φροντίδες	327
13.2.1.1. Κλάδεμα	327
13.2.1.2. Λίπανση	329
13.2.1.3. Επεμβάσεις καρπόδεσης	330
13.2.1.4. Έλεγχος ζιζανίων	330
13.2.1.5. Άρδευση	331
13.2.2. Έλεγχος των κυριότερων ασθενειών και εχθρών	331
13.2.2.1. Ασθένειες	332
13.2.2.2. Εχθροί	338
13.3 Βιολογική καλλιέργεια εσπεριδοειδών	342
13.3.1. Επιλογή τοποθεσίας και πολλαπλασιαστικού υλικού	342
13.3.2. Καλλιεργητικές φροντίδες	343
13.3.2.1. Λίπανση	343
13.3.2.2. Κλάδεμα	343
13.3.2.3. Άρδευση	344
13.3.2.4. Έλεγχος ζιζανίων	344
13.3.2.5. Περιποίηση παγετόπληκτων δένδρων	346
13.3.3. Έλεγχος των κυριότερων εχθρών και ασθενειών	346
13.3.3.1. Εχθροί	346
13.3.3.2. Ασθένειες των εσπεριδοειδών	354
13.4 Βιοκαλλιέργεια Μηλιάς και Αχλαδιάς	357
13.4.1. Επιλογή τοποθεσίας, πολλαπλασιαστικού υλικού και τρόπου φύτευσης	357
13.4.2. Καλλιεργητικές φροντίδες	359
13.4.3. Έλεγχος των κυριότερων εχθρών και ασθενειών	360
13.4.3.1. Εχθροί	360
13.4.3.2. Ασθένειες	370
Βιβλιογραφικές πηγές	375

Ιστορική αναδρομή της γεωργίας

Ο άνθρωπος, όπως και κάθε άλλος οργανισμός, είναι ένα μέρος του συνόλου που τον περιβάλλει. Ο άνθρωπος, όντας ανώτερος, έθεσε όλους τους άλλους οργανισμούς καθώς και το περιβάλλον υπό την εποπτεία του: Τους εχθρικούς οργανισμούς –ζώα, έντομα, μικρόβια, παράσιτα– τους εξολοθρεύει. Το περιβάλλον το διαμορφώνει κατά τη βούλησή του. Ξηραίνει λίμνες, δημιουργεί άλλες και αλλάζει τη ροή των ποταμών. Για να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες καλλιεργεί φυτά, εκτρέφει ζώα. Για να προστατευτεί από τις διάφορες καιρικές συνθήκες φτιάχνει σπίτια και ρούχα. Για να γίνουν αυτά, εκμεταλλεύεται όλους τους πόρους και τους βιοτόπους της γης. Ένας από τους τρόπους εκμετάλλευσης των πόρων της γης είναι και η γεωργία.

Γεωργία είναι η τέχνη της καλλιέργειας των φυτών. Καλλιέργεια σημαίνει καλό έργο. Το καλό αυτό έργο στην ιστορία του ανθρώπου πρωτοεμφανίστηκε στους προϊστορικούς χρόνους. Οι άνθρωποι, μέχρι να μάθουν την καλλιέργεια των φυτών, τρέφονταν με ό,τι έβρισκαν στην περιοχή που ζούσαν. Αυτά ήταν το κρέας των άγριων ζώων που κυνηγούσαν, καθώς και ρίζες, καρποί ή άλλα μέρη των αυτοφυών φυτών που συνέλεξαν. Μόλις το κυνήγι και η φυτική βλάστηση της γύρω περιοχής που ζούσαν εξαντλιόνταν, λόγω της ληστρικής εκμετάλλευσης του τόπου που ζούσαν, μετακινούνταν σε άλλο μέρος. Στο νέο μέρος που διάλεγαν για διαμονή, αν δεν υπήρχαν σπηλιές για κατοικία, κατασκεύαζαν πρόχειρες καλύβες για προσωρινές κατοικίες και όχι για μόνιμες, διότι σε λίγο καιρό πάλι θα ήταν αναγκασμένοι να φύγουν, για τον ίδιο λόγο που εγκατέλειψαν και τον προηγούμενο τόπο. Ίσως να ξαναγυρνούσαν και σε κάποιο τόπο που είχαν περάσει παλαιότερα από εκεί, διότι παρόλο που η εκμετάλλευση του τόπου τους ήταν ληστρική, οι «ζημιές» που άφηναν στο περιβάλλον ήταν αντιστρέψιμες. Οι πρωτόγονοι άνθρωποι της εποχής αυτής ζούσαν αποκλειστικά ως νομάδες. Φαίνεται πως ασχολήθηκαν πρώτα με την κτηνοτροφία, διατηρώντας κοπάδια εξημερωμένων ζώων, παίρνοντας από αυτά κρέας, γάλα και δέρματα, και αργότερα

έμαθαν την καλλιέργεια των φυτών. Τα περισσότερα από τα φυτά που καλλιεργούνται σήμερα, ο άνθρωπος τα κατανάλωσε πρώτα ως φάρμακα σε μικροποσότητες για τις αρρώστιές του. Αργότερα, λόγω της ευεργετικής τους δράσης στην υγεία του ή λόγω της ωραίας τους γεύσης, αύξησε την ποσότητα της κατανάλωσης των φυτών μέχρι χορτασμού. Τα φυτά που έδιναν καρπούς που του θέραιναν την πείνα δεν τα έβρισκε πάντοτε διαθέσιμα στη φύση, οπότε σκέφτηκε να τα καλλιεργήσει. Από το πλήθος των φυτών που υπήρχαν στον περιβάλλοντα χώρο του επέλεξε για καλλιέργεια εκείνα που μπορούσαν να καλλιεργηθούν ευκολότερα και είχαν καρπούς κατάλληλους για τη διατροφή του. Έτσι φαίνεται, πως η καλλιέργεια της γης και η παραγωγή καρπών κατάλληλων για τροφή του ανθρώπου ήταν αποτέλεσμα σκέψης, περίσκεψης και συλλογισμών.

Το πιο πιθανό είναι πως τα πρώτα φυτά που καλλιεργήθηκαν ήταν τα δημητριακά. Η καλλιέργεια του σιταριού φαίνεται πως άρχισε πρώτα στις κοιλάδες των ποταμών του Νείλου, του Τίγρη και του Ευφράτη. Του ρυζιού στις κοιλάδες των ποταμών της Κίνας και της Ινδίας και του αραβοσίτου στην Αμερική. Τα όσπρια, τα κηπευτικά και τα φρούτα καλλιεργήθηκαν μάλλον πρώτα από λαούς που κατοικούσαν στις παραμεσόγειες χώρες. Οι μέθοδοι καλλιέργειας ήταν πολύ απλές. Το εργαλείο του οργώματος ήταν ένα μυτερό ξύλο που το τραβούσαν ζώα, ενώ ο γεωργός το πατούσε με δύναμη για να μένει μέσα στη γη, όσο προχωρούσαν τα ζώα. Η συγκομιδή των καρπών γινόταν αρχικά ένα-ένα στάχυ με το χέρι και αργότερα με δρεπάνια. Το αλώνισμα γινόταν με το ποδοπάτημα των βοδιών. Οι μέθοδοι αυτοί της πρωτόγονης καλλιέργειας, που ξεκίνησε ίσως το 6000 π.Χ., διατηρήθηκαν για πάρα πολλά χρόνια και έφθασαν μέχρι το 19^ο αιώνα. Μάλιστα με το πρωτόγονο ξύλινο αλέτρι, που περιγράφει ο Ησίοδος (**Ησιόδαιο άροτρο**), καλλιεργούσαν τη γη σε πολλά φτωχά μέρη και της χώρας μας, ακόμη και μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Με την εφεύρεση των μηχανών και την εφαρμογή της μηχανικής καλλιέργειας της γης η κατάσταση άλλαξε. Η μηχανική καλλιέργεια άρχισε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, αρχικά στη Β. Αμερική και στη Δυτική Ευρώπη που ήταν πιο ανεπτυγμένες από τις άλλες χώρες. Η **μηχανική καλλιέργεια** ήταν η **πρώτη επανάσταση** και ο πρώτος σταθμός στην καλλιέργεια της γης μετά την ανακάλυψη του αρότρου από τον πρωτόγονο άνθρωπο. Τα όπλα της μηχανικής καλλιέργειας ήταν οι γεωργικοί ελκυστήρες (τρακτέρ), οι θεριστικές, οι διάφορων τύπων συλλεκτικές και αλωνιστικές μηχανές. Η μηχανική καλλιέργεια σε συνδυασμό με τη σταδιακή εφαρμογή των βελτιωμένων σπόρων μέχρι τις αρχές του Β' Παγκόσμιου πόλεμου αύξανε κάθε χρόνο την παραγωγή των αγροτικών προϊόντων με εκπληκτικούς ρυθμούς.

Από το τέλος του Β' Παγκόσμιου πόλεμου και μετά άρχισαν: (1) η εντατικοποίηση της μηχανικής καλλιέργειας, (2) η πραγματοποίηση μεγάλων εγγειο-

βελτιωτικών έργων (αποξήρανση ελών, αρδευτικών έργων) που έδωσε νέες εύφορες γαίες στην καλλιέργεια, (3) η εντατική χρήση των βελτιωμένων σπόρων της «κλασικής βελτίωσης» και (4) η γενικευμένη χρήση των χημικών ουσιών που ήταν είτε ανόργανα λιπάσματα είτε φυτοπροστατευτικά προϊόντα (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, με μια λέξη βιοκτόνα), τα οποία έφεραν τη **δεύτερη επανάσταση**, μετά από εκείνη της μηχανικής καλλιέργειας. Οι χημικές ουσίες που χρησιμοποίησε και χρησιμοποιεί η δεύτερη επανάσταση κατέστησε τη γεωργία ρυπογόνο έργο και τη γεωργία όχι αειφόρο, αλλά ληστρική, επειδή προκαλεί στο περιβάλλον (κυρώς στο νερό και το έδαφος) μη αντιστρέψιμες πλέον βλάβες. Η **τρίτη επανάσταση** ήλθε με τη χρήση στη γεωργία **Γενετικά Τροποποιημένων Οργανισμών** (βελτιωμένοι σπόροι που δεν προέρχονται από τις έρευνες της κλασικής βελτίωσης, αλλά από επεμβάσεις των επιστημόνων κατευθείαν στο DNA των φυτών). Η επανάσταση αυτή άρχισε, δε γενικεύτηκε ακόμη, αλλά αν τελικά γενικευτεί θα έχει αρνητικά αποτελέσματα, όχι μόνο στο περιβάλλον, αλλά και στους γενετικούς πόρους και συγκεκριμένα στη βιοποικιλότητα, στην οποία οφείλεται η ζωή στον πλανήτη και αποτελεί το βασικό υλικό εκκίνησης στην κλασική βελτίωση των φυτών. Ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, με τη συνεχή εφαρμογή χημικών ουσιών (ανόργανα λιπάσματα, φυτοφάρμακα), άρχισαν να διαφαίνονται αρνητικά σημεία παραγωγικότητας (παραγωγή ανά μονάδα επιφανείας). Ζωντανό παράδειγμα της πτώσης παραγωγικότητας είναι η απόδοση των σιτηρών στις περιοχές που καλλιεργούνταν εντατικά, δηλ. χωρίς αμειψισπορά και αγρανάπαυση, αλλά με χημικά λιπάσματα και κάψιμο καλαμιάς. Στη δεκαετία του 1960 η απόδοση στις εντατικές καλλιέργειες μαλακού σταριού ξεπερνούσε τα 500 κιλά ανά στρέμμα, ενώ σήμερα και στο ευφορότερο χωράφι δεν ξεπερνά τις περισσότερες φορές τα 400 κιλά. Έτσι διαψεύστηκαν όσοι υποστήριζαν πως η παραγωγικότητα της γης θα αυξανόταν διαρκώς. Αν στη μείωση των αποδόσεων προσθέσουμε και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωργίας, λόγω του ότι χρησιμοποιούνται κατά κόρο χημικές ουσίες (συμβατική γεωργία), θα διαπιστώσει πως το μέγεθος της καταστροφής που έγινε και γίνεται στο περιβάλλον είναι πλέον τεράστιο και ίσως μη αναστρέψιμο.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του διεθνούς Οργανισμού Τροφών και Γεωργίας (FAO, Food and Agriculture Organization) οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στη διάρκεια των τελευταίων 10ετιών, λόγω της ερημοποίησης και της διάβρωσης, έχουν μειωθεί περίπου κατά το 1/5. Αν συνεχιστούν οι ίδιοι ρυθμοί μείωσης, τότε οι καλλιεργούμενες εκτάσεις μέχρι το 2030 θα πέσουν στο μισό εκείνων της δεκαετίας του '90. Έτσι η γεωργία, **που ο Ξενοφών την αποκάλεσε μητέρα και τροφό όλων των τεχνών**, θα έλθει ο καιρός που θα εκλείψει και τότε η πείνα θα ξαναγίνει ο μεγαλύτερος εχθρός του ανθρώπου. Και αυτό επειδή η καλλιέργεια

των φυτών, που η ονομασία της προήλθε ετυμολογικά από το επίθετο «καλός» και το ουσιαστικό «έργο» και έδωσε τη δυνατότητα στον άνθρωπο να εξασφαλίσει την τροφή του κάνοντας «καλό έργο», μεταμορφώθηκε από το σύγχρονο άνθρωπο σε «κακό έργο» και το κακό επιστρέφει τελικά σε εκείνον που το δημιούργει. Στο κεφάλαιο 10 παρατίθεται η ιστορία της βιολογικής γεωργίας, που τελικά αν γενικευτεί, θα συντελεστεί η **τέταρτη επανάσταση**. Οι προβλέψεις όμως, προς το παρόν τουλάχιστον, δεν είναι και πολύ αισιόδοξες,

Έννοιες- ορισμοί

► **Γεωργία** με την ευρεία έννοια της λέξης είναι η αξιοποίηση των πόρων της γης (φως, αέρας, έδαφος, νερό και φυτογενετικό υλικό, δηλ. οι σπόροι) μέσω εγκατάστασης ενός αγροοικοσυστήματος σε μια εδαφική περιοχή με σκοπό την παραγωγή γεωργικών προϊόντων και τελικό στόχο την οικονομική ωφέλεια. Η διαδικασία της εγκατάστασης ενός αγροοικοσυστήματος περιλαμβάνει τη **διαχείριση των φυτογενετικών πόρων**, τη **διαχείριση του εδάφους** καθώς και τη **διαχείριση των υδάτινων πόρων** μιας τοποθεσίας.

