

Βιβλιοθήκη

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

***ΤΡΟΦΟΠΕΝΙΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ***

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της σπουδάστριας Κατερίνας Μπονάτσου

Επιβλέπων Καθηγητής : Ιωάννης Καραμπέτσος

Καλαμάτα, Ιανουάριος 2001

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Της Μπονάτσου Αικατερίνης

ΤΕΙ Καλαμάτας - Τμήμα Φυτικής Παραγωγής

*Θέμα : Τροφοπενία Μαγνησίου σε καλλιέργειες κηπευτικών και
ιδιαίτερα σε καλλιέργεια Τομάτας και Αγγουριού*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
A. ΜΕΡΟΣ : Γενικά	
1. Φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού	2
2. Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τη ανάπτυξη των φυτών	3
3. Διάρθρωση των θρεπτικών στοιχείων	4
4. Απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων	5
5. Φυσιολογικός ρόλος των θρεπτικών στοιχείων	6
6. Χημική σύσταση των φυτών	6
7. Συμπτώματα τροφοπενιών	7
8. Φυλλοδιαγνωστική	10
9. Σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης ενός θρεπτικού στοιχείου και ανάπτυξη του φυτού	10
10. Νόμοι αποδόσεως των φυτών	12
B. Μέρος : Τροφοπενία Μαγνησίου στα κηπευτικά	
1. Γενικά	13
2. Φυσιολογικός ρόλος του μαγνησίου	13
3. Μακροσκοπικά συμπτώματα ελλείψεως Mg	14
4. Συγκέντρωση Μαγνησίου στα φύλλα	16
5. Είδη εδαφών στα οποία εμφανίζεται τροφοπενία Mg	17
6. Εδαφολογικοί παράγοντες και άλλες πρακτικές που επιδεινώνουν ή βελτιώνουν την τροφοπενία Mg	18
7. Αξιολόγηση αναλύσεως εδαφών ως προς την συγκέντρωση Mg	19
8. Αντιμετώπιση τροφοπενίας Mg	20
Γ. Μέρος : Πείραμα θρέψεως	
1. Σύσταση τύρφης	22
2. Σύσταση διαλύματος Hogland	22
3. Πείραμα σε τύρφη	24
4. πείραμα σε θρεπτικό διάλυμα Hogland	28
5. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων	30
Δ. Μέρος : Πίνακες - Καμπύλες	
Πίνακες : Δέκα πέντε (15)	
Καμπύλες : Έξι (6)	
Έγχρωμες φωτογραφίες	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις καλλιέργειες κηπευτικών πολύ συχνά εκδηλώνονται ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων (τροφοπενίες). Οι τροφοπενίες αυτές οφείλονται είτε σε έλλειψη ενός θρεπτικού στοιχείου από το έδαφος είτε σε φαινόμενα ανταγωνισμού ή δεσμεύσεως των θρεπτικών στοιχείων σαν αποτέλεσμα υπερβολικών λιπάνσεων ή δυσμενών εδαφολογικών συνθηκών (υψηλό ΡΗ, υψηλή αγωγιμότητα κλπ.)

Η τροφοπενία Μαγνησίου είναι μία από τις συχνότερα εμφανιζόμενες τροφοπενίες στις καλλιέργειες κηπευτικών τόσο σε υπαίθριες καλλιέργειες όσο και σε καλλιέργειες θερμοκηπίου. Πιο συχνά εμφανίζεται στις καλλιέργειες πατάτας, τομάτας (υπαίθρου-θερμοκηπίου), αγγουριού (θερμοκηπίου).

Στην παρούσα μελέτη περιγράφονται λεπτομερώς τα μακροσκοπικά συμπτώματα τροφοπενίας στα φύλλα και εξετάζονται η συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα καθώς και οι εδαφολογικές και οι εν γένει καλλιεργητικές συνθήκες κάτω από τις οποίες έχουμε εκδήλωση της τροφοπενίας.

Η όλη εργασία διαιρείται σε τέσσερα (4) μέρη (τμήματα).

Α μέρος: Περιγράφονται οι γενικές αρχές θρέψεως των φυτών (απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία-φυσιολογικός ρόλος των θρεπτικών στοιχείων, συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων –συνθήκες εμφανίσεως τροφοπενιών κλπ.).

Β μέρος: περιγράφονται λεπτομερώς : ο φυσιολογικός ρόλος του Μαγνησίου, η συγκέντρωση στα φύλλα των καλλιεργούμενων κηπευτικών, οι συνθήκες εμφανίσεως τροφοπενίας, τα μακροσκοπικά συμπτώματα και οι τρόποι αντιμετώπισης της τροφοπενίας.

Γ μέρος: περιγράφεται η εγκατάσταση δύο πειραματικών με φυτά τομάτας και αγγουριού. Γίνεται περιγραφή των συμπτωμάτων τροφοπενίας κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θρέψεως. Γίνεται αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αναλύσεως των φύλλων καθώς και της επίδρασης της τροφοπενίας μαγνησίου στην εν γένει ανάπτυξη των φυτών τομάτας και αγγουριού.

Δ. μέρος: παρατίθενται 1) πίνακες σχετικοί με τα αποτελέσματα του πειράματος 2) πίνακες με αποτελέσματα αναλύσεως εδαφών και φύλλων από καλλιέργειες με τροφοπενία μαγνησίου 3) έγχρωμες φωτογραφίες με συμπτώματα τροφοπενίας μαγνησίου από διάφορες καλλιέργειες.

A. Μέρος

Γενικά περί θρέψεως των φυτών

1. Φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού

Οι κυριότερες διαδικασίες και φυσιολογικές λειτουργίες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του φυτού είναι περιληπτικά οι ακόλουθες:

α. Απορρόφηση: Πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό σύστημα του φυτού.

β. Φωτοσύνθεση: Κατά την λειτουργία αυτή τα φυτά με το CO₂ που απορροφούν από τον αέρα και H₂O από το έδαφος και με την φωτεινή ενέργεια που δεσμεύουν με την χλωροφύλλη των φύλλων παράγουν υδατάνθρακες με σύγχρονη έκλυση O₂ κατά την αντίδραση.

$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{φωτεινή Ενέργεια}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$.

γ. Σχηματισμός πρωτοπλάσματος

Το πρωτόπλασμα είναι το ζων συστατικό των φυτών που συνίσταται κυρίως από πρωτεΐνες (σύνθετες ενώσεις αζώτου) και σχηματίζεται στα φυτά από απλούστερες ενώσεις του στοιχείου αυτού (αμίδια-αμινοξέα).

δ. Αναπνοή: Ένωση του οξυγόνου με διάφορες ουσίες που συντίθενται από τα φυτά με αποτέλεσμα την παραγωγή ενέργειας.

ε. Διαπνοή: Απώλεια νερού υπό μορφή υδρατμών από τα φυτά και κυρίως από τα στόματα των φύλλων.

στ. Μετακίνηση υλικών μέσα στο φυτό (κυρίως από τα φύλλα προς τους καρπούς και τις ρίζες).

ζ. Εναποθήκευση ουσιών σε διάφορα όργανα και ιστούς.

Οι διαδικασίες, φυσικές – χημικές, φυσιολογικές και βιοχημικές, που αφορούν την αλληλεπίδραση του φυτού με το χημικό περιβάλλον με την αρχική απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων και την κατανομή τους μέσα στο φυτό, είναι το ιδιαίτερο αντικείμενο της θρέψης του φυτού. Σαν επιστήμη η θρέψη του φυτού είναι ένα ειδικό τμήμα στην εν γένει επιστήμη της φυσιολογίας του φυτού.

Κατά τη διάρκεια αναπτύξεως των φυτών λαμβάνουν χώρα διαρκείς διαδικασίες συνθέσεως πολύπλοκων ενώσεων άνθρακα και αζώτου καθώς και αποικοδόμηση των ουσιών αυτών σε απλούστερες. Αυτές οι διαδικασίες αποτελούν τον μεταβολισμό των φυτών. Κατά την διάρκεια του μεταβολισμού συντίθενται πολυάριθμες ουσίες όπως σάκχαρα, άμυλο, κυτταρίνη, οξέα, λιγνίνη, αμινοξέα, πρωτεΐνες κλπ., ενώ σε αρκετά φυτά σχηματίζονται ειδικές ουσίες (π.χ. νικοτίνη στον καπνό κλπ.).

Για την κανονική εκτέλεση όλων των παραπάνω διαδικασιών είναι απαραίτητη η διαρκής απορρόφηση νερού για να διατηρηθούν τα κύτταρα του φυτού σε συνθήκες σπαργής. Και δεδομένου ότι λαμβάνει χώρα διαρκής απώλεια νερού από το φυτό πρέπει να είναι δυνατή η απορρόφηση και η διακίνηση του νερού μέσα στο φυτό.

Σαν αποτέλεσμα των μεταβολικών δραστηριοτήτων, τα φυτά αναπτύσσουν ειδικά όργανα ανάπτυξης και αναπαραγωγής, κάθε ένα των ο-

ποιών έχει ειδικούς χαρακτήρες και έχει ειδικές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία.

Σε όλα τα φυτά υπάρχουν καλώς καθορισμένοι εποχιακοί κύκλοι ανάπτυξης. Έτσι τα ετήσια φυτά αρχίζουν από τον σπόρο, δίδουν ανάπτυξη σε σπορόφυτα τα οποία αργότερα ανθίζουν και δίδουν ανάπτυξη σε σπόρους ή καρπούς.

2. Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών

Στενά συνυφασμένοι με αυτούς τους κύκλους ανάπτυξης των φυτών είναι και οι καλώς καθορισμένοι κύκλοι συγκεντρώσεως των θρεπτικών στοιχείων και αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν για την διάγνωση των τροφοπενιών των φυτών.

Από πολλούς ερευνητές έχει μέχρι σήμερα αποδειχθεί ότι μερικά στοιχεία είναι απαραίτητα για την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Από το 90 και πλέον χημικά στοιχεία που υπάρχουν στη φύση μόνο 16 βρέθηκε ότι είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και απόδοση των φυτών.

Η αναγκαιότητα ενός θρεπτικού στοιχείου για την ανάπτυξη του φυτού καθορίζεται με τα παρακάτω κριτήρια.

- ⇒ Η έλλειψη του στοιχείου πρέπει να καθιστά αδύνατη την κανονική ανάπτυξη των φυτών.
- ⇒ Ο φυσιολογικός ρόλος του στοιχείου στο φυτό δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο στοιχείο.
- ⇒ Το στοιχείο θα πρέπει να συμμετέχει άμεσα στο μεταβολισμό του φυτού.

Για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση των φυτών είναι απαραίτητα τα παρακάτω θρεπτικά στοιχεία: Άνθρακας (C), Υδρογόνο (H), Οξυγόνο (O), Άζωτο (N), Φώσφορος (P), Κάλιο (K), Ασβέστιο (Ca), Μαγνήσιο (Mg), Θείο (S), Σίδηρος (Fe) , Μαγγάνιο (Mn), Ψευδάργυρος (Zn), Βόριο (B), Χαλκός (Cu), Μολυβδαίνιο (Mo), Χλώριο (Cl).

Εκτός από τα στοιχεία αυτά, υπάρχουν και άλλα όπως το Na, Si τα οποία έχουν κάποια ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη ορισμένων φυτών αλλά δεν έχει μέχρι σήμερα αποδειχθεί ότι είναι απολύτως αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών (π.χ. το Na για ορισμένα φυτά, αλόφυτα, και το Si για το ρύζι, το κοβάλτιο για τη μηδική).

Επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών έχει επίσης παρατηρηθεί τόσο στο εργαστήριο όσο και σε πειράματα στον αγρό και με άλλα θρεπτικά στοιχεία όπως Νικέλιο και Χρώμιο αλλά δεν ξεκαθαρισμένο εάν η επίδραση αυτή είναι άμεση ή εάν το αποτέλεσμα είναι έμμεσο λόγω της αλληλεπίδρασης των στοιχείων αυτών με άλλα.

Υπάρχουν επίσης στοιχεία τα οποία απαντούν συνήθως στα φυτά αλλά δεν είναι ακόμη γνωστό εάν έχουν κάποια ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξή τους.

3. Διαίρεση των θρεπτικών στοιχείων σε κατηγορίες

Τα χημικά στοιχεία που βρίσκονται στα φυτά ανάλογα με την σημασία τους και τον φυσιολογικό τους ρόλο μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες.

- ⇒ στοιχεία που είναι απαραίτητα για όλα τα φυτά και δεν είναι δυνατόν να αντικατασταθούν από άλλα.
- ⇒ στοιχεία για τα οποία ο φυσιολογικός ρόλος στα φυτά δεν έχει καθοριστεί επακριβώς.
- ⇒ στοιχεία για τα οποία ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι άγνωστος.

Από τα θρεπτικά στοιχεία που έχουν αποδειχθεί απαραίτητα για τα φυτά τα τρία τα προσλαμβάνουν από τον αέρα και το νερό (C, H, O) και τα υπόλοιπα από το έδαφος και τα λιπάσματα.

Η κυριότερη και πιο συνηθισμένη κατάταξη των θρεπτικών στοιχείων του φυτού είναι αυτή που βασίζεται στις σχετικές ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απαιτούνται για την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Έτσι έχουμε τα μακροστοιχεία που βρίσκονται και απαιτούνται στα φυτά σε σχετικά μεγάλες ποσότητες και τα μικροστοιχεία ή ιχνοστοιχεία που απαιτούνται σε σχετικά μικρότερες ποσότητες. Στην πρώτη κατηγορία κατατάσσονται τα στοιχεία: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, και στη δεύτερη: Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, Cl.

Η διαίρεση των θρεπτικών στοιχείων σε μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία είναι κάπως αυθαίρετη και τούτο γιατί μερικές φορές για παράδειγμα η περιεκτικότητα των φυτών σε Fe, Mn, είναι τόσο υψηλή όσο και η περιεκτικότητα σε Mg. Η περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία είναι συχνά πιο πάνω από τις φυσιολογικές απαιτήσεις. Επίσης η συγκέντρωση Cl σε πολλά είδη φυτών είναι σε υψηλά επίπεδα αν και οι απαιτήσεις των φυτών στο στοιχείο αυτό είναι κατά πολύ μικρότερες. Αυτό δείχνει ότι η περιεκτικότητα ενός στοιχείου στα όργανα του φυτού (φύλλα, στελέχη, κλπ.) δεν δίνει μία σαφή εικόνα της ποσότητας που χρειάζεται το φυτό για τις φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες.

Μία ταξινόμηση των θρεπτικών στοιχείων ανάλογα με τη βιοχημική συμπεριφορά τους και την φυσιολογική τους λειτουργία φαίνεται πιο κατάλληλη.

Έτσι ανάλογα με τη βιοχημική τους συμπεριφορά και τον φυσιολογικό τους ρόλο στα φυτά τα θρεπτικά στοιχεία κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες ή ομάδες.

- ⇒ ομάδα (C, H, O, N, S). Κύρια συστατικά των οργανικών ενώσεων. Βασικά συστατικά ομάδων που συμμετέχουν στις ενζυμικές αντιδράσεις. Ο μεταβολισμός τους γίνεται με οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.
- ⇒ ομάδα (P, B, S). Σχηματίζουν εστέρες με αλκολικές ομάδες. Οι φωσφορικοί εστέρες λαμβάνουν μέρος στις αντιδράσεις μεταφοράς και χρησιμοποίησης της ενέργειας.

- ⇒ ομάδα (K, Na, Ca, Mg, Mn, Cl). Ρυθμίζουν την οσμωτική πίεση των κυττάρων. Εξουδετερώνουν τα οργανικά οξέα. Ρυθμίζουν τη δράση των ενζύμων και την περατότητα των βιολογικών (κυτταρικών) μεμβρανών.
- ⇒ ομάδα (Fe, Cu, Zn, Mo). Σχηματίζουν χημικές ενώσεις. Συμμετέχουν στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις με τη μεταφορά ηλεκτρονίων και τη μεταβολή του σθένους των.

4. Απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων

Τα θρεπτικά στοιχεία μπορούν να απορροφηθούν από τα φυτά όταν ευρίσκονται υπό ορισμένες μορφές και τύπους. Το N από τα Νιτρικά και Αμμωνιακά άλατα. Ο φώσφορος από τα φωσφορικά άλατα. Το Ca, Mg, K από τα άλατά τους (θειικά, χλωριούχα, ανθρακικά κλπ.). Το θείο από τα θειικά (SO₄), ο σίδηρος (Fe) από τα δισθενή ή τρισθενή άλατα του Fe (κυρίως από τα δισθενή), το μαγγάνιο από τα δισθενή άλατά του, το βόριο από τα βορικά άλατα, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος από τα άλατα τους και το μολυβδαίνιο από τα μολυβδαινικά άλατα. Μπορούν να υπάρξουν όμως και εξαιρέσεις. Το άζωτο π.χ. μπορεί να προστεθεί στο έδαφος ως οργανικό ή υπό μορφή ουρίας, το θείο μπορεί να προστεθεί ως θείο καθ' εαυτό ή υπό μορφήν «άνθη θείου» κλπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα προστιθέμενα υλικά μετατρέπονται σε Νιτρικά (NO₃) ή θειικά (SO₄) ιόντα από τους μικροοργανισμούς του εδάφους προτού απορροφηθούν από τα φυτά. Επί πλέον ενδιαφέροντα σημεία που έχουν σχέση με την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά είναι τα παρακάτω:

- ⇒ Τα θρεπτικά στοιχεία πρέπει να απορροφώνται από σχετικά αραιές διαλύσεις διαφορετικά μπορεί να προκληθούν ζημιές στα φυτά.
- ⇒ Μερικά από τα θρεπτικά στοιχεία επιβραδύνουν την απορρόφηση άλλων θρεπτικών στοιχείων: π.χ. το ασβέστιο παρεμποδίζει την απορρόφηση καλίου. Το κάλιο παρεμποδίζει την απορρόφηση Mg και αντιστρόφως. Το φαινόμενο είναι γνωστό σαν ανταγωνισμός.
- ⇒ Κανονική ανάπτυξη των φυτών επιτυγχάνεται όταν τα θρεπτικά στοιχεία απορροφώνται σε καθορισμένες σχετικά αναλογίες. Όταν οι αναλογίες είναι κατάλληλες τότε το μέσον αναπτύξεως ονομάζεται εξισορροπημένο.
- ⇒ Τα θρεπτικά στοιχεία ακόμη και εάν ευρίσκονται στις θρεπτικές διαλύσεις σε ικανοποιητικές συγκεντρώσεις και καθορισμένες αναλογίες, πιθανόν να μην απορροφηθούν σε ικανοποιητικό βαθμό εάν η αντίδραση (PH) της διαλύσεως δεν είναι κατάλληλη.
- ⇒ Το μέσον αναπτύξεως πρέπει να περιέχει μία επαρκή ποσότητα οξυγόνου δηλ. ο αερισμός πρέπει να είναι επαρκής.

5. Φυσιολογικός ρόλος των θρεπτικών στοιχείων

Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία των φυτών έχουν καθορισμένη βιολογική και βιοχημική σημασία και παίζουν ένα ορισμένο φυσιολογικό ρόλο. Οι γνώσεις μας σχετικά με το λειτουργικό ρόλο ενός θρεπτικού στοιχείου στα φυτά ποικίλλει από στοιχείο σε στοιχείο.

Μπορούμε να διακρίνουμε και να καθορίσουμε τις παρακάτω κατηγορίες.

⇒ το θρεπτικό στοιχείο είναι ουσιώδες εάν η έλλειψη ενός θρεπτικού στοιχείου από το μέσον αναπτύξεως του φυτού έχει σαν συνέπεια την αδυναμία αναπτύξεως του φυτού και αντιστρόφως τότε μπορούμε να πούμε ότι το θρεπτικό στοιχείο είναι απαραίτητο και ουσιώδες. Η διαπίστωση αυτή δε σημαίνει ότι γνωρίζουμε και τον ακριβή ρόλο ή ρόλους που παίζει το στοιχείο στην φυσιολογία ή το μεταβολισμό του φυτού. Η διαπίστωση είναι ότι υπάρχει τουλάχιστον ένας ρόλος ή λειτουργία.

⇒ το στοιχείο παίζει ουσιώδη ρόλο σε μία φυσιολογική λειτουργία.

Εάν μία ειδική και ουσιώδης διεργασία του φυτού εξαρτάται από την παρουσία του θρεπτικού στοιχείου έχουμε καθορίσει τουλάχιστον αυτόν το ρόλο αν και ακόμη δεν μπορούμε να ξέρουμε από χημική άποψης με ποιο τρόπο το στοιχείο εμπλέκεται στην συγκεκριμένη διαδικασία.

⇒ το θρεπτικό στοιχείο ενεργοποιεί ένα ένζυμο ή ρυθμίζει την ταχύτητα της ενζυμικής αντιδράσεως. Τούτο είναι μία απόδειξη ότι το στοιχείο αυτό δρα ως συνένζυμο στη ζωή του φυτού. Εδώ μετακινούμεθα από το φυσιολογικό κριτήριο στο βιοχημικό.

⇒ το στοιχείο είναι ένα βασικό συστατικό ενός προϊόντος μεταβολισμού, συμπλόκου ή μακρομοριακής ένωσης.

Αυτό είναι μία ένδειξη ενός ουσιώδη ρόλου και μια τέτοια διαπίστωση είναι μία επαρκής ένδειξη για την σπουδαιότητα του θρεπτικού στοιχείου.

Ύστερα από τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι κάθε θρεπτικό στοιχείο μπορεί:

1. Να είναι συστατικό οργανικών ενώσεων του φυτού.
2. Να δρα ως ενεργοποιητής ενζύμων ή να είναι συστατικό συνενζύμου ή ρυθμιστής της λειτουργίας ενζύμων. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχει ενζυμική αντίδραση η οποία να μην επηρεάζεται κατά μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό από την δράση ανόργανων στοιχείων.
3. Να έχει κάποια ειδική και καθορισμένη επίδραση σε μία φυσιολογική λειτουργία του φυτού.

6. Χημική σύσταση των φυτών

Τα φυτά αποτελούνται κατά μέσο όρο από 80% νερό και 20% ξηρά ουσία που αποτελείται από οργανικές ενώσεις και ανόργανα στοιχεία. Οι σχετικές αναλογίες των τριών αυτών συστατικών διαφέρουν. Στα πράσινα μέρη των φυτών το νερό υπάρχει πάντα στη μεγαλύτερη αναλογία και τα

ανόργανα στοιχεία στη μικρότερη. Η περιεκτικότητα του νερού ποικίλλει ανάλογα με το είδος, την ηλικία και το όργανο του φυτού. Το μικρότερο ποσοστό υπάρχει στα σπέρματα (6-15%) ενώ το μεγαλύτερο στους υδαρείς καρπούς (80-95%). Η περιεκτικότητα των φύλλων είναι 50-97%.

Οι οργανικές ουσίες που αποτελούν το 94% της ξηράς ουσίας ανήκουν σε 4 κατηγορίες: υδατάνθρακες 78%, πρωτεΐνες 12% λίπη 4% και νουκλεϊκά οξέα. Τα ανόργανα στοιχεία που περιέχονται στην τέφρα αποτελούν μόνο το 6% της ξηράς ουσίας. Παρ' όλο που η περιεκτικότητα είναι χαμηλή η σπουδαιότητα τους είναι μεγάλη γιατί καθιστούν ικανό το φυτό να συνθέτει την οργανική ουσία.

Όλα τα γνωστά χημικά στοιχεία είναι δυνατό να αποτελέσουν συστατικά της φυτικής ύλης δεδομένου ότι τα φυτά έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν κάθε στοιχείο που περιέχεται στο έδαφος ή στα θρεπτικά διαλύματα. Από τα γνωστά χημικά στοιχεία έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα με διάφορες μεθόδους αναλύσεως περίπου 70 στην τέφρα των φυτών.

Η κύρια όμως μάζα οποιουδήποτε φυτικού οργανισμού αποτελείται από περιορισμένο αριθμό γνωστών χημικών στοιχείων που στις συνθήκες της βιόσφαιρας σχηματίζουν εύκολα διαλυτές και ευκίνητες ενώσεις όπως: CO_2 , NH_3 , H_2O τα ιόντα H^+ , OH^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} καθώς και τα βαρέα μέταλλα που σχηματίζουν οξειδωμένα σύνθετα ιόντα.

Τα χημικά στοιχεία που δεν σχηματίζουν διαλυτές και ευκίνητες ενώσεις στην βιόσφαιρα παρά τη σημαντική υψηλή συγκέντρωση στα πετρώματα του φλοιού της γης βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες στα φυτά.

Τα φυτά δεν επαναλαμβάνουν πλήρως την χημική σύσταση του περιβάλλοντος αλλά επιλέγουν ενεργά ορισμένα στοιχεία.

Ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την περιεκτικότητα των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία είναι το ειδικό, γενετικά καθορισμένο δυναμικό πρόσληψης του φυτού για κάθε ένα από τα θρεπτικά στοιχεία. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι η περιεκτικότητα σε N και K των φυτών είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα σε P και Mg και 100-1000 φορές μεγαλύτερη από τα ιχνοστοιχεία.

Μεταξύ των διαφόρων ειδών των φυτών υπάρχουν μερικές φορές σημαντικές διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία που καθορίζονται επίσης γενετικά.

