

ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα θρεπτικά στοιχεία, όπως προαναφέρθηκε, διακρίνονται σε κύρια και δευτερεύοντα (ή κύρια θρεπτικά και μικροθρεπτικά), αναλόγως του βαθμού που χρησιμοποιούνται από το φυτό. Οι ανάγκες όμως των καλλιεργειών ποικίλουν ως προς τα διάφορα στοιχεία γι' αυτό και κάθε διάκριση είναι συμβατική.

Στο κεφάλαιο "λίπανση" αναφέρθηκαν τα απαραίτητα στοιχεία για τα φυτά. Παρακάτω γίνεται εκτενέστερη αναφορά για το ρόλο τους και για το πώς αντιμετωπίζονται οι ανάγκες των φυτών σε αυτά. Προηγουμένως όμως θα γίνει αναφορά στην οργανική ουσία του εδάφους που αποτελεί αποθήκη και πηγή θρεπτικών στοιχείων και συνδέεται άμεσα με τη γονιμότητα του εδάφους.

Οργανική ουσία και γονιμότητα του εδάφους.

Η οργανική ουσία (χούμος) είναι ωφέλιμη αλλά όχι απαραίτητη για τα φυτά τα οποία όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να αναπτυχθούν απολύτως φυσιολογικά σε νερό ή σε άμμο. Η οργανική ουσία είναι εξάλλου ωφέλιμη γιατί βελτιώνει τη δομή του εδάφους και συγκρατεί περισσότερο νερό.

Η οργανική ουσία σχετίζεται στενά με τη γονιμότητα του εδάφους γιατί έχει την ικανότητα να συγκρατεί υπό μορφή ιόντων μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων (πολύ μεγαλύτερες από την άργιλο) και να τα αποδίδει βαθμιαίως με την πρόοδο της αποσυνθέσεώς της στο εδαφικό διάλυμα.

Η περιεκτικότητα της οργανικής ουσίας σε θρεπτικά στοιχεία ενδιαφέρει ιδιαίτερος την περίπτωση Ν (μερικώς και του Ρ), το οποίο σχεδόν μόνο με την οργανική ουσία μπορεί να συγκρατηθεί στο έδαφος, ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία δεσμεύονται εύκολα και από τα κolloειδή της άργιλο. Για το λόγο αυτό η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και Ν συμβαδίζουν. Η περιεκτικότητα όμως σε οργανική ουσία δεν αποτελεί απόλυτο μέτρο της γονιμότητας των εδαφών, παρά μόνο ίσως για τον ίδιο αγρό.

Αργιλώδη εδάφη είναι συνήθως πλουσιότερα σε οργανική ουσία όχι όμως κατ' ανάγκη και γονιμότερα, γιατί η οργανική τους ουσία αποσυντίθεται βραδύτερα από ότι στα αμμώδη. Εξάλλου η σχέση C/N της οργανικής ουσίας και παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεσή της δηλαδή την πηγή της προέλευσής της (αγροστώδη - ψυχανθή) και την αποσύνθεσή της (μικροοργανισμοί, καιρικές συνθήκες κ. ά.), επηρεάζουν τη γονιμότητα.

Συνολική και πραγματική γονιμότητα του εδάφους.

Ως συνολική γονιμότητα μπορεί να οριστεί το ποσό των αποθηκευμένων θρεπτικών συστατικών υπό σχετικώς αφομοιώσιμη μορφή για τα φυτά και συνδέεται με την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία για ένα συγκεκριμένο αγρό. Η συνολική γονιμότητα εκτιμάται με την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία ή σε ολικό Ν και μεταβάλλεται λίγο από έτος σε έτος, ως αποτέλεσμα της καλλιέργειας που μεσολαβεί.

Η πραγματική γονιμότητα χαρακτηρίζεται από την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων υπό μορφή αμέσως διαθέσιμης για το φυτό. Εκτιμάται συνήθως με βάση την περιεκτικότητα σε ανόργανο Ν και μεταβάλλεται γρήγορα ως συνέπεια της καλλιέργειας και των καιρικών συνθηκών.

Ένα έδαφος θεωρείται πλούσιο σε οργανική ουσία και επομένως γόνιμο, όταν περιέχει ολικό Ν περισσότερο από 1,5%, μετρίως πλούσιο όταν περιέχει 1- 1,5% (300-900 Kg/στεμ.) και φτωχό όταν περιέχει λιγότερο από 1%. Για τον καθορισμό όμως των αναγκών σε λίπανση, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη

η μορφή του N (οργανική, ανόργανη). Για την ανοργανοποίηση του N σημασία έχει και η σχέση C/N της οργανικής ουσίας.

Το είδος του φυτού επηρεάζει τη γονιμότητα του εδάφους. Γενικώς τα σκα-λιστικά με τη συνεχή καλλιέργεια και την αύξηση του αερισμού του εδάφους, οδηγούν σε εντονότερη μείωση της οργανικής ουσίας και συνεπώς της γονιμότητας του εδάφους σε σχέση με τις μη σκαλιστικές και υπό πυκνή φυτεία καλλιέργειες. Πολυετείς καλλιέργειες με καθόλου ενδιάμεση κατεργασία εδάφους (αγροστώδη και ιδιαίτερα ψυχανθή χορτοδοτικά), μπορεί να αυξήσουν τη γονιμότητα του εδάφους. Το τελευταίο ισχύει γενικώς και για τα ψυχανθή εφόσον συνδέεται η γονιμότητα με την περιεκτικότητα του εδάφους σε N.

Βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους.

Η αποκατάσταση ή η βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους αφορά στον εμπλουτισμό με οργανική ουσία και κατ' επέκταση N και γίνεται με διάφορα καλλιεργητικά μέτρα και λίπανση. Παρακάτω αναφέρονται τα σπουδαιότερα μέτρα.

Αγρανάπαυση. Μπορεί να είναι ακαλλιέργητη ή καλλιεργούμενη. Η ακαλλιέργητη εμπλουτίζει το έδαφος σε οργανική ουσία με τα υπολείμματα της αυτοφυούς βλάστησης. Επειδή όμως η αυτοφυής βλάστηση εξαντλεί την εδαφική υγρασία, η αγρανάπαυση πρέπει να εφαρμόζεται σε υγρές περιοχές. Η καλλιεργούμενη αγρανάπαυση σε αντίθεση με την προηγούμενη, διευκολύνει την αποσύνθεση και τη μετατροπή του οργανικού N σε ανόργανο (νιτροποίηση), περιορίζει τις απώλειες της εδαφικής υγρασίας και συνιστάται για ξηροθερμικές περιοχές. Συνδυάζεται με την παραγωγή μίας καλλιέργειας ανά διετία.

Η αγρανάπαυση αποτελεί εκτατική μορφή καλλιέργειας και δεν έχει θέση στην εντατική γεωργία. Σήμερα όμως για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της υπερπαραγωγής ορισμένων προϊόντων, η Ενωμένη Ευρώπη και άλλες χώρες, όπως οι Η.Π.Α., επιδοτούν, όπως προαναφέρθηκε, ορισμένες μορφές αγρανάπαυσης.

Οργανική λίπανση. Τα οργανικά λιπάσματα είναι κυρίως η κοπριά και άλλα ζωϊκά εκκρίματα, όπως ούρα και διάφορα φυτικά υπολείμματα σε αποσύνθεση (κομπόστες), πολλές φορές εμπλουτισμένα με θρεπτικά ανόργανα συστατικά. Η χλωρά λίπανση είναι μία μορφή οργανικής λίπανσης. Η οργανική λίπανση έχει αυξημένη σημασία στα πλαίσια της Οργανικής Γεωργίας όπου απαγορεύεται η χρησιμοποίηση χημικών λιπασμάτων.

α) Κοπριά. Μέχρι πρόσφατα τουλάχιστον αποτελούσε το πιο συνηθισμένο οργανικό λίπασμα. Σήμερα λόγω του κόστους, του περιορισμού των ζώων εργασίας και του προβλήματος που δημιουργεί ως προς τα ζιζάνια που μεταφέρει, περιορίζεται όλο και περισσότερο και εφαρμόζεται κατά κανόνα στις κηπευτικές καλλιέργειες.

Η κοπριά εκτός από τα θρεπτικά συστατικά που περιέχει, βελτιώνει τη φυσική σύσταση του εδάφους, αυξάνει την υδατοϊκανότητα και τη θερμοκρασία του εδάφους καθώς και τη δράση των μικροοργανισμών.

Περιλαμβάνει τα ζωϊκά εκκρίματα, υγρά και στερεά ή και τη στρωμένη των ζώων. Η σύσταση της κοπριάς εξαρτάται από το είδος και την ηλικία των ζώων (των αιγοπροβάτων είναι πλουσιότερη σε θρεπτικά στοιχεία). Κατά μέσο όρο περιέχει 5-2,5-5% N-P₂O₅-K₂O αντιστοίχως.

Η κοπριά πρέπει να ζυμωθεί (χωνευθεί) πρώτα για να μην κάψει τα φυτά, παρόλο που η ζύμωση συνεπάγεται απώλειες N. Συνήθως συσσωρεύεται σε σωρούς που καλύπτονται για να αποφευχθεί η

έκπλυση και η διαφυγή N υπό αέριο μορφή. Για να αποφευχθεί η απώλεια οργανικής ουσίας συνιστάται η προσθήκη ανόργανου N σε αναλογία 0,5-1 % του βάρους του αχύρου της στρωμνής ή να διαβραχεί με τα ούρα των ζώων που περιέχουν πολύ N. Η κοπριά διασκορπίζεται σε ποσότητα 2 -3 τόννων στο στρέμμα και πρέπει να καλύπτεται αμέσως για να αποφεύγονται οι απώλειες.

β) Χλωρά λίπανση. Αφορά στην αναστροφή στο έδαφος αναπτυγμένων φυτών (παράχωμα) και είναι γνωστή από πολύ παλιά. Για το σκοπό αυτό καλ-λιεργούνται διάφορα φυτά, συνήθως αγροστώδη ή ψυχανθή, τα οποία την περίοδο που έχουν την περισσότερη και καλύτερη από άποψη ποιότητας φυτομάζα (συνήθως όταν τα ψυχανθή βρίσκονται στην ανθοφορία, ή έχουν σχηματίσει τους πρώτους λοβούς) αναστρέφονται. Τα ψυχανθή εμπλουτίζουν περισσότερο το έδαφος με N, ενώ τα αγροστώδη με τη μεγαλύτερη φυτομάζα τους εμπλουτίζουν το έδαφος με περισσότερη οργανική ουσία.

Η χλωρά λίπανση συντελεί μάλλον στη διατήρηση παρά στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους. Με την αναστροφή η φυτομάζα, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, χουμοποιείται και η μισή περίπου ποσότητα γίνεται χούμος ενώ η υπόλοιπη μετατρέπεται σε CO₂ που φεύγει στην ατμόσφαιρα. Το CO₂ όμως δρα διαβρωτικώς στα εδαφικά ορυκτά και υποβοηθά τη διαλυτοποίηση των θρεπτικών συστατικών.

Τα φυτά επίσης που καλλιεργούνται για χλωρά λίπανση προστατεύουν το έδαφος από διάβρωση τη βροχερή περίοδο του χειμώνα (φυτά κάλυψης του εδάφους).

Η ωφελιμότητα της χλωράς λίπανσης αποδείχτηκε και πειραματικώς. Βρέθηκε μάλιστα ευνοϊκή επίδραση αυτής ως προς την αύξηση των αποδόσεων και πέραν του πρώτου έτους από την αναστροφή.

Η χλωρά λίπανση είναι πιο αποτελεσματική σε υγρές και δροσερές περιοχές γιατί σε ξηρές περιοχές εξαντλεί την εδαφική υγρασία γιαυτό και στην περίπτωση αυτή πρέπει τα φυτά να παραχώνονται νωρίς (δύο εβδομάδες περίπου πριν την ανοιξιάτικη καλλιέργεια) ενώ σε θερμές περιοχές παρατηρείται έντονη αποσύνθεση και απώλεια της οργανικής ουσίας, λόγω εντονότερης δράσεως των μικροοργανισμών. Η χλωρά λίπανση, με την εντατικοποίηση της γεωργίας, συνδυάζεται με χρησιμοποίηση του αγρού, σύντομα μετά την αναστροφή, για ανάπτυξη της κύριας καλλιέργειας.

γ) Καλλιέργεια χορτοδοτικών. Με το σύστημα αυτό τα χορτοδοτικά κόβονται οπότε δίνουν γεωργικό εισόδημα, ενώ παράλληλα αυξάνει, σε μικρότερο βέβαια βαθμό σε σχέση με τη χλωρά λίπανση, η οργανική ουσία του εδάφους, κυρίως με το ριζικό σύστημα των χορτοδοτικών φυτών, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ψυχανθή που αυξάνουν και το N του εδάφους.

δ) Αμειψισπορά με ψυχανθή. Με το σύστημα αυτό τα ψυχανθή χρησιμο-ποιούνται για παραγωγή προϊόντων ενώ συγχρόνως με τα στελέχη που εναπομένουν και κυρίως με το ριζικό σύστημα, εμπλουτίζουν το έδαφος με οργανική ουσία και με N το οποίο έχει δεσμευθεί με τα αζωτοβακτήρια που συμβιών στις ρίζες των ψυχανθών.

Ο εμπλουτισμός του εδάφους ως προς την οργανική ουσία εξαρτάται από το είδος του ψυχανθούς. Τα τριφύλλια με την πλούσια φυτομάζα και το ριζικό σύστημα, πλεονεκτούν ανάμεσα στα ψυχανθή. Το N που μένει στο έδαφος με την καλλιέργεια ψυχανθούς, υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε 15Kg/στρέμμα. Η μηδική υπολογίζεται ότι δεσμεύει ετησίως 12-34 Kg/στρέμμα. Επίσης τα ψυχανθή προσλαμβάνουν ευχερέστερα τον P από τα ανόργανα ορυκτά και με την αποσύνθεση της φυτομάζας τους, αποδίδουν, στην επόμενη καλλιέργεια, P υπό αφομοιώσιμο μορφή.

ε) Εδαφοβελτιωτικά. Σήμερα κυκλοφορούν στο εμπόριο διάφορα σύνθετα λιπάσματα που περιέχουν διάφορα εδαφοβελτιωτικά. Το βασικό πλεονέκτημά τους είναι ότι είναι ευκολόχρηστα γιατί διατίθενται υπό πολύ συμπυκνωμένη μορφή που περιορίζει τα έξοδα μεταφοράς και εφαρμογή τους. Τα εδαφοβελτιωτικά αποσκοπούν στη βελτίωση των ιδιοτήτων και της δομής του εδάφους.

AΖΩΤΟ (N)

Εκτός των όσων αναφέρθηκαν για το N σε συνδυασμό με την οργανική ουσία και τη γονιμότητα του εδάφους, πρέπει να γίνει αναφορά και στα παρακάτω σημεία σχετικώς με το πολύτιμο αυτό θρεπτικό στοιχείο των φυτών.

Σημασία του αζώτου για τα φυτά.

Το N βρίσκεται στο φυτό υπό οργανική μορφή (πρωτεΐνες, χλωροφύλλη β κ.ά.) και υπό ανόργανη (στο χυμό του φυτού). Συνήθως τα νεαρά φυτά και ιστοί έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε N.

Τα σάκχαρα που σχηματίζονται με τη φωτοσύνθεση κατά ένα μέρος μετατρέπονται σε πρωτεΐνες σε ποσοστό ανάλογο με την παροχή εδαφικού N. Άλλα φυτά σχηματίζουν περισσότερες πρωτεΐνες (ψυχανθή, αγροστόδια), ενώ άλλα παράγουν περισσότερους υδατάνθρακες (τεύτλα, γεώμηλα). Για τη δεύτερη κατηγορία το N χρησιμεύει γιατί προκαλεί έντονη φωτοσύνθεση.

Το N με την έντονη βλάστηση που προκαλεί, διορθώνει τις ζημιές που προκλήθηκαν από διάφορες ασθένειες, ενώ αντιθέτως με το σχηματισμό λεπτών κυτταρικών τοιχωμάτων που προκαλεί, διευκολύνει την είσοδο σπορίων μυκήτων και με την πυκνή φυτική βλάστηση δημιουργεί συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών.

Έλλειψη N δημιουργεί φυτά καχεκτικά με φύλλα κιτρινωπά (χλωρωτικά), που μπορεί και να νεκρωθούν. Η ωρίμανση του προϊόντος επιταχύνεται κατά κανόνα. Το ριζικό σύστημα επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό από το υπέργαιο. Επειδή είναι ευκίνητο στοιχείο τα συμπτώματα ελλείψεως εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα.

