

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Το κλίμα αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που καθορίζει την καταλληλότητα μιας καλλιέργειας σε μία περιοχή γιατί δεν μπορεί να επηρεασθεί σε μεγάλο βαθμό από τον άνθρωπο. Από γεωργικής πλευράς ενδιαφέρει τόσο το μακροκλίμα της ευρύτερης περιοχής όσο και το μικροκλίμα της στενότερης.

Οι παράγοντες του κλίματος είναι η θερμοκρασία, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, το φως και οι άνεμοι. Παρατηρήσεις και εκτιμήσεις για τους παράγοντες αυτούς λαμβάνονται με μετεωρολογικά όργανα σε μετεωρολογικούς σταθμούς ή κλωβούς. Σήμερα με την τηλεπισκόπηση μέσω δορυφόρων γίνεται ακριβέστερη μελέτη και πρόβλεψη των καιρικών φαινομένων, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας της γεωργικής εκμετάλλευσης.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ

Η θερμότητα και το φως (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) αποτελούν τον ενεργειακό παράγοντα του κλίματος και του περιβάλλοντος του φυτού.

Το κέρδος ή η απώλεια ενέργειας ενός σώματος γίνεται συνήθως υπό μορφή θερμότητας. Το φαινόμενο αυτό εκδηλώνεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του σώματος, με τη μετατροπή φάσεως, π.χ. από υγρά σε αέριο, ή με χημικές μεταβολές (χαλάρωση ή διάσπαση μοριακών δεσμών).

Η ενέργεια που ενδιαφέρει την γεωργία (θερμότητα-φως) έχει κύρια πηγή την ηλιακή ακτινοβολία η οποία φθάνει στη γη σε περίπου 8 min. από την απόσταση των 150.000.000 km που βρίσκεται ο ήλιος. Η γη δέχεται περίπου τα 2 δισεκατομμυριοστά της συνολικής ενέργειας που ακτινοβολεί ο ήλιος στο διάστημα. Από την ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη, περίπου το 1% χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση, το 2% για τη θέρμανση του εδάφους, το 4% για τη θέρμανση του αέρα και το 40% για την εξατμισοδιαπνοή ενώ το υπόλοιπο ποσό ανακλάται ή αντακτινοβολείται. Οι ακτινοβολίες έχουν κυματώδη μορφή, διακρίνονται βάσει του μήκους κύματος και μεταδίδονται με ταχύτητα 300.000 km/sec.

Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως της θερμότητας και του φωτός εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος (στον Ισημερινό είναι μεγαλύτερη), από το υψόμετρο (μεγάλο υψόμετρο έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και μεγαλύτερο φωτισμό), την εποχή του έτους, από τη σύνθεση της ατμόσφαιρας, δηλαδή τα σύννεφα, το όζον, τις αιωρούμενες στερεές ουσίες καθώς και από τις κηλίδες του ήλιου. Μεταβάλλεται επίσης κατά τη διάρκεια του ημερονυκτίου.

Η ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει στο εξωτερικό της ατμόσφαιρας έχει μία τιμή που ονομάζεται **ηλιακή σταθερά** και υπολογίζεται σε $2\text{cal/cm}^2/\text{min}$. Μέρος αυτής απορροφάται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας και το μέγιστο ποσοστό που μπορεί να φθάσει στη γη υπολογίζεται στο 67%. Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη (όπως η Ελλάδα) η γη δέχεται κατά το μεσημέρι των αιθρίων μηνών ποσότητα ενέργειας $1.2-1.5\text{ cal/cm}^2/\text{min}$.

Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη μετατρέπεται και διασπείρεται υπό μορφή θερμικής ενέργειας. Μικρό μέρος (1-2%) μετατρέπεται από τα φυτά σε δυναμική ή χημική ενέργεια με τη φωτοσύνθεση. Ένα ποσοστό της δυναμικής ενέργειας μετατρέπεται, κατά την τροφική αλυσίδα, πάλι σε θερμική ενέργεια με την αναπνοή. Η ηλιακή ενέργεια που πέφτει στα φύλλα απορροφάται περίπου κατά 80% και το μεγαλύτερο μέρος αυτής δαπανάται για τη διαπνοή.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι τα φαινόμενα της ζωής συνδέονται με μετατροπές της ύλης και της ενέργειας. Ύλη και ενέργεια δεν χάνονται αλλά υφίστανται αμοιβαία μετατροπή καθώς και μετατροπή από μία μορφή σε άλλη.