► **Κηπουρική** είναι ο κλάδος της γεωργίας που ασχολείται με φυτά που καλλιεργούνται σε κήπους, όπως τα **λαχανικά** και τα **καλλωπιστικά**. Ειδικότερα τα καλλωπιστικά φυτά που καλλιεργούνται σε γλάστρες και για δρεπτά άνθη των ανθοδοχείων, ονομάζονται, **διακοσμητικά**.

► **Γεωργικό προϊόν** είναι κάποιο μέρος ή μέρη του φυτού ή ολόκληρο το φυτό. Το προϊόν που συγκομίζεται από το χωράφι, το οποίο είτε αποθηκεύεται είτε καταναλώνεται αμέσως, αποτελεί το **πρωτογενές** γεωργικό προϊόν, ενώ με τη μεταποίησή του προκύπτει το **δευτερογενές** γεωργικό προϊόν. Η ξήρανση του γεωργικού προϊόντος στον ήλιο ή στο ξηραντήριο θεωρείται στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, γι' αυτό και δε θεωρείται μεταποίηση. Τα φυτικά ή γεωργικά προϊόντα χρησιμοποιούνται ως τρόφιμα ανθρώπων και ζώων, αλλά και για την κάλυψη πλήθους άλλων αναγκών του ανθρώπου, όπως ένδυσης, υπόδυσης, κατοικίας ή ως πρώτη ύλη για την παρασκευή φαρμάκων, αρωμάτων, και γενικά ως πρώτη ύλη διαφόρων βιομηχανιών. Γι' αυτό οι αρχαίοι Έλληνες τη γεωργία τη θεωρούσαν μητέρα και τροφοδότη πάσης τέχνης.

► **Γεωργός** είναι εκείνος που ασκεί γεωργία και **κτηνοτρόφος** εκείνος που ασκεί κτηνοτροφία. Όποιος ασκεί και τα δύο είναι **αγρότης**. Πολλές φορές ο αγρότης ονομάζεται και **παραγωγός**.

► **Συμβατική γεωργία** είναι η γεωργία που χρησιμοποιεί χημικές εισροές, υπερκαλλιεργεί το έδαφος (εντατική γεωργία) και αποσκοπεί στη μεγιστοποίηση της παραγωγής αδιαφορώντας για τις μελλοντικές επιπτώσεις (ληστρική γεωρ-

γία) που έχουν αυτές οι ενέργειες στους πόρους της γης, δηλαδή στο έδαφος στο νερό και τον αέρα. Ταυτόσημοι με τη συμβατική γεωργία είναι και οι εξής όροι: **εντατική γεωργία, χημική γεωργία, βιομηχανικού τύπου γεωργία.**

► **Βιολογική γεωργία** είναι, σύμφωνα με τον ορισμό της Επιτροπής του Κώδικα Διατροφής (Codex Alimentarius Commission) της Ε.Ε., μια ολιστική διαχείριση παραγωγής που προωθεί και ενισχύει την υγεία των αγροοικοσυστημάτων, συμπεριλαμβάνοντας τους βιολογικούς κύκλους και τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους. Αναλυτικότερα, βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα γεωργικής εκμετάλλευσης που αποκλείει από την παραγωγική διαδικασία τη χρήση χημικών λιπασμάτων και βιοκτόνων φυτοφαρμάκων. Παράλληλα στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος και στην αποκατάσταση, τη συντήρηση ή και την αύξηση της εδαφικής γονιμότητας και της βιοποικιλότητας, για να εξασφαλίζεται η αειφορία της γης και να διασφαλίζεται η υγεία των καταναλωτών. Άλλες ονομασίες της βιολογικής γεωργίας, ή παρεμφερείς με αυτήν έννοιες είναι **οργανική, οικολογική ή αειφόρος γεωργία.**

► **Βιοκαλλιεργητής** είναι εκείνος που εφαρμόζει ένα σύστημα παραγωγής και διαχείρισης αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται σε φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μεταξύ εδάφους, φυτών, ζώων, ανθρώπων και βιόσφαιρας, έτσι ώστε τελικά να παράγει αγροτικά προϊόντα (φυτικά ή ζωικά) χωρίς τη χρήση βιοκτόνων φυτοφαρμάκων, ανόργανων λιπασμάτων, ορμονών κ.λπ., επιτυγχάνοντας προστασία του περιβάλλοντος και διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών, δηλαδή την αειφόρο ανάπτυξη.

► Η **ολοκληρωμένη γεωργία** έχει τους ίδιους στόχους με τη βιολογική. Υιοθετεί όλα τα μέτρα της βιολογικής γεωργίας στις περιπτώσεις που εμφανίζονται αποτελεσματικά, εξακολουθεί όμως να έχει χημικές εισροές (χημικά φυτοφάρμακα, ανόργανα λιπάσματα) όταν κρίνεται αναγκαίο, επί ορθολογικής όμως βάσης, η οποία υπαγορεύεται από επιστημονικές έρευνες και παρατηρήσεις.

Συστήματα διαχείρισης του εδάφους

► **Μονοκαλλιέργεια** ονομάζεται το καλλιεργητικό σύστημα μιας γεωργικής εκμετάλλευσης που καλλιεργείται ένα μόνο είδος φυτού.

► **Πολλαπλή καλλιέργεια** είναι το σύστημα της γεωργικής εκμετάλλευσης, όταν στο ίδιο χωράφι την ίδια χρονιά καλλιεργούνται διαδοχικά διάφορες καλλιέργειες. Π.χ. την καλλιέργεια ενός ανοιξιάτικου ψυχανθούς (κουκιά, αρακάς) ακολουθεί καλλιέργεια καλαμποκιού. Όταν η πρώτη καλλιέργεια είναι χειμερινό σιτηρό, τότε η δεύτερη καλλιέργεια ονομάζεται **επίσπορη.**

► **Πολυκαλλιέργεια** ή **ποικίλη καλλιέργεια** είναι το σύστημα της γεωργικής εκμετάλλευσης που καλλιεργούνται πολλά είδη φυτών.

Η μονοκαλλιέργεια και η πολλαπλή καλλιέργεια είναι συστήματα της σύγχρονης διαχείρισης του εδάφους (εντατική μορφή), ενώ η συγκαλλιέργεια είναι σύστημα της παραδοσιακής διαχείρισης του εδάφους (εκτατική μορφή). Η πολυκαλλιέργεια με την εφαρμογή αμειψισποράς μπορεί να υπάρξει και ως σύγχρονη (εντατική) και ως παραδοσιακή (εκτατική) διαχείριση του εδάφους.

A

Θεωρητικά Μαθήματα



Θρέψη των φυτών

1.1 Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και ο ρόλος τους στη φυσιολογία του φυτού

Τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη ζωή των φυτών είναι 16, τα εξής: Ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H_2), το οξυγόνο (O_2), το άζωτο (N_2), ο φώσφορος (P), το κάλιο (K), το θείο (S), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), ο σίδηρος (Fe), το βόριο (B), ο χαλκός (Cu), το μαγγάνιο (Mn), το μολυβδαίνιο (Mo), το χλώριο (Cl_2) και ο ψευδάργυρος (Zn). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν και αναφορές ότι τα απαραίτητα στοιχεία για τη ζωή των φυτών είναι 17. Αξιοσημείωτο είναι ότι ως 17^ο αλλού αναφέρεται το Na (Σφήκας, 1995) και αλλού το Co (Υφούλης, 1987). Τα στοιχεία αργίλιο (Al) και πυρίτιο (Si), που είναι από τα πιο διαδεδομένα στη φύση, βρίσκονται στην τέφρα ορισμένων φυτών όπως στην καλαμιά του σιταριού. Από τα παραπάνω στοιχεία, τα έξι πρώτα (άνθρακας, υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, φώσφορος και κάλιο) χρησιμοποιούνται από τα φυτά σε σχετικά μεγάλες ποσότητες γι' αυτό ονομάζονται **μακροστοιχεία ή κύρια στοιχεία ή και βασικά στοιχεία**. Τα επόμενα τρία (θείο, ασβέστιο, μαγνήσιο), που χρησιμοποιούνται σε μέτριες ποσότητες, ονομάζονται **ενδιάμεσα στοιχεία** και τα υπόλοιπα επτά (σίδηρος, βόριο, χαλκός, μαγγάνιο, μολυβδαίνιο, χλώριο και ψευδάργυρος), που χρησιμοποιούνται σε πολύ μικρές ποσότητες, ονομάζονται **μικροστοιχεία ή ιχνοστοιχεία**. Παρακάτω αναφέρεται ο ρόλος κάθε στοιχείου κατά σειρά, ανάλογα με την ποσότητα που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών. Όταν ένα από τα παραπάνω απαραίτητα στοιχεία δεν το έχει στη διάθεσή του το φυτό, τότε το φυτό παρουσιάζει ορισμένα συμπτώματα (σημάδια) αυτής της έλλειψης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται τροφοπενία του στοιχείου αυτού. Οι τροφοπενίες του κάθε στοιχείου είναι ορατές κυρίως στα φύλλα με διάφορες τοπικές ή γενικές χλωρώσεις (ασθενείς διαβαθμίσεις του πράσινου χρώματος), που συνοδεύονται συνήθως από καχεκτική ανάπτυξη και μικρή απόδοση του φυτού σε φυτομάζα, άνθη και καρπό.

► **Ο άνθρακας (C).** Είναι το πιο απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο, καθόσον ο άνθρακας είναι η βάση όλων των οργανικών ενώσεων. Πηγή του άνθρακα για τα φυτά είναι ο αέρας, στον οποίο βρίσκεται ως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) σε αναλογία 0,03% κατά όγκο (300 ppm) ή 0,0445 % κατά βάρος. Ο άνθρακας προσλαμβάνεται υπό τη μορφή του CO_2 , δηλαδή ενωμένος μαζί με οξυγόνο, στο σκοτεινό στάδιο της φωτοσύνθεσης.

► **Το υδρογόνο (H_2).** Το υδρογόνο το παίρνουν τα φυτά από το νερό κατά τη διάσπαση αυτού σε H και O στο φωτεινό στάδιο της φωτοσύνθεσης (φωτόλυση). Το μεν H του νερού χρησιμοποιείται από το φυτό στη σύνθεση των οργανικών ουσιών, το δε O_2 ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

► **Το οξυγόνο (O_2).** Το οξυγόνο το χρειάζονται τα φυτά για δύο χρήσεις. Η μία είναι για την αναπνοή (ενεργειακό) και η άλλη για τη σύνθεση των οργανικών ουσιών (δομικό). Το ενεργειακό το λαμβάνουν υπό τη μορφή του ελεύθερου οξυγόνου από τον αέρα κατά τη λειτουργία της αναπνοής, ενώ το δομικό το λαμβάνουν ενωμένο μαζί με τον άνθρακα υπό τη μορφή του CO_2 στο σκοτεινό στάδιο της φωτοσύνθεσης.