7. Συμπτώματα τροφοπενιών

Η ανεπάρκεια ενός θρεπτικού στοιχείου στα φυτά προκαλεί συνήθως χαρακτηριστικά συμπτώματα στο χρώμα, στο σχήμα και στο μέγεθος των φύλλων. Τα συμπτώματα αυτά είναι αποτέλεσμα ενός μειωμένου και μη φυσιολογικού μεταβολισμού του φυτού. Πολλά συμπτώματα είναι αρκετά χαρακτηριστικά (παθογνωμονικά) ώστε να μας επιτρέπουν την αναγνώριση και τον καθορισμό του θρεπτικού εκείνου στοιχείου που προκαλεί ανωμαλία στον μεταβολισμό και μειωμένη ανάπτυξη του φυτού.

Άλλα συμπτώματα είναι λιγότερο χαρακτηριστικά και η παρουσία τους μπορεί να είναι ένδειξη πολλών πιθανών αιτιών. Μια γενική χλώρωση του φυτού π.χ. με κοκκίνισμα των φύλλων και πρώιμη ξήρανση τους μπορεί να οφείλεται σε έλλειψη αζώτου – θείου ή μολυβδαινίου στα ψυχανθή. Η αδυναμία των σιτηρών να παράγουν καρπούς μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη χαλκού αλλά και στην έλλειψη υγρασίας κατά την άνθωση ή στις υψηλές θερμοκρασίες ή σε προσβολή από μύκητες των ριζών. Μία μεγάλη δυσκολία στο να στηριχθούμε στα μακροσκοπικά συμπτώματα για να αναγνωρίσουμε ένα πρόβλημα θρέψεως στα φυτά είναι ότι τα συμπτώματα εμφανίζονται όταν η ανάπτυξη των φυτών έχει περιοριστεί αρκετά. Σε πειράματα θρέψεως με διάφορα επίπεδα ενός θρεπτικού στοιχείου έχει βρεθεί ότι τα συμπτώματα εμφανίζονται όταν η ανάπτυξη του φυτού έχει περιοριστεί στο 70% της μέγιστης αναπτύξεως του.

Παρ' όλες όμως τις δυσκολίες τα μακροσκοπικά συμπτώματα των τροφοπενιών είναι μία πρώτη ένδειξη ότι ανεπαρκής εφοδιασμός του φυτού με θρεπτικά στοιχεία περιορίζει την ανάπτυξη. Έτσι είναι δυνατόν με μία προσεκτική παρατήρηση των συμπτωμάτων να αναγνωρίσουμε ένα πρόβλημα θρέψεως σαν παράγοντα περιορισμένης ανάπτυξης των φυτών.

Η μορφή των συμπτωμάτων στις περιπτώσεις ελλείψεως ενός θρεπτικού στοιχείου εξαρτάται από τη φυσιολογική δράση του στοιχείου και από την κατανομή του μέσα στο φυτό.

Α. Συμπτώματα σε σχέση με την φυσιολογική λειτουργία.

Οι γνώσεις μας σχετικά με τη φυσιολογική δράση και λειτουργία των θρεπτικών στοιχείων έχουν ως κατωτέρω:

- ⇒ Το θρεπτικό στοιχείο είναι ουσιώδες για την ανάπτυξη του φυτού.
- ⇒ Το στοιχείο παίζει κάποιο ρόλο στην φυσιολογία του φυτού.
- ⇒ Το στοιχείο ενεργοποιεί ένα ένζυμο ή ρυθμίζει την ταχύτητα μιας ενζυμικής αντιδράσεως και
- ⇒ Το στοιχείο είναι συστατικό ενός μεταβολίτη ή μιας μακρομοριακής ένωσης.

Είναι φανερό ότι ένα στοιχείο πιθανόν να έχει περισσότερες από μία φυσιολογικές λειτουργίες μέσα στο φυτό. Τα συμπτώματα που είναι περισσότερο χαρακτηριστικά είναι εκείνα τα οποία οφείλονται στην λειτουργία για την οποία το στοιχείο είναι απαραίτητο περισσότερο απ' ό,τι για άλλες λειτουργίες. Για παράδειγμα η διαταραχή του μεταβολισμού της αυξίνης σε περίπτωση ελλείψεως ψευδαργύρου είναι εκείνη που καθορίζει τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της μικροφυλλίας και της βραχυγυνάτωσης στα φυτά.

Σύγχυση μπορεί αν υπάρξει όταν περισσότερα του ενός στοιχεία παίζουν ουσιώδη ρόλο στην σύνθεση μιας ουσίας βασικής στην φυσιολογική διαδικασία, π.χ. για τη σύνθεση τα χλωροφύλλης είναι απαραίτητο το άζωτο και το μαγνήσιο.

Σύγχυση επίσης μπορεί να υπάρξει όταν ένα στοιχείο εμπλέκεται στο μεταβολισμό ενός άλλου π.χ. η έλλειψη μολυβδαινίου στα ψυχανθή είναι μη διακριτή από την έλλειψη αζώτου γιατί το μολυβδάνιο είναι απαραίτητο συστατικό του ενζύμου νιτρογενάση που εμπλέκεται στην δέσμευση αζώτου. Τον ίδιο ρόλο παίζει το μολυβδάνιο και στην ενεργοποίηση του ενζύμου ρεδουκτάση των νιτρικών στα φυτά με αποτέλεσμα, σε περίπτωση έλλειψης μολυβδαινίου, να έχουμε υψηλή συγκέντρωση νιτρικών (NO_3^-) και τοξικότητα στα φυτά.

Β. Συμπτώματα τροφοπενιών σε σχέση με την κινητικότητα των στοιχείων στα φυτά.

Ο εντοπισμός (θέση) των συμπτωμάτων των τροφοπενιών στα φυτά εξαρτάται από την έκταση και το ρυθμό ανακατανομής των θρεπτικών στοιχείων από τα παλαιότερα φύλλα στα νεώτερα. Τα στοιχεία διαφέρουν πολύ ως προς την κινητικότητά τους μέσα στα φυτά. Μερικά όπως το άζωτο, φώσφορος και κάλιο μετακινούνται ευκόλως από τα παλαιότερα φύλλα στα νεώτερα. Έτσι τα συμπτώματα έλλειψης παρουσιάζονται κατ' αρχάς στα παλαιότερα φύλλα.

Άλλα όπως το βόριο, το ασβέστιο, το μαγγάνιο και ο σίδηρος μετακινούνται δύσκολα και έτσι τα συμπτώματα εμφανίζονται πρώτα στα νεώτερα φύλλα. Το μαγνήσιο από πολλούς ερευνητές θεωρείται ότι κινείται εύκολα μέσα στο φυτό. Αναφέρονται όμως περιπτώσεις που τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται στα ανώτερα φύλλα. Πιθανόν στις περιπτώσεις αυτές (έντονη έλλειψη) ο ρυθμός μετακίνησης να μην είναι ικανός να καλύψει τις ανάγκες της νέας βλάστησης. Για πολλά θρεπτικά στοιχεία η έκταση της ανακατανομής και ο ρυθμός μετακίνησης ποικίλλει και εξαρτάται από την ένταση της τροφοπενίας και το επίπεδο αζώτου στα φυτά. Π.χ. υπάρχει μικρή ή και καθόλου μετακίνηση του χαλκού, ψευδαργύρου και ως ετούτου τα συμπτώματα εμφανίζονται πρώτα στα νεώτερα φύλλα.

Κατωτέρω παραθέτουμε πίνακα που δεικνύει την κινητικότητα και ανακατανομή των θρεπτικών στοιχείων.

<u>Ευκόλως μετακινούμενα</u>	<u>Μερικώς μετακινούμενα</u>	<u>Δυσκόλως μετακινούμενα</u>
Άζωτο	Θείο	Ασβέστιο
Φώσφορος	Χαλκός	Μαγγάνιο
Κάλιο	Ψευδάργυρος	Βόριο
Μαγνήσιο	Μολυβδάνιο	Σίδηρος

8. Φυλλοδιαγνωστική

Εκτός από την παρατήρηση και εξέταση των μακροσκοπικών συμπτωμάτων που παρουσιάζονται στα φύλλα, η έλλειψη ενός θρεπτικού στοιχείου στα φύλλα διαπιστώνεται με την μέθοδο της Φυλλοδιαγνωστικής.

Η φυλλοδιαγνωστική είναι μία αρκετά νέα μέθοδος που σκοπό έχει να βοηθήσει, με την ανάλυση των φύλλων ή και άλλων φυτικών μερών, στην επίλυση των πολλαπλών και σύνθετων προβλημάτων που δημιουργούνται σχετικά με την θρέψη των καλλιεργούμενων φυτών. Η χημική ανάλυση των φύλλων όταν συνδυασθεί με την ανάλυση του εδάφους και άλλες πληροφορίες σχετικά με τις καλλιεργητικές φροντίδες είναι ένα πολύτιμο μέσο για την διάγνωση της θρεπτικής κατάστασης των καλλιεργούμενων φυτών και τη διάγνωση των διαταραχών που παρουσιάζονται στην ανόργανη θρέψη των φυτών.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι η φυλλοδιαγνωστική είναι χρήσιμη:

- ⇒ για τη διάγνωση τροφοπενιών, τοξικοτήτων ή θρεπτικών ανισορροπιών.
- ⇒ για την πρόβλεψη τροφοπενιών σε τρέχουσες ή μελλοντικές καλλιέργειες.
- ⇒ για τον καθορισμό προγραμμάτων λιπάνσεων.
- ⇒ για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μιας συνιστώμενης λίπανσης.
- ⇒ για τον υπολογισμό των ποσών των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται με τα προϊόντα των καλλιεργειών με σκοπό την αναπλήρωση των θρεπτικών στοιχείων και τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους.
- ⇒ για την εκτίμηση της θρεπτικής καταστάσεως μιας καλλιέργειας σε μια περιοχή ή σε ένα τύπο εδάφους.
- ⇒ για την πρόβλεψη της απόδοσης μιας καλλιέργειας.
- ⇒ για τον υπολογισμό της θρεπτικής αξίας των σιτηρεσιών των ζώων.

9. Σχέση μεταξύ της συγκεντρώσεως ενός θρεπτικού στοιχείου και παραγωγής ή ανάπτυξης του φυτού

Υπάρχει μία βασική σχέση μεταξύ της περιεκτικότητας του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία και της ανάπτυξης ή απόδοσης του. Όταν η περιεκτικότητα του σε θρεπτικά στοιχεία είναι πολύ μικρή και ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτού είναι επίσης μικρός καθώς αυξάνει ο ρυθμός ανάπτυξης παρατηρείται στην αρχή μία μικρή μείωση στην συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου. Τούτο οφείλεται στην αραίωση που προκαλείται από μία υψηλή παραγωγή φυτικής ύλης. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως επίδραση Steenbjerg.

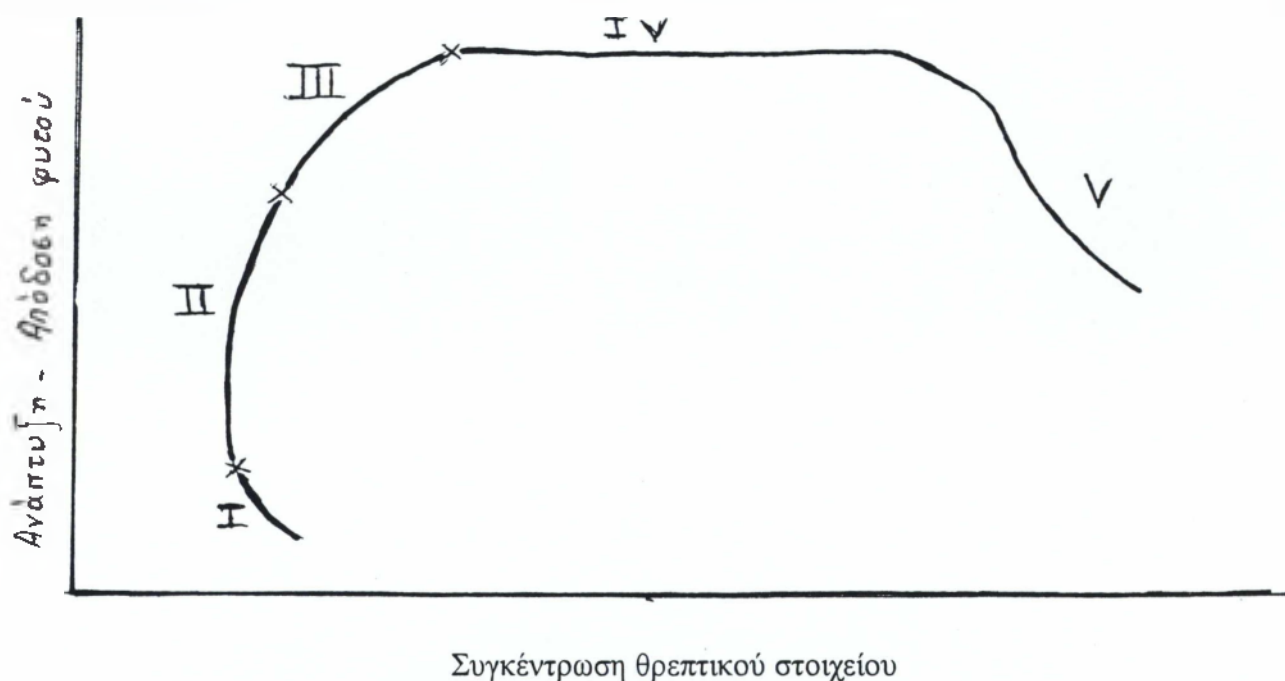
Στην συνέχεια έχουμε αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης χωρίς να έχουμε ανάλογη αύξηση στην συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου.

Καθώς η απορρόφηση του θρεπτικού στοιχείου αυξάνει ο ρυθμός ανάπτυξης και η συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου αυξάνει μέχρις ότου φθάσουμε στο σημείο που ονομάζουμε κρίσιμο επίπεδο.

Η κρίσιμη συγκέντρωση ενός θρεπτικού στοιχείου στα φυτά μπορεί να ορισθεί: 1) Ως συγκέντρωση κάτωθεν της οποίας δεν έχουμε τη μέγιστη απόδοση. 2) Ως συγκέντρωση άνωθεν της οποίας έχουμε την μέγιστη απόδοση και 3) Ως συγκέντρωση που διαχωρίζει σε μία καμπύλη θρέψεως την ζώνη της επάρκειας από τη ζώνη της έλλειψης ενός θρεπτικού στοιχείου.

Αύξηση της πρόσληψης του θρεπτικού στοιχείου πέραν του κρίσιμου επιπέδου προκαλεί αύξηση της συγκεντρώσεως του θρεπτικού στοιχείου χωρίς να υπάρχει ανάλογη αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης του φυτού. Εφοδιασμός του φυτού με πολύ μεγάλες ποσότητες ενός θρεπτικού στοιχείου έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης ενώ η συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου αυξάνει (τοξικότητα).

Η σχέση μεταξύ της συγκεντρώσεως ενός θρεπτικού στοιχείου και της ανάπτυξης - απόδοσης ενός φυτού παριστάνεται με την παρακάτω καμπύλη.



Στάδιο I: έντονη τροφοπενία: Αύξηση της βλαστήσεως ή παραγωγής αλλά ελάττωση της συγκεντρώσεως στα φύλλα. (επίδραση Steenbjerg).

II: έντονη αύξηση της απόδοσης με ελάχιστη αύξηση της συγκεντρώσεως του θρεπτικού στοιχείου.

III: αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης και της απόδοσης με ανάλογη αύξηση της συγκεντρώσεως του θρεπτικού στοιχείου.

IV: αύξηση της συγκέντρωσης του θρεπτικού στοιχείου χωρίς αύξηση (ή πολύ μικρή) της ανάπτυξης ή παραγωγής.

V: αύξηση της συγκέντρωσης του θρεπτικού στοιχείου με μείωση της ανάπτυξης ή παραγωγής (τοξικότητα).

10. Νόμοι αποδόσεως των φυτών

Η επίδραση της συγκεντρώσεως ενός θρεπτικού στοιχείου στην ανάπτυξη και απόδοση του φυτού συνοψίζεται σε δύο νόμους της θρέψεως των φυτών. Το νόμο του ελαχίστου και το νόμο της μη αναλόγου αποδόσεως.

A. Νόμος του ελαχίστου.

Σύμφωνα με τον νόμο αυτό η απόδοση του φυτού καθορίζεται από το θρεπτικό εκείνο στοιχείο που βρίσκεται στη μικρότερη ποσότητα σχετικά με τις απαιτήσεις του φυτού.

B. Νόμος της μη αναλόγου αποδόσεως (Mitscherlich). Σύμφωνα με το νόμο αυτό όταν από το μηδέν αυξάνουμε με ίσες δόσεις το ποσόν ενός θρεπτικού στοιχείου (με την προϋπόθεση ότι οι άλλοι παράγοντες παραμένουν σταθεροί) η αντίστοιχη αύξηση της απόδοσης γίνεται ολοένα και μικρότερη για κάθε νέα δόση του θρεπτικού στοιχείου.

B. Μέρος

Τροφοπενία Μαγνησίου στα κηπευτικά

1. Γενικά

Είναι μία από τις πλέον συνήθεις τροφοπενίες των κηπευτικών καλλιεργειών. Προκαλεί σοβαρά προβλήματα στις καλλιέργειες και ιδιαίτερα σε καλλιέργειες θερμοκηπίων με πιο ευαίσθητη την καλλιέργεια τομάτας.

Για πολλά είδη φυτών η εμφάνιση μερικών φύλλων με ορατά συμπτώματα τροφοπενίας πιθανόν να μην είναι αρκετά σοβαρή κατάσταση ώστε να δικαιολογήσει τη λήψη θεραπευτικών μέτρων για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις που η εφαρμογή θεραπευτικών μέτρων είχε άμεσο οικονομικό αποτέλεσμα ακόμη και σε περιπτώσεις που δεν υπήρχαν ορατά μακροσκοπικά συμπτώματα (λανθάνουσα τροφοπενία).

Για αρκετές καλλιέργειες έχει μελετηθεί η συσχέτιση μεταξύ της λειτουργίας του φυτού και των συμπτωμάτων στα φύλλα και έχει καθοριστεί η σχέση μεταξύ των συμπτωμάτων στα φύλλα και της συγκέντρωσης του στοιχείου στα φύλλα και στο έδαφος.

Ο πιο συνήθης τρόπος για την διάγνωση της τροφοπενίας μαγνησίου είναι η χρησιμοποίηση των μακροσκοπικών συμπτωμάτων στα φύλλα. Η μορφή των συμπτωμάτων στις περιπτώσεις ελλείψεως ενός θρεπτικού στοιχείου εξαρτάται από την φυσιολογική δράση του στοιχείου και από την κατανόμη του μέσα στο φυτό.

Για τον λόγο αυτό προτού περιγράψουμε τα μακροσκοπικά συμπτώματα στα φύλλα κρίνουμε σκόπιμο την παράθεση στοιχείων σχετικά με την φυσιολογική δράση του μαγνησίου.

2. Φυσιολογικός ρόλος του μαγνησίου

Όπως αναφέραμε στο γενικό μέρος περί της θρέψεως των φυτών κάθε θρεπτικό στοιχείο μπορεί: Α) να είναι συστατικό οργανικών ενώσεων του φυτού. Β) να δρα ως ενεργοποιητής ενζύμων ή να είναι συστατικό συνενζύμου ή ρυθμιστής της λειτουργίας ενζύμων και Γ) να έχει κάποια ειδική και καθορισμένη επίδραση σε μία φυσιολογική λειτουργία του φυτού.

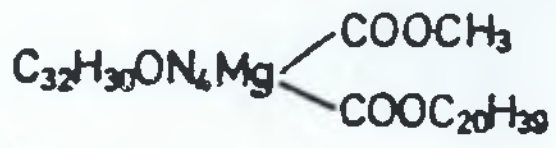
Ειδικότερα για το μαγνήσιο ο φυσιολογικός ρόλος στην λειτουργία και την ανάπτυξη του φυτού είναι ο παρακάτω:

A. Ως συστατικό οργανικών ενώσεων

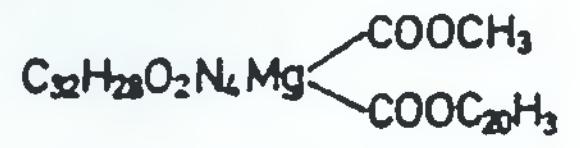
Η χλωροφύλλη είναι το μόνο συστατικό του φυτού το οποίο περιέχει ένα άτομο μαγνησίου ως σταθερό (μη διστάμενο) συστατικό. Ο συντακτικός τύπος της χλωροφύλλης παρατίθεται παρακάτω:

Υπάρχουν επίσης και μερικές πορφυρίνες που περιέχουν μαγνήσιο.

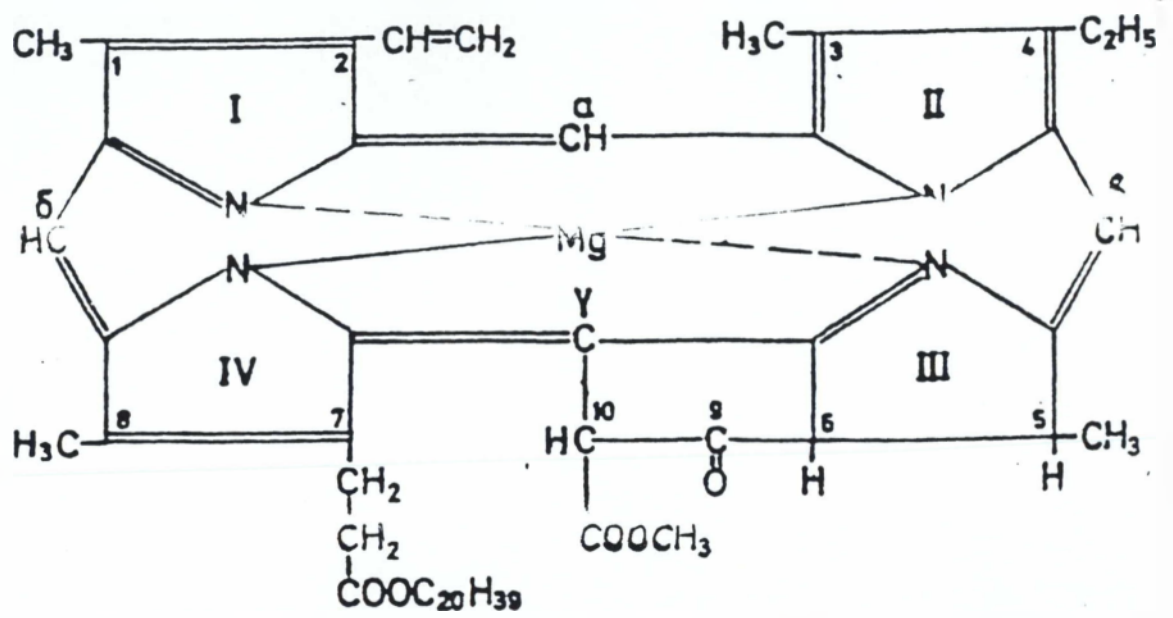
Το μαγνήσιο αντιπροσωπεύει το 2,7 % του μοριακού βάρους της χλωροφύλλης αλλά το μαγνήσιο της χλωροφύλλης αντιπροσωπεύει μόνο το 10% του ολικού μαγνησίου στα φύλλα. Δεδομένου ότι το μισό ή περισσότερο από το μαγνήσιο των φύλλων μπορεί να υπάρχει στους χλωροπλάστες



ΧΛΟΡΟΦΥΛΛΗ α

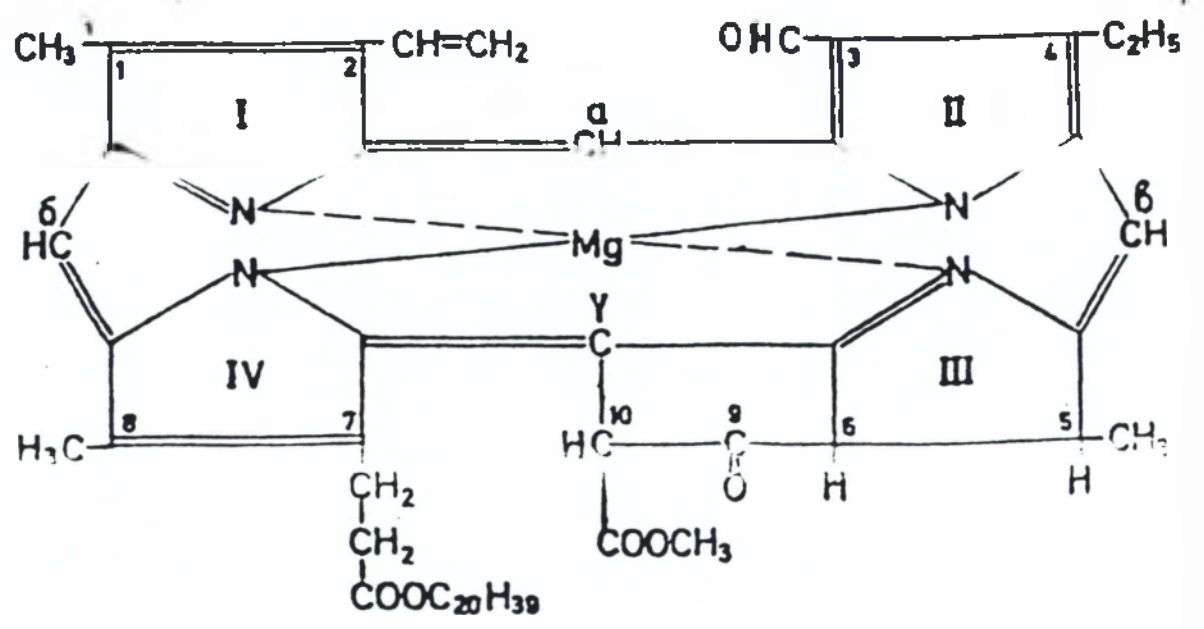


ΧΛΟΡΟΦΥΛΛΗ β



ΧΛΟΡΟΦΥΛΛΗ α

I, 3, 5, 8-τετραμεθυλο-2 βινυλο-4 αιθυλο-7 προπιονυλο-φυτυλο-εσθήρ
9 δεξ-10 καρβο-μεθοξυ-κωρβίνη



ΧΛΟΡΟΦΥΛΛΗ β

τα πλαστίδια προφανώς περιέχουν πολύ μαγνήσιο πλέον εκείνου που είναι συστατικό της χλωροφύλλης. Αυτό είναι αναμενόμενο. Η μετατροπή και η αποθήκευση της ενέργειας είναι οι κυριότερες λειτουργίες των χλωροπλαστών και το μαγνήσιο όπως θα πούμε πιο κάτω είναι ο κυριότερος ενεργοποιητής των ενζύμων που εμπλέκονται στον μεταβολισμό ενεργείας.