Περίσσεια N προκαλεί μεγάλη φυτική ανάπτυξη (με συνέπεια το πλάγιασμα), αυξάνει τη φυλλική επιφάνεια και επομένως τη φωτοσύνθεση, προκαλεί οψίμιση της παραγωγής, ιδίως όταν ο P δεν υπάρχει στην επιθυμητή αναλογία και ευπάθεια στις ασθένειες. Η επίδραση στην ποιότητα των προϊόντων διαφέρει μεταξύ των φυτών, π.χ. υποβαθμίζεται η ποιότητα του καπνού, της κριθής ζυθοποιίας, των τεύτλων (μειώνεται η περιεκτικότητα σε σάκχαρα) ενώ μέχρι ενός βαθμού ευνοείται η ποιότητα των σιτηρών.

Η επιθυμητή αναλογία C/N είναι γενικώς σταθερή για το κάθε φυτό (κυμαίνεται από 40:1 έως 25:1 για τα ψυχανθή), διαφορετικά σταματάει η άνθηση και η καρποφορία του φυτού.

Το άζωτο του εδάφους.

Η αναλογία του N στο καλλιεργούμενο επιφανειακό έδαφος κυμαίνεται σε 0,02-0,4% του βάρους εδάφους. Το εδαφικό N βρίσκεται κατά 97-99% υπό οργανική μορφή και 1-3% υπό ανόργανη μορφή (νιτρικό ή αμμωνιακό N). Το εδαφικό N προέρχεται κυρίως από το ατμοσφαιρικό N γιατί η περιεκτικότητα των πετρωμάτων σε N είναι ασήμαντη. Λίγο N εισέρχεται στο έδαφος με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ενώ η μεγαλύτερη ποσότητα προέρχεται από διάφορους μικροοργανισμούς που δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό N. Οι καιρικές συνθήκες, κυρίως η θερμοκρασία και η υγρασία, επηρεάζουν

τη δράση των μικροοργανισμών και επομένως την ποσότητα του εδαφικού N. Η ποσότητα του εδαφικού N εξαρτάται και από τη βλάστηση. Όπως και στην περίπτωση της οργανικής ουσίας, η περιεκτικότητα αυξάνει από τις ξηρές και θερμές περιοχές προς τις υγρές και δροσερές (όπως εξηγήθηκε στο κεφάλαιο περί μικροοργανισμών του εδάφους). Η περιεκτικότητα σε N επηρεάζεται επίσης από το ανάγλυφο του εδάφους. Κεκλιμένα εδάφη έχουν μικρότερη ποσότητα από τα πεδινά, γιατί το N εκπλύνεται και παρασύρεται εύκολα και επιπλέον η βλάστηση είναι μικρότερη. Η μηχανική σύσταση του εδάφους επηρεάζει το περιβάλλον και την ανάπτυξη των φυτών και των μικροοργανισμών. Οι διαφορές μεταξύ εδαφών ως προς τη μηχανική σύσταση επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το εδαφικό N το οποίο γενικώς αυξάνεται από τα αμμώδη προς τα ιλοπηλώδη εδάφη.

Η περιεκτικότητα σε N μειώνεται απότομα σε βαθύτερα στρώματα στο καλλιεργούμενο έδαφος. Σε ιλοπηλώδη εδάφη, με ποώδη βλάστηση, η περιεκτικότητα αυξάνει μέχρι 30 cm, μετά μειώνεται απότομα και στη συνέχεια μειώνεται προοδευτικά με το βάθος του στρώματος. Στα ξηρά εδάφη το N είναι συγκεντρωμένο στο επιφανειακό έδαφος.

Η περιεκτικότητα σε N εξαρτάται και από την περιεκτικότητα σε C. Η σχέση C/N είναι υπό συνθήκες συνθήκες σταθερή και κυμαίνεται μεταξύ 10-12 σε καλλιεργούμενα και με καλή υγρασία εδάφη και μικρότερη από 10 στα ξηρά εδάφη των εύκρατων περιοχών.

Όταν η σχέση C/N είναι μικρότερη από 10-12, διασπώνται οι αζωτούχες οργανικές ενώσεις και παράγουν CO₂, χούμο, αμμωνιακά και στη συνέχεια νιτρικά άλατα. Προσθήκη N σε τέτοια εδάφη, αν δεν προσληφθεί από τα φυτά, παρασύρεται με το νερό. Αντιθέτως, αν η σχέση είναι μεγαλύτερη από 12 γίνεται διάσπαση υδατανθράκων σε CO₂ και H₂O. Στην περίπτωση αυτή, σε αντίθεση με την προηγούμενη, προσθήκη N στο έδαφος οδηγεί σε δέσμευση N από τους μικροοργανισμούς που σχηματίζουν πρωτεΐνες.

Τα φυτά όπως προαναφέρθηκε δεν προσλαμβάνουν οργανικό N αλλά κυρίως νιτρικό.

Μεταβολές του εδαφικού N σε αφομοιώσιμη για τα φυτά μορφή.

Κάθε παράγοντας που επηρεάζει: α) τη δράση των μικροοργανισμών που δεσμεύουν ατμοσφαιρικό N και την ανάπτυξη της βλάστησης στοιχεία που αποτελούν την κύρια πηγή εμπλουτισμού του εδάφους με οργανικό N και β) τη δράση των μικροοργανισμών που ανοργανοποιούν το οργανικό N, επιφέρουν μεταβολές στο εδαφικό N.

Οι πρωτεϊνικές ουσίες του εδάφους διασπώνται καταρχήν από μη εξειδικευμένους μικροοργανισμούς σε CO₂ και αμμωνία. Η τελευταία με την επίδραση άλλων βακτηρίων μετατρέπεται σε νιτρούδη μορφή N, η οποία με τα νιτροβακτήρια δίνει νιτρικά άλατα.

Η δράση των βακτηρίων που δεσμεύουν το N ευνοείται από θερμοκρασίες 25-30° C. Η δέσμευση σταματάει όταν η θερμοκρασία κατέβει κάτω από 8°C.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη νιτροποίηση είναι καταρχήν η περιεκτικότητα σε N και το είδος και η ποσότητα οργανικής ουσίας, κυρίως η σχέση C/N και στη συνέχεια όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση του N, όπως θερμοκρασία, υγρασία, pH.

Τα βακτήρια της νιτροποίησης δρουν σε θερμοκρασία από 4-40°C. Χρειάζονται επίσης Ca ή Mg και προτιμούν μετρίως αλκαλικό περιβάλλον. Επαρκής αερισμός είναι απαραίτητος για την οξείδωση των οργανικών ουσιών. Επαρκής υγρασία, P και K, ευνοούν τη δραστηριότητα των βακτηρίων. Συνθήκες που

δυσχεραίνουν τη νιτροποίηση οδηγούν σε συγκέντρωση αμμωνιακού N, που σε μεγάλη ποσότητα είναι τοξικό για ορισμένα φυτά.

Τα νιτρικά άλατα με αναερόβιες συνθήκες μπορούν να διασπαστούν περαιτέρω, όταν υπάρχουν οργανικές ουσίες που οξειδώνονται εύκολα, όπως σάκχαρα. Το οξυγόνο των νιτρικών χρησιμοποιείται για την οξείδωση ενώ παράλληλα προκαλείται απονιτροποίηση, απελευθέρωση δηλαδή αερίου N που χάνεται στην ατμόσφαιρα. Την απονίτρωση την προκαλούν διάφορα αναερόβια βακτήρια που δρουν σε pH 6,4 - 8,4.

Απώλειες αζώτου.

Οι σοβαρότερες απώλειες οφείλονται στους παρακάτω λόγους :

1) Έκπλυση. Εκπλύνονται ευκολότερα τα νιτρικά άλατα, ιδίως σε εδάφη ελαφράς συστάσεως.
2) Διάβρωση. Με την απώλεια του επιφανειακού εδάφους χάνεται κατά ένα μεγάλο και δυσαναπλήρωτο ποσοστό η οργανική ουσία και το N που συμπεριέχεται σ' αυτή. Τα αποκαλυπτόμενα ορυκτά δεν περιέχουν παρά ελάχιστο ποσοστό N.

3) Συγκομιδή προϊόντων. Αποτελεί πρακτικώς ασήμαντη πηγή απωλειών γιατί αναλόγως των συνθηκών και του είδους των προϊόντων, αντιστοιχεί σε ποσότητα N 5-25 Kg/στρεμ. που αντιπροσωπεύει 1-2 % του εδαφικού N. Η ποσότητα αυτή θα χανόταν έτσι και αλλιώς με την έκπλυση, ή άλλη αιτία.

4) Κατεργασία του εδάφους. Εισαγωγή στην καλλιέργεια παρθένου εδάφους συνεπάγεται συνήθως ταχεία μείωση του εδαφικού N μέχρις ότου αυτό φθάσει σε μια σταθερή τιμή εφόσον οι συνθήκες καλλιέργειας είναι σταθερές. Σε περιπτώσεις που η φυσική βλάστηση είναι πτωχή και τα υπολείμματα της καλλιέργειας πλούσια, μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση του εδαφικού N.

Οι καλλιεργητικές εργασίες που αφορούν το έδαφος δημιουργούν συνθήκες που ευνοούν την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και απώλεια του ανόργανου N που δημιουργείται, εφόσον δεν αξιοποιείται από τη καλλιέργεια.

5) Απονίτρωση. Συμβαίνει όπως προαναφέρθηκε υπό αναερόβιες συνθήκες.

Εμπλουτισμός σε N.

Ο εμπλουτισμός του εδάφους σε άζωτο είναι στενώς συνδεδεμένος με τον εμπλουτισμό του εδάφους σε οργανική ουσία η οποία μπορεί να συγκρατήσει το N λόγω της στενής σχέσεως C προς N. Εμπλουτισμός σε μονιμότερη βάση, προϋποθέτει έντονη βλάστηση και προσθήκη οργανικής ουσίας. Για τον εμπλουτισμό αυτό έγινε ήδη λόγος στο κεφάλαιο περί οργανικής ουσίας και γονιμότητας του εδάφους. Προσωρινός εμπλουτισμός, που εντούτοις παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγικότητα των φυτών στη σύγχρονη γεωργία, είναι η προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων N. Ο εμπλουτισμός αυτός συνδέεται με την πραγματική γονιμότητα του εδάφους, όπως προαναφέρθηκε.

Ανόργανη λίπανση N.

Η χρήση ανόργανων λιπασμάτων μπορεί να έχει διπλή ωφελιμότητα. Πρώτα παρέχει στα καλλιεργούμενα φυτά το απαιτούμενο αφομοιώσιμο N και δεύτερον εφόσον υπάρχουν υδατάνθρακες στο έδαφος, ώστε η σχέση C/N να είναι μεγαλύτερη από 10-12, συντελεί στον εμπλουτισμό με οργανικό N

γιατί όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιείται και δεσμεύεται από τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Εφόσον δεν ικανοποιηθούν οι δυο αυτοί στόχοι, τότε χάνεται ιδιαίτερα το νιτρικό άζωτο. Επίσης αντίδραση στην αζωτούχο λίπανση παρατηρείται γενικώς μόνο εφόσον υπάρχει επαρκής εδαφική υγρασία. Γιαυτό και αυξημένη αζωτούχος λίπανση συνδυάζεται, κατά κανόνα, με αυξημένη άρδευση.

Η κίνηση και οι μεταβολές που υφίσταται το λίπασμα στο έδαφος, ακολουθούν τις μεταβολές του εδαφικού N για τις οποίες έγινε λόγος και εξαρτώνται από το είδος του λιπάσματος, τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις καιρικές συνθήκες. Η προστιθέμενη ουρία ή το αμμωνιακό άζωτο μετατρέπονται σε λίγες μέρες ή εβδομάδες σε νιτρικό. Το άζωτο στην αμμωνιακή του μορφή, μπορεί να προσληφθεί μόνο από ορισμένα φυτά.

Γενικώς υπολογίζεται ότι το προστιθέμενο με λίπασμα N αξιοποιείται από τα φυτά κατά 50% ενώ το υπόλοιπο εάν δεν απονιτροποιωθεί και διαφύγει στην ατμόσφαιρα, αποτελεί πηγή ρύπανσης του εδάφους και των υδάτων.

Οι μεταβολές που υφίσταται το εδαφικό N οδηγούν και σε ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα ως προς τη μορφή N που πρέπει να περιέχουν τα ανόργανα λιπάσματα. Π.χ. τον χειμώνα πρέπει να γίνεται λίπανση υπό αμμωνιακή μορφή που δεν εκπλύνεται τόσο εύκολα και το οποίο λόγω της αναστολής της δράσεως των βακτηρίων της νιτροποίησης από τις χαμηλές θερμοκρασίες, δεν μετατρέπεται σε νιτρικό που εκπλύνεται εύκολα. Αντιθέτως όταν επιδιώκεται η άμεση αποτελεσματικότητα του αζωτούχου λιπάσματος, όπως στην περίπτωση της επιφανειακής λίπανσης, είναι προτιμότερη η νιτρική μορφή.

Αζωτούχα λιπάσματα. Αυτά περιέχουν N υπό νιτρική και αμμωνιακή μορφή. Τα σπουδαιότερα είναι: α) τα απλά, όπως το νιτρικό νάτριο, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία, θειϊκή αμμωνία, ουρία, άνυδρος αμμωνία, ένυδρος αμμωνία. β) Τα σύνθετα, όπως νιτρικό κάλι, φωσφορική αμμωνία και θειοφωσφορική αμμωνία. γ) Τα μίκτα, τα οποία κυκλοφορούν σε διάφορους τύπους που περιέχουν σε διάφορες αναλογίες τα τρία βασικά στοιχεία N-P-K και ελάχιστες ποσότητες από άλλα στοιχεία.

Χρόνος εφαρμογής. Ο κατάλληλος χρόνος εφαρμογής εξαρτάται από την εποχή που τα φυτά χρειάζονται εντονότερα το N, από τις καιρικές συνθήκες που συνήθως επικρατούν, από την εφαρμογή ή όχι αρδεύσεως. Ιδιαίτερη προσοχή για το χρόνο και την ποσότητα λιπάσματος χρειάζεται για τις ελληνικές συνθήκες που χαρακτηρίζονται από βροχερό χειμώνα, μερικώς ξηρή άνοιξη και ξηρό θέρος. Έτσι: α) στα χειμερινά σιτηρά γίνεται φθινοπωρινή λίπανση υπό αμμωνιακή μορφή, ενώ όταν χρειάζεται ανοιξιότικη λίπανση γίνεται υπό νιτρική μορφή. β) Στα ψυχανθή δεν εφαρμόζεται συνήθως αζωτούχος λίπανση ή δίνεται μικρή δόση με τη σπορά, που θα χρειαστεί για το φυτό μέχρις ότου αρχίσει η δράση των αζωτοβακτηρίων (βρεφικό άζωτο). γ) Στις εαρινές σκαλιστικές καλλιέργειες δίνεται το λίπασμα πριν τη σπορά με αμμωνιακό N, που παραχώνεται σε βάθος 10-15cm, ενώ υπό ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί να δοθεί αργότερα επιφανειακή λίπανση, υπό νιτρική μορφή σε συνδυασμό με άρδευση.

Αξιοποίηση πλεονάζοντος Αζώτου.

Ορισμένες συνθήκες οδηγούν σε περίσσεια N στο έδαφος που θα πρέπει ο παραγωγός να τις αντιμετωπίσει καταλλήλως ώστε να αποφύγει τις ζημιές των καλλιεργειών αλλά παράλληλα να αξιοποιήσει και την περίσσεια του N. Τέτοιες συνθήκες δημιουργούνται με την αποξήρανση και στη συνέχεια καλλιέργεια των λιμνών, ελών, την καλλιέργεια αγρών που παρέμεναν για πολλά χρόνια σε αγρανάπαυση. Η εισαγωγή στην καλλιέργεια τέτοιων αγρών, δημιουργεί συνθήκες που ευνοούν τη νιτροποίηση του

οργανικού N, τουλάχιστον κατά τα πρώτα έτη. Επίσης καιρικές συνθήκες που ευνοούν τόσο την παραγωγή οργανικής ουσίας όσο και τη νιτροποίηση, διατηρούν υψηλή σχετικώς γονιμότητα.

Στις περιπτώσεις αυτές ενδείκνυται η καλλιέργεια φυτών που ευνοούνται από υψηλή περιεκτικότητα N, όπως είναι τα αγροστώδη χορτοδοτικά. Επίσης πρέπει να προστεθεί καλιούχος λίπανση για να υπάρχει ισορροπία στα τρία βασικά στοιχεία. Πρέπει να προτιμώνται πρώιμες, ανθεκτικές στις ασθένειες και στο πλάγιασμα ποικιλίες. Μερικές φορές βόσκιση νεαρών σιτηρών (8-12cm ύψους) μπορεί να τα αποτρέψει από μετέπειτα πλάγιασμα.

ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P).

Σημασία του Φωσφόρου για τα φυτά.

Ο φώσφορος βρίσκεται στο φυτό υπό ανόργανο και οργανική μορφή. Ο οργανικός αποτελεί συνήθως το 1/3-2/3 του συνολικού. Ο φώσφορος είναι δομικό συστατικό του DNA και της ATP και ADP και ως εκ τούτου είναι απαραίτητος για την κυτταροδιαίρεση, τη φωτοσύνθεση και γενικώς για την παροχή βιολογικής ενέργειας στο φυτό. Υπό μορφή οργανική βρίσκεται στις πρωτεΐνες, λεκιθίνες, βιταμίνες κ.ά. ενώσεις.

