

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΑ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ
ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ
(*Lactuca sativa romana var. Toledo*)

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Πετροπούλου Ιωάννας**



Καλαμάτα, Ιούνιος 2003

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΑ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ
ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ
(*Lactuca sativa romana var. Toledo*)

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Πετροπούλου Ιωάννας**

Επιβλέπων Καθηγητής:
Δημήτριος Βελισαρίου

Καλαμάτα, Ιούνιος 2003

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον υπεύθυνο του Εργαστηρίου Δρ. Γεράσιμο Τρωγίανο για την συμβολή του τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πειραματικής εργασίας όσο και κατά τη συγγραφή της.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να εκφράσω στην Δρ. Άννα Ασημακοπούλου για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την τεχνική βοηθό του Εργαστηρίου Ειρήνη Μουστάκα για τις πολύτιμες συμβουλές αλλά και για την αδιάκοπη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος.

Επίσης ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή μου Δρ. Δημήτριο Βελισσαρίου για την δημιουργία και την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους και συμφοιτητές Α. Βιτωράτο, Ι. Καμβύση, Α. Κολοκούτσα για την βοήθεια και τις συμβουλές τους ώστε να ολοκληρωθεί η πτυχιακή αυτή εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**ΣΕΛΙΔΑ**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Ι. ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΓΕΝΙΚΟ)	2
Ι.1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	2
Ι.1.1. ΓΕΝΙΚΑ	2
Ι.1.2. Καταγωγή-Ιστορική αναδρομή	2
Ι.1.3. Εξάπλωση στον κόσμο και στην Ελλάδα	4
Ι.1.4. Διατηρητική αξία μαρουλιού	5
Ι.1.5. Καλλιεργούμενα είδη μαρουλιού	7
Ι.1.6. Πολλαπλασιασμός-Λήθαργος σπόρου- Βλάστηση σπόρου	8
Ι.1.7. Κλίμα-Έδαφος	8
Ι.1.8. Άρδευση	9
Ι.1.9. Προετοιμασία εδάφους-Προφυτευτική Λίπανση	10
Ι.1.10. Σπορά- Φύτευση	11
Ι.1.11. Ζωικοί εχθροί	12
Ι.1.12. Μυκητολογικές ασθένειες	13
Ι.1.13. Βακτηριακές ασθένειες	14
Ι.1.14. Ιώσεις	14
Ι.1.15. Μη παρασιτικές ασθένειες	15
Ι.2.1. ΓΕΝΙΚΑ	16
Ι.2.2. Γιατί γίνεται αναγκαία η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος	17
Ι.2.3. Πότε και πόσο λίπασμα πρέπει να χρησιμοποιείται;	18
Ι.2.4. Ποσοτική σχέση απόδοσης- Ποσότητα λίπανσης	20
Ι.2.5. Τύπος λιπασμάτων	22
Ι.3. Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΑΖΩΤΟ- ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ- ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	24
Ι.3.1. Το άζωτο στο έδαφος	24
Ι.3.2. Πρόσληψη- Μεταφορά – Μεταβολισμός του αζώτου στα φυτά	25
Ι.3.3. Χρόνος και τρόποι εφαρμογής της λίπανσης με άζωτο	27
Ι.3.4. Είδη αζωτούχων λιπασμάτων	29
Ι.3.5. Οργανική λίπανση	30
Ι.3.5.1. Χλωρή λίπανση	31
Ι.3.5.2. Κοπριά	32
Ι.3.6. Επιβάρυνση του περιβάλλοντος και των φυτών με νιτρικά ιόντα	33
ΙΙ. ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)	36
ΙΙ.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	36
ΙΙ.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	36
ΙΙ.2.1. Προετοιμασία του πειραματικού αγρού	36

Π.2.2. Πειραματικό σχέδιο και μεταχειρίσεις	37
Π.2.3. Καλλιεργητικές τεχνικές – Συγκομιδές φυτών	40
Π.2.4. Εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων του μαρουλιού μετά από την κάθε συγκομιδή	40
Π.2.5. Προσδιορισμός των νιτρικών ριζών σε μίσχους μαρουλιού με χρωματομετρικές ταινίες	41
Π. 2.6 Επεξεργασία της ξηρής ουσίας των δειγμάτων και χημικοί προσδιορισμοί του Αζώτου και του Φωσφόρου	41
Π.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	42
Π.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
ΙΙΙ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καλλιέργεια του μαρουλιού είναι σημαντική για την Ελλάδα όπου καλλιεργούνται περίπου 39.000 στρεμ. με μία παραγωγή 69.000 τόνους. Η κύρια καλλιέργεια έχει επεκταθεί όλο σχεδόν τον χρόνο, με την χρήση μεταφυτευμένων φυτών από νέες ποικιλίες οι οποίες δεν βγάζουν εύκολα άνθη σε υψηλές θερμοκρασίες. Μεταξύ των διάφορων καλλιεργητικών επεμβάσεων η λίπανση είναι ένας από τους κύριους παράγοντες της καλλιέργειας ο οποίος σχετίζεται άμεσα με την απόδοση. Στη χώρα μας δεν υπάρχουν πολλά επιστημονικά δεδομένα λίπανσης του μαρουλιού. Έτσι ο παραγωγός κάνει εμπειρική λίπανση η οποία όμως πολλές φορές δεν προσεγγίζει με ακρίβεια την άριστη ποσότητα της λίπανσης, την οποία θα πρέπει να εφαρμόσει, για να έχει το οικονομικά άριστο αποτέλεσμα, καθώς και να μην επιβαρύνει το προϊόν και το περιβάλλον με νιτρικά.

Ως οικονομική άριστη λίπανση αναφέρεται η λίπανση με την οποία ο παραγωγός θα επιτύχει το μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα το οποίο πολλές φορές δεν συμπίπτει με την μέγιστη παραγωγή. Επιπλέον μετά από την ανάπτυξη νομοθεσίας από την Ε.Ε η οποία σχετίζεται τόσο με την μικρή περιεκτικότητα του προϊόντος σε νιτρικά όσο και με την μικρή επιβάρυνση για το περιβάλλον, θα πρέπει σε πολλές καλλιέργειες να μιλάμε πλέον και για περιβαλλοντικά άριστη απόδοση. Δηλαδή για μία απόδοση η οποία θα εξασφαλίζει την μέγιστη απόδοση η οποία όμως δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.

Στα πλαίσια αυτών των περιορισμών τους οποίους θέτει η νομοθεσία, γίνεται από το Εργαστήριο Μη Παρασιτικών Ασθενειών του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου μία προσπάθεια προσέγγισης της νομοθεσίας με την ταυτόχρονη διατήρηση της μέγιστης οικονομικής απόδοσης για τους παραγωγούς.

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή αναφέρονται μερικά από τα αποτελέσματα πειράματος το οποίο έγινε στο χωράφι για την προσέγγιση της αζωτούχας λίπανσης στο μαρούλι. Επειδή, κυρίως στόχος της πτυχιακής διατριβής είναι η εκμάθηση της καλλιέργειας και των τεχνικών που εφαρμόζονται στην έρευνα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζουμε γενικά στοιχεία τα οποία σχετίζονται με την καλλιέργεια του μαρουλιού. Στη δεύτερη ενότητα αναφέρονται στοιχεία γενικά για την αζωτούχα λίπανση στις καλλιέργειες με ιδιαίτερη έμφαση στο μαρούλι. Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειράματος αζωτούχας λίπανσης στο μαρούλι στο οποίο έλαβα ενεργά μέρος.

I. ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΓΕΝΙΚΟ)

I.1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

I.1.1. Γενικά

Το μαρούλι αποτελεί ίσως το περισσότερο χρησιμοποιούμενο στη χώρα μας φυτό για σαλάτα την εποχή του χειμώνα και της ανοίξεως. Αυτό οφείλεται στο ότι καταναλώνεται νωπό και είναι μια καλή πηγή βιταμινών, κυρίως της βιταμίνης Α και δευτερευόντως των Β₁, Β₂ κ.α..

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι φυτό ποώδες με ρίζα πασσαλώδη, η οποία κατά την μεταφύτευση του εν μέρει καταστρέφεται με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται αργότερα ένα επιτόλαιο θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Τα φύλλα αναπτύσσονται πάνω σε βραχύ στέλεχος και είναι πλατειά, διαφορετικού μεγέθους και σχήματος με επιφάνεια λεία ή κυματοειδή, χρώματος πράσινου ή πρασινοκίτρινου και σε μερικές ποικιλίες με ερυθρή απόχρωση, γειτονεύουν δε μεταξύ τους σχηματίζοντας κατά την ωρίμανση του φυτού σφαιροειδή ή προμήκη κεφαλή.

Κατά την εποχή της αναπαραγωγής το στέλεχος του φυτού επιμηκύνεται, φθάνοντας το ύψος των 0,80-1,20 μέτρων και πλέον και σχηματίζει διακλαδώσεις, οι οποίες καταλήγουν σε ταξιανθίες κεφαλής με 15-25 ερμαφρόδιτα φυτά κάθε μια.

Τα άνθη είναι μικρά, κίτρινα, με στεφάνη από πέντε ενωμένα πέταλα και με πέντε στήμονες σχηματίζοντας σωλήνα περί τον στύλο, ο οποίος είναι εφοδιασμένος με λεπτές τρίχες και φέρει δίλοβο στίγμα.

Ο ονομαζόμενος σπόρος είναι στην πραγματικότητα αχαίνιο μικρό, επίμηκες, χρώματος ποικίλου ανάλογα την ποικιλία και εφοδιασμένο με πάππον με λευκές τρίχες.

Η σύσταση του μαρουλιού είναι (κατά μία ανάλυση κεφαλωτής ποικιλίας): 92,8% νερό, 1,6% πρωτεΐνες, 1,7% υδατάνθρακες, 0,9% τέφρα κ.λ.π..

I.1.2. Καταγωγή - Ιστορική αναδρομή

Πρόγονος του καλλιεργούμενου μαρουλιού θεωρείται το άγριο πριονόφυλλο *Lactuca serriola* ή *scariola* L., το οποίο είναι αυτοφυές σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, αλλά και στην Ευρώπη, Δυτική Ασία, Ανατολική και Βόρεια Αφρική. Πιθανόν όμως να προήλθε από διασταυρώσεις των επίσης άγριων ειδών μαρουλιού *L. saligna* L. και *L. virosa* L. Στο γένος *Lactuca* υπάρχουν πάνω από 100 είδη εκ των οποίων στην Ελλάδα απαντώνται ως αυτοφυή

9, συμπεριλαμβανομένου και του καλλιεργούμενου μαρουλιού. Κοινό γνώρισμα των ειδών του γένους *Lactuca* είναι το γαλακτώδες υγρό που περιέχεται στο βλαστό και τα φύλλα και το σχήμα των ανθιδίων που μοιάζει με λουρί.

Τουλάχιστον ένας βοτανικός τύπος μαρουλιού (*Cos*) κατάγεται από το ελληνικό νησί Κως και διαδόθηκε αργότερα σ'όλο τον κόσμο. Όμως, ως τόποι καταγωγής του μαρουλιού θεωρούνται οι χώρες της Ανατολικής Μεσογείου, του Καυκάσου, η Περσία και το Τουρκιστάν. Αναφέρεται ότι στην Περσία καλλιεργείτο το μαρούλι τον 6^ο π.Χ. αιώνα, ενώ σε επιτύμβιες πλάκες στην Αίγυπτο, χρονολογούμενες από 4.500 έτη π.Χ., υπάρχουν απεικονίσεις του μαρουλιού τύπου *Cos*. Πιστεύεται ότι σε τόσο πρόωρες εποχές το μαρούλι χρησιμοποιούνταν κυρίως για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες (ναρκωτικές και παυσίπονες). Φαρμακευτικές ιδιότητες έχουν : α) το “θριδάκιον ύδωρ” που λαμβάνεται από την απόσταξη των φύλλων, β) η “θριδακία” η οποία λαμβάνεται από τη σύνθλιψη του ανθικού στελέχους και γ) ο γαλακτώδης χυμός που λαμβάνεται με τομές στη βάση της ροζέτας ή στον ανθοφόρο βλαστό των ειδών *Lactuca sativa*, *L. virosa* και *L. capitata*. Ως λαχανικό για τη διατροφή του ανθρώπου το μαρούλι χρησιμοποιήθηκε αργότερα, αλλά πάντως πολύ πριν από 2.000 έτη από σήμερα.

Στην αρχαία Ελλάδα το μαρούλι υπήρξε λαχανευόμενο και αναφέρεται τόσο από τον Θεόφραστο και τον Ηρόδοτο ως θρίδαξ όσο και από τον Διοσκουρίδη ως θρίδαξ η ήμερος, η οποία από τους Ρωμαίους εκαλείτο Λακτούκα. Μερικοί συσχετίζουν τη λακτούκα των Ρωμαίων με τη θριδακίνη του Θεοφράστου η οποία έχει ακανθωτό τόσο το βλαστό (“έχει δ’ένια τούτων και τον καυλόν είτα ακανθίζοντα, ως η θριδακίνη”), όσο και τα φύλλα της “θριδακίνη δε το φύλλον βραχύτερον της ημέρου και τελουμένης ακανθούται και τον καυλόν ομοίως”.

Ο Θεόφραστος περιγράφει το μαρούλι ως επίσπορο λαχανικό και αναφέρεται σε τέσσερα διαφορετικά είδη. Στους αρχαίους χρόνους το μαρούλι ονομάζονταν στην Κύπρο ως βρένθις. Στην Κίνα η καλλιέργεια μαρουλιού αναφέρεται από τον 9^ο μ.Χ. αιώνα, ενώ στην Αγγλία γίνεται πρώτη αναφορά στο κεφαλωτό μαρούλι το 1543. Στις Ευρωπαϊκές χώρες το μαρούλι διαδόθηκε από τους Έλληνες και τους Ρωμαίους και καλλιεργείται εδώ και πολλές εκατονταετίες. (Κανάκης, 1998).

1.1.3. Εξάπλωση στον κόσμο και στην Ελλάδα

Σήμερα το μαρούλι καλλιεργείται σε ανοιχτούς αγρούς ή σε θερμοκήπια σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη της υφηλίου. Στις αναπτυγμένες χώρες κυριαρχεί η υδροπονική καλλιέργεια (NFT) σε θερμοκήπια όλες τις εποχές, είτε ως μονοκαλλιέργεια (πολλοί κύκλοι ανά έτος) ή ως επίσπορη καλλιέργεια, είτε ως συγκαλλιέργεια με άλλα κύρια λαχανικά (τομάτα, αγγουράκι, φασολάκι κ.λ.π.). Η επιτυχία της καλλιέργειας ακόμη και τους θερινούς μήνες, εκτός των άλλων, είναι σήμερα δυνατή χάρη στη δημιουργία ποικιλιών που σχηματίζουν τον ανθοφόρο βλαστό τους σε όλο και υψηλότερες θερμοκρασίες.

Το μαρούλι ως φρέσκο επιτραπέζιο λαχανικό καταναλώνεται αποκλειστικά και μόνο τους ψυχρούς μήνες του έτους. Τα τελευταία όμως χρόνια, τόσο στις προηγμένες χώρες της Δύσης όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, όλο και περισσότεροι καταναλωτές έστρεψαν σταδιακά την προτίμησή τους στο μαρούλι και κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου.

Αυτό παρότρυνε τους παραγωγούς στην καλλιέργεια του μαρουλιού και κατά τη διάρκεια θερμότερων εποχών απ'ό,τι το συνήθιζαν παλαιότερα. Έτσι, σε παγκόσμια κλίμακα υπάρχει μία ομοιόμορφη σχεδόν κατανομή των καλλιεργούμενων με μαρούλι εκτάσεων σ'όλους τους μήνες του χρόνου. Στην Ελλάδα, τα τελευταία είκοσι χρόνια, σημειώθηκε μια σταδιακή αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αντίστοιχη αύξηση της ολικής παραγωγής, αλλά και ταυτόχρονη αύξηση της μέσης στρεμματικής απόδοσης (πίνακας 1). Την ίδια περίοδο η έκταση της θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού σχεδόν δεκαπλασιάστηκε. (Κανάκης, 1998).

Πίνακας 1: Εκτάσεις και παραγωγή κατά γεωγραφικό διαμέρισμα και νομό, το έτος 2000.

Γεωγραφικό διαμέρισμα και νομός (Μαρούλια)	Έκταση (στρέμματα)	Παραγωγή (τόνοι)
Σύνολο Ελλάδος	39.067	69.644
Περιφέρεια Πρωτευούσης	226	361
Στερεά Ελλάς και Εύβοια	8.621	15.907
Αιτωλίας και Ακαρνανίας	602	387
Αττικής (υπόλοιπο)	6.207	13.121
Βοιωτίας	328	710
Εύβοιας	804	829
Ευρυτανίας	59	63
Φθιώτιδος	536	728
Φωκίδος	85	69
Πελοπόννησος	13.147	30.057
Αργολίδος	4.574	13.890
Αρκαδίας	2.745	7.739
Αχαΐας	1.232	976
Ηλείας	1.360	1.702
Κορινθίας	1.322	3.135
Λακωνίας	728	706
Μεσσηνίας	1.186	1.909

Ιόνιοι Νήσοι	504	533
Ζακύνθου	42	31
Κερκύρας	376	460
Κεφαλληνίας	53	33
Λευκάδος	33	9
Ήπειρος	1.178	1.467
Άρτας	273	265
Θεσπρωτίας	149	211
Ιωαννίνων	257	232
Πρεβέζης	499	759
Θεσσαλία	2.671	5.065
Καρδίτσας	245	194
Λαρίσης	653	833
Μαγνησίας	1.275	3.483
Τρικάλων	498	555
Μακεδονία	7.838	11.611
Γρεβενών	24	8
Δράμας	185	237
Ημαθίας	240	295
Θεσσαλονίκης	3.639	5.559
Καβάλας	707	1.228
Καστοριάς	83	56
Κιλκίς	264	358
Κοζάνης	125	90
Πέλλης	732	796
Πιερίας	247	282
Σερρών	840	1.949
Φλωρίνης	26	15
Χαλκιδικής	726	738
Θράκη	739	826
Έβρου	263	296
Ξάνθης	207	156
Ροδόπης	269	374
Νήσοι Αιγαίου	2.006	1.459
Δωδεκανήσου	495	426
Κυκλάδων	502	394
Λέσβου	676	465
Σάμου	180	110
Χίου	153	64
Κρήτη	2.137	2.358
Ηρακλείου	971	1.254
Λασιθίου	272	258
Ρεθύμνης	303	449
Χανίων	591	397

(Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Της Ελλάδος, Αθήνα 2000)

I.1.4. Διαιτητική αξία του μαρουλιού

Το μαρούλι ως νωπό λαχανικό είναι μία από τις υγιεινότερες τροφές που μπορεί να αποτελέσει μέρος του καθημερινού διαιτολογίου του ανθρώπου. Προσφέρει αρκετές ποσότητες βιταμίνης Α, σιδήρου, ασβεστίου, καλίου και φωσφόρου, ενώ ταυτόχρονα η περιεκτικότητά του σε λίπη, υδατάνθρακες και ενέργεια είναι σχεδόν ασήμαντη (πίνακας 2). Υστερεί σε οργανοληπτικές ιδιότητες έναντι του άλλου ωμού φυλλώδους κηπευτικού του

λάχανου, του οποίου όμως η περιεκτικότητα σε βιταμίνη Α είναι σχεδόν υποδεκαπλάσια. Με εξαίρεση και την περιεκτικότητα της βιταμίνης C στην οποία το λάχανο είναι πλουσιότερο κατά πέντε περίπου φορές, τα δύο λαχανικά (μαρούλι και λάχανο) είναι σχεδόν ισοδύναμα διαιτητικά. Όμως στο μαρούλι αποδίδονται και φαρμακευτικές ιδιότητες, στις οποίες ενδόμυχα πολύ υπολογίζουν οι καταναλωτές.