Επίδραση των διαφόρων ακτινοβολιών στα φυτά. Τα φυσιολογικά αποτελέσματα των ακτινοβολιών στα φυτά εξαρτώνται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Ένα στενό φάσμα μήκους κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας είναι επιθυμητό από τα φυτά, το φάσμα της ορατής ακτινοβολίας, το οποίο κυμαίνεται από 400-800 nm. Όπως αναφέρθηκε, η μέγιστη απορρόφηση από τη χλωροφύλλη και επομένως η μέγιστη φωτοσυνθετική ικανότητα σημειώνεται σε μήκος κύματος 610-700 nm. Το δεύτερο μέγιστο της φωτοσύνθεσης παρατηρείται στο φάσμα των 400-510 nm. Στο φάσμα των 510-610nm γίνεται ελάχιστη φωτοσύνθεση. Οι υπέρυθρες ακτίνες με μήκος κύματος μεγαλύτερο από 800nm δεν είναι αποτελεσματικές για τη φωτοσύνθεση και χρησιμοποιούνται μόνο για θέρμανση, ενώ μήκος κύματος 315-400 nm προκαλεί μορφολογικές αλλοιώσεις στα φυτά (π.χ.βραχύσωμα φυτά και πάχυνση φύλλων), 315-280 nm είναι επιβλαβής ακτινοβολία για τα περισσότερα φυτά γιατί προκαλεί ιονισμό και μικρότερη των 280 nm (υπεριώδης) νεκρώνει τα φυτά πολύ γρήγορα (Εικ.17). Όπως προαναφέρθηκε, οι τρύπες του όζοντος έχουν αυξήσει την υπεριώδη ακτινοβολία που φθάνει στη γη με δυσμενείς επιπτώσεις όχι μόνο στην υγεία του ανθρώπου αλλά και στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών.

Το φως ως πηγή ενέργειας για τα φυτά.

Εκτός από την ένταση του φωτός που εξαρτάται από την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη, ενδιαφέρον από γεωργικής πλευράς έχει και η διάρκεια αυτού που εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους. Όπως είναι γνωστό, στην Ελλάδα η μεγαλύτερη ημέρα είναι στις 21/6 και η μικρότερη στις 21/12.

Το φως είναι απαραίτητο για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών γιατί αποτελεί τη βασική πηγή ενέργειας. Επεμβαίνει σε τρεις βασικές λειτουργίες του φυτού, τη φωτοσύνθεση, τον φωτοτροπισμό και τη φωτοπερίοδο.

Φωτοσύνθεση. Αποτελεί τη βάση υπάρξεως της ζωής στον πλανήτη μας, όπως προαναφέρθηκε. Υπολογίζεται ότι σε ένα χρόνο δεσμεύονται 3×10^{10} ton. άνθρακος (50% στην ξηρά και 50% στη θάλασσα) και ελευθερώνονται 8×10^{10} ton. οξυγόνου (οι όγκοι CO_2 και O_2 είναι ίσοι). Η φωτοσύνθεση αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Φωτοτροπισμός. Είναι η ιδιότητα των φυτών να κατευθύνουν το υπέργειο τμήμα τους προς το φως καθώς αυξάνονται. Το φαινόμενο οφείλεται στη δράση, της ρυθμιστικής ουσίας, αυξίνης, που σχηματίζεται στο βλαστικό μερίστωμα και

προκαλεί την αύξηση των κυττάρων. Η αυξίνη καταστρέφεται από το ένζυμο οξειδάση. Η καταστροφή είναι ταχύτερη στα φωτιζόμενα μέρη του φυτού και επομένως όταν υπάρχει μονόπλευρος φωτισμός συγκεντρώνεται μεγαλύτερη ποσότητα αυξίνης στη σκιαζόμενη πλευρά γεγονός που προκαλεί εντονότερη επιμήκυνση των κυττάρων ώστε το φυτό κλίνει προς το φως (Εικ.22).