Ο P συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και προωμίζει την παραγωγή. Επειδή είναι απαραίτητος για το ριζικό σύστημα, χρειάζεται στο φυτό από τα πρώτα στάδια αναπτύξεως. Ορισμένα φυτά προσλαμβάνουν τον απαραίτητο P στην αρχή της περιόδου, όπως το κριθάρι και σε άλλα φυτά η πρόσληψη διαρκεί περισσότερο όπως στον αραβόσιτο. Ο P είναι ευκίνητο στοιχείο μέσα στο φυτό και αποθηκεύεται κυρίως στους σπόρους.

Έλλειψη P προκαλεί ατροφική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και κατά συνέπεια και του υπέργειου τμήματος και χρωματισμό φύλλων ερυθρωπό ή φαιοπράσινο. Στα ψυχανθή έλλειψη P μπορεί να προκαλέσει έλλειψη N, γιατί ο P συμβάλλει στο σχηματισμό φυματίων. Επίσης σπόροι με έλλειψη P θα δώσουν αδύνατα φυτά.

Περίσσεια P είναι σπάνια περίπτωση γιατί δεσμεύεται εύκολα στο έδαφος. Τυχόν περίσσεια μπορεί να περιορίσει, λόγω ανταγωνισμού, την πρόσληψη άλλων στοιχείων και να μειώσει την παραγωγή λόγω υπερβολικής προώμισης.

Ο Φώσφορος του εδάφους.

Ο P βρίσκεται στο έδαφος υπό ανόργανο και οργανική μορφή. Η συνολική ποσότητα κυμαίνεται σε ευρέα όρια αναλόγως των εδαφών, η δε αναλογία οργανικού προς ανόργανο κυμαίνεται επίσης σε ευρέα όρια. Ο οργανικός, ο οποίος βρίσκεται στο επιφανειακό έδαφος, είναι συνήθως το 1/3 του συνολικού P, μπορεί όμως να κυμανθεί από 0,3 έως 95%.

Ο ανόργανος P προέρχεται από τα μητρικά πετρώματα και βρίσκεται σε διάφορα βάθη και υπό διάφορες μορφές όπως κρυσταλλική, άμορφο ή κολλοειδή. Απαντάται υπό μορφή αλάτων Ca, Mg, Fe, Al ή ως υδροξύλια Al και Fe.

Η πλέον αφομοιώσιμος μορφή είναι το φωσφορικό μονοασβέστιο (διαλυτό στο νερό) και ακολουθεί το διασβέστιο (διαλυτό στο κιτρικό οξύ). Η ποσότητα ιόντων $-PO_4$ στο υδατικό διάλυμα είναι

πολύ μικρή (0,02 - 0,05 Kg/στρεμ.) και βρίσκεται σε ισορροπία με τον P που είναι προσροφημένος στα κolloειδή του εδάφους με δυνατότητα αμφίδρομης εναλλαγής του (Εικ. 30).

Η κινητικότητα αυτών των ιόντων στο έδαφος είναι πολύ μικρή γιατί δεσμεύονται εύκολα. Πλούσιο έδαφος σε P χαρακτηρίζεται αυτό που έχει άνω από 120 Kg/στρεμ. αφομοιώσιμο P, μέσο όταν περιέχει 40 - 120 Kg/στρεμ. και πτωχό όταν έχει κάτω των 40 Kg/στρεμ.

Απώλειες εδαφικού Φωσφόρου.

Οι σημαντικότερες απώλειες οφείλονται στους παρακάτω λόγους :

1) Αποκομιδή προϊόντων. Ο φώσφορος που προσλαμβάνουν οι διάφορες καλλιέργειες κυμαίνεται σε 0,5-2,5 Kg/στρεμ. Μέρος αυτού επιστρέφει στο έδαφος με τα φυτικά υπολείμματα, ώστε υπολογίζεται ότι απομακρύνονται τελικώς περίπου 0,5 Kg/στρεμ.

2) Έκπλυση. Λόγω της μικρής διαλυτότητας του P και της δέσμευσής του από τα κolloειδή του εδάφους, οι απώλειες από την έκπλυση είναι πολύ περιορισμένες για κάθε χρόνο. Μακροχρόνια όμως, ιδιαίτερα σε περιοχές με μεγάλη βροχόπτωση και σε αμμώδη ή τυρφόδη εδάφη, είναι υπολογίσιμες. Επίσης ένα ποσοστό του P που προστίθεται με τη λίπανση, εκπλύνεται παρόλο που όπως προαναφέρθηκε δεσμεύεται εύκολα ο P στο έδαφος.

3) Διάβρωση. Προκαλεί τη μεγαλύτερη απώλεια P γιατί απομακρύνει το επιφανειακό έδαφος όπου υπάρχει το μεγαλύτερο ποσοστό αφομοιώσιμου P, ιδίως οργανικού. Ο δυσδιάλυτος P που περιέχεται στο αποκαλυπτόμενο στρώμα, μετατρέπεται βραδέως σε διαλυτό ώστε μακροχρόνια αναπληρώνονται μερικώς οι απώλειες.

Αφομοιώσιμος Φώσφορος.

Επειδή η περιεκτικότητα του εδαφικού διαλύματος σε P είναι πολύ μικρή, για να μην παρατηρηθεί έλλειψη στα φυτά πρέπει γρήγορα να γίνεται διαλυτοποίηση του δεσμευμένου εδαφικού P. Η ταχύτητα διαλυτοποίησης εξαρτάται από τη μορφή του εδαφικού P, από το pH του εδάφους και από την ύπαρξη ιόντων Fe, Al και Ca.

Διαλυτοποίηση ανόργανου P.

Το pH του εδάφους αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα που επηρεάζει τη διαλυτοποίηση. Ταχύτερη διαλυτοποίηση γίνεται με ουδέτερο pH. Μέτρια ασβέστωση ευνοεί τη διαλυτοποίηση, κυρίως γιατί αφενός κατακρημνίζει τον Fe και Al και εμποδίζει να σχηματιστεί αδιάλυτος $FePO_4$ και $AlPO_4$ και αφετέρου διευκολύνει τη δράση μικροοργανισμών που διαλυτοποιούν τα φωσφορικά άλατα. Το Ca δεσμεύει τον P ως $Ca_3(PO_4)_2$ και τον αποδίδει βραδέως ως διασβέστιο και στη συνέχεια μονασβέστιο. Σε αλκαλικά εδάφη, τα λιπάσματα με όξινη αντίδραση ή το S, αυξάνουν τον αφομοιώσιμο P υπό μορφή NO_3PO_4 .

Διαλυτοποίηση οργανικού P.

Εξαρτάται από τη μικροβιακή δράση που μετατρέπει τον P σε ορθοφωσφορικό που είναι αφομοιώσιμος από τα φυτά. Επομένως ύπαρξη οργανικής ουσίας και συνθηκών που διευκολύνουν την ανοργανοποίηση (αερισμός, επαρκής υγρασία, pH κ.ά.), εξασφαλίζουν την ύπαρξη αφομοιώσιμου P.

Τα φυτά διαφέρουν ως προς τις ανάγκες και ικανότητα πρόσληψης P. Η μεγαλύτερη ικανότητα πρόσληψης P από ορισμένα φυτά οφείλεται στους παρακάτω κυρίως λόγους:

1) Έκκριση περισσότερου CO₂ από τις ρίζες και τους μικροοργανισμούς της ριζόσφαιρας. Π.χ. τα ψυχανθή εκκρίνουν περισσότερο CO₂ και έχουν 2-4 φορές περισσότερους μικροοργανισμούς.

2) Μεγαλύτερη πρόσληψη Ca από τα φυτά (π.χ. ψυχανθή), οπότε το φωσφορικό τριασβέστιο μετατρέπεται διαδοχικά σε δι- και μονοασβέστιο.

3) Μεγαλύτερη επιφάνεια ριζικού συστήματος.

4) Ισορροπημένη σχέση θρεπτικών στοιχείων. Π.χ. τα ψυχανθή έχουν περισσότερο N στη διάθεσή τους και επομένως αποκτούν μεγαλύτερη ικανότητα πρόσληψης. 5) Πρόσληψη και κάλυψη αναγκών P για μακρύτερο χρόνο. Επειδή ο P διαλυτοποιείται βραδέως, διευκολύνονται είδη και ποικιλίες που έχουν κατανεμημένες επί μακρύτερο χρονικό διάστημα τις ανάγκες σε P.

Φωσφορική λίπανση.

Τα συνηθέστερα φωσφορικά λιπάσματα είναι τα υπερφωσφορικά τα οποία είναι διαλυτά στο νερό [CaH₄(PO₄)₂] ή στο κιτρικό οξύ [Ca₂H₂(PO₄)₂]. Περιέχουν 7-9% P και παράγονται από φωσφορικά ορυκτά με την επίδραση H₂SO₄. Αν αντί H₂SO₄ χρησιμοποιηθεί φωσφορικό οξύ παράγονται πυκνά υπερφωσφορικά με φώσφορο 18-21%. Άλλα φωσφορικά λιπάσματα είναι το φωσφορικό αμμώνιο, το μεταφωσφορικό Ca ή K, η σκωρία του Θωμά, άλευρα οστών, κ.ά.

Λεπτό μέγεθος κόκκων λιπάσματος είναι καταλληλότερο για εδάφη που δεν δεσμεύουν εύκολα το P και για λιγότερο διαλυτές μορφές P, ενώ το μεγάλο μέγεθος κόκκων ενδείκνυται για αντίθετες περιπτώσεις.

Η προσθήκη P σε γραμμές ή κατά θέσεις (εντοπισμένη λίπανση) αντί της διασποράς του σε όλη την επιφάνεια, συντελεί σε μικρότερη δέσμευση και επομένως στη διατήρησή του υπό αφομοιώσιμο μορφή για μακρύτερο διάστημα.

Συνεχής φωσφορική λίπανση πέραν των αναγκών των φυτών, μπορεί να κορέσει το έδαφος ως προς το P και να παρατηρηθεί υπολειμματική δράση της λιπάνσεως που μπορεί να διαρκέσει 3-4 χρόνια, δηλαδή να μην αντιδρά η καλλιέργεια σε φωσφορική λίπανση, διότι αν και βραδέως ένα ποσοστό από τα αποθέματα του δεσμευμένου P, διαλυτοποιείται και εμπλουτίζει το εδαφικό διάλυμα τις επόμενες χρονιές.

Χρόνος εφαρμογής. Από όλα τα λιπάσματα ο P είναι εκείνος που δεσμεύεται ευκολότερα στο έδαφος ώστε δεν προσλαμβάνεται με ευκολία από τα φυτά αλλά και δεν μετακινείται εύκολα στο έδαφος.

Επομένως υπάρχει ευρύ περιθώριο στην επιλογή του χρόνου εφαρμογής, οπωσδήποτε όμως επειδή χρειάζεται για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, ενσωματώνεται στο έδαφος πριν ή ταυτόχρονα με τη σπορά.

Τρόπος εφαρμογής. Η τοποθέτηση του P σε λωρίδες οδηγεί σε μικρότερη δέσμευση του P και συνιστάται προκειμένου για γραμμική σπορά και ειδικότερα για εδάφη πτωχά σε P, σχετικώς όξινα και μικρής παραγωγικότητας. Εδάφη πτωχά σε P αξιοποιούν κατά 30% περισσότερο την εντοπισμένη φωσφορική λίπανση, σε σχέση με τη διασπορά σε όλη την επιφάνεια, χωρίς όμως και να οδηγεί η περίπτωση αυτή πάντοτε σε μεγιστοποίηση των αποδόσεων.

Λιπάσματα υπό κοκκώδη μορφή παρουσιάζουν μικρότερη δέσμευση, όπως προαναφέρθηκε. Για βαθύρριζες καλλιέργειες, όπως οι δενδρώδεις, συνιστάται η χρησιμοποίηση οργανικών ενώσεων που διατηρούνται διαλυτές περισσότερο χρόνο και διεισδύουν βαθύτερα.

ΚΑΛΙΟ (K).

Σημασία του Καλίου για τα φυτά.

Το κάλιο σχετίζεται με τον σχηματισμό της χλωροφύλλης και επομένως επηρεάζει τη φωτοσύνθεση. Δεν είναι δομικό συστατικό των οργανικών ενώσεων αλλά παίζει καταλυτικό ρόλο στον πολυμερισμό των υδατανθράκων και τη χρησιμοποίηση νιτρικών αλάτων στον σχηματισμό πρωτεϊνών. Επίσης το K σχετίζεται με τη μετακίνηση των υδατανθράκων σε αποθησαυριστικά τμήματα του φυτού, όπως στην περίπτωση των γεωμήλων και των τεύτλων, βοηθάει στον σχηματισμό σκληρεγγύματος που οδηγεί σε δευτερογενή πάχυνση και αύξηση της μηχανικής αντοχής του φυτού. Ακόμη συμβάλλει στην κυτταρική διαίρεση, στην ενζυματική δράση και στην οικονομία του φυτού ως προς το νερό. Οι ανάγκες των φυτών και ο ρυθμός προσλήψεως K είναι ευθέως ανάλογος με τη συνθετική δράση του φυτού. Το K σχετίζεται με την ενεργοποίηση ενός αριθμού ενζύμων τα οποία προκαλούν διάφορες μεταβολικές διεργασίες όπως π.χ. η σύνθεση των πρωτεϊνών και η φωτοσύνθεση. Το K παίζει σπουδαίο ρόλο για τη φυσιολογική λειτουργία των στοματίων και επηρεάζει το άνοιγμα και το κλείσιμο αυτών. Η συγκέντρωση του K στα καταφρακτικά κύτταρα είναι πολύ μεγαλύτερη όταν τα στομάτια είναι ανοικτά απ'ότι όταν είναι κλειστά. Ανεπαρκής λειτουργία των στοματίων, που προκαλείται από έλλειψη K, οδηγεί σε περιορισμό της εισόδου του CO₂ και κατά συνέπεια και της φωτοσύνθεσης. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης εξαρτάται από τα προϊόντα της διεργασίας αυτής και τον ρυθμό απομάκρυνσης τους από τα φύλλα. Η μεταφορά των διαλυτών προϊόντων της φωτοσύνθεσης από τα φύλλα στον φλοιό επιταχύνεται παρουσία επαρκούς K. Επίσης όταν το K είναι ανεπαρκές τα στομάτια δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και οι απώλειες νερού με τη διαπνοή μπορεί να φθάσουν σε επικίνδυνα επίπεδα.

Η δράση του K επηρεάζεται έντονα από την παρουσία N. Με ελαττωμένο φωτισμό μειώνεται η ανάγκη του φυτού σε N αλλά αυξάνει σε K. Με αύξηση παροχής N αυξάνεται η φωτοσύνθεση εφόσον αυξηθεί η παροχή K.

Το K είναι πολύ ευκίνητο στοιχείο μέσα στο φυτό ώστε η έλλειψή του πρωτοεμφανίζεται στα κατώτερα φύλλα. Το K αποτελεί απαραίτητο συμπλήρωμα του N και αντιστρόφως. Έλλειψη K με σύγχρονη έλλειψη N δίνει ατροφικά φυτά, με φύλλα μικρά που ξηραίνονται από την περιφέρεια προς το κέντρο, λίγους καρπούς με μειωμένο βάρος, γιατί παρεμποδίζεται η σύνθεση οργανικής ουσίας. Έλλειψη K και περίσσεια N, δίνει λίγους υδατάνθρακες και περισσότερες αζωτούχες ενώσεις.

Γενικώς το K μετριάξει τις τυχόν δυσμενείς επιπτώσεις από την περίσσεια N και P, υποβοηθεί την πρόσληψη νερού, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την αντοχή των φυτών στην ξηρασία και αυξάνει την αφομοίωση. Επίσης το K συνδέεται με την ανθεκτικότητα του φυτού σε ορισμένες ασθένειες όπως π.χ. του βαμβακιού στη βερτισιλλίωση.

Τα ψυχανθή επωφελούνται ιδιαίτερω από το K, αντέχουν στο ψύχος και αυξάνεται η απόδοσή τους. Επίσης το K αυξάνει τον αριθμό των φυματίων καθώς επίσης το μέγεθος και τη δεσμευτική τους ικανότητα.

Η ποιότητα πολλών προϊόντων βελτιώνεται με άφθονο Κ, όπως π.χ. του σίτου, του καπνού κ.ά.
Περίσσεια Κ μπορεί να δυσχεράνει την πρόσληψη άλλων κατιόντων, ιδιαιτέρως του Mg και Ca.
Οι ανάγκες των καλλιεργειών σε Κ διαφέρουν. Ως πολύ απαιτητικά θεωρούνται ο καπνός και το βαμβάκι και ύστερα ο αραβόσιτος, τα γώμηλα και το κριθάρι.

Το Κάλιο του εδάφους.