Από τους διάφορους τύπους μαρουλιού, η Ρωμάνα είναι η πλουσιότερη σε βιταμίνη Α (διπλάσια περιεκτικότητα απ' ό,τι το Κεφαλωτό-Butterhead και οκταπλάσια περιεκτικότητα απ' ό,τι το Κατσαρό κεφαλωτό-Crisphead και η Σαλάτα-Looseleaf). Η διαφορά αυτή συσχετίζεται άμεσα με το εντονότερο πράσινο χρώμα των φύλλων του τύπου Ρωμάνα, το σχετικό πράσινο χρώμα του τύπου Butterhead και σχεδόν το λευκό ή το πρασινόλευκο χρώμα των άλλων τύπων μαρουλιού.

Στη χώρα μας στην προτίμηση των καταναλωτών βρίσκεται ο τύπος μαρουλιού Ρωμάνα και τα τελευταία χρόνια υπάρχει κάποια στροφή και προς τον τύπο του Κεφαλωτού (Butterhead). Η κατανάλωση των άλλων τύπων μαρουλιού είναι ελάχιστη και για την κάλυψη των αναγκών, ιδιαίτερα των αλλοδαπών που ζουν ή παραθερίζουν στη χώρα μας, γίνονται και εισαγωγές από τις άλλες χώρες της Ε.Ε. (Κανάκης, 1998).

Πίνακας 2: Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία σε 100 gr φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα).

ΤΥΠΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ				
Στοιχεία	Δείγμα όλων των τύπων	Κεφαλωτό (Butterhead)	Ρωμάνα (Cos or Romaine)	Κατσαρωτό κεφαλωτό (Crisphead)
	(z)	(x)	(x)	(x)
Ενέργεια θερμίδες	14.00	11.00	16.00	11.00
Νερό (gr)	95.00	96.00	94.00	95.00
Πρωτεΐνες (gr)	1.20	1.20	1.60	0.80
Λίπη	0.20	0.20	0.20	0.10
Υδατάνθρακες (gr)	2.50	1.20	2.10	2.30
Βιταμίνη Α (Δ.Μ.)	970.00	1200.00	2600.00	300.00
Βιταμίνη Β1 (mg)	0.06	0.07	0.10	0.07
Βιταμίνη Β2 (mg)	0.30	0.07	0.10	0.03
Βιταμίνη C	8.00	9.00	24.00	5.00
Νιασίνη (mg)	0.06	0.04	0.05	0.03
Άλατα Ca (mg)	35.00	40.00	36.00	13.00
Άλατα Fe (mg)	2.00	1.10	1.10	1.50
Άλατα Mg (mg)	—	16.00	6.00	7.00
Άλατα P (mg)	26.00	31.00	45.00 ⁺	25.00
Άλατα K (mg)	264.00	—	—	—
Άλατα Na (mg)	9.00	—	—	—

Πηγή: (z) Watt and Merrill, 1963

(x) Howard et al., 1962

I.1.5. Καλλιεργούμενα είδη μαρουλιού

Τα καλλιεργούμενα μαρούλια ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων του παράρριζου ρόδακα διακρίνονται στις ακόλουθες ομάδες βοτανικών ποικιλιών:

Ρωμάνα ή Κως (*Romaine* ή *Cos*): *Lactuca sativa* var. *romana* D.C.

Το φυτό είναι όρθιο με φύλλα αντωοειδή, προμήκη με παχύ το μεσαίο νεύρο σε αραιά συνήθως διάταξη ή επάλληλη τοποθέτηση ώστε να σχηματίζουν χαλαρή επιμήκη κεφαλή. Τα εξωτερικά φύλλα είναι σκούρα πράσινα, ενώ στα επόμενα εσωτερικά το χρώμα σταδιακά αλλάζει από το πράσινο μέχρι το κιτρινοπράσινο στα φύλλα της καρδιάς της κεφαλής. Ο τύπος αυτός του μαρουλιού είναι ο πλέον διαδεδομένος και προτιμώμενος από το ελληνικό καταναλωτικό κοινό.

Λείο κεφαλωτό (*Butterhead*): *Lactuca sativa* var. *Capitata* D.C.

Τα φύλλα αυτού του τύπου μαρουλιού είναι λεία, στρογγυλά, θολωτά, επάλληλα έτσι που να σχηματίζουν χαλαρή, σφαιρική ή πεπιεσμένη κεφαλή παρόμοια με εκείνη του λάχανου. Το χρώμα των φύλλων διαφέρει από βαθύ μέχρι ανοιχτό πράσινο. Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος μαρουλιού στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Τελευταία άρχισε να καταναλώνεται και στη χώρα μας, με ανοδικές τάσεις προτίμησης.

Κατσαρό κεφαλωτό (*Crisphead*, *Iceberg*, *Curly*): *Lactuca sativa* var. *Crispa*

Τα φύλλα είναι σπανακόμορφα, κατσαρά (κυματοειδή), τραγανά και εύθραυστα, σχηματίζοντας περίπου σφαιρική κεφαλή. Το χρώμα τους ποικίλλει από βαθύ μέχρι ανοιχτό πράσινο. Είναι ο τύπος μαρουλιού που καταναλώνεται ευρέως στις Η.Π.Α. και στον Καναδά.

Σαλάτα (*Looseleaf*)

Τα φύλλα είναι εντόνως κυματοειδή-κατσαρά, σε χαλαρή και αραιή διάταξη, σχεδόν ελεύθερα έτσι που δεν σχηματίζουν κεφαλή. Το χρώμα τους ποικίλλει από ανοιχτό μέχρι σκούρο πράσινο και πολλές φορές, ιδιαίτερα τα εξωτερικά φύλλα, έχουν κοκκινωπή απόχρωση. Είναι ο λιγότερο διαδεδομένος απ' όλους τους τύπους μαρουλιού.

Υπάρχουν και άλλοι τύποι μαρουλιού, οι οποίοι μπορούν να ταξινομηθούν σε άλλα είδη του γένους *Lactuca*. Τέτοιοι είναι:

- i) Το κινέζικο μαρούλι (*Lactuca angustana* All).
 - ii) Το ινδικό μαρούλι (*Lactuca indica*).
- (Κανάκης, 1998).

I.1.6. Πολλαπλασιασμός - Λήθαργος σπόρου - Βλάστηση σπόρου

Το μαρούλι πολλαπλασιάζεται σχεδόν αποκλειστικά με σπόρο. Σε σύγκριση με άλλα λαχανικά οι σπόροι του μαρουλιού διατηρούν τη βλαστική τους ικανότητα σχετικά λίγα χρόνια. Διατηρούμενοι σε θερμοκρασία δωματίου χάνουν τη ζωτικότητα τους σε 2 ή 3 έτη και μερικές φορές σε ένα έτος. Όταν αποθηκευτούν σε θερμοκρασία 10 °C και σχετική υγρασία 50% μπορούν να διατηρήσουν τη βλαστική τους ικανότητα σε αρκετά υψηλά επίπεδα ακόμη και για δέκα έτη. Τέτοιοι σπόροι παράγουν φυτάρια με μειωμένη ζωτικότητα. Όταν όμως οι σπόροι αυτοί υποστούν για 16 ώρες την ημέρα και για τέσσερις διαδοχικές ημέρες την επίδραση της ερυθρής ακτινοβολίας τότε βλαστάνουν σε μεγαλύτερο ποσοστό και παράγουν φυτάρια με αυξημένη ζωηρότητα. Τα προβλήματα στη βλάστηση των σπόρων μαρουλιού μπορούν να οφείλονται στην ευαισθησία τους στο φως, στο λήθαργο του φρέσκου σπόρου και στο λήθαργο λόγω υψηλών θερμοκρασιών. (Κανάκης, 1998).

I.1.7. Κλίμα και έδαφος

Φυτό μάλλον ψυχρό ή οπωσδήποτε μη θερμών κλιμάτων, ευδοκμεί καλύτερα στην χώρα μας κατά την περίοδο, από φθινόπωρο μέχρι άνοιξη. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες, ακόμη και κάτω των -5 °C, σε πολύ θερμές συνθήκες έχει την τάση να αναπτύσσει πρώιμους ανθοφόρους βλαστούς. Για την βλάστηση των σπόρων ευνοϊκότερες θερμοκρασίες είναι μεταξύ 15 °C και 20 °C, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες (25-30 °C) η βλαστικότητα των σπόρων είναι μειωμένη.

Η θερμοκρασία κυρίως και ο φωτισμός κατά δεύτερο λόγο επιδρούν στον σχηματισμό της κεφαλής και επί της εκπτώξεως ανθοφόρου βλαστού. Γενικώς τα μαρούλια και ιδιαιτέρως τα κεφαλωτά απαιτούν την περίοδο κυρίως του σχηματισμού της κεφαλής χαμηλές θερμοκρασίες, διότι αλλιώς τείνουν προς τον σχηματισμό ανθοφόρων βλαστών πριν τον σχηματισμό της κεφαλής, αλλά και εάν σχηματίσουν κεφαλή αυτή είναι μάλλον χαλαρή και η γεύση των φύλλων υπόπικρη.

Πολλές ποικιλίες έχουν ευρεία προσαρμογή σε διάφορες θερμοκρασίες και είναι κατάλληλες για καλλιέργεια σε διάφορες εποχές. Ατυχώς δεν υπάρχουν στη χώρα μας στοιχεία επαρκή να διαχωρίσουν τις καλλιεργούμενες ποικιλίες σε κατάλληλου για χειμώνα ή της ανοίξεως κ.λ.π. καλλιέργειας.

Ως προς το έδαφος το μαρούλι είναι λιγότερο απαιτητικό. Αναπτύσσεται σε διάφορα εδάφη, οπωσδήποτε όμως δίνει καλύτερη παραγωγή σε γόνιμα, μέσης συστάσεως, πλούσια

σε οργανική ουσία και αρδευόμενα. Ιδιαίτερος απαιτητικό ως προς την παροχή νερού είναι το κεφαλωτό μαρούλι, η υπερβολική όμως υγρασία του εδάφους δύναται σε όλες τις περιπτώσεις να αποβεί επιβλαβής στο να ευνοήσει την ανάπτυξη ασθενειών και ιδίως της σκληροτινίας. Εδάφη συνεκτικά, τα οποία συγκρατούν την υγρασία, είναι περισσότερο κατάλληλα για καλλιέργεια κατά τις θερμότερες εποχές ενώ τα ελαφρότερα εξυπηρετούν καλύτερα τις χειμερινές καλλιέργειες.

Η καλύτερη αντίδραση του εδάφους είναι η ουδέτερη ή η ελαφρώς όξινη (pH 6-7). Περισσότερο όξινα εδάφη δεν είναι ευνοϊκά. Επίσης, ενδείκνυνται και τα πολύ αλκαλικά, στα οποία το μαρούλι δύναται να παρουσιάσει χλώρωση.

Καλλιέργεια μαρουλιού συνεχής στο ίδιο έδαφος ή και μετά την καλλιέργεια φυτών συγγενών πρέπει να αποφεύγεται, κυρίως προς τον περιορισμό των ζημιών από ασθένειες και έντομα. Στην αμειψιοπορά δύναται να ακολουθεί την τομάτα, τα κολοκυνθοειδή, τα κρεμμύδια κ.λ.π..

(Δημητράκης, 1983).

I.1.8. Αρδευση

Για μια άριστη παραγωγή, το μαρούλι απαιτεί ένα σταθερό και πλούσιο εφοδιασμό με νερό καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Απότομες μεταβολές της υγρασίας στο έδαφος, ειδικά στα αρχικά ή στα τελευταία στάδια ανάπτυξης του φυτού, έχουν ως συνέπεια ανεπανόρθωτες ζημιές που εκδηλώνονται με πίκραση των φύλλων και μείωση της παραγωγής. Όμως και υπερβολική υγρασία στο έδαφος, ιδιαίτερα την εποχή σχηματισμού της κεφαλής, είναι ανεπιθύμητη επειδή συντελεί στην παραγωγή χαλαρών κεφαλών.

Η φύτευση γίνεται όταν το έδαφος βρίσκεται στο ρώγο του. Ακολουθεί το πρώτο πότισμα, κατά προτίμηση με καταιονισμό, μέχρι που η επιφανειακή στρώση εδάφους φθάσει στο σημείο της υδατοϊκανότητας του. Τις αμέσως επόμενες της μεταφύτευσης ημέρες τα φυτά αντλούν το νερό από βάθος 3-4 εκ. του εδάφους, συνεπώς οι ποσότητες νερού που απαιτούνται για το πρώτο πότισμα είναι μικρές.

Το μαρούλι αναπτύσσει ριζικό σύστημα που μπορεί να φθάσει σε βάθος εδάφους μέχρι τα 60 εκ. Όμως το πλείστο της θυσανώδους ρίζας περιορίζεται στα πρώτα 30 εκ. του εδάφους. Γι' αυτό το λόγο όλες οι φροντίδες πρέπει να κατατείνουν στη διατήρηση ή τη βελτίωση των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους σ' αυτό το βάθος.

Ο χρόνος εφαρμογής των ποτισμάτων καθορίζεται από το επίπεδο της εδαφικής υγρασίας. Η ποσότητα του νερού άρδευσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τον τύπο του εδάφους, το βλαστικό στάδιο του φυτού, την ηλιοφάνεια, την εποχή του έτους.

Τα τελευταία χρόνια η εφαρμογή του ποτίσματος στο μαρούλι γίνεται με σύστημα καταιονισμού ή και στάγδην, το οποίο σχεδόν αντικατέστησε το πότισμα με αυλάκια. (Κανάκης, 1998).

1.1.9. Προετοιμασία εδάφους-Προφυτευτική Λίπανση (Βασική λίπανση)

Τα λιπάσματα ή και η κόπρος παραχώνονται πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας με μια άροση, την οποία ακολουθεί ισοπέδωση του εδάφους και κατασκευή πρασιών ή αναχωμάτων, αναλόγως του επιθυμητού τρόπου καλλιέργειας. Στα εδάφη που δεν αποστραγγίζονται καλά ή υπό συνθήκη πολλών βροχών (χειμώνα) ενδείκνυται η φύτευση επί των αναχωμάτων.

Οι ποσότητες των λιπασμάτων και ιδιαίτερα του αζώτου, φωσφόρου, καλίου θα εξαρτηθούν από τη γονιμότητα του εδάφους και από τον στόχο της παραγωγής. Έχει υπολογισθεί ότι η καλλιέργεια του μαρουλιού αφαιρεί από το έδαφος με την παραγωγή 1.000 χιλιόγραμμων προϊόντος 2,1 χιλιόγραμμα Ν, 0,8 χιλιόγραμμα P₂O₅ και 4,8 χιλιόγραμμα K₂O. Το αζωτούχο λίπασμα προστίθεται πριν από τη μεταφύτευση (στη βασική λίπανση) και εν μέρει κατά την ανάπτυξη των φυτών επιφανειακός. Όσο αφορά τον φώσφορο και το Κάλι, μεγαλύτερη αξιοποίηση του λιπάσματος έχουμε με την εφαρμογή του στη βασική ή προφυτευτική λίπανση. Κατά τη λίπανση με φώσφορο και κάλιο πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ότι ο υπερβολικός φωσφόρος δύναται να ευνοήσει την πρόωμη ανάπτυξη ανθοφόρου βλαστού υπό συνθήκες θερμές.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το μαρούλι είναι από τις ελάχιστες καλλιέργειες που οι ανάγκες του σε θρεπτικά στοιχεία για όλη την περίοδο ανάπτυξης μπορούν να ικανοποιηθούν με μια μόνο εφαρμογή πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας, επειδή η παραμονή του στο χωράφι είναι μικρής διάρκειας (45-80 ημέρες). Συνήθως ανάλογα με τον τρόπο του ποτίσματος οι παραγωγοί εφαρμόζουν περίπου 11 Kgr/ στρεμ αζώτου και 15 Kgr/ στρεμ φωσφόρου και καλίου αντίστοιχα μαζί με την εφαρμογή της κοπριάς, για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούν συνήθως σύνθετα λιπάσματα π.χ. 11-15-15. Η ανάγκη επιφανειακής λίπανσης, εάν υπάρξει τέτοια (συνήθως καθορίζεται εμπειρικά από τους παραγωγούς βασιζόμενοι στην γενική εμφάνιση των φυτών), περιορίζεται κυρίως στο άζωτο. Τότε μπο-

ρούν να εφαρμοστούν μέχρι 5 φορές 2 κλά στο στρέμμα νιτρική αμμωνία (NH_4NO_3) ανάλογα με την ανάγκη της καλλιέργειας. Εξίσου καλά αποτελέσματα στην παραγωγή μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή ουρίας ή μείγματος ουρίας και νιτρικής αμμωνίας στο έδαφος.

Σε εδάφη βαριά και ιδιαίτερα στο θερμοκήπιο πολλοί παραγωγοί εφαρμόζουν υδρολίπανση (με στάγδην ή καταιονισμό). Στην περίπτωση αυτή μειώνονται ανάλογα οι ποσότητες των αζωτούχων, φωσφορούχων και καλιούχων λιπασμάτων κατά τη βασική λίπανση. Οποιαδήποτε μέθοδος λίπανσης και αν εφαρμοστεί πρέπει να σημειωθεί ότι η χορήγηση θεικής αμμωνίας θα πρέπει να γίνεται με προσοχή στη καλλιέργεια του μαρουλιού, επειδή μειώνει το pH ιδιαίτερα σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε CaCO_3 . Επιπλέον εφαρμογή μεγάλης ποσότητας αμμωνιακού αζώτου προκαλεί και την εμφάνιση τοξικότητας με την εμφάνιση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων ιδιαίτερα στα αγγεία του ξύλου όπως θα αναφερθεί πιο κάτω.

(Δημητράκης, 1983).

I.1.10. Σπορά-φύτευση

Η σπορά γίνεται συνήθως από τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο, για συγκομιδή κατά την περίοδο από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάιο έως και τον Ιούνιο. Εννοείται ότι είναι δυνατόν να γίνονται σπόροι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, όταν χρησιμοποιούνται κατάλληλες για τις διαφόρους εποχές ποικιλίες. Απαιτούνται 3-5 μήνες για τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, αναλόγως τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία και την εποχή καλλιέργειας. Η σπορά γίνεται αναλόγως της περιπτώσεως σε μη θερμαινόμενα σπορεία ή θερμαινόμενα-κατά τη χειμερινή σε ψυχρές περιοχές περίοδο-ή ακόμη και απ' ευθείας στον αγρό.

Στη χώρα μας σπείρεται το μαρούλι σχεδόν αποκλειστικά σε υπαίθρια σπορεία και τα σχηματιζόμενα φυτάρια μεταφυτεύονται στον αγρό, όταν έχουν αποκτήσει 3-5 φύλλα. Ως σπορείο χρησιμοποιείται έδαφος καλής φυσικής συστάσεως, προφυλαγμένο από τους ψυχρούς ανέμους, λιπασμένο με κόπρο ή και με χημικά λιπάσματα και ει δυνατόν απολυμασμένο προς αποφυγή τήξεως των φυταρίων.

Ο χρησιμοποιούμενος σπόρος είναι καλό να μην έχει συγκομισθεί προσφάτως, διότι σε πολλές ποικιλίες λόγω του λήθαργου δεν έχει καλή βλαστική ικανότητα. Το ποσοστό των σπόρων που παρουσιάζουν λήθαργο μειώνεται σημαντικά μετά την πάροδο μερικών μηνών από τη συγκομιδή αυτών.