B. Ως ενεργοποιητής ενζύμων

Το μαγνήσιο είναι ενεργοποιητής των περισσότερων ενζύμων από οποιοδήποτε άλλο στοιχείο. Είναι συνεργός παράγων όλων σχεδόν των ενζύμων τα οποία δρουν σε φωσφορυλιωμένα υποστρώματα και είναι ως εκ τούτου κεφαλαιώδους σημασίας για τον μεταβολισμό ενεργείας. Η δράση αυτή δεν είναι αυστηρά εξειδικευμένη. Το μαγγάνιο π.χ. μπορεί να αντικαταστήσει τη δράση του μαγνησίου και σε μικρότερη έκταση άλλα δυσθενή ιόντα.

Το μαγνήσιο ενεργοποιεί επίσης και μερικά άλλα ένζυμα που δεν σχετίζονται με τη μεταφορά φωσφορικών ομάδων.

Γ. Ρόλος του μαγνησίου σε φυσιολογικές λειτουργίες

Σαν συστατικό της χλωροφύλλης και ως ενεργοποιητής πολλών ενζύμων που σχετίζονται με τη μεταφορά φωσφορικών ομάδων, το μαγνήσιο είναι ένα θρεπτικό στοιχείο η έλλειψη του οποίου πολύ γρήγορα επηρεάζει το μεταβολισμό του φυτού. Η χλώρωση είναι το πρώτο σύμπτωμα που παρατηρείται και στη συνέχεια η φωτοσύνθεση ελαττώνεται σημαντικά και σχεδόν σταματά τελείως. Σαν αποτέλεσμα της παρεμπόδισης των φωσφορυλιώσεων οι βιοσυνθετικές διαδικασίες διαταράσσονται και διαλυτές ενώσεις αζώτου παρατηρούνται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Η περιεκτικότητα των χλωροπλαστών σε μαγνήσιο είναι υψηλή. Σε τροφοπενικά φυτά παρατηρείται ανωμαλία στη δομή των χλωροπλαστών. Σημαντική επίσης επίδραση υπάρχει και στα μιτοχόνδρια.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές αναφορές σχετικά με τον ανταγωνισμό μεταξύ ασβεστίου – μαγνησίου και καλίου – μαγνησίου. Ανταγωνισμός σημαίνει ότι αυξημένη εφαρμογή και απορρόφηση ενός θρεπτικού στοιχείου έχει σαν αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της απορρόφησης ενός άλλου.

3. Μακροσκοπικά συμπτώματα ελλείψεως μαγνησίου

Από γενική άποψη τα μακροσκοπικά συμπτώματα παρουσιάζονται υπό δύο μορφές:

A) ελαφρά συμπτώματα:

Τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται πρώτα κυρίως στα παλαιότερα φύλλα και πιθανόν να επηρεαστούν προοδευτικά και τα νεώτερα.

Παρατηρείται μία απώλεια του υγιούς πρασίνου χρώματος των φύλλων μεταξύ των νεύρων που ακολουθείται από χλώρωση ή εμφάνιση στίλβων μεταχρωματισμών. Η χλώρωση μπορεί να αρχίσει και από την περι-

φέρεια των φύλλων ή την κορυφή και προοδευτικά να προχωρεί μεταξύ των νεύρων.

B) Μέτρια έως έντονα συμπτώματα.

Στις πιο σοβαρές ελλείψεις ολόκληρο το φύλλο μπορεί να γίνει κίτρινο. Νεκρώσεις μπορεί να εμφανιστούν στην κορυφή ή κατά μήκος της περιφέρειας των φύλλων. Σε μερικά είδη φυτών (π.χ. τομάτα) τα φύλλα συστρέφονται. Μπορεί να εμφανιστεί και πρόωρη φυλλόπτωση. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη μείωση της ανάπτυξης και της παραγωγής των φυτών.

Τα παραπάνω γενιά συμπτώματα παραλλάσσουν από καλλιέργεια σε καλλιέργεια.

Πιο κάτω παραθέτουμε συμπτώματα ελλείψεως μαγνησίου για ορισμένες καλλιέργειες κηπευτικών όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

1. Αγγούρι (*Cucumis sativus*): Τα φύλλα αναπτύσσουν χλώρωση μεταξύ των νεύρων. Τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Η περιφέρεια των φύλλων γίνεται εύθραυτη και ξηραίνεται.
2. Καρότο (*Daucus carota*): Τα φύλλα έχουν ανοικτό πράσινο χρώμα. Οι κορυφές παρουσιάζουν ανοικτές κίτρινες ή καστανές κηλίδες. Τα παλαιότερα φύλλα είναι έντονα χλωρωτικά.
3. Κουνουπίδι (*Brassicca oleracea varo capitata*): Τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν νεκρωτικές κηλίδες μεταξύ των νεύρων και στα άκρα χρώμα πορτοκαλί κόκκινο ή πορφυρό. Σε εποχές με υγρασία οι νεκρωμένοι ιστοί αποκολλώνται. Μπορεί να παρουσιαστεί και πρόωρη φυλλόπτωση.
4. Λάχανο (*Brassicca oleracea*): τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν χλωρώσεις μεταξύ των νεύρων. Τα φύλλα συρρικνώνονται, χλωρωτικές περιοχές μπορεί να παρουσιαστούν γύρω από την περιφέρεια του φύλλου οι οποίες μπορεί να νεκρωθούν ή να καταρρεύσουν.
5. Μαρούλι (*Lactuca sativa*): τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν κατ' αρχάς χλωρωτικές κηλίδες μεταξύ των νεύρων και τελικά ολόκληρο το φύλλο κιτρινίζει.
6. Μπάμια (*Hibiscus esculentum*): στα παλαιότερα φύλλα εμφανίζονται κίτρινες κηλίδες. Οι κηλίδες αυξάνουν σε μέγεθος και αριθμό έτσι ώστε ολόκληρο το φύλλο κιτρινίζει και παραμένουν πράσινα μόνο τα νεύρα.
7. Πατάτα (*Solanum tuberosum*): τα φύλλα παρουσιάζουν μεσονεύρια ή περιφερειακή χλώρωση. Στην συνέχεια δημιουργούνται νεκρωτικές κηλίδες. Τα φύλλα γίνονται εύθραυτα και η περιφέρεια τους συστρέφεται προς τα άνω.
8. Πιπεριά (*Carvium sp*): τα φύλλα αποκτούν ένα ανοικτό πράσινο χρώμα. Στη συνέχεια αναπτύσσεται χλώρωση μεταξύ των νεύρων. Τα παλαιότερα φύλλα μπορεί να πέσουν. Τα φυτά παραμένουν μικρά. Οι καρποί είναι λίγοι και μικρού μεγέθους.
9. Σέλινο (*Arium graveolans*): τα φύλλα αποκτούν κίτρινο χρώμα περιφερειακά και στις κορυφές. Η χλώρωση προοδευτικά γίνεται μεσονεύρια.

Τη χλώρωση ακολουθεί δημιουργία νεκρωτικών κηλίδων και νέκρωση ολόκληρου του φύλλου.

10. Φασόλια (*Phaseolus sp*): τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν κοκκινοκάστανους μεταχρωματισμούς που ακολουθούνται από κιτρίνισμα ολόκληρου του φύλλου εκτός από τα κύρια και δευτερεύοντα νεύρα. Αργότερα μπορεί να παρουσιαστούν καστανές νεκρωτικές κηλίδες.
11. Τομάτα (*Lycopersicum esculentum*): τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν μεσονεύριες χλωρώσεις και νεκρώσεις. Οι μίσχοι γίνονται σκληροί και τείνουν να κρέμονται προς τα κάτω. Η περιφέρεια των φύλλων κάμπτεται προς τα πάνω. Τα στελέχη γίνονται λεπτά. Οι ρίζες μακρές με λίγες διακλαδώσεις.
12. Πεπόνι (*Cucumis melo*): τα παλαιότερα φύλλα παρουσιάζουν νεκρώσεις μεταξύ των νεύρων. Οι νεκρωτικές κηλίδες μεγεθύνονται και συνενούνται έτσι ώστε παρουσιάζονται μεγάλες νεκρωτικές επιφάνειες μεταξύ των νεύρων.

4. Συγκέντρωση μαγνησίου στα φύλλα

Μερικοί ερευνητές έχουν μελετήσει την συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα σε σχέση με την παρουσία και την συγκέντρωση των άλλων θρεπτικών στοιχείων. Έχει μελετηθεί π.χ. η σχέση CaO/MgO στην τέφρα των φύλλων για μερικά φυτά και έχει βρεθεί ότι η σχέση αυτή συσχετίζεται καλύτερα με την εμφάνιση συμπτωμάτων στα φύλλα απ' ό,τι η συγκέντρωση του μαγνησίου αυτή καθ' εαυτή.

Οι πιο πολλές εργασίες όμως δείχνουν ότι και η απόλυτη συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα συσχετίζεται καλά με την εμφάνιση των συμπτωμάτων.

Γενικά φαίνεται ότι όταν η συγκέντρωση μαγνησίου στα φύλλα είναι μεγαλύτερη από 0,20 – 0,25 % επί ξ.ο. τα φυτά δεν εμφανίζουν συμπτώματα τροφопενίας. Μεταξύ των διαφόρων καλλιεργειών όμως υπάρχουν διαφορές ως προς την συγκέντρωση στην περίπτωση εμφάνισης συμπτωμάτων, στο κρίσιμο επίπεδο καθώς και στην φυσιολογική συγκέντρωση. Οι διαφορές αυτές εμφανίζονται σε σχετικό πίνακα. (1).

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αναλύσεως που γίνονται για την διαπίστωση προβλημάτων θρέψης όσον αφορά το μαγνήσιο, θα πρέπει αν γνωρίζουμε το είδος του ιστού, την ηλικία, τη θέση πάνω στο φυτό καθώς και εάν τα φυτά από τα οποία έγινε η δειγματοληψία παρουσίαζαν ή όχι συμπτώματα έλλειψης. Και τούτο γιατί υγιή μη χλωρωτικά φύλλα από φυτό που δεν εμφανίζει καθόλου συμπτώματα θα έχουν οπωσδήποτε μεγαλύτερη συγκέντρωση μαγνησίου από φύλλα φαινομενικά υγιή μη χλωρωτικά και ώριμα που έχουν ληφθεί από φυτά που παρουσίαζαν συμπτώματα στα κατώτερα φύλλα.

5. Είδη εδαφών στα οποία συνήθως εμφανίζεται τροφопενία μαγνησίου

Η έλλειψη μαγνησίου εμφανίζεται κυρίως σε εδάφη όξινα και αμμώδη σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι μέτριες έως υψηλές.

Στις περιοχές αυτές εμφανίζονται συμπτώματα και η έντασή τους είναι μικρότερη σε χρονιές που οι βροχοπτώσεις είναι λιγότερες. Συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται όμως και σε αλκαλικά εδάφη, σε εδάφη κακώς στραγγιζόμενα καθώς και σε εδάφη οργανικά.

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε μαγνήσιο κυμαίνεται από 0,05% (αμμώδη εδάφη) έως 0,5% (αργιλώδη εδάφη).

Το μαγνήσιο στο έδαφος υπάρχει σε ορυκτά που αποσαθρώνονται εύκολα (σερπεντίνης, ολιβίνης). Επιπλέον σε ορισμένα εδάφη υπάρχει υπό μορφή αλάτων ($MgCO_3 - MgSO_4 - CaCO_3 - MgCO_3$). Η ποσότητα στο έδαφος εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του εδάφους. Εδάφη που εκπλύνονται έντονα περιέχουν γενικά μικρές ποσότητες μαγνησίου. Εδάφη που προήλθαν από αποσάθρωση πετρωμάτων πλουσίων σε μαγνήσιο όπως ο δολομίτης ($CaCO_3, MgCO_3$) είναι επαρκώς εφοδιασμένα σε μαγνήσιο.

Το μαγνήσιο στο έδαφος διακρίνεται σε μη εναλλακτικό - εναλλακτικό και υδατοδιαλυτό. Οι τρεις αυτές μορφές βρίσκονται σε μία δυναμική ισορροπία μεταξύ τους. Η μεγαλύτερη ποσότητα του μαγνησίου είναι ως μη εναλλακτική μορφή και περιλαμβάνει το μαγνήσιο των πρωτογενών ορυκτών. Το κλάσμα αυτό θεωρείται ότι δεν συμβάλλει στην άμεση θρέψη των φυτών αν και σήμερα πιστεύεται ότι τα φυτά έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν και μη εναλλακτικό μαγνήσιο. Το υδατοδιαλυτό και το εναλλακτικό μαγνήσιο, που αποτελούν τις μορφές μαγνησίου που κυρίως προσλαμβάνει το φυτό, αποτελούν το 5% περίπου του ολικού μαγνησίου και το 4-20% της εναλλακτικής ικανότητας του εδάφους.

Το μαγνήσιο εκπλύνεται εύκολα από τα εδάφη. Οι ποσότητες που απομακρύνονται με την έκπλυση (0,2 - 3 χιλιογρ. / στρέμμα / έτος) εξαρτάται από την ποσότητα του μαγνησίου που περιέχουν τα ορυκτά και το ρυθμό αποσάθρωσής τους, από την ένταση της έκπλυσης καθώς και από τις ποσότητες μαγνησίου που προσλαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος. Σε πολλά εδάφη η ποσότητα μαγνησίου που απελευθερώνεται με την αποσάθρωση είναι ικανή να αναπληρώνει την ποσότητα που απομακρύνεται με την έκπλυση. Στα αμμώδη εδάφη οι απώλειες λόγω έκπλυσης είναι συνήθως μεγαλύτερες και το υπέδαφος περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα απ' ό,τι το επιφανειακό στρώμα. Στους πίνακες 2, 3, 4 και 5 παρέχονται αποτελέσματα αναλύσεων εδαφών και φύλλων από διάφορες περιοχές και από καλλιέργειες που παρουσίαζαν συμπτώματα ελλείψεως μαγνησίου.

Τα στοιχεία προέρχονται από το αρχείο αναλύσεων εδαφών και φύλλων του Τμήματος μη παρασιτικών παθήσεων του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πατρών.

6. Εδαφολογικοί παράγοντες και άλλες πρακτικές που επιδεινώνουν ή βελτιώνουν την τροφοπενία μαγνησίου

α. Αλατότητα του εδάφους

Από μελέτες που έχουν κάνει οι Pratt και Harding (19) και Hogg (1960) έχει αποδειχθεί ότι όσο περισσότερα διαλυτά άλατα προστίθενται στο έδαφος με τα λιπάσματα ή τα βελτιωτικά του εδάφους τόσο περισσότερο το μαγνήσιο αντικαθίσταται και εκπλύνεται από το επιφανειακό στρώμα το έδαφος προς τα βαθύτερα στρώματα. Το γεγονός αυτό με την πάροδο του χρόνου αυξάνει την πιθανότητα να εμφανισθεί τροφοπενία μαγνησίου. Οι Pratt και Harding επίσης παραδέχονται ότι κάτω από ορισμένες συνθήκες η χρησιμοποίηση για άρδευση νερών που έχουν μεγάλη αναλογία Ασβεστίου προς Μαγνήσιο μπορεί να προκαλέσουν έλλειψη μαγνησίου.

β. Συγκέντρωση καλίου

Πάρα πολλές ερευνητικές εργασίες έχουν δείξει ότι προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων καλίου στο έδαφος ή στο μέσον αναπτύξεως προκαλεί ή επιδεινώνει την τροφοπενία μαγνησίου. Για την περίπτωση των κηπευτικών εργασίες που έχουν γίνει είναι των Knoblanck και Odland (13) για την καλλιέργεια πατάτας των Walsh and Clarke (28) για τις καλλιέργειες πατάτας, τομάτας κ.λ.π.

γ. Συγκέντρωση αζώτου

Πολλές εργασίες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η σοβαρότητα των συμπτωμάτων τροφοπενίας μπορεί να μειωθεί ή η συγκέντρωση μαγνησίου στα φύλλα να αυξηθεί με την προσθήκη στο έδαφος αζώτου ή με την υψηλή συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα. Για την περίπτωση των κηπευτικών Nicholas and Gatlow (17) για κουνουπίδι Mulder (15) για πατάτα.

δ. Συγκέντρωση ασβεστίου

Μεγάλη συγκέντρωση ασβεστίου στο περιβάλλον των ριζών μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την πρόσληψη μαγνησίου από τα φυτά. Ο Yamaguch (29) έδειξε ότι σε καλλιέργεια σέλινου σε σε θρεπτικά διαλύματα, υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου στο διάλυμα και στα φυτά ήταν συνυφασμένη με εμφάνιση συμπτωμάτων έλλειψης μαγνησίου. Ο Stier (25) παρατήρησε ότι φυτά πεπονιού καλλιεργημένα σε άμμο με χαμηλή συγκέντρωση μαγνησίου και υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου παρουσίασαν έντονα συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου. Τα συμπτώματα εξαφανίσθηκαν όταν η συγκέντρωση ασβεστίου ελαττώθηκε.

ε. Συγκέντρωση ιόντων Η

Πολλοί ερευνητές έχουν δείξει ότι αύξηση των ιόντων H^+ στο έδαφος, ιδιαίτερα σε αμμώδη εδάφη, που υπόκεινται σε έκπλυση προκαλεί ή επιδεινώνει τα συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου.

Οι Ferrari και Sluijman (7) έδειξαν ότι, με ίση ποσότητα διαθέσιμου μαγνησίου στο έδαφος τα συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου ήταν πιο έντονα σε εδάφη με χαμηλό ΡΗ (υψηλή συγκέντρωση ιόντων Η) απ' ό,τι σε εδάφη με υψηλό ΡΗ. Τα ίδια αποτελέσματα επεσημάνθησαν και από τον Mulder (15).

στ. Συγκέντρωση SO_4

Υψηλή συγκέντρωση θειικών ιόντων επιδεινώνει την ένταση των συμπτωμάτων έλλειψης μαγνησίου. Οι Nicholas and Gatlow (17) σε πειράματα λιπάνσεως με κουνουπίδι και πατάτα παρατήρησαν ότι φυτά στα οποία χορηγείτο χλώριο παρουσίαζαν ελαφρά συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου ενώ εκείνα στα οποία χορηγούνταν SO_4 τα συμπτώματα ήσαν μέτρια έως έντονα.

ζ. Συγκέντρωση Νατρίου

Από πειραματικά δεδομένα σε καλλιέργεια πατάτας Carolos (1) αποδεικνύεται ότι τροφοπενία μαγνησίου σε πατάτα είναι πολύ πιο δύσκολα να θεραπευθεί εάν η συγκέντρωση Νατρίου στο έδαφος είναι υψηλή.

7. Αξιολόγηση αναλύσεων εδαφών ως προς την συγκέντρωση μαγνησίου

Ανταλλάξιμο και διαλυτό μαγνήσιο

Ο Peech (18) συνεπαίρανε από πολλές αναλύσεις ότι έλλειψη μαγνησίου στις καλλιέργειες μπορεί να εμφανιστεί πιο συχνά σε όξινα εδάφη που περιέχουν λιγότερο από 2,5mgMg/100gr εδάφους ή 0,2 meq/100gr. Ο Seo (21) αναφέρει ότι έλλειψη μαγνησίου μπορεί να εμφανιστεί σε εδάφη με περιεκτικότητα σε MgO μικρότερη από 10mg/100gr. Ο Hester et al (10) αναφέρει ότι έλλειψη μαγνησίου σε καλλιέργεια τομάτας μπορεί να εμφανιστεί σε αμμώδη εδάφη που περιέχουν λιγότερο από 11,35 Kgr Mg κατά στρέμματα ενώ δεν παρουσιάζεται έλλειψη σε συγκέντρωση 15kg/στρ. Ο Sluijman (23) συμπέρανε ύστερα από πολλούς πειραματικούς λιπάνσεως σε πατάτα ότι προσθήκη μαγνησίου είναι απαραίτητη όταν η συγκέντρωση μαγνησίου στο έδαφος είναι μικρότερη από 1mg/100 gr εδάφους ενώ όταν η συγκέντρωση ήταν πάνω από 5mg/100 gr δεν υπήρχε αντίδραση της καλλιέργειας στην προσθήκη Mg.

Ο Graham (8) αναφέρει ότι γενικώς σε εδάφη με συγκέντρωση μαγνησίου μικρότερη από 10% της ολικής εναλλακτικής ικανότητας παρουσιάζεται αύξηση της αποδόσεως των καλλιεργειών με την προσθήκη Mg.

Σήμερα είναι γενικά παραδεκτό ότι σε εδάφη στα οποία το εναλλακτικό μαγνήσιο είναι λιγότερο από 6% της εναλλακτικής ικανότητας οι

καλλιέργειες είναι πιθανόν να αντιδράσουν στην προσθήκη Mg.

8. Αντιμετώπιση τροφοπενίας μαγνησίου

Υπάρχουν δύο κυρίως μέθοδοι αντιμετώπισης της τροφοπενίας μαγνησίου. Εφαρμογή στο έδαφος και διαφυλλικός ψεκάσμος με $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ και άλλα άλατα δεν έχουν επαρκώς αντιμετωπίσει την τροφοπενία. Οι διαφυλλικοί ψεκάσμοι όταν είναι αποτελεσματικοί έχουν μία ταχεία αλλά μικράς διάρκειας αντιδράση. Η εφαρμογή στο έδαφος, εάν είναι αποτελεσματική, χρειάζεται δύο ή τρία χρόνια να αντιδράση αλλά είναι αποτελεσματική για μακρότερο χρονικό διάστημα.

Σε περιπτώσεις που η ανάλυση εδάφους μας δείξει χαμηλή συγκέντρωση Mg συνιστάται πριν την καλλιέργεια (βασική λίπανση) προσθήκη αλάτων Mg στο έδαφος.

Το Mg προστίθεται τις περισσότερες φορές σαν ανθρακικό άλας ή θειϊκό άλας ή οξείδιο Mg. Γενικά τα θειϊκά άλατα των Mg είναι πιο αποτελεσματικά και δρουν γρηγορότερα. Σε όξινα εδάφη προτιμάται η χρήση δολομίτη ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) όπου η αποσύνθεσή του υποβοηθείται από το χαμηλό PH του εδάφους. Στα ουδέτερα και αλκαλικά εδάφη το $MgSO_4$ είναι πιο κατάλληλο ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που απαιτείται άμεσος εφοδιασμός του εδάφους με υψηλά επίπεδα Mg. Οι διάφορες μορφές του $MgSO_4$ διαφέρουν σημαντικά ως προς την διαλυτότητά τους, το άλας του Erson ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - 16% MgO), που χρησιμοποιείται για διαφυλλικές εφαρμογές σε περιπτώσεις έντονης τροφοπενίας, είναι πιο διαλυτό από τον κιζεριτη ($MgSO_4 \cdot H_2O$ - 27% MgO).

Εκτός της προσθήκης Mg στο έδαφος συνιστώνται και ψεκάσμοι του φυλλώματος με άλατα Mg και ιδιαίτερα με $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ σε αναλογία 1-2%.

Προσθήκη Mg στο έδαφος συνιστάται για όλες τις καλλιέργειες όταν τα εδάφη στα οποία καλλιεργούνται έχουν περιεκτικότητα σε εναλλακτικό Mg μικρότερη από 25ppm ή 0,2 meq/100gr εδάφους και για ευαίσθητες στην έλλειψη mg καλλιέργειες όταν η συγκέντρωση είναι μικρότερη από 50ppm ή 0,4 Mg/100gr. Πάνω από τα επίπεδα αυτά η προσθήκη Mg κρίνεται απαραίτητη μόνον στις περιπτώσεις που το επίπεδο K στο έδαφος είναι πολύ υψηλό.

Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η σχέση μεταξύ της συγκεντρώσεως Mg και K στο έδαφος σε meq/100gr για να μην εκδηλώνεται έλλειψη Mg θα πρέπει να είναι $Mg/K > 2,0$ ή $K/Mg < 0,4 - 0,5$. Άλλοι ερευνηταί αναφέρουν, για καλλιέργειες σε θερμοκήπια, ότι σε περιπτώσεις που η σχέση της συγκεντρώσεως Καλίου και Μαγνησίου στο έδαφος εκπεφρασμένη σε ppm είναι: $K/Mg > 4,0$ επιβάλλεται η προσθήκη αλάτων Mg στο έδαφος ακόμη και όταν η συγκέντρωση Mg είναι σε επαρκές επίπεδο.

Πιο κάτω παραθέτουμε στοιχεία για τις απαιτούμενες ποσότητες αλάτων του Mg που πρέπει να προστεθούν στο έδαφος ή σε διαφυλλικούς ψεκάσμούς για την αντιμετώπιση της τροφοπενίας όπως αναφέρονται στην

βιβλιογραφία.

1. Κουνουπίδι: Ποσότητα 35 kgr MgO κατά στρέμμα είναι απαραίτητη για να αποφευχθεί εμφάνιση συμπτωμάτων σε καλλιέργεια κουνουπιδιού σε εδάφη με έλλειψη Mg. (Dearborn)(6).

2. Σέλινο: Αποτελεσματική αντιμετώπιση της τροφοπενίας mg σε καλλιέργεια σέλινου σε έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (muck soil) επετεύχθη με την προσθήκη στο έδαφος 500kg MgSO₄ · 7H₂O (Johnson) (12).

3. Πατάτα: Εφαρμογή στο έδαφος.

α) 2,5 - 3,0 Kg /στρ. MgO (Knoblauch and Odland) (13).

β) 7,0 - 12,0 Kg /στρ. MgSO₄ · 7H₂O (Taylor and Howaft) (26).

γ) 2,0 - 3,0 Kg/στρ. MgO (Chucka) (4).

Είναι ποσότητες επαρκείς για την θεραπεία τροφοπενίας Mg.

β) Ψεκασμοί:

Διαφυλλικοί ψεκασμοί με MgSO₄ · 7H₂O. Ψεκασμοί σε αναλογία 1% και με 6 ψεκασμούς καθ' όλη την διάρκεια της καλλιέργειας ήσαν επαρκείς για την αντιμετώπιση της τροφοπενίας σε καλλιέργεια σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε Mg (Chucka and Brown) (5).

Τομάτα:

α) Πειραματικά δεδομένα (Jones and al) (11) σε καλλιέργεια θερμοκηπίου δείχνουν ότι υπάρχει σοβαρή βελτίωση στην καλλιέργεια (αλλά όχι πλήρη θεραπεία) με εφαρμογή 45-90 kg/στρ. MgSO₄ · 7H₂O. Ψεκασμοί σε αναλογία 2% και σε συχνότητα ανά 2-3 εβδομάδες έδωσαν ικανοποιητική θεραπεία της έλλειψης και καλλίτερα αποτελέσματα από οποιαδήποτε εφαρμογή στο έδαφος (Nickolas and Stanton) (16).

Γ. Πείραμα θρέψεως

Προκειμένου να μελετηθούν τα μακροσκοπικά συμπτώματα έλλειψης Μαγνησίου στα φύλλα καθώς και οι σχέσεις: α) Συγκέντρωση Μαγνησίου στο μέσον αναπτύξεως - Συγκέντρωση Μαγνησίου στα φύλλα και β) Συγκέντρωση Μαγνησίου στα φύλλα - Ανάπτυξη φυτών εγκαταστάθηκε στο Ινστιτούτο Προστασίας φυτών ένα μικρό πείραμα θρέψεως με φυτά τομάτας και Αγγουριού.

Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης και σε θρεπτικό διάλυμα Hogland.

1. Σύσταση τύρφης

Χρησιμοποιήθηκε «ξανθή τύρφη» προελεύσεως Ρωσίας που είχε την παρακάτω σύσταση:

Ξηρά ουσία (Ξ.Ο.):	37,9%
Υγρασία:	62,1%
PH (σε πάστα):	3,65
Αγωγιμότητα (1:5):	0,12 mmhos/cm

Υδροδιαλυτά στοιχεία

Κάλιο:	36,0 ppm ή 0,09 meq/100gr
Νάτριο:	312,0 ppm ή 0,05 meq/100gr
Μαγνήσιο:	18,3 ppm ή 0,15 meq/100gr
Ασβέστιο:	23,0 ppm ή 1,15 meq/100gr
N - NH ₄ :	38,4 ppm
N - NO ₃ :	41,6

Ολικά στοιχεία (καύση σε 550°C)

Άζωτο :	0,16%
Φωσφόρος:	0,02%
Κάλιο:	0,08%
Μαγνήσιο:	0,033%
Ασβέστιο:	0,22%
Σίδηρος:	258,8 ppm.

2. Σύσταση διαλύματος Hogland.

α) Πυκνά διαλύματα

Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω χημικές ενώσεις σε ποσότητες και αραιώση όπως αναγράφονται σε κάθε μία:

1. Μακροστοιχεία.

NH ₄ H ₂ PO ₄ :	11,5 gr σε 100 cc H ₂ O
KNO ₃ :	60,6 gr σε 600 cc H ₂ O
Ca (NO ₃) ₂ :	94,4 gr σε 400 cc H ₂ O
MgSO ₄ · 7H ₂ O:	24,0 gr σε 200 cc H ₂ O
FeCl ₃ · 6H ₂ O:	0,5 gr σε 100 cc H ₂ O

2. Ιχνοστοιχεία

H ₃ BO ₃ :	2,86 gr σε 1.000 cc H ₂ O
MnCl ₂ · 4H ₂ O:	1,81 gr σε 1.000 cc H ₂ O
ZnSO ₄ · 5H ₂ O:	0,22 gr σε 1.000 cc H ₂ O
CuSO ₄ · 5H ₂ O:	0,08 gr σε 1.000 cc H ₂ O
H ₂ MoO ₄ · H ₂ O:	0.02 gr σε 1.000 cc H ₂ O

Υπολογισμός συγκεντρώσεως θρεπτικών στοιχείων στα πυκνά διαλύματα π.χ. Κάλιο: Μοριακό βάρος KNO₃: 101,1 gr. Στα 101,1 gr KNO₃ περιέχονται 39,1 gr κάλιο. Στα 60,6 gr που χρησιμοποιούμε περιέχονται:

$$\frac{60,6 \times 39,1}{101,1} = 23,43 \text{ gr Καλίου}$$

Επομένως η συγκέντρωση ανά cc του πυκνού διαλύματος είναι:

$$\frac{23,43}{600} = 0,03905 \text{ gr}$$

ή 39,05 mg.

Κατά παρόμοιο τρόπο υπολογίζουμε την συγκέντρωση των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων και έχουμε:

NH ₄ H ₂ PO ₄ :	N 14,0 mg/cc - P: 30,9 mg/cc
KNO ₃	K 39,5 mg/cc - N: 13,9 mg/cc
Ca (NO ₃) ₂ :	Ca 24,0 mg/cc - N: 40,2 mg/cc
Mg SO ₄ · 7H ₂ O:	Mg 11,7 mg/cc
Fe Cl ₃ · 6H ₂ O:	Fe 1,0 mg/cc
H ₃ PO ₃ :	B 0,49 mg/cc
MnCl ₂ · 4H ₂ O:	Mn 0,50 mg/cc
ZnSO ₄ · 7H ₂ O:	Zn 0,05 mg/cc
CuSO ₄ · 5H ₂ O:	Cu 0,02 mg/cc
H ₂ MoO ₄ · H ₂ O:	Mo 0,01 mg/cc

β) Αραιά διαλύματα

Από τις πυκνές διαλύσεις παίρνουμε τα cc που αναφέρονται πιο κάτω και αραιώνουμε στο 1 lit.

NH ₄ H ₂ PO ₄ :	1cc
KNO ₃ :	6cc
Ca (NO ₃) ₂ :	4cc
Mg SO ₄ · 7 H ₂ O:	2cc
FeCl ₃ · 6H ₂ O:	1cc
Μίγμα ιχνοστοιχείων:	1cc

Με τις ποσότητες αυτές εάν λάβουμε υπόψη την συγκέντρωση κάθε θρεπτικού στοιχείου στα πυκνά διαλύματα θα έχουμε:

Άζωτο:	258,2 mg/lit ή	258 ppm
Φώσφορο:	30,9 mg/lit ή	31 ppm
Κάλιο:	243,3 mg/lit ή	234 ppm
Μαγνήσιο:	23,4 mg/lit ή	24 ppm
Σίδηρος:	1,0 mg/lit ή	1 ppm
Βόριο:	0,49 mg/lit ή	0,5 ppm
Μαγγάνιο:	0,50 mg/lit ή	0,5 ppm
Ψευδάργυρος:	0,05 mg/lit ή	0,05 ppm
Χαλκός:	0,02 mg/lit ή	0,02 ppm
Μολυβδαίνιο:	0,01 mg/lit ή	0,01 ppm

3. Πείραμα σε τύρφη.

Χρησιμοποιήθηκαν πλαστικές γλάστρες χωρητικότητας 7,5 lit (Διαστάσεις: μικρή βάση 15cm, μεγάλη 25cm, Ύψος: 23 cm).

Βάρος τύρφης 1,5 χιλ. ανά γλάστρα.

Επειδή το ΡΗ της τύρφης ήταν πολύ χαμηλό και οι καλλιέργειες τομάτας και αγγουριού ευδοκούν καλύτερα σε ΡΗ 6,0 - 8,0 παρέστη ανάγκη διορθώσεως του ΡΗ με ασβέστωση. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας υλικών ασβεστόσεως για την αύξηση του ΡΗ μέχρι ΡΗ: 6 εφαρμόσαμε την παρακάτω μέθοδο:

Σε 5 gr τύρφης προσθέσαμε αυξανόμενες ποσότητες 0,1N διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (3,7gr $\text{Ca}(\text{OH})_2$ σε 1 λίτρο νερό) και επί πλέον ποσότητα απιονισμένου νερού τόση ώστε να δημιουργηθεί πάστα.

Οι ποσότητες που χρησιμοποιήσαμε ήσαν:

1.	0 cc 0,1 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$	+	30 cc H_2O
2.	5 cc 0,1 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$	+	25 cc H_2O
3.	10 cc 0,1 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$	+	20 cc H_2O
4.	20 cc 0,1 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$	+	10 cc H_2O
5.	30 cc 0,1 N $\text{Ca}(\text{OH})_2$	+	0 cc H_2O

Τα διαλύματα παρέμειναν επί δύο (2) 24ωρα ανακινούμενα ενδιάμεσα και στην συνέχεια μετρήθηκε το ΡΗ οπότε είχαμε τις παρακάτω τιμές:

1.	3,65
2.	4,25
3.	4,70
4.	5,65
5.	6,40

Βάσει των ενδείξεων αυτών και της ποσότητας του διαλύματος 0,1N Ca (OH)₂ που χρησιμοποιήσαμε παίρνουμε την καμπύλη (1) (Δ' Μέρος).

Από την καμπύλη υπολογίζουμε ότι για την ανύψωση του ΡΗ μέχρι το 6 απαιτούνται 24 cc 0,1N Ca (OH)₂ ή

$$\frac{3,7 \times 24}{1.000} = 0,088 \text{ gr Ca (OH)}_2.$$

Η ποσότητα που απαιτείται για κάθε γλάστρα (βάρος τύρφης 1,5 χιλ.) είναι:

$$\frac{1.500 \times 0,088}{5} = \frac{132}{5} = 26,4 \text{ gr Ca (OH)}_2$$

ή

$$\frac{26,4 \times 100}{74} = 33,2 \text{ gr Ca CO}_3$$

Η παραπάνω ποσότητα αναμείχθηκε καλά με την περιεχομένη σε κάθε γλάστρα τύρφη πριν από την φύτευση των φυτών αγγουριού ή τομάτας.

Τα φυτά τομάτας και αγγουριού μετά την φύτευσή τους στις γλάστρες υδρολιπαινούνται με πλήρη διάλυση Hogland και με διαλύσεις με διαφορετική συγκέντρωση Mg οπότε είχαμε τις παρακάτω 5 επεμβάσεις.

1. Υδρολίπανση με πλήρη διάλυση Hogland (στα αποτελέσματα παριστάνεται ως Normal).
2. Υδρολίπανση με διάλυση Hogland με όλα τα θρεπτικά στοιχεία εκτός από Mg (-Mg).
3. Υδρολίπανση με διάλυση Hogland με συγκέντρωση Μαγνησίου 1/4 της κανονικής (Mg 1/4).
4. Υδρολίπανση με διάλυση Hogland με συγκέντρωση Mg 1/2 της κανονικής (Mg 1/2).
5. Υδρολίπανση με διάλυση Hogland χωρίς Mg και ψεκάσμος των φυτών με θειικό Μαγνήσιο σε αναλογία 1% (ψεκάσμος).

Σε κάθε επέμβαση είχαμε πέντε (5) φυτά (επαναλήψεις).

α) Πείραμα τομάτας.

Ποικιλία: ACE No 3

Ημερομηνία σποράς: 26.4.2000

Μεταφύτευση σε μικρά γλαστράκια: 8.5.2000

Φύτευση σε μεγάλες γλάστρες: 24.5.2000

Τα φυτά παρέμειναν στις μεγάλες γλάστρες μέχρι 17.7.2000 (εμφάνιση 2ας ταξιανθίας). Την ημερομηνία αυτή έγινε δειγματοληψία φύλλων για ανάλυση (1ο και 2ο πλήρως ανεπτυγμένο φύλλο από την κορυφή του φυτού).

Επί πλέον μετρήθηκε το ύψος των φυτών, ο συνολικός αριθμός φύλλων, ο αριθμός των φύλλων με συμπτώματα. Στην συνέχεια τα φυτά κόπηκαν και ξηράθηκαν για την μέτρηση της ξηράς ουσίας.

Κατά την μεταφύτευση σε μικρά γλαστράκια χρησιμοποιήθηκε τύρφη με διορθωμένο PH. Τα φυτά χωρίστηκαν σε ομάδες όσες και οι επεμβάσεις του πειράματος και κατά την διάρκεια αναπτύξεώς των έγινε δύο φορές εφαρμογή 50cc διαλύσεων αντίστοιχων προς τις επεμβάσεις του πειράματος.

Κατά την διάρκεια αναπτύξεως των φυτών στις μεγάλες γλάστρες έγιναν οκτώ (8) εφαρμογές διαλύσεων (μία κάθε εβδομάδα και 250 cc σε κάθε εφαρμογή). Συνολικά για κάθε φυτό χρησιμοποιήθηκαν 8 X 250 = 2.000 cc ή 2 lit αντίστοιχων προς τις επεμβάσεις του πειράματος θρεπτικών διαλύσεων. Εκτός των θρεπτικών διαλύσεων στα φυτά προσετίθεντο και νερό (απιονισμένο) ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών αλλά σε ίση ποσότητα για κάθε φυτό.

Στην επέμβαση «ψεκασμός» εκτός της εφαρμογής θρεπτικής διάλυσης Hogland χωρίς Μαγνήσιο έγιναν και πέντε (5) διαφυλλικοί ψεκασμοί με θειικό Μαγνήσιο 1% ανά 10 ήμερο. Σε κάθε ψεκασμό γινόταν πλήρης διαβροχή του φυλλώματος μέχρις απορροής.

Κατά την διάρκεια αναπτύξεως των φυτών έγιναν και τρεις ψεκασμοί με confinolor και Midion για καταπολέμηση των αφίδων, του αλευρώδη και των τετρανύχων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναφέρονται στον πίνακα 6.

β) Πειράματα αγγουριού.

Ποικιλία: Best green

Φύτευση σπόρων σε μικρά γλαστράκια: 9.5.2000

Μεταφύτευση σε μεγάλες γλάστρες: 5.6.2000

Παραμονή των φυτών στις γλάστρες μέχρι 20.7.2000. Την ημερομηνία αυτή έγινε δειγματοληψία φύλλων για ανάλυση (12ο και 3ο πλήρως ανεπτυγμένο φύλλο από την κορυφή του φυτού) επί πλέον μετρήθηκε το ύψος των φυτών, ο συνολικός αριθμός φύλλων, ο αριθμός φύλλων με συμπτώματα. Στην συνέχεια τα φυτά κόπηκαν και ξηράθηκαν για την μέτρηση της ξηράς ουσίας.

Κατά την διάρκεια αναπτύξεως των φυτών έγιναν εφαρμογές θρεπτικών διαλύσεων, αρδεύσεις και καταπολέμηση αφίδων, αλευρώδη, τετρανύ-

χων όπως και στην καλλιέργεια τομάτας τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναφέρονται στον πίνακα 8.

Ανάλυση φύλλων.

Για τον καθαρισμό των φύλλων ακολουθήσαμε την παρακάτω διαδικασία.

Εμβάπτιση σε διάλυμα απορρυπαντικού - πλύσιμο με νερό βρύσης - εμβάπτιση σε αραιό (0,1N) διάλυμα HCl - πλύσιμο με νερό βρύσης - Πλύσιμο (τρεις φορές) με απιονισμένο νερό.

Στην συνέχεια τα φύλλα μετά το στέγνωμα ξηράνθηκαν σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 65-70°C επί 24 ώρες και αλέσθηκαν σε ειδικό μύλο. Πριν από την ανάλυση τα αλεσμένα δείγματα ξηράνθηκαν στους 105°C επί 1 ώρα.

Μέθοδοι αναλύσεως.

1. Για τον προσδιορισμό Αζώτου εφαρμόστηκε η μέθοδος Kjeldall: Υγρή καύση 0,5gr Ξ.Ο. φύλλων με πυκνό H₂SO₄ παρουσία καταφύτου (Θειϊκό κάλι - Θειϊκός χαλκός - Σελήνιο) και στην συνέχεια απόσταξη σε συσκευή αποστάξεως micro - Kjeldall.

2. Για τον προσδιορισμό Βορίου. Ξηρή καύση 0,5gr Ξ.Ο. σε θερμοκρασία 550°C. Διάλυση της τέφρας σε 10 cc H₂SO₄ 2 N - προσδιορισμός Βορίου χρωματομετρικά με την μέθοδο της Αζομεθίνης (Azomethine).

3. Για τον προσδιορισμό των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων εφαρμόστηκε η παρακάτω μέθοδος: 0,5gr Ξ.Ο. - καύση σε 550°C - Διάλυση της τέφρας σε 2,5 cc 5N HNO₃ - θέρμανση μέχρι ξηράνσεως - επανάληψη της καύσεως στους 550°C για 1 ώρα - προσθήκη 2,5cc πυκνού HCl - θέρμανση μέχρι ξηράνσεως - Προσθήκη 2,5cc 2N HNO₃ - Αραιώση σε 100cc. Στο τελικό διάλυμα έγινε προσδιορισμός των θρεπτικών στοιχείων όπως παρακάτω αναφέρουμε.

Κάλιο: Με φλογοφωτόμετρο.

Φωσφόρος. Χρωματομετρικά με την μέθοδο Μολυβδαινικού Αμμωνίου - Βαναδικού Αμμωνίου.

Σίδηρος: Χρωματομετρικά με την μέθοδο της Ορθοφαινανθρολίνης (O-Phenanthroline).

Μαγγάνιο - Ψευδάργυρος - Ασβέστιο: Με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορροφήσεως (οι προσδιορισμοί έγιναν στο ΠΕΓΕΑΛ Ξυλοκάστρου).

Μαγνήσιο: Ο προσδιορισμός έγινε χρωματομετρικά με την μέθοδο Titan Yellow.

Περιγραφή της μεθόδου.

α) Χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια.

1. Hydroxylamine Hydrochloride: 1 gr σε 100cc απιονισμένο νερό.

2. Polyvinyl alcohol: 2% (βάρος κατόγκο).

3. Compensating Solution: Για την διάλυση χρησιμοποιούμε CaCl_2 1,40 gr, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 0,37 gr, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,16gr, $\text{Na}_2\text{H}(\text{PO}_4) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 0,66 gr και $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,059 gr. Τις παραπάνω ποσότητες τις διαλύουμε σε μία ποσότητα απιονισμένου νερού, προσθέτουμε 5cc πυκνό HCl και αραιώνουμε σε 1lit. Κατά τον προσδιορισμό χρησιμοποιούμε μίγμα από τα τρία παραπάνω αντιδραστήρια σε ίσους όγκους.

4. Titan yellow: Πυκνό διάλυμα 0,2% (βάρος κατ'όγκο). Πριν από την χρήση το διάλυμα αραιώνεται σε αναλογία 1:10 (τελική συγκέντρωση 0,02%).

5. Στάνταρ διάλυμα Μαγνησίου: Χρησιμοποιούμε πυκνό διάλυμα Μαγνησίου 1mg/cc (1.000 ppm). Από την διάλυση αυτή παρασκευάζουμε αραιό διάλυμα συγκεντρώσεως 11 ppm (1,1cc σε 100cc νερό).

6. NaOH 10% (βάρος κατ'όγκον).

β) Διαδικασία προσδιορισμού.

Σε ογκομετρικές φιάλες των 25cc προσθέτουμε 1cc από το διάλυμα τέφρας των φύλλων (0,5 gr - 100cc), 4cc απιονισμένο νερό, 3cc από το μίγμα των αντιδραστηρίων 1,2,3, 1cc διάλυμα titan yellow (0,02%) και 2 cc NaOH 10%.

Κατά παρόμοιο τρόπο παρασκευάζουμε και στάνταρ διαλύματα μαγνησίου συγκεντρώσεως 0,1,2,3 ppm.

Αφήνουμε τα διαλύματα για 10 λεπτά και στην συνέχεια μετρούμε την ένταση του χρώματος σε χρωματόμετρο (σπεκτοφωτόμετρο) σε μήκος κύματος 15 mm το σπεκτοφωτόμετρο ήταν coleman.

Οι ενδείξεις του οργάνου για τα στάνταρ ήσαν:

1 ppm/cc	Abs: 0,220	T: 60%
2 ppm/cc	Abs: 0,420	38%
3 ppm/cc	Abs: 0,600	25%

Βάσει των ενδείξεων αυτών έχουμε την καμπύλη (2). Από την καμπύλη αυτή βάσει των ενδείξεων για κάθε δείγμα υπολογίζουμε την συγκέντρωση του Μαγνησίου σύμφωνα με την σχέση:

$$\text{Mg}\% = \frac{\text{συγκ. δείγματος} \times 11 \times 20}{1.000}$$

Εάν π.χ. η ένδειξη του οργάνου για ένα δείγμα είναι 0,130 από την καμπύλη υπολογίζουμε ότι η συγκέντρωση Mg/cc είναι 0,62 ppm και η συγκέντρωση:

$$\text{Mg}\% = \frac{0,62 \times 11 \times 20}{1.000} = 0,136$$

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων φύλλων τομάτας αναφέρονται στον πίνακα 10 και του αγγουριού στον Πίνακα 12.

4. Πείραμα σε θρεπτική διάλυση Hogland.

Τα φυτά τομάτας και αγγουριού αναπτύχθηκαν σε θρεπτικά διαλύματα Hogland με τις παρακάτω επεμβάσεις.

α) Πλήρες διάλυμα Hogland (Normal)

β) Διάλυμα Hogland με όλα τα θρεπτικά στοιχεία εκτός από Mg (-Mg).

γ) Διάλυμα Hogland με συγκέντρωση Μαγνησίου ίση προς το 1/4 της κανονικής (Mg 1/4).

δ) Διάλυμα Hogland με συγκέντρωση Μαγνησίου ίση προς το 1/2 της κανονικής (Mg 1/2).

ε) Διάλυμα Hogland χωρίς Μαγνήσιο. Ψεκασμός με θειικό Μαγνήσιο 1% (Ψεκασμός).

Για κάθε επέμβαση είχαμε 5 φυτά (επαναλήψεις).

Τα θρεπτικά διαλύματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές φιάλες του ενός (1) λίτρου.

Οι φιάλες καλύφθηκαν εξωτερικά με φύλλο αλουμινίου για να αποφευχθεί η ανάπτυξη κυανοφυκών (κυανοβακτηριών). Τα φυτά προτού τοποθετηθούν στις φιάλες αναπτύχθηκαν σε μικρά γλαστράκια με τύρφη για να αναπτυχθούν λίγο έτσι ώστε να είναι δυνατή η στερέωσή τους στις φιάλες. Η στερέωση έγινε με υδρόφοβο βαμβάκι που τυλίγετο γύρω από το στέλεχος του φυτού και στην συνέχεια στερεωνόταν στο στόμιο των φιαλών. Επειδή δεν υπήρχε δυνατότητα αερισμού των διαλύσεων κατά την διάρκεια ανάπτυξεως των φυτών γινόταν συχνή αλλαγή των διαλύσεων (κάθε εβδομάδα) ενδιάμεσα, εάν χρειαζόταν, προστίθετο απιονισμένο νερό σε ίση ποσότητα για κάθε φιάλη.

Πείραμα τομάτας.