Το Κ βρίσκεται στο έδαφος σε πολύ μεγαλύτερη αναλογία από το Ν και το Ρ. Η περιεκτικότητά του στο στερεό φλοιό της γης ανέρχεται σε 2,5% περίπου, ενώ στα καλλιεργούμενα εδάφη η αναλογία κυμαίνεται από 0,15 έως 4%.

Το μεγαλύτερο μέρος του Κ είναι δεσμευμένο από τα κολλοειδή του εδάφους, γιατί και τα βαρύτερα εδάφη είναι πλουσιότερα σε Κ από τα αμμώδη. Το Κ μπορεί να αντικαταστήσει το Ca ή άλλα στοιχεία στα κολλοειδή του εδάφους. Η δέσμευσή του στο έδαφος είναι ευκολότερη από το Ν και δυσκολότερη του Ρ, ενώ η κινητικότητά του στο έδαφος αντίθετη.

Το Κ του εδάφους βρίσκεται κατά 99% περίπου υπό μορφή ορυκτού, γενικώς μη ανταλλάξιμο (αποθεματικό ή ισχυρώς συγκρατημένο Κ). Το περισσότερο μέρος του υπόλοιπου Κ βρίσκεται υπό ανταλλάξιμη μορφή αλλά μη διαλυτή, ως ιόντα Κ δεσμευμένα από την άργιλο (προσροφημένο ή εναλλακτικό Κ). Ελάχιστη ποσότητα βρίσκεται υπό διαλυτή μορφή στα αργιλοχουμικά σύμπλοκα του εδάφους. Από την τελευταία ποσότητα τροφοδοτείται το εδαφικό διάλυμα, από το οποίο το φυτό προσλαμβάνει το Κ. (Εικ. 31). Η πηγή η οποία μπορεί να εφοδιάζει το εδαφοδιάλυμα με Κ είναι πρώτα το εναλλακτικό και δεύτερο το αποθεματικό. Οι τρεις αυτές μορφές συνδέονται με αμφίδρομη σχέση: (Κ εδαφοδιαλύματος) <--> (Προσροφημένο ή Εναλλακτικό Κ) <--> (Αποθεματικό ή Ισχυρώς συγκρατημένο Κ).

Αφομοιώσιμο Κ, καλείται το Κ που είναι στο εδαφικό διάλυμα ή είναι αποθηκευμένο στα κολλοειδή του εδάφους και μπορεί να προσληφθεί μεταγενέστερα. Συντελεστής αφομοιωσιμότητας του Κ καλείται η αναλογία του αφομοιώσιμου προς το σύνολο του Κ του εδάφους. Ο συντελεστής αυτός επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως είδος εδάφους, σύσταση μητρικού πετρώματος, είδος φυτού, κλιματολογικές συνθήκες κ.ά.

Σε αργιλώδη εδάφη το Κ του λιπάσματος δεσμεύεται και αποδίδεται δύσκολα στο φυτό. Προσωρινή προσήλωση του Κ γίνεται και στις οργανικές ουσίες αλλά το Κ στην περίπτωση αυτή αποδεσμεύεται με τη δράση των μικροοργανισμών, ενώ η προσήλωση στα κολλοειδή της άργιλου είναι μονιμότερη.

Η αντίδραση των φυτών στο Κ εξαρτάται πολύ από το κλίμα. Υπό συνθήκες δυσμενείς για τη φωτοσύνθεση, όπως μειωμένη ηλιοφάνεια και χαμηλή θερμοκρασία, τα φυτά έχουν μεγαλύτερη ανάγκη σε Κ. Το Κ εξάλλου ενισχύει την ανθεκτικότητα των φυτών στην ξηρασία, ενώ επαρκής υγρασία συντελεί στην παροχή μεγαλύτερης ποσότητας αφομοιώσιμου Κ.

Απώλειες σε Κάλιο.

Οφείλονται στους παρακάτω λόγους :

1) Απομάκρυνση με τα προϊόντα. Η ποσότητα αυτή υπολογίζεται σε 1-5 Kg/στρεμ.το χρόνο.

2) Έκπλυση. Σε αμμώδη ιδιαίτερα εδάφη η απώλεια αυτή μπορεί να είναι πολύ μεγάλη. Π.χ. η ετήσια απώλεια σε αμμώδες έδαφος βάθους 109cm υπολογίσθηκε σε 56% του προστιθέμενου αζωτούχου λιπάσματος, 1% του φωσφορικού και 47% του καλιούχου.

3) Διάβρωση. Η απώλεια αυτή είναι επίσης σημαντική και υπολογίζεται στις Η.Π.Α. σε 16Kg/στρεμ. Η απώλεια αντικαθίσταται μερικώς από τα κατώτερα στρώματα του εδάφους.

Καλιούχος λίπανση.

Παλαιότερα επικρατούσε η άποψη ότι τα ελληνικά εδάφη είναι πλούσια σε Κ και δεν χρειάζονται λίπανση. Σήμερα όμως όλο και περισσότερες περιπτώσεις δείχνουν την αναγκαιότητα της καλιούχου λιπάνσεως είτε γιατί με τη συνεχή καλλιέργεια εξαντλήθηκε το Κ είτε γιατί οι αυξημένες αποδόσεις σε συνδυασμό με την ισχυρή αζωτούχο λίπανση που εφαρμόζεται επιβάλλει τη χρήση καλίου.

Η μέση κατανάλωση καλιούχων λιπασμάτων στη χώρα μας είναι μικρή. Σύμφωνα με στοιχεία του FAO την περίοδο 1983-84 η μέση κατανάλωση λιπασμάτων ανά στρέμμα γεωργικής γης ήταν 16,11 λιπαντικές μονάδες και η σχέση N:P2O5:K2O ήταν 1:0,42:0,11 ενώ στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης η σχέση αυτή ήταν 1:0,52:0,53.

Μεγαλύτερες ανάγκες σε καλιούχο λίπανση παρουσιάζονται όταν χρησι-μοποιηθούν υψηλές δόσεις Ν (Εικ. 32), όταν το έδαφος περιέχει πολύ Ca, όταν η φυτομάζα που απομακρύνεται είναι μεγάλη, όταν το έδαφος είναι ελαφρής συστάσεως και όταν καλλιεργούνται απαιτητικά σε Κ φυτά. Επίσης τα χορτοδοτικά φυτά απομακρύνουν γενικώς μεγάλες ποσότητες Κ γιατί περιέχεται μεγάλη ποσότητα του στοιχείου στα φύλλα.

Καλιούχα λιπάσματα. Τα συνηθέστερα είναι το θειικό κάλι και το χλωριούχο κάλι. Το τελευταίο είναι ακατάλληλο για τη λίπανση του καπνού γιατί υποβαθμίζει την ποιότητα. Εντούτοις πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το KCl είναι φθηνότερο, επομένως το επιπλέον κόστος του θειικού καλίου δικαιολογείται μόνο για τις ευαίσθητες στο Cl καλλιέργειες(καπνός, πατάτα, δενδρώδεις καλλιέργειες).

Σύνθετο λίπασμα είναι το νιτρικό κάλι, ενώ υπάρχουν και διάφοροι τύποι μικτών λιπασμάτων.

Χρόνος εφαρμογής. Κάτω από τις ελληνικές συνθήκες ο κίνδυνος εκπλύσεως είναι περιορισμένος και υπάρχει μόνο στα αμμώδη εδάφη, όπως περιορισμένος είναι επίσης ο κίνδυνος αδιαλυτοποιήσεως του Κ από ορυκτά της αργίλου. Επομένως δεν υπάρχει περιορισμός στον χρόνο εφαρμογής. Συνήθως εφαρμόζεται πριν ή μαζί με τη σπορά.

Τρόπος τοποθετήσεως. Μπορεί να γίνει διασπορά ή εντοπισμένη λίπανση. Η τελευταία συνήθως δεν είναι πιο αποτελεσματική γιατί η περιεκτικότητα των ελληνικών εδαφών σε Κ δεν είναι κατά κανόνα μικρή. Συνήθως εφαρμόζεται ως βασική λίπανση μαζί με άλλα στοιχεία.

ΛΟΙΠΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Εκτός από τα τρία κύρια θρεπτικά στοιχεία υπάρχουν και άλλα τα οποία είτε αποτελούν συστατικά διαφόρων βασικών οργανικών ενώσεων του φυτού, είτε συμμετέχουν στη σύνθεση ενώσεων που χρειάζονται στο φυτό σε μικρή δόση, είτε έχουν καταλυτική δράση άμεση ή έμμεση (ενεργοποίηση ενζύμων).

ΘΕΙΟ (S).

Η αναλογία του στα φυτά κυμαίνεται γύρω στο 0,3% και μπορεί να φθάσει την αναλογία του P σε ορισμένα όπως η κράμβη. Βρίσκεται στο φυτό υπό ανόργανο (π.χ. CaSO_4) ή οργανική μορφή (π.χ. νιτρικοί εστέρες, θειοπρωτεΐνες και ως συστατικό ενζύμων). Συνδέεται στενά με τη σύνθεση αζωτούχων ενώσεων και ρυθμίζει το pH του κυτταρικού χυμού. Θεωρείται ότι είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό χλωροφύλλης.

Είναι αρκετά δυσκίνητο στοιχείο ώστε η έλλειψή του η οποία γενικώς ομοιάζει με την έλλειψη αζώτου, παρουσιάζεται στα νέα φύλλα. Προκαλεί χλώρωση φύλλων και νευρώσεων. Συνθήκες ξηρασίας επιδεινώνουν την έλλειψή του. Περίσσεια S μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την ποιότητα του καπνού.

Το έδαφος περιέχει μέχρι 1% S σε ξηρά και οργανικά εδάφη. Στο έδαφος βρίσκεται υπό ανόργανο και οργανική μορφή. Οξειδωση θειούχων ενώσεων υποβιβάζει την τιμή του pH γιατί παράγεται H_2SO_4 . Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως $\text{SO}_4^{=}$.

Εμπλουτισμός του εδάφους γίνεται μερικώς με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που συμπαρασύρουν τις θειούχες ενώσεις της ατμόσφαιρας. Εκτός αυτού πολλά λιπάσματα περιέχουν αρκετές ποσότητες S, ώστε δεν υπάρχει λόγος ειδικής λιπάνσεως. Το S μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις αλκαλικών εδαφών για υποβιβασμό του pH.

ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca).

Χρησιμοποιείται σε μεγάλη αναλογία από το φυτό. Συμβάλλει στον σχηματισμό των κυτταρικών μεμβρανών, μειώνει την περατότητά τους, εξουδετερώνει τα οργανικά οξέα, ρυθμίζει την ανάπτυξη της ρίζας και βοηθάει την πρόσληψη του N.

Στο φυτό βρίσκεται υπό διαλυτή μορφή (CaSO_4) και αδιάλυτο (οξαλικό, φωσφορικό ή ανθρακικό ασβέστιο). Το Ca είναι δυσκίνητο στοιχείο, παραμένει στα παλιά φύλλα τα οποία αν δεν συγκομίζονται πέφτουν στο έδαφος. Η έλλειψή του εμφανίζεται στα νέα φύλλα που γίνονται χλωρωτικά, χονδρά με ανώμαλη επιφάνεια και σχίζονται. Έλλειψη Ca προκαλεί νέκρωση του ακραίου οφθαλμού στον καπνό και ατροφική ταξιανθία. Πολλά λιπάσματα περιέχουν Ca και γιαντό σπάνια παρουσιάζεται έλλειψή του.

Περίσσεια Ca έχει έμμεση αρνητική επίδραση στα φυτά γιατί ανταγωνίζεται την πρόσληψη άλλων στοιχείων ιδίως K, Mg και Fe.

Το Ca βρίσκεται στο έδαφος με πολλές μορφές (ανόργανη και οργανική). Η βελτίωση της φυσικής συστάσεως του εδάφους, η αύξηση της μικροβιακής δράσεως, η διόρθωση του pH και η διαλυτοποίηση διαφόρων θρεπτικών ουσιών, συνιστούν τις σπουδαιότερες ευνοϊκές επιδράσεις του Ca στο έδαφος.

ΣΙΔΗΡΟΣ (Fe).

Προσλαμβάνεται σε μικρές ποσότητες από τα φυτά, με εξαίρεση ορισμένα όπως το ρύζι, που έχουν ανάγκη από μεγαλύτερες ποσότητες. Είναι απαραίτητος για τον σχηματισμό της χλωροφύλλης. Είναι συστατικό πολλών ενζύμων που παίρνουν μέρος στην αναπνοή, φωτοσύνθεση και αναγωγή αλάτων. Βρίσκεται κυρίως στους χλωροπλάστες με οργανική μορφή, ενώ μικρή ποσότητα είναι διαλυτή. Η περιεκτικότητα στα φυτά κυμαίνεται από 0,1 έως 6% (ξηρής ουσίας).

Είναι στοιχείο δυσκίνητο, γιατί και η έλλειψη του προκαλεί χλώρωση στα φύλλα και στους βλαστούς, παρουσιάζεται πρώτα στα νεαρά φύλλα. Έλλειψη P ή περίσσεια K αυξάνει την κινητικότητα του Fe.

Ο Fe βρίσκεται στο έδαφος ως δισθενής και τρισθενής καθώς και ως οργανικός. Οργανική ουσία υπό αποσύνθεση ευνοεί τη διαλυτότητα του Fe. Αφομοιώσιμος είναι ο δισθενής και ο οργανικός σίδηρος. Ασβέστωση και αερισμός του εδάφους ευνοούν την οξειδωση Fe^+ σε Fe^{++} . Η έλλειψή του αντιμετωπίζεται με ψεκασμό των φυτών με υδατικό διάλυμα οργανικού ή θειϊκού Fe (0,4-0,8% Fe) ή λίπανση με οργανικό Fe σε ποσότητα 5-10 kg/στρ. Τα ανόργανα άλατα δεν είναι αποτελεσματικά γιατί γρήγορα μετατρέπονται σε μη αφομοιώσιμα.

ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg).

Αποτελεί το μοναδικό ανόργανο στοιχείο της χλωροφύλλης (4% περίπου) και είναι συστατικό και πολλών άλλων χρωστικών του φυτού. Με τη συγκομιδή των προϊόντων απομακρύνονται σημαντικές ποσότητες, κατά μέσο όρο 2-3 kg/στρ.Mg0.

Το περισσότερο μαγνήσιο στο φυτό βρίσκεται υπό ανόργανο διαλυτή μορφή και ένα μέρος βρίσκεται στις οργανικές ενώσεις. Είναι πολύ ευκίνητο στοιχείο ώστε η έλλειψή του εμφανίζεται στα παλαιότερα φύλλα ως μεσονεύρια χλώρωση. Η αμμωνιακή λίπανση, σε αντίθεση με τη νιτρική, επιτείνει τη χλώρωση, ίσως γιατί έχει οξινοποιό δράση στο έδαφος. Έλλειψη Mg καθυστερεί την ωρίμαση και την παραγωγή ζαχάρεως στα τεύτλα.

Περιέχεται στο έδαφος σε ποσότητα συνήθως μικρότερη από 1%. Όταν η περιεκτικότητα είναι μεγαλύτερη, ιδιαίτερα με σύγχρονη έλλειψη Ca, το Mg γίνεται τοξικό, ανταγωνίζεται το K και καθιστά το έδαφος άγονο. Έλλειψη Mg παρατηρείται σε όξινα εδάφη και βροχερά έτη, λόγω εκπλύσεως. Εκτός από τη μηχανική σύσταση του εδάφους, η χημική σύσταση των ορυκτών επηρεάζει τη διαλυτότητα του Mg. Γενικώς τα θειϊκά ορυκτά του μαγνησίου έχουν μεγαλύτερη διαλυτότητα από τα ανθρακικά και αυτά από τα πυριτικά.

Φαίνεται ότι το Mg δρα ανταγωνιστικώς προς το Ca και K. Ισχυρή καλιούχος λίπανση μπορεί να προκαλέσει έλλειψη Mg.

ΜΑΓΓΑΝΙΟ (Mn).

Αποτελεί συστατικό πολλών ενζύμων του κύκλου του Krebs και επομένως παίζει ρόλο στην αναπνοή και οξείδωση. Επίσης παίζει ρόλο στη σύνθεση πρωτεϊνών και ευνοεί τον σχηματισμό υδατανθράκων.

Σε όξινα εδάφη περίσσεια Mn προκαλεί τοξικά φαινόμενα, οπότε συνιστάται προσθήκη Ca. Έλλειψη Mn προκαλεί χλώρωση (π.χ. στα τεύτλα), ή νανισμό και χλώρωση (καπνός, βρώμη).

Στο φυτό βρίσκεται με τρεις μορφές: δεσμευμένο, δυσκίνητο και ευκίνητο. Η χλώρωση μπορεί να παρατηρηθεί στα παλαιότερα ή νεώτερα φύλλα. Η έλλειψη αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς υδατικού διαλύματος 1,5% θειϊκού μαγγανίου και συνολικής ποσότητας περίπου 1,5 kg/στρ.