Η σπορά στο σπορείο γίνεται αραιά, είτε στα πεταχτά, είτε κατά γραμμή, σε μικρό βαθμό και εφόσον το έδαφος είναι ξηρό ακολουθεί πότισμα. Για την απόκτηση φυτών ενός στρέμματος (8.000) περίπου απαιτείται έκταση σπορείου 10 m² τουλάχιστον και σπόρος ποσότητας 10-20 γραμμαρίων. Μετά το φύτευμα, το οποίο λαμβάνει χώρα σε 5-10 ημέρες αναλόγως των συνθηκών, γίνονται ποτίσματα, βοτανίσματα και σε περίπτωση πυκνού φυτρώματος, τα φυτάρια αραιώνονται.

Στην κατ'ευθείαν επί του αγρού σπορά χρησιμοποιούνται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες σπόρου και μετά το φύτευμα γίνεται αραιώμα.

Η μεταφύτευση των φυταρίων γίνεται 1-1,5 μήνα μετά την σπορά, είτε επί επιπέδου εδάφους (αλίες), είτε επί αναχωμάτων (τριβαδίων). Ο δεύτερος τρόπος προτιμάται όταν η καλλιέργεια είναι χειμερινή (περίοδος βροχών), ή όταν η αποστράγγιση του εδάφους δεν είναι καλή. Επί των αναχωμάτων φυτεύονται 2-3 σειρές φυτών. Γενικώς οι αποστάσεις φυτεύσεως είναι 30-40 εκ. ή 25-35 επί των γραμμών οι οποίες απέχουν μεταξύ τους 30-50 εκ. (Ciuofolini, 1979).

I.1.11. Ζωικοί εχθροί

α) Νηματοδείς σκώληκες όπως: *Meloidogyne sp.*, *Platylenchus sp.* *Naccobus batatiformis*

Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα του μαρουλιού, αλλά στα θερμοκήπια δεν δημιουργούν προβλήματα επειδή καταπολεμούνται ολοσχερώς με την απολύμανση του εδάφους.

β) Έντομα

i) Οι αφίδες και ειδικά η πράσινη (*Myzus persicae*), ο θρίπας (*Frankliniella occidentalis*), ο λύγος (*Lygus sp.*) και άλλα μυζητικά έντομα προκαλούν τόσο άμεσες ζημιές στο μαρούλι, που επιφέρουν μείωση της ανάπτυξης των φυτών και συνεπώς της παραγωγής και επικάλυψη των φύλλων με μελιτώματα όσο και έμμεσες ζημιές επειδή μεταφέρουν ιώσεις.

ii) Ο αλευρώδης (*Trialeuroides vaporariorum*) στην τέλεια μορφή του αλλά και οι προνύμφες του εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και τα απομυζούν. Έτσι υποβαθμίζεται η εμπορική αξία του μαρουλιού ενώ η παρουσία μεγάλου αριθμού αυγών στα φύλλα προκαλούν την αποστροφή του αγοραστή.

iii) Τα έντομα εδάφους (*Gryllobalpa*, *Agrotis* κ.α.), ενώ προκαλούν μεγάλες ζημιές στις υπαίθριες καλλιέργειες, δε συνιστούν πρόβλημα στα θερμοκήπια επειδή καταπολεμούνται με την απολύμανση του εδάφους.

iv) Τα λεπιδόπτερα *Trichoplusia ni*, *Spodoptera exigua* και *Heliothis zea* προκαλούν μεγάλες ζημιές επειδή οι προνύμφες τους κατατρώγουν τα φύλλα του μαρουλιού. Για την καταπολέμηση ή τον περιορισμό των προσβολών από τα έντομα διενεργούνται προληπτικοί, δολωματικοί και εξοντωτικοί ψεκασμοί με διάφορα εντομοκτόνα ή αναρτώνται παγίδες ή εναλλακτικά χρησιμοποιείται πρόγραμμα βιολογικής καταπολέμησης.

γ) Κοιλίες και σαλιγκάρια

Μεγάλοι πληθυσμοί τους απειλούν την καλλιέργεια του μαρουλιού επειδή κατατρώγουν τα φύλλα. Καταπολεμούνται μάλλον εύκολα με δολώματα μεταλδεϋδης. (Κανάκης, 1998).

1.1.12. Μυκητολογικές ασθένειες

α) Περονόσπορος (*Bremia lactucae*)

Τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας είναι ακανόνιστες και οξύληκτες γωνιώδεις χλωρωτικές κηλίδες στην κάτω επιφάνεια των εξωτερικών φύλλων, σε περιοχές μεταξύ των νεύρων. Όταν οι συνθήκες ευνοούν την εξάπλωση της ασθένειας, οι ανωτέρω κηλίδες καλύπτονται από λευκές εξανθήσεις που μπορούν να προκαλέσουν από μικρές μέχρι και μεγάλες ζημιές σε καλλιέργειες μαρουλιού, ανάλογα με τις συνθήκες και τις καλλιεργητικές φροντίδες. Αντιμετωπίζονται με γενικά μέτρα προστασίας τα οποία λαμβάνονται για την καταπολέμηση των σοβαρών μυκητολογικών ασθενειών που αναφέρθηκαν προηγουμένως. (Κανάκης, 1998).

β) Κηλιδώσεις των φύλλων (*Microdochium panattonianum*)

Εκτός από το μαρούλι ο μύκητας *M. panattonianum* προσβάλλει και άλλα είδη της οικογένειας *Compositae*. Στα παλαιότερα φύλλα εμφανίζονται (<5mm) υδατώδεις κηλίδες που αργότερα ξηραίνονται και παίρνουν χρώμα ή καστανό. Ο νεκρός ιστός στο έλασμα του φύλλου συρρικνώνεται και απορρίπτεται σχηματίζοντας τρύπα στο έλασμα. Χαρακτηριστικές είναι οι κηλίδες που σχηματίζονται στο μίσχο και τα κεντρικά νεύρα των φύλλων που είναι μακρόστενες, βυθισμένες και έχουν χρώμα καστανοκόκκινο. Σε σοβαρές προσβολές μολύνονται και τα εσωτερικά φύλλα. Η ασθένεια ευνοείται από υγρό ψυχρό καιρό. Τα σπόρια του μύκητα παράγονται άφθονα πάνω στους μολυσμένους ιστούς και μεταδίδονται σε γειτονικά υγιή φύλλα και φυτά, με πιτσιλίσματα νερού. Το αρχικό μόλυσμα προέρχεται από τα υπολείμματα παλαιότερης καλλιέργειας, από ζιζάνια και μερικές φορές από μολυσμένο σπόρο. (Ε.Φ.Ε., 1998).

γ) Τήξη σπορείων

Οφείλεται στους μύκητες *Pythium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora sp.*, οι οποίοι προσβάλλουν τους βλαστάνοντες σπόρους και τα νεαρά σπορόφυτα.

δ) Σκληρωτινίαση

Οφείλεται στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* ο οποίος εισβάλλει στον κεντρικό άξονα του φυτού από το έδαφος και προσβάλλει τους μίσχους του φύλλου.

I.1.13. Βακτηριακές ασθένειες

Οφείλονται στα βακτήρια *Pseudomonas sp.* και *Xanthomonas sp.* και προκαλούν είτε σήψεις είτε στιγμάτωση στα φύλλα.

I.1.14. Ιώσεις

α) Μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV = Lettuce Mosaic Virus)

Είναι η σημαντικότερη ίωση που προσβάλλει το μαρούλι. Προκαλεί στικτή μωσαϊκή εμφάνιση των φύλλων με χλωρωτικές κηλίδες, νανισμό στα φυτά και πτυχωτή επιφάνεια στα φύλλα. Μεταδίδεται με τις αφίδες (κυρίως τη *Myzus persicae*) και μπορεί να προκαλέσει μεγάλες ζημιές. Για την πρόληψη της εμφανίζονται όλα εκείνα τα μέτρα που αφορούν τις ιώσεις, δηλαδή χρησιμοποίηση υγιών σπόρων, διαφύλαξη της υγείας των σπορόφυτων, έγκαιρη απομάκρυνση των ύποπτων φυτών, απολύμανση χεριών και εργαλείων, αποτελεσματική καταπολέμηση των αφίδων. Όμως η αντοχή στο μωσαϊκό του μαρουλιού έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να προσδοθεί στα φυτά με ένα υπολειπόμενο αλληλόμοφο γονίδιο το οποίο για πρώτη φορά εντοπίστηκε στην ποικιλία *Gallega*.

β) Μεγάλο νεύρο του μαρουλιού (big vein of lettuce)

Η μόλυνση των φυτών από την ασθένεια μπορεί να συμβεί σ' οποιοδήποτε βλαστικό στάδιο. Προσβλημένα νεαρά φυτά συνήθως αποθνήσκουν γρήγορα. Τα συμπτώματα από την ίωση συνήθως δεν εμφανίζονται πριν από την έκπτυξη του 5^{ου} ή 6^{ου} φύλλου. Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται ως ελαφρό κίτρινο ή λευκοκίτρινο χρώμα κατά μήκος των νεύρων, τα οποία σταδιακά γίνονται περισσότερο φανερά καθώς προκαλείται πάχυνση και πτύχωση στα φύλλα. Τα φυτά που προσβάλλονται σε μικρή ηλικία αδυνατούν να σχηματίσουν σφιχτή κεφαλή.

Η ασθένεια αυτή εθεωρείτο ότι οφείλεται στον μύκητα *Olpidium brassicae*. Σήμερα πιστεύεται ότι οφείλεται σε ιό, ο οποίος μεταφέρεται με τον *Olpidium brassicae* και με τα υπολείμματα των ριζών των μολυσμένων φυτών. Τα προβλήματα από την ασθένεια αυτή σε

θερμοκηπιακές καλλιέργειες μαρουλιού είναι περιορισμένα επειδή με την απολύμανση καταστρέφονται οι φορείς του ιού, δηλαδή ο μύκητας και τα υπολείμματα των προσβλημένων ριζών.

γ) Άλλες ιώσεις

Το μαρούλι προσβάλλεται επίσης και από τις κατωτέρω ιώσεις : *Dandelion Yellow Mosaic*, *Tobacco Streak Virus*, *Turnip Mosaic Virus* και *Lettuce Ring-Spot Virus*.

(Κανάκης, 1998).

I.1.15. Μη Παρασιτικές Ασθένειες

Στο μαρούλι έχουν αναφερθεί πολλές μη παρασιτικής αιτιολογίας ασθένειες οι οποίες σχετίζονται με ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων, τοξικότητες ανόργανων θρεπτικών στοιχείων καθώς και την δυσμενή επίδραση του περιβάλλοντος (χαμηλές θερμοκρασίες κ.α.) και ρύποι της ατμόσφαιρας. Εδώ θα αναφερθεί η πιο κύρια μη παρασιτική ασθένεια του μαρουλιού και η οποία σχετίζεται με την λίπανση του αζώτου.

Κάψιμο της κορυφής (Tip burn)

Η ασθένεια εμφανίζεται συνήθως στα φύλλα της κορυφής του φυτού (καρδιά μαρουλιού) με την μορφή νεκρώσεων στην κορυφή των φύλλων. Η ασθένεια αυτή προκαλείται από την μη ισορροπημένη θρέψη των φυτών με ασβέστιο και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως υπερβολική αζωτούχα λίπανση, έλλειψη του ασβεστίου, συνθήκες οι οποίες επηρεάζουν την ομαλή τροφοδοσία των φυτών με νερό. Είναι γνωστό ότι το ασβέστιο μετακινείται στο υπέργειο μέρος των φυτών με το νερό της διαπνοής, έτσι οτιδήποτε διαταράσσει την ομαλή τροφοδοσία των φυτών με νερό π.χ. έλλειψη νερού, υπερβολικά υγρός καιρός ιδιαίτερα την νύχτα προκαλεί την ασθένεια. (Ε.Φ.Ε. 1998, Grogan, Fink, 1956).

Ι.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Ι.2.1. Γενικά

Η λίπανση των καλλιεργειών για την αύξηση της παραγωγής είναι μια τεχνική που υπήρχε από την αρχαιότητα. Μέχρι το δέκατο όγδοο αιώνα τα οργανικά λιπάσματα (φυτικά και ζωικά υπολείμματα) ήταν η μοναδική πηγή για τη λίπανση των καλλιεργειών. Βασιζόμενος στο γεγονός αυτό ο Albrecht Thaer - ένας γιατρός που από χόμπι ερευνούσε τον τρόπο θρέψης των φυτών - διατύπωσε τη γνωστή θεωρία του “χούμους” (εδώ εννοείται η οργανική ουσία του εδάφους) που λέει ότι “ο χούμος” είναι αυτός που δίνει στα φυτά τα πιο απαραίτητα τρόφιμα.

Η θεωρία αυτή, σε μια εποχή που η επιστήμη της γεωργίας και ιδιαίτερα της θρέψης των φυτών δεν είχε εξελιχθεί, ήταν η μοναδική βάση για την εξήγηση της θρέψης των φυτών.

Αργότερα όμως τα αποτελέσματα των ερευνών του Liebig (1803 - 73) απόδειξαν ότι δεν είναι ο χούμος που θρέφει τα φυτά, αλλά τα ανόργανα χημικά στοιχεία τα οποία απορροφούν τα φυτά με τις ρίζες τους από το έδαφος, τα μεταφέρουν στα φύλλα τους και εκεί με την παρουσία του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού σχηματίζουν τις πιο απαραίτητες για την ανάπτυξη τους ουσίες. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό όταν σκεφθεί κανείς ότι στην αρχή της εμφανίσεως των φυτών στην επιφάνεια της γης υπήρχε νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, αλλά δεν υπήρχε χούμος ή με άλλα λόγια οργανική ουσία.

Η ουσία αυτή σχηματίσθηκε με την πάροδο του χρόνου από τα υπολείμματα των φυτών που παρέμεναν στο έδαφος, γι αυτό ο χούμος είναι συνέπεια και όχι αιτία για την ανάπτυξη των φυτών. Εξάλλου όπως είναι πλέον γνωστό, μπορούμε να αναπτύσσουμε φυτά μέσα στο νερό στο οποίο προσθέτουμε τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, χωρίς να είναι αναγκαία η παρουσία του χούμου. Με τον τρόπο αυτό, που ονομάζεται υδροκαλλιέργεια, παράγονται πλέον ανεξάρτητα από το έδαφος (soiless culture = καλλιέργειες χωρίς έδαφος) λαχανικά, λουλούδια κ.λ.π.

Ο Liebig με βάση αυτά τα αποτελέσματα διατύπωσε στα 1840 τη θεωρία της ανόργανης θρέψης των φυτών, η οποία λέει ότι τα φυτά χρειάζονται για την ανάπτυξή τους ανόργανα στοιχεία όπου με την προσθήκη των αλάτων τους στο έδαφος, όταν αυτό έχει βέβαια έλλειψη από αυτά, έχουμε σημαντική αύξηση της παραγωγής. Τα σαφή αποτελέσματα της έρευνας του Liebig οδήγησαν στη συστηματική βιομηχανική παραγωγή των αλάτων

αυτών των στοιχείων, κυρίως αζώτου, φωσφόρου, καλίου (N, P, K) γιατί αυτά είναι σε γενικές γραμμές εκείνα τα θρεπτικά στοιχεία που περισσότερο από τα άλλα καθορίζουν την απόδοση των καλλιεργειών.

Η αλματώδης αύξηση της γεωργικής παραγωγής με την αυξημένη χρήση των βιομηχανικών λιπασμάτων υποστηρίζει την ορθότητα των απόψεων του Liebig. Αλλά και τα οργανικά λιπάσματα (κοπριές, κομπόστες, χλωρή λίπανση) δεν έχασαν την αξία τους, γιατί αυτά είναι πολύτιμες ουσίες που καλυτερεύουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών γιατί χωρίς αυτές τις ουσίες, η παραγωγικότητα του εδάφους δε θα φθάνει σε επιθυμητά επίπεδα, ακόμη και όταν σ' αυτό προσθέσουμε όλα τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Εξάλλου η οργανική ουσία περιέχει στη δομή της ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που με την πάροδο του χρόνου με την αποικοδόμησή της ελευθερώνονται και γίνονται προσιτά στα φυτά. (Cooke, Marschner 1985).

1.2.2. Γιατί γίνεται αναγκαία η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

Σε οποιοδήποτε φυσικό τοπίο, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, δημιουργείται κάποια βλάστηση που προκαλεί μια σχετική ισορροπία στην ανακύκλωση της ύλης, που περιλαμβάνει και τα θρεπτικά στοιχεία. Τα φυτά παίρνουν τα θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος και αυτά τα ίδια θρεπτικά στοιχεία επιστρέφουν πάλι σ' αυτό σαν οργανικές ενώσεις με τα φύλλα, καρπούς και άλλα φυτικά υπολείμματα που πέφτουν στο έδαφος.

Από τα οργανικά υπολείμματα κατά την πορεία της αποσυνθέσεώς τους, που γίνεται με τους μικροοργανισμούς του εδάφους, ελευθερώνονται τα θρεπτικά στοιχεία που τα παίρνουν πάλι τα φυτά. Επειδή το έδαφος είναι σκεπασμένο με φυτά και φυτικά υπολείμματα, το νερό της βροχής δεν μπορεί εύκολα να απορρέει επιφανειακά και έτσι προκαλεί διάβρωση. Η απώλεια των θρεπτικών στοιχείων περιορίζεται εδώ, στις περισσότερες περιπτώσεις σ' αυτά που διαλύονται στο νερό δεν συγκρατούνται από το έδαφος και αποπλένονται μέσα σε αυτό.

Αν αυτή η απόπλυση δεν είναι μεγάλη, όπως συνήθως, αυτά τα θρεπτικά στοιχεία που κάθε φορά αποπλένονται αντικαθιστούνται πάλι από αυτά που ελευθερώνονται από τα ανόργανα και οργανικά συστατικά του εδάφους. Σε περιπτώσεις όμως που η απόπλυση είναι μεγάλη τότε το έδαφος πτωχαίνει σε θρεπτικά στοιχεία οπότε με την πάροδο του χρόνου τα φυτά που υπάρχουν τα αντικαθιστούν άλλα φυτά με μικρότερες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία.

Με την εξαφάνιση της φυσικής βλάστησης από τον άνθρωπο και τη χρήση των εδαφών για καλλιέργεια, διαταράσσεται αυτή η ισορροπία με συνέπεια :

- 1) Να επιταχυνθεί η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας του εδάφους και με γρήγορο ρυθμό να γίνει πτωχό σε θρεπτικά συστατικά.
- 2) Το έδαφος να γίνει ευαίσθητο στη διάβρωση και με αυτό τον τρόπο να απομακρυνθεί η επιφάνεια του εδάφους που είναι η πλουσιότερη σε θρεπτικά στοιχεία.
- 3) Να απομακρύνεται κάθε χρόνο με τη σοδειά ένα σημαντικό ποσό θρεπτικών στοιχείων όπως φαίνεται π.χ. από τον πίνακα 3.

Γι αυτό αν ο αγρότης καλλιεργεί το χωράφι του χωρίς να προσθέτει σ' αυτό τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, και σε αναγκαίο ποσό σαν λίπασμα, είναι επόμενο αργά ή γρήγορα το έδαφος να γίνει πτωχό σε θρεπτικά στοιχεία και έτσι να πέσει κατακόρυφα η παραγωγικότητά του μέχρι που η καλλιέργεια σε αυτό να γίνει πλέον ασύμφορη.