► **Το άζωτο (N_2).** Το άζωτο είναι απαραίτητο σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του φυτού, καθόσον είναι το απαραίτητο στοιχείο σε κάθε μόριο πρωτεΐνης, καθώς και του DNA και του RNA. Ως εκ τούτου απαιτείται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τα άλλα απαραίτητα στοιχεία. Τα φυτά που καλλιεργούνται σε εδάφη πτωχά σε άζωτο γίνονται αδύνατα, ασθενικά, με φύλλα ανοικτοπράσινα (χλωρωτικά) ή κιτρινισμένα, με αποτέλεσμα τη μικρή παραγωγή. Αντίθετα, φυτά που καλλιεργούνται σε εδάφη με υπερβολικό (πέραν του απαραίτητου) άζωτο, γίνονται ζωηρά, υδαρή χωρίς ανθεκτικό και στέρεο βλαστό· γι' αυτό πέφτουν κάτω (πλαγιάζουν) όπως π.χ. τα σιτηρά. Επίσης η περίσσεια αζώτου κάνει τα φυτά περισσότερο ευπρόσβλητα από έντομα ή ασθένειες, ενώ οψιμίζει την ωρίμανση των προϊόντων και μειώνει, στους καρπούς των φυτών, την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και άμυλο. Το άζωτο μέσα στο φυτό είναι πολύ ευκίνητο και η έλλειψή του εκδηλώνεται πρώτα στα παλαιά φύλλα (τροφοπενία αζώτου). Το άζωτο στη νιτρική του μορφή δε δεσμεύεται στα κolloειδή του εδάφους (βλ. έδαφος) και ξεπλένεται πολύ εύκολα στα βαθύτερα στρώματα και στα νερά απορροής, ώστε να χάνεται εύκολα ως στοιχείο θρέψης της καλλιέργειας.

► **Ο φώσφορος.** Ο φώσφορος είναι συστατικό των ουσιών που φέρουν τις γενετικές πληροφορίες (DNA και RNA) και των ενεργειακών (ATP, ADP), αλλά και άλλων, οργανικών ενώσεων. Χωρίς επαρκή φώσφορο ανακόπτεται ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων, με αποτέλεσμα να σταματά η αύξηση και η ανάπτυξη του φυτού. Ο φώσφορος είναι απαραίτητος στα φυτά από το φύτεμα ακόμη του σπόρου. Αυτό συμβαίνει επειδή τότε τα φυτά αναπτύσσουν το ριζικό τους σύστημα παράλληλα με την υπέργεια ανάπτυξη, οπότε υπάρχει ανάγκη έντονου

πολλαπλασιασμού κυττάρων στα μεριστώματα. Ο φώσφορος είναι το στοιχείο που αυξάνει την παραγωγή σε καρποφόρα όργανα (σπόροι, καρποί). Έτσι, στα σιτηρά η επάρκεια φωσφόρου αυξάνει την αναλογία καρπού προς άχυρα. Επίσης, η επάρκειά του καθιστά τα φυτά πιο ανθεκτικά στις ασθένειες. Η έλλειψή του (τροφοπενία φωσφόρου) έχει ως αποτέλεσμα τα φύλλα των φυτών να γίνονται ατροφικά και μικρότερα του κανονικού. Το ίδιο ισχύει και για τους βλαστούς. Στα ποώδη φυτά, η έλλειψη φωσφόρου κάνει το βλαστό και τα φύλλα, εκτός των άλλων, να παίρνουν κοκκινωπό, καστανό ή ιώδες χρώμα, ανάλογα με το είδος του φυτού. Π.χ. κατά την άνοιξη τα φυτάρια της ντομάτας, όταν οι θερμοκρασίες είναι ακόμη χαμηλές, έχουν κοκκινωπούς βλαστούς, όχι απαραίτητα από έλλειψη φωσφόρου στο έδαφος, αλλά λόγω της μη πρόσληψης φωσφόρου εξαιτίας χαμηλών θερμοκρασιών. Διότι για να προσληφθεί ο φωσφόρος απαιτούνται υψηλότερες θερμοκρασίες απ' αυτές που απαιτούνται για το άζωτο και τα άλλα στοιχεία. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι, ενώ ο φώσφορος μέσα στο φυτό είναι ευκίνητο στοιχείο, στο έδαφος είναι πολύ δυσκίνητος, δεσμεύεται στενά με τα κolloειδή του εδάφους, ιδίως σε ακραίες τιμές ενεργούς οξύτητας (pH) και δεν μπορούν οι ρίζες των φυτών να τον πάρουν εύκολα από το έδαφος. Το ότι ο φώσφορος δεσμεύεται στενά στα κolloειδή του εδάφους (βλ. έδαφος) έχει το πλεονέκτημα να μην ξεπλένεται εύκολα και να μη χάνεται στα βαθύτερα στρώματα και στα νερά απορροής, όπως συμβαίνει με το άζωτο.

► **Το κάλιο.** Το κάλιο δε συμμετέχει στη σύνθεση των οργανικών ουσιών ως συστατικό, αλλά είναι ρυθμιστικός παράγων πολλών βιολογικών λειτουργιών των φυτών. Συντελεί στην αξιοποίηση του αζώτου και του φωσφόρου, βοηθά στη φωτοσυνθετική δράση των φύλλων σε αντίξοες συνθήκες, όπως είναι η έλλειψη επαρκούς φωτισμού και νερού. Κάνει τα φυτά υγιή, ανθεκτικά στις αρρώστιες και τις παγωνιές και βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων, ιδιαίτερα των φυτών που αποταμιεύουν στους καρπούς τους άμυλο ή σάκχαρα: γι' αυτό οι παραγωγοί λένε ότι το **κάλιο κάνει καλό**. Το κάλιο, ακόμη, υποβοηθά την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και σε αυτό ίσως οφείλεται το γεγονός ότι αυξάνει την αντοχή των φυτών στην ξηρασία. **Ο ρόλος του καλίου μέσα στα φυτά είναι ανάλογος με το ρόλο του μηχανικού ή του χτίστη ενός οικοδομήματος, ενώ το άζωτο και ο φώσφορος είναι απλώς οικοδομικά υλικά.** Όταν υπάρχει έλλειψη καλίου (τροφοπενία καλίου), τα φύλλα στην αρχή παρουσιάζουν περιφερειακά χρώμα σκούρο και αργότερα τα μέρη του φύλλου που έχουν αυτό το χρώμα νεκρώνονται. Τα συμπτώματα από την έλλειψη καλίου (τροφοπενία καλίου), επιδεινώνονται όταν ταυτόχρονα υπάρχει έλλειψη ή περίσσεια (ανισόρροπος λίπανση) αζώτου. Έτσι, ταυτόχρονη έλλειψη καλίου και αζώτου δίνει ατροφικά φυτά, με μικρά φύλλα και μικρή ποσότητα καρπών, οι οποίοι δεν έχουν το κανονικό βάρος. Έλλειψη καλίου με άφθονο άζωτο

έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη παραγωγή υδατανθράκων και υπερβολική αναλογία αζωτούχων ουσιών με δυσμενείς συνέπειες στην ποσότητα και την ποιότητα της καρποφορίας. Το κάλιο που υπάρχει στο έδαφος είναι συνήθως αρκετό για ορισμένα φυτά, όπως τα σιτηρά, εκτός εάν τα εδάφη είναι ελαφρά, πολύ ασβεστώδη ή κακώς στραγγιζόμενα. Δεν επαρκεί όμως στα λαχανοκομικά φυτά, στις δενδρώδεις καλλιέργειες και σε ορισμένες αροτραίες καλλιέργειες όπως στο βαμβάκι, στο καπνό και στο ζαχαρότευτλο. Το κάλιο μέσα στο φυτό είναι ευκίνητο, και η έλλειψή του (τροφοπενία καλίου) εκδηλώνεται πρώτα στα παλαιά φύλλα τα οποία παρουσιάζουν επάκριες νεκρωτικές κηλίδες.

► **Θειάφι (Θείο).** Το θειάφι είναι απαραίτητο συστατικό πολλών οργανικών ουσιών του φυτού (πρωτεϊνών, αρωματικών ουσιών, ορισμένων ενζύμων) και συμμετέχει στο σχηματισμό της χλωροφύλλης. Μερικά φυτά, όπως τα σταυρανθή (οικ. λάχανου) το έχουν ανάγκη σε μεγαλύτερες ποσότητες από άλλα. Η απαιτούμενη ποσότητα σ' αυτά τα φυτά μπορεί να φθάσει και τις ποσότητες του απαιτούμενου φωσφόρου. Έλλειψη θειαφιού προκαλεί χλώρωση ολόκληρου του ελάσματος του φύλλου, που περιλαμβάνει και τα νεύρα. Το θειάφι μέσα στο φυτό είναι δυσκίνητο γι' αυτό η έλλειψή του (τροφοπενία θείου) εκδηλώνεται πρώτα στα νέα φύλλα με χλωρώσεις, που αρχίζουν από τα νεύρα των φύλλων.

► **Ασβέστιο.** Το ασβέστιο χρησιμοποιείται από τα φυτά στο σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων και μεμβρανών. Εκτός των άλλων στις μεμβράνες ρυθμίζει την εκλεκτικότητα τους ως προς την είσοδο ορισμένων ουσιών. Ρυθμίζει επίσης την οξύτητα (pH) των χυμών του φυτού με την εξουδετέρωση των οργανικών οξέων, καθώς και την ανάπτυξη της ρίζας. Το ασβέστιο μέσα στο φυτό είναι δυσκίνητο και η έλλειψή του (τροφοπενία ασβεστίου) εκδηλώνεται στα φύλλα, τα οποία γίνονται χλωρωτικά, αδρά, ενώ αποκτούν και ανώμαλη επιφάνεια. Όταν υπάρχει σοβαρή έλλειψη, τα φύλλα νεκρώνονται στον περίγυρό τους (tip burn). Όταν μαζί με την έλλειψη του ασβεστίου υπάρχει και κάποια έλλειψη νερού, τότε στους καρπούς της τομάτας της πιπεριάς και άλλων λαχανικών παρουσιάζεται ένα μαύρισμα στην κορυφή των καρπών, που λέγεται σήψη κορυφής (blossom end rot).

► **Μαγνήσιο.** Είναι συστατικό της χλωροφύλλης αλλά και όλων των άλλων χρωστικών του φυτού. Είναι πολύ ευκίνητο στοιχείο μέσα στο φυτό και όταν υπάρχει έλλειψή του (τροφοπενία μαγνησίου), παρατηρούνται, πρώτα στα παλαιά φύλλα, χλωρωτικές περιοχές μεταξύ των νευρώσεων, ενώ οι νευρώσεις παραμένουν πράσινες.

► **Σίδηρος.** Η παρουσία του σιδήρου ως καταλύτης είναι απαραίτητη στο σχηματισμό της χλωροφύλλης. Συμμετέχει στο σχηματισμό πολλών ενζύμων απαραίτητων στην αναπνοή και στην αφομοίωση των νιτρικών και θειικών αλάτων. Ο σίδηρος μέσα στο φυτό είναι δυσκίνητος και η έλλειψή του (τροφοπενία σιδήρου) κάνει χλωρωτικά πρώτα τα αναπτυσσόμενα φύλλα και τους νε-

αρούς βλαστούς, όπου παρατηρείται έντονος πολλαπλασιασμός κυττάρων και αργότερα εκδηλώνεται σε ολόκληρο το φυτό.

► **Βόριο.** Το βόριο είναι απαραίτητο για όλα τα φυτά και ιδιαίτερα σε ορισμένα όπως την ελιά, τα σταυρανθή κ.ά. είναι άκρως αναγκαίο για μια καλή παραγωγή. Η παρουσία του βορίου, όπως και του σιδήρου, είναι απαραίτητη στα αυξανόμενα μέρη των φυτών, όπου απαιτείται έντονος ρυθμός κυτταροδιαίρεσης και μεταφοράς σακχάρων. Έχει επίσης ρόλο καταλυτικού παράγοντα και για τη σύνθεση των DNA, RNA. Το βόριο σε μεγάλες περιεκτικότητες στο έδαφος καθίσταται τοξικό για τα φυτά, λόγω παθητικής προσρόφησης στους ιστούς των φυτών. Έλλειψη βορίου (τροφοπενία βορίου) προκαλεί επιβράδυνση της ανάπτυξης, ενώ σε μεγάλη έλλειψη καταστρέφεται ο ακραίος οφθαλμός των τεύτλων και του λάχανου, καθόσον είναι δυσκίνητο στοιχείο.

► **Χαλκός.** Είναι απαραίτητο στοιχείο σ' όλα τα φυτά, ιδιαίτερα στα ψυχανθή. Ο ρόλος είναι ενζυματικός στην αναπνοή των φυτών. Όταν υπάρχει έντονη έλλειψη χαλκού (τροφοπενία χαλκού), τότε τη θέση του απαιτούμενου χαλκού μέσα στο φυτό την παίρνει ο σίδηρος, με αποτέλεσμα τον κακό σχηματισμό και τη χλώρωση των φύλλων.