Το Mn βρίσκεται στο έδαφος ως δισθενές (αφομοιώσιμο), τρισθενές (μη αφομοιώσιμο) και οργανικό. Συσώρευση Mn είναι τοξική για τα φυτά. Αντιθέτως ασβέστωση, καλή δομή και αερισμός συντελούν στη μετατροπή του δισθενούς σε τρισθενές Mn και επομένως έλλειψη Mn. Το Mn ανταγωνίζεται τον Fe.

ΒΟΡΙΟ (Bo).

Είναι απαραίτητο, ιδιαίτερα για ορισμένες καλλιέργειες όπως καπνό, τεύτλα βαμβάκι αλλά και μικρή υπέρβαση γίνεται τοξική για τα φυτά. Η φυσιολογική του δράση δεν είναι απολύτως γνωστή. Το Bo βρίσκεται στα μεριστώματα, επηρεάζει την πρόσληψη Ca και άλλων κατιόντων και σχετίζεται με τη βλάστηση των γυρεόκοκκων. Οι σπουδαιότερες πηγές του είναι το ορυκτό τουρμουλίνη και το θαλάσσιο νερό. Σε ξηρά κλίματα βρίσκεται ως άλας του Na.

Είναι δυσκίνητο στοιχείο και η έλλειψή του προκαλεί επιβράδυνση της ανάπτυξης και όταν η έλλειψη είναι οξεία καταστρέφεται ο ακραίος οφθαλμός. Στο έδαφος βρίσκεται υπό ανόργανο μορφή που εκπλύνεται εύκολα και οργανική. Έλλειψη μπορεί να παρατηρηθεί σε ελαφρά εδάφη, σχετικώς αλκαλικά και πλούσια σε οργανική ουσία, συνθήκες που ευνοούν τη δράση των μικροοργανισμών που καταναλίσκουν τη μικρή ποσότητα Bo. Σε περιπτώσεις ελλείψεως συνιστάται η χρήση 0,1 kg/στρ. βόρακα.

ΧΛΩΡΙΟ (Cl).

Θεωρείται απαραίτητο για ορισμένα φυτά όπως καλαμπόκι, ζαχαρότευτλα, τομάτα. Περίσσεια Cl καθυστερεί την παραγωγή αμύλου στα γεώμηλα και κτηνοτροφικά τεύτλα και υποβαθμίζει την ποιότητα του καπνού. Είναι πολύ ευκίνητο στοιχείο μέσα στο φυτό.

Περίσσεια Cl στο έδαφος μπορεί να παρουσιαστεί σε ξηρά κλίματα και σε παραθαλάσσιες περιοχές, αλλά εκπλύνεται εύκολα.

ΝΑΤΡΙΟ (Na).

Όταν βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα στο έδαφος είναι επιβλαβές για το φυτό. Υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ Na και K στο έδαφος και στο φυτό. Ορισμένα φυτά, όπως τεύτλα και βαμβάκι, μπορεί να καλύψουν μερικώς τις ανάγκες τους σε K προσλαμβάνοντας Na. Φυτά αλμυρών περιοχών διατρέφονται με Na αλλά όταν υπάρχει επαρκές N δεν είναι απαραίτητο το Na.

Περίσσεια Na υπάρχει σε παραθαλάσσιες περιοχές, επίσης μπορεί να παρατηρηθεί σε εδάφη ξηρών περιοχών και με συνεχή χρήση λιπασμάτων που περιέχουν Na.

ΧΑΛΚΟΣ (Cu).

Είναι απαραίτητο στοιχείο, ιδίως για τα ψυχανθή. Σχετίζεται με ορισμένα ένζυμα που συμμετέχουν σε οξειδωτικές αντιδράσεις. Φαίνεται ότι ο Cu οξειδώνει τον Fe και τον ακινητοποιεί. Έλλειψη Cu προκαλεί χλώρωση, ενώ η περίσσειά του είναι τοξική.

Είναι σπάνιο να παρουσιαστεί τοξικότητα Cu γιατί καθιλώνεται εύκολα στο έδαφος. Έλλειψη μπορεί να παρουσιαστεί σε οργανικά εδάφη, οπότε συνιστάται εφαρμογή 2,5-5,0 kg/στρ. CuS04.

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn).

Είναι απαραίτητο στοιχείο για πολλά φυτά, ιδιαίτερα για τον σχηματισμό σπόρων, αλλά σε πολύ μικρές αναλογίες. Περιέχεται σε ορισμένα αξειδαναγωγικά ένζυμα. Έλλειψη Zn προκαλεί χλώρωση. Ευαίσθητα φυτά στην έλλειψη Zn είναι ο αραβόσιτος και η σόγια, μετρίως ευαίσθητα τα ζαχαρότευτλα, η μηδική, τα γεώμηλα, το σόργο και λιγότερο τα χειμερινά σιτηρά κ.α.

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε Zn ποικίλλει. Προσηλώνεται ισχυρώς στο έδαφος. Έλλειψη παρουσιάζεται όταν το pH είναι χαμηλό και όταν υπάρχουν πολλές βροχοπτώσεις. Μπορεί να ανταγωνιστεί τον P και όταν υπάρχει περίσσεια να γίνει τοξικός.

Σε περιπτώσεις ελλείψεως αρκεί προσθήκη 0,5 περίπου kg/στρ. για μια τετραετία.

ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ (Mo).

Είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό των φυματίων στα ψυχανθή και για τη δέσμευση N από τα *Azotobacter* και *Clostridium*. Είναι επίσης απαραίτητο και για άλλα φυτά (π.χ. τεύτλα, πατάτες).

Έλλειψη Mo προκαλεί τοπική ή γενική χλώρωση και νεκρωτικές κηλίδες σε βαρύτερες περιπτώσεις. Τα τεύτλα αναδιπλώνουν τα φύλλα τους κατά μήκος της κεντρικής νευρώσεως.

Η αναλογία του στο έδαφος είναι περίπου 1ppm, από το οποίο είναι ανταλλάξιμο το 0,1-05 ως ανιόν. Απελευθερώνεται με την προσρόφηση P από τα φυτά. Έλλειψη Mo μπορεί να παρατηρηθεί σε εδάφη πτωχά σε P, πλούσια σε Fe και Mn και με ισχυρή νιτρική λίπανση και με χαμηλό pH.

Η έλλειψη αντιμετωπίζεται με ψεκασμό 0,1% Mo04 ή εφαρμογή 0,1-0,2 kg/στρ. αλλά όταν είναι χαμηλό το pH πρέπει να γίνεται παραλληλώς και ασβέστωση.

ΚΟΒΑΛΤΙΟ (Co).

Ο ρόλος του στα φυτά ποικίλλει. Στα ψυχανθή δρα καταλυτικώς στη δέσμευση N. Ενδιαφέρει και τα άλλα κτηνοτροφικά φυτά γιατί έλλειψη του προκαλεί σοβαρές ανωμαλίες στη διατροφή των ζώων. Η ασθένεια των ζώων παρουσιάζεται όταν η περιεκτικότητα σε Co είναι μικρότερη από 5ppm στο έδαφος και 0,07 στα φυτά. Έλλειψη παρατηρείται συνήθως σε αμμώδη εδάφη, πτωχά σε οργανική ουσία.

ΑΡΓΙΛΙΟ (Al).

Βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία στο έδαφος και στα φυτά (σε μερικά έως και 80% της τέφρας), αλλά δεν εξακριβώθηκε αν είναι απαραίτητο. Με pH μικρότερο από 4, αυξάνει η ποσότητα του διαλυτού Al ώστε γίνεται τοξικό για τα φυτά.

ΠΥΡΙΤΙΟ (Si).

Βρίσκεται σε μεγάλες αναλογίες στα φυτά, κυρίως στην κυτταρική μεμβράνη της επιδερμίδας, όπου ο ρόλος του είναι μάλλον προστατευτικός, γιατί κάνει ανθεκτικούς τους εξωτερικούς ιστούς. Αποτελεί το μισό περίπου της τέφρας των αγροστωδών.

Στο έδαφος βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία αλλά ελάχιστα διαλυτή γιατί τα πυριτικά ορυκτά μεταβάλλονται δύσκολα. Σε υψηλώς αλκαλικά εδάφη ($\text{pH} > 9$), το Si υδρολύεται και σχηματίζει με το Na διαλυτό νάτριο.

ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στα φυτά βρίσκονται και πολλά άλλα στοιχεία που δεν έχει διελευκανθεί ο ρόλος τους, όπως το σελήνιο, θάλλιο, φθόριο, χρώμιο, μόλυβδος, αρσενικό. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να γίνουν τοξικά τόσο για τα φυτά όσο και για τον άνθρωπο και τα ζώα, όταν αυξηθεί έστω και λίγο η περιεκτικότητά τους στο εδαφικό διάλυμα.

ΣΠΟΡΑ

Οι σπόροι των καλλιεργούμενων φυτών τοποθετούνται από τον άνθρωπο στην κατάλληλη θέση και με συνθήκες τέτοιες που να ευνοείται το φύτεμα και η ανάπτυξη των φυτών.

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που συνδέονται με τη σπορά αναφέρονται παρακάτω:

Εποχή σποράς

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιλογή της εποχής σποράς είναι να μπορεί να προσαρμοστεί ο βιολογικός κύκλος του φυτού στη βλαστική περίοδο της περιοχής. Πρέπει να ικανοποιούνται οι κλιματολογικές απαιτήσεις των φυτών, ιδιαιτέρως ως προς τη θερμοκρασία και υγρασία, με γνώμονα τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας των φυτών. Το σημείο αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τα φυτά που βρίσκονται στα όρια της ζώνης καλλιέργειάς τους όπως π.χ. το βαμβάκι στην Ελλάδα. Στις περιπτώσεις αυτές τα όρια της εποχής σποράς είναι στενά αλλά και η σημασία της εποχής σποράς μεγάλη.

Άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την εποχή σποράς είναι ο έλεγχος των ζιζανίων, ασθeneιών και εχθρών και κάθε άλλου κινδύνου. Τέλος οι οικονομικοί παράγοντες καθορίζουν σε πολλές περιπτώσεις την εποχή σποράς, π.χ. εποχή ζήτησης των προϊόντων και τιμές, επιμήκυνση χρόνου διάθεσης των προϊόντων για άμεση κατανάλωση ή επεξεργασία κ.α..

Συνήθως η κατά το δυνατό πρωϊμότερη σπορά είναι και πλέον επιτυχής γιατί: α) έχει το φυτό μεγαλύτερη βλαστική περίοδο στη διάθεσή του για να ολοκληρώσει άνετα τον βιολογικό του κύκλο και να μεγιστοποιήσει την απόδοση, β) συνδέεται γενικώς με πρωϊμηση της συγκομιδής που συνεπάγεται μείωση του κόστους παραγωγής (λιγότερες επεμβάσεις), εξασφάλιση προϊόντος από αντιξοότητες κατά την περίοδο συγκομιδής για ανοιξιάτικες ευαίσθητες καλλιέργειες, γ) ειδικότερα για την Ελλάδα εκμεταλλεύεται τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες της χώρας για παραγωγή πρώιμων προϊόντων.

Το πλεονέκτημα της πρώιμης σποράς είναι τόσο μεγάλο ώστε αντισταθμίζει, συνήθως, κατά ένα μεγάλο ποσοστό τις τυχόν απώλειες από μειωμένο φύτρωμα. Επίσης τις περισσότερες φορές είναι προτιμότερο να ριψοκινδυνεύσουμε να ξανασπείρουμε παρά να σπείρουμε όψιμα.

Οι κυριότερες εποχές σποράς για την Ελλάδα είναι η φθινοπωρινή ή η ανοιξιάτικη σπορά. Ορισμένα μόνο φυτά μπορούν να σπαρούν, κάτω από τις συνθήκες της Ελλάδος, και άνοιξη και φθινόπωρο, όπως η μηδική:

Φθινοπωρινή σπορά. Το φθινόπωρο σπέρνονται τα φυτά που αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, όπως το σιτάρι, η σίκαλη, το κριθάρι και η βρώμη. Η σπορά τους γίνεται από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Δεκέμβριο.

Με πολύ πρώιμη σπορά μπορεί να μη εξασφαλίζεται ικανοποιητική υγρασία για το φύτρωμα, ή μπορεί τα φυτά να φυτρώσουν και να μεγαλώσουν πρώιμα οπότε μπορεί να ζημιωθούν από το κρύο του χειμώνα ή να πλαγιάσουν την άνοιξη. Εξάλλου όμως και η υπερβολικά όψιμη εποχή είναι επιζήμια γιατί δεν μπορούν να φυτρώσουν οι σπόροι και τρώγονται από τα πουλιά, ή φυτρώνουν αλλά τα νεαρά φυτά παθαίνουν ζημιά από τις παγωνιές και αργότερα παράγουν λίγα αδέρφια και οψιμίζουν. Όταν το φθινόπωρο είναι ξηρό αναπόφευκτα οδηγούμαστε σε όψιμη σπορά γιατί δεν μπορεί να γίνει η κατεργασία του εδάφους.

Με την κατάλληλη εποχή σποράς επιδιώκουμε να αποκτήσουν τα φυτά μόνιμες ρίζες πριν έρθουν οι παγωνιές του χειμώνα. Η αντοχή στο ψύχος του κάθε είδους, αλλά και της κάθε ποικιλίας, επηρεάζει την εποχή σποράς. Επίσης στα πτωχά και ελαφρά εδάφη επιδιώκουμε πρώιμη σπορά ενώ στα πλούσια και ζεστά οψιμότερη.

Ανοιξιάτικη σπορά. Τα φυτά που δεν αντέχουν στο ψύχος, όπως το καλαμπόκι, το ρύζι και το βαμβάκι σπέρνονται την άνοιξη γιατί και ονομάζονται ανοιξιάτικες καλλιέργειες.

Βασική επιδίωξη είναι να γίνεται η σπορά όταν η θερμοκρασία σε βάθος 5cm περίπου, ανεβεί πάνω από το κατώτερο ανεκτό όριο για το κάθε φυτό και όταν παράλληλα υπάρχει και ικανοποιητική υγρασία, αν και η έλλειψη της υγρασίας μπορεί να αντιμετωπιστεί σε πολλές περιπτώσεις με άρδευση. Πρέπει να αποφεύγεται επίσης η υπερβολική υγρασία που οδηγεί στη σήψη του σπόρου.

Για τις ανοιξιάτικες καλλιέργειες, η πρώιμη σπορά αποκτά μεγαλύτερη σημασία από ό,τι για τις χειμωνιάτικες καλλιέργειες. Με την πρώιμη σπορά μεγαλώνει η βλαστική περίοδος με αποτέλεσμα να συμπληρώνεται άνετα ο βιολογικός κύκλος του φυτού. Το στοιχείο αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία τις χρονιές που λόγω κλιματολογικών συνθηκών περιορίζεται υπερβολικά η βλαστική περίοδος, όπως συνέβη το 1976 με το βαμβάκι στην Ελλάδα. Τη χρονιά αυτή υπήρξε μεγάλη ποσοτική και ποιοτική μείωση του βαμβακιού εξαιτίας των πρόωρων βροχοπτώσεων στις αρχές Οκτωβρίου. Εντούτοις η πρώιμη σπορά απέδωσε την ίδια παραγωγή που είχε το βαμβάκι στην πολύ καλή χρονιά του 1975. (Εικ.33).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι όσο μεγαλύτερος ο βιολογικός κύκλος του φυτού τόσο μεγαλύτερη είναι γενικώς η παραγωγικότητα του φυτού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα υβρίδια του αραβοσίτου

Με την πρώιμη σπορά επιτυγχάνεται ποσοτική και ποιοτική βελτίωση της παραγωγής, ολοκληρώνεται η συγκομιδή πριν τις αντίξοες συνθήκες του φθινοπώρου, τα φυτά εκμεταλλεύονται καλύτερα την υγρασία του εδάφους την οποία διαφορετικά θα την εξαντλούσαν τα ζιζάνια ή η εξάτμιση, επωφελούνται από τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες της ανοίξεως, αυξάνει η αποτελεσματικότητα της

λίπανσης, της άρδευσης και κάθε άλλου παράγοντα που αυξάνει την παραγωγικότητα του φυτού. Επίσης η πρώιμη σπορά οδηγεί σε πρώιμηση και επομένως σε μείωση του κόστους παραγωγής (λιγότερες επεμβάσεις) και σε καλύτερη εφαρμογή της αμειψοσποράς (έγκαιρη προετοιμασία αγρού για την επόμενη καλλιέργεια).

Για την επιτυχία της πρώιμης σποράς αναπτύχθηκαν διάφορες μέθοδοι οι σπουδαιότερες από τις οποίες είναι:

α) Δημιουργία και χρήση ανθεκτικών στο ψύχος ποικιλιών.

β) Χρήση απολυμασμένου σπόρου για να προστατεύεται από τους μικροοργανισμούς του εδάφους που προκαλούν σήψη. Τέτοιος σπόρος μπορεί να μείνει στο έδαφος για μακρύ διάστημα, μέχρις ότου ανεβεί η θερμοκρασία σε ικανοποιητικό επίπεδο, εφόσον όμως η υγρασία εδάφους δεν είναι πολύ υψηλή ώστε να σαπίσει ο σπόρος.