Πίνακας 3: Ορισμένα θρεπτικά στοιχεία που περιέχονται στο μέσο όρο παραγωγής μερικών καλλιεργειών:

Καλλιέργεια	Παραγωγή Τόνο/εκτάριο	Θρεπτικά στοιχεία που αφαιρούνται με τη σοδειά / Kg / εκτάριο*					
		Αζωτο	Κάλι	Ασβέστιο	Μαγνήσιο	Φώσφορος	Θειάφι
Σιτάρι	4	80	40	10	5	12	20
Τεύτλα	40	230	220	70	25	20	30
Φασόλια	2,5	110	50	20	5	15	25
Πατάτες	50	180	200	10	15	25	20
Τριφύλλι	10	280	180	250	20	30	30

Υποσημείωση: * Τα θρεπτικά στοιχεία του πίνακα αναφέρονται για το σιτάρι στον καρπό και το άχυρο, για τα τεύτλα στους κονδύλους και τα φύλλα, για τα φασόλια μόνο στον καρπό, για τις πατάτες μόνο στους κονδύλους και για το τριφύλλι σ' αυτό που θερίζεται. Επιπλέον οι καινούργιες ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών που έχουν μεγάλη παραγωγή, έχουν αντίστοιχα και μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία.

(Cooke).

1.2.3. Πότε και πόσο λίπασμα πρέπει να χρησιμοποιείται;

Η γονιμότητα των εδαφών από τη φύση τους είναι διαφορετική. Η απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων με τη σοδειά και η απώλειά τους με απόπλυση ή διάβρωση είναι ένας

δευτερογενής παράγοντας που καθορίζει επιπλέον την παραγωγικότητα των εδαφών. Για να διατηρήσει ο αγρότης την παραγωγικότητα των εδαφών του όπως έχει, πρέπει τουλάχιστον να του προσθέτει κάθε χρόνο τα θρεπτικά στοιχεία που απομακρύνονται από το έδαφος με την σοδειά. Σε μια σύγχρονη γεωργική εκμετάλλευση όμως ο σκοπός δεν είναι μόνο να κρατηθεί η φυσική γονιμότητα του εδάφους αλλά και να αυξηθεί.

Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει να προσθέτουμε στο έδαφος παραπάνω από αυτό που απομακρύνεται, μέχρι να φθάσει η παραγωγικότητα του εδάφους - όσον αφορά τις θρεπτικές ουσίες - στο υψηλότερο δυνατό επίπεδο. Με τον τρόπο αυτό πέτυχε η γεωργία τα τελευταία 70 χρόνια μια αλματώδη αύξηση της στρεμματικής απόδοσης.

Σκόπιμη στη χρήση των λιπασμάτων είναι όμως η γνώση του πότε και που είναι απαραίτητο και σε ποια ποσότητα πρέπει να προστεθεί το λίπασμα ώστε να έχουμε τη μεγαλύτερη και πιο συμφέρουσα παραγωγή και συγχρόνως την καλύτερη ποιότητα προϊόντων.

Για τη σωστή τροφοδοσία των φυτών από τα λιπάσματα πρέπει να έχουμε υπόψη μας όλα τα θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Ήδη από την εποχή του Liebig ξέρουμε ότι το ύψος της παραγωγής κάθε εδάφους καθορίζεται από αυτά τα στοιχεία που είναι σε έλλειψη (νόμος του ελαχίστου). Με άλλα λόγια δε μας βοηθάει να φορτώσουμε το έδαφος με υψηλό ποσοστό αζώτου αν ο φώσφορος και το Κάλι ή και τα άλλα στοιχεία δεν υπάρχουν σε αρκετό ποσοστό. Δεν είναι λοιπόν μόνο η περιεκτικότητα κάθε στοιχείου, αλλά και οι αρμονικές σχέσεις των στοιχείων μεταξύ τους που έχουν μεγάλη σημασία για το ύψος της παραγωγής και ιδιαίτερα για την ποιότητα των προϊόντων.

Για να λιπαίνει ο αγρότης το έδαφος όπως πρέπει, και για να πετύχει παραγωγή όπως περιμένει, πρέπει η λίπανση να βασίζεται σε επιστημονική βάση, ώστε αυτή να γίνεται ανάλογα με τη γονιμότητα του εδάφους και τις ανάγκες των φυτών. Τέτοια επιστημονική βάση δεν μπορεί βέβαια να τη γνωρίζει ο αγρότης, γι' αυτό πρέπει οι επιστήμονες να την αποκτήσουν με τη σχετική έρευνα και τα πειράματα και αφού την απλοποιήσουν με σωστή ερμηνεία να την δώσουν στους αγρότες.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες για τον εφοδιασμό του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία. Ο πληρέστερος στις φυσικές συνθήκες είναι τα πειράματα αγρού. Η αξία όμως της μαρτυρίας των αποτελεσμάτων του πειράματος αγρού επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που δεν μπορούμε εύκολα να ελέγξουμε. Παρόλα αυτά η εκτέλεση πειράματος αγρού είναι οπωσδήποτε αναγκαία, κυρίως για τον έλεγχο των άλλων μεθόδων καθώς και την εξακρίβωση της οικονομικής εκβάσεως από τη χρήση λιπασμάτων. Η εξακρί-

βωση όμως της ανάγκης λιπάνσεως των καλλιεργειών με τη μέθοδο αυτή προϋποθέτει πολύ χρόνο και χρήμα γιατί έχει μεγάλη απόκλιση στα αποτελέσματα από περιοχή σε περιοχή καθώς και κατά την διάρκεια του χρόνου.

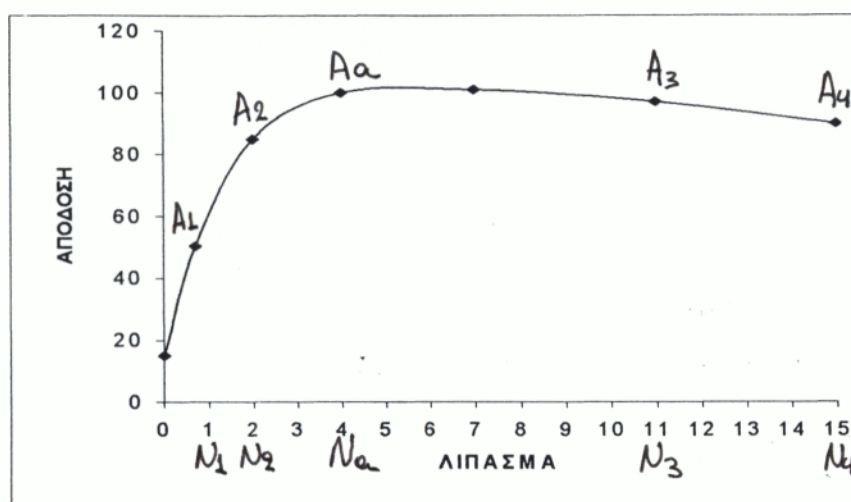
Η δοκιμή στα δοχεία έχει το πλεονέκτημα ότι μπορούμε με τον τρόπο αυτό να ελέγξουμε πολλούς παράγοντες που διαταράζουν την ορθότητα των αποτελεσμάτων, επίσης μπορούν να γίνουν πολύ γρηγορότερα και πολύ οικονομικότερα από αυτές του αγρού. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι στα δοχεία οι συνθήκες αναπτύξεως των φυτών δεν είναι εντελώς όμοιες με τις φυσικές.

Η πιο εύκολη και οικονομικότερη μέθοδος με την οποία μπορούμε να πάρουμε κάποια σχετική πληροφορία για τον εφοδιασμό του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία ιδιαίτερα φωσφόρου και καλίου είναι η ανάλυση των εδαφών. Η πράξη έχει αποδείξει ότι η ανάλυση των εδαφών, ακόμη και αν δεν είναι η καλύτερη μέθοδος, μας δίνει πολύ χρήσιμες πληροφορίες για την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικά στοιχεία δηλαδή για το ύψος και το χρόνο λιπάνσεως. Έχει ακόμη το πλεονέκτημα ότι με τη μέθοδο αυτή μπορούμε, αντίθετα με άλλες, να πάρουμε πληροφορίες για την κατάσταση του εδάφους σε ότι αφορά τα θρεπτικά στοιχεία πριν ακόμη κάνουμε την καλλιέργεια και έτσι να χρησιμοποιήσουμε περίπου το κατάλληλο λίπασμα στο σωστό χρόνο και στην σωστή περίπου ποσότητα. (Cooke).

I.2.4. Ποσοτική σχέση απόδοσης - Ποσότητα λίπανσης

Η διαθεσιμότητα του αζώτου στα φυτά επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που έχουν σχέση τόσο με το έδαφος (μικροβιακή δραστηριότητα, οργανική ουσία, υγρασία, κ.α.) όσο και με το περιβάλλον (θερμοκρασία, βροχόπτωση κ.α.). Τις περισσότερες όμως φορές το άζωτο το οποίο απελευθερώνεται από την οργανική ουσία του εδάφους δεν είναι αρκετό για να καλύψει τις υψηλές αποδόσεις μίας καλλιέργειας. Έτσι, ο παραγωγός θα πρέπει να λιπώνει το χωράφι του για να επιτύχει υψηλές αποδόσεις. Λόγω των πολλών παραγόντων οι οποίοι όμως επηρεάζουν την διαθεσιμότητα του αζώτου στο έδαφος, είναι δύσκολη η ακριβής πρόγνωση της επιλέον ποσότητας αζώτου, από αυτή την οποία παράγεται στο έδαφος, την οποία θα πρέπει να ρίξει ο παραγωγός στην καλλιέργεια του. Ο καλύτερος τρόπος πρόγνωσης των απαιτήσεων των καλλιεργειών σε αζωτούχο λίπασμα είναι αυτός που βασίζεται, όπως αναφέραμε πριν, στα αποτελέσματα πολλών πειραμάτων στο χωράφι τα οποία συνήθως γίνονται σε διαφορετικά εδάφη, κλίματα καθώς και εποχές του έτους.

Από πειράματα που έχουν γίνει, έχει βρεθεί ότι τις περισσότερες φορές η σχέση ανάμεσα στην απόδοση και στην ποσότητα λιπάσματος που εφαρμόζουμε έχει τη μορφή του σχήματος 1. Δηλαδή την σχέση αυτή, την εκφράζει μια καμπύλη κορεσμού ή καμπύλη ελάχιστης απόδοσης όπως συνήθως ονομάζεται. Η καμπύλη αυτή ονομάζεται έτσι γιατί η απόδοση της καλλιέργειας αυξάνεται λιγότερο με την σταδιακή αύξηση της ποσότητας του αζώτου που εφαρμόζουμε στο έδαφος.



Σχήμα 1: Η σχέση ανάμεσα στην απόδοση και στη ποσότητα του αζωτούχου λιπάσματος το οποίο εφαρμόζουμε σε μία καλλιέργεια.

Στη καμπύλη αυτή παρατηρούμε ότι με την αύξηση της ποσότητας του αζωτούχου λιπάσματος από N₁ σε N₂ επιτυγχάνουμε μία μεγάλη αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας π.χ. από A₁ σε A₂. Μετά όσο προχωράμε κατά μήκος της καμπύλης παρατηρούμε ότι συναντάμε ένα σημείο A_α το οποίο αντιστοιχεί σε λίπανση με N_α με την οποία έχουμε την μεγαλύτερη απόδοση στη καλλιέργεια A_α. Η ποσότητα αυτή του αζώτου N_α (optimum) είναι αυτή με την οποία ο παραγωγός μπορεί να επιτύχει την μέγιστη απόδοση.

Από το σημείο αυτό της καμπύλης και πάνω παρατηρούμε ότι οι αποδόσεις της καλλιέργειας αυξάνονται πολύ λίγο με την αύξηση του λιπάσματος από N_α σε N₃. Εάν ξεπεράσουμε μία συγκεκριμένη ποσότητα λιπάσματος N₄ παρατηρούμε και μία μείωση των αποδόσεων η οποία μπορεί να οφείλεται μεταξύ των άλλων (οσμωτικά φαινόμενα) και σε τοξικότητα του στοιχείου.

Τοξικότητα από την υπερβολική εφαρμογή λιπάσματος σε καλλιέργεια μαρουλιού έχει παρατηρηθεί ιδιαίτερα με την χρήση αμμωνιακού λιπάσματος, με την εμφάνιση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων ιδιαίτερα στα αγγεία του ξύλου, τα οποία αποκτούν ερυ-

θροειδή μεταχρωματισμό.

Χαρακτηριστικό της καμπύλης των ελαχίστων αποδόσεων είναι η σταθερότητα στις αποδόσεις με την εφαρμογή ποσοτήτων λιπάσματος ανάμεσα στις ποσότητες N_{μ} - N_3 , δηλαδή όποια ποσότητα λιπάσματος ανάμεσα σε αυτές εφαρμόσει ο παραγωγός στο χωράφι δεν θα έχει σημαντική αύξηση στις αποδόσεις και επιπλέον θα έχει και οικονομική επιβάρυνση σε λίπασμα διότι η ποσότητα αυτή δεν θα του αυξήσει την παραγωγή.

Ο παραγωγός όμως στη πράξη δεν μπορεί να προσεγγίσει βασιζόμενος στην εμπειρία του με μεγάλη ακρίβεια ποια ποσότητα αζώτου θα χρησιμοποιεί ανάμεσα στο (N_3 - N_4) ώστε να μη επιβαρύνει οικονομικά την καλλιέργεια του. Η καλύτερη δυνατή προσέγγιση της ποσότητας N_4 μπορεί να επιτευχθεί μετά από πειραματισμό στο χωράφι όπως παρουσιάζεται για το μαρούλι στην παρούσα εργασία.

(Cooke, Marschner 1985).

I.2.5. Τύποι λιπασμάτων

Λίπασμα είναι οποιαδήποτε ουσία η οποία όταν προστίθεται στο έδαφος εφοδιάζει τα φυτά με απαραίτητα για την θρέψη τους στοιχεία. Η λίπανση των καλλιεργειών διακρίνεται σε ανόργανη και οργανική. Στην ανόργανη λίπανση χρησιμοποιούμε ανόργανα λιπάσματα (χημικά, βιομηχανικά, τεχνικά και εμπορικά). Λιπάσματα είναι ουσίες στις οποίες τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά υπάρχουν σαν ανόργανες ενώσεις. Τα οργανικά λιπάσματα (κοπριά, φυτικά υπολείμματα) είναι φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία, η κοπριά περιέχει επί τοις % στην ξηρή ουσία, (0,2 - 0,6) N, (0,2 - 0,5) P_2O_5 και (0,1 - 0,4) K_2O και τα θρεπτικά στοιχεία δεν είναι αμέσως αφομοιώσιμα από τα φυτά (ελευθερώνονται σιγά - σιγά με την δράση των μικροοργανισμών στο έδαφος). Τα ανόργανα λιπάσματα αντιθέτως είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία (η περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία N, P_2O_5 και K_2O είναι 60 - 70%) τα οποία τις περισσότερες φορές είναι αμέσως προσιτά από τα φυτά.

Τα ανόργανα λιπάσματα είναι γενικά απλά άλατα τα οποία υπάρχουν στην φύση σαν αποθέματα ή παράγονται συνθετικά. Η επεξεργασία των αλάτων που υπάρχουν στην φύση (μετατροπή σε πιο διαλυτή μορφή ή απαλλαγή από ανεπιθύμητες ουσίες) και η συνθετική παραγωγή ορισμένων αλάτων γίνεται από την βιομηχανία. Τα ανόργανα λιπάσματα διακρίνονται σε απλά, σύνθετα και μικτά λιπάσματα. Τα απλά λιπάσματα είναι εκείνα τα οποία περιέχουν ένα μόνο θρεπτικό στοιχείο και ανάλογα με το θρεπτικό στοιχείο το οποίο περιέχουν ονομάζονται αζωτούχα, απλά φωσφορούχα και απλά καλιούχα λιπάσματα. Τα

σύνθετα λιπάσματα παράγονται από την χημική αντίδραση και τα μικά από την μηχανική ανάμιξη των αλάτων των αντίστοιχων θρεπτικών στοιχείων. Αυτά περιέχουν συνήθως δύο ή τρία από τα βασικά θρεπτικά στοιχεία (N, P και K) και πολλές φορές μακροστοιχεία και μικροστοιχεία.

(Cooke).

Ι.3. Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΑΖΩΤΟ -ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ - ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

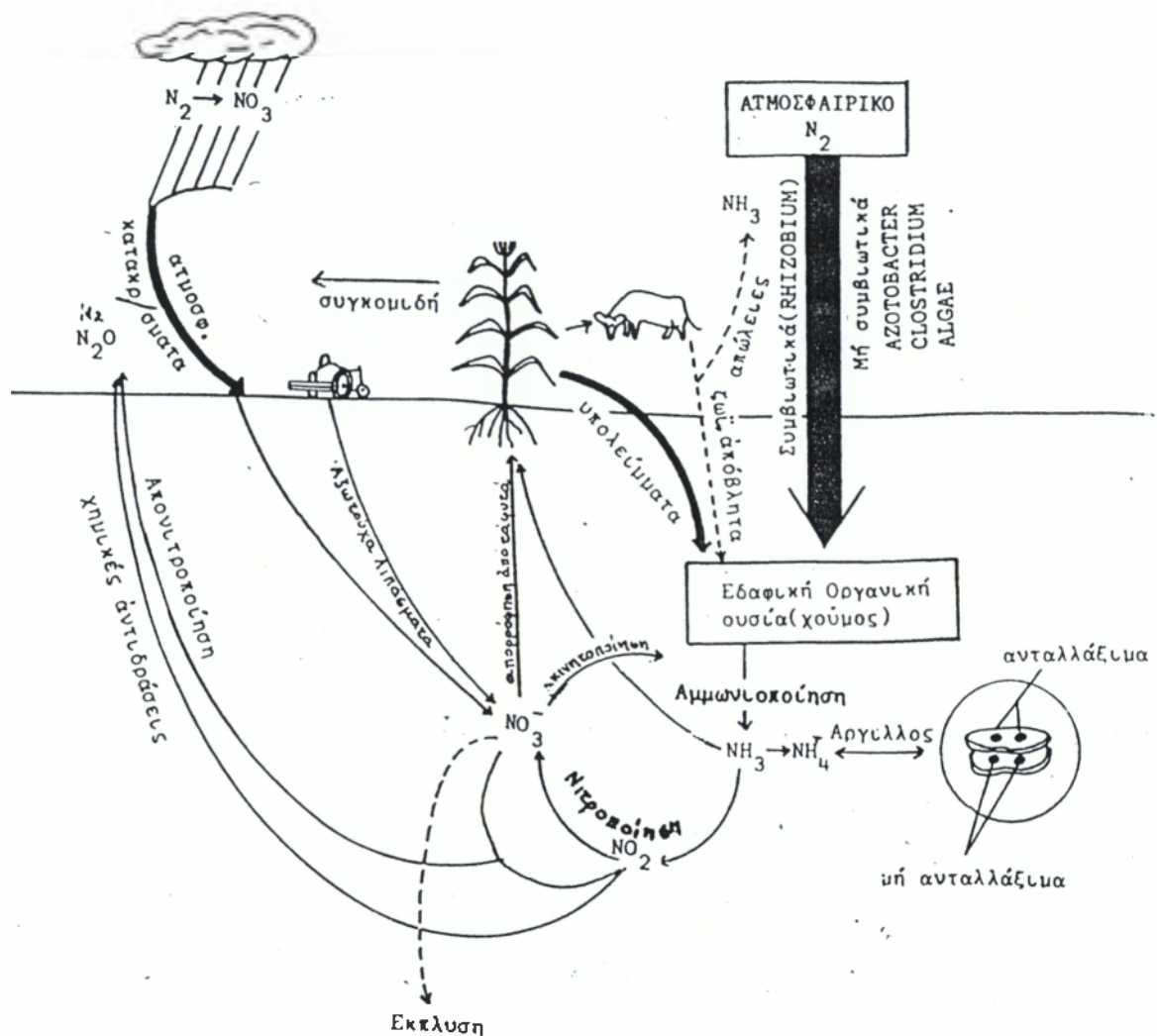
Ι.3.1. Το άζωτο στο έδαφος

Ένα μικρό μόνο μέρος (2%) του ολικού ποσού του N το οποίο υπάρχει στην γη βρίσκεται στην ατμόσφαιρα ενώ περίπου το 98% αυτού βρίσκεται στο έδαφος με την μορφή νιτρικών και αμμωνιακών αλάτων. Στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους ένα πολύ μικρό ποσό περίπου 2% βρίσκεται με την ανόργανη μορφή σαν αμμωνιακό (NH₄) και μία μικρή ποσότητα με την μορφή νιτροδών και νιτρικών ιόντων (NO₃).

Το αμμωνιακό άζωτο συγκρατείται στο έδαφος ενώ το νιτρικό άζωτο και ένα μικρό μέρος του αμμωνιακού βρίσκεται στο εδαφικό διάλυμα από το οποίο τα φυτά το χρησιμοποιούν. Το μεγαλύτερο μέρος του N (98%) βρίσκεται στο έδαφος ενσωματωμένο στις οργανικές ενώσεις. Το οργανικό αυτό N ελευθερώνεται με τη διάσπαση των ενώσεων αυτών με τη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους και σχηματίζεται αμμωνιακό άζωτο (σχήμα 2). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ανοργανοποίηση. Τα σχηματιζόμενα αυτά αμμωνιακά ιόντα οξειδώνονται περαιτέρω βιολογικά με τη δράση βακτηρίων στο έδαφος και παράγεται νιτρικό άζωτο. Η βιοχημική αυτή διάσπαση ονομάζεται νιτροποίηση. Κατά την νιτροποίηση όμως παράγονται και ιόντα, τα οποία προκαλούν οξίνιση στο έδαφος σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση :



Οι προσθήκες αζώτου στο έδαφος πραγματοποιούνται με τρεις τρόπους με την δέσμευση του ατμοσφαιρικού N από τους μικροοργανισμούς οι οποίοι βρίσκονται στην ρίζα των αζωτοδεσμευτικών φυτών (π.χ. ψυχανθή), δέσμευση του ατμοσφαιρικού N από μικροοργανισμούς οι οποίοι είναι ελεύθεροι στο έδαφος καθώς και από την ατμόσφαιρα με τη βροχή. Από το έδαφος όμως έχουμε και απώλειες του N με την απόπλυση ιδιαίτερα του νιτρικού N το οποίο δεν συγκρατείται στο έδαφος, διαφυγή στην ατμόσφαιρα πτητικών ενώσεων του N καθώς και από τη συγκομιδή των φυτών. Το N αυτό θα πρέπει να προστεθεί στο έδαφος γιατί αλλιώς θα μειωθεί σημαντικά και θα έχει δυσμενή επίδραση στην παραγωγή. Επίσης το N είναι ένα θρεπτικό στοιχείο το οποίο το φυτό το χρησιμοποιεί σε μεγάλες ποσότητες και γι' αυτό θα πρέπει πάντα να κάνουμε λίπανση με N για να επιτύχουμε υψηλές αποδόσεις.



Σχήμα 2: Εικόνα η οποία περιλαμβάνει σε γενικές γραμμές τον κύκλο του αζώτου στο έδαφος

1.3.2. Πρόσληψη - Μεταφορά - Μεταβολισμός του αζώτου στα φυτά

Τα αμμωνιακά και νιτρικά ιόντα τα οποία υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα προσλαμβάνονται από τις ρίζες των φυτών με μία διαδικασία η οποία απαιτεί ενέργεια, μεταφέρονται στους βλαστούς και ενσωματώνονται στις διάφορες ενώσεις του φυτού (αμινοξέα, πρωτεΐνες κ.α.). Η πρόσληψη, μεταφορά και ενσωμάτωση του αζώτου στις ενώσεις των φυτών περιλαμβάνει διάφορα στάδια όπου συμβαίνουν διάφορες φυσικοχημικές μετατροπές στο νιτρικό και αμμωνιακό άζωτο.

Μετά την πρόσληψη των νιτρικών ιόντων από τη ρίζα, αυτό υφίσταται αναγωγή σε αμμωνία με τη δράση δύο ενζύμων της νιτρικής και νιτρώδης ρεδουκτάσης, η παραγόμενη με αυτό τον τρόπο αμμωνία διαλυτοποιείται στον κυτταρικό χυμό. Σε πολλά φυτά εκτός από τις ρίζες και οι βλαστοί μπορεί να συμμετάσχουν στην αναγωγή των νιτρικών ιόντων. Η αναλογία της έκτασης της αναγωγής που γίνεται ανάμεσα στην ρίζα και στους βλαστούς εξαρτάται

από διάφορους παράγοντες όπως η ποσότητα των νιτρικών, το είδος και η ηλικία του φυτού κ.α. Γενικά, όταν η τροφοδοσία των φυτών με νιτρικά ιόντα είναι μικρή το μεγαλύτερο ποσοστό των νιτρικών ανάγεται στη ρίζα, ενώ στην αντίθετη περίπτωση παρατηρείται σε ορισμένα φυτά και αναγωγή στους βλαστούς.

Για να γίνει η αναγωγή των νιτρικών στη ρίζα χρειάζεται ενέργεια η οποία απελευθερώνεται από τη καύση των υδατανθράκων, οι οποίοι παράγονται στα φύλλα και μεταφέρονται διάμεσο του φλοιώδους ιστού στη ρίζα. Εάν η τροφοδοσία των φυτών με νιτρικά είναι μεγάλη, και υπάρχει έλλειψη υδατανθράκων στη ρίζα ένα μεγάλο μέρος των νιτρικών μετακινείται στους βλαστούς. Τα νιτρικά ιόντα δεν μεταφέρονται στον ηθώδη ιστό, έχει βρεθεί στον ηθμό πάρα πολύ μικρή συγκέντρωση νιτρικών ιόντων. Η μειωμένη αυτή μεταφορά με τον ηθώδη ιστό, είναι ενδεικτική και της μικρής αξίας των νιτρικών ιόντων για το μεταβολισμό του φυτού ιδιαίτερα στην περίπτωση που μπορεί να παρατηρηθεί παροδική έλλειψη του αζώτου στο χωράφι. Έτσι, εάν η τροφοδοσία των φυτών με νιτρικά είναι μεγάλη ένα μεγάλο ποσό νιτρικών τα οποία δεν προλαβαίνει το φυτό να ανάγει, συσσωρεύονται στο χυμοτόπιο. Έχει βρεθεί ότι εάν υπάρχει παροδική έλλειψη του αζώτου στη ρίζα ο ρυθμός απελευθέρωσης των νιτρικών από το χυμοτόπιο καθώς και ο ρυθμός μεταφοράς στο φυτό είναι πολύ μικρός. (Burns, 1992).

Η πρόσληψη του αζώτου από τη ρίζα καθώς και η αναγωγή είναι διεργασίες οι οποίες απαιτούν ενέργεια άρα είναι άμεσα συνδεδεμένες με τη φωτοσύνθεση δηλαδή την ένταση του φωτισμού. Ο ρυθμός αναγωγής των νιτρικών είναι πιο σταθερός στη ρίζα κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ στους βλαστούς μειώνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της νύκτας ή επηρεάζεται αρνητικά με τη πτώση της έντασης του φωτισμού. Η σχέση αυτή ανάμεσα στην ένταση του φωτισμού και στην αναγωγή των νιτρικών είναι σημαντική ιδιαίτερα για καλλιέργειες όπως το μαρούλι το οποίο συσσωρεύει νιτρικά ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή στο θερμοκήπιο όταν τα φυτά αναπτύσσονται με χαμηλή ένταση φωτισμού. (Marshner, 1985).

Τα φυτά όμως προσλαμβάνουν και αμμωνιακά ιόντα από την ρίζα τους τα οποία βρίσκονται μέσα στο εδαφικό διάλυμα. Η διαδικασία μετατροπής των αμμωνιακών σε αμμωνία είναι λιγότερο δαπανηρή σε ενέργεια διεργασία, αλλά είναι πολύ δαπανηρή σε ενέργεια όσο αφορά την ενσωμάτωση της παραγόμενης αμμωνίας στις ουσίες του φυτού. Αυτό συμβαίνει επειδή η ενσωμάτωση της αμμωνίας χρειάζεται άμεσο εφοδιασμό σε ενώσεις του άνθρακα για να σχηματίσει αμιδινα, αμινοξέα κ.α.. Δηλαδή ο μεταβολισμός των αμμωνιακών ιόντων έχει μεγάλες απαιτήσεις σε υδατάνθρακες με αποτέλεσμα όταν υπάρχει

μικρή παροχή με υδατάνθρακες στη ρίζας να παρατηρούμε και τοξικότητες.

Η μετακίνηση της αμμωνίας στους βλαστούς γίνεται με τη χρήση αμιδίων τα οποία όμως έχουν μεγάλη αναλογία N/C για να κάνει το φυτό με αυτό τον τρόπο οικονομία στους υδατάνθρακες, οι πιο σημαντικές ενώσεις είναι η γλουταμίνη και η ασπαραγίνη.

Μια ερώτηση η οποία θα πρέπει να τεθεί από τη γενική μελέτη του μεταβολισμού του αζώτου και σε συνδυασμό με τη λίπανση είναι εάν τα φυτά προτιμούν λιπάσματα τα οποία είναι αμμωνιακά ή νιτρικά ή και τα δύο σε ορισμένες αναλογίες. Η επιλογή της μορφής του αζώτου δεν μπορεί να βασιστεί μόνο στις ιδιαίτερες απαιτήσεις των φυτών σε άζωτο αλλά και γενικά στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και το κλίμα μιας περιοχής γιατί γενικά το μεγαλύτερο ποσοστό του αζώτου που προστίθεται στο έδαφος νιτροποιείται γρήγορα. Πιο σημαντικός παράγοντας είναι γενικά το έδαφος και το κλίμα στην επιλογή της μορφής του αζώτου παρά οι απαιτήσεις των φυτών εκτός εάν καλλιεργούνται φυτά τα οποία αναπτύσσονται σε όξινα εδάφη και τα οποία κάνουν χρήση αμμωνιακών. Επιπλέον έχει βρεθεί ότι εάν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές τότε τα φυτά έχουν μεγαλύτερη πρόσληψη αμμωνιακών.

Όσο αφορά την επιλογή της μορφής του αζωτούχου λιπάσματος στην καλλιέργεια του μαρουλιού έχει βρεθεί ότι μονομερής προσθήκη αμμωνιακών λιπασμάτων μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση τοξικότητας. Τα συμπτώματα στο φυτό είναι μαρασμός ιδιαίτερα στα εξωτερικά ώριμα φύλλα, τα οποία μπορεί να αναπτύξουν περιοχές με V σχήμα οι οποίες γίνονται νεκρωτικές. Τα συμπτώματα αυτά συνδυάζονται και με την εμφάνιση αντίστοιχων συμπτωμάτων στη ρίζα. Η κεντρική ρίζα μπορεί να νεκρωθεί τελείως, ή να παρουσιάζει περιοχές με καφέ χρωματισμό. Τα συμπτώματα αυτά συνδυάζονται και με την εμφάνιση καφέ μεταχρωματισμού των αγγείων της ρίζας. (Marschner 1985).

1.3.3. Χρόνος και τρόποι εφαρμογής της λίπανσης με άζωτο

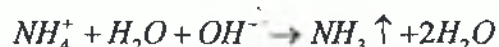
Παρόλο που πολλές καλλιέργειες χρειάζονται μεγάλες ποσότητες N για τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση, η υπερβολική ποσότητα N στη βασική λίπανση δεν συνίσταται διότι όπως είναι γνωστό το μεγάλο ύψος βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα θα προκαλέσει μια ποσότητα του N να αποπλυθεί στο έδαφος με δυσμενή πολλές φορές επίδραση στο περιβάλλον. Συνήθως δίνεται μία μικρή ποσότητα του N στη βασική λίπανση ως αμμωνιακό N το οποίο δεν αποπλένεται από το έδαφος.

Εκτεταμένες έρευνες έχουν δείξει ότι οι περισσότερες καλλιέργειες επωφελούνται από

μικρή και τακτική εφαρμογή του Ν στα διάφορα στάδια αναπτύξεως των φυτών παρά με μία μόνο εφαρμογή στην αρχή της καλλιέργειας. Η καλύτερη τακτική από τη πλευρά της ανάπτυξης των φυτών και από την οικολογική πλευρά είναι να δοθεί ένα μέρος του Ν στη βασική λίπανση, το δε υπόλοιπο σε 2 - 4 επιφανειακές εφαρμογές. Αυτό οδηγεί σε καλύτερη αξιοποίηση των λιπασμάτων του Ν και μείωση των απωλειών. Στις ετήσιες καλλιέργειες δίνεται μία μικρή ποσότητα του Ν (προτιμάται το αμμωνιακό) στη βασική λίπανση και ενσωμάτωση μαζί με το φώσφορο και κάλιο ή στις γραμμές της σποράς όταν η εφαρμογή γίνεται κατά γραμμές και το υπόλοιπο Ν επιφανειακά σε μικρές δόσεις με μορφή νιτρική ανάλογα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας. Στα δένδρα δίνεται μία ποσότητα του Ν μαζί με τον φώσφορο και κάλιο επιφανειακά με ενσωμάτωση και το υπόλοιπο σε νιτρική μορφή σε δόσεις ανάλογα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Εκτός από την έκλυση υπάρχουν και απώλειες του Ν στην ατμόσφαιρα. Αυτές οι απώλειες λαμβάνουν χώρα, με τη μορφή N_2 , N_2O και NH_3 οι οποίες απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα με βιολογικές ή χημικές αντιδράσεις. Οι μηχανισμοί απώλειας είναι η απονιτροποίηση, όπου λαμβάνει χώρα βιοχημική αναγωγή του νιτρικού Ν κάτω από αναερόβιες συνθήκες, χημική αντίδραση σε αερόβιες συνθήκες και εξαέρωση με τη μορφή αμμωνίας.

Η εξαέρωση της αμμωνίας λαμβάνει χώρα όταν άλατα του αμμωνίου προστίθενται στο έδαφος με τη λίπανση σε αλκαλικά εδάφη σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Γι' αυτό τα αζωτούχα λιπάσματα τα οποία περιέχουν αμμωνία και η ουρία θα πρέπει να ενσωματώνονται κατά την εφαρμογή τους στα αλκαλικά εδάφη.

Τα νιτρικά λιπάσματα θα πρέπει να μην χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες οι οποίες καλύπτονται με νερό όπως το ρύζι, διότι Ν χάνεται στην ατμόσφαιρα με την απονιτροποίηση. Στις καλλιέργειες ρυζιού χρησιμοποιούνται άλατα του αμμωνίου και ουρία για τη λίπανση. Επίσης και στις περιπτώσεις αυτές έχουν παρατηρηθεί απώλειες του Ν στην ατμόσφαιρα με τη μορφή αμμωνίας, οι απώλειες αυτές όμως μπορούν να μειωθούν όταν χρησιμοποιηθούν κοκκώδη άλατα του αμμωνιακού Ν και ουρία και τοποθετηθούν στην περιοχή όπου αναπτύσσονται οι ρίζες του ρυζιού.

Η διαφυγή του αζώτου με τις παραπάνω διεργασίες θα μπορούσε να μειωθεί αν μπορούσαμε να μειώσουμε τη διαλυτότητα των αζωτούχων λιπασμάτων. Έχουν δημιουργηθεί τέτοια λιπάσματα όπως η ουρία καλυμμένη με θείο κ.α.. Επίσης στην περίπτωση της ουρίας

έχουν χρησιμοποιηθεί και αναστολείς της ουρεάσης, ενός ενζύμου, όπως θα δούμε παρακάτω, απαραίτητου για τη διάσπαση της. Τα λιπάσματα αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι απελευθερώνουν τα θρεπτικά στοιχεία σιγά - σιγά με αποτέλεσμα να μειώνονται οι απώλειες λόγω της έκπλυσης και εξαέρωσης ή απονιτροποίησης. Τα λιπάσματα αυτά έχουν το μειονέκτημα της ακριβής τιμής. (Cooke).

1.3.4. Είδη αζωτούχων λιπασμάτων

Τα αζωτούχα λιπάσματα διακρίνονται σε απλά όπως τα αμμωνιακά, τα νιτρικά ή ουρία και σε πολλαπλά.

Θειική αμμωνία (NH₄)₂SO₄

Χρησιμοποιείται συνήθως στη βασική λίπανση και περιέχει 21% N και 24 % S. Παράγεται σε κρυσταλλική ή κοκκώδες μορφή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με λίπανση με το χέρι ή με λιπασματοδιανομέα. Είναι η πιο παλιά πηγή N. Είναι λίπασμα εύκολο στη μεταχείριση και αποθηκεύεται εύκολα. Αποτελεί και πηγή S ιδιαίτερα για εδάφη ελλειμματικά στο στοιχείο αυτό. Όταν αναμιγνύεται στο έδαφος συγκρατείται από τα κολλοειδή του εδάφους και δεν αποπλένεται. Όταν προστίθεται στο έδαφος το N μετατρέπεται σε νιτρικό N με τη δράση των νιτροποιητικών βακτηρίων. Επειδή είναι λίπασμα το οποίο προκαλεί οξύτητα στο έδαφος δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε ελαφρά όξινα εδάφη εκτός εάν περιοδικά κάνουμε ασβέστωση στο έδαφος.

Ουρία (CO(NH₂)₂)

Η ουρία παράγεται από την αντίδραση της αμμωνίας με το CO₂ κάτω από υψηλή πίεση και θερμοκρασία. Περιέχει 45% N. Στην εμπορική μορφή του δεν είναι αμμωνιακό λίπασμα όταν όμως εφαρμόζεται στο έδαφος υδρολύεται με τη δράση των ενζύμων της ουρεάσης σε ανθρακικό αμμώνιο σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση :



Το παραγόμενο ανθρακικό αμμώνιο δεν είναι σταθερή ένωση η οποία διασπάται σε αμμωνία και CO₂. Η γρήγορη υδρόλυση της ουρίας με την απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων αμμωνιακού N είναι δυνατόν να προκαλέσει ζημιές σε νεαρά φυτά. Η ουρία συγκρατείται στο έδαφος ασθενέστερα από τα αμμωνιακά ιόντα αλλά ισχυρότερα από τα νιτρικά. Η ουρία παράγεται σαν κοκκώδες και κρυσταλλικό λίπασμα και χρησιμοποιείται στη βασική λίπανση, και επειδή είναι διαλυτή στο νερό χρησιμοποιείται και για διαφυλλικούς ψε-

κασμούς (2 - 5%) και στην υδρολίπανση. Κατά την παρασκευή της ουρίας σχηματίζεται σε μικρές ποσότητες διουρία. Η ένωση αυτή είναι τοξική για τα φυτά και η περιεκτικότητα στο λίπασμα θα πρέπει να είναι κάτω από το 1,5 - 2%.