Σπορά: 20.5.2000

Φύτευση σε γλαστράκια: 31.5.2000

Τοποθέτηση σε φιάλες: 15.6.2000.

Τα φυτά παρέμειναν στις φιάλες μέχρι 20.7.2000. Την ημερομηνία αυτή έγινε δειγματοληψία φύλλων για ανάλυση και επί πλέον μέτρηση του ύψους των φυτών, του ολικού αριθμού φύλλων και του αριθμού φύλλων με συμπτώματα. Στην συνέχεια τα φυτά αφαιρέθηκαν από τις φιάλες και έγινε ξήρανση για τον υπολογισμό της ξηράς ουσίας. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναφέρονται στον πίνακα 7 και αναλύσεων στον πίνακα 11.

Πείραμα αγγουριού.

Φύτευση σε γλαστράκια: 21.7.2000

Τοποθέτηση σε φιάλες: 10.8.2000

Παραμονή στις φιάλες μέχρι: 15.9.2000

Την ημερομηνία αυτή έγινε δειγματοληψία φύλλων για ανάλυση και επί πλέον μέτρηση του ύψους των φυτών, του συνολικού αριθμού φύλλων, του αριθμού φύλλων με συμπτώματα. Στην συνέχεια έγινε ξήρανση των φυτών για τον υπολογισμό της ξηράς ουσίας. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναφέρονται στον πίνακα 9 και των αναλύσεων στον πίνακα 13.

5. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του πειράματος.

α) Περιγραφή μακροσκοπικών συμπτωμάτων τροφοπενίας.

1. Καλλιέργεια τομάτας.

Τα συμπτώματα άρχισαν να εμφανίζονται κατά πρώτο στα κατώτερα φύλλα και προοδευτικά επεκτείνονταν προς το μέσον του φυτού. Σε κάθε σύνθετο φύλλο τα συμπτώματα εμφανίσθηκαν πρώτα στο ακραίο φυλλάριο και σε κάθε ακραίο φυλλάριο στην κορυφή (βλέπε σχετικές έγχρωμες φωτογραφίες).

Τα φύλλα παρουσίαζαν στην αρχή μία ελαφρά μεσονεύρια χλώρωση η οποία γινόταν όλο και πιο έντονη μέχρις ότου ολόκληρο το έλασμα του φύλλου να γίνει χλωρωτικό και να παραμένουν πράσινα τα κύρια νεύρα.

Στα φύλλα με πολλή έντονη έλλειψη (επέμβαση - Mg) το έλασμα του φύλλου ήταν τελείως χλωρωτικό και τα νεύρα παρουσίαζαν έντονο πορφύρο - καστανό χρωματισμό. Η περιφέρεια των φύλλων παρουσίαζε κάμψη προς τα άνω και οι μίσχοι είχαν την τάση να κρέμονται προς τα κάτω. Τα συμπτώματα ήσαν πιο σαφή και χαρακτηριστικά στην ανάπτυξη των φυτών σε διάλυμα Hogland.

Συμπτώματα έλλειψη παρουσιάσθηκαν κυρίως στις επεμβάσεις -Mg, Mg 1/4, Mg 1/2 ψεκασμός με πιο έντονα στην επέμβαση - Mg όπου όλα τα φύλλα παρουσίαζαν συμπτώματα και προοδευτική μείωση κατά σειρά στις επεμβάσεις Mg 1/4 - ψεκασμός - Mg 1/2. Στην επέμβαση - Normal - συμπτώματα πολύ ελαφρά στο πρώτο φύλλο από την βάση του φυτού παρουσιάσθηκαν σε 2-3 φυτά.

2. Καλλιέργεια αγγουριού.

Τα συμπτώματα άρχισαν από τα κατώτερα φύλλα και προοδευτικά επεκτείνονταν προς το μέσον του φυτού. Κατ'αρχάς παρουσίαζαν μία ελαφρά μεσονεύρια χλώρωση η οποία γινόταν όλο και πιο έντονη. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα ήταν η εμφάνιση μιας πράσινης στενής λωρίδας στην περιφέρεια του φύλλου ενώ το υπόλοιπο έλασμα παρουσίαζε έντονη χλώρωση. Προοδευτικά η λωρίδα εξαφανιζόταν και στα φύλλα με έντονη έλλειψη μαγνησίου (-Mg, Mg 1/4). Ολόκληρο το έλασμα είχε χλωρωτική εμφάνιση και παρέμεναν πράσινα μόνο τα κεντρικά νεύρα. Στις επεμβάσεις -Mg, Mg

1/4 παρουσιάστηκαν και νεκρωτικές κηλίδες μεσονεύριες και στην περιφέρεια του φύλλου. Τα συμπτώματα ήσαν πιο έντονα και χαρακτηριστικά στην ανάπτυξη των φυτών στο διάλυμα Hogland.

Συμπτώματα εμφανίσθηκαν κυρίως στις επεμβάσεις -Mg, Mg 1/4, -Mg 1/2, ψεκασμός με προοδευτική μείωση ως προς την ένταση και τον αριθμό φύλλων κατά την σειρά, -Mg, Mg 1/4, ψεκασμός, -Mg 1/2.

β. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων αναλύσεως και λοιπών μετρήσεων.

1. Καλλιέργεια τουάτας.

Η συγκέντρωση Μαγνησίου % Ξ.Ο. στην επέμβαση - Normal - είναι κατά πολύ ανώτερη από τις άλλες επεμβάσεις και στατιστικώς σημαντική. Στα φυτά της επεμβάσεως αυτής η συγκέντρωση κυμάνθηκε από 0,325 - 0,418 στην καλλιέργεια σε τύρφη και από 0,281 - 0,422 στην καλλιέργεια σε διάλυση Hogland. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι εντός των ορίων της επιθυμητής συγκέντρωσης που αναφέρεται στην βιβλιογραφία.

Στις υπόλοιπες επεμβάσεις όπου παρουσιάστηκαν και έντονα συμπτώματα στα φύλλα η συγκέντρωση κυμάνθηκε κατά μέσο όρο 0,074 - 0,177 - 0,225 για την ανάπτυξη σε θρεπτική διάλυση Hogland και για τις επεμβάσεις -Mg, Mg 1/4, Mg 1/2 αντίστοιχα. Για την ανάπτυξη σε τύρφη 0,155 - 0,184 - 0,273 για τις επεμβάσεις -Mg, Mg 1/4, Mg 1/2 αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι μέσα στα όρια των συγκεντρώσεων τροφολοπίας που αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Στην επέμβαση «Ψεκασμός» οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με θειϊκό Μαγνήσιο είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του Μαγνησίου στα φύλλα η οποία όμως δεν ήταν αρκετή για να παρεμποδίσει την ανάπτυξη των συμπτωμάτων. Η συγκέντρωση ήταν κατά μέσο όρο 0,201 για την ανάπτυξη φυτών σε Hogland και 0,205 για την ανάπτυξη σε τύρφη. Η συγκέντρωση αυτή είναι ανώτερη εκείνης των επεμβάσεων -Mg, Mg 1/4 και κατώτερη της επέμβασης Mg 1/2.

Το διαφορετικό επίπεδο συγκέντρωσης του μαγνησίου στα φύλλα επέδρασε στην ανάπτυξη των φυτών και ιδιαίτερα στο ύψος, τον αριθμό φύλλων και στη συνολική ποσότητα ξηράς ουσίας των φυτών (βλέπε σχετικούς πίνακες). Η επίδραση της συγκεντρώσεως μαγνησίου στις παραπάνω παραμέτρους αξιολογείται ως εξής:

α) Το ύψος των φυτών στην επέμβαση - Normal - ήταν ανώτερο των υπολοίπων επεμβάσεων και η διαφορά στατιστικώς σημαντική έναντι των επεμβάσεων -Mg, Mg 1/4 και «ψεκασμός» και στα δύο μέσα αναπτύξεως.

β) Ο αριθμός φύλλων στην επέμβαση - Normal - ήταν μεγαλύτερος από ότι στις άλλες επεμβάσεις αλλά η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική μόνον έναντι της επεμβάσεως -Mg, στην καλλιέργεια σε τύρφη και έναντι των επεμβάσεων -Mg, Mg 1/4, ψεκασμός για την καλλιέργεια σε Hogland.

γ) Η συνολική ποσότητα ξηράς ουσίας ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση - Normal - έναντι των άλλων επεμβάσεων αλλά η διαφορά στατιστικώς σημαντική μόνον έναντι των επεμβάσεων -Mg, ψεκασμός και για τα δύο μέσα αναπτύξεως.

δ) Ο αριθμός φύλλων που παρουσίασαν συμπτώματα ήταν μικρότερος στην επέμβαση - Normal - απ' ότι στις άλλες επεμβάσεις και η διαφορά στατιστικώς σημαντική.

2. Καλλιέργεια αγγουριού.

Η συγκέντρωση Μαγνησίου στην επέμβαση - Normal - ήταν κατά πολύ ανώτερη της συγκεντρώσεως στις άλλες επεμβάσεις και η διαφορά στατιστικώς σημαντική, έναντι όλων των άλλων επεμβάσεων και για τα δύο μέσα αναπτύξεως.

Η συγκέντρωση κυμάνθηκε από 0,440 - 0,594 στην καλλιέργεια σε τύρφη και από 0,550 - 0,663 στην καλλιέργεια σε Hogland. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι εντός των ορίων της επιθυμητής συγκέντρωσης που αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις οι συγκεντρώσεις κατά μέσο όρο ήσαν 0,224 - 0,374 - 0,420 για τις επεμβάσεις -Mg, Mg 1/4, Mg 1/2 αντίστοιχα και για την καλλιέργεια σε τύρφη. Για την καλλιέργεια σε Hogland οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις ήταν 0,082 - 0,199 - 0,290. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι εντός των ορίων συγκεντρώσεως τροφοπενίας που αναφέρονται στην βιβλιογραφία.

Στην επέμβαση «ψεκασμός» οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με θειικό Μαγνήσιο είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της συγκεντρώσεως του Μαγνησίου στα φύλλα αλλά όχι σε επίπεδο που να παρεμποδίσει την εμφάνιση συμπτωμάτων τροφοπενίας. Η συγκέντρωση κυμάνθηκε σε επίπεδο ανώτερο της επεμβάσεως -Mg και ίσο περίπου με την επέμβαση Mg 1/4.

Η επίδραση της συγκεντρώσεως μαγνησίου στα φύλλα στην ανάπτυξη των φυτών έχει ως κατωτέρω:

α) Το ύψος των φυτών στην επέμβαση - Normal - ήταν ανώτερο εκείνου των άλλων επεμβάσεων και η διαφορά στατιστικώς σημαντική έναντι όλων των επεμβάσεων και στα δύο μέσα αναπτύξεως εκτός της επέμβασης Mg 1/2 στην τύρφη.

β) Ο αριθμός φύλλων ήταν μεγαλύτερος εκείνου των άλλων επεμβάσεων και η διαφορά στατιστικώς σημαντική έναντι όλων των άλλων επεμβάσεων εκτός της επεμβάσεως Mg 1/2 στο μέσον αναπτύξεως τύρφη.

γ) Η συνολική ποσότητα ξηράς ουσίας ήταν μεγαλύτερη στην επέμβαση - Normal - απ' ότι στις άλλες επεμβάσεις και η διαφορά στατιστικώς σημαντική έναντι όλων των άλλων επεμβάσεων εκτός της επεμβάσεως Mg 1/2 στο μέσον αναπτύξεως τύρφη.

δ) Ο αριθμός φύλλων που παρουσίασαν συμπτώματα ήταν μικρότερος στην επέμβαση - Normal - απ' ότι στις άλλες επεμβάσεις και η διαφορά στατιστικώς σημαντική έναντι όλων των άλλων επεμβάσεων.

Λοιπές παρατηρήσεις επί των αποτελεσμάτων αναλύσεων καλλιέργεια τομάτας όσον και στην καλλιέργεια αγγουριού φαίνεται ότι στην επέμβαση -Mg η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων, εκτός του Μαγνησίου, είναι σε υψηλότερο επίπεδο απ' ότι στις υπόλοιπες επεμβάσεις. Τούτο προφανώς οφείλεται στην μικρότερη παραγωγή ξηράς ουσίας.

Στην περίπτωση αναπτύξεως των φυτών σε θρεπτική διάλυση Hogland, παρ' όλο που στην επέμβαση -Mg δεν προστέθηκε καθόλου Μαγνήσιο στο θρεπτικό διάλυμα, στην ανάλυση των φύλλων ανευρίσκεται μαγνήσιο σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα φυτά τομάτας και αγγουριού προτού τοποθετηθούν στις φιάλες με θρεπτικό διάλυμα αναπτύχθηκαν για λίγο σε τύρφη, προκειμένου να αναπτυχθούν λίγο και να στερεωθούν καλύτερα στις φιάλες. Κατά την ανάπτυξή τους στην τύρφη απορρόφησαν μία μικρή ποσότητα μαγνησίου η οποία ανευρίσκεται στην συνέχεια στην ανάλυση των φύλλων.

Συγκεντρώσεως Μαγνησίου σε κηπευτικές καλλιέργειες

a/a	Είδος καλλιέργειας	Στάδιο Δειγματοληψίας	Μέρος του φυτού	Επίπεδο τροφοπενίας	Κρίσιμο επίπεδο	Επιθυμητό επίπεδο
1.	Αγγούρι	Αρχή σχηματισμού καρπών Αρχή σχηματισμού καρπών	Πρώτο πλήρως αναπτυγμένο φύλλο Χυμός μίσχων			0,50 - 1,20 0,028 - 0,032
2.	Καρπούζι	Μέσον αναπτύξεως	Ολόκληρο φύλλο		0,15	0,40 - 1,2
3.	Καρώτο	Μέσον αναπτύξεως Συγκομιδή	Νεαρότερο ώριμο φυλλάριο Νεαρότερο ώριμο φυλλάριο		0,15	0,30 - 0,55 0,35 - 0,40
4.	Κολοκύθι	Εναρξη καρπόδεσης	Ολόκληρο φύλλο			0,90 - 1,05
5.	Κουνουπίδι	Σχηματισμός κεφαλών Συγκομιδή	Ολόκληρο φύλλο Ολόκληρο φύλλο	< 0,25	0,35	0,24 - 0,26 0,40 - 0,45
6.	Κρεμμύδι	Στάδιο 6 φύλλων Μέσον Αναπτύξεως Συγκομιδή	Ολόκληρο υπέργειο μέρος Νεαρότερο ώριμο φύλλο Νεαρότερο ώριμο φύλλο			0,29 0,30 - 0,50 0,60 - 0,80
7.	Λάχανο	Σχηματισμός κεφαλών Συγκομιδή	Εξωτερικό φύλλο κεφαλής Εξωτερικό φύλλο κεφαλής	< 0,10	0,15 0,35	0,20 - 0,60 0,40 - 0,50
8.	Μαρούλι	Σχηματισμός κεφαλών Συγκομιδή	Εξωτερικό κλειστό φύλλο Εξωτερικό κλειστό φύλλο		0,50	0,11 - 0,27 0,55 - 0,60
9.	Πατάτα	42 ημέρες μετά το φύτευμα Εναρξη άνθισης Κονδυλοι ημιανεπτυγμένοι	Νεαρότερο ώριμο ολόκληρο φύλλο Νεαρότερο ώριμο ολόκληρο φύλλο Νεαρότερο ώριμο ολόκληρο φύλλο	< 0,25	0,30	0,80 - 1,10 0,30 - 0,50 0,50 - 0,80
10.	Πεπόνι	Συγκομιδή	Μίσχοι νεαρότερου πλήρως ανεπτυγμένου φύλλου Ελασμα νεαρότερου φύλλου			0,70 - 1,00 1,00 - 1,50
11.	Πιπεριά	Μέσον αναπτύξεως Συγκομιδή	Ολόκληρο πλήρως ανεπτυγμ. φύλλο Ολόκληρο πλήρως ανεπτυγμ. φύλλο			1,00 - 1,70 0,25 - 1,20
12.	Σπανάκι	30-50 ημέρες μετά την σπορά Συγκομιδή	Ολόκληρο φύλλο Ολόκληρο φύλλο		1	1,60 - 1,80 1,60 - 1,80

α/α	Είδος καλλιέργειας	Στάδιο Δειγματοληψίας	Μέρος του φυτού	Επίπεδο τροφωπενίας	Κρίσιμο επίπεδο	Επιθυμητό επίπεδο
13.	Σέληνο	Μέσον ανάπτυξης Συγκομιδή	Ολόκληρο φύλλο Ολόκληρο φύλλο	0,11 - 0,25		0,25 - 0,50 0,34 - 0,43
14.	Τομάτα	Άνθη στον 2 ^ο κόμβο Σχηματισμός καρπών Εναρξη ωρίμανσης Αιχμή συγκομιδής	Ολόκληρο νεαρώτερο πλήρως ανεπτυγμένο φύλλο « « «	< 0,25 0,06 - 0,25	0,25 - 0,40 0,30 1,00	0,40 - 0,60 0,25 - 1,00 0,40 - 0,90 1,1 - 1,2
15.	Φασολάκια	Κλειστά άνθη Εναρξη άνθισης Συγκομιδή	Ολόκληρο φύλλο Φυλλάκια Ολόκληρο φύλλο	< 0,25	0,20 0,25 - 0,40 0,52	0,25 - 0,70 0,40 - 0,80

Πηγή:

1) Renter, D. J and J. B. Robinson (1986): Plant analysis - An interpretation manual

2) Chapman. D. Honner (1965): Diagnostic criteria for Plant and Soils

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 Αποτελεσμάτων αναλύσεων φυλλών από καλλιέργειες με τροφопενία μαγνησίου

α/α	Περιοχή	Είδος καλλιέργειας	Συμπτώματα	Συγκέντρωση θρεπτικών					στοιχείων			
				% Ξ.Ο.					Ρpm επί Ξ.Ο.			
				N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B
1.	Τριφυλλία	Αγγούρι	+	3,80	0,770	3,84	3,80	0,242	139,9	365,5		50,9
2.	Αχαΐα	Αγγούρι	+	4,56	0,541	5,88	3,12	0,217	120,9	75,8		55,3
3.	Τριφυλλία	Αγγούρι	+	5,00	0,616	4,56	4,40	0,202	167,9	148,2		46,8
4.	Τριφυλλία	Αγγούρι	+	6,12	0,475	6,80	3,80	0,133	237,0	166,0	330	28,0
5.	Τριφυλλία	Αγγούρι	-	6,92	0,800	4,24	2,50	0,294	85,0	90,0	94	36,0
6.	Αχαΐα	Αγγούρι	+	4,00	0,305	6,15	3,27	0,232	257,0	225	370	68,0
7.	N. Ηλείας	Καρπούζι	+	4,84	0,312	2,54	2,80	0,227	184,2	366,9		34,8
8.	N. Ηλείας	Καρπούζι	+	4,60	0,282	2,68	2,32	0,183	115,0	81,4		22,3
9.	N. Μεσσηνίας	Καρπούζι	+	5,24	0,482	5,68	2,80	0,174	70,5	606,2		30,6
10.	N. Μεσσηνίας	Καρπούζι	-	4,96	0,362	4,72	2,60	0,287	114,7	219,0		32,5
11.	N. Μεσσηνίας	Μελιτζάνα	+	4,46	0,240	3,56	4,30	0,066	158	414	141	55,2
12.	(Χυλαζόνι)	Μελιτζάνα	+	4,60	0,215	3,64	3,90	0,064	153	432	146	54,0
13.		Μελιτζάνα	+	3,14	0,270	2,84	6,00	0,106	115	156	290	42,4
14.		Μελιτζάνα	-	3,80	0,230	2,44	6,70	0,354	100	490	225	43,2
15.	N. Λακωνίας	Μελιτζάνα	+	3,48	0,130	3,20	7,20	0,084	190	440	610	56,0
16.		Μελιτζάνα	-	3,24	0,190	3,80	8,50	0,202	205	530	560	60,0
17.	Τριφυλλία-	Πεπόνι	+	3,88	0,330	2,68	8,45	0,125	91	139		60,5
18.	Τερψιθέα	Πεπόνι	-	3,92	0,250	2,68	9,60	0,265	90	248		61,5
19.	Βάρδα Ηλείας	Πεπόνι	+	4,92	0,455	3,72	2,95	0,076	310	1060	100	
20.		Πεπόνι	+	4,64	0,390	4,40	3,10	0,079	270	860	73	
21.		Πεπόνι	-	4,84	0,545	4,98	2,35	0,210	187	720	71	
22.		Πεπόνι	+	4,40	0,443	3,88	3,10	0,218	105	760	66	
23.	Καλαμάτα	Πατάτα	+	3,48	0,205	4,66	8,20	0,132	88	110	31,5	
24.	Κυπαρισσία	Πατάτα	+	3,36	0,215	4,34	9,70	0,332	78	155	32,0	
25.		Πατάτα	-	6,26	0,920	5,24	0,49	0,142	400	1860	105	36,8
26.		Πατάτα	-	6,46	1,120	4,08	0,46	0,138	400	1740	105	38,4
27.		Πατάτα	+	6,14	0,700	7,96	0,86	0,332	172	1740	110	41,8
28.	Σαγείικα (N. Αχαΐας)	Πατάτα	-	6,22	0,600	7,88	0,92	0,292	165	2480	105	29,8
29.		Πατάτα	+	4,44	0,415	5,22	0,300	0,146	197	510	72	31,4
30.		Πατάτα	-	4,96	0,490	7,84	1,075	0,322	210	1465	73	29,0
31.		Πατάτα	+	9,88	0,450	4,96	0,210	0,061	550	700	75	29,0
32.	K. Αχαΐα	Πατάτα	-	5,12	0,460	6,88	0,340	0,180	530	900	66	32,0
33.		Τομάτα (θερμοκ.)	+	5,60	0,640	6,72	0,500	0,041	252	670	156	28,6
34.	N. Ηλείας (Κάστρο)	Τομάτα (θερμοκ.)	-	6,24	0,625	7,20	0,515	0,285	188	1320	160	36,0
35.		Τομάτα (θερμοκ.)	+	3,00	0,760	4,92	5,40	0,104	380	530	124,5	
36.	N. Αχαΐας	Τομάτα (θερμοκ.)	-	2,88	0,560	3,60	6,20	0,332	100	196	118,0	
				4,20	0,285	3,50	2,80	0,198	105	55,5	39	30,0
				4,02	0,235	2,80	2,75	0,250	107	47,8	38	27,4

ΠΗΓΗ: Αρχείο αναλύσεων Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Πατρών (Τμήμα μη παρασιτικών παθήσεων)

Αναλύσεως δειγμάτων εδαφών από καλλιέργειες με τροφοπενία Mg

α/α	Είδος καλλιέργειας	Περιοχή	CaCO ₃ %	Ph 1 : 2,5	Αγωγιμότητα mhos/cm	CEC meq/ 100 gr	Ανταλλάξιμα ιόντα meq/100 gr				Ανταλλάξιμα ιόντα ppm		P PPM (olsen)
							Ca	Mg	K	Na	Mn		
1.	Κυπαρισσία	Πατάτα	0	3,65	0,65	13,37	1,90	0,205	0,47				
2.	Κυπαρισσία	Πατάτα	0	3,55	0,30	20,16	2,75	0,370	0,66		97		
3.	Κυπαρισσία	Αγγούρι	0	6,05	0,60	25,56	13,50	0,840	1,14		13		
4.	Φαρακλάδα	Κηπευτικά	0,6	6,85	0,19	13,34	7,60	0,650	1,02				70,7
5.	Φιλιατρά	Πατάτα	0	5,25	0,28	11,92	3,00	0,280	0,46		49		
6.	Φιλιατρά	Πατάτα	0	5,10	0,38	15,90	3,60	0,300	0,59		45		
7.	Φιλιατρά	Καρπούζι	0	5,40	0,33	11,64	3,50	0,490	0,73		21,4		104,8
8.	Σαγαίικα Αχαιίας	Πατάτα	0	4,00	0,28	7,29	2,24	0,330	0,56				
9.	Σαγαίικα Αχαιίας	Πατάτα	0	3,80	0,42	9,08	0,97	0,090	0,41				
10.	Σαγαίικα Αχαιίας	Πατάτα	0	3,50	0,36	10,00	1,62	0,190	0,46				
11.	Λάππα Αχαιίας	Πατάτα	0	4,40	0,42	8,80	1,50	0,180	0,25		41		
12.	Σαγαίικα Αχαιίας	Πατάτα	0	3,85	0,30	9,00	1,75	0,340	0,49				
13.	Λακόπειρα Αχαιίας	Κηπευτικά	0	4,85	0,32	22,60	3,60	0,520	0,41				
14.	Καγκάδι Αχαιίας	Πατάτα	0	4,00	0,26	12,78	2,10	0,290	0,45		30		
15.	Αραξος Αχαιίας	Πατάτα	0	4,20	0,35	10,50	1,20	0,120	0,31				
16.	Γομοστό Αχαιίας	Πατάτα	0	4,90	0,40	7,94	1,32	0,170	0,41		11,4		
17.	Αραξος Αχαιίας	Τομάτα	0	4,65	0,28	11,52	1,75	0,210	1,14				
18.	Καλαμάκι Αχαιίας	Καρπούζι	0	4,30	0,37	10,40	2,40	0,430	0,36				
19.	Νιφορέικα Αχαιίας	Τομάτα	0	4,10	0,68	12,72	3,37	0,390	0,46				
20.	Βάρδα Ηλείας	Πεπόνι	0	4,40	0,46	14,20	1,50	0,340	0,32		41		
21.	N. Μανωλάδα Ηλείας	Πατάτα	0	4,95	0,38	13,07	3,75	0,670	1,12		95		
22.	N. Μανωλάδα Ηλείας	Κηπευτικά	0	5,80	0,54	11,07	2,00	0,440	0,54		8,2		
23.	N. Μανωλάδα Ηλείας	Κηπευτικά	0	4,80	1,25	18,17	4,25	0,260	0,88				
24.	Γαστούνη Ηλείας	(θερ.)	0	4,25	0,48	17,89	2,50	0,250	0,45				
25.	Γαστούνη Ηλείας	Τομάτα	0	4,95	0,52	22,72	3,50	0,220	0,30				
26.	Βάρδα Ηλείας	Τομάτα	0	4,75	0,50	19,50	2,75	0,380	0,58				
27.	Βάρδα Ηλείας	Καρπούζι	0	4,90	0,46	20,73	1,68	0,300	0,57				
28.	Καπελέτο Ηλείας	Πατάτα	0	4,00	0,62	29,24	4,00	0,610	0,38		107		
29.	Καπελέτο Ηλείας	Πατάτα	0	4,20	0,58	29,52	4,37	0,490	0,42		94		
30.	Σαβάλια Ηλείας	Πατάτα Τομάτα	0	5,40	0,50	13,91	4,50	0,370	0,82		24		

Παρατηρήσεις : Από τα στοιχεία του πίνακα φαίνεται ότι η συγκέντρωση Μαγνησίου στο έδαφος σαν ποσοστό της C E C. είναι κατώτερο του 6% και η σχέση Mg/K < 2.