► **Μαγγάνιο.** Παίζει ενζυματικό ρόλο στον κύκλο του Krebs (αντιδράσεις που εκλύουν ενέργεια) και στη σύνθεση των πρωτεϊνών. Ως προς την ταχύτητα μετακίνησης του μαγγάνιου, άλλοτε είναι δύσκολα μετακινούμενο και άλλοτε εύκολα μετακινούμενο, ανάλογα με το φυτό. Η έλλειψή του (τροφοπενία μαγγάνιου) εκδηλώνεται με διάφορες ανωμαλίες στην ανάπτυξη των φυτών, π.χ. χλώρωση στα αγρωστώδη και νανισμό στα τεύτλα (παντζάρια).

► **Μολυβδαίνιο.** Είναι απαραίτητο σε όλα τα φυτά και κυρίως στα ψυχανθή, όπου συμμετέχει στο σχηματισμό των φυματίων της αζωτοδεύσμησης (είναι συστατικό των ενζύμων νιτρογενάση και νιτρική αναγωγάση) από τα βακτήρια. Η έλλειψη μολυβδαίνιου (τροφοπενία μολυβδαίνιου), εκτός της μη κανονικής ανάπτυξης των φυτών εκδηλώνεται και με γενική χλώρωση και νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα.

► **Χλώριο.** Θεωρείται απαραίτητο σε όλα τα φυτά και ιδιαίτερα στο καλαμπόκι, τα τεύτλα και τη ντομάτα. Χρειάζεται ως καταλυτικός παράγων στους αυξανόμενους ιστούς και είναι πολύ ευκίνητο στοιχείο εντός των φυτών.

► **Ψευδάργυρος.** Είναι απαραίτητο στοιχείο σε πολύ μικρή αναλογία (μικρότερη από τα άλλα ιχνοστοιχεία). Είναι καταλύτης σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις των φυτών. Η παρουσία του ψευδάργυρου κάνει τα φυτά πιο γόνιμα, παράγουν πιο πολλούς σπόρους. Το καλαμπόκι και η σόγια είναι από τα πιο ευαίσθητα φυτά στην έλλειψη του ψευδάργυρου. Οι τροφοπενίες του ψευδάργυρου εκδηλώνονται και αυτές με διάφορες χλωρώσεις των φύλλων που εύκολα μπορούν να εκληφθούν ως συμπτώματα άλλων ιχνοστοιχείων.

Μερικές αξιοσημείωτες παρατηρήσεις

- ✓ Το υπερβολικό άζωτο κάνει την τροφή κακής ποιότητας (νιτρικά άλατα).
- ✓ Το υπερβολικό άζωτο (αμμωνία) μπορεί «να κάψει επάνω» το φυτόχωμα.
- ✓ Το υπερβολικό άζωτο μπορεί να προκαλέσει ανεπάρκεια καλίου.
- ✓ Το υπερβολικό μαγνήσιο μπορεί να προκαλέσει ανεπάρκεια καλίου, φωσφόρου και αζώτου.
- ✓ Το υπερβολικό κάλιο, το νάτριο και το μαγνήσιο μπορούν να προκαλέσουν ανεπάρκεια ασβεστίου. Το υπερβολικό ασβέστιο μπορεί να προκαλέσει ανεπάρκεια φωσφόρου και ιχνοστοιχείων.
- ✓ Το υπερβολικό μαγγάνιο μπορεί να προκαλέσει αποτελέσματα παρόμοια με την ανεπάρκεια σιδήρου.
- ✓ Το υπερβολικό βόριο μπορεί να προκαλέσει τα σημάδια των ανεπαρκειών καλίου και μαγνήσιου.

1.2 Ο μηχανισμός της πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων

Εκτός από τον άνθρακα και το οξυγόνο, που τα προσλαμβάνει το φυτό από τον αέρα, τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία τα παίρνει από το έδαφος. Η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος γίνεται με την ανταλλαγή ιόντων μεταξύ υδατικού διαλύματος και ριζικών τριχιδίων. Για παράδειγμα, το ριζικό τριχίδιο για να προσλάβει ένα κατιόν θρεπτικού στοιχείου, μονοσθενές, δισθενές ή τρισθενές, ελευθερώνει στο εδαφικό διάλυμα ένα, δύο ή τρία κατιόντα υδρογόνου (H^+) αντίστοιχα. Τα κατιόντα και ανιόντα που υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα βρίσκονται σε ισορροπία με εκείνα που είναι προσροφημένα στα κolloειδή του εδάφους. Κolloειδή είναι τεμαχίδια του εδάφους που αποτελούνται είτε από άργιλο (ανόργανα κolloειδή) είτε από οργανική ουσία που βρίσκεται στο στάδιο της χουμοποίησης (οργανικά κolloειδή). Γενικά η προσρόφηση των θρεπτικών ουσιών γίνεται κατά τη φορά:

κolloειδή εδάφους → εδαφικό διάλυμα → ρίζα

Όταν η περιεκτικότητα σε κατιόντα ή ανιόντα του εδαφικού διαλύματος ελαττώνεται, τότε νέα κατιόντα ή ανιόντα που είναι προσροφημένα στα εδαφοτεμαχίδια εισέρχονται στο εδαφικό διάλυμα για να προσληφθούν και πάλι από τα ριζικά τριχίδια. Οι ρίζες όμως ορισμένων φυτών (συνήθως δενδρωδών καλλιέργειών) έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν κατιόντα απευθείας από τα

κολλοειδή (στερεά φάση του εδάφους) χωρίς τη μεσολάβηση του εδαφικού διαλύματος. Ο τρόπος αυτός της πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων κατευθύνεται από τη στερεά φάση του εδάφους ορίζεται ως **προσρόφηση**, ενώ ο τρόπος πρόσληψης μέσω του εδαφικού διαλύματος ως **απορρόφηση**. Από τις ρίζες των φυτών προσλαμβάνονται και στοιχεία που υπάρχουν στο έδαφος υπό υδατοδιαλυτή μορφή, ανεξάρτητα από το αν χρειάζονται ή όχι. Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι και δηλητηριώδη ή καρκινογόνα, π.χ. αρσενικό, βαρέα μέταλλα, και επομένως επικίνδυνα για τα ζώα ή τον άνθρωπο που θα καταναλώσει τα προϊόντα αυτών των φυτών. **Τα φυτά δεν απορροφούν μόνο μη απαραίτητα στοιχεία αλλά και μη απαραίτητα. Επίσης μερικές φορές απορροφούν απαραίτητα στοιχεία σε μεγαλύτερες από τις αναγκαίες ποσότητες. Αυτό συμβαίνει όταν τα απαραίτητα στοιχεία βρίσκονται στο έδαφος σε υπερβολική ποσότητα.** Τότε η περίσσεια των στοιχείων αυτών στους ιστούς των φυτών δημιουργεί **τοξικά φαινόμενα**. Όταν πάλι τα απαραίτητα στοιχεία βρίσκονται στο έδαφος σε ποσότητες ανεπαρκείς, τα φυτά δεν τρέφονται σωστά και δημιουργούνται προβλήματα που εκδηλώνονται με διάφορες μορφολογικές ή φυσιολογικές ανωμαλίες (τροφοπενίες). Οι ανάγκες των διαφόρων φυτών σε θρεπτικά στοιχεία ποικίλουν και ως προς το είδος των στοιχείων και ως προς την ποσότητα. Ακόμη και για το ίδιο φυτό οι απαιτήσεις αλλάζουν με τη μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου.

Πάντως, **η πρόσληψη των στοιχείων από τη ρίζα δε γίνεται μόνο παθητικά, αλλά και ενεργητικά και επιλεκτικά.** Δηλαδή το φυτό επιλέγει το κατιόν ή το ανιόν που θα προσλάβει και φυσικά δαπανά και την ανάλογη ενέργεια. Μεταξύ των προσλαμβανόμενων στοιχείων υπάρχει ανταγωνισμός. Το υπερβολικό Ca, π.χ. λόγω ανταγωνισμού, εμποδίζει την πρόσληψη K, Mg και Fe. Το Mg πάλι δρα ανταγωνιστικά στην πρόσληψη K και Ca. Τα νιτρικά ιόντα βοηθούν την πρόσληψη του Mg.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων, δηλαδή τη θρέψη, είναι εκείνοι που επηρεάζουν και τις άλλες βασικές λειτουργίες του φυτού, όπως η θερμοκρασία, το φως, η επάρκεια νερού κ.ά., καθώς και η επάρκεια των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η επάρκεια των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος είναι συνάρτηση της **γονιμότητας του εδάφους** (βλ. έδαφος).

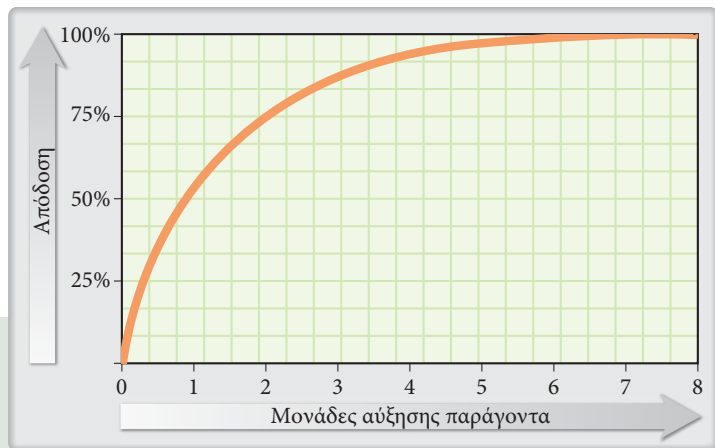
1.3 Νόμοι της θρέψης

Η θρέψη των φυτών διέπεται από το «**νόμο του ελαχίστου**» (law of the minimum). Ο «νόμος του ελαχίστου» διατυπώθηκε το 1843 από το Γερμανό καθη-

γητή Justus von Liebig. Σύμφωνα με το νόμο αυτό, στις περιπτώσεις που απαιτούνται πολλοί παράγοντες για να παράγουν ένα έργο ή ένα δημιουργικό αποτέλεσμα, όπως στην ανάπτυξη και την απόδοση των καλλιεργούμενων φυτών, το έργο ή το αποτέλεσμα είναι ανάλογο με εκείνον τον παράγοντα που βρίσκεται στην ελάχιστη τιμή. Π.χ. αν όλοι οι παράγοντες, υγρασία εδάφους, θερμοκρασία και φως βρίσκονται στο άριστο σημείο και όλα τα απαιτούμενα θρεπτικά στοιχεία είναι επαρκώς διαθέσιμα σε ένα φυτό, εκτός από το άζωτο, η απόδοση ή η ανάπτυξη του φυτού θα είναι σύμφωνα με τη διαθεσιμότητα του στοιχείου που βρίσκεται στη μικρότερη ή ελάχιστη ποσότητα, εν προκειμένω το άζωτο και όχι σύμφωνα με τους άλλους παράγοντες που βρίσκονται σε πλήρη επάρκεια ή είναι άριστοι. **Γ' αυτό οι προσπάθειες για τροποποίηση των δυσμενών παραγόντων πρέπει να μη γίνονται μεμονωμένα αλλά με ολιστική προσέγγιση.** Ο Liebig πρώτος εισήγαγε και τη θεωρία περί ανόργανης θρέψης των φυτών, που ήταν σωστή. Από τον υπερβολικό όμως ενθουσιασμό του παρέβλεπε τη σημασία του χούμου στη γονιμότητα του εδάφους και αυτό ήταν μεγάλο λάθος (βλ. παρακάτω κεφ. 10.1.1. Οι πρωτοπόροι).

Ένας άλλος νόμος που διέπει την απόδοση ενός φυτού ή μιας καλλιέργειας είναι ο νόμος της «**μη ανάλογης απόδοσης**» (law of diminishing returns). Ο νόμος αυτός είναι γνωστός και ως **νόμος του Mitscherlich**, επειδή διατυπώθηκε το 1909, επίσης από Γερμανό καθηγητή, τον Eilhard Alfred Mitscherlich 70 περίπου χρόνια μετά από τη διατύπωση του «νόμου του ελαχίστου».

Σύμφωνα με το νόμο της «**μη ανάλογης απόδοσης**», όταν αυξάνεται ένας παράγοντας απόδοσης (θρεπτικό στοιχείο, νερό, θερμοκρασία κ.λπ.) συνεχώς, αρχής γενομένης από το μηδέν, αφήνοντας όλους τους άλλους παράγοντες σταθερούς, η αντίστοιχη αύξηση της απόδοσης γίνεται όλο και μικρότερη, έως ότου σταματήσει τελείως η απόδοση, παρά τη συνεχή αύξηση του παράγοντα αυτού (Σχ. 1).



Σχήμα 1.
Σχηματική παράσταση
του νόμου της «μη
ανάλογης απόδοσης».