Νιτρικά λιπάσματα

Στα νιτρικά λιπάσματα περιλαμβάνεται η νιτρική αμμωνία (33,5%), ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26%), νιτρικό κάλιο (13 - 0 - 46) και το νιτρικό καλιούχο μαγνήσιο (12 - 0 - 43/2). Τα παραπάνω λιπάσματα μπορούν να εφαρμοστούν με το χέρι ή με λιπασματοδιανομέα και στην υδρολίπανση επειδή είναι υδατοδιαλυτά. Επιπλέον το νιτρικό κάλιο και νιτρικό καλιούχο μαγνήσιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για διαφυλλικό ψεκασμό. Τα λιπάσματα αυτά δεν είναι οξινοποιά. (Cooke).

1.3.5. Οργανική λίπανση

Για την οργανική λίπανση των καλλιεργειών μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

- Φυτικά υπολείμματα διαφόρων καλλιεργειών
- Χλωρά φυτά (χλωρή λίπανση)
- Κοπριά
- Τεχνητά οργανικά λιπάσματα
- Φυτικά υπολείμματα

Το παράχωμα των διαφόρων φυτικών υπολειμμάτων με το όργανο μετά το τέλος της συγκομιδής, αποτελεί μια συνηθισμένη καλλιεργητική τεχνική. Τα υπολείμματα αυτά με τη δράση των μικροοργανισμών αποσυντίθενται στο έδαφος και μετατρέπονται σε χούμο. Τα υπολείμματα είναι συνήθως ξυλοποιημένα και δεν παρέχουν πολλά θρεπτικά στοιχεία, αλλά επειδή περιέχουν λιγνίνη και κυτταρίνη αυξάνουν τον χούμο στο έδαφος.

Πολλοί γεωργοί καίνε τα φυτικά υπολείμματα μετά το πέρας της καλλιέργειας π.χ. κάψιμο της καλαμιάς στο σιτάρι. Αυτή η πρακτική μειώνει την οργανική ουσία στο έδαφος και επηρεάζει δυσμενώς τους μικροοργανισμούς. Αντίθετα, το παράχωμα των υπολειμμάτων της καλλιέργειας τα οποία είναι πλούσια σε άνθρακα (C) μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα έλλειψης αζώτου. Η υψηλή σχέση C / N έχει σαν αποτέλεσμα κατά την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας να χρησιμοποιείται το N των υπολειμμάτων από τους μικροοργανισμούς για τη διάσπαση της οργανικής ουσίας με αποτέλεσμα να μην είναι διαθέσιμο για τα φυτά. Για να αποφύγουμε αυτή τη κατάσταση θα πρέπει να προστίθεται στο έδαφος μαζί με τα υπολείμματα και μία ποσότητα αζώτου με τη λίπανση π.χ. 15 κιλά / στρ.

1.3.5.1. Χλωρή λίπανση

Είναι η καλλιέργεια φυτών με σκοπό να παραχωθούν στο έδαφος για επιτύχουμε τη συντήρηση της οργανικής ουσίας και του χούμου και την αύξηση έτσι της ποσότητας των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η ποσότητα της οργανικής ουσίας η οποία προστίθεται στο έδαφος ποικίλει ανάλογα με το φυτό, την ποσότητα των φυτών και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ένα μεγάλο μέρος του φυτικού υλικού αμέσως μετά την ενσωμάτωση του στο έδαφος αποσυντίθεται με οξείδωση και χάνεται στην ατμόσφαιρα σαν CO₂ έτσι δεν πρέπει να περιμένει καμία δηλαδή σημαντική αύξηση του χούμου στο έδαφος με την χλωρή λίπανση. Εάν τα φυτά όμως είναι ξυλοποιημένα τότε επιτυγχάνεται αύξηση του χούμου.

Η αύξηση της οργανικής ουσίας είναι μια διαδικασία δαπανηρή και απαιτεί πολύ χρόνο π.χ. η προσθήκη 1 τόνου ξηρού πράσινου φυτικού υλικού επί 4 χρόνια θα αύξηση την οργανική ουσία 1%. Γι' αυτό στόχος της χλωρής λίπανση δεν θα πρέπει να είναι η αύξηση της οργανικής ουσίας και του χούμου αλλά η συντήρηση. Τα πλέον κατάλληλα φυτά για χλωρή λίπανση είναι τα ψυχανθή τα οποία έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν το N της ατμόσφαιρας. Η ποσότητα του N η οποία προστίθενται στο έδαφος το χρόνο με τη χλωρή λίπανση δίνεται παρακάτω :

Είδος φυτού	Κιλά N / στρέμμα και έτος
Μηδική	12,5
Βίκος	9,0
Σόγια	12,0

Εκτός από τον εμπλουτισμό του εδάφους σε N, τα ψυχανθή έχουν βαθύ ριζικό σύστημα και με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η μεταφορά θρεπτικών στοιχείων από το υπέδαφος προς την επιφάνεια του εδάφους. Στην χλωρή λίπανση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα αγρωστώδη φυτά τα οποία όμως δεν παρέχουν τόσο N όσο τα ψυχανθή όπως φαίνεται παρακάτω :

Είδος φυτού	N%
Μηδική	3,86
Κριθάρι	0,81
Κτηνοτροφικό- Μπιζέλι	2,95
Σικάλη	0,72
Βίκος	3,00
Σιτάρι	0,72

Γενικά με την χλωρή λίπανση βελτιώνεται η γονιμότητα του εδάφους γιατί :

- Αυξάνεται η περιεκτικότητα και η αφομοιωσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων.
- Αυξάνεται και συντηρείται ο χούμος.
- Μεταφέρονται θρεπτικά στοιχεία από το υπέδαφος προς την επιφάνεια του εδάφους.
- Επιστρέφουν τα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος και μειώνεται η απώλεια τους.
- Αναπτύσσεται η μικροχλωρίδα και πανίδα του εδάφους.

1.3.5.2. Κοπριά

Η κοπριά αποτελεί υποπροϊόν της κτηνοτροφίας και χρησιμοποιείται από πολύ παλιά για λίπασμα. Η κοπριά αποτελείται από δύο φάσεις την υγρή (ούρα) και τη στερεή (περιττώματα και στρωμνή). Υπολογίζεται ότι το 50% του N, 30% του K και 100% του P βρίσκεται στη στερεή φάση ενώ το υπόλοιπο 50% του N και 70% του K στην υγρή φάση.

Το N βρίσκεται στην κοπριά με τη μορφή πρωτεϊνών, αμμωνίας και ουρίας. Οι υδατάνθρακες και οι υπόλοιπες οργανικές ενώσεις στη στερεά φάση της κοπριάς αποτελούνται από κυταρρίνες, λιγνίνη και αποτελούν τη πηγή του χούμου. Η επί τοις % σύνθεση της κοπριάς ανάλογα με το είδος προέλευσης σε N, P₂O₅ και K₂O δίνεται παρακάτω:

Είδος ζώου	Υγρασία	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Αλόγου	78	0,71	0,24	0,62
Αγελάδας	86	0,49	0,14	0,47
Χοίρου	87	0,38	0,34	0,42
Πρόβατου	68	1,03	0,35	0,99
Πουλερικών	55	1,00	0,80	0,40

Από τη στιγμή της παραγωγής της κοπριάς μέχρι τη χρήση της, υπόκεινται σε βιοχημικές και βιολογικές μεταβολές οι οποίες επιδρούν στην ποιότητα. Επειδή η κοπριά περιέχει διάφορες θρεπτικές ουσίες ευνοείται η βιολογική δραστηριότητα. Τα ούρα στην κοπριά και οι διάφορες πρωτεΐνες διασπώνται από τους μικροοργανισμούς σε απλούστερες ενώσεις και παράγεται αμμωνία η οποία χάνεται με εξαέρωση. Μπορεί στην επιφάνεια του σωρού της κοπριάς να λάβει χώρα και νιτροποίηση, στο βάθος όμως του σωρού οι συνθήκες είναι αναγωγικές και δεν την ευνοούν. Μέσα στον σωρό της κοπριάς δρουν αναερόβιοι μικροοργανισμοί και διασπών τους υδατάνθρακες σε CO₂, νερό και οξικό οξύ. Το οξικό οξύ

δεσμεύει την αμμωνία με το σχηματισμό του οξικού αμμωνίου. Οι φωσφορικές ενώσεις διασπώνται με τη δράση διαφόρων ενζύμων σε μορφές αφομοιώσιμες για τα φυτά. Γενικά η χωνεμένη κοπριά περιέχει ενώσεις αφομοιώσιμες για τα φυτά αλλά σε μικρότερες ποσότητες από την αχώνευτη.

Για τη μείωση των απωλειών σε θρεπτικά στοιχεία στην κοπριά θα πρέπει να γίνονται οι επόμενες εργασίες :

- Χρησιμοποίηση της στρωμνής για την συγκράτηση των ούρων.
- Η προετοιμασία του σωρού ώστε να έχει μεγάλη επιφάνεια και να είναι καλά πιεσμένος.
- Χρήση συντηρητικών όπως φωσφορικό οξύ, θειικό ασβέστιο που συγκρατούν την αμμωνία με την μορφή θειικής αμμωνίας.
- Προσθήκη απλού υπερφωσφορικού 0 - 21 - 0 το οποίο περιέχει και θειικό ασβέστιο (παρασκευάζεται από τη προσθήκη θειικού οξέως σε φωσφορίτη).
- Άμεση ενσωμάτωση στο έδαφος.

Η εντατικοποίηση της γεωργίας περιόρισε και απομάκρυνε την νομαδική κτηνοτροφία (βοσκή, αγρανάπαυση), επίσης η έλλειψη μεγάλων γεωργοκτηνοτροφικών επιχειρήσεων και η απομάκρυνση των στάβλων έκαναν την κοπριά δυσεύρετη και ακριβή. Έτσι για τον εμπλουτισμό του εδάφους σε οργανική ουσία χρησιμοποιούνται πλέον τα τεχνητά οργανικά λιπάσματα τα οποία έχουν και τα εξής πλεονεκτήματα:

- Παρέχουν αφομοιώσιμα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά.
- Αποφεύγονται οι αρρώστιες στα φυτά.
- Εφαρμόζονται πιο εύκολα στο χωράφι.
- Εμπλουτίζουν το έδαφος με μικροοργανισμούς. (Cooke).

1.3.6. Επιβάρυνση του περιβάλλοντος και των φυτών με νιτρικά ιόντα

Όταν η ποσότητα του νιτρικού λιπάσματος η οποία εφαρμόζουμε σε μια καλλιέργεια είναι μεγαλύτερη από το ρυθμό της πρόσληψης και της αφομοίωσης από τα φυτά, μία ποσότητα νιτρικών παραμένει αναξιοποίητη στο έδαφος. Επειδή τα νιτρικά ιόντα δεν συγκρατούνται στο έδαφος, αυτή η ποσότητα του αζώτου μπορεί να μετακινηθεί βαθιά και να επιβαρύνει το υπόγειο νερό με νιτρικά. Για να συμβεί αυτό είναι λογικό ότι θα πρέπει να υπάρχει νερό το οποίο θα μετακινήσει τα νιτρικά στο έδαφος. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν προστίθεται στο έδαφος μεγαλύτερη ποσότητα νερού από αυτή την οποία μπορεί το φυτό να

χρησιμοποιήσει (για την αύξηση του και για τη διαπνοή του), επίσης και όταν η ποσότητα αυτή του νερού είναι μεγαλύτερη από αυτή η οποία εξατμίζεται από το έδαφος. Τέτοιες συνθήκες παρατηρούνται στη χώρα μας τον χειμώνα. Έτσι δεν πρέπει να παραμένει μεγάλη ποσότητα νιτρικού αζώτου στο έδαφος μετά το τέλος της καλλιέργειας το φθινόπωρο καθώς και δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούμε νιτρικό λίπασμα στις χειμερινές καλλιέργειες.

Η ποσότητα του νιτρικού αζώτου η οποία μετακινείται βαθιά στο έδαφος είναι δυνατό να προκαλέσει αθροιστικά στο υπόγειο νερό συγκεντρώσεις νιτρικών οι οποίες είναι μεγαλύτερες από 50 ppm. Το όριο αυτό είναι το μέγιστο όριο το οποίο έχει τεθεί από την Ε.Ε για να μειωθούν οι κίνδυνοι εμφάνισης ασθενειών σε βρέφη και καρκίνο του στομάχου σε ενήλικες, αν και δεν υπάρχουν ισχυρές επιστημονικές αποδείξεις για τέτοιες συσχετίσεις.

Τα φυτά συσσωρεύουν νιτρικά όπως αναφέραμε και πιο πάνω τόσο στη ρίζα όσο και στους βλαστούς στην περίπτωση που ο ρυθμός της πρόσληψης των νιτρικών από το φυτό είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό του μεταβολισμού. Επειδή η μεταφορά κατά κύριο λόγο των νιτρικών γίνεται με τον ξυλώδη ιστό, και ελάχιστα με τον φλοιό, δεν περιμένουμε μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικών σε καρπούς και σπόρους αλλά περιμένουμε μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικών σε βλαστούς και φύλλα. Η συσσώρευση των νιτρικών στα φυτά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως α) υψηλή αζωτούχα λίπανση, β) ένταση του φωτισμού και ρυθμός της φωτοσύνθεσης, γ) θερμοκρασία, δ) νερό (το νιτρικό άζωτο στο έδαφος μετακινείται κυρίως με τη μεταφορά του νερού προς τις ρίζες και λίγο με την διάχυση, δηλαδή με τη μετακίνηση του νιτρικού αζώτου από περιοχές του εδάφους με μεγάλη συγκέντρωση νιτρικών όπως κοντά σε κόκκους του λιπάσματος προς περιοχή με μικρή συγκέντρωση νιτρικών. Έτσι εάν δεν υπάρχει διαθέσιμη επαρκής ποσότητα νερού τα φυτά δεν τρέφονται σωστά με άζωτο). Έχει ακόμη βρεθεί και διαφοροποίηση στη συγκέντρωση των νιτρικών ανάμεσα σε διάφορους γενότυπους της ίδια ποικιλίας.

Έχει επίσης τεθεί από την Ε.Ε ανώτατο όριο συγκέντρωσης νιτρικών σε φυλλώδη λαχανικά όπως το μαρούλι 4,500 ppm (1^η Οκτωβρίου – 31 Μαρτίου για μαρούλι αγρού-θερμοκηπίου 4,500ppm και από 1^η Απριλίου - 30 Σεπτεμβρίου 3,500ppm(θερμοκήπιο) 2,500ppm(χωράφι), Directive 79/700/EEC). Για να παράγουμε προϊόν με χαμηλή συγκέντρωση νιτρικών μπορούμε να βασιστούμε στο μεταβολισμό των φυτών. Η καλή διαχείριση της λίπανσης των καλλιεργειών θα πρέπει να γίνεται ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών και την γονιμότητα του εδάφους.

1. Εάν ο μηχανισμός της αναγωγής των νιτρικών δεν δουλεύει με το μέγιστο για το δυναμικό του φυτού ρυθμό είναι δυνατόν να έχουμε συσσώρευση νιτρικών ιόντων. Π.χ. Εάν έχουμε μικρή παροχή υδατανθράκων λόγω χαμηλής έντασης φωτισμού θα έχουμε και μικρή δραστηριότητα της ρεδοκτάσης και συσσώρευση νιτρικών. Έτσι για να αντιμετωπίσουμε τη συσσώρευση των νιτρικών σε αυτά τα φυτά π.χ στα θερμοκήπια μπορούμε να εφοδιάσουμε το φυτό με μεγάλη ένταση φωτισμού ή και να κάνουμε συμπληρωματικό φωτισμό ιδιαίτερα κατά την διάρκεια της νύκτας.
2. Το νιτρικό άζωτο όπως αναφέραμε συσσωρεύεται στο χυμοτόπιο και με αυτό τον τρόπο διατηρεί την οσμωτική πίεση των κυττάρων, επειδή ως γνωστό η οσμωτική πίεση είναι μια ιδιότητα των διαλυμάτων η οποία δεν επηρεάζεται από τη φύση των ιόντων αλλά από τη γραμμομοριακή περιεκτικότητα, δηλαδή ισογραμμομοριακές ενώσεις έχουν το ίδιο αποτέλεσμα στη διατήρηση της πίεσης, μπορούμε έτσι να χρησιμοποιήσουμε τα ιόντα χλωρίου ως αντικαταστάτη των νιτρικών στο χυμοτόπιο. Π.χ. έτσι μπορούμε προς το τέλος της καλλιέργειας μαρουλιού σε υδροπονία στο θερμοκήπιο να προσθέσουμε χλωριόντα, χωρίς να επιβαρύνεται η εμφάνιση των φυτών.

(Scaife, Stevvens 1983, Blom 1989).

II. ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

II.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πείραμα το οποίο παρουσιάζεται στη παρούσα πτυχιακή διατριβή περιλαμβάνει τη μελέτη της επίδραση της αζωτούχας λίπανσης στην αύξηση των φυτών του μαρουλιού (*Lactuca sativa romana* var. *Toledo*).

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί κατά πόσο οι διαφορετικές ποσότητες αζώτου οι οποίες εφαρμόζονται με τη λίπανση στον αγρό επιδρούν στην αύξηση του μαρουλιού καθώς και στη συγκέντρωση του οργανικού και νιτρικού αζώτου. Επιπλέον, στόχος του πειράματος ήταν να προσδιορισθεί και η άριστη ποσότητα αζώτου (optimum) για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγή του μαρουλιού.

II.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

II.2.1. Προετοιμασία του πειραματικού αγρού

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από το εργαστήριο Μη Παρασιτικών Ασθενειών του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου σε καλλιέργεια μαρουλιού σε χωράφι το οποίο βρίσκεται στην περιοχή της κάτω Κηφισιάς Αθηνών. Το χωράφι αυτό ήταν επί σειρά ετών ακαλλιέργητο και έφερε αυτοφυή βλάστηση.

Πριν τη διεξαγωγή του πειράματος έγιναν οι απαραίτητες εργασίες στο χωράφι, οι οποίες περιελάμβαναν το σχολαστικό καθαρισμό του (άροση του χωραφιού σε βάθος 30 cm κ.α.) ώστε να απομακρυνθεί κάθε είδους αυτοφυής βλάστησης. Επιπλέον, πριν τη μεταφύτευση των φυτών έγινε δειγματοληψία του εδάφους σε δύο βάθη (0 - 40, 40 - 60 cm) προκειμένου μετά από την ανάλυση του εδάφους να εκτιμηθεί η γονιμότητα του χωραφιού (πίνακας 4).

Με βάση τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης του εδάφους έγινε προμεταφυτευτική λίπανση με Φώσφορο και Κάλι στις 25 και 26/02/02 όπου έγινε η εφαρμογή των λιπασμάτων 0-20-0 και 0-0-50 σε ισοδύναμες ποσότητες των 15 P₂O₅ και K₂O ανά στρέμμα, αντίστοιχα. Η συνολική ποσότητα δηλαδή των λιπασμάτων που εφαρμόστηκε στον πειραματικό αγρό έκτασης 250 m² ήταν αντίστοιχα 18,5 Kgr 0-20-0 και 7,5 Kgr 0-0-50. Τα λιπάσματα ενσωματώθηκαν με άροση αμέσως μετά την εφαρμογή τους σε βάθος περίπου 30 cm.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα της εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού πριν την εγκατάσταση του πειράματος.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ		
Βάθος δειγματοληψίας	0-20	20-40
Άργιλος (%)	24	24
Πλύς (%)	15	15
Άμμος (%)	61	61
Χαρακτηρισμός	SCL	SCL
Υδατοκορεσμός (%)	36	35
Ηλ.Αγωγιμότητα (mS/cm)	0.88	0.79
Συνολικά άλατα (%)	0.02	0.01
pH πολτού	7.4	7.5
Ανθρακικό Ασβέστιο (%)	12.6	13.9
Ενεργό Ανθρ.Ασβέστιο (%)		
Οργανική Ουσία	2.1	1.6
Ανταλλ. Νάτριο (meq/100g)	0.09	0.16
Σίδηρος (ppm)	8.66	6.77
Ψευδάργυρος (ppm)	9.72	6.42
Μαγγάνιο (ppm)	11.51	9.67
Ολικό άζωτο (mgN/100g)	125	35
Χαλκός (ppm)	5.58	4.73
Αφομ. Φώσφορος (mg P/Kg)	49.5	6
Αφομ. Καλίου (meq/100g)	0.12	0.08
Υδατοδιαλυτό Na (meq/100g)	0.12	0.17
Ανταλλάξ. Ca (meq/100g)	38.78	40.68
Ανταλλάξ. Mg (meq/100g)	1.33	1.18
Σύνολο Ανταλλάξ. Κατιόντων	7.49 meq/100g	6.70 meq/100g

II.2.2. Πειραματικό σχέδιο και μεταχειρίσεις

Μετά την προετοιμασία του χωραφιού έγινε διαίρεση του σε 36 πειραματικά τεμάχια, διότι το πειραματικό σχέδιο το οποίο εφαρμόστηκε στο πείραμα ήταν 6 × 6 λατινικό τετράγωνο (Latin square). Το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε εμβαδόν 5 m² (5 m × 1 m) και

χωριζόταν από το γειτονικό του με αναχώματα. Τα πειραματικά τεμάχια περιελάμβαναν τον αριθμό των 64 φυτών με αποστάσεις φύτευσης 33 cm επί της γραμμής και 33 cm μεταξύ των γραμμών (πίνακας 5).

Στις 28/02/02 είχαμε την έναρξη του πειράματος όπου έγινε η μεταφύτευση νεαρών φυτών (3-4 φύλλα) στα 2/3 των πειραματικών τεμαχίων και στο υπόλοιπο 1/3 την επόμενη ημέρα. Μετά τη μεταφύτευση στο χωράφι έγινε άρδευση των φυτών. Τα φυτά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα είχαν αναπτυχθεί σε μικρά γλαστράκια τα οποία περιείχαν ένα μείγμα από τύρφη και περλίτη.

Στις 08/03/02 έγινε η εφαρμογή του αζωτούχου λιπάσματος μετά από μια εβδομάδα εγκατάστασης των φυτών στο χωράφι. Η λίπανση έγινε με νιτρική αμμωνία διαλυμένη σε νερό. Η ποσότητα του διαλύματος η οποία εφαρμόστηκε ανά πειραματικό τεμάχιο ήταν 30L, το οποίο περιείχε ποσότητες λιπάσματος της νιτρικής αμμωνίας, 0 - 65 - 130 - 196 - 261 - 326 gr / πειραματικό τεμάχιο. Οι μονάδες αζώτου ανά στρέμμα οι οποίες αντιστοιχούν στις παραπάνω ποσότητες λιπασμάτων ανά πειραματικό τεμάχιο είναι 0 - 4,5 - 9.0 - 13.5 - 18.0 - 22.5 Kgr N / στρέμμα.

Στο πείραμα πραγματοποιήθηκαν πέντε συγκομιδές των φυτών, μια τη κάθε εβδομάδα περίπου. Κατά τη διάρκεια των συγκομιδών αυτών, συγκομίζαμε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο, στα οποία περιφερειακά υπήρχαν ισάριθμα φυτά τα οποία δεν συγκομίζονταν διότι αποτελούσαν τα φυτά φύλακες (guard plants). Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολήθηκε εκτενέστερα με την 4^η συγκομιδή των φυτών. Η επιλογή της ανωτέρω συγκομιδής έγινε εξαιτίας του γεγονότος ότι όταν ξεκίνησε η συγγραφή της δεν είχε ολοκληρωθεί η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της 5^{ης} συγκομιδής, η οποία πραγματοποιήθηκε όταν τα φυτά είχαν αποκτήσει το εμπορικό τους μέγεθος.

Πίνακας 5: Διανομή των επιπέδων αζώτου στο χωράφι σύμφωνα με τη τυχαιοποίηση του πειραματικού σχεδίου, 6 × 6 (Λατινικό τετράγωνο).

N₃ (13.5)	N₂ (9.0)	N₀ (0)	N₁ (4.5)	N₄ (18.0)	N₅ (22.5)
N₀ (0)	N₅ (22.5)	N₃ (13.5)	N₄ (18.0)	N₁ (4.5)	N₂ (9.0)
N₁ (4.5)	N₀ (0)	N₄ (18.0)	N₅ (22.5)	N₂ (9.0)	N₃ (13.5)
N₄ (18.0)	N₃ (13.5)	N₁ (4.5)	N₂ (9.0)	N₅ (22.5)	N₀ (0)
N₅ (22.5)	N₄ (18.0)	N₂ (9.0)	N₃ (13.5)	N₀ (0)	N₁ (4.5)
N₂ (9.0)	N₁ (4.5)	N₅ (22.5)	N₀ (0)	N₃ (13.5)	N₄ (18.0)

Υποσημείωση:* Οι αριθμοί στη παρένθεση αντιπροσωπεύουν την ισοδύναμη ποσότητα του N σε Kgr /στρέμμα.

II.2.3. Καλλιεργητικές τεχνικές – Συγκομιδές φυτών

Κατά τη διάρκεια των πρώτων συγκομιδών δε χρειάστηκε να γίνει πότισμα των φυτών διότι στις 11/03/02 είχαμε μια έντονη βροχόπτωση η οποία συνεχίστηκε πιο ήπια στις 12 και 13/03/02. Στις 15/03/02 έγινε η πρώτη συγκομιδή των φυτών. Η δεύτερη συγκομιδή έλαβε χώρα στις 26/03/02. Στις 03/04/02 έγινε σκάλισμα των φυτών και στις 05/04/02 ακολούθησε η τρίτη συγκομιδή των μαρουλιών. Στις 08/04/02 έγινε ξεβοτάνισμα των φυτών με το χέρι ώστε να απομακρυνθούν τα ζιζάνια που τυχόν παρενοχλούσαν την ανάπτυξη των πειραματικών φυτών. Στις 19/04/02 έγινε η τέταρτη συγκομιδή. Το χρονικό διάστημα ανάμεσα στη 2^η - 4^η συγκομιδή δεν έγινε άρδευση των φυτών διότι υπήρξε αρκετή βροχή και δεν κρίθηκε αναγκαίο σύμφωνα με τη γενική εμφάνιση των φυτών να γίνει άρδευση. Στις 25/04/02 έγινε η άρδευση των φυτών και ένα διαδοχικό ξεβοτάνισμα τις επόμενες μέρες. Στις 01/05/02 έγινε και τελευταία συγκομιδή των μαρουλιών.

II.2.4. Εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων του μαρουλιού μετά από την κάθε συγκομιδή

Οι πέντε συγκομιδές οι οποίες έγιναν κατά τη διάρκεια του πειράματος περιλάμβαναν ένα σύνολο δειγμάτων 144 φυτά / συγκομιδή. Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής αφού αφαιρούσαμε το υπέργειο τμήμα του φυτού το τοποθετούσαμε σε ειδική πλαστική σακούλα με σκοπό να διατηρηθεί η φυσική υγρασία των φυτών και έτσι το νωπό του βάρος. Τα δείγματα διατηρούνταν και μεταφέρονταν μέσα σε φορητά δοχεία τα οποία περιείχαν παγοκύστες και τα οποία μας έδιναν τη δυνατότητα της μετασυλλεκτικής συντήρησης μέχρις ότου γίνει και η απαραίτητη μέτρηση των νιτρικών στους μίσχους του μαρουλιού με χρωματομετρικές ταινίες, όπως αναφέρεται παρακάτω, καθώς και η ζύγιση του νωπού τους βάρους.

Η επεξεργασία των δειγμάτων συνεχιζόταν με το σχολαστικό πλύσιμο των μαρουλιών με απιονισμένο νερό ώστε να απομακρυνθούν κάθε είδος ξένης ουσίας. Μετά το ξέπλυμα των φυτών ακολουθούσε στέγνωμα με απορροφητικό χαρτί, ώστε όταν ζυγίσουμε το κάθε δείγμα να πάρουμε όσο το δυνατό καλύτερα τη μέτρηση του νωπού βάρους. Τη ζύγιση ακολουθούσε η ξήρανση των δειγμάτων στον κλίβανο (80 °C) μέχρι την οριστική απώλεια της υγρασίας του υλικού και η ζύγιση του ξηρού βάρους.

Παρακάτω θα αναφερθούν οι εργασίες τις οποίες έλαβαν χώρα στο πείραμα και στις οποίες συμμετείχα αλλά τα αποτελέσματα δεν αναφέρονται στην παρούσα πτυχιακή διατριβή

λόγω της μεγάλης έκτασης των δεδομένων τα οποία δεν έχουν ακόμη επεξεργαστεί.

II.2.5. Προσδιορισμός των νιτρικών ριζών σε μίσχους μαρουλιού με χρωματομετρικές ταινίες

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των νιτρικών στον χυμό από μίσχους νεαρών φύλλων μαρουλιού (το πρώτο νεαρό ανοικτό φύλλο με μήκος > 5cm) έγινε με την εκτίμηση της έντασης του χρώματος το οποίο αναπτύσσεται, 1 λεπτό μετά από τη σύνθλιψη του μίσχου, και την επαφή του χυμού με την ειδική περιοχή της ταινίας. Το χρώμα το οποίο αναπτύσσεται συγκρίνεται με το αντίστοιχο πρότυπο χρώμα των ταινιών και προσδιορίζεται η συγκέντρωση NO_3^- . Η ταινία προσδιορισμού των NO_3^- παρουσιάζει ευαισθησία σε συγκεντρώσεις από 0 – 500 ppm. Όταν η συγκέντρωση των NO_3^- στον χυμό είναι > 500 ppm, τότε θα πρέπει να αραιωθεί. Στο χωράφι όμως δεν είναι εύκολο ο παραγωγός να κάνει τις ανάλογες αραιώσεις, για τον σκοπό αυτό, η συγκέντρωση εκτιμήθηκε από το χρόνο ο οποίος απαιτείται για να αποκτήσει η ταινία το μέγιστο χρώμα της. (Scaife και Stevens, 1983).

II.2.6. Επεξεργασία της ξηρής ουσίας των δειγμάτων και χημικοί προσδιορισμοί του Αζώτου και του Φωσφόρου

Το επόμενο βήμα μας ήταν η άλεση των φυτικών ιστών κάθε δείγματος μέχρι τη δημιουργία κονιορτού ο οποίος θα είχε τη μορφή πούδρας με κόκκους λεπτούς και ιδίου διαμετρήματος, αυτό το πετυχαίναμε είτε με τη χρήση ηλεκτρικού μύλου είτε χειρονακτικά με χρήση γουδιού όταν το δείγμα των φυτών ήταν μικρό. Όλη η διαδικασία της δημιουργίας ομοιόμορφου υλικού από τους φυτικούς ιστούς των μαρουλιών γινόταν ώστε στη συνέχεια να ακολουθήσει ο προσδιορισμός των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.

Ο προσδιορισμός του αζώτου και του φωσφόρου έγινε στο εκχύλισμα μετά από την υγρή καύση των δειγμάτων με τη μέθοδο Keldahl. Η καύση γινόταν σε 100 mgf ξηρό φυτικό υλικό με 4 ml πυκνό θειικό οξύ και μια ταμπλέτα καταλύτη η οποία περιείχε σελήνιο και Θεικό Κάλι. Μετά την υγρή καύση το κάθε εκχύλισμα αραιώνονταν με απιονισμένο νερό σε τελικό όγκο 100 ml. Το άζωτο στο τελικό διάλυμα προσδιορίστηκε χρωματομετρικά με τη μέθοδο του μπλε της ινδοφαινόλης και ο φώσφορος με τη μέθοδο του μπλε του μολυβδαινίου.

Π.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τους πίνακες 6 και 7 οι οποίοι παρουσιάζουν την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποδόσεων για το νωπό και ξηρό βάρος του μαρουλιού παρατηρούμε, ότι η αύξηση της ποσότητας του λιπάσματος προκάλεσε αύξηση ($F_{pr} = 0.006$) των αποδόσεων των φυτών. Τα φυτά δηλαδή αντέδρασαν θετικά στη λίπανση με το άζωτο.

Η αύξηση των αποδόσεων από την προσθήκη του λιπάσματος παρουσιάζεται στα σχήματα 3 και 4. Παρατηρούμε από τα σχήματα αυτά ότι οι αποδόσεις αυξάνονται με μειωμένο ρυθμό με την αύξηση της ποσότητας του λιπάσματος.

Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας μπορούμε να συγκρίνουμε ποιοι μέσοι όροι των αποδόσεων οι οποίοι παρουσιάζονται στα γραφήματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (πίνακες 8 και 9). Η σύγκριση των μέσων όρων μπορεί να γίνει με τη χρήση της LSD (Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς) ο προσδιορισμός τη οποίας γίνεται με τη χρήση της παρακάτω σχέσης :

$$LSD = SED \times t_{(df, 2.5\%)}$$

Η SED είναι το σφάλμα των διαφορών των μέσων όρων και υπολογίζεται από την χρήση της παρακάτω σχέσης.

$$SED = \sqrt{2 \times RMS / r}$$

RMS : είναι το μέσο άθροισμα τετραγώνων του σφάλματος.

Και r είναι ο αριθμός των επαναλήψεων σε κάθε μεταχείριση.

Στη περίπτωση του υπολογισμού της LSD για τη διαφορά των μέσων όρων των αποδόσεων όταν εκφράζονται ως νωπό βάρος (ανάλογος τρόπος προσδιορισμού θα πρέπει να ακολουθηθεί και για το ξηρό βάρος) έχουμε :

Από τον πίνακα 6 παρατηρούμε ότι η $RMS = 4989,6$ οπότε η $SED = \sqrt{2 \times 4989,6 / 24} = 20,39$.

Πίνακας 6: Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το ξηρό βάρος του μαρουλιού στο 6×6 (Λατινικό τετράγωνο).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ					
ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Βαθμοί Ελευθερίας	s.s.	m.s.	v.r.	F. pr.
ΣΕΙΡΕΣ	5	23.420	4.684	0.72	
ΣΤΗΛΕΣ	5	34.436	6.887	1.06	
ΣΕΙΡΕΣ × ΣΤΗΛΕΣ					
ΑΖΩΤΟ	5	176.693	35.339	5.42	0.003
ΣΦΑΛΜΑ	19 (1)	123.888	6.520	3.71	
	104 (4)	183.005	1.760		
ΣΥΝΟΛΟ	138 (5)	537.541			

Πίνακας 7: Ανάλυση της παραλλακτικότητας για το νωπό βάρος του μαρουλιού στο 6×6 (Λατινικό τετράγωνο).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ					
ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Βαθμοί Ελευθερίας	s.s.	m.s.	v.r.	F. pr.
ΣΕΙΡΕΣ	5	13158.8	2631.8	0.53	
ΣΤΗΛΕΣ	5	21080.1	4216.0	0.84	
ΣΕΙΡΕΣ × ΣΤΗΛΕΣ					
ΑΖΩΤΟ	5	114869.5	22973.9	4.60	0.006
ΣΦΑΛΜΑ	19 (1)	94802.3	4989.6	8.25	
	104 (4)	62882.2	604.6		
ΣΥΝΟΛΟ	138 (5)	303894.2			

s.s = Το άθροισμα των τετραγώνων
m.s = Το μέσο άθροισμα των τετραγώνων
v.r = Ο συντελεστής F.

Πίνακας 8.: Κατανομή των αποδόσεων σε ξηρό βάρος στη κάθε μεταχείριση στο χωράφι στο 6×6 (Λατινικό τετράγωνο).

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (gr) ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΕΜΑΧΙΟ						
Στήλες/Σειρές	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
1	4.675	4.128	3.693	5.765	8.313	5.765
2	3.737	3.630	5.452	6.595	7.328	4.050
3	4.280	4.685	6.387	6.082	9.325	4.720
4	2.683	6.062	6.458	7.035	4.570	6.323
5	1.245	5.585	*	7.238	5.897	3.568
6	4.648	4.010	5.137	5.835	5.185	3.368
ΧΜ	3,54	4,68	5,5	6,43	6,77	4,63

Υποσημείωση: * Αντιπροσωπεύει το πειραματικό τεμάχιο όπου τα φυτά δεν αναπτύχθηκαν και για τον σκοπό αυτό δεν χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση του πειράματος.

Πίνακας 9: Κατανομή των αποδόσεων σε νωπό βάρος στη κάθε μεταχείριση στο χωράφι στο 6×6 (Λατινικό τετράγωνο).

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (gr) ΣΕ ΚΑΘΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΤΕΜΑΧΙΟ						
Στήλες/Σειρές	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
1	70.4	66.8	62.4	126.2	191.4	122.3
2	66.0	71.4	102.7	148.2	175.4	80.1
3	99.6	97.9	148.6	115.9	192.7	88.9
4	42.8	151.1	144.8	154.2	98.7	142.1
5	16.8	121.1	*	172.2	112.9	71.6
6	97.8	73.9	113.5	130.6	113.2	61.6
ΧΜ	65,6	97,1	115,7	141,2	147,4	94,4

Υποσημείωση: * Αντιπροσωπεύει το πειραματικό τεμάχιο όπου τα φυτά δεν αναπτύχθηκαν και για τον σκοπό αυτό δεν χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση του πειράματος.

Η τιμή του t από τους πίνακες για $df = 19$ και επίπεδο σημαντικότητας $2.5\% = 2,09$ οπότε η $LSD = 2,09 \chi 20,39 = 42,6$ gr.

Εάν συγκρίνουμε τους μέσους όρους των αποδόσεων σε νωπό βάρος στις διάφορες ποσότητες του αζώτου έχουμε :

$$\begin{array}{ll} N_0 - N_1 = 97,1 - 65,6 = 31,5 & N_2 - N_0 = 115,7 - 65,6 = 50,1^* \\ N_2 - N_1 = 115,7 - 97,1 = 18,6 & N_3 - N_0 = 141,2 - 65,6 = 75,6^* \\ N_3 - N_2 = 141,2 - 115,7 = 25,5 & N_4 - N_1 = 147,4 - 97,1 = 50,3^* \\ N_4 - N_3 = 147,4 - 141,2 = 6,2 & N_5 - N_1 = 94,4 - 97,1 = 2,7 \\ N_5 - N_4 = 94,4 - 147,4 = 53 & N_4 - N_2 = 147,4 - 115,7 = 31,7 \\ N_3 - N_1 = 141,2 - 97,1 = 44,1^* & N_5 - N_2 = 94,4 - 115,7 = 21,3 \\ N_4 - N_1 = 147,4 - 97,1 = 50,3^* & N_5 - N_4 = 94,4 - 147,4 = 53^* \end{array}$$

Υποσημείωση : * Οι διαφορές οι οποίες έχουν ως εκθέτη τον αστερίσκο διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Από τις παραπάνω διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των αποδόσεων σε κάθε επίπεδο αζώτου, παρατηρούμε ότι οι επεμβάσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους με την εξής σειρά $N_0 < N_1 < N_2 = N_3 = N_4 > N_5$. Ανάμεσα όμως στα επίπεδα αυτά (9,0, 13,5 και 18,0 Kgr/στρεμ. N) βρίσκεται κάπου η αριστη (optimum) ποσότητα της αζωτούχας λίπανσης για να επιτύχουν τα φυτά την μέγιστη απόδοση του όπως είναι εμφανές από το σχήμα 3 και 4.