Φωτοπεριοδισμός. Η επίδραση που έχει η εποχιακή εναλλαγή του μήκους της ημέρας στα φυτά και ειδικότερα στην άνθησή τους ονομάζεται όπως προαναφέρθηκε, φωτοπεριοδισμός. Τα φυτά, όπως αναφέρθηκε, διακρίνονται σε βραχείας, μακράς και ουδέτερα φωτοπεριόδου (βλ.εξήγηση του φωτοπεριοδισμού με φυτόχρωμα).

Άλλες επιδράσεις του φωτός στα φυτά:

- **Φύτρωμα σπόρου.** Υπάρχουν σπόροι που δεν φυτρώνουν στο σκότος ή αντιθέτως. Η δράση του φωτός στο φύτρωμα σχετίζεται πολλές φορές με τη θερμοκρασία και την αυξίνη που σχηματίζεται στο έμβρυο των σπόρων όταν βλαστώνει, η συγκέντρωση της οποίας όπως αναφέρθηκε εξαρτάται από το φως. -

Αύξηση και ανάπτυξη των φυτών. Η αύξηση επηρεάζεται από τη συγκέντρωση της αυξίνης και επομένως από το φως. Το μήκος της ημέρας επηρεάζει πολλές φορές, όπως αναφέρθηκε, την αναπαραγωγική ανάπτυξη των φυτών όπως την άνθηση, τον λήθαργο των οφθαλμών των δένδρων, τον σχηματισμό βολβών, κονδύλων κ.α. Χαμηλή ένταση φωτός ευνοεί τη βλαστική ανάπτυξη (φυλλώδη φυτά, σχηματισμό ριζωμάτων) και κάνει τα φυτά ευαίσθητα στις ασθένειες, ενώ υψηλή ένταση ευνοεί την άνθηση και καρποφορία. Έλλειψη φωτός οδηγεί στη δημιουργία αφοριστικού ιστού, που συνδέεται με την αυξίνη, με αποτέλεσμα την πτώση φύλλων, καρπών κ.λ.π.

- **Χρωστικές ουσίες.** Το φως επιδρά επίσης στη σύνθεση και διάσπαση διαφόρων χρωστικών ουσιών των φυτών και επομένως στο χρώμα των φύλλων και καρπών. Η χλωροφύλλη και ο ερυθρός και κίτρινος χρωματισμός των φύλλων σχηματίζονται μόνο στα φωτιζόμενα μέρη του φυτού. Άλλες φυτικές χρωστικές κυρίως των ανθέων, δεν απαιτούν την παρουσία του φωτός. Τα φυτά αμύνονται στον έντονο φωτισμό (φυτά ορέων) με διάφορες μορφολογικές και φυσιολογικές μεταβολές καθώς και με μείωση της χλωροφύλλης, με αύξηση των ανθοκυανών (για μεγαλύτερη αντανάκλαση φωτός) και με αύξηση των ερυθρών χρωστικών (για μεγαλύτερη αντανάκλαση θερμότητας).

- **Πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων.** Δεν υπάρχει άμεση αλλά έμμεση σχέση που συνδέεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, της εξατμισοδιαπνοής (αυξάνει η πρόσληψη Ca) και της φωτοσύνθεσης (αυξάνει η χρησιμοποίηση ιδίως του K, του Mg και του N).

Τα φυτά αναλόγως των απαιτήσεών τους σε φως ταξινομούνται ως ηλιόφυτα ή φωτόφυτα και σκιάφυτα προαιρετικά ή υποχρεωτικά.

Αλληλεπίδραση φωτός με άλλους παράγοντες: Υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση φωτός και θερμότητας επί των φυτών, γιαυτό και κάθε μελέτη φωτός πρέπει να αναφέρεται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Η σχέση αυτή είναι δυσεξήγητη αλλού φαίνεται ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η θερμοκρασία υποκαθιστά μερικώς τον ελλειπή φωτισμό και αντιθέτως. Η επίδραση π.χ. του φωτοπεριοδισμού μπορεί να αντιστραφεί με κατάλληλη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Επίσης τα ανατομικά χαρακτηριστικά των φυτών που αναπτύσσονται στο σκότος και με ευνοϊκές θερμοκρασίες ομοιάζουν με τα χαρακτηριστικά των φυτών που αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και ικανοποιητικό φωτισμό.

Επίσης το γόνιμο έδαφος συντελεί σε μεγαλύτερη παραγωγή χλωροφύλλης και επομένως σε μεγαλύτερη φωτοσυνθετική ικανότητα.

Θερμοκρασία αέρος.

Η τοπική και χρονική κατανομή της θερμότητας εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει σε ένα σημείο. Η θερμοκρασία όμως ενός τόπου επηρεάζεται και από την κίνηση των αέριων μαζών, από τη γειτνίαση του τόπου με υδάτινες μάζες (μεγάλη θερμοχωρητικότητα και αγωγιμότητα επομένως πιο σταθερή θερμοκρασία) και από τα θαλάσσια ρεύματα. Η θερμοκρασία είναι συνήθως αντιστρόφως ανάλογη προς το υψόμετρο αλλά σε μερικές περιπτώσεις παρατηρείται αναστροφή της θερμοκρασίας. Π.χ. τον χειμώνα, όταν επικρατεί άπνοια και αιθρία, ο αέρας κοντά στο έδαφος και ιδιαίτερα στο βάθος μιας κοιλάδας ψύχεται περισσότερο λόγω ακτινοβολίας της γης, οπότε η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από τα υψηλότερα σημεία ή τις παρυφές της κοιλάδας. Τέτοιες χαμηλές τοποθεσίες, σε αντίθεση με τις κεκλιμένες, αποτελούν θήλακες παγετού και είναι επικίνδυνες κυρίως για πολυετείς καλλιέργειες (δένδρα).

Το ετήσιο εύρος της θερμοκρασίας αυξάνει όταν μεγαλώνει το γεωγραφικό πλάτος, αυξάνει το υψόμετρο ή αυξάνει η απόσταση από τις υδάτινες μάζες. Αντιθέτως το ημερήσιο εύρος είναι μεγαλύτερο στον Ισημερινό.

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος των φυτών έχει πηγή την ηλιακή ενέργεια και ειδικότερα εκείνη που προέρχεται από το υπέρυθρο, μη ορατό τμήμα της ακτινοβολίας. Η θερμοκρασία που αποκτά ένα φυτό είναι το αποτέλεσμα της ισορροπίας της θερμότητας που δέχεται το φυτό και αυτής που ακτινοβολεί. Οι χημικές αντιδράσεις του φυτού μπορεί να συμβούν συνήθως σε θερμοκρασίες 0-38°C. Για κάθε φυτό και για κάθε στάδιο αυξήσεως και αναπτύξεως υπάρχει μία **ελάχιστη** θερμοκρασία, μία **άριστη** (με την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι ενός ορίου επιταχύνονται οι βιοχημικές διεργασίες και στη συνέχεια ακολουθεί κάμψη)

και μία **μέγιστη** όπου ανακόπτονται οι βιοχημικές διεργασίες. Η άριστη θερμοκρασία φαίνεται ότι είναι υψηλότερη για το υπέργειο από το υπόγειο τμήμα του φυτού ενώ οι ρίζες είναι πιο ευπαθείς στις υψηλές θερμοκρασίες.

Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη των φυτών. Η επίδραση της θερμοκρασίας αέρος στα φυτά είναι συνυφασμένη με εκείνη του εδάφους, όπως αναφέρθηκε. Χαρακτηριστικές επιδράσεις της θερμοκρασίας αναφέρονται στις εξής λειτουργίες του φυτού:

- **1. Βλάστηση - φύτευμα.** Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει με απορρόφηση νερού άρα η θερμοκρασία του νερού πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το σημείο πήξεως. Όπως αναφέρθηκε, τα διάφορα φυτά έχουν διαφορετική απαίτηση θερμοκρασίας για βλάστηση, π.χ. τα χειμερινά σιτηρά (ελαφρώς μεγαλύτερη) 0°C, τα εαρινά σιτηρά 5°C και το βαμβάκι 15°C. Η ταχύτητα φυτρώματος αυξάνει με τη θερμοκρασία με άριστο επίπεδο περίπου τους 30°C και όρια 4-38° C.

- **2. Αύξηση.** Η αύξηση των φυτικών οργάνων είναι ανάλογη, μέχρις ενός ορίου, με τη θερμοκρασία. Η αύξηση των ριζών απαιτεί γενικώς μικρότερη θερμοκρασία από το υπέργειο τμήμα.

- **3. Αναπνοή.** Υπάρχει άμεση σχέση στην αύξηση αναπνοής με την αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι σε μεγάλες θερμοκρασίες, ιδιαίτερα σε γηρασμένα φυτά, η απώλεια άνθρακος από την αναπνοή είναι μεγαλύτερη από την δέσμευση άνθρακος με τη φωτοσύνθεση. Επίσης συγκομισμένοι καρποί και σπόροι χάνουν άνθρακα με την αναπνοή η ποσότητα του οποίου είναι ανάλογη με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

- **4. Διαπνοή.** Η διαπνοή γίνεται εντονότερη με την αύξηση της θερμοκρασίας, ιδιαίτερος όταν φυσσάει αποξηραντικός άνεμος.

- **5. Ταχύτητα σταδίων αναπτύξεως.** Τα φυτά για να συμπληρώσουν τα επιμέρους στάδια και το σύνολο του βιολογικού τους κύκλου έχουν ανάγκη από ορισμένο άθροισμα θερμοκρασιών (growing degree days: GDD) που είναι διαφορετικό για το κάθε φυτό. Για τον υπολογισμό των GDD συνήθως αφαιρούνται οι θερμοκρασίες άνω και κάτω ενός ορίου, αναλόγως του φυτού. Όταν δεν συμπληρώνεται ο αριθμός των ημερών αναπτύξεως, κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, μειώνεται η παραγωγικότητα του φυτού, γεγονός που παρατηρείται συχνά σε φυτά που καλλιεργούνται σε οριακές για τα φυτά αυτά περιοχές, όπως π.χ. το βαμβάκι στην Ελλάδα. Με την αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνονται τα διάφορα στάδια, αλλά η υπερβολική σμίκρυνση των σταδίων αναπτύξεως μπορεί να αποβεί σε βάρος της απόδοσης των φυτών.

Επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών. Η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας καθορίζει τη βλαστική περίοδο των φυτών, δηλαδή την περίοδο που

οι θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη των φυτών και επομένως καθορίζει και τις ζώνες καλλιέργειας των φυτών.

Η βλαστική περίοδος, ειδικότερα στις εύκρατες περιοχές και ακόμη περισσότερο στις περιοχές με μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος όπου οι μέγιστες θερμοκρασίες σπανίως υπερβαίνουν το μέγιστο ανεκτό από το φυτό όριο θερμοκρασίας, προσδιορίζεται από τις ελάχιστες θερμοκρασίες.

Τα φυτά είναι συνήθως πιο ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες στην αρχή και το τέλος του βιολογικού τους κύκλου και πολύ ευαίσθητα κατά την άνθηση. Εντούτοις ζημιές από χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια του φυτού γιατί τότε επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες. Ειδικότερα για οριακές καλλιέργειες, όπως το βαμβάκι στην Ελλάδα, η χαμηλή θερμοκρασία είναι ο σπουδαιότερος ίσως κλιματολογικός παράγοντας που καθορίζει την επιτυχία της καλλιέργειας σε μια χρονιά. Επίσης χαμηλές θερμοκρασίες στα πρώτα στάδια των φυτών μπορεί να έχουν σημαντικές επιδράσεις μεταγενέστερα, π.χ. να προκαλέσουν πρόωρη άνθηση στα ζαχαρότευτλα, ώστε από διετή να μετατραπούν σε μονοετή φυτά, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής.

Το ψύχος περιορίζει την ταχύτητα βλαστήσεως, φυτρώματος και γενικώς αναπτύξεως των φυτών και τα καθιστά ευαίσθητα σε μυκητολογικές ασθένειες, ιδιαίτερας κατά το φύτευμα. Οι ζημιές από το ψύχος εξαρτώνται και από τη διάρκεια του καθώς και από τις συνθήκες που θα επακολουθήσουν. Σταδιακή άνοδος της θερμοκρασίας, μετά το ψύχος, είναι προτιμότερη από την απότομη άνοδο της θερμοκρασίας.

Έχει μεγάλη γεωργική σημασία να γνωρίζουμε τα όρια αντοχής των φυτών ώστε να επιλέγουμε τη σωστή καλλιέργεια για μία περιοχή και την κατάλληλη εποχή σποράς του φυτού. Η αντοχή του φυτού φαίνεται ότι συνδέεται με τον τόπο καταγωγής του αλλά και με τη γενετική, φυσική ή τεχνητή, διαφοροποίηση που έχει υποστεί κατά την εξελικτική του πορεία. Η πολυπλοειδία π.χ. συνδέεται συνήθως με αύξηση της αντοχής σε χαμηλές θερμοκρασίες. Γενικώς φυτά τα οποία κατάγονται από τροπικές και υποτροπικές περιοχές (π.χ. βαμβάκι) είναι πιο θερμό απαιτητικά σε σχέση με φυτά που κατάγονται από εύκρατες περιοχές (π.χ. χειμερινά σιτηρά).

Οι προσπάθειες των βελτιωτών αποσκοπούν στη δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών στις χαμηλές θερμοκρασίες και με μικρότερο βιολογικό κύκλο ώστε να προσαρμόζονται στη βλαστική περίοδο της περιοχής.

Υπάρχει και ευνοϊκή επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών όπως στο φαινόμενο της εαρινοποίησης, σύμφωνα με το οποίο, όπως προαναφέρθηκε, δεν φυτρώνουν οι σπόροι και δεν ανθίζουν πολλά φυτά αν δεν υποστούν την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών.

Η τοπογραφία, το ανάγλυφο της περιοχής, η έκθεση του αγρού καθώς και διάφοροι κλιματολογικοί παράγοντες όπως υγρασία, ομίχλη, άνεμοι κ.λ.π. επιδρούν στην διαμόρφωση των θερμοκρασιών στο περιβάλλον των φυτών και επομένως ρυθμίζουν τις ζημιές από το ψύχος.

Παγετοί. Όταν η θερμοκρασία εδάφους ή αέρος κοντά στα φυτά κατεβεί κάτω των 0°C σημειώνεται παγετός. Παγετοί σημειώνονται συνήθως τον χειμώνα, αλλά μερικές φορές και αργά την άνοιξη ή νωρίς το φθινόπωρο, οπότε είναι πιο καταστρεπτικοί.

Από τους παγετούς μπορεί να προκληθούν μηχανικές ζημιές, λόγω διαστολής του νερού στους φυτικούς ιστούς και αφυδάτωση γιατί το φυτό δεν μπορεί να προσλάβει νερό. Τα δύο παραπάνω φαινόμενα μπορεί να οδηγήσουν το φυτό σε θάνατο. Η επίδραση του παγετού, όπως και γενικώς του ψύχους, εξαρτάται από το στάδιο του φυτού. Π.χ. πολλοί σπόροι, στους οποίους δεν άρχισε η διεργασία της βλαστήσεως, αντέχουν σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός. Επίσης τα χειμερινά σιτηρά π.χ. αντέχουν θερμοκρασίες πολλών βαθμών κάτω του 0°C μετά το φύτρωμα και πριν το καλάμωμα.

Υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των φυτών ως προς την αντοχή στους παγετούς και γενικότερα στο ψύχος. Από τα χειμερινά σιτηρά αντέχουν κατά σειρά: σίκαλη, σιτάρι, κριθάρι, βρώμη. Από τα ψυχανθή ανθεκτικά είναι: π.χ. το μπιζέλι, ο βίκος, η φακή, και ενώ ευαίσθητα είναι: π.χ. το φασόλι, η σόγια και η αραχίδα γαυτό και σπέρνονται άνοιξη

Υπάρχει και ευνοϊκή επίδραση από τους παγετούς, όταν δεν υπάρχουν στον αγρό φυτά με έντονη δραστηριότητα. Π.χ. καταστρέφονται πολλά έντομα και παθογόνοι οργανισμοί του εδάφους, καθώς και ζιζάνια. Επίσης με το πάγωμα του εδάφους και τον θρυμματισμό των σβώλων βελτιώνεται η υφή του εδάφους.

Μέτρα προστασίας κατά των παγετών και γενικότερα κατά του ψύχους. Στις πολύ εντατικές καλλιέργειες, π.χ. ανθοκομικές και λαχανοκομικές, χρησιμοποιούνται θερμοκήπια διαφόρου τύπου που αποτελούν και τον πιο αποτελεσματικό τρόπο αντιμετώπισης του ψύχους. Ο περιορισμός του κόστους θερμοκηπίων και η χρησιμοποίηση φθηνών μορφών ενέργειας μπορεί να επεκτείνει στο μέλλον τη χρήση θερμοκηπίων. Η Ελλάδα έχει συγκριτικά πλεονεκτήματα για την επέκταση θερμοκηπιακών καλλιεργειών ιδιαίτερα με χρησιμοποίηση ήπιων μορφών ενέργειας, που είναι και φιλικές προς το περιβάλλον, όπως αιολική ενέργεια, γεωθερμία κ.ά.

Στη δενδροκομία χρησιμοποιούνται επίσης ανεμοφράκτες, άρδευση, καπνογόνα καθώς και ανεμιστήρες για εκμετάλλευση του φαινομένου της αναστροφής της θερμοκρασίας.

Για τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας άρχισε να εφαρμόζεται, όπως αναφέρθηκε, η κάλυψη των γραμμών σποράς με φύλλα πολυαιθυλενίου κατά το φύτευμα και κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης ευαίσθητων φυτών (καρπούζια, σπαράγγι, βαμβάκι). Το σύστημα αποσκοπεί στην ασφαλή πρώιμη σπορά και πρώτη ανάπτυξη των φυτών και κατά συνέπεια στην αύξηση της παραγωγής και του γεωργικού εισοδήματος. Η κάλυψη στο βαμβάκι εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση στην Ισπανία και άρχισε εδώ και μερικά χρόνια να εφαρμόζεται και στη χώρα μας, κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα.

Η εμφάνιση παγετών παίζει πολλές φορές καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας γιατί και υπάρχει γεωργική ασφάλιση κατά των ζημιών από παγετούς.

Επίδραση υψηλών θερμοκρασιών. Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν άμεσες και έμμεσες ζημιές στα φυτά. Μαραίνουν ή αποξηραίνουν το φυτό, αυξάνουν την αναπνοή, μειώνουν τη φωτοσύνθεση και μπορούν να προκαλέσουν νέκρωση του πρωτοπλάσματος όταν η σπαργή κατέλθει κάτω του σημείου μόνιμης μαράνσεως.

Τα φυτά αντιδρούν στις υψηλές θερμοκρασίες με την αύξηση της διαπνοής η οποία μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία μέχρι και 10°C. Διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως παχειά εφυμενίδα και ύπαρξη τριχών, επηρεάζουν την ένταση διαπνοής και επομένως και τον βαθμό των ζημιών. Η αντοχή των φυτών στις υψηλές θερμοκρασίες σχετίζεται με την ικανότητα έντονης διαπνοής και πρόσληψης νερού γιατί και επηρεάζεται και από την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

Το μικροκλίμα από ενεργειακή απόψεως. Από γεωργικής πλευράς ως μικροκλίμα χαρακτηρίζεται το κλίμα που επικρατεί στο χώρο της καλλιέργειας. Αυτό επηρεάζεται από το γενικό κλίμα αλλά μπορεί να διαφέρει σημαντικώς, αναλόγως του ισοζυγίου ενέργειας που δέχεται ο χώρος της καλλιέργειας υπό μορφή θερμότητας και φωτός και της αντίστοιχης ενέργειας που χάνει. Η ευκολία μετάδοσης της ενέργειας, η κίνηση του αέρα, η εξάτμιση και άλλοι παράγοντες επηρεάζουν το ισοζύγιο της ενέργειας.

Μεγάλη σημασία έχει το ανάγλυφο της περιοχής, η έκθεση του αγρού, το χρώμα και η υγρασία του εδάφους, η βλάστηση και η ύπαρξη ανεμοθραυστών. Διάφορες επίσης καλλιεργητικές εργασίες μπορούν να επηρεάσουν το μικροκλίμα της καλλιέργειας. Π.χ. η άρδευση ξηρού εδάφους αποφέρει όφελος σε ενέργεια γιατί αφενός μειώνεται η απώλεια ακτινοβολίας με το σκουρότερο χρώμα που αποκτά το έδαφος και αφετέρου με τη μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας μειώνεται η ακτινοβολία μεγάλου μήκους που εκπέμπει το έδαφος. Εντούτοις με

την παραπάνω διεργασία μειώνεται η θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους και του υπεράνω στρώματος αέρος γιατί με την άρδευση αυξάνεται η εξάτμιση που καταναλίσκει πολλή ενέργεια και επιπλέον αυξάνεται η θερμοαγωγιμότητα του εδάφους.

Επικουρική ενέργεια για τις ανάγκες της Γεωργίας. Όπως αναφέρθηκε, κύρια πηγή της ενέργειας που απαιτούν τα φυτά είναι η ηλιακή ενέργεια. Σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις χρησιμοποιείται πρόσθετη ενέργεια υπό μορφή θερμότητας και φωτισμού, κυρίως στα θερμοκήπια. Για τις ανάγκες όμως της Γεωργίας, π.χ. για τις καλλιεργητικές εργασίες, την παραγωγή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, τη μεταφορά και επεξεργασία των προϊόντων καθώς και για άλλες ανάγκες, απαιτείται η καταβολή επικουρικής ενέργειας.

Αρχικώς στη γεωργική πράξη χρησιμοποιείτο ως επικουρική ενέργεια αυτή που κατέβαλαν οι άνθρωποι και τα ζώα. Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια, ώστε από ενεργειακής απόψεως η σύγχρονη γεωργία είναι απαιτητικότερη από την παραδοσιακή. Έτσι με την εκμηχάνιση της καλλιέργειας προέκυψε το οξύ πρόβλημα της εξασφάλισης οικονομικών πηγών ενέργειας για συγκράτηση του κόστους παραγωγής.

Η προστασία επίσης του περιβάλλοντος επιβάλλει τη χρησιμοποίηση μορφών ενέργειας που δεν μολύνουν το περιβάλλον. Βασικές επιδιώξεις σήμερα είναι: η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική σύντηξη, η χρησιμοποίηση ήπιων μορφών ενέργειας για τα θερμοκήπια (κυρίως ηλιακής και γεωθερμίας) και η δέσμευση αζώτου και από άλλα φυτά πέραν των ψυχανθών ώστε να μειωθούν οι απαιτήσεις των καλλιεργειών σε λιπάσματα. Επίσης πολλές απόψεις συγκλίνουν στον περιορισμό ορισμένων καλλιεργητικών εργασιών, όπως περιττή κατεργασία εδάφους και υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων.

Η γεωργία μπορεί και αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση του παγκόσμιου ενεργειακού προβλήματος με την καλλιέργεια φυτών που παράγουν βιοενέργεια η οποία είναι ανανεώσιμη αλλά και φιλική προς το περιβάλλον.