Οικολογία (περιβάλλον των φυτών)

Μήνυμα από έναν «απολίτιστο» προς τους πολιτισμένους

Το παρακάτω κείμενο είναι μια επιστολή που έστειλε εδώ και ενάμιση περίπου αιώνα ο αρχηγός της φυλής των Ινδιάνων Σουβαμίς προς τον τότε πρόεδρο των Η.Π.Α. Το κείμενο αυτό πρωτοδημοσιεύτηκε στην εφημερίδα του Μαδράς «Ο Ινδός» την 29-2-1976. Παίρνοντάς το από εκεί, το δημοσίευσε στην εφημερίδα «Το Βήμα» τη 19-1-1977 ο λογοτέχνης Ζήσιμος Λορεντζάτος.

«Ο μεγάλος αρχηγός στην Ουάσιγκτον μηνάει πως θέλει να αγοράσει τη γη μας. Ο μεγάλος αρχηγός μηνάει ακόμα λόγια φιλικά και καλοθέλητα. Καλοσύνη του, γιατί ξέρουμε πως αυτός λίγο χρειάζεται τη φιλία μας. Την προσφορά του θα τη μελετήσουμε, γιατί ξέρουμε πως αν δεν το πράξουμε, μπορεί ο λευκός να προφτάσει με τα όπλα του και να πάρει τη γη μας.

»Πώς μπορείτε να αγοράζετε ή να πουλάτε τον ουρανό, τη ζέστα της γης; Για μας μοιάζει παράξενο. Η δροσιά του αγέρα ή το άφρισμα του νερού ωστόσο δε μας ανήκουν. Πώς μπορείτε να το αγοράσετε από μας; Κάθε μέρος της γης αυτής είναι ιερό για το λαό μου. Κάθε αστραφτερή πευκοβελόνα, κάθε αμμούδα στις ακρογιαλιές, κάθε θολούρα στο σκοτεινό δάσος, κάθε ξέφωτο και κάθε ζουζούνι που ζουζουνίζει είναι, στη μνήμη και στην πείρα του λαού μου, ιερό.

»Ξέρουμε πως ο λευκός δεν καταλαβαίνει τους τρόπους μας. Τα μέρη της γης, το ένα με το άλλο, δεν κάνουν γι' αυτόν διαφορά, γιατί είναι ένας ξένος που φτάνει τη νύχτα και παίρνει απ' τη γη όλα όσα του χρειάζονται. Η γη δεν είναι αδελφός αλλά εχθρός που πρέπει να τον κατακτήσει, και αφού τον κατακτήσει πηγαίνει παρακάτω. Με το ταμάχι που έχει θα καταπιεί τη γη και θ' αφήσει πίσω του έρημο. Η όψη που παρουσιάζουν οι πολιτείες σας, κάνει κακό στα μάτια του ερυθρόδερμου. Όμως αυτό μπορεί και να συμβαίνει, επειδή ο ερυθρόδερμος είναι άγριος και δεν καταλαβαίνει.

»Αν αποφασίσω να δεχθώ θα βάλω έναν όρο. Τα ζώα της γης αυτής ο λευκός θα πρέπει να τα μεταχειριστεί σαν αδέρφια του. Τι είναι ο άνθρωπος δίχως τα ζώα; Αν όλα τα ζώα φύγουν απ' τη μέση, ο άνθρωπος θα πεθάνει από μοναξιά, γιατί όσα συμβαίνουν στα ζώα, συμβαίνουν και στον άνθρωπο.

»Ένα ξέρουμε, που μπορεί μια μέρα ο λευκός να το ανακαλύψει: Ο Θεός μας είναι ο ίδιος Θεός. Μπορεί να θαρρείτε πως Εκείνος είναι δικός σας, όπως ζητάτε να γίνει δική σας η γη μας. Αλλά δεν το μπορείτε. Εκείνος είναι Θεός των ανθρώπων, και το έλεός Του μοιρασμένο απαράλλαχτα σε ερυθρόδερμους και λευκούς. Αυτή η γη Του είναι ακριβή. Όποιος τη βλέπει καταφρονεί το Δημιουργό της. Θα περάσουν οι λευκοί –και μπορεί μάλιστα και γρηγορότερα από άλλες φυλές. Όταν μαγαρίζεις διαρκώς το στρώμα σου, κάποια νύχτα θα πλαντάξεις από τις μαγαρισιές σου. Όταν όλα τα βουβάλια σφαχτούν, όταν όλα τ' άγρια άλογα μερέψουν, όταν την ιερή γωνιά του δάσους τη γιομίσει το ανθρώπινο χνότο και το θέαμα των φουντωμένων λόφων το κηλιδώσουν τα σύρματα του τηλεγράφου με το βουητό τους, τότε πού να βρεις το ρουμάνι; Πού να βρεις τον αητό; Και τι σημαίνει να πεις έχε γεια στο φαρί σου και στο κυνήγι; Σημαίνει το τέλος της ζωής και την αρχή του θανάτου.

»Πουθενά δε βρίσκεται μια ήσυχη γωνιά μέσα στις πολιτείες του λευκού. Πουθενά δε βρίσκεται μια γωνιά να σταθείς ν' ακούσεις να θροΐζουν τα φύλλα την άνοιξη ή το φιθύρισμα που κάνουν τα ζουζούνια πεταρίζοντας. Όμως μπορεί επειδή κατά πως είπα, είμαι άγριος και δεν καταλαβαίνω –μπορεί μονάχα για το λόγο αυτόν ο σαματάς των πόλεών σας να ταραξεί τ' αυτιά μου. Μα τι μένει απ' τη ζωή, όταν δεν μπορείς ν' αφουγκραστείς τη γλυκιά φωνή που βγάνει το νυχτοπούλι ή τα συνακουσίματα των βατράχων ολόγυρα σ' ένα βάλτο μέσα στη νύχτα; Ο ερυθρόδερμος προτιμάει το απαλόηχο αγέρι λαγαρισμένο απ' την καταμεσήμερη βροχή ή μοσχοβολημένο απ' το πεύκο. Του ερυθρόδερμου τού είναι ακριβός ο αγέρας, γιατί όλα, τα πάντα, μοιράζονται την ίδια πνοή –τα ζώα, τα δέντρα, οι άνθρωποι. Ο λευκός δε φαίνεται να δίνει προσοχή στον αγέρα που ανασαίνει. Σαν ένας που χαροπαλεύει για πολλές μέρες και δεν οσμίζεται τίποτα.

»Αν ξέραμε, μπορεί να καταλαβαίναμε. Αν ξέραμε τα όνειρα του λευκού τις ελπίδες που περιγράφει στα παιδιά του τις μακριές χειμωνιάτικες νύχτες, τα οράματα που ανάφτει στο μυαλό τους, ώστε ανάλογα να δέονται για την αυριανή. Αλλά εμείς είμαστε άγριοι. Μας είναι κρυφά τα όνειρα του λευκού. Και επειδή μας είναι κρυφά, θα εξακολουθήσουμε το δρόμο μας. Αν τα συμφωνήσουμε μαζί, θα το πράξουμε για να σιγουρέψουμε τις προστατευόμενες περιοχές που μας τάξατε. Εκεί θα ζήσουμε, τις μετρημένες μέρες μας, μπορεί κατά πώς το θελήσουμε. Όταν ο στερνός ερυθρόδερμος λείπει από τη γη και από τη μνήμη, δεν

απομείνει παρά ο ίσκιος από ένα σύννεφο που ταξιδεύει στον κάμπο, οι ακρογιαλιές αυτές και τα δάση θα φυλάγουν τα πνεύματα του λαού μου –αυτή τη γη την αγαπούν, όπως το βρέφος αγαπάει το χτύπο της μητρικής καρδιάς. Αν σας την πουλήσουμε τη γη μας, αγαπήστε την καθώς την αγαπήσαμε εμείς, φροντίστε την καθώς την φροντίσαμε εμείς, κρατήστε ζωντανή στο λογισμό σας τη μνήμη της γης. Όπως βρίσκεται τη στιγμή που την παίρνετε, και μ' όλη σας τη δύναμη, μ' όλη την τρανή μπόρεσή σας, μ' όλη την καρδιά σας, διατηρήστε τη για τα παιδιά σας, και αγαπήστε την καθώς ο Θεός αγαπάει όλους μας. Ένα ξέρο-με: Ο Θεός σας είναι ο ίδιος Θεός. Η γη Του είναι ακριβή. Ακόμα και ο λευκός δε γίνεται να απαλλαχτεί από την κοινή μοίρα».

Αγροοικοσύστημα

Τα φυτά, όπως και όλα τα έμβια όντα, είναι μέλη των διαφόρων βιοκοινοτήτων. Μαζί με το βιότοπό τους αποτελούν τα διάφορα οικοσυστήματα του πλανήτη γη. Τα μεν αυτοφυή είναι μέλη των φυσικών οικοσυστημάτων, τα δε καλλιεργούμενα είναι μέλη των αγροοικοσυστημάτων. Φυτά (αυτοφυή και καλλιεργούμενα) και περιβάλλον είναι αλληλένδετοι και αλληλοεξαρτώμενοι παράγοντες, καθόσον τα πρώτα επηρεάζονται από το δεύτερο και το αντίστροφο. Η μελέτη των παραγόντων του περιβάλλοντος μας βοηθά να καταλάβουμε τις λειτουργικές διαδικασίες της ανάπτυξης και της απόδοσης (παραγωγής) των φυτών μέσα στα αγροοικοσυστήματα, τα οποία δημιουργεί ο άνθρωπος για να επωφεληθεί από τα προϊόντα τους. Καθόσον μέσα στο αγροοικοσύστημα δεν επιδιώκεται απλώς η επιβίωση των φυτών, αλλά η ευδοκίμηση αυτών για την παραγωγή προϊόντων και μάλιστα με οικονομικό αποτέλεσμα προς όφελος του καλλιεργητή.

Πρέπει να τονιστεί πως το ζητούμενο μέσα στο αγροοικοσύστημα είναι η ισορροπία. Μερικές φορές ο άνθρωπος επεμβαίνει για την προστασία ενός φυτού ή συχνότερα για την προστασία κάποιων ζώων που χαλούν την ισορροπία. Η προστασία των άγριων ζώων μέσα στα αγροοικοσυστήματα, πρέπει να έχει κάποια όρια.

Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους **αβιοτικούς** και τους **βιοτικούς**. Οι παράγοντες αυτοί, μαζί με τον τρόπο που επηρεάζουν τα φυτά, εξετάζονται παρακάτω.

2.1 Αβιοτικοί παράγοντες

2.1.1. Κλίμα

Το κλίμα μιας μεγάλης περιοχής λέγεται μακροκλίμα. Ο καλλιεργητής όμως ενδιαφέρεται για το κλίμα που επικρατεί στο χωράφι του ή στον κήπο του, που πολλές φορές διαφέρει πολύ από το μακροκλίμα της περιοχής όπου βρίσκεται. Το κλίμα μικρών περιοχών ή ενός μέρους ή χώρου μέσα σε μια ζώνη μακροκλίματος λέγεται μικροκλίμα. Το μακροκλίμα ρυθμίζεται από το γεωγραφικό πλάτος, την ύπαρξη ή μη μεγάλων υδάτινων όγκων και εκτεταμένων/υψηλών οροσειρών στην περιοχή που αναφέρεται, καθώς και από τα θαλάσσια και αέρια ρεύματα. Το μικροκλίμα μιας συγκεκριμένης περιοχής επηρεάζεται από το ανάγλυφο, τα τοπικά ρεύματα αέρα, την κλίση και την έκθεση του εδάφους που έχει σε σχέση με τα σημεία του οριζοντα αλλά και τυχόν εμπόδια – φυσικά ή τεχνητά (οριζόντια ή κάθετα)– στην κίνηση του αέρα. Το μικροκλίμα μπορεί να αναφέρεται μόνο σε μια πλευρά ενός βουνού ή σε μικρότερες εκτάσεις ή σε ορισμένους χώρους (π.χ. θερμοκήπιο). Το μικροκλίμα της βόρειας πλευράς ενός βουνού είναι διαφορετικό από αυτό της νότιας. Μικροκλίμα διαμορφώνεται επίσης σε έναν τόπο και από τα μέτρα που μπορεί να λάβει ο άνθρωπος για να μεταβάλλει μια παράμετρο του κλίματος, π.χ. εμπόδια φυσικά ή τεχνητά στους ανέμους και την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, τα παντός είδους έργα που γίνονται σε μια περιοχή, π.χ. μια τεχνητή λίμνη, κάποιο φράγμα, μια δενδροφύτευση (βελτίωση περιβάλλοντος) ή η ανάπτυξη βιομηχανιών (μόλυνση του περιβάλλοντος), δημιουργούν ένα νέο μικροκλίμα για την περιοχή αυτή. Το κλίμα αυτής της περιοχής γίνεται καλύτερο ή το χειρότερο από το μακροκλίμα της ευρύτερης περιοχής που εντάσσεται, ανάλογα με το έργο.

Το είδος της φυσικής βλάστησης σε έναν τόπο είναι συνάρτηση του κλίματός του, διότι μεταξύ κλίματος και φυτών υπάρχει στενή σχέση. Η σχέση αυτή είναι το αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής, καθόσον σ' έναν τόπο τελικά επιζούν και προοδεύουν τα φυτά που έχουν τη γενετική δυνατότητα να διαφοροποιηθούν και να προσαρμοσθούν στις κλιματικές συνθήκες αυτού του τόπου. Η κάθε περιοχή με το διαφορετικό κλίμα της, λόγω γεωγραφικού πλάτους, υψομέτρου κ.λπ., ευνοεί την ανάπτυξη ορισμένων φυτών και ως εκ τούτου και ορισμένων καλλιεργειών. Η περιοχή στην οποία ευνοείται η καλλιέργεια ενός είδους φυτού, λόγω της προσαρμογής του στο κλίμα αυτής της περιοχής, ορίζεται ως ζώνη της καλλιέργειας του είδους αυτού. Όταν ένα φυτό καλλιεργείται στη ζώνη καλλιέργειάς του, η οποία αντιπροσωπεύει το κλίμα στο οποίο είναι καλά προσαρμοσμένο, αποδίδει ποσοτικώς και ποιοτικώς ανώτερο προϊόν. Π.χ.

τα χειμερινά σιτηρά καλλιεργούνται μεν σε πολλά γεωγραφικά πλάτη, τα καλύτερα όμως αποτελέσματα σε παραγωγή και ποιότητα τα δίνουν στον Καναδά, στις Βόρειες Πολιτείες των Η.Π.Α. και στις στέπες της Ρωσίας. Αυτές είναι οι ζώνες καλλιέργειας των χειμερινών σιτηρών. Υπάρχουν όμως και φυτά των οποίων η καλλιέργεια γίνεται μόνο εντός της ζώνης καλλιέργειάς τους, διότι εκτός της ζώνης τους δεν επιζούν ή δεν έχουν συμφέρουσα παραγωγή, π.χ. ελιά, εσπεριδοειδή. Έτσι, αν και ένας μεγάλος αριθμός ειδών έχει παγκόσμια σχεδόν εξάπλωση, υπάρχουν και πολλά είδη φυτών που καλλιεργούνται μόνο σε ορισμένες περιοχές.

Οι κυριότεροι παράμετροι του κλίματος είναι η θερμοκρασία, το νερό, το φως και οι άνεμοι.

2.1.1.1. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος κλιματικός παράγοντας που καθορίζει το είδος του κλίματος μιας περιοχής, ήπιο, βαρύ κ.λπ. Οι ίδιοι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα ενός τόπου επηρεάζουν και τη θερμοκρασία. Δηλαδή (1) **το γεωγραφικό πλάτος**, (2) **το υψόμετρο (ανάγλυφο)**, (3) **η απόσταση από υδάτινες μάζες και** (4) **οι άνεμοι**. Με τη σταδιακή απομάκρυνση από τον Ισημερινό (αύξηση του γεωγραφικού πλάτους), οι θερμοκρασίες κάτω του μηδενός είναι συχνότερες και φυσικά παρατηρούνται κατά το χειμώνα. Επίσης, οι χειμώνας είναι μεγαλύτερης διάρκειας όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος. Οι θερμοκρασίες από τα μέσα της άνοιξης μέχρι τις αρχές ή και τα μέσα του φθινοπώρου είναι πιο ευνοϊκές για την ανάπτυξη των περισσότερων φυτικών ειδών. Η θερμοκρασία επηρεάζει όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών. Συγκεκριμένα επηρεάζει τη φωτοσύνθεση, την απορρόφηση του νερού και την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, την αναπνοή, τη διαπνοή, τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων από το ένα όργανο στο άλλο (φύλλα προς ρίζα), τη σύνθεση χλωροφύλλης και άλλων χρωστικών, καθώς και την οντογένεση (μορφογένεση), δηλαδή τη διαφοροποίηση των οργάνων. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι υπάρχουν διαφορετικές ευνοϊκές θερμοκρασίες για κάθε στάδιο ανάπτυξης ενός φυτού. Π.χ. είναι διαφορετικές οι θερμοκρασίες που απαιτεί ένα φυτό για το φύτευμα, για τη διαφοροποίηση των οφθαλμών, για την άνθηση ή την ωρίμανση των καρπών.

Για κάθε είδος φυτού υπάρχουν ορισμένα όρια θερμοκρασιών, ανώτερα και κατώτερα, μεταξύ των οποίων μπορεί να αναπτυχθεί. Οι ανώτερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες αποτελούν τα όρια ανάπτυξης του φυτού αυτού. Κάθε είδος φυτού, ακόμη και ποικιλία, έχει διαφορετικά όρια ανάπτυξης. Π.χ. τα κατώτερα όρια ανάπτυξης του σιταριού κυμαίνονται από 0 °C έως 5 °C και τα ανώτερα από 31 °C έως 37 °C, ενώ του σόργου τα κατώτερα όρια κυμαίνονται από

15 °C έως 18 °C και τα ανώτερα από 44 °C έως 50 °C. Ανάμεσα στο **ελάχιστο** και το **μέγιστο** όριο βρίσκεται η **άριστη** τιμή ανάπτυξης. Οι κατώτερες και οι ανώτερες θερμοκρασίες ενός τόπου καθορίζουν, κυρίως οι πρώτες, τα χρονικά όρια εντός των οποίων μπορούν να αναπτυχθούν τα φυτά, δηλαδή τη **βλαστική περίοδο του τόπου**. Αναφέρθηκε πως κάθε φυτό έχει τα δικά του όρια ανάπτυξης. Πρέπει επίσης να επισημανθεί πως κάθε φυτό έχει επίσης και τη δική του διάρκεια βιολογικού κύκλου. Υπάρχουν φυτά που χρειάζονται λίγους μήνες για να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο, π.χ. καλαμπόκι (3-4 μήνες), ενώ άλλα πολλούς, π.χ. βαμβάκι (6-7 μήνες). Έτσι, η βλαστική περίοδος της χώρας μας είναι μάλλον ανεπαρκής ή οριακή για να συμπληρώσει το βιολογικό του κύκλο το βαμβάκι, ενώ για το καλαμπόκι είναι υπερεπαρκής.

Όταν ένα φυτό βρεθεί σε χαμηλότερες ή και σε υψηλότερες θερμοκρασίες από τα όρια ανάπτυξής του, τότε το φυτό πεθαίνει. Τα όρια της θερμοκρασίας που προκαλούν το θάνατο του φυτού λέγονται **όρια αντοχής** του φυτού αυτού.

Τα κατώτερα όρια αντοχής του μαλακού σιταριού για τις περισσότερες ποικιλίες είναι -20 °C, ενώ του σόργου -2 °C. Μεγαλύτερη σημασία για ένα φυτό έχουν τα κατώτερα όρια αντοχής, γιατί αυτά κυρίως καθορίζουν σε ποια περιοχή μπορούν να καλλιεργηθούν. Τα όρια αντοχής είναι διαφορετικά στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Γενικά, τα φυτά αμέσως μετά ή κατά το φύτευμα είναι ευαίσθητα. Μετά ακολουθεί ένα στάδιο στο οποίο παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντοχή. Στο στάδιο αυτό έχουν σχηματιστεί μόνιμες ρίζες (στάδιο εγκατάστασης). Μετά το στάδιο αυτό, και όσο προχωράει η ανάπτυξη προς την ανθοφορία και την καρπόδεση, η αντοχή τους ελαττώνεται. Στο στάδιο της άνθησης τα ανθεκτικά φυτά υφίστανται ζημιές στις θερμοκρασίες από -2 έως -3 °C, ενώ στο στάδιο της καρπόδεσης τα ίδια φυτά υφίστανται ζημιές και στους 0 °C.

Οι ζημιές από τις χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτώνται και από την διάρκεια που τις υφίστανται τα φυτά. Εκτός από τη διάρκεια των χαμηλών θερμοκρασιών, στην αντοχή των φυτών σημασία έχει και η απότομη ή η σταδιακή πτώση της θερμοκρασίας. Μερικά είδη φυτών έχουν την ικανότητα να σκληραγωγούνται στις χαμηλές θερμοκρασίες, π.χ. το σιτάρι, ενώ άλλα φυτά, π.χ. ο ηλιάνθος, δεν έχουν αυτή την ικανότητα. Η σκληραγωγή αποκτιέται όταν τα φυτά υφίστανται προοδευτική πτώση των θερμοκρασιών. Μερικά φυτά μπορούν να σκληραγωγηθούν και ως προς την αντοχή τους σε υψηλές θερμοκρασίες. Όταν τα φυτά καλύπτονται από το χιόνι, προστατεύονται από τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, γιατί κάτω από το χιόνι οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες απ' ό,τι στο εξωτερικό περιβάλλον. Έτσι το σιτάρι, ενώ αντέχει στο στάδιο της εγκατάστασης μόνο μέχρι τους -20 °C στον αέρα, όταν καλύπτεται από χιόνι μπορεί να αντέξει και όταν η θερμοκρασία του αέρα πέσει στους -40 °C. Πρέπει να ληφθεί υπ όψη πως υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα όρια αντοχής που δι-

νουν οι διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές για τα διάφορα φυτά. Επίσης, όταν δίνονται όρια αντοχής ενός είδους φυτού, πρέπει να αναφέρεται και η ποικιλία του, καθόσον οι διάφορες ποικιλίες ενός φυτού παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές όσον αφορά την αντοχή τους στις χαμηλές θερμοκρασίες. Άλλωστε, η βελτιωτική προσπάθεια διευρύνει διαρκώς τα όρια αυτά.

Η υπερβολική υγρασία του εδάφους ελαττώνει σημαντικά την αντοχή των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι, φυτά που βρίσκονται σε πολύ υγρά χωράφια ή καλλιέργειες που ποτίζονται μέχρι όψιμα το καλοκαίρι υποφέρουν περισσότερο από χαμηλές θερμοκρασίες του ερχόμενου χειμώνα.

Η μεγάλη παραλλακτικότητα που παρουσιάζουν τα φυτά ως προς τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία είναι στενά συνδεδεμένη με τις συνθήκες θερμοκρασίας που επικράτησαν στο κέντρο της αρχικής τους καταγωγής. Φυτά που εξελίχθηκαν σε εύκρατα κλίματα, π.χ. λάχανο, έχουν χαμηλά όρια θερμοκρασιών ανάπτυξης και αντοχής πολύ πιο χαμηλά από φυτά που διαφοροποιήθηκαν σε τροπικές περιοχές, π.χ. ντομάτα.

Τα όρια θερμοκρασίας της ανάπτυξης και αντοχής ενός φυτού αποτελούν πολύ βασικό οικολογικό στοιχείο. Όταν είναι γνωστό το χαμηλότερο όριο της θερμοκρασίας ανάπτυξης και αντοχής ενός φυτού, καθώς και ο χρόνος του βιολογικού του κύκλου, είναι δυνατόν να καθοριστεί όχι μόνο αν το φυτό αυτό προσαρμόζεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή της οποίας είναι γνωστό το κλίμα, αλλά να προσδιοριστεί και η εποχή σποράς και συγκομιδής του. Επίσης μπορεί να καθοριστεί πόσο βόρεια ή μέχρι ποιο υψόμετρο μπορεί να καλλιεργηθεί το φυτό, είτε με φθινοπωρινή είτε με ανοιξιάτικη σπορά.

2.1.1.2. Φως

Ο ήλιος μεταφέρει στη γη την ενέργειά του –θερμότητα και φως– μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η θερμότητα μεταφέρεται κυρίως με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που έχει μήκη κύματος $> 0,8 \mu$ ($1 \mu = 1/1000 \text{ mm}$ δηλ. 1 χιλιοστό του χιλιοστού), ενώ το φως με μήκη κύματος μεταξύ 0,4 και 0,8 μ . Το φως, όπως και η θερμοκρασία, επηρεάζει όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών. Συγκεκριμένα επηρεάζει τη φωτοσύνθεση, την απορρόφηση του νερού και την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, την αναπνοή, τη διαπνοή, τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων από το ένα όργανο στο άλλο (φύλλα προς ρίζα), τη σύνθεση χλωροφύλλης και άλλων χρωστικών, καθώς και την οντογένεση (μορφογένεση), δηλαδή τη διαφοροποίηση των οργάνων.

Η διάρκεια κατά την οποία μια περιοχή δέχεται σε μια δεδομένη ημέρα το ηλιακό φως εξαρτάται, εκτός από την τυχόν υπάρχουσα συννεφιά, από την εποχή του έτους και από το γεωγραφικό πλάτος. Το μήκος της ημέρας είναι σταθερής διάρκειας 12 ωρών μόνο στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στον Ιση-

μερινό. Στις υπόλοιπες μεταβάλλεται. Προς τον έναν πόλο, το μήκος της ημέρας αυξάνεται μαζί με το γεωγραφικό πλάτος, μέχρι να φθάσει σε διάρκεια ημέρας 6 μηνών, ενώ ταυτόχρονα προς τον άλλον πόλο μικραίνει μέχρι να μηδενιστεί τελείως για 6 μήνες. Το φαινόμενο αυτό εναλλάσσεται μεταξύ των πόλων ανά 6 μήνες. Φυτά που καλλιεργούνται για τους βλαστούς και τα φύλλα τους ή τα ριζώματά τους αναπτύσσονται καλύτερα σε κλίματα που χαρακτηρίζονται από πολλές συννεφίες, οπότε επικρατεί λίγο φως. Όσα καλλιεργούνται για τους καρπούς τους αποδίδουν καλύτερα σε περιβάλλοντα όπου επικρατούν ηλιόλουστες ημέρες και η ένταση του φωτός είναι μεγάλη. Εκτός όμως από το συνολικό φως μιας περιοχής, επίδραση στα φυτά έχει και η μεταβολή του μήκους της ημέρας, δηλαδή της ημερησίας περιόδου ή με μια λέξη της **φωτοπεριόδου**. Η σημασία της φωτοπεριόδου για την ανάπτυξη και κυρίως για την αναπαραγωγή των φυτών έγκειται στο γεγονός πως πολλά είδη φυτών επάγονται στην οντογένεση αναπαραγωγικών οργάνων (ανθοφορία) μόνο όταν βρεθούν σε συνθήκες ορισμένης διάρκειας ημέρας. Βάσει του τρόπου που αντιδρούν τα φυτά στη φωτοπερίοδο κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1) Φυτά βραχείας φωτοπεριόδου ή βραχυήμερα είναι εκείνα που ανθίζουν μόνο όταν η διάρκεια της ημέρας είναι μικρότερη από μια ορισμένη τιμή. Εάν η διάρκεια της ημέρας είναι ανώτερη από την τιμή αυτή ή η διάρκεια του σκότους διακοπεί από ένα φωτεινό διάλειμμα, τα φυτά δεν ανθίζουν, αλλά παραμένουν διαρκώς στο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης (δεν κλείνουν το βιολογικό τους κύκλο). Το φωτεινό διάλειμμα για να είναι αποτελεσματικό πρέπει να είναι υψηλής έντασης, όταν είναι σύντομο, ή μακράς διάρκειας, όταν είναι χαμηλής έντασης. Ο Γεράκης (1985) αναφέρει ότι η ελάχιστη ένταση του διαλείμματος μπορεί να είναι τουλάχιστον τριπλάσια του σεληνόφωτος.

Τα βραχυήμερα φυτά ανθίζουν συνήθως κατά το τέλος του θέρους ή στις αρχές του φθινοπώρου, όπως το καλαμπόκι, το σόργο, το ρύζι, το σουσάμι. Δεν πρέπει όμως να νομίσει κανείς πως όποιο φυτό ανθίζει την εποχή αυτή είναι οπωσδήποτε βραχυήμερο, γιατί μπορεί να είναι και ενδιάμεσης φωτοπεριόδου ή και φωτοπεριοδικά αδιάφορο.

2) Φυτά μακράς φωτοπεριόδου ή μακροήμερα είναι εκείνα που ανθίζουν μόνο όταν η διάρκεια της ημέρας είναι μεγαλύτερη από μια ορισμένη τιμή. Στα μακροήμερα φυτά δεν επιδρά φωτεινό διάλειμμα του σκότους, αλλά επάγονται στην άνθιση και όταν υπάρχει συνεχής φωτισμός. Τα φυτά μακράς φωτοπεριόδου ανθίζουν συνήθως κατά το τέλος της άνοιξης ή τις αρχές του θέρους. Τέτοια φυτά είναι τα χειμερινά αγρωστώδη και τα ψυχανθή.

Τα μακροήμερα και τα βραχυήμερα διακρίνονται περαιτέρω σε **υποχρε-**

ωτικώς μακροήμερα ή βραχυήμερα και σε **προαιρετικώς μακροήμερα ή βραχυήμερα**. Τα υποχρεωτικώς μακροήμερα ή βραχυήμερα δεν ανθίζουν εάν δε βρεθούν σε μακροήμερες ή βραχυήμερες συνθήκες, ενώ τα προαιρετικώς μακροήμερα ή βραχυήμερα ανθίζουν ακόμη και εάν δε βρεθούν σε μακροήμερες ή βραχυήμερες συνθήκες, παράγουν όμως τότε λιγότερα και οψιμότερα άνθη.

- 3) **Φυτά ενδιάμεσης φωτοπεριόδου**. Ενώ τα βραχυήμερα ή μακροήμερα φυτά είχαν μόνο ένα όριο στο μήκος ημέρας, που για να ανθίσουν έπρεπε να είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από αυτό το όριο, στα φυτά ενδιάμεσης φωτοπεριόδου η ανθοφορία συμβαίνει μόνο όταν η διάρκεια της ημέρας κυμαίνεται μεταξύ δύο ορίων, ενός μικρού και ενός μεγάλου. Όταν το μήκος της ημέρας είναι έξω έστω και μόνο από το ένα όριο, είτε από το μικρό είτε από το μεγάλο, τότε τα φυτά της κατηγορίας αυτής παραμένουν διαρκώς στο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης, δηλαδή δεν κλείνουν ποτέ το βιολογικό τους κύκλο.
- 4) **Φυτά φωτοπεριοδικά αδιάφορα ή ουδέτερα** είναι εκείνα που ανθίζουν εξίσου καλά και όταν οι ημέρες είναι μικρές και όταν είναι μεγάλες. Δηλαδή τα φυτά αυτά ανθίζουν σε οποιοδήποτε μήκος ημέρας. Για τα φυτά αυτά το μήκος ημέρας δεν είναι ποτέ εμπόδιο για το κλείσιμο του βιολογικού τους κύκλου. Ο καπνός, το βαμβάκι και η σόγια είναι φυτά αυτής της κατηγορίας.

Η κατηγορία ενός φυτού από την άποψη της φωτοπεριόδου έχει σχέση με το περιβάλλον στο οποίο πρωτοεμφανίστηκε και προσαρμόστηκε.

Η αντίδραση ενός φυτού στη φωτοπερίοδο μπορεί να τροποποιηθεί από το ψύχος. Δεδομένα της έρευνας αποδεικνύουν πως με την επίδραση του ψύχους πολλά φυτά που είναι βραχυήμερα καθίστανται φωτοπεριοδικά αδιάφορα.

2.1.1.3. Ατμοσφαιρικά κατακρηνίσματα

Ατμοσφαιρικά κατακρηνίσματα είναι η βροχή, το χιόνι και το χαλάζι. Στα ατμοσφαιρικά κατακρηνίσματα δε συμπεριλαμβάνονται οι πάχνες και οι δροσιές. Τα ατμοσφαιρικά κατακρηνίσματα, ιδίως οι βροχές, μαζί με την πορεία της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους αποτελούν δύο από τους πιο σπουδαίους παράγοντες που καθορίζουν τα είδη των φυτών που μπορούν να καλλιεργηθούν σε μια περιοχή χωρίς τεχνητή άρδευση. Το χιόνι είναι ο καλύτερος τροφοδότης των πηγών και των υπογείων υδάτων που αντλούνται με τις γεωτρήσεις. Το ύψος του χιονιού με το βροχομετρικό ύψος έχει σχέση 10:1, δηλαδή ένα χιόνι ύψους 10 εκ. αντιστοιχεί με 1 εκ. βροχής. Για το χαλάζι, που μόνο στην παρατεταμένη ξηρασία μπορεί να αποβεί ωφέλιμο, η αναλογία είναι 1:0,9. Οι δροσιές

προκύπτουν από την υγροποίηση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, τις πρωινές ώρες συνήθως της άνοιξης, όταν η σχετική υγρασία είναι σχετικά υψηλή. Όταν η θερμοκρασία τις πρωινές ώρες πέφτει κάτω του μηδενός, τότε αντί δροσοσταλίδων προκύπτουν κρύσταλλοι πάγου που ονομάζονται πάχνη. Οι δροσιές και οι πάχνες είναι συνήθως επιβλαβείς για τις περισσότερες καλλιέργειες. Οι μεν πρώτες επειδή ευνοούν τις μυκητολογικές ασθένειες και οι δεύτερες λόγω των συνθηκών που τις δημιουργούν (θερμοκρασία κάτω του μηδενός).

Η πιο ιδανική κατανομή των βροχών θεωρείται όταν οι βροχές συμβαίνουν κατά την περίοδο που επικρατούν ευνοϊκές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη των φυτών. Όταν οι βροχές συμβαίνουν την άνοιξη και το καλοκαίρι, τότε που οι θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη των φυτών, ευνοείται η ανάπτυξή τους, ενώ οι βροχές που πέφτουν το χειμώνα, δε βοηθούν στην ανάπτυξη των φυτών επειδή τότε επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι, αν τα καλοκαίρια έπεφταν μερικές βροχές στη χώρα μας, τότε οι καλοκαιρινές καλλιέργειες δε θα χρειάζονταν πότισμα.

Το νερό είναι διαλυτικό και μεταφορικό μέσο των θρεπτικών ουσιών υπό μορφή ιόντων, αερίων και άλλων ουσιών μέσα στο φυτό. Είναι επίσης απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση, συμμετέχει χημικά στις διάφορες υδρολύσεις, όπως στη διάσπαση του αμύλου σε απλά σάκχαρα, και χρησιμεύει ως στηρικτικός ιστός στα μεριστωματικά κύτταρα (στερούνται άλλου στηρικτικού μέσου) με τη σπαργή (φούσκωμα) που δημιουργεί στα κύτταρα αυτά. Το σύνολο σχεδόν του νερού προσλαμβάνεται από τις ρίζες. Απ' αυτό, το 98%-99% περίπου χάνεται στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή και μόνο 1% έως 2% χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση για το σχηματισμό σακχάρων με το στοιχείο υδρογόνο που έχει και το προσφέρει στο φυτό ως θρεπτικό στοιχείο. **Άρα το νερό είναι για το φυτό, εκτός των άλλων, και λίπασμα.**

Ανάλογα με τις συνθήκες υγρασίας κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται, τα φυτά διακρίνονται σε **υγρόφυτα, μεσόφυτα και ξηρόφυτα**. Τα πρώτα είναι σε θέση να αναπτυχθούν σε έδαφος που καλύπτεται συνεχώς με νερό, ενώ τα τελευταία καταναλώνουν πολύ λίγο νερό και μπορούν να επιζήσουν και σε περιόδους μεγάλης ξηρασίας, γιατί έχουν μηχανισμούς που περιορίζουν στο ελάχιστο το νερό της διαπνοής.

2.1.1.4. Άνεμος

Η γενική κυκλοφορία των ανέμων πάνω στην επιφάνεια της γης, όπως ήδη έχει αναφερθεί, έχει μεγάλη σημασία για τον καθορισμό του κλίματος των διαφόρων περιοχών της υδρογείου. Οι άνεμοι επηρεάζουν σημαντικά το κλίμα των περιοχών όπου φυσούν, ιδιαίτερα τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία του τόπου. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ανέμων είναι η θερμοκρασία, η ταχύτητα και

η φορά (διεύθυνση). Για τη γεωργία μεγάλη σημασία έχει και η περιεκτικότητα σε υγρασία (ξηρός ή υγρός άνεμος).

Η επίδραση των ανέμων στα φυτά διακρίνεται σε **μηχανική** και **φυσιολογική**.

Η **μηχανική επίδραση** που ασκούν οι άνεμοι οφείλεται στην ταχύτητά τους. Ασθενείς άνεμοι μπορεί να μην έχουν καμιά σημασία για τα καλλιεργούμενα φυτά ή ακόμα να είναι ευεργετικοί, ενώ δυνατοί ή θυελλώδεις άνεμοι προκαλούν σχεδόν πάντα μεγάλες καταστροφές στις καλλιέργειες. Πολύ συνηθισμένες είναι οι ζημιές που υφίστανται από τους ανέμους τα οπωροφόρα, όπως πτώση ανθέων και καρπών, σχίσσιμο φύλλων, σπάσιμο κλαδιών κ.λπ. Ακόμη και τα φυτά των μεγάλων καλλιεργειών, π.χ. σιτηρά, παθαίνουν σοβαρές ζημιές από τους δυνατούς ανέμους. Όταν ο δυνατός άνεμος συνοδεύεται και από βροχές, τότε οι ζημιές, ιδίως στις ποώδεις καλλιέργειες, είναι μεγαλύτερες. Τα φυτά πέφτουν κάτω (πλαγιαίζουν), ακουμπούν στο έδαφος και λασπώνονται. Έτσι, ο δυνατός άνεμος μπορεί να χειροτερέψει και την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Αυτό συμβαίνει πολύ συχνά στο βαμβάκι, που πέφτει καταγής και λασπώνονται οι ίνες ή οι ίνες γεμίζουν με χώμα και κομματάκια από ξερά φύλλα που σηκώνει ο δυνατός άνεμος. Μερικές γεωργικές εργασίες, όπως είναι οι ψεκασμοί, τα σκονίσματα, οι αρδεύσεις με τεχνητή βροχή, δεν μπορούν να γίνουν όταν φυσάει άνεμος, ακόμη και όταν δεν είναι δυνατός (μεγάλης ταχύτητας).

Η **φυσιολογική επίδραση** των ανέμων στα φυτά είναι ανάλογη της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της διάρκειάς τους. Ψυχροί άνεμοι επηρεάζουν με το ψύχος τους τη θερμοκρασία των περιοχών όπου φυσούν. Όταν ένας άνεμος έχει θερμοκρασία κάτω του μηδενός (φαινόμενο πολύ σπάνιο στα μέσα γεωγραφικά πλάτη όπως είναι η χώρα μας), τότε τα καταστροφικά αποτελέσματα είναι μεγαλύτερα από τις περιπτώσεις που έχουμε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός χωρίς άνεμο. Οι θερμοί άνεμοι αντίθετα ανεβάζουν πολύ τη θερμοκρασία των περιοχών όπου φυσούν. Με θερμούς ανέμους που έχουν μικρή περιεκτικότητα υδρατμών (ξηροί άνεμοι) αυξάνεται πολύ ο ρυθμός της διαπνοής των φυτών, με αποτέλεσμα το μαρασμό τους ακόμα κι όταν στο έδαφος υπάρχει αρκετή υγρασία. Το χαρακτηριστικότερο ίσως παράδειγμα πρόκλησης ζημιάς από θερμό και ξηρό άνεμο είναι ο **λίβας** (είναι νότιος ή νοτιοανατολικός άνεμος που έρχεται από την Αφρική, ιδιαίτερα από τη Λιβύη - παλαιότερα με τον όρο Λιβύη νοούνταν όλη η Β. Αφρική) που προκαλεί το «κάψιμο» των σιτηρών που βρίσκονται στο στάδιο του γαλακτώματος (οι θρεπτικές ουσίες στους σπόρους είναι ακόμη υδαρείς σαν γάλα). Επίσης, οι θερμοί και ξηροί άνεμοι εμποδίζουν τη γονιμοποίηση και επομένως την καρπόδεση, επειδή προκαλούν αποξήρανση των στιγμάτων των ανθέων.

Ο άνεμος πολλές φορές είναι ένα μέσο μεταφοράς ασθενειών, επειδή μπορούν και μεταφέρουν τα μικροσκοπικά παθογόνα σπόρια των μυκήτων, π.χ. τις σκωριάσεις στα σιτηρά. Ακόμη, ο άνεμος μπορεί να μεταφέρει διάφορα έντομα, όπως αφίδες, καθώς και σπόρους ζιζανίων. Οι δυνατοί και θυελλώδεις άνεμοι είναι επίσης δυνατόν να προκαλέσουν και σοβαρή διάβρωση σε πολύ αμμουδερή ή τυρφώδη εδάφη, ιδιαίτερα σε γυμνά εδάφη και σε περιόδους παρατεταμένης ξηρασίας. Πολλές φορές το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στα Τενάγη των Φιλιππων του νομού Καβάλας, όπου τα εδάφη είναι τυρφώδη.

Οι περιοχές στις οποίες φυσούν συχνά δυνατοί άνεμοι ονομάζονται ανεμόπληκτες. Στις περιοχές αυτές πρέπει να καλλιεργούνται φυτά που δε βλάπτονται εύκολα από τους ανέμους. Τέτοια φυτά είναι όσα που έχουν χαμηλό ύψος, μικρά φύλλα, αραιό φύλλωμα, μικρά άνθη και μικρούς καρπούς για να μην παρουσιάζουν αντίσταση. Η καλλιέργεια των περισσότερων οπωροφόρων δένδρων, όσο μικρά άνθη ή και μικρούς καρπούς να έχουν, σε ανεμόπληκτες περιοχές είναι σχεδόν αδύνατη, λόγω του ότι οι περισσότερες καλλιέργειες των δένδρων διαμορφώνονται σε υψηλά σχήματα, σχετικά με άλλες (αροτραίες) καλλιέργειες.

2.1.2. Έδαφος

Το έδαφος είναι το χαλαρό επιφανειακό στρώμα του στερεού φλοιού της γης που είναι προϊόν μιας φυσικής διεργασίας που ονομάζεται εδαφογένεση. Η εδαφογένεση ξεκινά από την αποσάθρωση των πετρωμάτων λόγω φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων. Τα πετρώματα που αποσαθρώνονται λέγονται μητρικά πετρώματα του εδάφους (Εικ. 2,1). Τα ανόργανα σωματίδια της αποσάθρωσης των μητρικών πετρωμάτων είναι κυρίως χημικές ενώσεις οξυγόνου με πυρίτιο, αργίλιο, σίδηρο και ασβέστιο. Στα ανόργανα αυτά σωματίδια προστίθενται αργότερα και οργανικές ουσίες με την επίδραση πρόσθετων βιολογικών παραγόντων και έτσι δημιουργείται μια συνάφεια μεταξύ τους. Η συ-



Εικ. 2,1. Έδαφος πάνω από μητρικό πέτρωμα.

νάφεια των σωματιδίων που αποτελούν τα δομικά στοιχεία του εδάφους είναι τέτοια, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα σώμα που μπορεί να κοπεί ή και να πλαστεί, όταν υγρανθεί αρκετά. Η άμμος των ερήμων δεν είναι έδαφος, διότι τα δομικά της στοιχεία (άμμος) δεν έχουν μεταξύ τους συνάφεια και έτσι δεν μπορεί ούτε να κοπεί ούτε να πλαστεί. Η συνοχή, λόγω της συνάφειας των δομικών στοιχείων, είναι λίγο ή πολύ χαλαρή ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, ώστε να υπάρχουν ελεύθεροι χώροι. Οι ελεύθεροι χώροι αποτελούν το «πορώδες» του εδάφους. Το πορώδες του εδάφους μπορεί και συγκρατεί μια ποσότητα νερού, το οποίο όταν βρίσκει διέξοδο υποχωρεί προς τα κάτω λόγω βαρύτητας (στραγγίζεται) και αφήνει χώρο και για την κυκλοφορία του αέρα. Έτσι, στο έδαφος βρίσκονται τρεις φάσεις: η στερεά, η υγρή και η αέρια. Οι φάσεις αυτές αποτελούν τα αβιοτικά συστατικά. Το έδαφος όμως είναι και το ενδιαίτημα πολλών φυτικών και ζωικών οργανισμών, όπως βακτηρίδια, ακτινομύκητες, μύκητες, άλγη, πρωτόζωα, νηματώδεις, γαιωσκώληκες και αρθρόποδα, τα οποία αποτελούν το έμβιο συστατικό του εδάφους. Το έδαφος λοιπόν πρέπει να θεωρείται ως ένας ζωντανός οργανισμός.

Τα εδάφη διαφέρουν ως προς τη μηχανική σύσταση της στερεάς φάσης [βλ. παρακάτω, υφή του εδάφους (μηχανική σύσταση)], την περιεκτικότητα σε άλατα, θρεπτικά στοιχεία, οργανική ουσία, βάθος, οξύτητα (pH), Γενικά διαφέρουν το ένα από το άλλο ως προς τις φυσικές και χημικές ιδιότητες αλλά και από τη βιολογική δραστηριότητα. **Η σύσταση της στερεάς φάσης επηρεάζει και τις άλλες δύο φάσεις, την υγρή που ορίζεται από την υδατοϊκανότητα και την αέριο που ορίζεται από το πορώδες του εδάφους. Η υγρή και η αέριο φάση μαζί με τη βιολογική δραστηριότητα εξαρτώνται από τη μεταχείριση του εδάφους, δηλαδή από την κατεργασία του (οργώματα, σκαλίσματα) και τις καλλιεργητικές επεμβάσεις (άρδευση, στράγγιση, λίπανση, φυτοπροστασία).**

Τα διάφορα φυτικά είδη διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις απαιτήσεις τους σε έδαφος, όσον αφορά τη μηχανική σύσταση (αργιλώδη ή αμμώδη, με αντίστοιχο χαρακτηρισμό βαριά ή ελαφρά) την περιεκτικότητα σε άλατα, την οξύτητα (pH), την περιεκτικότητα σε νερό κ.λπ. Το αποτέλεσμα είναι σ' ένα ορισμένο έδαφος να προσαρμόζονται καλύτερα ένα ή περισσότερα φυτικά είδη, τα οποία και εκτοπίζουν όλα τα υπόλοιπα. Τα φυτά αυτά αποτελούν τη φυσική βλάστηση του εδάφους αυτού. Διαφορετικά φυτά αναπτύσσονται σε αμμώδες, διαφορετικά σε αλατούχο έδαφος και διαφορετικά σε βαλτώδες ή βραχώδες έδαφος. Με τη σειρά του, το έδαφος υφίσταται την επίδραση της βλάστησης την οποία φιλοξενεί και η εξέλιξη του επηρεάζεται πολύ απ' αυτήν. Έδαφος και βλάστηση λοιπόν επηρεάζονται αμοιβαία. Από τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα πως η αυτοφυής βλάστηση μιας περιοχής, όπου τα φυτά ελεύθερα χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου ανταγωνίζονται το ένα το άλλο, εξαρτάται, εκτός από το κλί-

μα και από τις φυσικές και τις χημικές ιδιότητες του εδάφους της περιοχής. Διότι τα φυτικά είδη που ευνοούνται από το έδαφος ανταγωνίζονται με επιτυχία τα μη ευνοούμενα, με αποτέλεσμα τα τελευταία να εκτοπίζονται. Για παράδειγμα, το ποια φυτά, ψυχανθή ή αγρωστώδη, θα επικρατήσουν στα βοσκοτόπια, εκτός από το κλίμα ρόλο έχουν οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Τα παραπάνω ισχύουν για τη φυσική βλάστηση, καθόσον η περίπτωση των καλλιεργούμενων φυτών είναι διαφορετική. Ο άνθρωπος μπορεί να καλλιεργήσει ένα φυτό όπου θέλει, καθώς μπορεί και επηρεάζει ένα σωρό ιδιότητες του εδάφους με την κατεργασία, την άρδευση, τη στράγγιση, τη λίπανση, τη διόρθωση pH κ.λπ., σύμφωνα με τις απαιτήσεις του φυτού που καλλιεργεί. Η παραγωγή ενός φυτού **δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα όταν καλλιεργείται σ' ένα ορισμένο είδος εδάφους στο οποίο είναι προσαρμοσμένο, όπως συμβαίνει και με το κλίμα.** Όσο ένα φυτό απομακρύνεται από το έδαφος όπου είναι προσαρμοσμένο, τόσο μειώνεται και η απόδοσή του, ακόμη και όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι ευνοϊκοί. Αυτός είναι ο λόγος που για το κάθε έδαφος πρέπει να επιλέγεται η καλλιέργεια εκείνη που θ' αξιοποιεί καλύτερα τις φυσικές και χημικές του ιδιότητες.

2.1.2.1. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους

Οι κυριότερες φυσικές ιδιότητες του εδάφους είναι:

- ▶ Υφή εδάφους (μηχανική σύσταση).
- ▶ Δομή εδάφους (συνεκτικότητα).
- ▶ Υγρασία.
- ▶ Θερμοκρασία εδάφους.

Οι κυριότερες χημικές ιδιότητες του εδάφους είναι:

- ▶ pH του εδάφους.
- ▶ Χημικά στοιχεία (θρεπτικά και επιβλαβή) του εδάφους.

Οι φυσικές και οι χημικές ιδιότητες του εδάφους καθορίζουν τη γονιμότητα του εδάφους (βλ. παρακάτω). Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους, όταν δεν είναι οι επιθυμητές, τροποποιούνται τις περισσότερες φορές δυσκολότερα από τις χημικές. Π.χ. είναι δυσκολότερο να μεταβληθεί η μηχανική σύσταση του εδάφους από το να μεταβληθεί η οξύτητά του ή η περιεκτικότητά του σε θρεπτικά στοιχεία, εκτός των ακραίων περιπτώσεων που τα εδάφη χαρακτηρίζονται «παθογενή».

«Παθογενή» εδάφη είναι τα μεγάλης ή μικρής οξύτητας (μικρή τιμή pH, δηλ. πολύ όξινα ή μεγάλη τιμή pH, αλκαλιωμένα), τα μεγάλης περιεκτικότητας σε άλατα (αλατούχα) ή με περιεκτικότητα βαρέων μετάλλων (υδράργυρο, χρώμιο, μόλυβδος).