γ) Κάλυψη της γραμμής σποράς με φύλλο πολυαιθυλενίου ώστε να ανεβεί η θερμοκρασία εδάφους. Η αποτελεσματικότητα της καλύψεως έχει αποδειχθεί με πολλά πειράματα και καταβάλλεται προσπάθεια να εκμηχανισθεί η τεχνική αυτή. Σήμερα εφαρμόζεται σε εντατικές καλλιέργειες (π.χ. καρπούζια με αποτέλεσμα να ωριμάζουν από τον Ιούνιο) αλλά άρχισε να εφαρμόζεται και σε άλλες καλλιέργειες, π.χ. στο βαμβάκι κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα. (Στην Ισπανία εφαρμόζεται σε πολλές χιλιάδες στρέμματα βαμβακοκαλλιέργειας).

Ποσότητα σπόρου

Η ποσότητα σπόρου καθορίζεται κυρίως από τον επιδιωκόμενο πληθυσμό φυτών, ο οποίος πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να επιφέρει την ποσοτική και ποιοτική μεγιστοποίηση της παραγωγής. Η ποσότητα του σπόρου είναι ακόμη συνάρτηση του μεγέθους και του βάρους του σπόρου, της βλαστικότητάς του, των εδαφοκλιματικών συνθηκών σποράς, των κινδύνων που διατρέχουν οι σπόροι από τους βιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντός τους (εχθροί, ασθένειες, ζιζάνια κ.α.).

Σήμερα η ποσότητα σπόρου που πρέπει να χρησιμοποιηθεί αποκτά μεγαλύτερη σημασία, γιατί καταργήθηκε σχεδόν εξ ολοκλήρου το αραιώμα με το οποίο αφαιρούντο τα επιπλέον του επιθυμητού αριθμού φυτά.

Η κατάργηση του αραιώματος συνδυάζεται με τη σπορά ακριβείας με την οποία ο αριθμός σπόρων, που χρησιμοποιείται από την ειδική σπαρτική μηχανή, τείνει να είναι ο ίδιος με τον επιθυμητό αριθμό φυτών. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σπορά ακριβείας είναι η αριστοποίηση των παραγόντων που εξασφαλίζουν τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου και την προστασία των φυτών από κάθε δυσμενή παράγοντα (κίνδυνο που μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες φυτών).

Βάθος σποράς

Για να βλαστήσει ο σπόρος πρέπει να βρεθεί σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού. Τέτοιες συνθήκες, κυρίως από άποψη υγρασίας, σπανίως υπάρχουν στην επιφάνεια του εδάφους. Εξάλλου οι σπόροι στην επιφάνεια του αγρού μπορεί να φαγωθούν από πουλιά και έντομα ή να παρασυρθούν με το νερό και τον αέρα. Γιαντό είναι απαραίτητο να σπαρεί ο σπόρος σε ορισμένο βάθος που δεν πρέπει όμως να είναι υπερβολικό για να έχει τη δύναμη το βλαστίδιο να βγει στην επιφάνεια του εδάφους (φύτρωμα του σπόρου). Το βάθος αυτό δεν πρέπει να είναι γενικώς μεγαλύτερο από 3πλάσιο έως 5πλάσιο της μεγαλύτερης διάστασης του σπόρου.

Το βάθος σποράς εξαρτάται από το είδος του φυτού και συγκεκριμένα από τη δυσκολία ή ευκολία με την οποία μπορεί το βλαστίδιο να διαπεράσει το έδαφος μέχρι την επιφάνεια. Γενικώς φυτά που βγάζουν στην επιφάνεια του εδάφους τις κοτυληδόνες, όπως το βαμβάκι και τα φασόλια, δυσκολεύονται περισσότερο από τα αγροστώδη στα οποία το βλαστίδιο μοιάζει με βελόνα που διαπερνά εύκολα το χώμα.

Για το ίδιο φυτικό είδος οι κυριώτεροι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εκλογή του κατάλληλου βάθους είναι η υγρασία και η σύσταση του εδάφους. Το βάθος του σπόρου μπορεί να είναι τόσο πιο μικρό όσο πιο ψηλά βρίσκεται η υγρασία εδάφους. Βασική επιδίωξη για την εκλογή του κατάλληλου βάθους είναι να έχει ο σπόρος και το νεαρό φυτό την απαραίτητη υγρασία (να μη βρεθούν σε ξηρό χώμα). Όσο βαθύτερα βρίσκεται η εδαφική υγρασία τόσο βαθύτερα γίνεται αναγκαστικά η σπορά.

Για να αποφευχθεί το μεγάλο βάθος σποράς απομακρύνεται συνήθως το ξηρό επιφανειακό στρώμα με ειδικά εξαρτήματα της σπαρτικής μηχανής ή με τσάπα προκειμένου για σπορά με το "χέρι". Όταν το έδαφος είναι πολύ ξηρό και εφόσον υπάρχει δυνατότητα γίνεται άρδευση πριν ή μετά τη σπορά.

Στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες υπάρχει συνήθως επαρκής υγρασία κατά την πρόιμη σπορά και επομένως το βάθος σποράς είναι μικρότερο από την όιμη σπορά κατά την οποία συνήθως η εδαφική υγρασία έχει υποχωρήσει σε κατώτερα στρώματα. Στη φθινοπωρινή σπορά συμβαίνει συνήθως το αντίθετο.

Μέσα και τρόποι σποράς.

Για τις μεγάλες καλλιέργειες η σπορά γίνεται σήμερα με μηχανές. Η εισαγωγή των σπαρτικών μηχανών είναι από τους κύριους παράγοντες της σύγχρονης Γεωργίας γιατί εκτός από την ταχύτητα και μείωση του κόστους εκτελέσεως της εργασίας, σε σχέση με τη σπορά με τα χέρια, αύξησε την ακρίβεια και την ομοιομορφία της σποράς ως προς την ποσότητα σπόρου, το βάθος σποράς, τις αποστάσεις φυτών κ.α. Σπορά με το χέρι είναι μόνο λύση ανάγκης σήμερα. Εφαρμόζεται π.χ. ακόμη σε ορυζώνες όπου μπορεί να γίνει και από αέρος.

Οι σπουδαιότεροι τρόποι σποράς είναι η σπορά "στα πεταχτά" που έχει εγκαταληφθεί σχεδόν σήμερα και η γραμμική σπορά.

1. Σπορά "στα πεταχτά" Με τον τρόπο αυτό ο σπόρος διασκορπίζεται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους, με το χέρι ή με ειδικές μηχανές και καλύπτεται στη συνέχεια με ελαφρό όργωμα ή σβάρνισμα. Μεγάλο μειονέκτημα του τρόπου αυτού είναι το κακό και ανομοιόμορφο φύτευμα εξαιτίας της ανομοιόμορφης διασποράς και κάλυψης του σπόρου.

2. Γραμμική σπορά. Με τον τρόπο αυτό, που έχει γενικευθεί σχεδόν σήμερα, ο σπόρος τοποθετείται σε γραμμές που απέχουν ορισμένη απόσταση και διευκολύνεται η διέλευση των μηχανημάτων για την εκτέλεση καλλιεργητικών φροντίδων.

Οι σπόροι στη γραμμή μπορεί να είναι συνέχεια ο ένας από τον άλλο (συνεχής σπορά, drilling) ή να τοποθετούνται περισσότεροι του ενός μαζί σε ορισμένες θέσεις (σπορά κατά θέσεις ή όρχους, hill). Η σπορά σε όρχους υποβοηθεί το φύτευμα, γιατί τα πολλά βλαστίδια έχουν μεγαλύτερη δύναμη από το ένα για να διαπεράσουν το χώμα που βρίσκεται πάνω από τον σπόρο, αλλά όταν υπάρχουν πολλά φυτά σε ένα

όρχο δημιουργείται ανταγωνισμός μεταξύ τους γιαυτό και έχει επικρατήσει η συνεχής σπορά. Η σπορά σε όρχους χρησιμοποιείται σε ορισμένες περιπτώσεις για συμπλήρωση του αριθμού φυτών μετά το φύτευμα.

Βελτιωμένη τεχνική της γραμμικής σποράς αποτελεί η σπορά ακριβείας για την οποία έγινε προηγουμένως λόγος και η οποία εφαρμόζεται κυρίως στα λαχανικά αλλά πρόσφατα κατέκτησε και τις μεγάλες καλλιέργειες, όπως καλαμπόκι, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα κ.ά.

ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Ορισμένα φυτά που έχουν πολύ μικρό σπόρο ή είναι ευαίσθητα κατά το φύτευμα και τη νεαρή τους ηλικία ή χρειάζονται ειδικές φροντίδες, σπέρνονται αρχικώς πολύ πυκνά σε σπορεία και όταν αποκτήσουν ορισμένη ηλικία και εφόσον οι καιρικές συνθήκες στον αγρό γίνουν ικανοποιητικές για το φυτό μεταφυτεύονται στις μόνιμες πλέον θέσεις τους στον αγρό. Με τη μεταφύτευση επιμηκύνεται τεχνητώς η βλαστική περίοδος του φυτού για τη συγκεκριμένη περιοχή, εφόσον το φυτό συμπληρώνει ένα ορισμένο στάδιό του στο σπορείο υπό προστασία, με αποτέλεσμα, την αύξηση της παραγωγικότητας του φυτού.

Ορισμένες καλλιέργειες είναι πάντοτε μεταφυτευτικές π.χ. ο καπνός, ενώ άλλες είναι σε ορισμένες περιπτώσεις αλλά όχι υποχρεωτικώς μεταφυτευτικές, π.χ. το ρύζι, η βιομηχανική ντομάτα κ.α. Αν εξελιχθεί η τεχνική της μεταφύτευσης δεν αποκλείεται και άλλες καλλιέργειες να γίνουν μεταφυτευτικές, ιδιαιτέρως εκείνες που καλλιεργούνται σε οριακές περιοχές και έχουν μεγάλο βιολογικό κύκλο, όπως το βαμβάκι στην Ελλάδα για το οποίο έγιναν και σχετικά πειράματα.

Η μεταφύτευση γίνεται με το χέρι με τη βοήθεια φυτευτηρίου, σήμερα όμως τείνει να γενικευθεί η μεταφύτευση με μεταφυτευτικές μηχανές. Ταυτοχρόνως ή μετά την μεταφύτευση γίνεται πότισμα και συνήθως στο νερό προστίθενται παρασιτοκτόνα φάρμακα και λιπαντικά στοιχεία. Επίσης αποφεύγεται το πότισμα στο σπορείο λίγες μέρες πριν τη μεταφύτευση για να σκληραγωγηθούν τα φυτά ή και εμβαπτίζονται συνήθως πριν τη μεταφύτευση σε διάλυμα με αντιδιαπνευστικές ουσίες.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΦΥΤΡΩΜΑ ΕΩΣ ΤΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Τα φυτά, από το φύτευμα έως τη συγκομιδή τους έχουν ανάγκη από ορισμένες επεμβάσεις εκ μέρους του ανθρώπου. Οι επεμβάσεις αυτές αποσκοπούν κυρίως: 1) στην καταστροφή των ζιζανίων με σκαλίσματα ή ψεκασμούς, 2) στη ρύθμιση της υγρασίας του εδάφους με σβαρνίσματα, κυλινδρίσματα, άρδευση-στράγγιση κ.α. 3) στο ψιλοχωμάτισμα, αερισμό και θέρμανση του εδάφους με σκαλίσματα κυρίως, 4) στη ρύθμιση του πληθυσμού φυτών στο χωράφι με αραιώμα ή συμπλήρωση φυτών, 5) στη ρύθμιση της αυξήσεως και αναπτύξεως του φυτού με τη χρήση ορμονών, εφαρμογή κορυφολογήματος κ.α. 6) στην τυχόν συμπληρωματική λίπανση της καλλιέργειας με εφαρμογή επιφανειακής ή διαφυλλικής λίπανσης, 7) στην προστασία των φυτών από διάφορους κινδύνους, εχθρούς και ασθένειες με χρησιμοποίηση φυτοφαρμάκων και 8) στην επιτάχυνση της ωρίμανσης με χρήση ορμονών (π.χ. Ethrel για

βαμβάκι), με αποφυλλωτικά για διευκόλυνση της συγκομιδής και με ζιζανιοκτόνα για καταπολέμηση όψιμων ζιζανίων που δυσχεραίνουν τη συγκομιδή και υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος.

Παρακάτω δίνονται στοιχεία για τις επεμβάσεις που δεν αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Ρύθμιση του πληθυσμού φυτών.

Πολλές φορές ο αριθμός φυτών που φυτρώνει στον αγρό είναι μικρότερος ή μεγαλύτερος από τον επιθυμητό, ώστε επιβάλλεται κανονικά να γίνει συμπλήρωμα η αραιώμα του πληθυσμού φυτών. Επειδή όμως οι εργασίες αυτές απαιτούν "χέρια" και ακόμη λόγω της επέκτασης της σποράς ακριβείας οι εργασίες αυτές τείνουν να καταργηθούν τελείως.

Αραιώμα φυτών. Γίνεται κυρίως στις ανοιξιάτικες σκαλιστικές καλλιέργειες που δεν αδελφώνουν, όπως το βαμβάκι, ζαχαρότευτλο, καλαμπόκι κ.α.

Το αραιώμα δεν πρέπει να γίνεται πολύ πρώιμα γιατί τα φυτά που μένουν μπορούν να υποστούν και νέες απώλειες από κλιματολογικούς ή βιοτικούς παράγοντες αλλά ούτε πολύ όψιμα γιατί τα απομακρυνόμενα φυτά αφαιρούν ένα ποσοστό υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, γεγονός που είναι σε βάρος των φυτών που παραμένουν για παραγωγή και ακόμη υπάρχει κίνδυνος να ταρακουνηθεί το ριζικό σύστημα των τελευταίων με την αφαίρεση των φυτών. Για κάθε καλλιέργεια υπάρχει ένα στάδιο που είναι καταλληλότερο για το αραιώμα, π.χ. για το βαμβάκι το στάδιο αυτό είναι όταν το φυτό βγάζει το δεύτερο ζεύγος μόνιμων φύλλων.

Το αραιώμα μπορεί να γίνει με μηχανές οι οποίες δεν είναι μεγάλης ακρίβειας και επιπλέον αφαιρεί φυτά στην τύχη. Όταν γίνεται με το χέρι συνδυάζεται συνήθως με τσάπισμα στη γραμμή σποράς. Αραιώμα με το χέρι γίνεται μόνο εφόσον το επιτρέπουν οι οικονομικοί παράγοντες αλλά έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει να επιλεγούν για να παραμείνουν τα καλύτερα φυτά.

Συμπλήρωμα πληθυσμού φυτών. Αποτελεί λύση ανάγκης σε περιπτώσεις σημαντικής αποτυχίας στο φύτευμα σε βαθμό όμως που να μη δικαιολογεί την επανασπορά. Γίνεται κυρίως όταν τα κενά είναι μεγάλα και συνεχόμενα γιατί όταν είναι μικρά και ομοιομόρφως κατανεμημένα, έστω και αν στο σύνολό τους καλύπτουν την ίδια έκταση με την πρώτη περίπτωση, τα εναπομένοντα φυτά αναπληρώνουν με τη μεγαλύτερη ανάπτυξή τους τα κενά ως ένα βαθμό.

Το συμπλήρωμα των φυτών πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πρώιμότερα ώστε να μην είναι πολύ μεγάλη η διαφορά ως προς την αύξηση και ανάπτυξη μεταξύ των νέων και παλαιών φυτών με επακόλουθο την ανομοιομορφή ωρίμανση του προϊόντος που δυσχεραίνει και τη συγκομιδή.

Το συμπλήρωμα αναλόγως του φυτού και της περιπτώσεως μπορεί να γίνει με συμπληρωματική σπορά ή με μεταφύτευση και γίνεται με τα χέρια ή με μηχανές. Στην τελευταία περίπτωση θέλει προσοχή για να μη χαλάσουν τα παλιά φυτά. Η μηχανή μπορεί να σπείρει όπου υπάρχουν κενά και να σηκώνεται στα σημεία όπου το φύτευμα είναι κανοποιητικό ή να σπέρνει γραμμικά και όσο το δυνατό πλησιέστερα στη γραμμή της πρώτης σποράς.

Ρύθμιση αυξήσεως και αναπτύξεως των φυτών.