Για τον ακριβή προσδιορισμό αυτής της ποσότητας θα πρέπει να προσδιορίσουμε μετά από στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων την εξίσωση της καμπύλης η οποία περιγράφει τη σχέση ανάμεσα στην απόδοση σε νωπό βάρος μαρουλιού και ποσότητα εφαρμοζόμενης αζωτούχας λίπανσης. Μετά από τη στατιστική επεξεργασία αυτών των αποτελεσμάτων (πίνακας 10) βρέθηκε ότι η εξίσωση της καμπύλης η οποία περιγράφει το μεγαλύτερο ποσοστό της παραλλακτικότητας των τιμών είναι το εξής πολυώνυμο δευτέρου βαθμού :

$$FWT = 59,2 + 11,4[N] - 0,416[N]^2$$

Στην παραπάνω εξίσωση το $FWT = 0$ μέσος όρος του νωπού βάρους του κάθε μαρουλιού και $[N] =$ η ποσότητα του αζώτου η οποία εφαρμόστηκε με τη λίπανση σε Kgr / στρέμμα. Για την εύρεση της αριστης (optimum) ποσότητας του αζώτου θα πρέπει να

Πίνακας 10: Εξίσωση συμμεταβολής η οποία περιγράφει την σχέση ανάμεσα στην απόδοση του μαρουλιού (νωπό βάρος, Fwt, σε gr) και την ποσότητα της αζωτούχας λίπανσης (N, Kgr/στρέμμα).

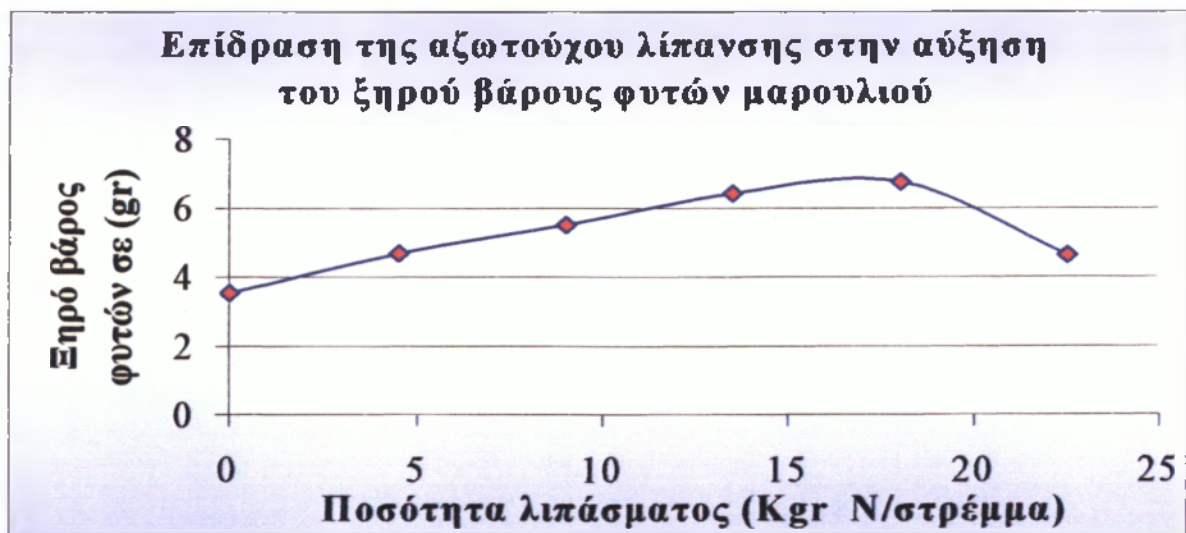
Εξίσωση	Fwt=59.2+11.4[N]-0.416[N]²
Στατιστική Επεξεργασία	Συντελεστής συμμεταβολής=76.8% Fpr=0.041

προσδιορίσουμε την ποσότητα του αζώτου με την οποία έχουμε το μέγιστο της καμπύλης δηλαδή των αποδόσεων. Αυτό μπορεί να προσδιοριστεί με την παραγωγή και την επίλυση της παραγόμενης εξίσωσης :

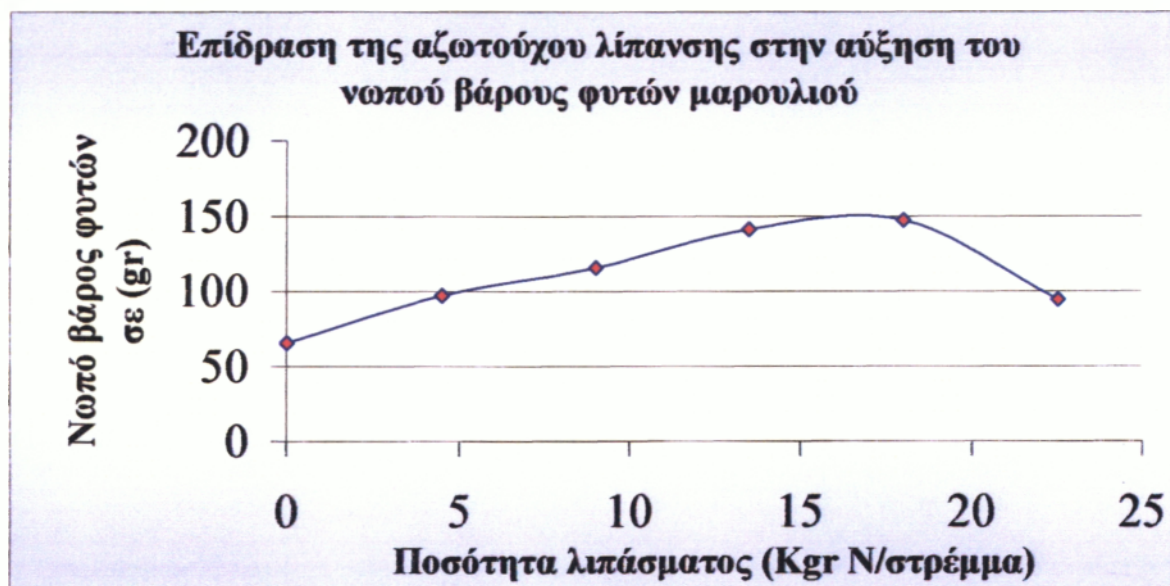
$$\frac{d(FWT)}{d([N])} = 11,4 - 0,834[N] = 0 \Rightarrow [N] = \frac{11,4}{0.834} \approx 14\lambda\mu$$

Από την επίλυση της εξίσωσης αυτής παρατηρούμε ότι η άριστη ποσότητα του αζώτου την οποία θα πρέπει να εφαρμόσουν οι παραγωγοί κάτω από ανάλογες συνθήκες και για φυτά με ανάλογο μέγεθος είναι περίπου 14 Kgr/στρέμμα N. Η ποσότητα αυτή μετά από μια γρήγορη μελέτη των αποτελεσμάτων και της τελευταίας συγκομιδής των φυτών δεν φαίνεται να είναι διαφορετική.

(Clewer, Scarisbrick).

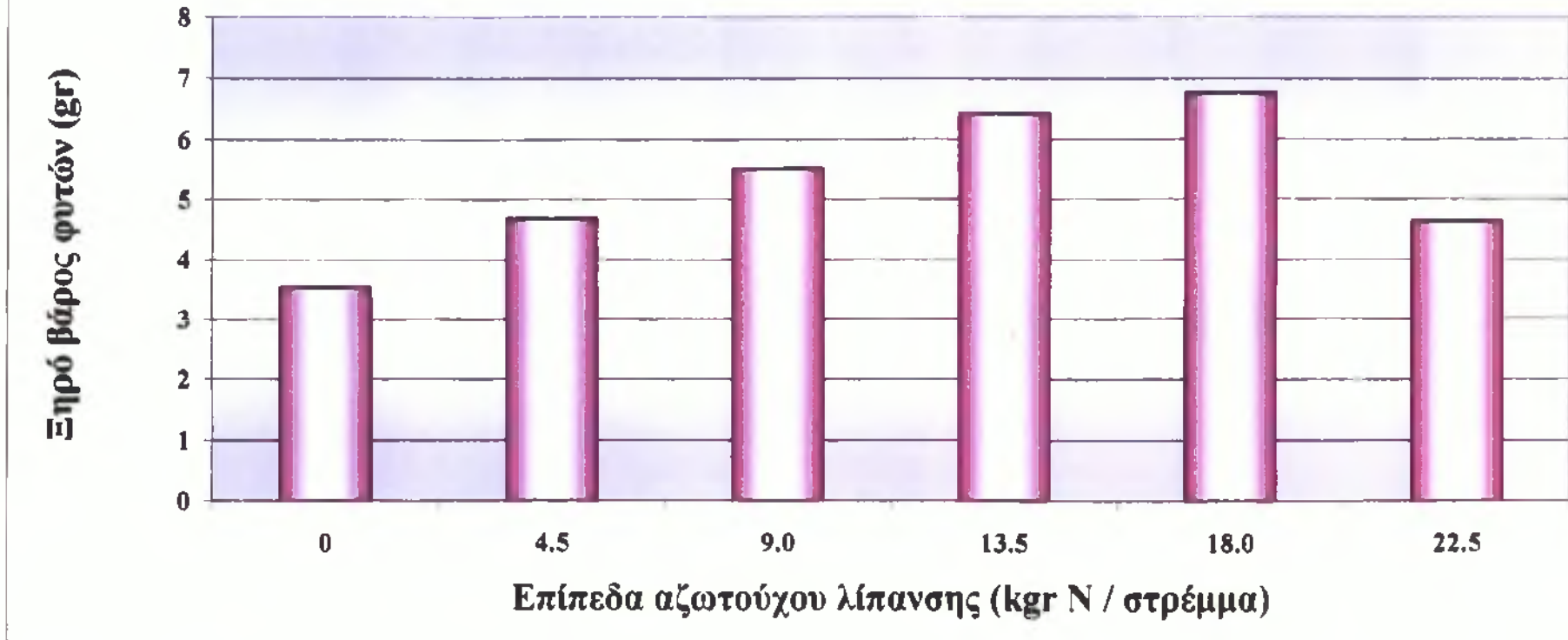


Σχήμα 3: Η εξίσωση της ευθείας η οποία περιγράφει την σχέση ανάμεσα στην απόδοση του μαρουλιού (ξηρό βάρος, gr) και στην εφαρμοζόμενη ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος (Kgr/στρέμμα).

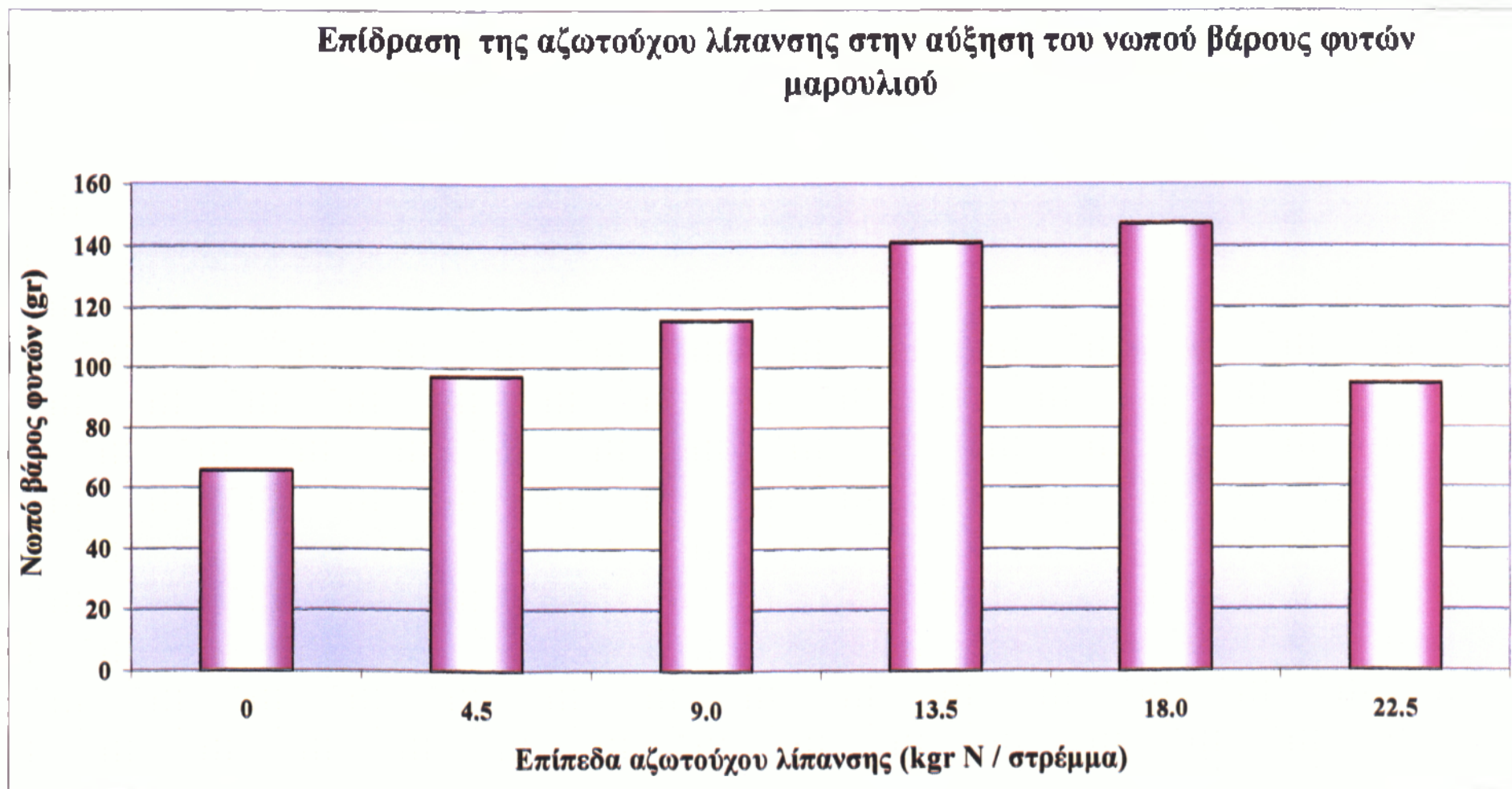


Σχήμα 4: Η εξίσωση της ευθείας η οποία περιγράφει την σχέση ανάμεσα στην απόδοση του μαρουλιού (νωπό βάρος, gr) και στην εφαρμοζόμενη ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος (Kgr/στρέμμα).

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην αύξηση του ξηρού βάρους φυτών μαρουλιού



Σχήμα 5: Σχέση ανάμεσα στην απόδοση σε ξηρό βάρος των φυτών μαρουλιού (gr) με το εφαρμοζόμενο N (Kgr/στρέμμα) με τη λίπανση στη 4^η συγκομιδή του πειράματος.



Σχήμα 6: Σχέση ανάμεσα στην απόδοση σε νωπό βάρος των φυτών μαρουλιού (gr) με το εφαρμοζόμενο N (Kgr/στρέμμα) με την λίπανση στη 4^η συγκομιδή του πειράματος.

II.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πειραματική εργασία αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση της λίπανσης του μαρουλιού με άζωτο. Η ποσότητα του λιπάσματος η οποία προσδιορίστηκε από το πείραμα αυτό είναι ενδεικτική του ύψους της λίπανσης την οποία χρειάζεται το μαρούλι στο χωράφι. Δεν θα πρέπει όμως να προτείνεται σε όλα τα εδάφη και κλιματικές συνθήκες. Στόχος είναι να γίνουν τα πειράματα σε μεγαλύτερη έκταση έτσι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια για διάφορους τύπους εδάφους η άριστη ποσότητα της αζωτούχου λίπανσης. Επιπλέον ο τρόπος λίπανσης ο οποίος επιλέξαμε δεν καλύπτει όλους τους τρόπους που εφαρμόζονται στη πράξη (π.χ. λίπανση με το νερό της άρδευσης, καταιονισμό, στάγδην κ.α).

Κύριος όμως στόχος του πειράματος εκτός από την εύρεση της άριστης αζωτούχας λίπανσης στις συνθήκες του πειράματος ήταν και ο προσδιορισμός της κρίσιμης συγκέντρωσης του οργανικού καθώς και του νιτρικού αζώτου και η συσχέτιση τους με την αύξηση, με στόχο την χρήση της σχέσης αυτής ως διαγνωστικό εργαλείο για τον έλεγχο της θρέψης των φυτών στο χωράφι. Ως κρίσιμη συγκέντρωση ενός θρεπτικού στοιχείου ορίζεται η συγκέντρωση εκείνη στους φυτικούς ιστούς, συνήθως φύλλα, με την οποία το φυτό μπορεί να αποδώσει το 90% του μέγιστου δυναμικού του. Από το πείραμα αυτό θα προσδιοριστούν οι κρίσιμες αυτές συγκεντρώσεις με στόχο να χρησιμοποιηθούν ως διαγνωστικό εργαλείο για τον έλεγχο της θρεπτικής κατάστασης των φυτών μαρουλιού στο χωράφι.

III. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Blom - Zandstra Margaretha. (1989). Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Annals of Applied Biology*, p.p. 553 - 61
2. Burns I. (1992). Influence of plant nitrogen concentration on growth rate Q Use of a nutrient interruption technique determine critical concentrations of N, P and K in young plants w. *Plant and Soil*, p.p. 221 - 233.
3. Ciuofolini Ciro (1979). Λαχανοκομία Κηπευτική Γενική και Ειδική. σ.σ.76-78.
4. Clewer A.G., Scarisbrick D.H., Introduction to crop experimentation. Wye College, University of London.
5. Cooke G.W. Fertilizing for maximum yield, third edition, Collins, London.
6. Grogan R.G., Fink F.W. (1956). Fertilizer injury and its relationship to several previously described diseases of lettuce. *Phytopathology*, p.p. 416 - 422.
7. Huett D O., White E. (1992). Determination of critical nitrogen concentration of lettuce (*Lactuca sativa* c.v Montello) grown in sand culture. *Australian Journal of Experimental Biology*, p.p.416 - 422.
8. Marschner H., Mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
9. Scaife A., Stevens K. L. (1983). Monitoring sap nitrate in vegetables crops. Q comparison of test strips with electrode methods, and effect of time of day and leaf position. *Communication of soil and plant analysis*, p.p.761 - 771.
10. Δημητράκης Κ. Γ. (1983). Πρακτική Λαχανοκομία. σ.σ. 55-56 και 133-135.
11. Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρία. (1998). Οδηγός αντιμετώπισης ασθενειών των φυτών. Εκδ. Αθην. Σταμούλης. σ.σ. 159-167.
12. Κανάκης Ανδρέας (1998). Μαθήματα Λαχανοκομίας II. Εκδ. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας.



Εικόνα 1: Δείγματα φυτών μαρουλιού στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους, μετά την εγκατάσταση στον αγρό.



Εικόνα 2: Η επίδραση των διαφορετικών επιπέδων αζώτου κατά το επόμενο στάδιο ανάπτυξης των πειραματικών φυτών μαρουλιού.



Εικόνα 4: Ένα δείγμα από τα 36 πειραματικά τεμάχια (plots) που αποτελούσαν τον πειραματικό σχεδιασμό των φυτών μαρουλιού στον αγρό.



Εικόνα 3: Απεικόνιση του πειραματικού σχεδίου που εφαρμόστηκε στον αγρό, 6×6 λατινικό τετράγωνο (Latin Square).



Εικόνα 5: Γενική άποψη του πειραματικού αγρού των φυτών μαρουλιού.



Εικόνα 6: Μια διαφορετική οπτική γωνία του πειραματικού αγρού, όπου διακρίνουμε τα πειραματικά τεμάχια.