ΠΗΓΗ: Αρχείο αναλύσεων Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πατρών (Τμήμα μη Παρασιτικών Παθήσεων)

**Αναλύσεως δειγμάτων φύλλων από καλλιέργειες με τροφοπενία Μαγνησίου
και αντίστοιχων δειγμάτων εδάφους**

A. Ανάλυση φύλλων

α/α	Είδος καλλιέργειας	Περιοχή	Συμπτώματα	% Ξ.Ο.					Ppm Ξ.Ο.			
				N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B
1.	Αγγούρι (θερμοκ.)	Κυπαρισσία	+	6,12	0,475	6,80	3,80	0,133	237	166	330	26
			-	6,92	0,800	4,24	2,54	0,294	185	90	94	36
2.	Καρπούζι	Φιλιατρά	+	3,20	0,226	2,80	2,60	0,176	161,2	185,2		38,2
			+	3,40	0,220	2,92	2,40	0,188	153,2	180,4		36,8
			-	3,32	0,238	2,60	2,52	0,238	161,2	165,2		40,4
3.	Πατάτα	Κ. Αχαΐα	+	4,44	0,415	5,22	0,300	0,146	197	510	72	29,5
			-	4,98	0,490	7,84	1,075	0,322	210	1465	73	31,4
		Σαγείκα	+	4,88	0,450	4,96	0,210	0,061	550	700	78	29,0
			-	6,20	0,460	5,96	0,340	0,132	585	770	75	22,0
			+	5,12	0,460	4,88	0,260	0,062	650	810	73	20,0
			-	6,16	0,470	5,28	0,370	0,112	495	740	70	26,4
4.	Πεπόνι (θερμοκ.)	Βάρδα Ηλείας	+	4,92	0,545	3,72	2,95	0,076	310	1060	100	
			-	4,84	0,496	4,96	2,35	0,170	187	720	71	
			+	4,64	0,445	4,40	3,10	0,079	270	860	73	
			-	4,40	0,390	3,28	3,10	0,190	105	760	76	
5.	Τομάτα (θερμοκ.)	Φιλιατρά	+	2,64	0,305	2,24	3,96	0,245	71,4	142,8	43,8	
			+	2,60	0,235	2,24	4,00	0,191	98,2	171,4	44,6	
			-	2,08	0,230	2,54	4,20	0,572	107,1	178,5	41,5	
6.	Τομάτα (θερμοκ.)	Πατρών	+	2,80	0,280	3,90	4,20	0,120	181,8	65,0	34,2	

ΠΗΓΗ: Αρχείο αναλύσεων Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πατρών (Τμήμα μη Παρασιτικών Παθήσεων)

**Αναλύσεως δειγμάτων εδάφους αντιστοιχών προς τα δείγματα
φύλλων του Πίνακα 4**

α/α	Είδος καλλιέργειας	Περιοχή		CaCO ₃ %	Ph 1 : 2,5	Αγωγιμότητα mhos/cm	CEC mec/ 100 gr	Ανταλλάξιμα ιόντα meq/100 gr			P PPM (olsen)	Σχέση Mg/K	Mg % CEC	
								Ca	Mg	K				
1.	Αγγούρι (θερμκ.)	Κυπαρισσία	+	0	5,40	1,10	24,98	13,5	0,84	1,14	0	0,73	3,3	
			-	0	6,05	0,60	25,56	14,2	0,96	1,17		0,82	3,7	
2.	Καρπούζι	Φιλιατρά	+	0	5,80	0,93	15,33		0,64	0,68	82,8	0,94	4,1	
			-	0	6,25	0,98	15,05		0,93	0,73		90,6	1,27	6,1
3.	Πατάτα	Κ. Αχαΐα	+	0	3,50	0,42	7,96	0,62	0,088	0,35		0,25	1,10	
			-	0	3,50	0,46	7,73	1,99	0,193	0,37		0,52	2,49	
		Σαγείκα	+	0	4,50	0,32	10,0	1,62	0,176	0,56		0,31	1,76	
			-	0	4,60	0,30	9,4	2,12	0,242	0,46		0,52	2,57	
			+	0	3,50	0,42	8,8	1,37	0,196	0,56		0,35	2,22	
			-	0	3,95	0,50	9,5	2,12	0,312	0,75		0,41	3,28	
4.	Πεπόνι (θερμκ.)	Βάρδα Ηλείας	+	0	4,85		19,52	3,00	0,45	0,35		1,28	2,30	
			-	0	4,25		25,56	4,37	0,92	0,43		2,13	3,59	
			+	0	4,10		22,72	2,37	0,37	0,36		1,02	1,62	
			-	0	4,60		15,62	6,25	1,25	0,45		2,77	8,00	
5.	Τομάτα (θερμκ.)	Φιλιατρά	+	9,6	8,15	0,80	23,85		1,44	1,18	45,4	1,22	6,03	
			+	9,2	8,10	0,71	23,28		1,49	1,07		29,5	1,39	6,40
			-	10,0	8,15	0,62	22,72		2,02	0,94		31,8	2,14	8,89
6.	Τομάτα (θερμκ.)	Πατρών	+	17,6	7,75	0,85	14,20		1,03	0,63	43,1	1,63	7,25	

Παρατηρήσεις : Από τα στοιχεία του πίνακα φαίνεται ότι στα δείγματα που αντιστοιχούν στα δείγματα φύλλων με συμπτώματα τροφοπενίας Μαγνησίου η σχέση Mg/K είναι κατώτερη του 2 ή η συγκέντρωση Μαγνησίου σαν ποσοστό της ολικής εναλλακτικής ικανότητας C.E.C. είναι κατώτερη του 6%.

ΠΗΓΗ: Αρχείο αναλύσεων Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πατρών (Τμήμα μη Παρασιτικών Παθήσεων)

ΠΙΝΑΚΑΣ 6
Καλλιέργεια τομάτας σε τύρφη

α/α	Επεμβάσεις	Υψος φυτών cm		Αριθ. φύλλων		Φύλλα με συμπτώματα			Ξηρά Ουσία gr		
		Υψος κατά φυτό	M.O.	Αριθ. κατά φυτό	M.O.	Αριθ. κατά φυτό	% του Συν Αρ.	M.O.	gr κατά φυτό	M.O.	
1.	Normal	1	40			10					
		2	38	39,6	9	9,6	0	0	0,6	21,12	23,86
		3	38		9		1	11,1	6,22	21,85	
		4	42		10		1	10,0		25,60	
		5	40		10		0	0		22,28	
2	- Mg	1	27			6					
		2	30	31,0	10	7,8	7	70,0	5,6	12,65	9,31
		3	35		7		4	57,1	71,9	10,69	
		4	37		9		7	77,7		11,36	
		5	26		7		5	71,4		6,04	
3	Mg 1/4	1	40			9					
		2	34	36,8	10	9,0	5	55,5	4,6	16,80	19,73
		3	38		8		4	50,0	51,0	15,96	
		4	37		9		5	55,5		19,63	
		5	35		9		4	44,4		25,18	
4.	Mg ½	1	42			10					
		2	38	38,2	9	9,2	4	44,4	3,6	21,60	22,30
		3	36		9		3	33,3	39,5	26,10	
		4	35		10		4	40,0		19,17	
		5	40		8		4	50,0		20,60	
5.	Ψεκασμός	1	30			8					
		2	38	33,2	9	8,8	4	44,4	4,6	9,06	11,23
		3	32		9		5	55,5	52,7	13,62	
		4	34		9		4	44,4		11,21	
		5	32		9		4	44,4		14,45	

ΠΙΝΑΚΑΣ 7
Καλλιέργεια τομάτας σε διάλυση Hogland

α/α	Επεμβάσεις	Υψος φυτών cm		Αριθ. φύλλων		Φύλλα με συμπτώματα			Ξηρά Ουσία gr	
		Υψος κατά φυτό	Μ.Ο.	Αριθ. κατά φυτό	Μ.Ο.	Αριθ. κατά φυτό	% του Συν. Αρ.	Μ.Ο.	gr κατά φυτό	Μ.Ο.
1.	Normal	1	32	19	15,0	0	0	4,3	10,97	15,19
		2	37	12		1	8,3		11,76	
		3	35	12		1	8,3		14,32	
		4	36	13		0	0		17,28	
		5	40	19		1	5,2		21,65	
2.	- Mg	12	12,6	6	6,4	6	100	100	2,36	2,29
		13		7		7	100		2,58	
		11		5		5	100		2,05	
		15		8		8	100		1,86	
		12		6		6	100		2,62	
3.	Mg 1/4	34	30,4	11	11,0	7	63,6	63,4	13,12	10,55
		25		10		6	60,0		10,40	
		28		12		8	66,6		10,32	
		32		11		7	63,6		10,08	
		33		11		7	63,6		8,86	
4.	Mg ½	31	33,2	12	11,6	6	50,0	44,6	11,08	13,66
		35		11		4	36,3		12,04	
		32		12		5	41,6		14,68	
		33		11		5	45,4		13,80	
		25		12		6	50,0		16,74	
5.	Ψεκασμός	18	18,0	8	8,2	4	50,0	53,6	4,12	4,16
		18		9		6	66,6		4,36	
		17		7		4	57,1		3,95	
		19		8		4	50,0		4,20	
		18		9		4	44,4		4,18	

ΠΙΝΑΚΑΣ 8
Καλλιέργεια αγγουριού σε τύρφη

α/α	Επεμβάσεις	Υψος φυτών cm		Αριθ. φύλλων		Φύλλα με συμπτώματα			Ξηρά Ουσία gr	
		Υψος κατά φυτό	Μ.Ο.	Αριθ. κατά φυτό	Μ.Ο.	Αριθ. κατά φυτό	% του Συν. Αρ.	Μ.Ο.	gr κατά φυτό	Μ.Ο.
1.	Normal	84	76,4	25	22,0	1	4,0	3,7	14,80	13,72
		74		20		0	0,0		12,65	
		59		19		2	10,5		11,83	
		85		24		1	4,1		14,85	
		80		22		0	0		14,48	
2.	- Mg	35	36,0	14	13,0	5	35,7	6,4	4,73	5,21
		41		14		6	42,8		5,28	
		37		12		7	58,3		6,46	
		38		14		7	50,0		6,01	
		29		11		7	63,6		3,57	
3.	Mg 1/4	40	49,6	16	17,6	8	50,0	7,8	8,23	8,70
		43		18		7	38,8		7,61	
		56		17		9	52,9		10,10	
		46		19		8	42,1		7,58	
		63		18		7	38,8		9,98	
4.	Mg ½	59	68,0	19	19,4	5	26,3	5,0	9,91	12,49
		78		23		4	17,4		13,10	
		68		15		5	33,3		13,61	
		70		20		6	30,0		12,94	
		65		20		5	25,0		12,90	
5.	Ψεκασμός	35	40,0	14	15,0	6	42,8	6,4	4,77	6,40
		32		15		7	46,6		5,70	
		47		17		7	41,1		7,48	
		43		15		6	40,0		7,94	
		43		16		6	37,5		6,19	

ΠΙΝΑΚΑΣ 9
Καλλιέργεια αγγουριού σε διάλυση Hogland

α/α	Επεμβάσεις	Υψος φυτών cm		Αριθ. φύλλων		Φύλλα με συμπτώματα			Ξηρά Ουσία gr	
		Υψος κατά φυτό	Μ.Ο.	Αριθ. κατά φυτό	Μ.Ο.	Αριθ. κατά φυτό	% του Συν. Αρ.	Μ.Ο.	gr κατά φυτό	Μ Ο
1.	Normal	162	168,6	18	17,2	1	5,5	0,6	12,31	14,65
		150		17		1	5,8		16,22	
		182		16		0	0		15,48	
		167		18		1	5,5		13,01	
		182		17		0	0		16,23	
2.	- Mg	14	16,4	7	7,8	7	100	7,8	1,36	1,45
		16		10		10	100		1,71	
		12		8		8	100		1,49	
		25		8		8	100		1,57	
		15		6		8	100		1,12	
3.	Mg 1/4	95	106,4	14	13,2	6	42,8	7,2	7,55	8,44
		105		14		7	50,0		8,48	
		100		12		8	66,6		7,91	
		95		14		8	57,1		9,58	
		102		12		7	58,3		8,70	
4.	Mg ½	128	118,4	12	14,3	3	25,0	4,2	8,71	9,89
		122		16		4	25,0		10,51	
		116		14		5	35,7		10,49	
		108		16		5	31,2		9,97	
		118		13		4	30,7		9,77	
5.	Ψεκασμός	24	27,6	10	10,4	7	70,0	6,2	3,45	3,86
		37		12		8	66,6		4,80	
		25		11		6	54,5		3,38	
		30		10		6	60,0		4,46	
		22		9		4	44,4		3,25	

ΠΙΝΑΚΑΣ 10
Αποτελεσμάτων αναλύσεως δειγμάτων φύλλων
τομάτας από καλλιέργεια σε τύρφη

α/α	Επεμβάσεις	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	
1.	Normal	1	3,08	0,293	2,02	1,85	0,343	109,2	98	40	59,9
		2	3,12	0,300	2,14	1,90	0,343	85,8	110	42	45,4
		3	4,16	0,487	2,82	2,10	0,418	101,4	118	46	69,9
		4	3,08	0,343	2,50	1,78	0,325	124,8	116	38	52,7
		5	3,20	0,375	2,66	1,82	0,325	93,6	108	44	114,5
2.	- Mg	1	4,48	0,612	1,98	1,62	0,167	132,6	112	36	61,8
		2	4,00	0,312	2,22	1,70	0,110	101,4	125	34	52,7
		3	4,08	0,425	2,26	1,84	0,149	85,8	120	42	65,4
		4	4,16	0,362	2,02	1,74	0,132	93,6	126	48	53,6
		5	4,32	0,650	1,96	1,56	0,220	85,8	118	38	63,6
3.	Mg 1/4	1	3,60	0,350	2,16	2,02	0,162	93,6	128	40	69,9
		2	3,76	0,343	2,72	1,98	0,132	78,0	122	42	58,1
		3	4,40	0,425	2,40	1,80	0,202	85,8	116	36	67,2
		4	3,68	0,285	2,34	1,92	0,189	78,0	118	38	58,1
		5	3,60	0,362	2,24	1,78	0,237	90,4	124	44	63,6
4	Mg ½	1	3,44	0,412	2,66	1,76	0,255	110,2	118	36	70,9
		2	3,12	0,287	2,22	1,84	0,290	88,2	108	34	62,7
		3	3,12	0,293	2,14	2,08	0,290	102,9	144	38	63,6
		4	4,00	0,350	2,34	1,82	0,268	95,5	132	40	56,3
		5	3,28	0,325	2,26	1,90	0,267	88,2	116	36	59,9
5	Ψεκασμός	1	4,40	0,412	2,02	1,68	0,259	88,2	114	38	74,5
		2	4,00	0,387	2,12	1,72	0,264	80,8	120	36	56,3
		3	3,84	0,350	2,22	1,56	0,176	73,5	132	34	50,9
		4	4,32	0,425	2,26	1,84	0,281	80,8	128	32	59,9
		5	4,08	0,400	2,34	1,76	0,272	88,2	118	30	56,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 11
Αποτελεσμάτων αναλύσεως δειγμάτων φύλλων
από φυτά τομάτας καλλιεργηθέντα σε
θρεπτικό διάλυμα Hogland

α/α	Επεμβάσεις	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	
1.	Normal	1	2,24	0,392	2,60	1,56	0,281	140,4	46	32	53,2
		2	2,64	0,302	3,18	1,28	0,347	85,8	52	30	58,0
		3	3,20	0,280	3,12	1,36	0,312	78,0	44	28	68,9
		4	2,72	0,291	2,56	1,42	0,343	109,2	40	28	55,8
		5	2,88	0,235	2,72	1,32	0,422	70,2	38	30	54,5
2.	- Mg	1	4,84	0,306	2,96	3,20	0,048	14,6	102	42	76,0
		2	5,12	0,737	3,16	2,80	0,057	93,6	110	40	62,9
		3	3,92	0,775	3,60	2,58	0,118	140,4	136	38	68,9
		4	4,64	0,462	2,16	2,60	0,070	148,2	132	36	68,0
		5	4,16	0,525	3,20	2,76	0,079	124,8	127	32	69,2
3.	Mg 1/4	1	2,56	0,235	3,00	1,18	0,136	140,4	40	36	70,2
		2	3,12	0,268	3,16	1,82	0,189	109,2	42	40	69,1
		3	2,72	0,246	3,16	1,64	0,184	124,8	38	48	72,6
		4	2,40	0,240	4,08	1,86	0,198	117,0	48	32	66,5
		5	2,80	0,347	4,00	1,88	0,180	101,4	46	34	69,5
4.	Mg ½	1	2,96	0,582	3,80	1,90	0,250	93,6	44	46	62,9
		2	3,12	0,468	3,28	1,52	0,246	140,4	42	52	61,7
		3	2,72	0,369	3,00	1,60	0,187	104,2	48	44	59,6
		4	2,72	0,447	3,16	1,37	0,231	101,4	38	40	58,0
		5	2,80	0,411	3,00	1,70	0,215	109,2	52	48	69,1
5.	Ψεκασμός	1	3,12	0,308	3,06	2,10	0,168	117,0	88	42	68,2
		2	2,96	0,480	3,10	2,20	0,203	124,8	90	40	66,8
		3	3,84	0,520	3,60	2,38	0,218	109,2	106	46	62,4
		4	3,44	0,460	2,80	2,18	0,202	98,6	104	38	60,8
		5	3,68	0,386	2,92	2,26	0,218	130,8	112	36	64,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 12
Αποτελεσμάτων αναλύσεως δειγμάτων φύλλων
από φυτά αγγουριού καλλιεργηθέντα σε τύρφη

α/α	Επεμβάσεις	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	
1.	Normal	1	3,20	0,255	1,92	1,76	0,440	120,8	185,0	46	45,2
		2	3,04	0,279	1,96	1,82	0,498	105,7	207,2	42	47,0
		3	3,44	0,321	1,90	2,80	0,545	113,2	222,0	40	50,9
		4	3,44	0,345	2,06	2,10	0,594	135,9	192,4	38	54,6
		5	3,28	0,297	2,12	1,90	0,563	98,2	199,8	44	49,1
2.	- Mg	1	5,28	0,398	2,34	1,46	0,190	181,2	148,0	42	65,1
		2	5,42	0,380	2,02	1,96	0,159	173,6	185,0	48	76,0
		3	5,08	0,476	2,14	2,32	0,252	226,5	222,0	38	79,6
		4	4,82	0,440	2,34	2,10	0,247	158,5	236,8	36	68,7
		5	4,68	0,583	2,50	1,65	0,274	241,6	199,8	40	72,4
3	Mg 1/4	1	2,96	0,428	2,26	1,72	0,440	149,1	222,0	38	74,1
		2	3,12	0,404	2,66	1,94	0,374	197,4	207,2	32	61,5
		3	4,40	0,380	2,58	2,00	0,324	133,9	133,2	42	65,1
		4	4,32	0,368	2,42	1,86	0,308	198,8	162,8	40	76,4
		5	3,44	0,357	2,58	2,20	0,290	127,8	140,6	36	72,4
4	Mg ½	1	4,64	0,285	2,22	2,12	0,466	105,7	185,0	38	72,4
		2	4,40	0,243	2,06	2,08	0,382	90,6	177,6	40	65,9
		3	4,24	0,285	2,22	1,96	0,506	105,7	155,4	36	69,1
		4	4,48	0,297	1,98	1,82	0,347	120,8	192,4	42	67,3
		5	4,32	0,261	2,14	2,10	0,400	128,3	170,2	44	58,2
5	Ψεκασμός	1	2,96	0,404	2,82	1,94	0,308	227,2	185,0	36	72,4
		2	3,12	0,380	2,74	1,92	0,294	184,6	155,4	40	76,0
		3	4,40	0,297	2,22	2,16	0,308	134,9	133,2	44	77,8
		4	4,32	0,357	2,66	1,84	0,338	198,8	162,8	38	86,8
		5	3,44	0,297	2,42	2,20	0,277	127,8	140,6	42	72,4

ΠΙΝΑΚΑΣ 13
Αποτελεσμάτων αναλύσεως δειγμάτων φύλλων
από φυτά αγγουριού καλλιεργηθέντα σε
θρεπτικό διάλυμα Hogland

α/α	Επεμβάσεις	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	
1.	Normal	1	2,40	0,390	2,16	2,00	0,550	142,0	148,0	38	66,5
		2	2,80	0,427	2,30	2,10	0,660	156,2	162,8	36	60,8
		3	2,96	0,451	2,38	2,44	0,563	127,8	111,0	42	72,2
		4	3,36	0,433	2,52	1,96	0,633	156,2	133,2	40	64,6
		5	3,12	0,439	2,38	2,18	0,580	163,3	170,2	48	59,8
2.	- Mg	1	5,12	0,811	3,56	2,02	0,114	162,0	370,0	32	183,0
		2	5,28	1,248	2,80	2,68	0,088	263,1	414,4	36	155,8
		3	4,32	1,352	2,68	2,82	0,079	180,0	494,0	46	160,0
		4	4,16	1,060	3,56	2,94	0,052	207,7	325,6	48	148,2
		5	4,64	1,310	3,04	2,78	0,079	304,7	370,0	40	152,0
3.	Mg 1/4	1	3,52	0,305	3,36	1,72	0,220	139,7	185,0	48	125,4
		2	3,68	0,256	3,56	1,84	0,294	152,7	222,0	40	121,6
		3	4,00	0,286	3,18	1,52	0,176	159,7	198,0	38	109,2
		4	3,52	0,317	3,08	1,96	0,132	180,5	207,2	36	127,3
		5	3,84	0,280	3,00	1,78	0,176	173,6	236,8	44	117,8
4.	Mg ½	1	3,20	0,368	3,28	1,76	0,316	102,9	148,0	50	95,0
		2	3,12	0,374	3,00	1,84	0,294	139,6	234,8	38	83,6
		3	3,36	0,404	2,92	1,66	0,316	124,9	111,0	42	95,0
		4	3,04	0,386	3,00	1,92	0,281	127,8	222,0	40	93,1
		5	3,20	0,345	2,60	1,78	0,246	102,9	236,8	46	87,4
5.	Ψεκασμός	1	4,40	0,430	3,00	1,96	0,202	152,6	220,0	38	125,2
		2	4,32	0,368	3,26	1,84	0,272	180,0	210,8	36	148,6
		3	3,36	0,386	3,04	1,72	0,184	162,8	236,8	40	120,8
		4	3,92	0,436	3,16	1,78	0,127	140,6	234,8	32	110,2
		5	3,84	0,345	3,20	1,68	0,158	164,0	188,6	34	117,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 14

Αποτελεσμάτων πειράματος καλλιέργειας τομάτας

1. Τομάτα σε τύρφη

α/α	Επεμβάσεις	Normal	- Mg	Mg 1/4	Mg ½	Ψεκασμός
Παράμετροι						
1.	Mg % Ξ.Ο.	0,350	0,155	0,184	0,273	0,250
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,01	P. 0,01
2.	Υψος φυτών σε cm	39,6	31,0	36,8	38,2	33,2
			P. 0,01	N.S.	N.S.	P. 0,01
3.	Αριθμός φύλλων	9,6	7,8	9,0	9,2	8,8
			P. 0,05	N.S.	N.S.	N.S.
4.	Φύλλα με συμπτώματα %	0,6	79,7	51,1	39,1	52,2
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001
5.	Ξηρά ουσία σε gr	23,86	9,31	19,73	22,30	11,23
			P. 0,001	N.S.	N.S.	P. 0,001