Πολλές φορές δεν υπάρχει ισορροπία μεταξύ αυξήσεως και αναπτύξεως του φυτού ή μεταξύ βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Μερικές φορές τα φυτά αποκτούν υπερβολική ανάπτυξη που αποβαίνει σε βάρος της αναπαραγωγικής ή συμβαίνει και το αντίθετο να μην αποκτήσουν τα φυτά

ικανοποιητική ανάπτυξη και να παραμείνουν καχεκτικά. Η τελευταία περίπτωση αντιμετωπίζεται κυρίως με άρδευση όπως αναφέρεται παρακάτω. Άλλοτε πάλι υπάρχει ανάγκη για επίσπευση της ωρίμανσης του προϊόντος. Σε ορισμένες εξάλλου καλλιέργειες πρέπει να ληφθούν ορισμένα μέτρα για να διευκολυνθεί η συγκομιδή όπως π.χ. στο βαμβάκι πρέπει να γίνεται αποφύλλωση στην περίπτωση της μηχανοσυλλογής. Ο σύγχρονος γεωργός έχει αρκετούς τρόπους να επεμβαίνει στα παραπάνω σημεία, οι σπουδαιότεροι από τους οποίους αναφέρονται παρακάτω.

Χρήση ορμονών. Το φυτό παράγει σε ελάχιστες ποσότητες ορισμένες οργανικές ουσίες οι οποίες, όπως προαναφέρθηκε, ελέγχουν τη διαίρεση, την αύξηση και την διαφοροποίηση των κυττάρων ρυθμίζουν δηλαδή την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Η δράση τους έγκειται κυρίως στο να στέλνουν μηνύματα στο DNA του πυρήνα των κυττάρων.

Στον 20ο αιώνα έγινε δυνατή η απομόνωση και η τεχνητή παρασκευή ορμονών που βρίσκουν όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή στα φυτά: Π.χ. πολλά ζιζανιοκτόνα είναι τεχνητές ορμόνες. Το θέμα των ορμονών αναπτύσσεται στο μάθημα φυσιολογίας των φυτών. Εδώ, αναφέρουμε ορισμένες εφαρμογές των τεχνητών ορμονών που ρυθμίζουν την αύξηση των φυτών της μεγάλης καλλιέργειας. Περισσότερες εφαρμογές θα αναπτυχθούν στο μάθημα της Ειδικής Γεωργίας.

Μεγάλη εφαρμογή βρίσκουν ουσίες που αναστέλλουν τη βλαστική ανάπτυξη όταν αυτή ανταγωνίζεται την αναπαραγωγική. Τεχνητές ουσίες όπως το Cycocel (CCC) και το Pix χρησιμοποιούνται σε πολλές καλλιέργειες, όπως σιτηρά (CCC) και βαμβάκι (CCC και Pix). Το CCC περιορίζει την καθ' ύψος βλαστική ανάπτυξη ενώ το Pix ελέγχει και την πλευρική. Στο βαμβάκι οι ουσίες αυτές εφαρμόζονται, με ψεκασμό, όταν η φυτεία έχει τάση για υπερβολική βλαστική ανάπτυξη η οποία αποβαίνει σε βάρος της αναπαραγωγικής με συνέπεια να καθυστερεί η ανθοφορία. Με βάση ορισμένα στοιχεία οι ουσίες αυτές προσδίδουν επιπλέον και κάποια ανθεκτικότητα του φυτού σε ορισμένες ασθένειες (π.χ. στο Verticillium στην περίπτωση του βαμβακιού που αποδίδεται στην αύξηση της γκοσσυπόλης ή και στην σκληροποίηση των κυττάρων ορισμένων ιστών, που πιθανόν να οφείλεται στη δημιουργία σκληρογχύματος).

Με την καθήλωση του ύψους των φυτών στο επιθυμητό επίπεδο, το φυτό μπορεί να εκμεταλλευτεί πιο αποτελεσματικά ορισμένους παράγοντες όπως η λίπανση και η άρδευση χωρίς να υφίσταται τις τυχόν δυσμενείς επιδράσεις τους π.χ. το πλάγιασμα των φυτών ή την ονίμιση της παραγωγής.

Για να επιταχυνθεί η ωρίμανση και το άνοιγμα των καρυδιών του βαμβακιού χρησιμοποιείται σε ορισμένες περιπτώσεις και το αιθυλένιο. Επίσης για την περίπτωση της μηχανοσυλλογής του βαμβακιού είναι απαραίτητη, όπως προαναφέρθηκε, η χρήση ορμονών, που προκαλούν αποφύλλωση των φυτών πριν τη συγκομιδή γιατί διαφορετικά τα φύλλα που συγκομίζονται με το σύσπορο αλλοιώνουν το χρώμα του, αυξάνουν τις ξένες ύλες και την υγρασία του και γενικώς υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος.

Κορυφολόγημα. Σε περιπτώσεις που τα φυτά αποκτούν υπερβολική βλαστική ανάπτυξη ή τη συνεχίζουν πέραν μιας περιόδου (συνεχής αύξηση) τότε σε ορισμένες καλλιέργειες όπως το βαμβάκι, εφαρμόζεται το κορυφολόγημα, αποκόπτεται δηλαδή το ακραίο τμήμα του φυτού ή και τα άκρα των πλευρικών κλάδων. Το κορυφολόγημα στο βαμβάκι γίνεται προς το τέλος της περιόδου για να αφαιρεθούν τα νεαρά καρποφόρα όργανα τα οποία δεν θα προλάβουν να ωριμάσουν και επομένως αποτελούν παράσιτα για τα ωφέλιμα καρποφόρα όργανα. Με την αφαίρεση της επιπλέον βλάστησης αερίζεται και φωτίζεται καλύτερα η χρήσιμη φυτοστιβάδα ώστε διευκολύνεται η ωρίμανση. Το κορυφολόγημα είναι τεχνική που δεν

εφαρμόζεται συχνά γιατί οι γεωργοί προτιμούν να ρυθμίσουν την αύξηση με άλλους τρόπους όπως καλλιεργητικούς (π.χ. ρύθμιση άρδευσης και λίπανσης) ή χρήση ορμονών.

Κορυφολόγημα εφαρμόζεται επίσης σε ορισμένους τύπους καπνού όπως τα Βιρτζίνια όπου αφαιρείται η ανθοταξία που είναι στην άκρη του φυτού ώστε το νερό και οι θρεπτικές ουσίες να διοχετεύονται για τη συνέχιση της βλαστικής ανάπτυξης δηλαδή στα φύλλα. Το κορυφολόγημα μπορεί να γίνει με μηχανές.

Μια μορφή κορυφολογήματος που εφαρμόζετο στο παρελθόν στα σιτηρά ήταν και η βόσκιση των φυτών πριν το ξεστάχιασμα.

Ρύθμιση της υγρασίας του εδάφους.

Η έλλειψη και μερικές φορές η περίσσεια υγρασίας αποτελούν συνήθη προβλήματα της Γεωργίας. Για την αντιμετώπισή τους υπάρχουν διάφορα καλλιεργητικά μέτρα τα αποτελεσματικότερα από τα οποία είναι η άρδευση και η στράγγιση για τα οποία γίνεται λόγος παρακάτω.

Άρδευση. Για τις χειμερινές καλλιέργειες η άρδευση εφαρμόζεται σπανίως. Μπορεί όμως να χρειαστεί μερικές φορές όταν το φθινόπωρο είναι πολύ ξηρό και δεν μπορεί να γίνει η σπορά ή την άνοιξη όταν δεν υπάρχει επαρκής υγρασία για την ανάπτυξη των φυτών.

Για τις ανοιξιάτικες όμως καλλιέργειες που αναπτύσσονται κατά την ξηρή περίοδο του έτους η άρδευση αποτελεί σπουδαία καλλιεργητική εργασία που συμβάλλει αποφασιστικώς στην αύξηση της παραγωγής.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα της άρδευσης είναι περιληπτικώς τα εξής: 1) Αύξηση της αποδόσεως και στις περισσότερες περιπτώσεις και βελτίωση της ποιότητας της παραγωγής. 2) Δυνατότητα εντατικοποίησης της καλλιέργειας. Π.χ. με την άρδευση αυξάνει η αποτελεσματικότητα της λιπάνσεως και μπορεί η καλλιέργεια να αξιοποιήσει πυκνότερους πληθυσμούς φυτών. 3) Δυνατότητα εντατικοποίησης της Γεωργίας γενικότερα, με τη χρησιμοποίηση πλέον δυναμικών καλλιεργειών και πιο παραγωγικών ποικιλιών.

Τα πλεονεκτήματα της άρδευσης έχουν γίνει αντιληπτά στη σύγχρονη Γεωργία γι' αυτό και στη χώρα μας καταβάλλεται προσπάθεια για επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων. Ειδικότερα για την Ελλάδα που έχει σχετικώς μακρά βλαστική περίοδο, για πολλές καλλιέργειες και ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας, η επέκταση της άρδευσης αποτελεί δείκτη της εντατικοποίησης της Γεωργίας. Από τα 39 περίπου εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμη έκταση αρδεύονται σήμερα τα 12 περίπου ενώ το υδατικό δυναμικό υπολογίζεται ότι επαρκεί για τα 18 εκ. στρ.

Ποσότητα αρδευτικού νερού-Εποχή αρδεύσεως. Δεν είναι δυνατό να δοθούν σαφείς και συγκεκριμένες οδηγίες για το πόσο νερό χρειάζεται και πότε πρέπει να αρδευθεί μία καλλιέργεια γιατί τα στοιχεία αυτά εξαρτώνται από το είδος του φυτού, το στάδιο αναπτύξεως, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, τον πληθυσμό φυτών και άλλους παράγοντες. Εντούτοις δεν πρέπει να παρέχεται περισσότερο ή λιγότερο νερό από εκείνο που απαιτεί η καλλιέργεια και πρέπει να δίνεται αυτό όταν το χρειάζεται το φυτό. Πρόωρο ή παραπανίσιο νερό μπορεί εκτός των άλλων δυσμενών επιπτώσεων να οημίσει την παραγωγή. Αλλά και στέρηση νερού από το φυτό, όταν το χρειάζεται, μειώνει την παραγωγή.

Οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό αρδεύσεως εξαρτώνται αφενός από τις απώλειες λόγω εξατμισοδιαπνοής, απορροής και βαθείας διήθησης και αφετέρου από την ικανότητα αποθήκευσης νερού στο έδαφος και τη διαθέσιμη υγρασία.

Το διαθέσιμο νερό του εδάφους, όπως προαναφέρθηκε, είναι εκείνο που αντιστοιχεί στη διαφορά του σημείου μαράνσεως από την υδατοϊκανότητα. Η ποσότητα του διαθέσιμου νερού εξαρτάται, όπως αναπτύχθηκε στο σχετικό κεφάλαιο, κατά βάση από την υφή του εδάφους και είναι μικρότερη στα ελαφρά και μεγαλύτερη στα βαρεία εδάφη. Τα τελευταία όμως έχουν και υψηλότερο σημείο μαράνσεως. Γενικώς τα ελαφρά εδάφη θέλουν συχνότερα ποτίσματα και με μικρότερη ποσότητα από ό,τι τα βαρεία εδάφη.

Το βάθος του ριζοστρώματος παίζει επίσης ρόλο στην ποσότητα του νερού που πρέπει να παρέχεται σε κάθε άρδευση. Γενικώς τα βαθύρριζα φυτά θέλουν αραιότερα ποτίσματα αλλά με μεγαλύτερη ποσότητα νερού σε σχέση με τα επιπολαιόριζα.

Ως προς την **εποχή αρδεύσεως** μπορούν να αναφερθούν περιληπτικώς τα εξής:

Η διαπίστωση της ανάγκης για άρδευση γίνεται εμπειρικώς εξετάζοντας την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους ή με βάση την εμφάνιση των φυτών ή με διάφορα όργανα που εξετάζουν την υγρασιακή κατάσταση του φυτού, ή με συνδυασμό των μεθόδων.

Ως προς την εμφάνιση των φυτών μπορεί να λεχθεί ότι όταν τα φυτά έχουν ζωηρό πράσινο χρώμα και η αύξηση συντελείται με ταχύ ρυθμό σημαίνει ότι τα φυτά δεν χρειάζονται πότισμα. Όταν όμως τα φύλλα παραμένουν μαραμένα τις πρωινές και βραδυνές ώρες, αποκτούν βαθυπράσινο χρώμα και η αύξηση του φυτού επιβραδύνεται τότε πρέπει να δοθεί άρδευση.

Μεγάλη σημασία έχει η έναρξη της αρδεύσεως γιατί αν γίνει πρόωρα μπορεί να οημιώσει η καλλιέργεια ή αν καθυστερήσει μπορεί να ανακοπεί η βλαστική ανάπτυξη και να μειωθεί η παραγωγικότητα του φυτού.

Από τότε που θα αρχίσουν τα ποτίσματα αυτά πρέπει να επαναλαμβάνονται πριν η εδαφική υγρασία κατέλθει στο σημείο μαράνσεως, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες του φυτού.

Το διαθέσιμο νερό για τα φυτά, σε μία δεδομένη στιγμή, μπορεί να προσδιοριστεί με διάφορα όργανα τα οποία συνεχώς βελτιώνονται και τέτοια είναι τα τασίμετρα ή τενσιόμετρα, οι μετρητές νετρονίων κ.α. Με τη συσχέτιση των δεδομένων της υγρασίας εδάφους, της υδατοϊκανότητας και ορισμένων άλλων σταθερών του εδάφους όπως πορώδες και ειδικό βάρος και τα στοιχεία της εξατμισοδιαπνοής, μπορούμε να γνωρίζουμε πότε και πόσο νερό χρειάζεται η καλλιέργεια.

Κριτική περίοδος. Για κάθε φυτό υπάρχει ορισμένη περίοδος της ζωής του που είναι πιο ευαίσθητη στην έλλειψη υγρασίας ώστε η στέρηση του νερού την περίοδο αυτή να προκαλεί μεγαλύτερη ποσοτική και ποιοτική μείωση της παραγωγής. Η περίοδος αυτή ονομάζεται κριτική περίοδος και πολλές φορές είναι διαφορετική για ποικιλίες του αυτού είδους αναλόγως της πρωιμότητάς τους κυρίως. Για πολλά φυτά η περίοδος αυτή συμπίπτει με την έναρξη ανθήσεως όταν αρχίζουν και μεγιστοποιούνται οι ανάγκες του φυτού σε νερό (Πιν. 2).

Μέθοδοι αρδεύσεως. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αρδεύσεως οι βασικότερες από τις οποίες είναι: 1) Επιφανειακή ροή και συνηθέστερα η άρδευση με αυλάκια. 2) Καταιωνισμός ή τεχνητή βροχή. 3) Υπόγεια άρδευση και 4) Στάγδην άρδευση. Εξελιγμένη μέθοδος αρδεύσεως με καταιωνισμό εφαρμόζεται σήμερα με αρδευτικά συγκροτήματα που έχουν αυτοκινούμενα καρούλια με εκτοξευτήρες νερού.

Όπου υπάρχει αρδευτικό δίκτυο η άρδευση γίνεται συνήθως με αυλάκια που είναι και η οικονομικότερη μέθοδος για τον παραγωγό, απαιτεί όμως ισοπεδωμένο αγρό. Η στάγδην άρδευση, που είναι σχετικώς νέο σύστημα αρδύσεως, είναι η πιο οικονομική μέθοδος ως προς την κατανάλωση νερού αλλά η πλέον δαπανηρή για την εφαρμογή της γι' αυτό και χρησιμοποιείται για εντατικές καλλιέργειες ενώ για τις μεγάλες καλλιέργειες έχει προς το παρόν περιορισμένη εφαρμογή. Τα τελευταία χρόνια άρχισε να επεκτείνεται η εφαρμογή της στάγδην άρδευσης και στο βαμβάκι ιδιαίτερα στην περιοχή της Θεσσαλίας.

Η εκλογή της κατάλληλης μεθόδου αρδύσεως εξαρτάται από τα συστήματα αρδύσεως που έχει στη διάθεσή του ο παραγωγός, από τον τύπο του εδάφους, το ανάγλυφο της περιοχής, το μικροκλίμα (π.χ. πνοή ισχυρών ανέμων παρεμποδίζει την ομαλή άρδευση με κατακλιση), το είδος και την ηλικία της καλλιέργειας και από την οικονομικότητα της μεθόδου (π.χ. η άρδευση με άντληση αρδευτικού νερού είναι πιο ακριβή από την άρδευση με ελεύθερη ροή, λόγω κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος).

Αντιμετώπιση περίσσειας υγρασίας. Η περίσσεια υγρασίας όπως αναφέρθηκε, είναι επιζήμια για όλα τα φυτά εκτός από ελάχιστα, όπως το ρύζι που μπορεί και αναπτύσσεται και υπό συνθήκες κορεσμένου εδάφους. Η περίσσεια προκαλείται συνήθως από πολλές βροχές ή υπερβολική άρδευση σε συνδυασμό με τη μη δυνατότητα απομάκρυνσης του νερού. Στα αρδευτικά δίκτυα υπάρχουν, κατά κανόνα, και τάφροι στραγγίσεως.

Η αντιμετώπιση της περίσσειας υγρασίας αναφέρθηκε στο κεφάλαιο για τον υδατικό παράγοντα. Εξάλλου τα θέματα της αρδύσεως και της στραγγίσεως αναπτύσσονται σε χωριστό μάθημα.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Εποχή συγκομιδής.

Για κάθε φυτό υπάρχουν ορισμένες ιδιαιτερότητες ως προς την επιλογή της εποχής συγκομιδής όπως και για κάθε καλλιεργητική εργασία. Μερικές γενικές αρχές που ισχύουν για όλα τα φυτά, αναφέρονται παρακάτω.

Εμπορική και φυσιολογική ωριμότητα. Το προϊόν κάθε φυτού πρέπει να συγκομίζεται όσο το δυνατό πλησιέστερα προς την περίοδο που έχει την εμπορική ωριμότητα, το στάδιο δηλαδή εκείνο για το οποίο η κατανάλωση δείχνει μεγαλύτερη προτίμηση.

Η εμπορική ωριμότητα δεν συμπίπτει πάντοτε με τη φυσιολογική ωριμότητα. Για τα φυτά που καλλιεργούνται για τους ξηρούς καρπούς τους (σιτηρά, όσπρια, κ.α.), όπως και για πολλά άλλα (π.χ. βαμβάκι) η εμπορική και φυσιολογική ωριμότητα συνήθως συμπίπτουν.

Η υγρασία του σπόρου είναι δείκτης της κατάλληλης εποχής συγκομιδής τόσο ως προς τη φυσιολογική ωρίμανση του προϊόντος όσο και ως προς την αποτελεσματικότητα της μηχανοσυλλογής και την ασφαλή αποθήκευση των προϊόντων. Τα καρποδοτικά φυτά συγκομίζονται κατά κανόνα μετά τη φυσιολογική ωριμότητα ώστε να κατεβεί η υγρασία του σπόρου σε ανεκτά επίπεδα.

Ταυτόχρονη ωρίμανση προϊόντος. Με την εκμηχάνιση της συγκομιδής όλων των φυτών μεγάλης καλλιέργειας αποκτά μεγαλύτερη σημασία η ανάγκη για σύγχρονη ωρίμανση και ταυτόχρονη συγκομιδή του προϊόντος. Για τον σκοπό αυτό επιδιώκεται η δημιουργία και χρήση κατάλληλων ποικιλιών και η εφαρμογή καταλλήλων καλλιεργητικών μεθόδων. Πολλές φορές γίνεται και χρήση ορμονών ώστε να συγχρονισθεί η ωρίμανση του προϊόντος.

Η πρώιμη συγκομιδή πρέπει να επιδιώκεται μέχρι ενός ορίου γιατί διαφορετικά μπορεί να οδηγήσει: α) σε ποσοτική και ποιοτική μείωση της απόδοσης γεγονός που μπορεί να συμβεί όταν δεν έχουν μεταφερθεί στο προϊόν όλες οι απαραίτητες ουσίες και β) στο να συγκομιστεί το προϊόν με υπερβολική υγρασία, επικίνδυνη για τη διατήρηση του προϊόντος.

Γενικώς κάθε καλλιέργεια πρέπει να συγκομίζεται τότε που θα επιτευχθεί η μεγαλύτερη απόδοση και η καλύτερη ποιότητα προϊόντος σε συνδυασμό πάντοτε με την τιμή του προϊόντος για κάθε περίοδο.

Πρώιμη συγκομιδή. Υπάρχουν ορισμένες καλλιέργειες, όπως το βαμβάκι, οι οποίες δεν υφίστανται μεγάλη ποσοτική και ποιοτική απώλεια προϊόντος όταν ένα ποσοστό του προϊόντος ωριμάσει και παραμείνει στο φυτό μέχρις ότου ωριμάσει και το υπόλοιπο προϊόν. Οι περισσότερες όμως καλλιέργειες υφίστανται ζημία όταν το προϊόν τους ωριμάσει και δεν συγκομιστεί αμέσως, π.χ. τινάζει το προϊόν όπως στα σιτηρά, καθώς επίσης και στα ψυχανθή με τη διάρρηξη της κάψας. Στις περιπτώσεις αυτές είναι προτιμότερη η ελαφρώς προϊμότερη του κανονικού συγκομιδή, τουλάχιστον για ένα ποσοστό της παραγωγής. Η πρώιμη συγκομιδή συνιστάται ακόμη και στα προϊόντα που υφίστανται **μεθορίμανση**, δηλαδή συμπληρώνουν τη διαδικασία της ωρίμασης μετά τη συγκομιδή, όπως π.χ. η τομάτα και πολλά φρούτα, ειδικότερα όταν το προϊόν τους δεν φθάσει αμέσως στην κατανάλωση μετά τη συγκομιδή.

Τρόποι συγκομιδής. Ο παλαιότερος τρόπος συγκομιδής και ο πλέον διαδεδομένος μέχρι πρόσφατα ήταν η συλλογή του προϊόντος με τα χέρια. Η μέθοδος αυτή ήταν για τα περισσότερα προϊόντα επίπονη, δαπανηρή και χρονοβόρα. Η συγκομιδή των σιτηρών με δρεπάνια και ο αλωνισμός τους στα αλώνια με τα ζώα και τις πέτρες απαιτούσε μετακίνηση πληθυσμών από περιοχή σε περιοχή, πριν από πενήντα περίπου χρόνια. Το ίδιο συνέβαινε και στο πιο πρόσφατο παρελθόν με τη συγκομιδή του βαμβακιού.

Στο δεύτερο ήμισυ του 20ου αιώνα προχώρησε με αλματώδη ρυθμό και πρόοδο η δημιουργία και η εισαγωγή στην καλλιέργεια διαρκώς και πιο σύγχρονων μηχανημάτων που καθιστούν πιο αποτελεσματική τη μηχανοσυλλογή των φυτών μεγάλης καλλιέργειας.

Προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της μηχανοσυλλογής οι βελτιωτές αναγκάστηκαν να καταβάλουν προσπάθειες να δημιουργήσουν ποικιλίες που να προσαρμόζονται σε συνθήκες μηχανοσυλλογής π.χ. να μη τινάζουν, να ωριμάζουν ταυτόχρονα το προϊόν και να έχουν κατάλληλα μορφολογικά χαρακτηριστικά ώστε να συγκομίζονται εύκολα. Παράλληλα υιοθετήθηκαν καλλιεργητικές μέθοδοι όπως η αύξηση του πληθυσμού φυτών για τα περισσότερα φυτά, η αποφύλλωση στο βαμβάκι κ.α.

Η εισαγωγή της μηχανοσυλλογής είχε και αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην απόδοση, γιατί οπωσδήποτε υπάρχει ένα ποσοστό απωλειών, όσο και στην ποιότητα, με τη συγκομιδή προϊόντος με αυξημένες ξένες ύλες και υγρασία κ.α.. Για τον περιορισμό των απωλειών πρέπει να λαμβάνονται τα μέτρα που προαναφέρθηκαν, να εφαρμόζεται η ενδεδειγμένη καλλιεργητική τεχνική και να τηρούνται οι όροι για την ορθή χρήση της μηχανοσυλλογής.

Για τις διάφορες καλλιέργειες υπάρχουν διάφοροι τύποι μηχανών συγκομιδής όπως θεριζοαλωνιστικές για τα σιτηρά, βαμβακοσυλλεκτικές (διαφόρου τύπου) για το βαμβάκι, χορτοκοπτικές για τα χορτοδοτικά, πατατοεξαγωγείς κ.α. για τις οποίες γίνεται αναφορά στο μάθημα της Γεωργικής Μηχανολογίας και της Ειδικής Γεωργίας.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Παλαιότερα ο παραγωγός αποθήκευε ένα μεγάλο μέρος των προϊόντων του είτε για να καλύψει τις σταδιακές του ανάγκες είτε για να τα διαθέτει σταδιακά προσδοκώντας και σε καλύτερες τιμές προϊόντων. Σήμερα ο παραγωγός, εκτός ορισμένων εξαιρέσεων όπως τα καπνά, παραδίδει τα προϊόντα του αμέσως μετά τη συγκομιδή στο εμπόριο ή στους συνεταιρισμούς οι οποίοι αποθηκεύουν τα προϊόντα ή προβαίνουν στην άμεση διακίνηση και χρησιμοποίησή τους. Για ορισμένα προϊόντα η αποθήκευση είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της ποιότητας όπως π.χ. για τον καπνό.

Ορισμένα προϊόντα αποθηκεύονται πιο εύκολα από άλλα, π.χ. τα σιτηρά μπορούν να αποθηκευθούν για μεγάλο διάστημα μέχρι και χρόνια, το βαμβάκι μπορεί να αποθηκευθεί για αρκετούς μήνες ως σύσπορο και για αρκετά χρόνια ως εκκοκκισμένο ενώ τα τεύτλα, γεώμηλα κ.α. αλλοιώνονται πιο εύκολα. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση των προϊόντων είναι το να μην υπερβαίνει η υγρασία τους ορισμένο ανεκτό για κάθε προϊόν επίπεδο. Γι' αυτό και πολλές φορές απαιτείται η αποξήρανση του προϊόντος πριν την αποθήκευση.

Υπάρχουν επίσης διαφορετικές απαιτήσεις για την καλή διατήρηση του κάθε προϊόντος. Ορισμένες γενικές συνθήκες που πρέπει να πληρούνται για την αποθήκευση των προϊόντων αναφέρονται παρακάτω.

1) Προστασία του προϊόντος από καιρικές αντιξοότητες όπως βροχή, ήλιο, άνεμοι κ.α.

2) Ύπαρξη καταλλήλων συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας και επαρκούς εξαερισμού. Ως προς τη θερμοκρασία τα διάφορα προϊόντα έχουν διαφορετικές απαιτήσεις, αλλά γενικώς όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία τόσο πιο ανασφαλής γίνεται η αποθήκευση γιατί τα περισσότερα προϊόντα εξακολουθούν και είναι ζωντανοί οργανισμοί και επομένως συνεχίζουν τη λειτουργία της αναπνοής και τις βιοχημικές ενζυματικές αντιδράσεις που οδηγούν σε απώλεια ξηράς ουσίας και αλλοίωση του προϊόντος και οι οποίες είναι εντονότερες όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία. Επιπλέον με την υψηλή θερμοκρασία αυξάνει και η δράση των μικροοργανισμών που βρίσκονται μέσα ή στην επιφάνεια των προϊόντων. Η συνέχιση των λειτουργιών ζωής και της δράσεως των μικροοργανισμών έχει ως επακόλουθο την αύξηση της θερμοκρασίας του αποθηκευτικού χώρου.

Οι ανεκτές θερμοκρασίες για ασφαλή διατήρηση των διαφόρων προϊόντων καθορίζονται και από την υγρασία και τη χημική σύνθεση των προϊόντων.

3) Η υγρασία είναι παράγων που συνδέεται με τις λειτουργίες της ζωής των προϊόντων με τη δράση των μικροοργανισμών και όπως προαναφέρθηκε με την θερμοκρασία. Γενικώς όσο υψηλότερη η υγρασία στο χώρο αποθήκευσης τόσο πιο επισφαλής η διατήρηση, ειδικότερα των σπόρων.

4) Ο κανονικός αερισμός επενεργεί θετικά στην καλή αποθήκευση, περιορίζει ή δεν επιτρέπει την αύξηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας στον αποθηκευτικό χώρο. Εξάλλου ο επαρκής αερισμός είναι απαραίτητος για την αναπνοή σε περίπτωση που επιβάλλεται να διατηρηθούν ζωντανά τα προϊόντα όπως στην περίπτωση που αποτελούν πολλαπλασιαστικό υλικό.

Είδη αποθηκών: Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας κατασκευάζονται σήμερα κυρίως από κρατικές υπηρεσίες, συνεταιρισμούς ή εταιρείες μεγάλες αποθήκες ή συγκροτήματα αποθηκών που πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την καλή αποθήκευση του κάθε προϊόντος. Για την κατασκευή τέτοιων σύγχρονων μεγάλων αποθηκών, όπως είναι τα "σιλό" δίνονται επιδοτήσεις και από την Ενωμένη Ευρώπη (πρώην Ε.Ο.Κ).

Αναλόγως των απαιτήσεων των προϊόντων και των καιρικών συνθηκών της περιοχής όπου αποθηκεύονται τα προϊόντα, η αποθήκευση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

- Απλό στίβωμα στο ύπαιθρο κάτω από υπόστεγα. Τα προϊόντα, συνήθως ενσακκισμένα, τοποθετούνται κατά στρώματα (ντάνες) ώστε να διευκολύνεται ο αερισμός τους.

- Για την αποθήκευση ξηρών καρπών χρησιμοποιούνται τυποποιημένες αποθήκες μόνιμες ή φορητές οι οποίες διευκολύνουν τη λήψη των απαραίτητων μέτρων και την είσοδο και έξοδο των προϊόντων.

- Για την αποθήκευση των σιτηρών ευρεία χρήση σήμερα έχουν τα "σιλό".

- Η αποθήκευση των νωπών προϊόντων, όπως η πατάτα, γίνεται ασφαλέστερα σήμερα σε ειδικά ψυγεία που διαθέτουν και μηχανισμούς ελέγχου του ατμοσφαιρικού αέρος ώστε να απομακρύνονται ορισμένα αέρια όπως το αιθυλένιο που επισπεύδει τη μεθωριμάνση και αλλοίωση των προϊόντων.

- Η φόρτωση, εκφόρτωση και η μεταφορά των προϊόντων στις αποθήκες έχει σήμερα εκμηχανιστεί.

ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ, ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ, ΔΙΑΘΕΣΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Από την συγκομιδή του προϊόντος στον αγρό μέχρι τη διάθεσή του στον καταναλωτή μεσολαβούν διάφορες φάσεις και διαδικασίες στις οποίες ο μεμονωμένος παραγωγός εμπλέκεται όλο και λιγότερο σήμερα με την οργάνωση της αγοράς.

Με τη σύγχρονη οργάνωση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και της αγοράς των προϊόντων οι παραγωγοί διαθέτουν τα προϊόντα στο εμπόριο ή στις συνεταιριστικές οργανώσεις οι οποίες αναλαμβάνουν την περαιτέρω διάθεση των προϊόντων στην αγορά. Η διάθεση των προϊόντων απαιτεί πολλές φορές τη μεταφορά τους σε απομακρυσμένες περιοχές, διαδικασία που έχει διευκολυνθεί σήμερα με την ανάπτυξη των σύγχρονων μεταφορικών μέσων.

Επιβεβλημένη διεργασία πριν τη διάθεση είναι η τυποποίηση του προϊόντος αναλόγως της ποιότητάς τους όπως αυτή διαμορφώνεται από διάφορα για κάθε προϊόν χαρακτηριστικά. Για ορισμένα προϊόντα, όπως το βαμβάκι, δεν επιτρέπεται η εμπορία τους αν δεν προηγηθεί ποιοτική κατάταξή τους.

Η τυποποίηση είναι απαραίτητη τόσο για τον καθορισμό της τιμής του προϊόντος όσο και για την κατοχύρωση του δικαιώματος του καταναλωτή να γνωρίζει την ποιότητα του προϊόντος που αγοράζει και την αντιστοιχία της προς μία ορισμένη τιμή. Η τυποποίηση επιβάλλεται σήμερα και για την ευχερέστερη διάθεση των προϊόντων.

Με την ενοποίηση της αγοράς σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και την τάση για ελεύθερη παγκόσμια αγορά, στα πλαίσια της GATT, η διαβάθμιση των προϊόντων αναλόγως της ποιότητάς τους και η σωστή συσκευασία τους αποτελούν επιτακτική ανάγκη. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην καθιέρωση διεθνών προτύπων, μεθόδων και προδιαγραφών ως προς την τυποποίηση. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι ενώ τα ελληνικά προϊόντα έχουν το πλεονέκτημα της καλής ποιότητας στον αγρό, κυρίως χάρη στις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες, υστερούν ως προς την οργάνωση της εμπορίας καθώς και την τυποποίηση και συσκευασία, εξαιτίας και της κακής νοοτροπίας, γεγονός που μειώνει την ανταγωνιστικότητά τους στις εγχώριες και ξένες αγορές.

Η οργάνωση της τυποποίησης και της εμπορίας των αγροτικών προϊόντων αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στη διαμόρφωση της ανταγωνιστικότητας των προϊόντων και επομένως στη διάθεση και διαμόρφωση της τιμής του προϊόντος και κατ' επέκταση του γεωργικού και Εθνικού εισοδήματος. Τα στάδια αυτά της παραγωγής (από τη συγκομιδή και μετά) σε συνδυασμό με το κόστος παραγωγής αποκτούν πολλές φορές μεγαλύτερη σημασία από το ύψος της παραγωγικότητας της καλλιέργειας και είναι ισχυρότεροι συντελεστές στη διαμόρφωση του εισοδήματος.

Στη χώρα μας, ενώ έγινε θεαματική πρόοδος ως προς την παραγωγικότητα των φυτών, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση, στα πλαίσια της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και της GATT: στην παραγωγή ανταγωνιστικών προϊόντων, στην βελτίωση της ποιότητας, στη μείωση του κόστους παραγωγής και στη βελτίωση της τυποποίησης και εμπορίας των αγροτικών προϊόντων. Η ανάπτυξη όμως των θεμάτων αυτών ξεφεύγει από τα όρια του μαθήματος της Γενικής Γεωργίας.-