2. Τομάτα σε διάλυμα Hogland

α/α	Επεμβάσεις	Normal	- Mg	Mg 1/4	Mg ½	Ψεκασμός
Παράμετροι						
1.	Mg % Ξ.Ο.	0,341	0,074	0,177	0,225	0,201
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,01	P. 0,001
2.	Υψος φυτών σε cm	36,0	12,6	30,4	33,2	18,0
			P. 0,001	P. 0,05	N.S.	P. 0,001
3.	Αριθμός φύλλων	15,0	6,4	11,0	11,6	8,2
			P. 0,01	P. 0,05	N.S.	P. 0,05
4.	Φύλλα με συμπτώματα %	0,6	100,0	63,6	44,8	53,6
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001
5.	Ξηρά ουσία σε gr	15,19	2,29	10,55	13,66	4,16
			P. 0,001	N.S.	N.S.	P. 0,001

ΠΙΝΑΚΑΣ 15

Αποτελεσμάτων πειράματος καλλιέργειας αγγουριού

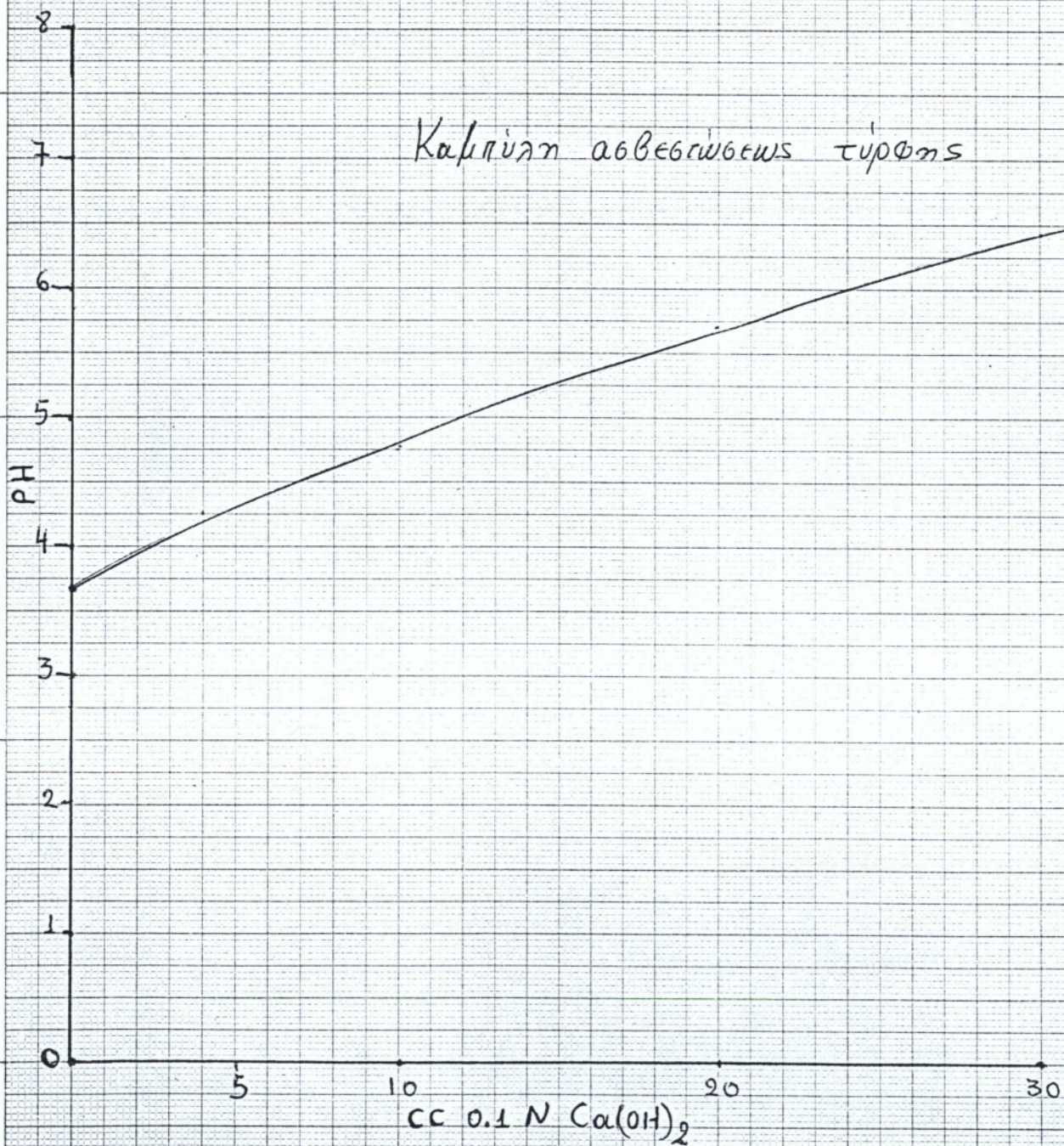
1. Αγγούρι σε τύρφη

α/α	Επεμβάσεις	Normal	- Mg	Mg 1/4	Mg ½	Ψεκασμός
	Παράμετροι					
1.	Mg % Ξ.Ο.	0.528	0.224	0.347	0.420	0.305
			P. 0,001	P. 0,01	P. 0,05	P. 0,001
2.	Υψος φυτών σε cm	76,4	36,0	49,6	68,0	40,0
			P. 0,001	P. 0,01	N.S.	P. 0,001
3.	Αριθμός φύλλων	22,0	13,0	17,6	19,4	15,0
			P. 0,001	P. 0,01	N.S.	P. 0,001
4.	Φύλλα με συμπτώματα %	0,8	49,2	44,3	25,7	42,6
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001
5.	Ξηρά ουσία σε gr	13,72	5,21	8,70	12,49	6,40
			P. 0,001	P. 0,001	N.S.	P. 0,001

2. Αγγούρι σε διάλυμα Hogland

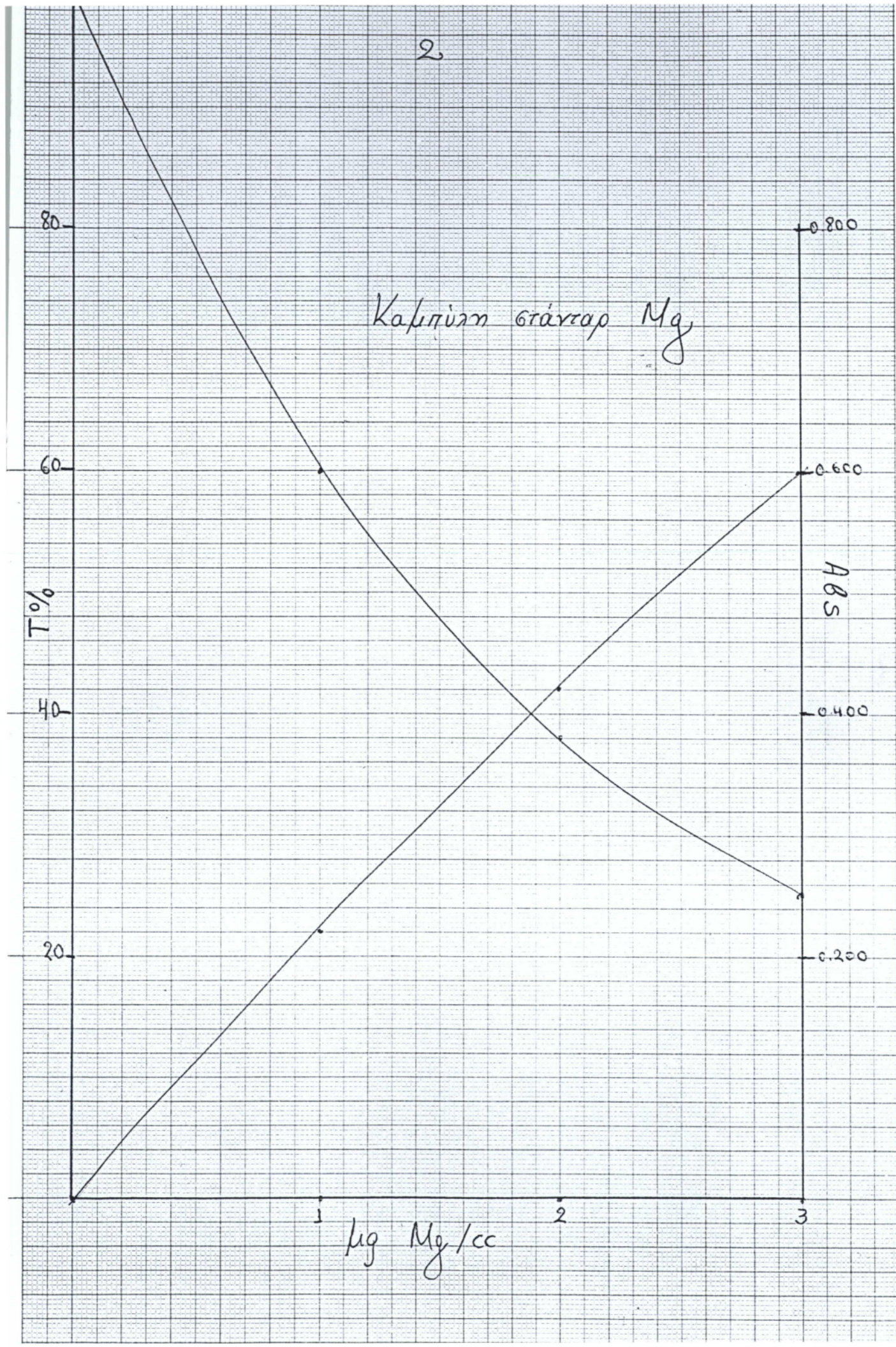
α/α	Επεμβάσεις	Normal	- Mg	Mg 1/4	Mg ½	Ψεκασμός
	Παράμετροι					
1.	Mg % Ξ.Ο.	0.597	0.082	0.199	0.290	0.188
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001
2.	Υψος φυτών σε cm	168,6	16,4	106,4	118,4	27,6
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001
3.	Αριθμός φύλλων	17,2	7,8	13,2	14,2	10,4
			P. 0,001	P. 0,01	P. 0,01	P. 0,001
4.	Φύλλα με συμπτώματα %	0,6	100,0	54,5	29,5	59,6
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001
5.	Ξηρά ουσία σε gr	14,65	1,45	8,44	9,89	3,86
			P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001	P. 0,001

Καμπύλη αβεερώσεως τύρφης



2

Καθυσία σταθραρ Mg



T%

ABS

$\mu\text{g Mg/cc}$

80

60

40

20

1

2

3

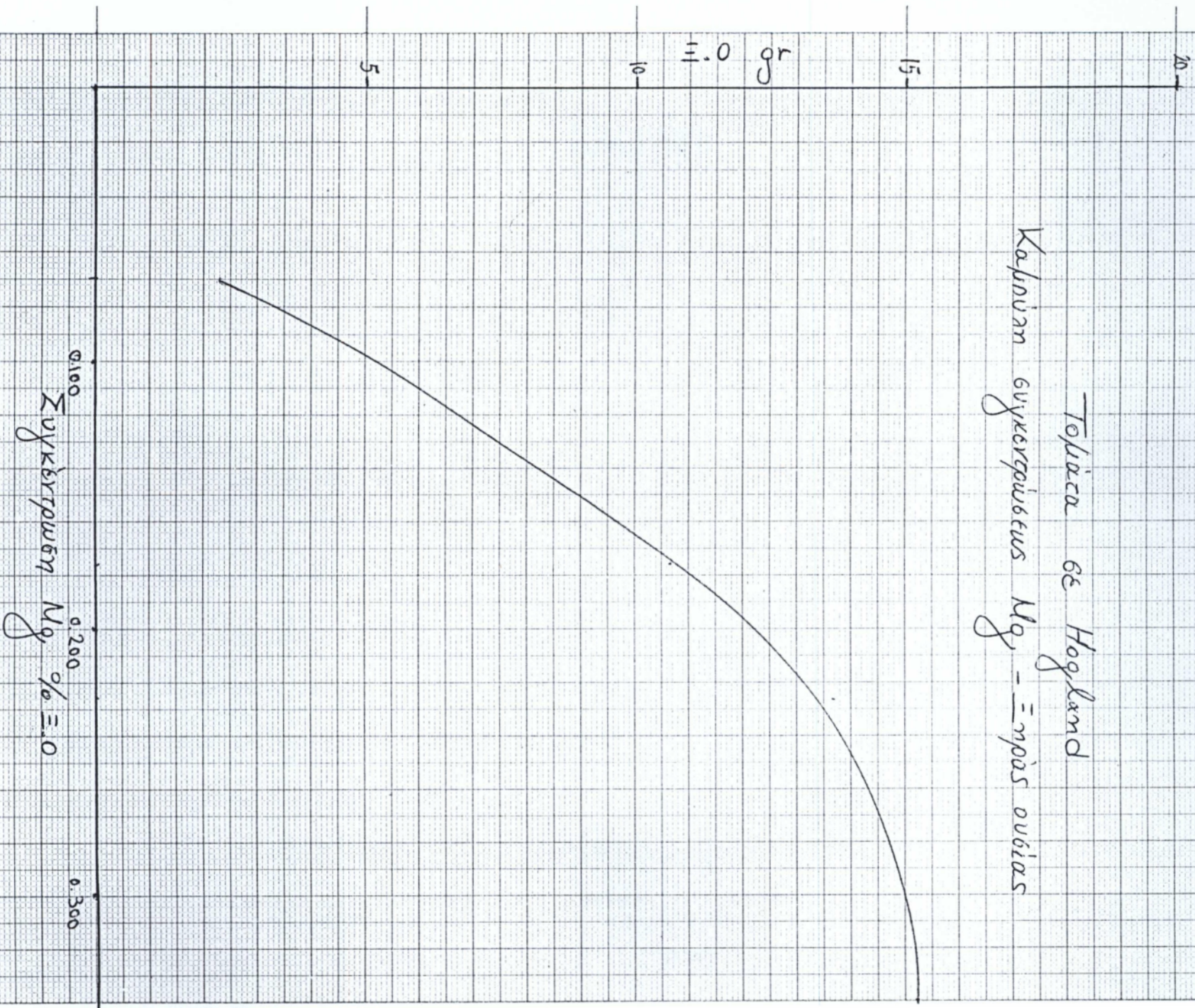
0.800

0.600

0.400

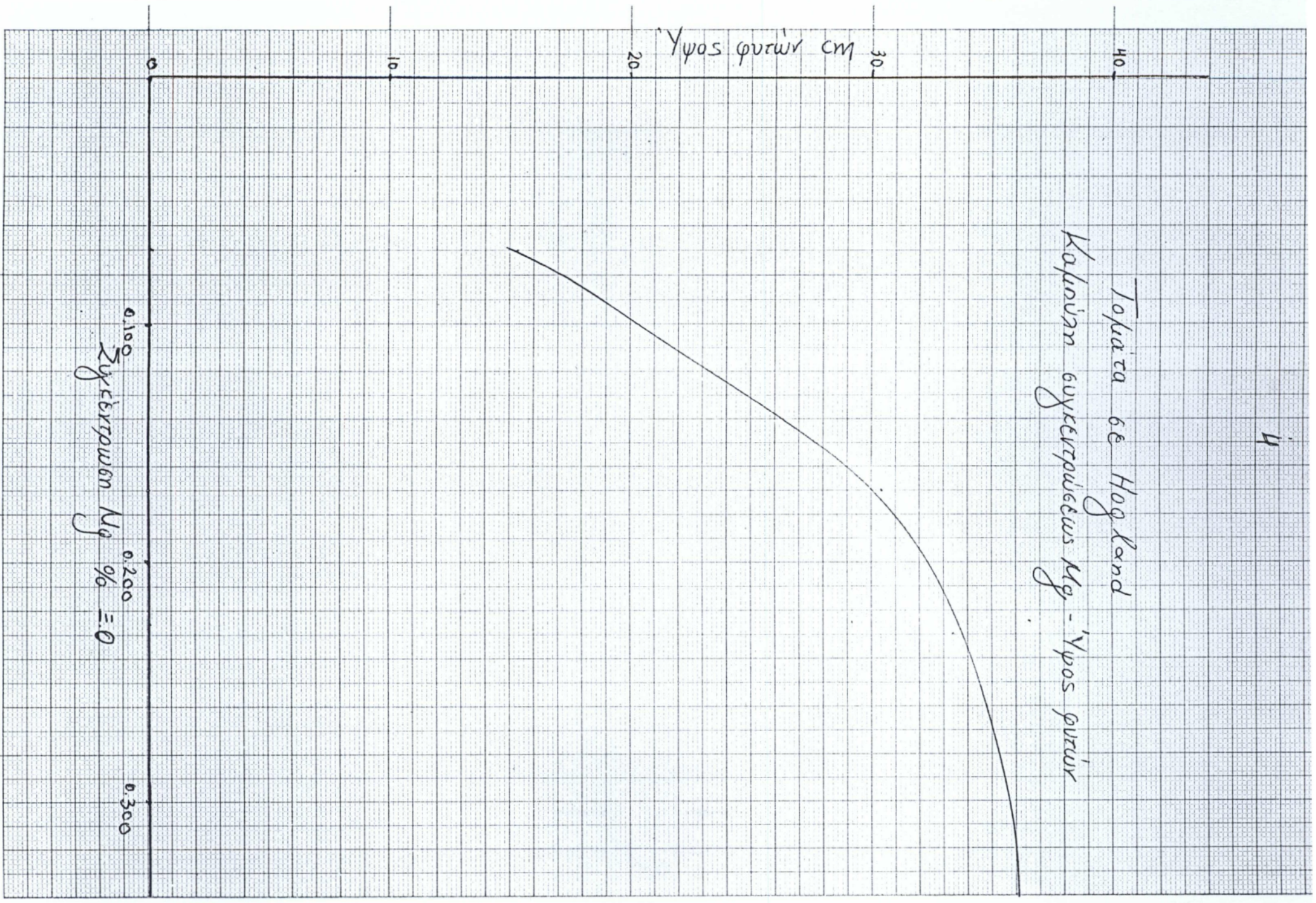
0.200

Tohjata ee Hoogland
Kahvan syykerpuitus Mg - impas ovias



4

Τοκάρτα σε Hogland
Κακήνιαν συκτερπιείως κγ - Υπος φουτῶν



5

Αγροίτι 6E Hogland

Καθόνια υπερφώσφωρος Mg - Εμπόσ ούλιας

20

15

10
0.0

5

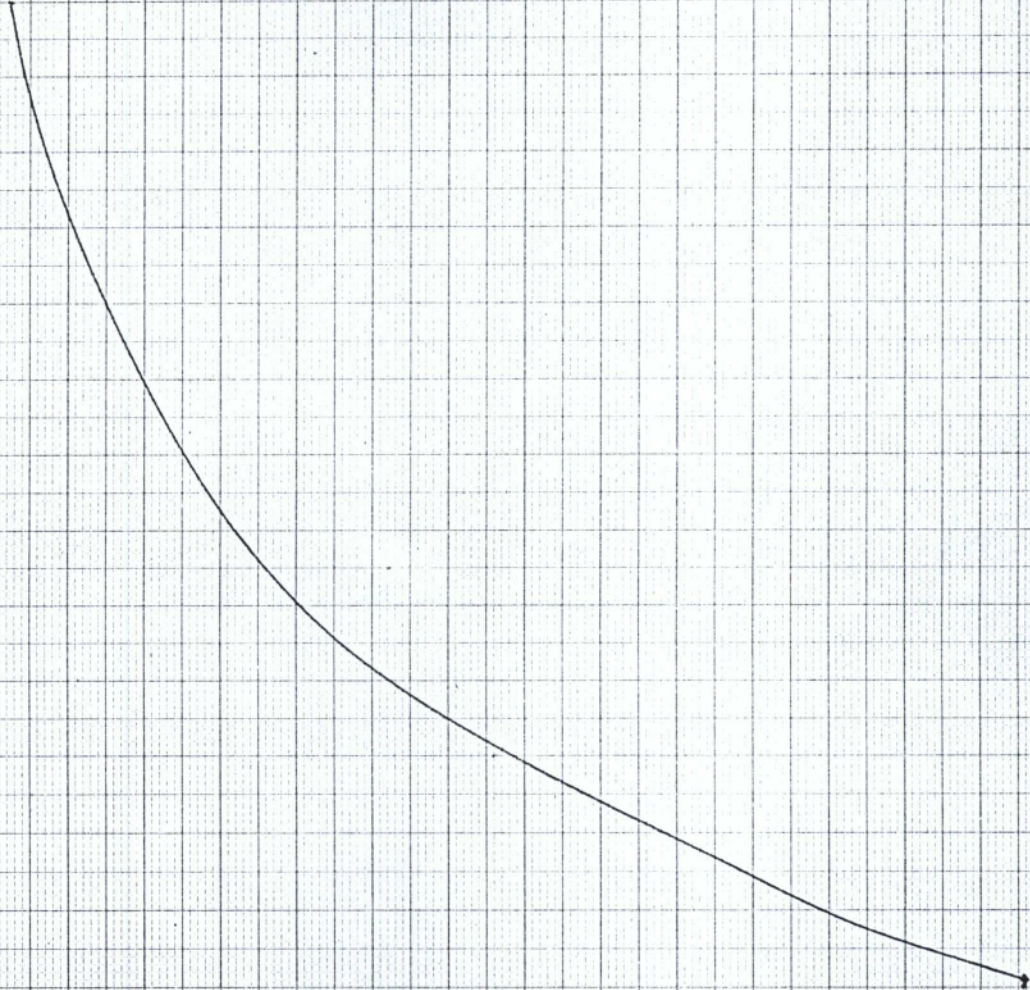
5

0.200

0.400

0.600

Συγκέντρωση Mg % 3.0



6

Αρχοϋπλ σε Hogland

Καθύναν συκερτρωσις Mg Ήπος ποτιών

160

120

Ήπος ποτιών cm

80

40

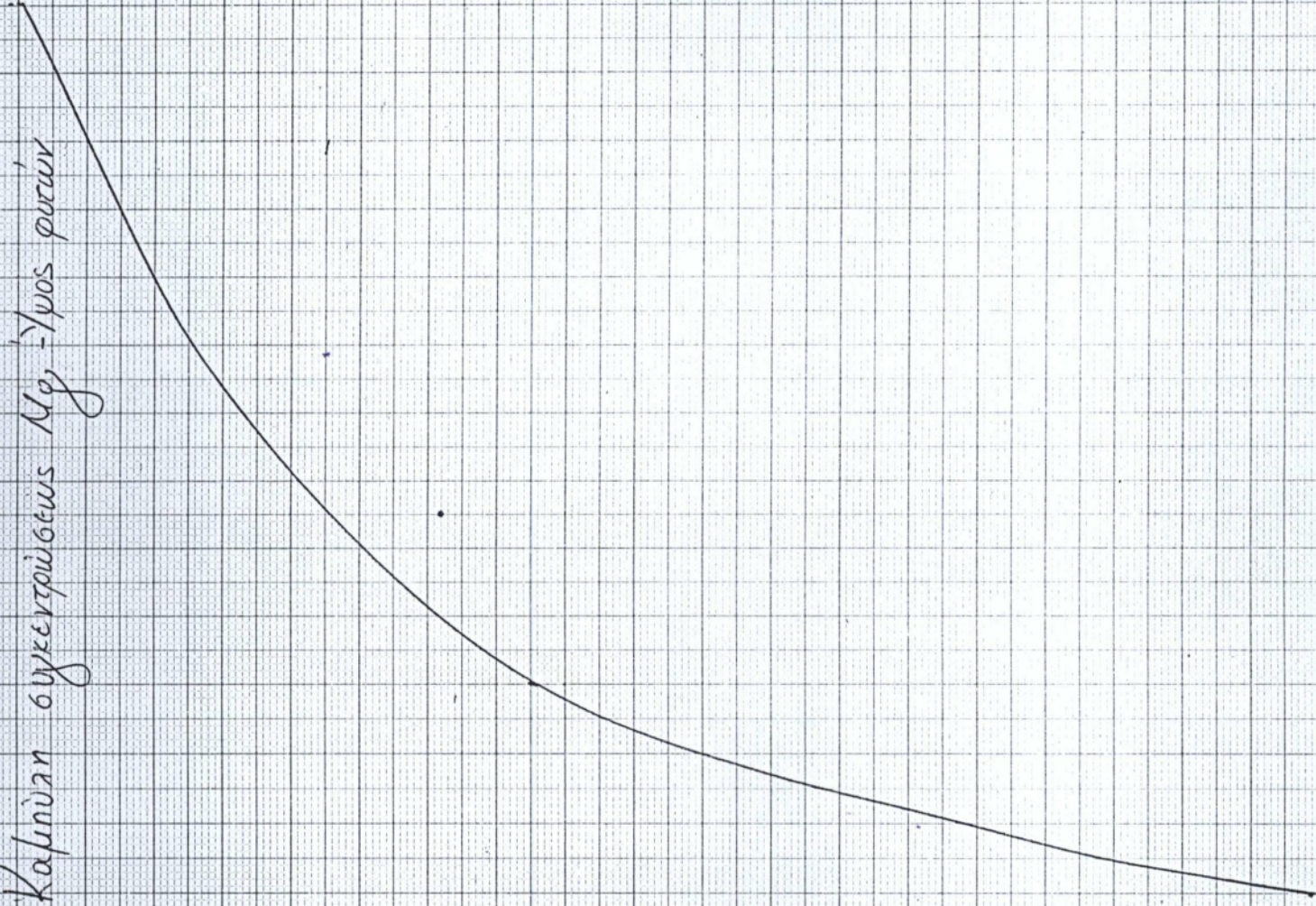
0.200

0.400

0.600

Συκερτρωσις Mg Ήπος

$\Xi = 0$



Π Ι Ν Α Κ Α Σ

Έγχρωμων φωτογραφιών συμπτωμάτων τροφοπενίας Μαγνησίου σε κηπευτικά

1. Επίδραση συγκεντρώσεως Μαγνησίου στην ανάπτυξη των φυτών (καλλιέργεια σε τύρφη)	1-3
2. Επίδραση συγκεντρώσεως Μαγνησίου στην ανάπτυξη των φυτών (καλλιέργεια σε διάλυμα Hogland)	4-5
3. Επίδραση συγκεντρώσεως Μαγνησίου στην ανάπτυξη των ριζών (καλλιέργεια σε διάλυμα Hogland)	6
4. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα τομάτας (πείραμα θρέψεως)	7-11
5. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα τομάτας (καλλιέργεια θερμοκηπίου)	12-13
6. Επίδραση συγκεντρώσεως Μαγνησίου στην ανάπτυξη των φυτών αγγουριού (καλλιέργεια σε τύρφη και διάλυμα Hogland)	14-15
7. Επίδραση συγκεντρώσεως Μαγνησίου στην ανάπτυξη των ριζών φυτών αγγουριού (καλλιέργεια σε διάλυμα Hogland)	16
8. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα αγγουριού (πείραμα θρέψεως)	17-25
9. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα καρπουζιού	26-28
10. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα πιπεριάς	29
11. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα πατάτας	30-31
12. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα φασολιού	32
13. Συμπτώματα τροφοπενίας σε φύλλα μελιτζάνας - πεπονιού	33-34



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



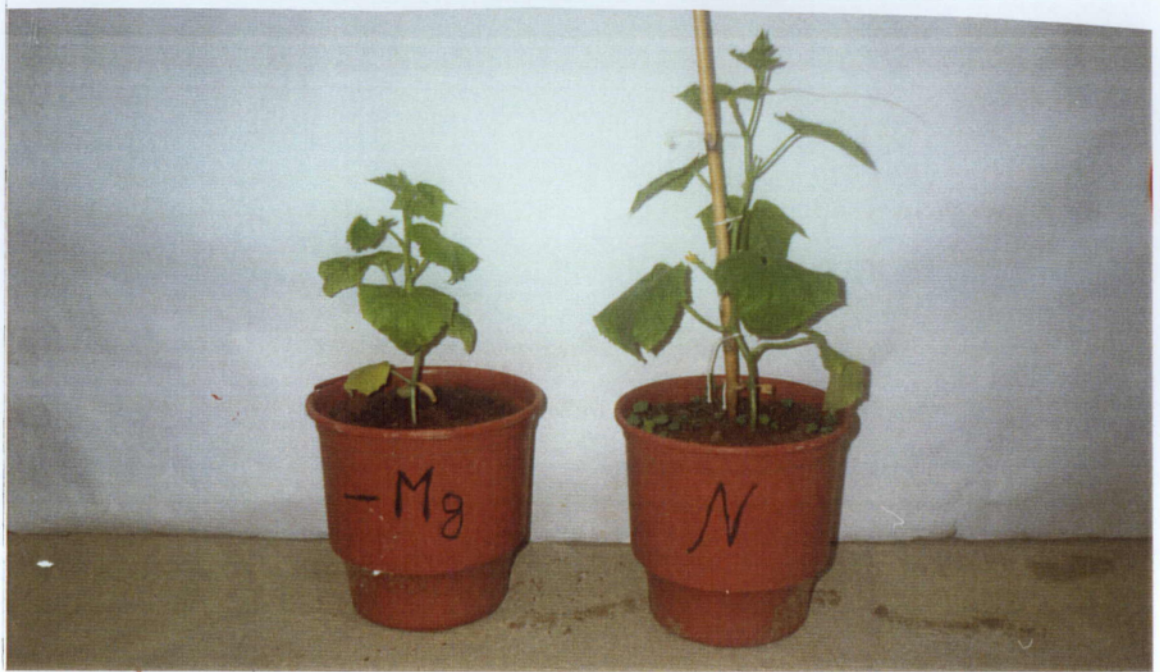
11



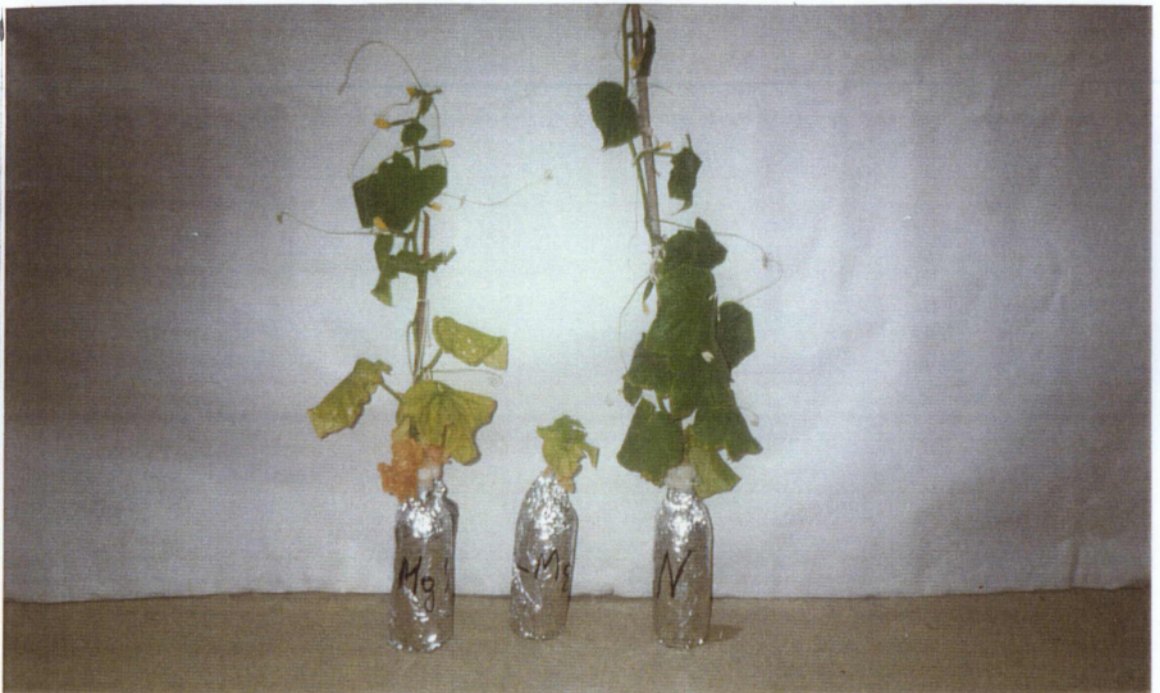
12



13



14



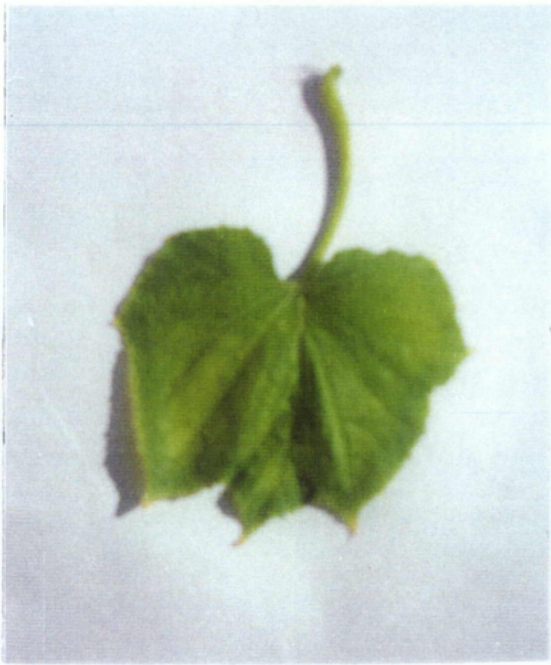
15



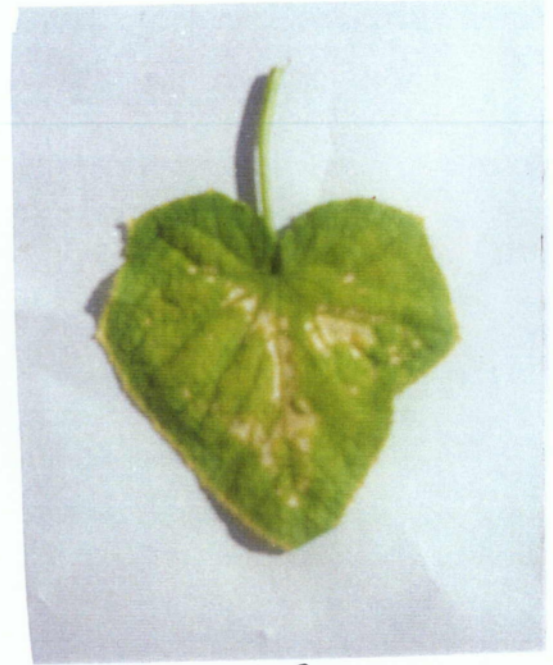
16



17



18



19

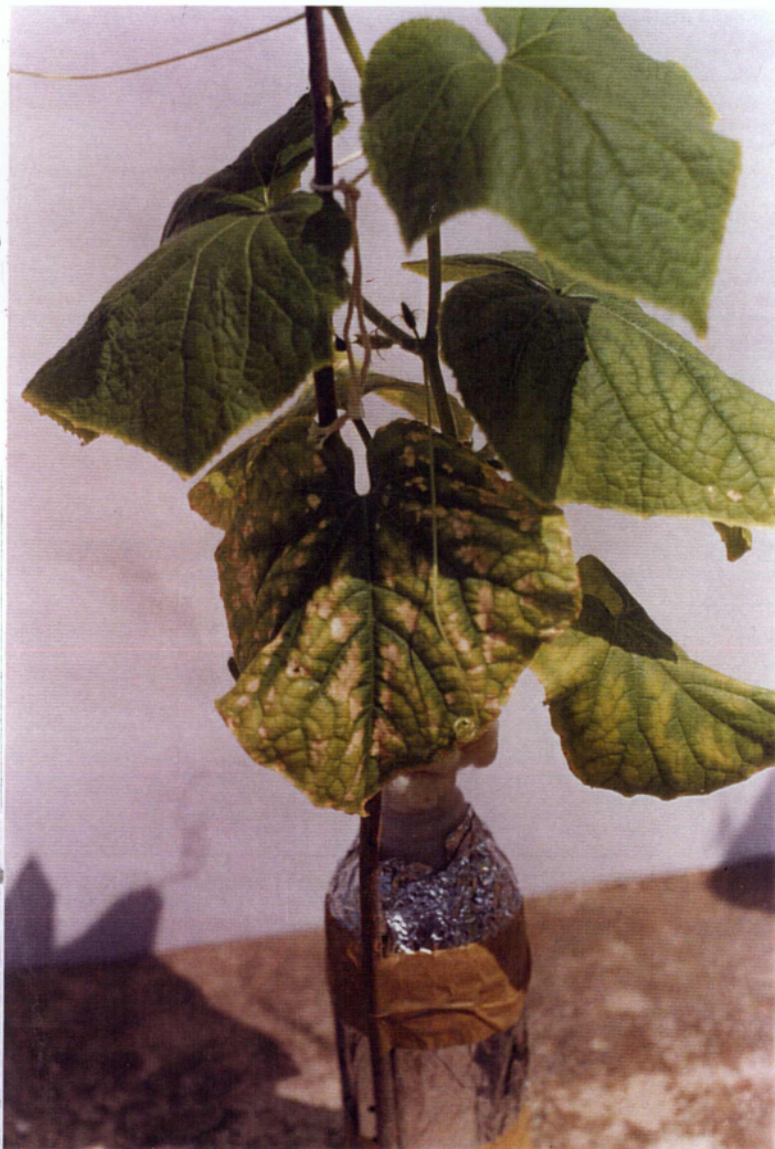




22



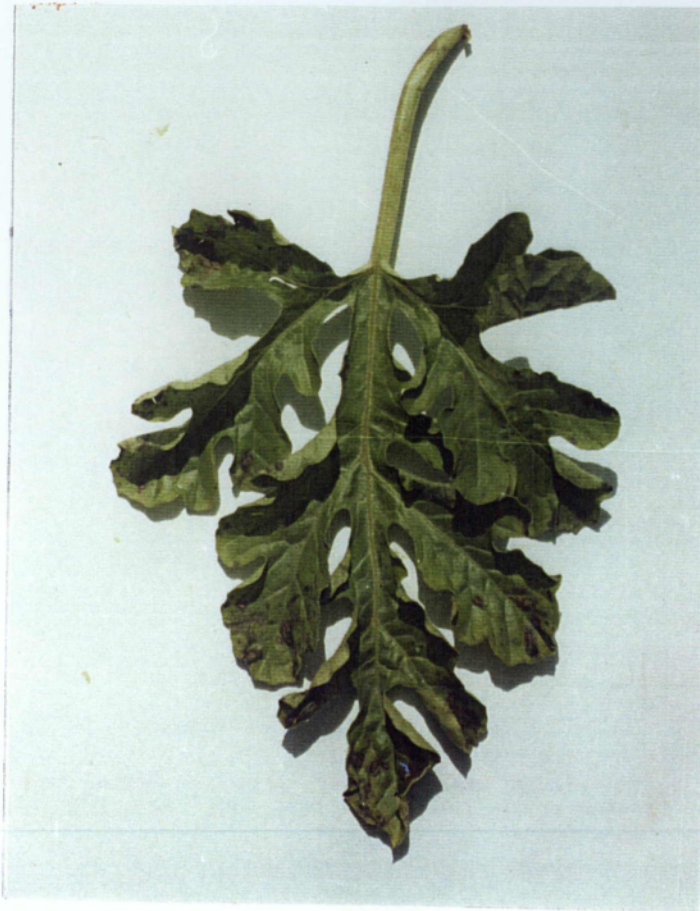
23



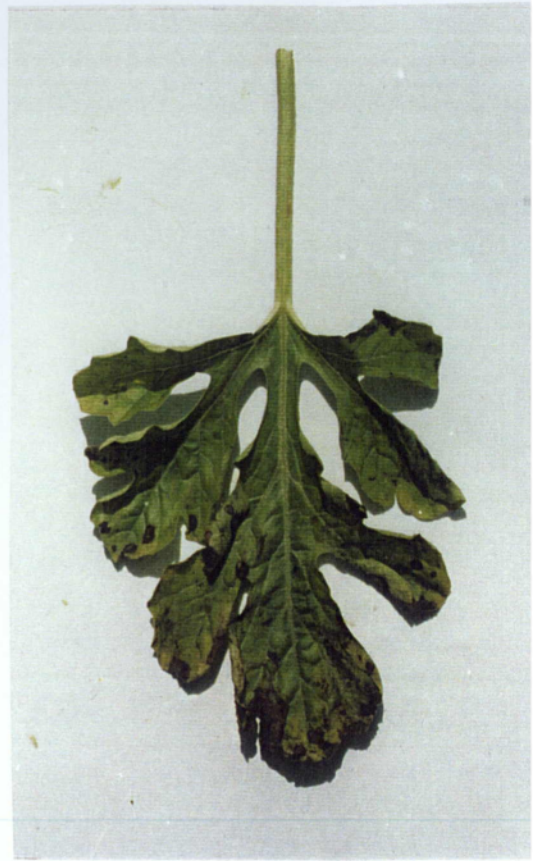
24



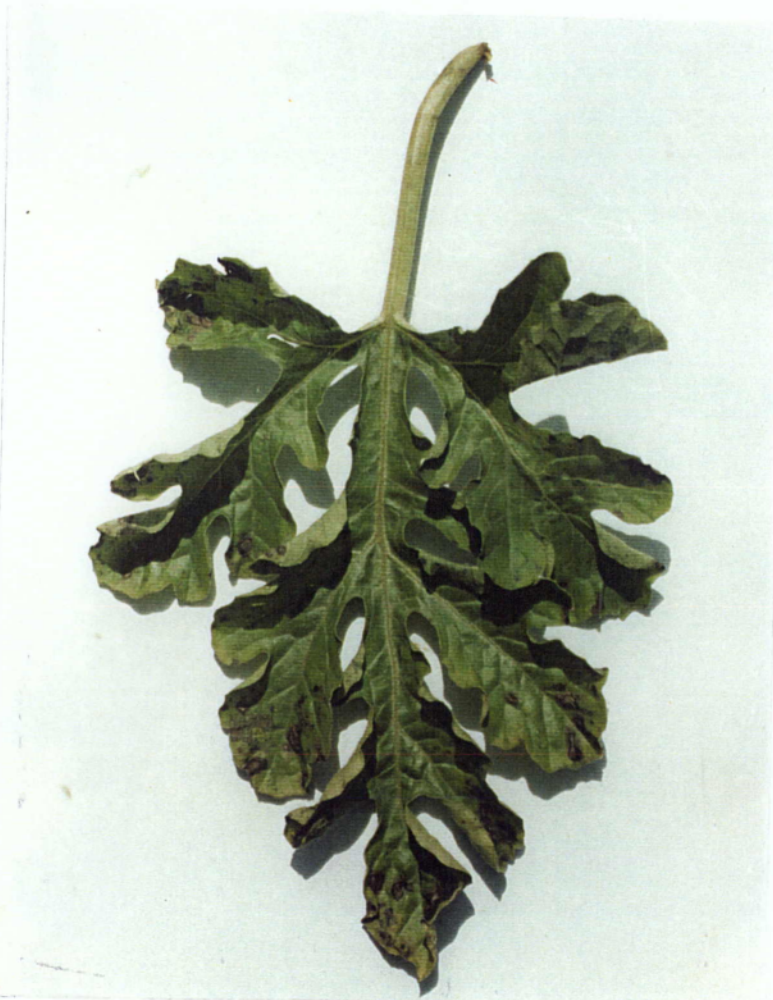
25



26



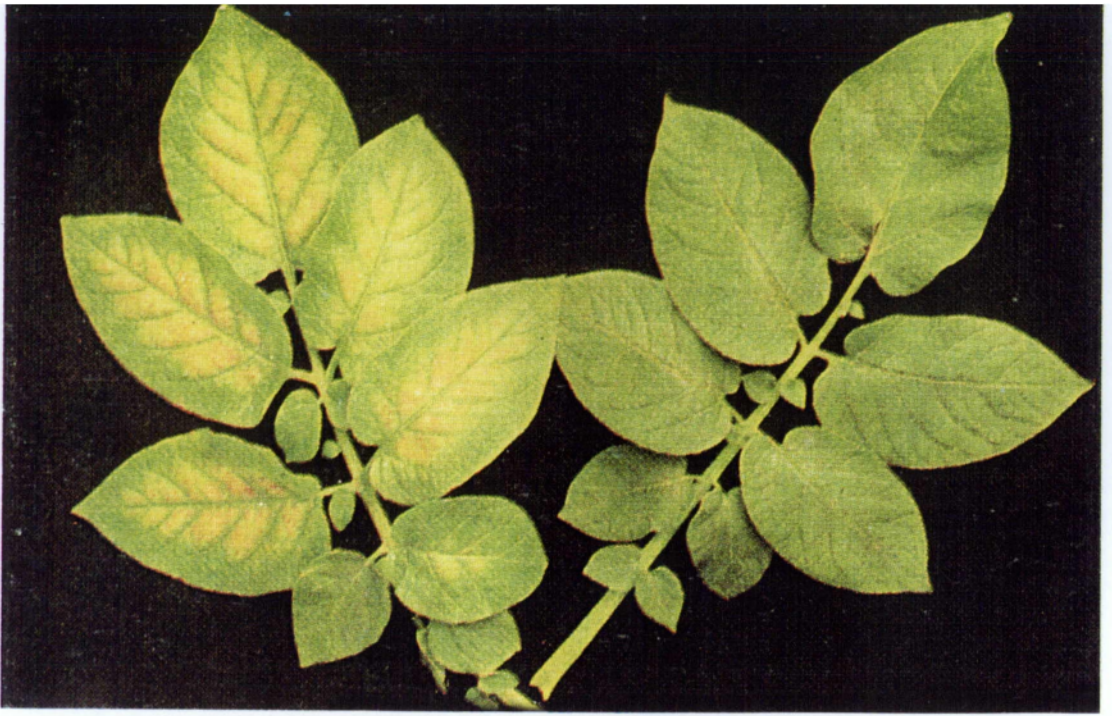
27



28



29



31



32



33



33



34

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Carolus, R. L. (1935). The relation of Potassium Calcium and Sodium to magnesium deficiency Proc. Amer. Soc. Hort Sci. 33:595-599
2. Chapman, D. Homer (1961). Methods of Analysis for soil plants and waters
3. Champan, D. Homer (1965). Diagnostic Criteria for Plant and Soils
4. Chucka, J. A. (1938). Magnesium studies with the potato. Amer. Potato Journal 11 29-35
5. Chucka, J. A. and B. E. Brown (1938). Magnesium studies with the potato. Amer. Potato Journal 15 301-312
6. Dearborn, C. H. (1939). Magnesium deficiency in cauliflower in Delaware County. New York Proc. Amer. soc. Hort 32:773-777
7. Ferrari, T. J. and C. M. Sluizmans (1955). Mottling and magnesium deficiency in oat and their dependence on various factors. Plant and Soils 6:262-299
8. Graham, E. R. and al (1956). Soil magnesium and the growth and Chemical composition of Plants. Missouri Univ. Agr. Expt. Sta. Reg. Bull. 607: 1-20
9. Greweling, Thomas (1973). Chemical analysis of Plant tissue. Technical Bulletin of Cornell University, Ithaca New York
10. Hester, J. B. and al (1947). The relation of rainfall, soil type and replaceable magnesium to deficiency symptoms. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 49:304-308
11. Jones, J. O and al (1943). Experiments on the control of magnesium deficiency in green house tomatoes. Progress Report I. Annual Rept. Agr. Hort. Res. Sta. Long Ashton Bristol 1943:48-53
12. Johnson, K. E. and al (1957). Control of magnesium deficiency in Utah 10-13 celery grown on organic soils. Soil. Sci Soc. Amer. Proc. 21:528-532
13. Knoblauch, H.C. and T. E. Odland (1934a). The response of potatoes to magnesium under various soil conditions Amer. Potato Journal 11 35- 40
14. Knoblauch, H.C. and T. E. Odland (1934b). A magnesium deficiency induced by previous fertilizer treatments. Journal Amer. Soc. Agron. 26:609-615
15. Mulder, E. c. (1956). Nitrogen - Magnesium relations in crop-plants Stikstof No 2: 39-48

16. Nicholas, O. J. and W. R. Stanton (1946). Experiments on the control of magnesium deficiency in glasshouse tomatoes. Annual Rept. Agr. Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol 1946:66-79
17. Nicholas D. J. and E. Catlow (1947). Effects of farmyard manure and various fertilizers treatments of cauliflower. Annual Rept. Agr. Hort. Res. Sta. Long Ashton Bristol U.K. 1947:103-109
18. Peech M. (1948). Chemical methods for assessing soil fertility chap 1:1-52 in Diagnostic techniques for soil and crops. Ed. Pub. by Amer. potash Inst.
19. Pratt, p. F. and R. B. Harding (1957). Decrease in exchangeable magnesium in an irrigated soil during twenty - eight years of differential fertilization. Agron. Jour. 49:419-421
20. Renter, D. J. and J. B. Robinson (1986). Plant analysis. An interpretation manual
21. Seo, Y. (1957). The effect of magnesium deficiency of plant growth. Miyazaki Daigaku. Nogakubu Kenkyri Siho 2 30-35
22. Σιώνης Αστέριος (1988). Γονιμότητα εδάφους - Λιπάσματα (Σημειώσεις Παραδόσεων)
23. Sluizmans, C. M. J. (1959). Relations between magnesium content of soil, deficiency symptoms and surplus yield of Dutch soils. Landow Forsch. Sonderhelt No 13: 17-23
24. Sparque, H. b. (1964). Hunger Signs in Crops.
25. Stier, H. L. (1941). Are some of cantaloupe troubles caused by nutrient deficiencies rather than by diseases? Peninsula Hort. Sci. Trans. in Delaware State Board Agr. Bull. 31:88-90
26. Taylor, E. M. and J. L. Howatt (1937). Magnesium in field crop production in New Brunswick. Sci. Agr. 17: 294-298
27. Wallace, T. (1951). The diagnosis of mineral deficiencies in plants
28. Walsh, T. and E. J. Clarke (1945). A chlorosis of tomatoes in relation to potassium and magnesium nutrition Journ. Roy. Hort. Soc 70 202-207
29. Yamaguchi, M. F. H. Takatori and O. A. Lorenz. Magnesium deficiency of celery. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75:456-462
30. The analysis of Agricultural materials (1973) Techn. Bulletin 27. A manual of the analytical methods used by the agricultural development and advisory service in U.K.
31. Γεωργία Κτηνοτροφία (1995): Ορθολογική λίπανση καλλιεργειών
32. Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία (1998). Οδηγός αντιμετώπισης ασθενειών των φυτών
33. Παναγόπουλος Χρήστος (1995). Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών