

*Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα: Επιστήμη Φυτικής Παραγωγής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών (Π.Μ.Σ.):
«Επιστήμη και Σύγχρονα συστήματα φυτικής
παραγωγής, φυτοπροστασίας και αρχιτεκτονικής
τοπίου»
Ειδίκευση: Οπωροκηπευτικά και Ανθοκομία*



*Μουζάκης Γεώργιος
Γεωπόνος*

Αθήνα 2011

*Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα: Επιστήμη Φυτικής Παραγωγής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών (Π.Μ.Σ.):
«Επιστήμη και σύγχρονα συστήματα φυτικής
παραγωγής, φυτοπροστασίας και αρχιτεκτονικής
τοπίου»*

*Ειδίκευση: Οπωροκηπευτικά και Ανθοκομία
Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών*

*Μεταπτυχιακή Μελέτη
“Επίδραση της εδαφοκάλυψης με πλαστικά φύλλα
διαφόρων τύπων στην ανάπτυξη, παραγωγή και
ποιότητα της πατάτας”*

*Εξεταστική επιτροπή
Εισηγητής: Σάββας Δημήτριος
(Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.)*

*Μέλη: Πάσσαμ Χάρολντ-Κρίστοφερ
(Καθηγητής Γ.Π.Α., Διευθυντής Εργαστηρίου
Κηπευτικών Καλλιεργειών)*

*Ακουμιανάκης Κωνσταντίνος
(Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.)*

Αθήνα 2011

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση μιας μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί για τους περισσότερους ενασχοληθέντες με το αντικείμενο ένα βήμα ζωής ουσιώδες για την μετέπειτα εξέλιξη της επαγγελματικής αλλά και προσωπικής τους ζωής. Όπως λοιπόν σε κάθε σημαντικό βήμα της ζωής μας θέλουμε και επιλέγουμε στο πλευρό μας να έχουμε πραγματικούς αρωγούς έτσι και σε αυτό πολλοί ήταν εκείνοι στους οποίους οφείλω ένα εκ βαθέων καρδιάς μεγάλο ευχαριστώ αρχής γενομένης από τον κύριο **Σάββα Δημήτριο**, Επίκουρο Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ο κύριος **Σάββας Δημήτριος** βρέθηκε πάντα δίπλα μου, σε όποιο πρόβλημα αντιμετώπιζα, τόσο στην προπτυχιακή, όσο και στην μεταπτυχιακή διατριβή μου. Οφείλω να του ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθεια, επιστημονική και ηθική και τις εξίσου πολύτιμες συμβουλές που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους, όσο και κατά τη συγγραφή, διόρθωσή και τελική παρουσίασή της.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον Κύριο **Κώστωρα Αναστάσιο**, επίκουρο καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας και τον Κύριο **Δημόπουλο Βασίλιο**, επίκουρο Καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας για την υπερπολύτιμη επιστημονική βοήθεια που μου προσέφεραν κατά την διεξαγωγή της μελέτης μου. Η αξιόλογη προσφορά τους στον υλικοτεχνικό τομέα της εκπόνησης της διατριβής μου έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην όλη μου προσπάθεια, καθώς ένα μέρος των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας.

Οι ευχαριστίες μου φυσικά δεν θα μπορούσαν να μην περιλαμβάνουν την ιδιωτική εταιρεία **Πλαστικά Κρήτης**, αφού χωρίς την χορηγία τους στον υλικοτεχνικό τομέα της εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής μου η διεξαγωγή του πειράματος θα ήταν ουσιαστικά αδύνατη.

Θα ήταν θεωρώ μεγάλη παράλειψη μου να μην ευχαριστήσω τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής της διατριβής μου και ειδικότερα τον Κύριο **Πάσσαμ Χάρολντ – Κρίστοφ**, Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και Διευθυντή του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιερειών και τον κύριο **Ακουμανάκη Κωνσταντίνο** Αναπληρωτή Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την τόσο πολύτιμη επιστημονική και ηθική βοήθεια που μου προσέφεραν τόσο κατά την διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά την τελική παρουσίαση της μελέτης μου.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον κ. **Γεώργιο Γκιζα**, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Αμθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου του ΤΕΙ Ηπείρου για την παραχώρηση του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για τις καταγραφές της θερμοκρασίας και της υγρασίας του

εδάφους, την εκπαίδευση στη χρήση του και την συνολική συμβολή του στην λήψη και επεξεργασία αυτών των δεδομένων.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου τον γεωργό κύριο **Φιαμέγκα Χρήστο**, στην αγροτική έκταση του οποίου πραγματοποιήθηκε το πείραμα, στο Δημοτικό Διαμέρισμα Αγίου Γεωργίου, του Δήμου Ανδραβίδας. Δεν θα ξεχάσω ποτέ την αμέριστη προσφορά του ίδιου και του υιού του αφιλοκερδώς, τόσο για την έκταση που μας προσέφεραν, όσο και για όλες τις γεωργικές εργασίες κατά την διάρκεια της καλλιέργειας. Εδώ θα ήθελα να ευχαριστίσω και τον κύριο **Φραγκοπανάγο Κωνσταντίνο**, υπεύθυνο για το τμήμα Μετεωρολογίας του Πολεμικού Αεροδρομίου Ανδραβίδας (117 Π.Μ.), για όλα τα απαραίτητα για το πείραμα μετεωρολογικά δεδομένα που μας έδωσε, αφού χωρίς αυτόν η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων θα ήταν ελλιπής.

Κλείνοντας, για ένα πράγμα ευχαριστώ ιδιαίτερα του Θεού: **Για την οικογένεια που μου προσέφερε.** Χάρη σε αυτούς και για χάρη αυτών βάζω κάθε φορά τα δυνατά μου και αντιμάχομαι τις όποιες αντιξοότητες και δυσκολίες. Γιατί, το μόνο σίγουρο είναι πως χωρίς αυτούς οι σπουδές μου τόσο σε προπτυχιακό, όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο θα ήταν απαγορευτικές!

Μουζάκης Γεώργιος

Αθήνα, 2 Φεβρουαρίου 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ΑΒSTRACT	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ	10
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	11
1.2.1. Το Φύτρο	
1.2.2. Οι Ρίζες	
1.2.3. Οι Στόλωνες	
1.2.4. Ο Βλαστός	
1.2.5. Τα Φύλλα	
1.2.6. Ο Κόνδυλος	
1.3. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΠΑΤΑΤΑΣ	16
1.4. ΜΥΚΗΤΕΣ – ΙΩΣΕΙΣ – ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ	17
1.5. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ	19
1.5.1. Κλιματολογικές Συνθήκες – Φωτοπερίοδο	
1.5.2. Έδαφος	
1.6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ	20
1.6.1. Ανάπτυξη Φύτρων	
1.6.2. Βλαστική Ανάπτυξη	
1.6.3. Άνθιση	
1.6.4. Σχηματισμός στόλωνα και κονδύλου	
1.6.5. Ωρίμανση	
1.7. ΛΗΘΑΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ (DORMANCY)	23
1.7.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τον Λήθαργο	
1.7.2. Διακοπή Ληθάργου (Breakage of Dormancy)	
1.8. ΚΟΝΔΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	25
1.9. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ	27
1.9.1. Σακχαρόζη	
1.9.2. Αναγωγικά σάκχαρα	
1.9.3. Άμυλο	
1.9.4. Αναπνοή των κονδύλων	
1.10. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΠΑΤΑΤΑΣ	30
1.11. ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	31
1.12. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	31
1.12.1. Προετοιμασία Εδάφους	
1.12.2. Λίπανση – Επιφανειακή Λίπανση	
1.12.3. Σκαλίσματα – Χημική Καταπολέμηση	
1.13. ΑΡΔΕΥΣΗ	33
1.14. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	33
1.15. ΜΕΘΩΡΙΜΑΝΣΗ	33
1.16. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	34
1.17. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	34
1.18. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΟΝΔΥΛΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ	35
1.18.1. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά	
2. ΛΙΠΑΝΣΗ ΠΑΤΑΤΑΣ	35

2.1.1. Άζωτο	
2.1.2. Φώσφορος	
2.1.3. Κάλιο	
2.1.4. Ασβέστιο	
2.1.5. Μαγνήσιο	
2.1.6. Μαγγάνιο	
2.1.7. Βόριο	
2.1.8. Σίδηρος	
2.1.9. Ψευδάργυρος	
2.1.10. Χαλκός	
2.2. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	40
2.2.1. Αζωτούχα Λιπάσματα	
2.2.2. Φωσφορικά Λιπάσματα	
2.2.3. Καλιούχα Λιπάσματα	
2.2.4. Μικτά - Σύνθετα Λιπάσματα	
2.3. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	42
2.4. ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	43
3. ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗ	44
3.1 Οργανικά Υλικά για Εδαφοκάλυψη	46
3.2 Ανόργανα Υλικά για Εδαφοκάλυψη	48
3.3 Χαλίκι, ως πλαστικό εδαφοκάλυψης	48
3.4 Θραυστό πέτρωμα	49
3.5 Άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται ως εδαφοκάλυψη	49
3.6 Πλαστικά Φύλλα Εδαφοκάλυψης	49
➤ Πλεονεκτήματα της εδαφοκάλυψης με πλαστικό	50
➤ Μειονεκτήματα της εδαφοκάλυψης με πλαστικό	50
I. Μικροκλίμα	51
II. Θερμοκρασία εδάφους	51
III. Υγρασία εδάφους	53
IV. Παραγωγή κονδύλων	54
V. Επίδραση στη Φωτοσύνθεση	55
VI. Νωπό - Ξηρό Βάρος	56
VII. Εχθροί και Ασθένειες	56
VIII. Συγκέντωση Θρεπτικών Στοιχείων	56
IX. Ζιζάνια	58
X. Κόστος Παραγωγής	60
3.6.1. Μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης	61
3.6.2. Ασπρόμαυρο πλαστικό εδαφοκάλυψης	62
3.6.3. Λευκό πλαστικό εδαφοκάλυψης	63
3.6.4. Διάφανο πλαστικό εδαφοκάλυψης	64
3.6.5. Έγχρωμο πλαστικό εδαφοκάλυψης	64
3.6.6. Πλαστικό εδαφοκάλυψης με Υπέρυθρη διαβίβαση (IRT)	65
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	66
4.1. Περιγραφή της πειραματικής εγκατάστασης - Μεθοδολογία υλοποίησης ερευνητικού έργου	66
4.2. Περιγραφή του πειράματος	67
4.2.1 Προετοιμασία του εδάφους	
4.2.2. Ποικιλία πατάτας που χρησιμοποιήθηκε	
4.3. Πρόγραμμα εργασιών (Λίπανση, ψεκασμοί με φυτοπροστατευτικά προϊόντα) καθ' όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου	69

4.4. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν - Σκοπιμότητα υλοποίησης ερευνητικού έργου	70
4.5. Αναλύσεις εδάφους, φύλλων και φυτικών ιστών	72
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	76
1. Σύγκριση ανάπτυξης των φυτών ανά μεταχείριση	76
2. Σύγκριση θερμοκρασίας εδάφους και αέρα, υγρασίας εδάφους και σχετικής υγρασίας, ηλιοφάνειας και ύψους βροχής	78
3. Σύγκριση Νωπού και Ξηρού Βάρους ανά μεταχείριση	84
4. Σύγκριση αποτελεσμάτων συγκομιδής (βάρος και αριθμός ανά μεταχείριση των εμπορεύσιμων και των μη εμπορεύσιμων κονδύλων και διακρίνοντας τους τελευταίους σε κατηγορίες)	91
5. Ανάλυση Εδάφους	97
6. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα	102
7. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους βλαστούς	108
8. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο ριζικό σύστημα	110
9. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους κονδύλους	113
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	115
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	118

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση πλαστικών φύλλων για εδαφοκάλυψη είναι μια σημαντική γεωργική πρακτική για την προώμιση της παραγωγής, την εξοικονόμηση νερού και τη βελτίωση της παραγωγικότητας, και της ποιότητας των καλλιεργειών πατάτας. Σε αυτό το πείραμα, που διεξήχθη στην *Ανδραβίδα Ηλείας*, εξετάστηκε η επίδραση δύο τύπων πλαστικών φύλλων εδαφοκάλυψης, μαύρου και ασπρόμαυρου, α) στην εδαφική θερμοκρασία και υγρασία, β) στον ρυθμό ανάπτυξης της πατάτας (*Solanum tuberosum L.*) και του μεγέθους των κονδύλων, γ) στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων P, Ca, Mg, K, Na καθώς επίσης και του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο έδαφος, δ) στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn και B στα φύλλα και ε) στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων P, K, Ca και Mg στους βλαστούς, στις ρίζες και στους κονδύλους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέση ημερήσια θερμοκρασία στο περιβάλλον των ριζών ήταν υψηλότερη στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό φύλλο, ακολουθούμενη από την μεταχείριση χωρίς εδαφοκάλυψη, ενώ ήταν ακόμη χαμηλότερη στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο. Όσον αφορά την υγρασία εδάφους υπερτερούσε στην μη εδαφοκάλυψη μέχρι τις 37 ημέρες από την φύτευση, λόγω των υψηλών βροχοπτώσεων στην αρχή της καλλιέργειας, ενώ μετά ήταν περισσότερη στην εδαφοκάλυψη. Επιπλέον, με την εδαφοκάλυψη η ανάδυση και η ανάπτυξη των φυτών της πατάτας ήταν προωμιότερη και παρατηρήθηκε περισσότερο νωπό και ξηρό βάρος στα φύλλα, τους βλαστούς, τις ρίζες και τους κονδύλους, σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Ακόμη διαπιστώθηκε ότι η εδαφοκάλυψη σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες πατάτας δίνει περισσότερη παραγωγή (συνολική και σε εμπορεύσιμους κονδύλους), αλλά μικρότερο αριθμό κονδύλων σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Αντίθετα, ο αριθμός των κονδύλων (εμπορεύσιμοι και μη), καθώς και το βάρος των μη εμπορεύσιμων ήταν υψηλότερος χωρίς εδαφοκάλυψη. Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις των P, Ca, Mg, K, Na και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο έδαφος ήταν μεγαλύτερες στον μάρτυρα και το pH στην εδαφοκάλυψη. Επίσης, μετρήθηκαν και οι συγκεντρώσεις των N, Cu, Fe, Mn, Zn και B στα φύλλα και βρέθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των Cu, Fe και Zn ήταν υψηλότερες στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό, οι συγκεντρώσεις των Mn και B ήταν υψηλότερες στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό, ενώ η συγκέντρωση του N ήταν μεγαλύτερη χωρίς εδαφοκάλυψη. Τέλος, μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις των P, Ca, Mg και K στους βλαστούς, στις ρίζες και στους κονδύλους και υπολογίστηκαν περισσότερη στην εδαφοκάλυψη.

Συμπερασματικά, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων ήταν υψηλότερες στην εδαφοκάλυψη στα φύλλα, στους βλαστούς, στις ρίζες και στους κονδύλους και χωρίς εδαφοκάλυψη στο έδαφος. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν ότι η εδαφοκάλυψη αυξάνει την απορρόφηση των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων του εδάφους με συνέπεια να παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις αυτών στους φυτικούς ιστούς και χαμηλότερες συγκεντρώσεις στο έδαφος.

ABSTRACT

Plastic film mulching is an important agricultural practice to achieve early yield, save water and improve crop productivity in potato cultivation. In this experiment, which was conducted in *Andravida Ileias* in *Greece*, we examined the effects of two types of plastic mulch, black and whiteblack, a) on soil temperature and moisture status, b) on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and yield, c) on the concentrations of P, Ca, Mg, K, Na, pH and EC in the soil, d) on the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn and B in the leaves and e) on the concentrations of P, K, Ca and Mg in the shoots, roots and tubers.

The highest daily mean soil temperature (in the root environment) was registered under mulch with black plastic, followed by mulch with whiteblack plastic, while the least soil temperature occurred when no mulching was applied. During the initial five weeks, the highest soil moisture content was registered in the plots without mulching. However, thereafter, mulching with black plastic film resulted in the highest moisture content, although the differences were rather small. Furthermore, potato emergence and growth were earlier under mulch and the effect of mulching on fresh and dry weight in the leaves, shoots, roots and tubers was higher than in the plants without mulching.

With respect to the tuber yield, our results indicate that mulching in spring potato crops increases the total production (weight per plant) due to formation of larger tubers, while the number of tubers per plant is higher when no mulching is applied. On the other hand both the weight and the number of non-marketable potatoes per plant (kg) were higher without plastic mulching in comparison with those obtained when mulching with either black or black-white plastic was applied. The concentrations of P, Ca, Mg, K, Na and EC in the soil were lower when mulching was applied, regardless of the colour of the plastic sheet used to cover the soil. With respect to the soil acidity, the highest pH levels were measured in samples with mulching. Moreover, the concentrations of K, Ca and Mg and P in the leaf, shoots, roots and tubers were higher under mulching. Finally, the leaf concentrations of Cu, Fe and Zn were higher under mulch with whiteblack plastic, the concentrations of Mn and B were higher under mulch with black plastic and the concentration of N was highest without mulching.

Overall, the concentrations of nutrient elements under mulching were higher in the leaves, shoots, roots and tubers but lower in the soil, which indicates that mulching facilitates a more efficient exploitation of most soil nutrients.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η καλλιεργούμενη πατάτα (επιστ. Στρώγγον το κονδυλόρριζον, *Solanum tuberosum* L.) κατατάσσεται στη σειρά *Tuberosa*, υποομάδα *Potatoe*, οικογένεια *Solanaceae* (οικογένεια των Στρυχοειδών), υποτάξη *Solaninae*, τάξη *Tubiflorae* των Δικοτυλήδονων, τα οποία ανήκουν στο φύλο Αγγειόσπερμα. Στη σειρά *Tuberosa*, εκτός από το τετραπλοειδές είδος *S. Tuberosum*, ανήκουν επίσης διπλοειδή ($2n=24$) είδη (π.χ. *Solanum phureja* Juz. et Buk., *Solanum stenotomum* Juz. et Buk.), τριπλοειδή ($2n=36$) είδη (*Solanum chaucha* Juz. et Buk., *Solanum juzepczukii* Juz. et Buk.) τα οποία προέρχονται από φυσικές διασταυρώσεις μεταξύ των *S. tuberosum* subsp. *andigena* και *S. stenotomum* και πενταπλοειδή ($2n=60$) είδη (*Solanum curtilobum* Juz. et Buk.) τα οποία προέρχονται από φυσικές διασταυρώσεις μεταξύ των *S. juzepczukii* και *S. tuberosum* subsp. *andigena*. Στο είδος *S. tuberosum* διακρίνουμε δύο υποείδη (subspecies), τα *tuberosum* και *andigena* εκ των οποίων το τελευταίο έχει ικανοποιητική παραγωγή μόνο όταν καλλιεργείται σε μεγάλο υψόμετρο (μεγαλύτερο από 2000 m) και σε συνθήκες μικρών ημερών ενώ το υποείδος *tuberosum* σχηματίζει κονδύλους όταν καλλιεργείται σε περιοχές με μικρό υψόμετρο (μέχρι 2000 m) και σε μικρές ή σχετικά μικρές φωτοπεριόδους (Hawkes 1992).

Η καλλιεργούμενη πατάτα (*Solanum tuberosum* L.) κατάγεται από τα υψίπεδα των Άνδεων της Νότιας Αμερικής (Περού, Κολομβία, Ισημερινός, Βολιβία) και μεταφέρθηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη από τους Ισπανούς το 1537. Η πατάτα καλλιεργείτο από τους Ίνκας πάνω από 2000 χρόνια πριν την ανακάλυψη της Αμερικής. Υπάρχουν πάνω από 150 άγρια είδη πατάτας που έχουν βρεθεί στην Κεντρική Αμερική, στο Μεξικό και ακόμη πιο βόρεια, μέχρι το Κολοράντο των Η.Π.Α. Ο μεγάλος αριθμός των διάφορων ειδών πατάτας αποτελούσε βασική τροφή για τον άνθρωπο, τόσο στην αρχαιότητα όσο και στα νεότερα χρόνια. Η πατάτα μεταφέρθηκε στη Β. Αμερική από την Ιρλανδία το 1719 από τους Σκωτσέζους και Ιρλανδούς μετανάστες. Επομένως στην Αμερική η πατάτα δεν μεταφέρθηκε από την κεντρική ή τη Ν. Αμερική, ούτε προήλθε από την εξέλιξη και διάδοση ντόπιου υλικού. Στον Καναδά η πορεία της εισαγωγής και καλλιέργειας της πατάτας ακολουθεί παράλληλη εξέλιξη με αυτή των Η.Π.Α., αφού αρχίζει από τα παράλια του Ατλαντικού και εξαπλώνεται καθώς οι έποικοι προχωρούν δυτικά.

Αρχικά η πατάτα δεν φαίνεται να έχει εγκλιματιστεί και καλλιεργηθεί σαν είδος διατροφής στην Ευρώπη, παρά μετά παρέλευση 100 τουλάχιστον χρόνων από την εισαγωγή της. Οι πρώτες πατάτες που εισήχθησαν στην Ευρώπη ήταν οι *S. Tuberosum* sp. *andigena*, ένα ενδημικό είδος υποείδος της Χιλής, που είχε ανάγκη μικρής φωτοπεριόδου και μακρές περιόδου απουσίας παγετού, κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, για να μπορέσει να σχηματίσει κονδύλους. Μόνο σε μερικές περιοχές όπως η Ν. Γαλλία, η Ν. Ιρλανδία ικανοποιούσαν τις κλιματικές απαιτήσεις για καλλιέργεια της πατάτας. Από τους Ευρωπαίους, οι Ιρλανδοί ήταν οι πρώτοι που δέχτηκαν την πατάτα σαν βασικό είδος διατροφής. Το 1663 έγινε αποδεκτό σαν ένα φυτό σημαντικό για παραγωγή τροφής και το 1710 έγινε γνωστό στην υπόλοιπη Ευρώπη σαν Ιρλανδική πατάτα. Με την πάροδο του χρόνου η πατάτα απέκτησε ενδιαφέρον σαν είδος διατροφής σε περισσότερες περιοχές της Ευρώπης. Επίσης, χρειάστηκε να περάσει αρκετός χρόνος για να συνειδητοποιήσει ο κόσμος ότι οι κόνδυλοι της πατάτας δεν είναι δηλητηριώδεις, όπως πίστευαν, λόγω του ότι η πατάτα ανήκει στην οικογένεια των σολανώδων φυτών.

Στην Ελλάδα η εισαγωγή της πατάτας έγινε το 1830, από τον πρώτο κυβερνήτη της Ελλάδας Ιωάννη Καποδίστρια, στο νεοσύστατο τότε ελληνικό κράτος. Στην αρχή καλλιεργήθηκε σε περιορισμένη κλίμακα, πειραματικά, στην περιοχή της Τίρυνθας. Λέγεται μάλιστα ότι ο Ιωάννης Καποδίστριας λόγω της επιφυλακτικότητας των Ελλήνων προς το νέο τρόφιμο τις κλείδωνε σε αποθήκες τις οποίες εσκεμμένα άφηνε αφύλακτες την νύχτα, ώστε να μπορεί ο λαός να τις κλέψει νομίζοντάς ότι είναι πολύτιμες.

Σήμερα η πατάτα είναι το μοναδικό λαχανικό των 5 κυριότερων καλλιεργούμενων φυτικών ειδών (τα άλλα 4 είναι δημητριακά) για την διατροφή του ανθρώπου. Από διαιτητικής πλευράς, η πατάτα είναι σημαντική τροφή και η πρωτεΐνη που περιέχει εξαιρετικής ποιότητας, γεγονός μεγάλης ιστορικής σημασίας. Οι νωποί κόνδυλοι της αποτελούνται κατά μέσο όρο από 75% νερό, 20% άμυλο, 2% πρωτεΐνες, 2% τέφρα, καθώς επίσης και από ελάχιστες ποσότητες λιπών. Στο εσωτερικό στρώμα του φλοιού των άγουρων κονδύλων της πατάτας υπάρχει μία δηλητηριώδης ουσία που ονομάζεται σολανίνη. Αν η περιεκτικότητα των κονδύλων σε σολανίνη ξεπεράσει το 0,02%, τότε υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης. Το άμυλο των κονδύλων χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για την παρασκευή καλλυντικών, διάφορων γλυκών, αιθυλικής αλκοόλης, δεξτρίνης, γλυκόζης, αμυλόκολλας, καθώς και για την παρασκευή υλικών που χρησιμοποιούνται στο φινίρισμα του χαρτιού και των υφασμάτων (Ολύμπιος, 1994).

Μία μέση πατάτα (173 gr) έχει 163 θερμίδες, καθόλου λιπαρά, αποτελεί μία εξαιρετική πηγή καλίου (βοηθά στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης) και βιταμίνης Α και C. Αποτελεί επίσης μία καλή πηγή φυσικών ινών, μαγνησίου, χαλκού, μαγνησίου, νιακίνης, βιταμίνης Β6 και φολικού οξέως. Οι πατάτες αποτελούν επίσης πηγή χλωρογενικού οξέως, ενός φυτοχημικού που η έρευνα έχει αποδείξει ότι μπορεί να μπλοκάρει τη δημιουργία καρκινογενών νιτροσαμινάσων και να μειώσει το κίνδυνο καρκίνων στο ήπαρ (συκώτι) και ορθό (κόλον). Μία πρόσφατη βρετανική έρευνα, ανακάλυψε στις πατάτες ουσίες που ονομάζονται *kukoamines*, που μπορούν να μειώσουν τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης.

Η παγκόσμια παραγωγή εκτιμάται ότι ανήλθε σε 327 εκατομμύρια τόνους το 2004 (FAO 2005). Με βάση αυτό το δεδομένο, η πατάτα συγκαταλέγεται μαζί με το σιτάρι, το ρύζι και το καλαμπόκι στις 4 σημαντικότερες καλλιέργειες από πλευράς παραγωγής (Claassens 2002). Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της χώρας καταλαμβάνοντας το 2004 έκταση 465.219 στρεμμάτων (ΕΣΥΕ 2004). Ανάλογα με την εποχή της καλλιέργειας διακρίνεται σε ανοιξιάτικη, καλοκαιρινή και φθινοπωρινή, με τη συνολική παραγωγή να εκτιμάται ότι ανήλθε το 2004 στους 836.362 τόνους (ΕΣΥΕ 2004).

1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το φυτό της πατάτας χαρακτηρίζεται από το σχηματισμό υπέργειων και υπόγειων βλαστών. Στους υπέργειους βλαστούς εμφανίζονται σύνθετα φύλλα στις μασχάλες των οποίων σχηματίζονται πλάγιοι βλαστοί και όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες το επιτρέπουν, σχηματίζονται ταξιανθίες και καρποί. Ο καρπός της πατάτας είναι ράγα με διάμετρο 1,3-2 cm και περιέχει 50-400 σπόρους. Ο βοτανικός σπόρος της πατάτας ονομάζεται διεθνώς True Potato Seed (TPS). Στο υπόγειο μέρος του φυτού της πατάτας, από τους μασχαλιαίους οφθαλμούς των κατώτερων γονάτων του κεντρικού στελέχους και από αυτούς των κοτυληδονόφυλλων, όταν καλλιεργούνται σπορόφυτα, αναπτύσσονται οι στόλωνες (Cutter 1992). Πρόκειται για υπόγειους βλαστούς που

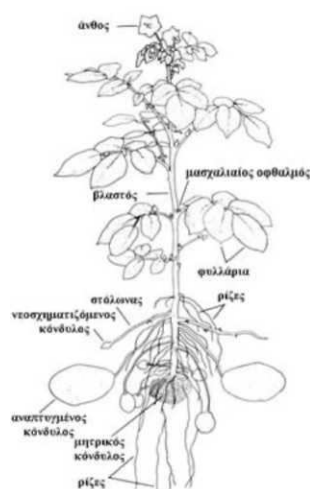
ακολουθούν διαγεωτροπική ανάπτυξη, η οποία εξαρτάται σημαντικά από την υγρασία και την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία (Lovell and Booth 1969).

Στην κορυφή των στολώνων (συνήθως) σχηματίζονται οι κόνδυλοι, διαδικασία που ονομάζεται κονδυλοποίηση και εξαρτάται από εξωγενείς παράγοντες όπως είναι η φωτοπερίοδος, η θερμοκρασία, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η παροχή αζώτου (Jackson 1999).

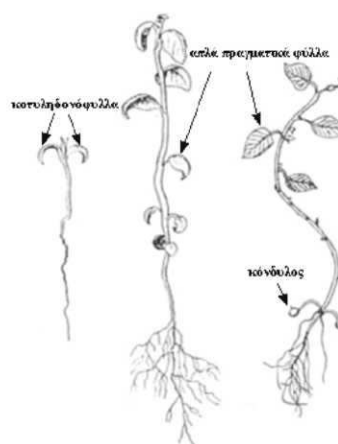
Όταν ο πολλαπλασιασμός της πατάτας γίνεται με βοτανικό σπόρο, οι κοτυληδόνες εξέρχονται από το έδαφος (επίγεια βλάστηση) και στη συνέχεια τα νεαρά σπορόφυτα σχηματίζουν 3-4 πραγματικά φύλλα τα οποία είναι απλά, με σχήμα οβάλ και φέρουν πολλές τρίχες ενώ αργότερα σχηματίζονται σύνθετα φύλλα (Cutter 1992). Είναι μια σημαντική διαφορά στον τρόπο ανάπτυξης ανάμεσα στα φυτά που προέρχονται από βοτανικό σπόρο και σε αυτά που προέρχονται από κόνδυλο που υποδηλώνει μεγαλύτερης διάρκειας νεανική φάση στα σπορόφυτα αφού σύμφωνα με τον Davies (1983) η μετάβαση των φυτών από τη νεανική στην ενήλικη φάση προσδιορίζεται μεταξύ άλλων και από διαφορές στη μορφολογία των φύλλων.

Επιπλέον τα σπορόφυτα έχουν διαφορετικό ρυθμό ανάπτυξης από τα φυτά που προέρχονται από κόνδυλο με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερη διάρκεια καλλιεργητικής περιόδου για την ωρίμανσή τους (Uradhya et al. 2003).

(α)



(β)



Εικόνα 1. (α) Μορφολογικά χαρακτηριστικά φυτού πατάτας σε πλήρη ανάπτυξη και προέρχεται από πατατόσπορο (Αnonymous, 1992) και (β) σπόροφυτο πατάτας κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης (Cutter 1992).

Πιο αναλυτικά, τα Βοτανικά Χαρακτηριστικά της Πατάτας είναι τα εξής:

1.2.1. Το Φύτρο

Τα φύτρα του κόνδυλου πατάτας είναι κυρίως εξαιρετικά κοντά νεαρά στελέχη. Η μορφή και το χρώμα των φύτρων είναι χαρακτηριστικά της καλλιεργούμενης ποικιλίας. Δεν υπάρχει καμία αλληλεπίδραση μεταξύ του χρώματος του φύτρου και της ποιότητας της καλλιεργούμενης ποικιλίας. Τα στελέχη αναπτύσσονται από τα φύτρα. Μερικές φορές, όταν ο κόνδυλος φυσιολογικά είναι πολύ παλιός, τα φύτρα διαμορφώνουν άμεσα μικρούς κόνδυλους. Οι υγιείς νεαροί βλαστοί της πατάτας ποτέ

δεν επιμηκύνονται, έχουν χαρακτηριστικό χρώμα και σχήμα, και ελαφριά κάλυψη με τρίχες σε μερικές ποικιλίες. Αν έχουν καφέ (καστανό) αποχρωματισμό ή βλεννώδη έκκριση, τότε ίσως έχουν μολυνθεί από μύκητα ή βακτήριο.

Τα φύτρα μπορούν να είναι φυσιολογικά, αποθηκευτικά ή λεπτά σαν νήματα. Η καλύτερη περίπτωση είναι όταν οι κόνδυλοι έχουν μόνο φυσιολογικά φύτρα. Είναι κοντά και χοντρά με χαρακτηριστικό χρώμα και σχήμα. Από τέτοια φύτρα συνήθως αναπτύσσονται υγιή στελέχη.

1.2.2. Οι Ρίζες

Η πατάτα, όπως και άλλα δικοτυλήδονα φυτά, έχει ένα κεντρικό ριζικό σύστημα που περιέχει μερικές κύριες ρίζες και πολλές πλευρικές ρίζες. Οι ρίζες μπορούν να αναπτυχθούν μόνο από τα φύτρα και τα στελέχη. Ο κόνδυλος της πατάτας ή οι στόλωνες δεν μπορούν να αναπτύξουν ρίζες. Η έναρξη των νέων ριζών είναι ορατή στη βάση των φυσιολογικών νεαρών βλαστών. Οι υγιείς ρίζες πατάτας είναι άσπρες ή έχουν λίγο αμμώδες χρώμα.

1.2.3. Οι Στόλωνες

Οι στόλωνες, όπως και οι κόνδυλοι είναι τροποποιημένοι βλαστοί. Μπορούν να αναπτυχθούν μόνο από τους βλαστούς. Άλλοι στόλωνες ή κόνδυλοι ή βλαστοί μπορούν να αναπτυχθούν μόνο από στόλωνες. Το χρώμα των υγιών στολώνων είναι άσπρο, χωρίς εκφύσεις. Οι κόνδυλοι ή οι βλαστοί μπορούν να αναπτυχθούν στην άκρη των στολώνων, όταν ο στόλωνα φτάσει στην επιφάνεια του εδάφους. Ο αριθμός και το μήκος των στολώνων εξαρτάται εν μέρει από την καλλιεργούμενη ποικιλία και από το έδαφος.

Μερικές ποικιλίες σε αμμώδες έδαφος, αναπτύσσουν υπερβολικά επιμήκεις στόλωνες. Οι στόλωνες συνήθως δεν διακλαδίζονται, αλλά μερικές παλαιότερες ποικιλίες έχουν κάποια τάση για αυτό το δυσμενές χαρακτηριστικό. Η διακλάδωση των στολώνων οδηγεί σε μια αλυσιδωτή ανάπτυξη κονδύλων. Η δυνατότητα της αλυσιδωτής ανάπτυξης εξαρτάται από την καλλιεργούμενη ποικιλία πατάτας.

1.2.4. Ο Βλαστός



Εικόνα 2. Ο βλαστός της πατάτας.

Οι βλαστοί των φυτών πατάτας αναπτύσσονται από τα φύτρα του κονδύλου, ή από την άκρη των στολώνων. Οι ρίζες, οι στόλωνες και σπάνια άλλοι βλαστοί μπορεί να αναπτυχθούν από βλαστούς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Επάνω από την επιφάνεια του εδάφους, ο βλαστός αναπτύσσει φύλλα, με διακλάδωση άλλους βλαστούς και άνθη. Κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ο βλαστός έχει άσπρο χρώμα, σπάνια με κυανό-βυσσινή αποχρωματισμό.

Ο υγιής βλαστός πάνω από την επιφάνεια του εδάφους έχει πράσινο χρώμα, μερικές ποικιλίες έχουν ένα κυανό-βυσσινή χρωματισμό. Το μήκος των βλαστών εξαρτάται κυρίως από την καλλιεργούμενη ποικιλία και λίγο πολύ από τη θρέψη. Περισσότερο άζωτο στη θρέψη οδηγεί συνήθως σε πιο επιμήκεις βλαστούς και μεγαλύτερο φύλλωμα.

Οι βλαστοί μπορεί να είναι απλωμένοι στο έδαφος ή όρθιοι. Οι ποικιλίες με τους απλωμένους βλαστούς καλύπτουν την επιφάνεια του εδάφους γρηγορότερα από τις άλλες. Αυτό είναι καλό από την άποψη του ελέγχου των ζιζανίων, αλλά κακό από την άποψη της δυνατότητας ψεκασμού ενάντια σε εχθρούς και ασθένειες. Το σύστημα των βλαστών εξαρτάται από την καλλιεργούμενη ποικιλία πατάτας, αλλά η θρέψη με πολύ άζωτο μπορεί να οδηγήσει σε απλωμένους βλαστούς.

Το φυτό της πατάτας σχηματίζει δυο ειδών βλαστούς: τους εναέριους (υπέργειους) και τους υπόγειους βλαστούς.

Οι εναέριοι βλαστοί είναι κατά το πλείστον πράσινου χρώματος, μερικοί όμως έχουν ιώδη ή κοκκινωπό χρωματισμό. Στην αρχή της εμφάνισης τους είναι όρθιοι αλλά αργότερα όσο προχωράει η ανάπτυξη και η ηλικία τους, διακλαδίζονται, αδυνατίζουν, πέφτουν και αναπτύσσονται προς τα πλάγια σε μήκος 40-80 εκ..

Οι υπόγειοι βλαστοί (στόλωνες) λειτουργούν όπως και οι υπέργειοι με τη διαφορά ότι κάθε στόλωνα τερματίζει την ανάπτυξη του με τη διόγκωση και σχηματισμό κονδύλων. Πιθανόν πάνω στον ίδιο στόλωνα να σχηματιστούν περισσότεροι του ενός κόνδυλοι (Ολύμπιος, 1994).

1.2.5. Τα Φύλλα

Το φύλλο της πατάτας είναι σύνθετα. Τα πρώτα φύλλα που σχηματίζονται στους βλαστούς που εκφύονται από το μητρικό πατατόσπορο είναι απλά. Καθώς όμως στο φυτό παράγονται και άλλα φύλλα, αυτά φέρουν περισσότερα φυλλάρια (7-11) καθώς και φυλλίδια πάνω στο μίσχο παρά στη βάση του φύλλου. Ο αριθμός των φυλλαρίων που έχουν τα φύλλα διαφέρει στις διάφορες ποικιλίες και επίσης παρατηρούνται διαφορές και με την ηλικία του φυτού. Τα φυλλάρια έχουν στομάτια τόσο στην άνω επιφάνεια (λιγότερα) όσο και στην κάτω επιφάνεια (πολυπληθέστερα) (Ολύμπιος, 1994).

Τα υγιή φύλλα πατάτας είναι πράσινα, μερικές φορές με κίτρινο ή πορφυρό χρωματισμό. Το κιτρίνισμα των φύλλων δεν είναι πάντα σημάδι μόλυνσεων. Μπορεί να προκληθεί από τη μόλυνση ιών, το πολύ άζωτο, το πολύ νερό στο έδαφος, μη αρκετό αέρα στο έδαφος, σε μερικές ποικιλίες από σοβαρή επίθεση από κυστονηματώδεις, ή μπορεί να είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας.

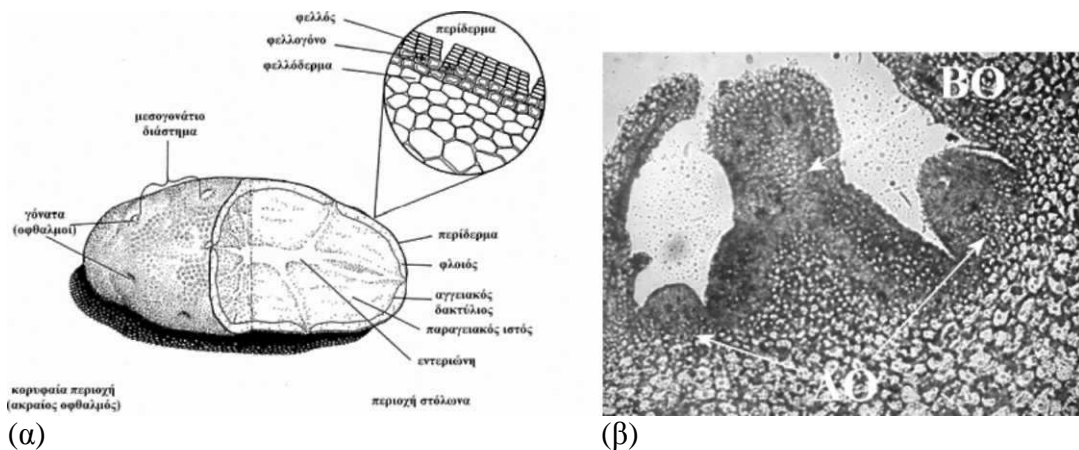
Η κατάσταση των φυλλαρίων εξαρτάται από την ποικιλία και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ένα μικρό κατσάρωμα (συστροφή) των φυλλαρίων προς τα πάνω μπορεί να έχει προκληθεί από απώλειες ύδατος, μόλυνση από *rhizoctonia*, *colletotrichum*, ή *stollbur*. Εμφανίζεται συνήθως μαζί με μάρανση. Μικρό κατσάρωμα προς τα πάνω χωρίς μάρανση, με το κανονικό πίεση σπαργής είναι κανονικό χαρακτηριστικό μερικών ποικιλιών.

1.2.6. Ο Κόνδυλος



Εικόνα 3. Ο κόνδυλος της πατάτας.

Ο κόνδυλος ως υπόγειος τροποποιημένος βλαστός παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά των βλαστών: γόνατα, μεσογονάτια διαστήματα, φύλλα (λέπια) και οφθαλμούς στις μασχάλες των φύλλων, με τους τελευταίους να εμφανίζονται κατ'εναλλαγή και σπειροειδώς (Ολύμπιος 1994). Οι οφθαλμοί είναι σύνθετοι και αποτελούνται από τον κύριο ή βασικό και δύο δευτερεύοντες οφθαλμούς.



Εικόνα 4. (α) Διαγραμματική παρουσίαση του κονδύλου της πατάτας και (β) σύνθετος οφθαλμός πατάτας με τον κύριο ή βασικό οφθαλμό (BO) και τους 2 δευτερεύοντες (ΔΟ) (Dean 1994).

Ο κόνδυλος της πατάτας διακρίνεται ανατομικά στις εξής περιοχές: περιδέρμα, φλοιός, αγγειακός δακτύλιος και εντεριώνη (Cutter 1992).

Περιδέρμα. Αποτελείται από το φελλόδερμα, το φελοκάμβιο και τα κύτταρα του φελλού. Ο σχηματισμός του ξεκινά κατά τη διάρκεια της διόγκωσης του κονδύλου όπου παρατηρείται αποβολή της λεπτής επιδερμίδας και ανάπτυξη του φελοκάμβιου από το οποίο σχηματίζονται προς την εξωτερική επιφάνεια τα κύτταρα φελλού και προς το εσωτερικό του κονδύλου τα κύτταρα φελλοδέματος. Το περιδέρμα παρέχει στον κόνδυλο προστασία από την είσοδο παθογόνων και παρεμποδίζει την απώλεια νερού (Cutter 1992).

Φλοιός. Αποτελεί σημαντικό μέρος της μάζας του στόλωνα αλλά κατά τη διόγκωση του άκρου του στόλωνα και το σχηματισμό του κονδύλου δεν παρατηρείται σημαντική αύξηση στον αριθμό των κυττάρων του φλοιού. Τα κύτταρα του φλοιώδους παρεγχύματος περιέχουν μεγαλύτερο αριθμό αμυλόκοκκων σε σχέση με τα υπόλοιπα παρεγχυματικά κύτταρα της εντεριώνης ενώ τα κύτταρα του φλοιού που βρίσκονται προς την πλευρά του περιδέματος περιέχουν μικρότερο αριθμό αμυλόκοκκων από ότι αυτά που βρίσκονται προς την εντεριώνη (Cutter 1992).

Αγγειακός δακτύλιος. Περιλαμβάνει τον ηθμό (εξωτερικό και εσωτερικό) που αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του και το ξύλο και προέρχονται από το προκάμβιο (Cutter 1992). Καθώς ο κόνδυλος διογκώνεται, ο ηθμός διαχωρίζεται σε πολυάριθμες ηθμαγγειώδεις δεσμίδες λόγω των κυτταρικών διαιρέσεων που συμβαίνουν στο εσωτερικό του (Reeve et al. 1969a) και αποτελείται από ηθμοσωλήνες, εξειδικευμένα συνοδά κύτταρα και αποθηκευτικά παρεγχυματικά κύτταρα (Peterson et al. 1981). Τα συνοδά κύτταρα περιβάλλουν τον ηθμοσωλήνα και περιέχουν πολλά και μεγάλα μιτοχόνδρια καθώς και πλαστίδια με μικρή περιεκτικότητα σε άμυλο. Τα εξειδικευμένα παρεγχυματικά κύτταρα περιλαμβάνουν πλαστίδια με λίγους ή και καθόλου αμυλόκοκκους, μικρά μιτοχόνδρια και πολλά χυμοτόπια, ενώ τα αποθηκευτικά παρεγχυματικά κύτταρα αποτελούνται από αμυλοπλάστες που φέρουν μεγάλους κόκκους αμύλου, μεγάλα χυμοτόπια και περιφεριακό κυτόπλασμα.

Το ξύλο διακρίνεται στο πρωτόξυλο και το μετάξυλο, τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους από μία ζώνη παρεγχυματικών κυττάρων (Artschwager 1924). Το ξύλο δεν καταλαμβάνει μεγάλο μέρος του κονδύλου και εντοπίζεται στην περιοχή πρόσφυσης με τον στόλωνα, υποδηλώνοντας ότι αυτή αποτελεί το γηραιότερο τμήμα του (Reeve et al. 1969b).

Εντεριώνη. Προέρχεται από το θεμελιώδες μερίστωμα και συμμετέχει κυρίως στα πρώτα στάδια της διόγκωσης του κονδύλου. Η εντεριώνη διατρέχει κατά μήκος το εσωτερικό του κονδύλου από το σημείο πρόσφυσης του στόλωνα μέχρι τον ακραίο οφθαλμό και παράλληλα απλώνεται ακτινωτά προς την επιφάνεια όπου και συνδέεται με τους μασχαλιαίους οφθαλμούς. Στους ώριμους κονδύλους η εντεριώνη αποτελείται από πολυεδρικά κύτταρα, τα οποία εξαιτίας της χαμηλής περιεκτικότητας σε άμυλο, αποτελούν σημείο συσσώρευσης νερού (Reeve 1954).

1.3. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Σιαρολότ: Προέρχεται από τη Γαλλία και Βέλγιο. Είναι πρώιμη ποικιλία μέσης παραγωγικότητας. Το υπέργειο μέρος των φυτών είναι σχετικά μικρό και αναπτύσσεται γρήγορα. Οι κόνδυλοι είναι μέτριοι, επιμήκεις με ξέβαθα μάτια και κίτρινη σάρκα.

Λιζέτα: Προέρχεται από την Ολλανδία. Είναι ποικιλία πρώιμη και παραγωγική. Τα φυτά έχουν μέτρια ανάπτυξη και μεγαλώνουν με γοργό ρυθμό. Οι κόνδυλοι είναι μέτριοι μέχρι μεγάλοι σε μέγεθος με ξέβαθα μάτια και σάρκα κίτρινη. Όψιμες επιφανειακές λιπάνσεις προκαλούν δευτερογενή ανάπτυξη στους κόνδυλους.

Σιεγκλίντε: Προέρχεται από τη Γερμανία. Είναι ποικιλία πρώιμη, μέσης παραγωγικότητας. Τα φυτά έχουν μέτρια ανάπτυξη με 2-3 λεπτά στελέχη που αναπτύσσονται με σχετικά γοργό ρυθμό. Οι κόνδυλοι είναι μικροί ως μέτριοι σε μέγεθος, επιμήκεις - αυγοειδείς με ξέβαθα μάτια. Η σάρκα είναι πολύ κίτρινη. Δεν συστήνεται να τεμαχίζεται ο πατατόσπορος.

Μαρφόνα: Ολλανδικής προέλευσης. Πρώιμη έως μεσοπρώιμη ποικιλία με μέτρια παραγωγή. Γρήγορης βλάστησης και μάλλον ταχείας ανάπτυξης βλαστών (2 κατά μέσο όρο), μέτριας ζωηρότητας και μέτριας κάλυψης εδάφους. Κόνδυλοι στρογγυλοί - αυγοειδείς, μεγάλοι με ξέβαθα μάτια, ελαφρώς κίτρινης σάρκας και κίτρινης επιδερμίδας.

Φάπουλα: Προέρχεται από την Ολλανδία. Μεσοπρώιμη ποικιλία, γενικής χρήσης με βραδεία βλάστηση, αλλά γρήγορης ανάπτυξης φυλλώματος. Φέρει 2 ζωηρούς βλαστούς που προσφέρουν καλή κάλυψη εδάφους μέχρι την εκρίζωση. Κόνδυλοι

αυγοειδείς-κυλινδρικοί, κίτρινης σάρκας και επιδερμίδας με ξέβαθα μάτια και καλή εμφάνιση (ομοιόμορφο δείγμα).

Άρτεμις (ARTEMIS): Είναι μια επιτραπέζια ποικιλία πρώιμη με ένα κίτρινο χρώμα φλοιού και ένα ελαφρύ κίτρινο χρώμα σάρκας. Οι κόνδυλοι είναι επίμηκες οβάλ, το μέγεθος κανονικό και ο αριθμός των κονδύλων καλός. Έχει καλή παραγωγή και μπορεί να καλλιεργηθεί σε πολλούς τύπους εδαφών. Η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία είναι σχετικά υψηλή γι' αυτό είναι κατάλληλη και για προτηγανισμένη.

Σαφάρι (Safari) (Obelix x Amadeus): Μεσοόψιμη ποικιλία, με πολύ υψηλή παραγωγή. Έχει καλή ανάπτυξη φυλλώματος, πολύ εύρωστο φυτό με ωραίο φύλλωμα και καλή κάλυψη του εδάφους. Κόνδυλοι πολύ μεγάλοι, ωοειδείς (οβάλ), με μεγάλη ομοιομορφία στο μέγεθος και το σχήμα, με χρώμα σάρκας ανοικτό κίτρινο. Είναι ανθεκτική στο χρυσονηματώδη (Ro1, Ro4), έχει καλή αντοχή στον περονόσπορο των φύλλων και μέτρια αντοχή στον περονόσπορο των κονδύλων. Είναι μέτρια ανθεκτική στην ακτινομύκωση, λίγο ευαίσθητη στον ιό PVY και δείχνει κάποια αντοχή στο φουζάριο. Γίνεται αργή διακοπή του λήθαργου και γι' αυτό προτείνεται να γίνεται προ-φύτρωμα του σπόρου πριν την σπορά. Παράγει μεγάλο αριθμό κονδύλων ανά φυτό και έχει βαθύ ριζικό σύστημα. Τέλος, είναι λίγο ευαίσθητη στο Sencor και μπορεί να προκαλέσει λίγο κιτρίνισμα των φύλλων.

Μπελλίνι (Bellini) (Montial x Felsina): Μέσης πρωιμότητας ποικιλία με γρήγορη κονδυλοποίηση. Έχει πολύ υψηλή παραγωγή, φύλλωμα με πολύ γρήγορη αρχική ανάπτυξη και καλή κάλυψη του εδάφους. Αναβλαστάνει γρήγορα μετά από κάψιμο από παγετό, ενώ αντέχει στους πρώιμους παγετούς. Οι κόνδυλοι είναι μεγάλοι, επίμηκες – ωοειδείς, με μεγάλη ομοιομορφία στο σχήμα και το μέγεθος, με ελαφρά κίτρινη σάρκα. Είναι ανθεκτική στο χρυσονηματώδη (Ro1), στο Φουζάριο, έχει καλή αντοχή στον περονόσπορο των φύλλων και καλή αντοχή στον περονόσπορο των κονδύλων. Μέτρια ανθεκτική στην ακτινομύκωση, λίγο ευαίσθητη στον ιό PVY και καλή ανθεκτικότητα στον ιό του καρουλιάσματος των φύλλων. Είναι ανθεκτική στο Φουζάριο, έχει σχετικά καλή ανθεκτικότητα στην εσωτερική κηλίδωση και είναι σχετικά ευαίσθητη στην Αλτερνάρια. Η Bellini έχει καλά και δυνατά φύτρα, άρα μπορεί να φυτευτεί κατευθείαν από την αποθήκη. Καλύτερα αποτελέσματα δίνει σε μέτρια-ελαφρά χωράφια και παράγει μεγάλο αριθμό κονδύλων ανά φυτό. Τέλος δεν είναι ευαίσθητη στο Sencor πριν το φύτρωμα, αλλά έχει κάποια ευαισθησία στο Basagran.

1.4. ΜΥΚΗΤΕΣ – ΙΩΣΕΙΣ – ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ

α) Μύκητες

• **Ο περονόσπορος των πατατών:** Ο περονόσπορος των πατατών προκαλείται από το μύκητα *Phytophthora infestans* και προξενεί σοβαρές ζημιές στις πατατοφυτείες αν δε ληφθούν έγκαιρα τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα.

Η εμφάνιση και εξάπλωση του περονόσπορου ευνοείται από δροσερό καιρό με θερμοκρασίες 15-25°C και υψηλή σχετική υγρασία. Τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά στο φύλλωμα σαν κιτρινωπές κηλίδες που σύντομα γίνονται καστανωπές και ξεραίνονται αν κατά την περίοδο αυτή ο καιρός είναι θερμός και ξερός (οπότε ο περονόσπορος περιορίζεται).

Αν όμως ο καιρός είναι υγρός η κάτω επιφάνεια των κηλίδων καλύπτεται με υπόλευκη μούχλα που είναι η καρποφορία του μύκητα.

Τα σπόρια του περονόσπορου μεταφέρονται με τον αέρα και τη βροχή από τα προσβεβλημένα σε υγιή φύλλα και φυτά. Οι κηλίδες μεγαλώνουν και σύντομα

καλύπτουν ολόκληρο το φύλλωμα. Προσβολή παρατηρείται και στους μίσχους των φύλλων, στα στελέχη των φυτών και στους κονδύλους.

Η προσβολή των κονδύλων μπορεί να γίνει ενώ αυτοί είναι ακόμη στο έδαφος και τα σπόρια του μύκητα φτάνουν εκεί μέσω των ρωγμών, ή κατά τη συγκομιδή όταν τα σπόρια από το προσβεβλημένο φύλλωμα πέφτουν πάνω στους κονδύλους.

Αργότερα η ανάπτυξη του μύκητα συνεχίζεται στους κονδύλους στις αποθήκες ή κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους στο εξωτερικό. Στην αρχή παρουσιάζονται στην επιφάνεια των κονδύλων ελαφρά βαθουλωμένες κηλίδες με γκριζωπή ή καστανή απόχρωση.

Σε συνθήκες υψηλής υγρασίας, άλλοι μικροοργανισμοί, κυρίως βακτήρια, εισχωρούν στους προσβεβλημένους κονδύλους και προκαλούν την υδαρή σήψη των πατατών ενώ βρίσκονται στο χωράφι ή αργότερα κατά την αποθήκευση ή κατά τη μεταφορά.

Μέτρα καταπολέμησης του περονόσπορου: Επιβάλλεται οπωσδήποτε να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα εναντίον της ασθένειας προτού εκδηλωθεί και όχι θεραπευτικά μέτρα μετά την εμφάνιση και εξάπλωσή της. Ο πρώτος ψεκασμός αρχίζει όταν ο καιρός είναι ευνοϊκός για την ανάπτυξη του περονόσπορου ανεξάρτητα από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Οι ψεκασμοί συνεχίζονται για να προστατεύουν τη νέα βλάστηση κατά χρονικά διαστήματα 7-10 ημερών, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Επαναλαμβάνονται, επίσης, μετά από πότισμα ή βροχή. Κατάλληλα φάρμακα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα ακόλουθα:

- Διθειοκαρβαμιδικά.
- Χαλκούχα, όπως Οξυχλωριούχος Χαλκός 50% βρέξιμη σκόνη κ.ά.
- Διάφορα μυκητοκτόνα.
- Διασυστηματικά μυκητοκτόνα (Πάτσαλος, 2005).

● **Ριζοκτόνια των πατατών:** Ο μύκητας *Rhizoctonia solani* προσβάλλει όχι μόνο την πατάτα αλλά σχεδόν όλα τα καλλιεργούμενα ποώδη φυτά. Στις πατάτες καταστρέφει τους πτυσσόμενους βλαστούς προτού βγουν από το έδαφος. Προσβάλλει τις ρίζες και τα υπόγεια στελέχη των φυτών και τους κονδύλους.

Μειώνει την αγοραστική αξία των πατατών λόγω των πολλαπλών σκληροτίων που σχηματίζει πάνω στην επιφάνεια των κονδύλων (Πάτσαλος, 2005).

● **Φουζάριο και βερτιτσίλιο των πατατών:** Η μάρανση των φυτών των πατατών που οφείλεται στους μύκητες *Fusarium oxysporum* και *Verticillium dahliae* χαρακτηρίζεται από ένα τοπικό αποχρωματισμό (χρώμα καφέ) του αγγειώδους συστήματος των στελεχών και των κονδύλων. Συστήνεται η χρήση υγιούς σπόρου και αμειψισπορά με σιτηρά (Πάτσαλος, 2005).

β) Ιώσεις

Οι ιώσεις πάνω στην πατάτα παρουσιάζουν πολλά και διάφορα συμπτώματα από τα οποία τα κυριότερα είναι τα ακόλουθα:

Το φυτό παραμένει νάνο ή φαίνεται αδύνατο, παρουσιάζει συστροφή των φύλλων, απλό ή τραχύ μωσαϊκό ή νέκρωση των φύλλων που παραμένουν όμως πάνω στο στέλεχος του φυτού.

Οι ιώσεις στα φυτά μπορούν να μεταδοθούν με έντομα-φορείς αλλά κυρίως με μολυσμένο σπόρο. Τα προσβεβλημένα φυτά παράγουν μικρούς κονδύλους που φέρουν τον ιό. Συνεχής καλλιέργεια του ίδιου σπόρου οδηγεί σε εκφυλισμό των φυτών και μείωση της παραγωγής.

Οι κυριότερες ιώσεις που προσβάλλουν την πατάτα είναι το **Απλό μωσαϊκό**, το **Τραχύ μωσαϊκό**, η **Ραβδωτή φυλλόπτωση** και το **Καρούλιασμα της πατάτας**.

Για αντιμετώπιση των ιολογικών ασθενειών στις πατάτες επιβάλλεται να χρησιμοποιείται πιστοποιημένος πατατόσπορος (Πάτσαλος, 2005) .

γ) *Εντομολογικές Προσβολές*

- **Δορυφόρος (*Leptinotarea decemlineata*):** Είναι κολεόπτερο και η προνύμφη κυρίως, αλλά και το ακμαίο, κατατρώγουν το φύλλωμα της πατάτας. Καταπολεμούνται με ψεκασμούς με κατάλληλα εντομοκτόνα (Ολύμπιος, 1994).

- **Φθοριμαία (*Phthorimaea operculella*):** Το ακμαίο τοποθετεί τα αυγά του στους οφθαλμούς του κονδύλου είτε στο χωράφι είτε στην αποθήκη. Οι προνύμφες ανοίγουν στοές στους κονδύλους και προκαλούν μεγάλη καταστροφή, επίσης προσβάλλει και τους τρυφερούς βλαστούς. Το έντομο ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο σε σύντομο χρονικό διάστημα και έχει 6 περίπου γενεές το χρόνο. Οι προσβολές στο χωράφι αντιμετωπίζονται με καλό παράχωμα των κονδύλων και αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στο έδαφος με συχνά ποτίσματα. Στην αποθήκη η προσβολή αντιμετωπίζεται με την παρεμπόδιση της εισόδου των εντόμων στην αποθήκη με χρήση σίτας στα παράθυρα και πόρτες και με κάλυψη των κονδύλων. Χημική καταπολέμηση στο χωράφι γίνεται με ψεκασμούς εντομοκτόνων και στην αποθήκη με επίπαση των κονδύλων με ειδικά σκευάσματα υπό μορφή σκόνης (Ολύμπιος, 1994).

- **Χρυσονηματώδης:** Μικροσκοπικό σκουληκάκι που ζει στο έδαφος και τρέφεται πάνω στις ρίζες του φυτού της πατάτας τις οποίες καταστρέφει. Έτσι αδυνατεί το φυτό να προσλάβει θρεπτικά στοιχεία και νερό, παραμένει αδύνατο, νάνο και η παραγωγή του είναι χαμηλή ή εκμηδενίζεται.

Παρόλο που ο νηματώδης από μόνος του πολύ λίγο κινείται στο έδαφος, εντούτοις το μικρό του μέγεθος τον κάνει να μεταφέρεται εύκολα από χωράφι σε χωράφι ή από περιοχή σε περιοχή με τα νερά της βροχής, το χώμα πάνω στα γεωργικά εργαλεία ή με το χώμα των επιχωματώσεων κτλ.

Η καταπολέμηση των νηματωδών είναι δύσκολη. Εκεί που υπάρχει τέτοιο πρόβλημα συστήνεται η φύτευση ανθεκτικών ποικιλιών, η εφαρμογή αμειψισποράς και η χρήση νηματοδοκτόνων φαρμάκων.

1.5. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ

1.5.1. Κλιματολογικές Συνθήκες – Φωτοπερίοδο

Η πατάτα είναι φυτό ψυχρής εποχής. θερμοκρασία εδάφους, η άριστη για βλάστηση είναι γύρω στους 22°C. Η εύκρατη ζώνη είναι ιδανική για καλλιέργεια της πατάτας, γιατί τα φυτά αρχίζουν να μεγαλώνουν νωρίς την άνοιξη και το υπέργειο μέρος τους αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια των χαμηλών θερμοκρασιών. Όσον αφορά στη θερμοκρασία εδάφους, η άριστη για βλάστηση είναι γύρω στους 22°C. Υψηλότερες θερμοκρασίες εμποδίζουν τη βλάστηση. Υψηλές θερμοκρασίες εδάφους (πάνω από το άριστο) αυξάνουν την εμφάνιση εξογκωμάτων στους κονδύλους, δημιουργούνται ακανόνιστα σχήματα και παρουσιάζεται το φαινόμενο του σχηματισμού περισσοτέρων κονδύλων στον ίδιο στόλωνα (chain tuber). Οι απαιτήσεις σε θερμοκρασία ελέγχονται σε ένα βαθμό με την επιλογή της εποχής φύτευσης σε κάθε περιοχή, καθώς και με την επιλογή της ποικιλίας (Ολύμπιος, 1994).

1.5.2. Έδαφος

Η πατάτα παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα αντοχής, όσον αφορά τον τύπο του εδάφους και το pH. Με την προϋπόθεση ότι το έδαφος περιέχει ικανοποιητικά ποσά οργανικής ουσίας, είναι εύθραυστο και ελαφρύ, αερίζεται και στραγγίζει καλά και είναι γόνιμο. Στην πράξη, καταλληλότερα για μεγάλες αποδόσεις και καλή ποιότητα προϊόντος θεωρούνται τα αμμηλοπηλώδη και πηλοαμμώδη εδάφη, τα οποία θερμαίνονται γρήγορα, καθώς και τα οργανικά με ελαφρά δομή που στραγγίζουν ικανοποιητικά. Βαριά και πηλώδη εδάφη πρέπει να αποφεύγονται. Η επιθυμητή αντίδραση του εδάφους είναι η ελαφρά όξινη, δηλαδή pH 5-6,5. Τέλος, το βάθος του εδάφους που βρίσκεται στο ρώγο του και είναι κατάλληλο για πατατοκαλλιέργεια πρέπει να είναι τουλάχιστον 60 – 100 εκ. (Ολύμπιος, 1994).

1.6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΩΝ

1.6.1. Ανάπτυξη Φύτρων

Η ανάπτυξη φύτρων είναι το πρώτο μέρος της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών πατάτας. Αυτό το στάδιο αρχίζει με την εμφάνιση μικρών κλειστών φύτρων στους οφθαλμούς του κονδύλου της πατάτας και τελειώνει με την ανάπτυξή τους. Τα φύτρα μπορεί να είναι φυσιολογικά, αποθηκευτικά ή λεπτά σαν νήματα. Ένα υγιές στέλεχος αναπτύσσεται από τα δύο πρώτα. Ο κόνδυλος πατάτας χρειάζεται ικανοποιητική θερμοκρασία (υψηλότερη από 8°C) για την ανάπτυξη φύτρων. Όταν η εδαφολογική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η διαδικασία ανάπτυξης φύτρων σταματά.

Τα προσβεβλημένα φύτρα δεν αναπτύσσουν ποτέ βλαστούς, έτσι οι αποδόσεις μειώνονται. Η μόλυνση μπορεί να διαπεράσει εύκολα τον κόνδυλο, και μπορεί να προκαλέσει κενά στην καλλιέργεια. Τα κενά αυτά που προκαλούνται από πολύ πρόωρη φύτευση μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερο πρόβλημα ζιζανίων. Λόγω μειωμένης πυκνότητας φύλλων, που προκαλείται από τα κενά της καλλιέργειας, η επιφάνεια του εδάφους δεν καλύπτεται από την καλλιέργεια και είναι ανοικτή στην προσβολή ζιζανίων.

Πιο επωφελές είναι η διαδικασία ανάπτυξης φύτρων να είναι όσο το δυνατόν γρηγορότερη. Για βέλτιστη ανάπτυξη, τα φυτά πατάτας χρειάζονται θερμό έδαφος και αρκετό νερό. Η θρέψη σ' αυτό το στάδιο δεν είναι τόσο σημαντική, αλλά πολύ άζωτο μπορεί να προκαλέσει γρήγορη αύξηση με εξαιρετικό χαλαρούς φυτικούς ιστούς, οι οποίοι είναι ευάλωτοι στην προσβολή από βακτήρια ή μύκητες.

1.6.2. Βλαστική Ανάπτυξη

Η βλαστική ανάπτυξη αρχίζει με την εμφάνιση των φύτρων και σε αυτό το στάδιο, το φυτό αναπτύσσει τους βλαστούς και τα φύλλα, και το φυτικό υλικό καλύπτει την επιφάνεια του εδάφους. Η μάζα, ο τύπος και η ταχύτητα της ανάπτυξης εξαρτώνται από την καλλιεργούμενη ποικιλία.

Μερικές πρώιμες ποικιλίες δεν αρχίζουν μια νέα αύξηση στην άνθιση ή στο τέλος του σχηματισμού κονδύλων, αλλά στο τέλος της βλαστικής περιόδου τους. Σε αυτήν την περίπτωση, η βλαστική ανάπτυξη τελειώνει στο τέλος της βλαστικής ζωής των φυτών.

Μερικές όψιμες ποικιλίες έχουν τη δυνατότητα συνεχούς ανάπτυξης. Τελειώνουν τη βλαστική τους ανάπτυξη όταν οι εξωτερικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές (ξηρασία), και ανακτούν και συνεχίζουν την βλαστική τους ανάπτυξη όταν οι συνθήκες βελτιώνονται.

Αυτός ο δεύτερος τύπος μπορεί να οδηγήσει σε πολύ υψηλότερη απόδοση, με κίνδυνο πολλών δυσμορφιών, παθήσεων και ανομοιογενή περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία στους κονδύλους. Μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην πώληση και προβλήματα αποθήκευσης του προϊόντος. Η συνέχιση της βλαστικής ανάπτυξης χρειάζεται πολλά αφομοιώσιμα θρεπτικά στοιχεία και το φυτό όταν το έδαφος είναι φτωχό σε θρεπτικά στοιχεία τα παίρνει από τους ανεπτυγμένους κονδύλους.

1.6.3. Άνθιση



Εικόνα 5. Το άνθος της πατάτας.

Το άνθος είναι το μόνο αναπαραγωγικό μέρος των φυτών πατάτας. Δεν έχει καμία σημασία στην καλλιέργεια της πατάτας, επειδή αυτό το φυτό πολλαπλασιάζεται με βλαστικό τρόπο. Μερικές ποικιλίες αναπτύσσουν σπάνια ή δεν αναπτύσσουν ποτέ άνθη, ενώ άλλες αναπτύσσουν συνήθως μεγάλα άνθη.

Τα άνθη φέρονται σε ταξιανθίες που έχουν μακρύ άξονα και οι οποίες αναπτύσσονται από τη μασχάλη του τελευταίου φύλλου κάθε βλαστού. Την πρώτη ταξιανθία ακολουθεί δεύτερη, και αυτήν τρίτη καθώς η προηγούμενη μαραίνεται και ξηραίνεται. Αν παρακολουθήσει κανείς αυτή τη σειρά άνθησης είναι δυνατόν να υπολογίσει το βαθμό ωριμότητας κάθε φυτού.

Το άνθος της πατάτας είναι ερμαφρόδιτο και αποτελείται από πενταμερή στεφάνη συμπέταλη, χρώματος λευκοϊώδους ή ιώδους ή μπλε ή υποκίτρινη ή ραβδωτή. Έχει πέντε (ή 4 ή 6) στήμονες οι οποίοι σχηματίζουν κώνο γύρο από τον ύπερο. Ο στύλος είναι μακρύς και βρίσκεται έξω από τον κώνο των ανθηρών. Οι ανθήρες ανοίγουν μόνο στην κορυφή τους και έχουν χρώμα υποκίτρινο (αυτοί είναι συνήθως άγονοι) μέχρι πορτοκαλο-κίτρινο. Η ωθήκη είναι συνήθως δίχωρη.

Το άνθος της πατάτας δεν έχει νέκταρ, γι' αυτό σπάνια προσελκύει έντομα. Η επικονίαση γίνεται κυρίως με τον αέρα. Τα άνθη μπορεί να είναι αυτόστειρα, αλλά και γόνιμα (φυσική επικονίαση, σταυρογονιμοποίηση, ελεγχόμενη γονιμοποίηση). Ο καρπός είναι ράγα (Ολύμπιος, 1994).

1.6.4. Σχηματισμός στόλωνα και κονδύλου

Οι πολύ πρώιμες ποικιλίες αρχίζουν το σχηματισμό κονδύλων λίγο μετά από την βλάστηση, οι όψιμες ποικιλίες μερικές φορές μετά από την άνθιση, στο δεύτερο μισό

της βλαστικής περιόδου. Ο σχηματισμός κονδύλων είναι ανεξάρτητος από άλλα φαινολογικά στάδια και εξαρτάται σημαντικά από την καλλιεργούμενη ποικιλία πατάτας. Για τον βέλτιστο σχηματισμό κονδύλων χρειάζεται συνεχής και σταθερή παροχή θρεπτικών στοιχείων και νερού. Προβλήματα τέτοιας παροχής μπορεί να προκαλέσουν δυσπλασίες και παθήσεις. Η διακλάδωση των στολώνων (χαρακτηριστικό ποικιλίας) οδηγεί σε αλυσιδωτούς σχηματισμούς κονδύλων. Η ηλικία και το εσωτερικό περιεχόμενο αυτών των κονδύλων θα είναι φοβερά ανομοιογενή.

Δυσπλασίες, προεξοχές προκαλούνται συνήθως από μη σταθερή παροχή νερού. Αυτά συμβαίνουν πιο συχνά στα βαριά εδάφη αργίλου απ' ό,τι στα αμμώδη εδάφη. Η υάλωση αναφέρεται σε ανομοιογενή κατανομή της ξηράς ουσίας στον κόνδυλο. Είναι μια ειδική μορφή δευτερογενούς ανάπτυξης. Ο κόνδυλος αναπτύσσεται στην άκρη των φύτρων, και εξαντλεί την ξηρή ουσία από την άκρη των βλαστών.



Εικόνα 6. Κόνδυλοι της πατάτας.

Το σχίσσιμο των κονδύλων προκαλείται συχνά από μη σταθερή παροχή νερού, ανομοιογενή κατανομή της ξηράς ουσίας ή υψηλή θρέψη σε άζωτο. οι κοιλότητες είναι ουσιαστικά μια ειδική, εσωτερική μορφή σχισίματος κονδύλων. Οι αιτίες είναι οι ίδιες. Τάση για υπερβολική αύξηση μπορεί να προκαλέσει κοιλότητες. Στους κονδύλους στρογγυλού σχήματος, το σχήμα του σχισίματος μπορεί να είναι μια γραμμή ή παρόμοιο με ένα αστέρι.

1.6.5. Ωρίμανση

Η ωρίμανση σημαίνει ουσιαστικά σταθερότητα και φυσιολογικά είναι η κατάσταση λήθαργου των κονδύλων πατάτας. Ο κόνδυλος της πατάτας, μέχρι να πεθάνουν οι στόλωνες, είναι σε δυναμική επαφή με τα άλλα μέρη των φυτών πατάτας. Όταν οι συνθήκες είναι καλές για βλαστική ανάπτυξη, τα φυτά αρχίζουν να χρησιμοποιούν αποθησαυριστικές ουσίες από τον κόνδυλο.

Το περίδερμα του ώριμου κονδύλου πατάτας καθορίζεται από την καλλιεργούμενη ποικιλία και την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, η οποία είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας.

Οι ώριμοι κόνδυλοι έχουν συχνά περίδερμα με σκασίματα. Το περίδερμα παλιότερων κονδύλων παρουσιάζει συχνότερα σκασίματα σε σχέση με τους νεότερους κονδύλους, αλλά αυτό είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας.

Μόνο οι εντελώς ώριμοι κόνδυλοι μπορούν να αποθηκευτούν. Οι νεότεροι κόνδυλοι δεν έχουν ικανοποιητική περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, η αναπνοή τους είναι πολύ περισσότερη από αυτή των ώριμων, και έχουν υψηλότερη προδιάθεση στις μολύνσεις στον χώρο αποθήκευσης.

1.7. ΛΗΘΑΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ (DORMANCY)

Ένα μεγάλο μέρος της φυσιολογικής ηλικίας του κονδύλου χαρακτηρίζεται από αδυναμία των οφθαλμών του να βλαστήσουν και αυτή η περίοδος λέγεται λήθαργος ή βλαστική ανάπτυξη του κονδύλου. Γενικά λήθαργος είναι «η προσωρινή αναβολή της ορατής ανάπτυξης οποιουδήποτε φυτικού ιστού που περιέχει ένα μερίστωμα» (Lang et al.1987) και αποτελεί έναν μηχανισμό του ιστού (σπόρος, οφθαλμός ή βλαστικό όργανο) που ευνοεί την επιβίωση του κάτω από δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η διάρκεια του λήθαργου των κονδύλων της πατάτας παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, αφού σύμφωνα με τον Simmonds 1964 ελέγχεται από πολλά γονίδια. Αν και σε γενικές γραμμές οι πρώιμες ποικιλίες θεωρείται ότι εμφανίζουν μεγαλύτερη διάρκεια λήθαργου από τις όψιμες (Ολύμπιος 1994), δεν μπορεί να αποδοθεί μια συγκεκριμένη σχέση μεταξύ πρωιμότητας και διάρκειας λήθαργου (Ακουμιανάκης 1998), ενώ υπάρχουν παραδείγματα όψιμων ποικιλιών με μεγαλύτερη διάρκεια λήθαργου από άλλες πιο πρώιμες (Allen et al.1992). Επιπλέον στα αμμώδη εδάφη έχουμε μικρότερη διάρκεια λήθαργου από τα αργιλώδη ή τα πηλώδη εδάφη, επειδή συγκρατούν μικρότερες ποσότητες νερού (έχουμε καλύτερη στράγγιση), λόγω μεγάλου πορώδους. Επομένως, αφού είναι πιο «ελαφρά», θερμαίνονται πιο εύκολα και πιο γρήγορα, και για αυτό παρουσιάζουν μικρότερη διάρκεια λήθαργου.

Ο Emilsson (1949) διέκρινε δυο φάσεις, την «περίοδο ανάπαυσης» κατά την οποία η βλάστηση των οφθαλμών είναι αδύνατη ακόμη και όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές και την «περίοδο λήθαργου» όπου η βλάστηση των οφθαλμών παρεμποδίζεται από τις συνθήκες που επικρατούν. Οι Madec (1963) και Madec & Perennec (1969) συμφωνούν ως προς τις δυο φάσεις, αλλά τοποθετούν τον χρόνο έναρξης της πρώτης φάσης στην έναρξη σχηματισμού κονδύλων και όχι στη συγκομιδή. Ο Burton (1963) θεώρησε ότι ο λήθαργος παρατηρείται από την χρονική στιγμή του σχηματισμού του κονδύλου και συνδέεται με αλλαγή στη βιοχημική ισορροπία (δραστηριότητα ενζύμων) στο άκρο του στόλωνα, λόγω βιοχημικής αντίδρασης του φυλλώματος σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Πιο πρόσφατα, οι Ακουμιανάκης κ.α.(2003), βασιζόμενοι σε μικροσκοπικές παρατηρήσεις κονδύλων προσδιόρισαν την έναρξη του λήθαργου ως την χρονική στιγμή κατά την οποία ένας τουλάχιστον οφθαλμός του κονδύλου ολοκληρώνεται οργανογενετικά και το αποθησαυριστικό δυναμικό του κονδύλου σε άμυλο βρίσκεται σε τέτοιο επίπεδο που μπορεί να του επιτρέψει να βλαστήσει in vivo έστω και αν αποκοπεί πολύ νωρίς από το μητρικό φυτό (*Εικόνα 7*).



Εικόνα 7. Σχηματική απεικόνιση της έναρξης και της διάρκειας του λήθαργου διαχρονικά από διάφορους ερευνητές (Ακουμιανάκης κ.α. 2003).

1.7.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τον Λήθαργο

1) **Θερμοκρασία (Temperature):** Η αύξηση της θερμοκρασίας από τους 3 στους 20°C μειώνει τη διάρκεια του ληθάργου, αλλά η σχέση τους δεν είναι γραμμική (Wiltshire and Cobb 1996). Σε θερμοκρασία -1°C η διάρκεια του ληθάργου αυξάνεται σημαντικά και η επίδραση μπορεί να φτάσει μέχρι και στο μη φύτρωμα του κονδύλου (Burton 1989), αν και θερμοκρασίες λίγο μεγαλύτερες από τους 0°C αυξάνουν τη διάρκεια του ληθάργου των κονδύλων, σε ορισμένες ποικιλίες η συντήρηση τους αρχικά σε τέτοιες θερμοκρασίες και η μεταφορά τους στη συνέχεια σε υψηλότερες (20°C) οδηγεί σε ταχύτερη διακοπή του ληθάργου. Σύμφωνα με έρευνες, σε χαμηλές θερμοκρασίες (<10°C) η σε υψηλές θερμοκρασίες (>30°C) παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης της σακχαρόζης στους κονδύλους. Οι Borluender et al (1964) και Reust (1978) έδειξαν ότι σε θερμοκρασίες εδάφους πάνω από 22°C, σε συνδυασμό με μακρά φωτοπερίοδο, σε πολλές ποικιλίες ο λήθαργος είχε διακοπή κατά τον χρόνο της συγκομιδής. Ανάλογη παρατήρηση έχει γίνει στο σποροπαραγωγικό κέντρο της Νάξου για την ποικιλία Sebago.

2) **Φωτοπερίοδος:** Όσον αφορά την επίδραση της φωτοπερίοδου στον λήθαργο υπάρχουν πολλές αντιφάσεις. Πιο συγκεκριμένα, ο Edmilton (1949) δεν παρατήρησε σημαντική διαφορά ανάμεσα σε κονδύλους που παρήχθησαν σε περιόδους με μεγάλες και μικρές ημέρες. Αντίθετα ο Burton (1966) ορίζει μια κρίσιμη φωτοπερίοδο κάτω από την οποία ο λήθαργος συντομεύεται, αν και όπως υποστηρίζει υπάρχουν και κάποιες ποικιλίες που δεν αντιδρούν στην φωτοπερίοδο.

3) **Έδαφος:** Σύμφωνα με τον Gray (1973) κόνδυλοι της ίδιας ποικιλίας που παρήχθησαν σε αμμώδη εδάφη είχαν μικρότερη ληθαργική περίοδο σε σχέση με κονδύλους που παρήχθησαν σε αργιλώδη εδάφη. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα αμμώδη εδάφη θερμαίνονται περισσότερο από τα αργιλώδη, άρα πάλι έμμεσα επιδρά η θερμοκρασία.

4) **Σχετική Υγρασία (Humidity):** Η υψηλή σχετική υγρασία (85-90%) θεωρείται ευνοϊκή για την διακοπή του ληθάργου (Reust 1986). Σύμφωνα με τους Burton and Wigginton (1970) αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα φιλμ νερού στην επιφάνεια του κονδύλου μπορεί να μειώνει την συγκέντρωση οξυγόνου στο εσωτερικό του και έτσι να μειώνεται η διάρκεια του ληθάργου. Δεν πρέπει να αποκλειστεί το ενδεχόμενο, η χαμηλή σχετική υγρασία να οδηγεί σε μεγαλύτερη απώλεια νερού από τον κόνδυλο, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται και κάποιες ενζυμικές αντιδράσεις. Επίσης ο Yablonskii (1959) αναφέρει ότι κόνδυλοι προερχόμενοι από ξερικές καλλιέργειες έχουν βραχύτερη περίοδο ληθάργου, από αντίστοιχους σε ποτιστικές καλλιέργειες. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι η μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού επηρεάζει τα επίπεδα θερμοκρασίας και έτσι στις αρδευόμενες καλλιέργειες η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη. Ενώ αντίθετως στις ξερικές καλλιέργειες οι κόνδυλοι εκτίθενται σε υψηλότερες θερμοκρασίες, για αυτό παρουσιάζουν μικρότερη διάρκεια ληθάργου.

5) **Φως:** Το σκοτάδι θεωρείται ως άριστη συνθήκη για την διακοπή του ληθάργου (Reust 1986). Σύμφωνα όμως με τους Burton (1989) και Ακουμιανάκη (1998) δεν έχει προσδιοριστεί ο ακριβής ρόλος του φωτός στη διάρκεια του ληθάργου των κονδύλων της πατάτας.

6) **Εποχή Φύτευσης:** Ουσιαστικά η θερμοκρασία, οι βροχοπτώσεις, η φωτοπερίοδος, που χαρακτηρίζουν μια εποχή φύτευσης είναι εκείνοι που επιδρούν στον λήθαργο. Στην Ελλάδα η εποχή φύτευσης καθορίζεται κυρίως από καλλιεργητικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες και όχι τόσο από την επίδραση της στον λήθαργο. Έτσι, για παράδειγμα, η Νάξος παράγει

πατατόσπορο που έχει ανάγκη χημικής διακοπής του λήθαργου, αντί για την ποικιλία Sebago που δεν την χρειάζεται.

7) Βάθος Φύτευσης: Έχει παρατηρηθεί ότι βάθος φύτευσης στα 5 ή 10 cm δεν επηρεάζει τον λήθαργο, αν και ο Burton (1963) υποστηρίζει ότι με την επιφανειακή φύτευση επιτυγχάνουμε ταχύτερη εκβλάστηση, αφού εκτίθεται το φυτό σε υψηλότερες θερμοκρασίες.

8) Εποχή Συγκομιδής: Αν και δεν υπάρχουν σαφή κριτήρια, έχει παρατηρηθεί ότι οι κόνδυλοι που συγκομίζονται μετά την φυσιολογική γήρανση του φυλλώματος (όψιμα), έχουν μικρότερο λήθαργο, από κονδύλους που συγκομίζονται νωρίτερα (πρώιμα). Επίσης η καταστροφή του φυλλώματος με μηχανικά ή χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα) για διευκόλυνση συγκομιδής, επιταχύνει την ωρίμανση των κονδύλων, σύμφωνα με τον Findlen (1964).

9) Λίπανση: Ο Emilsson (1949) δεν παρατήρησε καμία διαφοροποίηση στον λήθαργο των κονδύλων που προέρχονταν από εδάφη με διαφορετικά επίπεδα γονιμότητας, παρά την διαφορετική χημική σύνθεση των κονδύλων. Οπότε τα τρία βασικά στοιχεία N, P και K ίσως επιδρούν έμμεσα στον λήθαργο.

1.7.2. Διακοπή Λήθαργου (Breakage of Dormancy)

Στους κονδύλους της πατάτας η διακοπή του λήθαργου ξεκινά από τους νεότερους οφθαλμούς που βρίσκονται προς την κορυφή και αυτό σύμφωνα με τον Burton (1989) υποδηλώνει ότι η ισορροπία που ελέγχει τον λήθαργο παρεμποδίζεται λιγότερο έντονα στους νέους οφθαλμούς ή ότι ο μεταβολισμός σε αυτούς τους οφθαλμούς είναι εντονότερος ή συμβαίνουν και τα δυο.

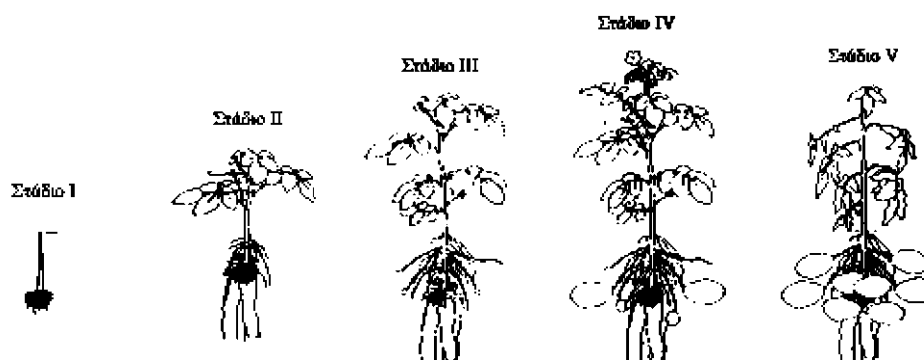
Σύμφωνα με τους Burton et. al. (1963) δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της διάρκειας του λήθαργου των κονδύλων και του ρυθμού ανάπτυξης των φύτρων στη μεταληθαργική περίοδο, ο οποίος επηρεάζεται σημαντικά από τον γονότυπο, το μέγεθος των κονδύλων και τις συνθήκες συντήρησης πριν τη διακοπή του λήθαργου (Burton et. al., 1989).

1.8. ΚΟΝΔΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Μετά το σπάσιμο του Λήθαργου ξεκινάει η κονδυλοποίηση και μάλιστα ο σχηματισμός των στολώνων στο φυτό αποτελεί το πρώτο στάδιο για την έναρξη της κονδυλοποίησης και επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για κονδυλοποίηση (π.χ. μεγάλη φωτοπερίοδος, υψηλή θερμοκρασία) προωθείται η βλαστική ανάπτυξη του φυτού και δεν σχηματίζονται στόλωνες. Αντίθετα όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές τότε σχηματίζονται στόλωνες αλλά για το σχηματισμό κονδύλων στην κορυφή των στολώνων απαιτείται οι συνθήκες του περιβάλλοντος να παραμείνουν ευνοϊκές (μικρή φωτοπερίοδος, χαμηλή θερμοκρασία, υψηλή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, όχι υπερβολική ποσότητα αζώτου), αλλιώς παρατείνεται η ανάπτυξη των στολώνων σε βάρος του σχηματισμού κονδύλων, οδηγώντας σε ορισμένες περιπτώσεις σε πλήρη παρεμπόδιση της κονδυλοποίησης (Woolley and Wareing 1972).

Η ανάπτυξη των στολώνων ευνοείται σημαντικά όταν η τιμή του λόγου κυτοκινίνες / γιββερελλίνες είναι μικρή (Woolley and Wareing 1972). Έτσι η εξωγενής εφαρμογή γιββερελλινών ευνοεί την επιμήκυνση των στολώνων ενώ η εφαρμογή κυτοκινινών τους μετατρέπει σε φυλλοφόρους βλαστούς, όπως συμβαίνει όταν οι στόλωνες εκτεθούν στο φως (Kumar and Wareing 1972).

Η χρονική στιγμή έναρξης της κονδυλοποίησης εξαρτάται από το γονότυπο, τη φυσιολογική ηλικία του μητρικού κονδύλου (όταν χρησιμοποιείται πατατόσπορος), το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (φυλλική επιφάνεια) και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων είναι σημαντική με αποτέλεσμα να μην μπορεί να προσδιοριστεί ένα συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης μετά το οποίο tuberosum είναι ικανά να σχηματίσουν κόνδυλο ακόμη και όταν έχει εκπτυχθεί ένα μόνο πραγματικό φύλλο (Ewing 1990).



Εικόνα 8. Τα στάδια ανάπτυξης του φυτού της πατάτας όταν αναπαράγεται από πατατόσπορο (Rowe 1993).

Ο σχηματισμός κονδύλων σε σπορόφυτα και φυτά από πατατόσπορο παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες σε αντίθεση με τα *in vitro* συστήματα παραγωγής κονδύλων όπου η συνεχής παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων σακχαρόζης (Claassens 2002) δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική κατάσταση κάτω από την οποία αναπτύσσονται τα φυτά *in vivo*. Έτσι σύμφωνα με τον Rowe (1993) μπορούμε να διακρίνουμε πέντε στάδια κατά την ανάπτυξη φυτών που προέρχονται από πατατόσπορο (**Εικόνα 8**). Στα δύο πρώτα στάδια παρατηρείται μόνο βλαστική ανάπτυξη του φυτού και σχηματισμός στολώνων. Κατά το 3ο στάδιο ξεκινά ο σχηματισμός των κονδύλων που αναπτύσσονται σε μέγεθος κατά τη διάρκεια του 4ο σταδίου, ενώ στο 5ο στάδιο που συμπίπτει με τη γήρανση του υπέργειου μέρους των φυτών περιορίζεται βαθμιαία ο ρυθμός ανάπτυξης των κονδύλων, αυξάνεται το ξηρό βάρος τους και ολοκληρώνεται ο σχηματισμός (πάχυνση) της επιδερμίδας.

Λίγο πριν το σχηματισμό κονδύλου παρατηρείται διακοπή της επιμήκυνσης του στόλωνα και ταυτόχρονα ξεκινά στην περιοχή της κορυφής του η μεγέθυνση και η κατά μήκος διαίρεση των επιφανειακών κυττάρων και των κυττάρων της εντεριώνης (Jackson 1999) με αποτέλεσμα να παρατηρείται ένας αγκιστροειδής σχηματισμός που είναι αποτέλεσμα της διόγκωσης της περιοχής ακριβώς κάτω από την άκρη του στόλωνα (Xu et al. 1998a). Στη συνέχεια η μεγέθυνση και η διαίρεση των κυττάρων περιμετρικά της εντεριώνης γίνεται προς τυχαίες κατευθύνσεις, σχηματίζοντας έτσι τον κύριο όγκο των ιστών του κονδύλου, μέχρι να αποκτήσει το τελικό του μέγεθος. Παρά το γεγονός ότι ο σχηματισμός και η ανάπτυξη κονδύλων *in vivo* και *in vitro* παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες, όπως την εμπλοκή της εντεριώνης και του περιβλήματος στη διαδικασία, ο σχηματισμός μικρού μεγέθους κονδύλων *in vitro* οφείλεται στην απουσία ανάπτυξης της περιοχής περιμετρικά της εντεριώνης (perimedullary) (Xu et al. 1998a). Σύμφωνα με τους Swiader et al. (1992) ο μεγαλύτερος αριθμός κυττάρων του κονδύλου έχει σχηματιστεί όταν η διάμετρός του

είναι περίπου 1,3 cm και οι Reeve et al. (1973) αναφέρουν ότι η περαιτέρω μεγέθυνση του κονδύλου μετά τα 30-40 g οφείλεται κατά κύριο λόγο στη μεγέθυνση των ήδη υπάρχοντων κυττάρων.

Η επαγωγή της κονδυλοποίησης αρχικά θεωρήθηκε σαν αποτέλεσμα της μετακίνησης περίσσειας υδατανθράκων προς το υπόγειο τμήμα του φυτού λόγω του περιορισμού στην ανάπτυξη των βλαστών (Driver and Hawkes 1943) αλλά σύμφωνα με τον Ewing (1990) η κονδυλοποίηση ξεκινά αφού το φυτό δεχθεί την επίδραση ευνοϊκών συνθηκών (μικρή φωτοπερίοδος κ.λ.π.) και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της βλαστικής ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τον Gregory (1956), ο εμβολιασμός φύλλων πατάτας που είχαν εκτεθεί σε συνθήκες μικρών ημερών (ευνοϊκές για κονδυλοποίηση) σε φυτά που αναπτύσσονταν σε συνθήκες μεγάλων ημερών επέτρεψε το σχηματισμό κονδύλων στα φυτά αυτά, υποδηλώνοντας ότι η κονδυλοποίηση οφείλεται σε ένα ερέθισμα που προέρχεται από το φύλλωμα. Ο Ewing (1990) υπέθεσε ότι η φύση του ερεθίσματος της κονδυλοποίησης είναι όμοια με αυτή του ερεθίσματος της άνθησης παρά το γεγονός ότι οι φωτοπεριοδικές συνθήκες για άνθηση και κονδυλοποίηση στην πατάτα είναι διαφορετικές (Cutter 1992). Ο Jackson (1999) αναφέρει ότι η φύση του ερεθίσματος είναι ορμονική και η μεταφορά του γίνεται μέσω του φλοιώδους παρεγχύματος (φλοιώμα) με κίνηση ακροπέταλη και βασιπέταλη και τελικά ο σχηματισμός των κονδύλων παρατηρείται πιο έντονα σε οφθαλμούς που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το στέλεχος ή από κάποιο φύλλο που φωτίζεται (Ewing 1990).

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των κονδύλων σχηματίζονται και διαφοροποιούνται σταδιακά οι οφθαλμοί τους. Αρχικά διαφοροποιείται ο οφθαλμός που βρίσκεται κοντά στο στόλωνα και τελευταίος ο οφθαλμός της κορυφής του κονδύλου. Μετά τη διαφοροποίηση κάθε οφθαλμού ξεκινά η σταδιακή εγκατάσταση του λήθαργου σε καθέναν από αυτούς ξεκινώντας από τον οφθαλμό που βρίσκεται κοντά στο στόλωνα ενώ τελευταίος εισέρχεται σε λήθαργο ο οφθαλμός της κορυφής (van Es and Hartmans 1987a).

1.9. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Η κονδυλοποίηση αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που εκτός από τις μορφολογικές αλλαγές που παρατηρούνται στην άκρη του στόλωνα κατά το σχηματισμό και την ανάπτυξη των κονδύλων, περιλαμβάνει δύο πολύ σημαντικές μεταβολικές αλλαγές που είναι η συσσώρευση αμύλου και η παραγωγή αποθησαυριστικών πρωτεϊνών (Visser et al. 1994).

Οι υδατάνθρακες αποτελούν για τα φυτά πηγή ενέργειας και παρέχουν τα κατάλληλα υλικά για την σύνθεση δομικών συστατικών. Ο Werner (1934) πρότεινε την αναλογία υδατανθράκων / άζωτο ως ρυθμιστικό παράγοντα της κονδυλοποίησης αλλά οι Koda and Okazawa (1983a) ανέφεραν ότι παρά το ρυθμιστικό ρόλο της σακχαρόζης είναι απαραίτητη η εμπλοκή ορμονών στη διαδικασία της κονδυλοποίησης ενώ ο Ewing (1990) ανέφερε ότι η πατατίνη (patatin) που αποτελεί μία εξειδικευμένη γλυκοπρωτεΐνη με αποθησαυριστικό ρόλο μπορεί να σχετίζεται με το σχηματισμό και την ανάπτυξη των κονδύλων.

Παρά την απουσία ορατής ανάπτυξης των φύτρων κατά τη ληθαργική περίοδο του κονδύλου μετά τη συγκομιδή, η συνεχής μεταβολική δραστηριότητα, έστω και με αργό ρυθμό, οδηγεί σε μεταβολές στη συγκέντρωση των σακχάρων. Κατά τη μεταληθαργική περίοδο των κονδύλων τα αναπτυσσόμενα φύτρα αποτελούν σημεία

προσέλευσης υδατανθράκων που τουλάχιστον μέχρι τα φύτρα να εξελιχθούν σε νέα φυτά με αυτόνομη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, οι απαιτούμενες ποσότητες προέρχονται εξ' ολοκλήρου από το μεταβολισμό των υδατανθράκων του μητρικού κονδύλου.

1.9.1. Σακχαρόζη

Η σακχαρόζη αποτελεί την κύρια μορφή μεταφερόμενου υδατάνθρακα από τα φύλλα σε όλα τα μέρη του φυτού για άμεση μεταβολική χρήση ή για τη σύνθεση αμύλου (Δροσόπουλος 1998). Ο Davies (1984) αναφέρει ότι παρατηρείται αύξηση του λόγου σακχαρόζη/αναγωγικά σάκχαρα στην άκρη του στόλωνα κατά την έναρξη του σχηματισμού του κονδύλου αλλά οι Hajirezaei et al. (2000) θεωρούν ότι αυτό οφείλεται σε μείωση των αναγωγικών σακχάρων και όχι σε αύξηση της συγκέντρωσης της σακχαρόζης.

1.9.2. Αναγωγικά σάκχαρα

Τα αναγωγικά σάκχαρα, γλυκόζη και φρουκτόζη, αυξάνονται πριν τη διόγκωση του άκρου του στόλωνα αλλά στη συνέχεια παρουσιάζουν μείωση για να διατηρηθούν σε χαμηλότερα και σχετικά σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των κονδύλων (Ross et al. 1994, Hawker et al. 1979), παρατηρήσεις στις οποίες κατέληξαν και οι Vreugdenhil et al. (1998) σε in vitro πειράματα. Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με τους Davies and Viola (1994), λίγο πριν την έναρξη της διόγκωσης στο άκρο του στόλωνα παρατηρείται μείωση της αναλογίας αναγωγικά σάκχαρα / σακχαρόζη και αύξηση της αναλογίας γλυκόζη / φρουκτόζη.

1.9.3. Άμυλο

Το άμυλο είναι ένας πολυσακχαρίτης που συντίθεται στα πλαστίδια και διακρίνεται σε παροδικό και μόνιμο, ανάλογα με το μέγεθος, το σχήμα και τη σύνθεση των αμυλόκοκκων που έχουν τρισδιάστατη ημικρυσταλλική δομή (Smith et al. 1997). Το παροδικό άμυλο συντίθεται στα φωτοσυνθετικά ενεργά φύλλα κατά τη διάρκεια της ημέρας και μεταφέρεται σε άλλους ιστούς κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο μόνιμο άμυλο, που απαντάται σε ρίζες, κονδύλους, καρπούς κ.α., οι αμυλόκοκκοι έχουν συγκεκριμένο σχήμα για κάθε φυτό και αποτελούνται από αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη. Η αμυλόζη είναι ένας γραμμικός πολυσακχαρίτης που αποτελεί περίπου το 30% του αμύλου ενώ η αμυλοπηκτίνη είναι ένας διακλαδιζόμενος πολυσακχαρίτης που μπορεί να φτάσει μέχρι και το 70-80% του ολικού αμύλου.

Στους κονδύλους της πατάτας το άμυλο κυμαίνεται στο 10-25% του νωπού βάρους τους (Cutter 1992) και συντίθεται στα πλαστίδια των παρεγχυματικών κυττάρων, τα οποία έχουν αυτή ως κύρια δραστηριότητα και ονομάζονται, όπως και σε άλλους αποθησαυριστικούς ιστούς, αμυλοπλάστες.

1.9.4. Αναπνοή των κονδύλων

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του κονδύλου στο μητρικό φυτό ένα μικρό ποσοστό υδατανθράκων, εξαρτώμενο από τις συνθήκες ανάπτυξης τους (θερμοκρασία υποστρώματος), χρησιμοποιείται για την αναπνευστική δραστηριότητα (Burton 1989). Μετά, λοιπόν, το σχηματισμό του κονδύλου που βρίσκεται σε ένα πολύ δραστήριο στάδιο ανάπτυξης κατά το οποίο οι υδατάνθρακες που φτάνουν από

το φύλλωμα υφίστανται μεταβολές ώστε να μετατραπούν σε δομική, μεταβολική και αποθησαυριστική μορφή, παρατηρείται έντονη αναπνευστική δραστηριότητα. Καθώς ο κόνδυλος ολοκληρώνει την ανάπτυξή του παρατηρείται μείωση στο ρυθμό της αναπνοής τα επίπεδα του οποίου σταθεροποιούνται περίπου κατά την περίοδο που ξηραίνεται το υπέργειο μέρος του φυτού. Τελικά η αναπνοή των κονδύλων κατά την ημέρα της συγκομιδής αν και εξαρτάται από την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξής τους, κυμαίνεται συνήθως σε επίπεδα $3-5 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ σε θερμοκρασία 10°C . Σημαντικότερος παράγοντας της αναπνευστικής δραστηριότητας των κονδύλων αυτή την περίοδο είναι το στάδιο ωρίμανσής τους (δηλαδή η φυσιολογική ηλικία τους) και κυρίως οι μηχανικοί τραυματισμοί κατά τη συγκομιδή και χειρισμοί που μπορούν να προκαλέσουν μέχρι και διπλασιασμό του ρυθμού της αναπνοής (Burton 1989).

Ο ρυθμός αναπνοής των κονδύλων κατά τη συντήρηση επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία συντήρησης. Σύμφωνα με τον Hooker (1986) ο ρυθμός αναπνοής των κονδύλων κυμαίνεται σε σχετικά υψηλά επίπεδα ($6-8 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται στους $0-2^\circ\text{C}$, σε χαμηλά επίπεδα ($3-4,5 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) στους $5-15^\circ\text{C}$ και σε υψηλά επίπεδα ($8-11 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) στους $20-25^\circ\text{C}$.

Η μετασυλλεκτική αναπνοή των κονδύλων που βρίσκονται σε λήθαργο εξαρτάται σημαντικά από το στάδιο ωρίμανσης και από τη θερμοκρασία συντήρησης. Έτσι κατά την συγκομιδή οι ανώριμοι κόνδυλοι έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αναπνοής από ότι οι ώριμοι. Πολύ σύντομα μετά τη συγκομιδή των κονδύλων, ο ρυθμός αναπνοής τους μειώνεται σημαντικά (3-5 φορές) και τόσο οι ώριμοι όσο και οι ανώριμοι κόνδυλοι εμφανίζουν παρόμοια επίπεδα αναπνευστικής δραστηριότητας η οποία παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της ληθαργικής περιόδου (Burton 1989). Αν κατά την περίοδο αυτή εφαρμοστούν μεταχειρίσεις που προκαλούν ταχύτερη διακοπή του λήθαργου των κονδύλων (βρωμοαιθάνιο, ριντίτης) που έχουν κοινό χαρακτηριστικό την απελευθέρωση αιθυλενίου, τότε παρατηρείται αύξηση στην αναπνευστική δραστηριότητα των κονδύλων πριν από τη διακοπή του λήθαργου (Ακουμιανάκης 1998).

Η αναπνοή των κονδύλων αυξάνεται κατά τη στιγμή του φυτρώματος και φτάνει στα επίπεδα της αναπνοής που είχαν οι κόνδυλοι κατά την ημέρα της συγκομιδής τους. Όμως, όταν οι κόνδυλοι κατά τη συγκομιδή τους είναι ακόμη ανώριμοι, η αύξηση της αναπνοής κατά τη στιγμή του φυτρώματος είναι μικρότερη και δεν φτάνει στα επίπεδα της αναπνοής που είχαν κατά την ημέρα της συγκομιδής τους (Burton 1989). Σύμφωνα με τον Schippers (1977) η αύξηση της αναπνοής των κονδύλων κατά τη μεταληθαργική περίοδο είναι ανιχνεύσιμη αφού τα φύτρα αποκτήσουν μήκος 1 cm. Οι Burton et al. (1955) παρατήρησαν ότι ο ρυθμός αναπνοής των κονδύλων ήταν 1,5 φορά μεγαλύτερος από το ρυθμό αναπνοής τους κατά τη ληθαργική περίοδο, όταν τα φύτρα απέκτησαν βάρος ίσο με το 1% του βάρους των κονδύλων που εξέτασαν και συνέχισε να αυξάνεται.

Η μεταβολική δραστηριότητα των κονδύλων ιδιαίτερα αυτή την περίοδο είναι προτιμότερο να γίνεται μέσω της μέτρησης της εκλυόμενης ποσότητας CO_2 και όχι μέσω της ποσότητας του O_2 που απορροφάται γιατί σε γηρασμένους κόνδυλους το αναπνευστικό πηλίκιο ($\text{RQ} = \text{CO}_2 / \text{O}_2$) δεν είναι ίσο με τη μονάδα αλλά μπορεί να πάρει ακόμη και την τιμή 4 (Isherwood and Burton 1975).

Όπως είναι αναμενόμενο η αύξηση του ρυθμού της αναπνοής και η έντονη αποδόμηση του αμύλου έχουν σαν αποτέλεσμα να παρατηρείται μεγαλύτερος ρυθμός μείωσης του βάρους των κονδύλων. Η συμμετοχή της απώλειας νερού (εξάτμιση) από τους κόνδυλους στη μείωση του βάρους τους είναι μικρή λόγω της παρεμποδιστικής δράσης του περιδέρματος, η αφαίρεση του οποίου μπορεί να προκαλέσει αύξηση του ρυθμού εξάτμισης κατά 300-500 φορές (Burton 1989). Οι

κόνδυλοι που έχουν μικρό μέγεθος έχουν μεγαλύτερο ρυθμό απώλειας νερού λόγω της μεγαλύτερης αναλογικά επιφάνειάς τους.

1.10. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Η πατάτα πολλαπλασιάζεται εγγενώς με βοτανικό σπόρο (TPS) και αγενώς, με κονδύλους (πατατόσπορος ή seed tuber) ή με μικροπολλαπλασιασμό (in vitro).

Ο βοτανικός σπόρος της πατάτας χρησιμοποιείται κυρίως σε ερευνητικά ή βελτιωτικά προγράμματα αλλά τα τελευταία 40 χρόνια το C.I.P. (International Potato Centre - Lima, Peru) προωθεί τη χρήση του κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες για την παραγωγή κονδύλων για κοινή κατανάλωση ή πατατόσπορου. Η περιορισμένη χρήση του βοτανικού σπόρου της πατάτας οφείλεται κυρίως στην αργή ανάπτυξη των σπορόφυτων, τη δυσκολία στην αντιμετώπιση των ζιζανίων και τις μεγάλες απαιτήσεις για εργατικό δυναμικό. Επιπλέον τα σπορόφυτα παράγουν κονδύλους μικρού μεγέθους με υψηλά ποσοστά ανομοιομορφίας όσον αφορά το σχήμα, το μέγεθος και το στάδιο ωρίμανσης, χαρακτηριστικά που είναι πιθανό να σχετίζονται με τη χρήση ποικιλιών που προέρχονται από ελεύθερη επικονίαση. Παρόλα αυτά, συγκριτικά με τη χρήση του πατατόσπορου, παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα (Golmirzaie et al. 1994):

1. εύκολη και με χαμηλό κόστος παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού,
2. μεγάλης διάρκειας αποθήκευση (τουλάχιστον 8-9 χρόνια) με μικρές απαιτήσεις σε χώρο, έλεγχο συνθηκών, συσκευασία και μεταφορά,
3. απαιτείται μικρή ποσότητα (10 g) για την καλλιέργεια ενός στρέμματος με χαμηλό κόστος αγοράς, σε σχέση με την αγορά πατατόσπορου.

Ο βοτανικός σπόρος της πατάτας μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε με απευθείας σπορά στον αγρό είτε ακολουθώντας την τεχνική της μεταφύτευσης για την παραγωγή κονδύλων για κοινή κατανάλωση. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση του βοτανικού σπόρου της πατάτας για την παραγωγή μικρού μεγέθους κονδύλων (baby potatoes) και κυρίως για την παραγωγή πατατόσπορου. Η παραγωγή πατατόσπορου γίνεται με σπορά σε μεγάλη πυκνότητα, έως και 100 σπορόφυτα ανά m² (Wiersema 1986) και ο πατατόσπορος που παράγεται αν και έχει μικρότερο μέγεθος δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα υπόλοιπα εξωτερικά χαρακτηριστικά του από τον πατατόσπορο που παράγεται αγενώς (Wiersema and Cabello 1986).

Οι Hoang et al. (1988) αναφέρουν ότι η καλλιέργεια του υβριδίου CFK-69.1 στο Βιετνάμ σε πυκνότητα 42 φυτών ανά m² ανήλθε σε 532 κονδύλους ανά m² με μέσο βάρος κονδύλων 4,6 g και συνολική απόδοση 2,45 kg ανά m². Η απόδοση του πατατόσπορου που παρήχθη από τα σπορόφυτα του υβριδίου CFK-69.1 κυμάνθηκε από 1,76-2,39 τόνους ανά στρέμμα, ανάλογα με το μέγεθος του μητρικού κονδύλου (2-5, 5-10, 10-15 g) ενώ η απόδοση του πατατόσπορου της κλωνικής ποικιλίας Ackersegen ανήλθε σε 1,26-1,48 τόνους ανά στρέμμα επίσης ανάλογα με το μέγεθος του μητρικού κονδύλου (2-5, 5-10, 10-15 g). Οι Love et al. (1997) αναφέρουν υψηλές αποδόσεις για φυτά που προέρχονται από πατατόσπορο (τμήμα βάρους 60 g) που παρήχθη από σπορόφυτα 9 υβριδίων και κυμάνθηκε στους 3,74-5,57 τόνους ανά στρέμμα, ενώ η απόδοση του πατατόσπορου (τμήμα βάρους 60 g) των κλωνικών ποικιλιών Alpha, Brador, Kathadin και Superior κυμάνθηκε στους 3,43-5,11 τόνους ανά στρέμμα. Επιπλέον οι Hoang et al. (1988) αναφέρουν ότι τα φυτά από τον

πατατόσπορο που παρήχθη από τα σπορόφυτα παρουσίασαν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε προσβολή από περονόσπορο και ιώσεις.

Στις περισσότερες χώρες η καλλιέργεια της πατάτας γίνεται με τη φύτευση κονδύλων μικρού μεγέθους (40-90 g) που ονομάζονται πατατόσπορος. Η παραγωγή πατατόσπορου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί χαρακτηριστικά του πατατόσπορου, όπως είναι το γενετικό δυναμικό της ποικιλίας, η υγεία και η φυσιολογική ηλικία του επηρεάζουν σημαντικά τις αποδόσεις (Ακουμιανάκης 1998) και στην Ελλάδα εκτιμάται ότι ανήλθε το 2004 στους 115.000 τόνους (FAO 2004). Παρόλα αυτά ένα μεγάλο ποσοστό του πιστοποιημένου πατατόσπορου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα εισάγεται από το εξωτερικό ενώ και η παραγωγή πιστοποιημένου πατατόσπορου γίνεται από εισαγόμενο βασικό πατατόσπορο.

1.11. ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Στην Ελλάδα η πατάτα καλλιεργείται σε τρεις εποχές-περιόδους :

- Την άνοιξη: Η φύτευση γίνεται τον Ιανουάριο-Φεβρουάριο στις Ν. περιοχές και μέχρι τον Απρίλιο στις ψυχρότερες.
- Το φθινόπωρο: Η φύτευση γίνεται κατά τον Αύγουστο.
- Το καλοκαίρι: Η φύτευση γίνεται τον Απρίλιο ή Μάιο σε ψυχρές περιοχές (Ολύμπιος, 1994).

1.12. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.12.1. Προετοιμασία Εδάφους

Η προετοιμασία του εδάφους για εμπορική καλλιέργεια της πατάτας γίνεται με μηχανικά μέσα (ελκυστήρας, διάφορα εργαλεία) και πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία της κατάλληλης δομής για καλό αερισμό και στράγγιση. Η προετοιμασία γίνεται λίγο πριν τη φύτευση, ανάλογα και με το σύστημα αμειψισποράς που ακολουθείται. Συγκεκριμένα, για την ανοιξιότικη φυτεία πατάτας συνιστάται μια φθινοπωρινή καλλιέργεια με άροτρο, ενώ για τη φθινοπωρινή φυτεία μια καλοκαιρινή άροση, αφού προηγηθεί πότισμα του εδάφους. Γίνεται δεύτερη καλλιέργεια με άροτρο ή φρέζα πριν από τη φύτευση κατά την οποία παραχώνονται τα χημικά λιπάσματα και η κοπριά. Ακολουθεί η ισοπέδωση του εδάφους και η φύτευση με μηχανικά μέσα ή σχηματισμός αυλάκων και φύτευση. Κατά τη φύτευση το έδαφος πρέπει να είναι στο ρώγο του (Ολύμπιος, 1994). Όταν δεν γίνεται συμβατική καλλιέργεια πατάτας, αλλά με εδαφοκάλυψη, αφού οργωθεί και φρεζαριστεί το έδαφος, προστεθούν τα λιπάσματα, τοποθετηθούν τα σταγονίδια για την άρδευση, καλύπτονται με πλαστικό εδαφοκάλυψης δύο σειρές φύτευσης, ανοίγονται τρύπες στο πλαστικό για την τοποθέτηση των κονδύλων και στο τέλος φυτεύονται οι κόνδυλοι πατάτας στις θέσεις αυτές (περιγράφονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο Υλικά και Μέθοδοι).

1.12.2. Λίπανση – Επιφανειακή Λίπανση

Η πατάτα έχει σημαντικές ανάγκες σε άζωτο, φωσφόρο και κάλι για μια μεγάλη παραγωγή με άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ιδιαίτερα ψηλό ποσοστό ξηρής ουσίας και ικανοποιητική συγκέντρωση νιτρικών. Όμως, ταυτόχρονα, θα πρέπει να

υπογραμμιστεί ότι με την κατάχρηση των λιπασμάτων, ιδιαίτερα των αζωτούχων, στα τελευταία στάδια ανάπτυξης των φυτών, προκαλείται υποβάθμιση της ποιότητας (μείωση της ξηράς ουσίας, αύξηση των νιτρικών, παραμόρφωση των κονδύλων κτλ.).

Με βάση τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων που πρέπει να γίνονται κατά καιρούς, φαίνεται ότι από τις υπερβολικές λιπάνσεις που έχουν γίνει στο παρελθόν, τα πλείστα παραδοσιακά πατατοχώραφα είναι εμπλουτισμένα με μεγάλες ποσότητες φωσφόρου και καλίου, σε αρκετές μάλιστα περιπτώσεις είναι εμπλουτισμένα και με πολύ σημαντικές ποσότητες αζώτου. Αυτό δείχνει καθαρά τη μεγάλη σημασία της ανάλυσης εδάφους και της αυστηρής τήρησης των οδηγιών λίπανσης που δίνονται, αν θέλουμε να μειώσουμε τα κόστη παραγωγής, να αναβαθμίσουμε την ποιότητα του προϊόντος και ταυτόχρονα να προστατεύσουμε το περιβάλλον.

Μια άλλη σημαντική διαπίστωση που έχει προκύψει από τους αποδεικτικούς είναι ότι η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που χρειάζεται μια πατατοφυτεία είναι ανάλογη με την ποσότητα της παραγωγής και ανάλογη με την πρωιμότητα της ποικιλίας. Όσο πιο πρόωμη και χαμηλότερη είναι η παραγωγή τόσο λιγότερες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων θα αξιοποιηθούν και όσο μεγαλύτερη είναι η βλαστική περίοδος και όσο πιο μεγάλη είναι η παραγωγή, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία. Άλλη επίσης σημαντική διαπίστωση είναι η καθυστέρηση που παρατηρείται στη φυσιολογική ωρίμανση της πατάτας, σαν αποτέλεσμα της κατάχρησης των αζωτούχων λιπασμάτων. Από όσα έχουμε αναφέρει πιο πάνω προκύπτει η ανάγκη ο κάθε καλλιεργητής να φροντίζει έγκαιρα για τη χημική ανάλυση του εδάφους του, ώστε να λιπαίνει τη φυτεία ορθολογιστικά. Τούτο θεωρείται ακόμα πιο επιτακτικό για όσους γεωργούς θα εφαρμόσουν τη συνδυασμένη άρδευση-λίπανση στην πατατοφυτεία τους. Αυτοί θα πρέπει έγκαιρα να φροντίσουν να κάνουν χημική ανάλυση γιατί, ανάλογα με τα αποτελέσματά της, θα πάρουν οδηγίες για τη συγκέντρωση του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου με τα οποία θα εμπλουτίζεται το νερό άρδευσης.

1.12.3. Σκαλίσματα – Χημική Καταπολέμηση

Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με σκαλίσματα και με χημική καταπολέμηση, στη συμβατική καλλιέργεια πατάτας. Αν δεν εφαρμοστεί χημική καταπολέμηση, θα πρέπει να γίνουν ελαφρά (αβαθή) σκαλίσματα μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Τα σκαλίσματα, εκτός από την καταστροφή των ζιζανίων, βοηθούν και στο σπάσιμο της επιφανειακής κρούστας και βελτιώνουν τον αερισμό του ριζικού συστήματος. Το παράχωμα αποτελεί μία αναγκαία καλλιεργητική εργασία στην καλλιέργεια της πατάτας και αποσκοπεί στην αφρατοποίηση και συλλογή χώματος κοντά στο φυτό από τον πατατόσπορο (σχηματισμός αναχώματος) στην περιοχή όπου αναμένεται να παραχθούν οι νέοι κόνδυλοι, και επίσης στην καταστροφή των ζιζανίων. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται αερισμός του εδάφους. Το παράχωμα χρονικά γίνεται όταν οι βλαστοί αποκτήσουν ύψος 20-25 εκ. (Ολύμπιος, 1994).

Αν εφαρμοστεί χημική καταπολέμηση τότε μπορεί να γίνει σε δύο περιόδους :

Σε έδαφος χωρίς ζιζάνια: Ο κατάλληλος χρόνος εφαρμογής των ουσιών είναι μετά τη φύτευση του πατατόσπορου και πριν φυτρώσει η καλλιέργεια και τα ζιζάνια. Οι χημικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι οι ETPC, Linuron, Metribuzin, Monolinuron, Prometryne.

Σε φυτρωμένα ζιζάνια: Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ουσίες Alloxymid, Metribuzin, Monolinuron (Ολύμπιος, 1994).

Στην καλλιέργεια πατάτας με εδαφοκάλυψη, όπως θα περιγραφεί αναλυτικά στο Κεφάλαιο Υλικά και Μέθοδοι, ένα από τα σοβαρά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η αποφυγή σκαλισμάτων, αλλά κυρίως η μη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (φυτοφαρμάκων) για την αντιμετώπιση των ζιζανίων, που δεν είναι και φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

1.13. ΑΡΔΕΥΣΗ

Η πατάτα είναι αρδευόμενη καλλιέργεια στα εύκρατα και υποτροπικά κλίματα όπου καλλιεργείται και φυσικά και στην Ελλάδα. Η έλλειψη νερού είναι ένας από τους σπουδαιότερους περιοριστικούς παράγοντες της καλλιέργειας πατάτας σε μία περιοχή. Υπάρχει μια διαφοροποίηση των αναγκών σε νερό στις διάφορες φάσεις ανάπτυξης της καλλιέργειας :

- Κατά την περίοδο μεταξύ της φύτευσης και του φυτρώματος, το έδαφος πρέπει να είναι υγρό αλλά όχι κορεσμένο με νερό.

- Κατά την περίοδο μεταξύ του φυτρώματος και της έναρξης σχηματισμού κονδύλων, οι ανάγκες σε νερό είναι ακόμη μειωμένες.

- Η ορθολογική χρήση νερού κατά την έναρξη σχηματισμού των κονδύλων επηρεάζει θετικά (αυξάνει) τον αριθμό των εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό κατά τη συγκομιδή.

- Κατά την περίοδο διόγκωσης των κονδύλων απαιτούνται αυξημένες ποσότητες νερού άρδευσης, ομαλά κατανεμημένες.

Στην πατάτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο βασικά συστήματα άρδευσης : η άρδευση με αυλάκια και οι διάφορες παραλλαγές του συστήματος της τεχνητής βροχής. Το βελτιωμένο σύστημα άρδευσης στάγδην δεν εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα (Ολύμπιος, 1994), αλλά είναι υποχρεωτικό στην καλλιέργεια πατάτας με εδαφοκάλυψη.

1.14. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή των κονδύλων πραγματοποιείται 90-120 μέρες μετά τη φύτευση, ανάλογα με την εποχή, την περιοχή φύτευσης και την ποικιλία. Γίνεται με το άροτρο ή με ειδικές μηχανές που λέγονται πατατοεξαγωγείς. Τα κριτήρια ωρίμανσης της πατάτας είναι όταν το υπέργειο μέρος κιτρινίσει και φαίνεται μαραμένο, όταν οι βλαστοί αποσπώνται εύκολα από το έδαφος και όταν η επιδερμίδα των κονδύλων είναι σκληρή (Ολύμπιος, 1994).

1.15. ΜΕΘΩΡΙΜΑΝΣΗ

Η μεθωρίμανση γίνεται αμέσως μετά από τη συγκομιδή και στοχεύει στην πάχυνση του περιδέρματος, στην επούλωση των πληγών και των επιφανειακών τραυματισμών των κονδύλων. Γίνεται με τοποθέτηση των κονδύλων σε θερμοκρασία 16-21°C και σχετική υγρασία 90-95% για 10-14 ημέρες (Ολύμπιος, 1994).

1.16. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Ο πρώιμες πατάτες ή σκρέιπερς, όπως είναι γνωστές στο εμπόριο, πατάτες δηλαδή που ξεφλουδίζονται εύκολα, διαλέγονται αμέσως μετά την εκρίζωση τους και διατίθενται στο εμπόριο, συνήθως σε ικανοποιητικές τιμές. Οι συνήθεις πατάτες μαζεύονται όταν οι κόνδυλοι ωριμάσουν και μεταφέρονται στα συσκευαστήρια για εξαγωγή. Οι πατάτες αποθηκεύονται κατά διάφορους τρόπους που αναλύονται στη συνέχεια :

- **Διατήρηση σε σωρούς:** Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται πλέον σε πολύ λίγες περιπτώσεις. Οι πατάτες πρέπει να είναι τελείως ώριμες και απαλλαγμένες από ασθένειες, κτυπήματα και πληγές. Αρχικά ο χώρος του χωραφιού όπου πρόκειται να διατηρηθούν οι πατάτες καθαρίζεται και ισοπεδώνεται, ακολουθεί ελαφρό σκόνισμα του εδάφους μ' ένα εντομοκτόνο και στη συνέχεια τοποθετούνται σε σωρούς που έχουν συνήθως 1 μέτρο ύψος, 1,5 μέτρο πλάτος και μήκος ανάλογο με τη διαθέσιμη ποσότητα πατατών. Ακολουθεί το σκόνισμα ολόκληρου του σωρού με το ίδιο εντομοκτόνο και ο σωρός σκεπάζεται με αχυρόκολες και, τέλος, σαν επιστέγασμα, τοποθετείται ένα παχύ στρώμα από καλαμιές σιτηρών (μπάλες ποκαλάμης).

- **Διατήρηση σε αποθήκες:** Η μέθοδος εφαρμόζεται πλέον σε μικρή κλίμακα. Οι πατάτες, επίσης, διατηρούνται μέσα σε αποθήκες, με καλό αερισμό, χαμηλή θερμοκρασία και σχετική υγρασία. Οι αποθήκες πρέπει να έχουν διπλή οροφή και τα παράθυρα να είναι προστατευμένα με ειδικό δίκτυ με πολύ μικρές τρύπες. Ο χρόνος διατήρησης των πατατών σε αποθηκευτικούς χώρους εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες που επικρατούν στην αποθήκη κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Σαν απαραίτητοι όροι για την καλή διατήρηση των πατατών, αναφέρονται ο καλός αερισμός, η μη ύπαρξη σταγονιδίων νερού στους κονδύλους και η χαμηλή θερμοκρασία.

- **Διατήρηση σε ψυκτικούς θαλάμους:** Είναι η πλέον διαδεδομένη σήμερα μέθοδος διατήρησης των πατατών γιατί δεν απαιτείται η χρησιμοποίηση εντομοκτόνων και γιατί οι πατάτες διατηρούνται καλύτερα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από τις δύο προηγούμενες μεθόδους. Με άριστες συνθήκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου, οι πατάτες δυνατό να διατηρηθούν σε ψυκτικούς θαλάμους μέχρι και 7 μήνες. Οι πατάτες που προορίζονται για αποθήκευση σε ψυκτικούς θαλάμους πρέπει να είναι ώριμες, στεγνές και να έχουν επουλωμένες τις τομές ή πληγές τους.

Κατάλληλες θερμοκρασίες μακροχρόνιας διατήρησης του πατατόσπορου είναι 3-4°C (όχι κάτω των 2°C), των πατατών για τηγάνισμα 6-8°C, για «τσιπς» 9-12°C και για βραστές 4-5°C.

Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας να είναι 95% και η αποθήκευση των πατατών για κατανάλωση να γίνεται πάντοτε στο σκοτάδι. Υπάρχουν διαφορετικές ανάγκες των διαφόρων ποικιλιών σε συνθήκες διατήρησης τους, ανάλογα και με τον προορισμό και χρήση τους.

1.17. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

Το ύψος των αποδόσεων επηρεάζουν αρκετοί παράγοντες με κυριότερους την ποικιλία, την εποχή, την περιοχή, αλλά και την μέθοδο φύτευσης. Η ανοιξιιάτικη φυτεία δίνει υψηλότερες αποδόσεις (3,7 τον./στρέμμα) σε σχέση με τη φθινοπωρινή (2,2 τον./στρέμμα). Σε φυτείες για παραγωγή σπόρου η μέση απόδοση υπολογίζεται στους 3,2 τον./στρέμμα (Ολύμπιος, 1994).

1.18. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΟΝΔΥΛΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ

1.18.1. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά

Το χρώμα της σάρκας των κονδύλων, καθώς και το σχήμα των κονδύλων, που είναι δύο πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά ποιότητας, καθορίζονται βασικά από την ίδια την ποικιλία που καλλιεργείται. Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ποιότητας που πρέπει να πληρούν οι πατάτες μας είναι τα ακόλουθα :

- Οι κόνδυλοι να μη φέρουν σχισμές ή εξογκώματα, αλλά να έχουν το κανονικό σχήμα της ποικιλίας.
- Να μη φέρουν μώλωπες ή κηλίδες εξωτερικά ή εσωτερικά.
- Να είναι απαλλαγμένες από οποιεσδήποτε σήψεις που προκαλούνται από διάφορους εχθρούς και ασθένειες, όπως είναι ο περονόσπορος κ.ά.
- Να μην είναι πράσινες ούτε να έχουν εγκαύματα που προκλήθηκαν από τον ήλιο.
- Να έχουν χαμηλό ποσοστό νιτρικών αλάτων (που ως γνωστό είναι βλαβερά για την υγεία των νεαρών ατόμων) και να μην έχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων πέραν των επιτρεπτών ορίων, σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία.

2. ΛΙΠΑΝΣΗ ΠΑΤΑΤΑΣ

2.1.1. Άζωτο

Ο ρόλος του αζώτου (N) στη λίπανση της πατάτας είναι πρωταρχικός: Διεγείρει την ανάπτυξη των βλαστών και επιδρά καθοριστικά στην παραγωγική της ικανότητα. Η περίσσεια N προκαλεί βλαστομανία, επιμήκυνση της βλαστικής περιόδου, μείωση και οψίμιση της παραγωγής. Η έλλειψη N προκαλεί καθυστέρηση της ανάπτυξης του φυτού, χλώρωση και νέκρωση των φύλλων και των λειτουργιών τους, με άμεσες επιπτώσεις στη βλαστική δραστηριότητα και το σχηματισμό των κονδύλων. Οι κόνδυλοι γίνονται μικροί, ακανόνιστοι, μη εμπορεύσιμοι.

Η μορφή με την οποία παρέχεται στα φυτά επηρεάζει το μεταβολισμό του φυτού (Raab and Terry 1994, Gerendas et al., 1997) και την απορρόφηση και άλλων μακροστοιχείων λόγω ιοντικού ανταγωνισμού (Marschner 1995). Η ταχύτερη απορρόφηση της μιας ή της άλλης μορφής εξαρτάται από το ίδιο το φυτό (βιοχημικές μεταβολές), το pH και τον τύπο του υποστρώματος ανάπτυξης, καθώς και διάφορους άλλους παράγοντες. Το άζωτο είναι πρωταρχικός παράγοντας της αύξησης της βλάστησης και της απόδοσης της πατάτας. Πιο συγκεκριμένα, το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων (και καρπών) είναι πολύ ευαίσθητα στην επίδραση του αζώτου. Υπερβολική αζωτούχος λίπανση προκαλεί ανισορροπίες που εκδηλώνονται με υπερβολική βλαστική ανάπτυξη, αυξάνοντας έτσι τις απαιτήσεις των φυτών σε νερό. Μικρές ποσότητες καλίου και μέση συγκέντρωση αζώτου προκαλεί το σχηματισμό μεγάλων καρπών, αλλά μειωμένης ποιότητας (Ολύμπιος, 2001).

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές μελέτες και έχει αποδειχθεί ότι η λίπανση διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στα διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κονδύλων της πατάτας (Wright, 1985). Η χρησιμοποίηση αμμωνιακού αζώτου μειώνει την περιεκτικότητα σε κάλιο στα νεαρά σπορόφυτα και την περιεκτικότητα

ώριμων φύλλων πατάτας σε Ca και Mg, πιθανότατα λόγω ανταγωνισμού (Heeb et al 2005b).

Κατά τους Nitsch A. και Varis E. (1999), η περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα των βλαστών δεν επηρεάζεται από την εφαρμογή ανόργανων και οργανικών αζωτούχων λιπασμάτων, ενώ το περιεχόμενο νιτρικών αλάτων των κονδύλων στη συγκομιδή συσχετίστηκε με την ένταση της χρήσης λιπάσματος και επηρεάστηκε από την εποχή. Η λίπανση δεν επηρεάζει μόνο τα ανόργανα συστατικά των κονδύλων (N, P, K, Ca, Mg κλπ), αλλά και εκείνες τις ομάδες που σχετίζονται με την διατροφική αξία των ανθρώπων. Τα αποτελέσματα της λίπανσης στο περιεχόμενο μερικών θρεπτικών ουσιών στην πατάτα (ποικιλίας Provita) μελετήθηκαν από τα αγρονομικά υπαίθρια πειράματα. Έτσι έγιναν λιπάνσεις με διαφορές ποσότητες χημικών λιπασμάτων NPK σε συνδυασμό με διαφορές ποσότητες νιτρικής αμμωνίας και σε αυτή με οργανικό λίπασμα. Υπήρξε αύξηση μόνο 1.5% στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, όταν περιλήφθηκε το νιτρικό αμμώνιο με ένα υψηλότερο ποσό ανόργανου λιπάσματος NPK. Το ανόργανο λίπασμα σε σύγκριση με το οργανικό λίπασμα ήταν αποτελεσματικότερο για τη βελτίωση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Δεν βρέθηκαν οποιεσδήποτε σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις του λίπους, της τροφικής ίνας και της ακατέργαστης ίνας μεταξύ των δειγμάτων που αντιμετωπίστηκαν με το οργανικό λίπασμα και του ανόργανου λιπάσματος. Το περιεχόμενο του αμύλου αυξήθηκε με μια υψηλότερη λίπανση του ανόργανου λιπάσματος NPK. Η περιεκτικότητα σε σίδηρο ήταν 11-45% χαμηλότερα στα ανόργανα λιπάσματα, στα δείγματα πατατών από εκείνων που αντιμετωπίστηκαν με το οργανικό λίπασμα.

Το περιεχόμενο του ψευδάργυρου ήταν χαμηλότερο στα δείγματα που αντιμετωπίστηκαν με ένα υψηλότερο ποσό ανόργανου λιπάσματος NPK. Ο συνυπολογισμός του ανόργανου λιπάσματος NPK μαζί με το ακατέργαστο λίπασμα μείωσε το περιεχόμενο του σιδήρου, του χαλκού και του ψευδάργυρου. Η υψηλότερη λίπανση του ανόργανου λιπάσματος NPK αύξησε το περιεχόμενο του σιδήρου αλλά μείωσε την περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο και οι συγκεντρώσεις του χαλκού και του μαγγανίου παρέμειναν αμετάβλητη. Τέλος το περιεχόμενο ξηρής ουσίας πατατών αυξήθηκε λόγω της λίπανσης του ανόργανου λιπάσματος. Επίσης σε μελέτη που έγινε στο Wageningen, NL (Vos, J) σε 5 ποικιλίες παρατηρήθηκε ότι οι συγκεντρώσεις αζώτου στην ξηρή ουσία αυξάνονται γραμμικά με τη λήψη αζώτου. Οι ποικιλίες διέφεραν μόνο στην επίδραση του N στη συγκέντρωση ξηρής ουσίας κονδύλων.

Η έλλειψη του N είναι αισθητή σε όλα σχεδόν τα ελληνικά εδάφη, που περιέχουν γύρω στα 100-200 kg ολικό N/στρ. Από την ποσότητα αυτή μικρό μόνο μέρος ανοργανοποιείται (1-3%) και γίνεται διαθέσιμο στα φυτά στο χρόνο. Άρα η ανάγκη προσθήκης N είναι προφανής. Άριστη δόση N υπολογίζεται παίρνοντας υπόψη την ποικιλία, τη γονιμότητα του εδάφους, το κλίμα και το μήκος της βλαστικής περιόδου. Δόση 15-20 kg/στρ. συνολικά θεωρείται ότι καλύπτει τα δεδομένα αυτά. Προτιμητέα μορφή N είναι η αμμωνιακή, λόγω της εύκολης έκπλυσης των νιτρικών μορφών αζώτου (θειική 21-0-0, νιτρική 34,4-0-0 ή νιτροθειική).

Το N επειδή πρέπει να υπάρχει σ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πρέπει να δίνεται τμηματικά παρά την αυξημένη απαιτούμενη εργασία. Το ήμισυ περίπου της ποσότητας είτε ως σύνθετο λίπασμα είτε ως απλό, δίνεται με τη βασική λίπανση και το υπόλοιπο ως απλό, επιφανειακά κατά το σκάλισμα ή καλύτερα σε 3-4 εφαρμογές, με το σύστημα άρδευσης.

Η πρόωρη σήψη της πατάτας, είναι μια ασθένεια που επηρεάζεται από την εδαφολογική γονιμότητα και τη θρέψη της καλλιέργειας. Τα χαμηλά επίπεδα

εδαφολογικού φωσφόρου (P) και οι λιπάνσεις με υψηλά ποσοστά λιπάσματος περιεκτικότητας αζώτου (N) έχουν αποδείξει ότι μπορούν να καταστείλουν την πρόωρη σήψη (Barclay *et al.* 1973 Davis 1985). Ο Barclay *et al* (1973) ωστόσο αναφέρει ότι η περιεκτικότητα σε N στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας είναι σημαντικά πιο υψηλή από το ποσοστό του εδαφικού P συγκριτικά με τις απαιτήσεις για την επίτευξη της μέγιστης παραγωγής.

Η εφαρμογή του υπερβολικού N νωρίς στην εποχή μπορεί να καταστείλει την παραγωγή πατάτας με την καθυστέρηση του σχηματισμού κονδύλων. Το υπερβολικό N μπορεί επίσης να μειώσει το ειδικό βάρος του κονδύλου και να έχει επιπτώσεις στο χρώμα του (Mackenzie 1981). Επιπλέον έδαφος με χαμηλό ποσοστό P μπορεί να μειώσει τον αριθμό παραγωγής των κονδύλων (Freeman *et al.* 1998). Τέλος, το N που εφαρμόζεται πάρα πολύ αργά χρονικά μπορεί να καθυστερήσει την ωρίμανση των κονδύλων και να μειώσει την ποιότητα τους (Westermann 1993).

2.1.2. Φώσφορος

Η αντίδραση της πατάτας στα χορηγούμενα λιπάσματα φωσφόρου εξαρτάται κυρίως από τα υπάρχοντα στο έδαφος σε διαθέσιμη μορφή ποσά φωσφόρου, την παρουσία οργανικής ουσίας και το pH του εδάφους. Η χορήγηση P σε συνθήκες έλλειψης οδηγεί σε αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης του φυτού. Ειδικότερα, ο φωσφόρος επιταχύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος, γι' αυτό κατά τη μεταφύτευση των νεαρών σποροφύτων ο εφοδιασμός τους με φωσφόρο θα πρέπει να είναι ικανοποιητικός. Ο εμπλουτισμός άλλωστε του φυλλώματος με P σύμφωνα με τους Charagain και Wiesman (2004) προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, του K, του P, του Mg και του Fe στα φύλλα, επιταχύνει τη διαδικασία της ωρίμανσης και επιδρά θετικά στην βλάστηση και στην παραγωγή. Έλλειψη P επιδρά αρνητικά στη φωτοσύνθεση και παράλληλα προκαλεί μείωση της συγκέντρωσης του N στα φύλλα λόγω μείωσης των επιπέδων της κυτοκινίνης.

Παράλληλα αυξημένη τιμή του P μειώνει και τις αρνητικές επιδράσεις που προκαλεί η αυξημένη συγκέντρωση Co (Chatterjee and Chatterjee 2002) και Zn (Kaya and Higgs 2002). Τοξικότητα P βέβαια σύμφωνα με τους Kaya and Higgs (2001) μπορεί να εμφανιστεί και λόγω έλλειψης Zn.

Ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και την περιεκτικότητα του σε φωσφόρο, προσδιορίζονται οι ποσότητες των φωσφορικών λιπασμάτων που πρέπει να προστεθούν στην καλλιέργεια. Λόγω της χαμηλής διαλυτότητας των φωσφορικών αλάτων, η προσθήκη των λιπασμάτων θα πρέπει να γίνεται έγκαιρα, πριν τη σπορά ή τη μεταφύτευση (βασική λίπανση). Με την επιφανειακή λίπανση (υδρολίπανση) αποφεύγεται η προσθήκη φωσφόρου, γιατί συχνά προκαλεί προβλήματα στο σύστημα άρδευσης (Ολύμπιος 2001).

Η έλλειψη P, λόγω ανεπάρκειας ή δέσμευσής του έχει σοβαρές επιπτώσεις κυρίως στην ποσότητα αλλά και στην ποιότητα της παραγωγής, χωρίς εμφανή συμπτώματα στο φυτό. Έλλειψη P παρατηρείται σε ελαφρά, αμμώδη, όξινα εδάφη. Δέσμευση του P παρατηρείται σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο (στοιχείο απαραίτητο στην πατάτα) λόγω μετατροπής του σε φωσφορικό τριασβέστιο. Ανεπάρκεια P μειώνει τις δυνατότητες απορρόφησης N. Περίσσεια ποσότητα P λόγω δημιουργίας συμπλόκων επιφέρει τροφοπενίες ιχνοστοιχείου.

Η προσθήκη φωσφορικού λιπάσματος πρέπει να γίνεται κανονικά με ενσωμάτωση στο έδαφος, αρκετό διάστημα πριν τη σπορά, κατά την προετοιμασία του εδάφους, ώστε να υπάρχει το χρονικό περιθώριο αποδέσμευσης των φωσφορικών αλάτων και η διάλυση τους στο έδαφος.

Σε πείραμα που έγινε προέκυψε ότι η προσθήκη κοπριάς στο έδαφος είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του οργανικού φωσφόρου αλλά όχι σε σημαντικά επίπεδα σε σχέση με άλλες καλλιέργειες. Σε γενικές γραμμές, η εφαρμογή κοπριάς αυξάνει τόσο τα επίπεδα του οργανικού όσο και του ανόργανου φωσφόρου στο χώμα (M.S. Erich *et al.*, 2000). Η άριστη δόση φωσφόρου (P₂O₅) εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και συνήθως κυμαίνεται από 20 έως 25 kg/στρ.

2.1.3. Κάλιο

Η πατάτα είναι εξαιρετικά καλιόφιλο φυτό και οι απαιτήσεις της σε Κ είναι μεγάλες, κυρίως σε αμμώδη και αλκαλικά εδάφη. Παρόλα αυτά η λίπανση με κοπριά είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες σε κάλιο και να αποτρέψει φαινόμενα έλλειψης καλίου, ακόμα και σε εδάφη που δεν είναι επαρκώς εφοδιασμένα με κάλιο (Holm and Nylund, 1978). Η λίπανση με κοπριά της πατατοκαλλιέργειας λύνει από τη μια μεριά το πρόβλημα των αναγκών των φυτών σε κάλιο, από την άλλη μεριά, όμως, ο κίνδυνος της αύξησης των νιτρικών στους κονδύλους είναι σχεδόν σίγουρη, γιατί η εκτίμηση της ωφέλιμης δόσης κοπριάς αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Η έλλειψη Κ επιφέρει βράχυνση των μεταξύ των κόμβων τμημάτων των βλαστών (βραχυγονάτωση), τοξοειδή καμπύλωση των φύλλων, περιφερειακή κίτρινη και συνολική μελανή κηλίδωση και τελικά πτώση τους. Στο πρόβλημα με την μελανή κηλίδωση κατά το σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα αποθήκευσης σε αποθήκες (κοινή ή ως σπόρος), συνιστώνται περιεκτικότητες σε κάλιο μεγαλύτερες του 2% στην ξηρά ουσία (υπάρχουν διαφορές επ' αυτού ως προς την ποικιλία) (Sideras, 2005).

Σε περιπτώσεις όπου η καλλιέργεια και παραγωγή της πατάτας πραγματοποιείται σε ξηρά εδάφη η λίπανση που πραγματοποιείται με τα κύρια στοιχεία Κ, Ρ και Ν είναι βασισμένη κυρίως στην πρακτική εμπειρία δεδομένου ότι υπάρχει έλλειψη πληροφοριών βασισμένων σε ερευνητικά πειράματα. Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά το Κ έχει αποδειχθεί η μεγάλη του σημασία και οι επιπτώσεις του στην ποιότητα και την παραγωγή πατατών καθώς επίσης και η σημαντική του βοήθεια ώστε να υπάρχει προσαρμογή τους κάτω από συνθήκες περιβαλλοντικής πίεσης. Ωστόσο υπάρχει μια γενική πεποίθηση ότι σε περιοχές με υψηλά ποσοστά ξηρασίας η υψηλή προσθήκη Κ οδηγεί σε μια μεγάλη και καλύτερης ποιότητας παραγωγή πατάτας. Αν και η καλλιέργεια πατάτας απαιτεί τη μεγάλη χρήση ποσοστού Κ για τη μέγιστη παραγωγή (Errebhi *et al.* 1998), κατάλληλες φροντίδες και προσοχή πρέπει να δοθούν στο χώμα και στην περιεκτικότητα Κ στο νερό άρδευσης. Το ανεπαρκές Κ οδηγεί στη μειωμένη παραγωγή πατατών και σε μικρού μεγέθους κονδύλους (McDole 1978, Satyanarayana and Arora 1985).

Από την άλλη πλευρά οι Davenport και Bentley (2001) διαπίστωσαν σε πείραμά τους ότι η παραγωγή και η ποιότητα πατατών δε συσχετίζονται με λίπασμα υψηλής περιεκτικότητας Κ μολονότι οι εδαφολογικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι τα ποσοστά Κ ήταν σε χαμηλά επίπεδα. Ομοίως, Panique *et al.* (1997) παρατήρησαν μια έλλειψη ανταπόκρισης της παραγωγής στην παρουσία Κ σε έξι από ένδεκα περιοχές που πραγματοποιήθηκαν πειράματα. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των μελετών για την επίδραση του Κ στην ποιότητα πατάτας ήταν ακανόνιστα και δεν έφθασαν σε καμία περίπτωση τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Eastwood και Watt 1956, Kunkle και Holstad 1972).

Οι McDole (1978) και Westermann *et al.* (1994a) διαπίστωσαν ότι το ειδικό βάρος των κονδύλων μειώθηκε με τα αυξανόμενα επίπεδα λιπάσματος Κ. Εντούτοις, τα αποτελέσματά αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα των Davenport και

Bentley (2001), όπου διαπίστωσαν ότι η παραγωγή πατατών και το ειδικό βάρος δεν αποκρίθηκαν στην προσθήκη Κ.

Οι πατάτες απαιτούν υψηλά ποσοστά λιπάσματος καλίου (Κ) για τη βέλτιστη αύξηση, παραγωγή και ποιότητα κονδύλων. Το ύψος φυτού επηρεάστηκε σημαντικά από το ποσοστό Κ. Επιπλέον τα υψηλά ποσοστά θειικού άλατος καλίου οδήγησαν σε μια σημαντική αύξηση του ύψους των φυτών, της περιοχής των φύλλων, της συγκέντρωση χλωροφύλλης, και της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες. Η εμπορεύσιμη παραγωγή κονδύλων επίσης βελτιώθηκε σημαντικά με την εφαρμογή αυξανόμενων ποσοστών θειικού άλατος καλίου. Συμπερασματικά μπορεί να αναφερθεί ότι το Κ απαιτείται στην καλλιέργεια πατάτας για την επίτευξη πιο οικονομικής καλλιέργειας. Το συνιστώμενο ποσοστό χρήσης Qassim και άλλων παρόμοιων λιπασμάτων είναι 450 kg θειικού άλατος καλίου ανά εκτάριο.

Σύμφωνα με τον Terman (1950) υπάρχει μια σημαντική μείωση στην περιεκτικότητα άμυλου των κονδύλων με την εφαρμογή K_2O . Σε παρόμοια μελέτη (Smith (1966) αναφέρθηκε ότι η ξηρή ουσία της πατάτας μειώθηκε με το αυξανόμενο επίπεδο Κ. Σε παρόμοια αποτελέσματα οδηγήθηκαν και οι Schippers, (1968) McDole, (1978) και Westermann *et al.*, (1994a, b).

Σε αργιλώδη εδάφη ο εφοδιασμός των φυτών με κάλιο γίνεται συνήθως απρόσκοπτα, ενώ στα αμμώδη τα φυτά πατάτας παρουσιάζουν συχνά έλλειψη καλίου και αντιδρούν εντονότερα στην προσθήκη του. Το ύψος των φυτών και η παραγωγή μπορούν να αυξηθούν σημαντικά σε εδάφη με μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

2.1.4. Ασβέστιο

Πρόσφατες έρευνες έχουν αποκαλύψει ότι η έλλειψη ασβεστίου αποτελεί περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης των φυτών πατάτας (del Amor and Marcelis 2006). Επιπρόσθετα αυξημένη διαπνοή και θερμοκρασία οδηγεί σε αύξηση της διακίνησης του ασβεστίου μέσω των αγγείων του ξύλου στα φύλλα (Taylor et al. 2004). Σύμφωνα πάλι με τον Hammer (2003) υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία προκαλεί μείωση της διαπνοής με αποτέλεσμα τη μείωση των επιπέδων ασβεστίου στα φύλλα, η οποία αυτομάτως συνάγει στη μείωση της ποιότητας και της συνολικής παραγωγής κονδύλων.

2.1.5. Μαγνήσιο

Τροφοπενία μαγνησίου μπορεί να παρατηρηθεί σε μη οργανικά εδάφη και ιδίως όπου δεν εφαρμόζεται οργανική λίπανση με κοπριά. Η έλλειψη Mg εκδηλώνεται κυρίως αρχικά, στα φύλλα της βάσης με περινεύριες χλωρώσεις, με κατεύθυνση την κεντρική νεύρωση. Επόμενο στάδιο είναι η εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων και η πτώση των φύλλων, κυρίως των παλαιών. Επεμβάσεις με θειικό μαγνήσιο (5-10 kg $MgSO_4$ /στρ.), θειικό καλιομαγνήσιο, νιτρικό μαγνήσιο (με δόσεις σύμφωνα με τις οδηγίες) ή διαφυλλικοί ψεκασμοί με χηλικές ενώσεις μαγνησίου αντιμετωπίζουν ουσιαστικά το πρόβλημα. Τέλος, ανεπαρκής εφοδιασμός του εδάφους με μαγνήσιο μπορεί να επιφέρει μείωση στην ανάπτυξη και την παραγωγή της πατάτας.

2.1.6. Μαγγάνιο

Πολύ συχνή τροφοπενία σε οργανικά, αλκαλικά εδάφη με υπερβολική υγρασία, λόγω οξειδωσης του στοιχείου στις συγκεκριμένες συνθήκες. Αντίθετα, σε όξινα εδάφη μπορεί να εμφανιστεί τοξικότητα. Η έλλειψη εκδηλώνεται με μεσονεύρια χλώρωση κυρίως των ανώτερων φύλλων και η τοξικότητα με εμφάνιση καστανών κηλίδων σε φύλλα και βλαστούς, μαρασμό και φυλλόπτωση. Η έλλειψη μαγγανίου αντιμετωπίζεται καλύτερα με διαφυλλικούς ψεκασμούς με χηλικές ενώσεις.

Η έλλειψη μαγγανίου προκαλεί διαταραχή θρέψης σε καλλιέργεια πατάτας. Συνήθως η υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου στο περιβάλλον των ριζών οδηγεί σε μειωμένη απορρόφηση σιδήρου λόγω εμφάνισης φαινομένων ανταγωνισμού (Korshunova et al., 1999).

2.1.7. Βόριο

Σε τροφοπενία βορίου παρατηρείται νέκρωση των άκρων των ανώτερων βλαστών, ανάπτυξη πλάγιων βλαστών και θαμνώδης ακανόνιστη ανάπτυξη του φυτού, καθώς επίσης συστροφή των φύλλων και περιφερειακή νέκρωση. Οι κόνδυλοι γίνονται μικρότεροι με σχισμές και καστανό μεταχρωματισμό της σάρκας. Για την αντιμετώπιση της έλλειψης βορίου (B) προτιμάται η διαφυλλική χρήση ενώσεων βορίου.

2.1.8. Σίδηρος

Τροφοπενία σιδήρου είναι το πιο συχνό πρόβλημα θρέψης που παρατηρείται σε καλλιέργεια πατάτας όταν τα επίπεδα του pH στην περιοχή των ριζών είναι πολύ υψηλά. Η έλλειψη σιδήρου οδηγεί σε μείωση της χλωροφύλλης των φύλλων (Dasgan et al., 2003). Χορήγηση χηλικού σιδήρου μέσω της άρδευσης ή με ψεκασμό φυλλώματος είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την αντιμετώπιση της τροφοπενίας σιδήρου (Fernandez and Ebert, 2005, He et al., 2005).

2.1.9. Ψευδάργυρος

Τοξικότητα ψευδαργύρου στην πατάτα μπορεί να προκληθεί από ψεκασμό φυλλώματος με φώσφορο (P) και με σίδηρο (Fe) (Kaya and Higgs, 2002).

2.1.10. Χαλκός

Τοξικότητα χαλκού οδηγεί σε μείωση απορρόφησης σιδήρου από την πατάτα και την εκδήλωση εμφάνισης τροφοπενίας (Bergman, 1988).

2.2. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (1994) ένας καλλιεργητής καλόν είναι να έχει υπόψη του ότι μια άριστη παραγωγή έχει κατά κανόνα ανάγκη από 17-20 κιλά καθαρό N κατά δεκάριο που σημαίνει 75-100 κιλά θειική αμμωνία (21-0-0), 25-30 κιλά/δεκάριο τριπλό υπερφωσφορικό (0-48-0) και 15-30 κιλά/δεκάριο θειικό κάλι (0-0-50). Όμως, αν στην πραγματικότητα χρειάζονται αυτές οι ποσότητες ή αν χρειάζεται

οποιαδήποτε αυξομείωση, μόνο τα στοιχεία μιας χημικής ανάλυσης μπορούν να το καθορίσουν.

2.2.1. Αζωτούχα Λιπάσματα

Μπορεί να εφαρμοστεί με τη αμμωνιακή ή τη νιτρική του μορφή. Η εφαρμογή του γίνεται τμηματικά σε δόσεις. Μια δόση κατά προτίμηση αμμωνιακής μορφής εφαρμόζεται πριν τη φύτευση και μία ή περισσότερες δόσεις, κατά προτίμηση νιτρικής μορφής, μετά τη βλάστηση, κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το Ν επηρεάζει το ύψος της παραγωγής και συμβάλλει στην ανάπτυξη των βλαστών. Ωστόσο η υψηλή δόση αζωτούχος λίπανσης πρέπει να αποφεύγεται γιατί εμποδίζει την κονδυλοποίηση (Ολύμπιος, 1994). Επίσης σύμφωνα με τους Leszczynski και Lisinska (2006) η χημική σύνθεση των κονδύλων της πατάτας επηρεάζεται από τις υψηλές δόσεις αζωτούχους λίπανσης. Η υψηλή αζωτούχος λίπανση μειώνει το περιεχόμενο της ξηρής ουσίας και του αμύλου στους κονδύλους της πατάτας με αποτέλεσμα να μειώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κονδύλου.

2.2.2. Φωσφορικά Λιπάσματα

Τα φωσφορικά λιπάσματα χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητά τους σε P_2O_5 και από την διαλυτότητα τους. Τα ορυκτά των φυσικών φωσφοριτών με μεγάλη περιεκτικότητα P χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στην παραγωγή τεχνητών φωσφορικών λιπασμάτων. Μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν σε λειοτριμμένη ακατέργαστη μορφή και ως φυσικά λιπάσματα. Όμως πρέπει να αξιολογείται η σύσταση τους και η κατάλληλη επιλογή των εδαφών όπου πρόκειται να εφαρμοστούν (σε όξινα εδάφη όσα ορυκτά είναι πλούσια σε CaO συνιστάται δε η βασική εφαρμογή τους (Χουλιάρας, 1987). Ανόργανα απόβλητα - σκουριές αποφωσφάτωσης του χάλυβα προέρχονται από τα απορρίμματα της χαλυβουργίας. Δεν είναι αυστηρά τυποποιημένα προϊόντα, και χαρακτηρίζονται για την αυξημένη περιεκτικότητά σε CaO. Ο P βρίσκεται σε μορφή φωσφοροπυριτική και ενδείκνυνται για την εφαρμογή τους σε όξινους λειμώνες. Η περιεκτικότητά σε P_2O_5 είναι πολύ κυμαινόμενη (από <12% μέχρι >20%). Η άριστη δόση φωσφόρου (P_2O_5) εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και συνήθως κυμαίνεται από 20 έως 25 kg/στρ.

2.2.3. Καλιούχα Λιπάσματα

Το ορυκτό κάλι συναντάται ως KCl (συλβινίτης) και χρησιμοποιείται ως καλιούχο λίπασμα. Συνήθως δεν χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες ευαίσθητες στο χλώριο (πχ καπνός, δένδρα κ.λ.π.) ούτε κατά την σπορά. Ο καϊνίτης είναι διπλό άλας του θεικού και του χλωριούχου K ($MgSO_4 \cdot KCl$). Από τα αργιλοπυριτικά ορυκτά, εφοδιασμένα με K είναι οι μαρμαρυγίες (10%), ο ιλλίτης (4-6%), ο περλίτης (2-3%), οι μοντμοριλλονίτης και βερμικουλίτης με περιεκτικότητες <1%. Δεν περιέχουν K οι καολινίτης και χλωρίτης (Schroeder, 1986).

2.2.4. Μικτά - Σύνθετα Λιπάσματα

Κατά την εκτέλεση των λιπάνσεων επιδιώκουμε με λιγότερες εφαρμογές να προσθέτουμε περισσότερα στοιχεία. Έτσι με τα σύνθετα λιπάσματα σ' ένα προϊόν περιέχονται περισσότερα από ένα θρεπτικά στοιχεία. Είναι δυνατοί μεγάλου εύρους συνδυασμοί, ώστε να διαμορφώνεται μετά την ανάμειξη η ποικιλία των τύπων των

λιπασμάτων που συναντά κανείς σήμερα στο εμπόριο. Τα λιπάσματα μπορεί να είναι εμπλουτισμένα και σε μικροστοιχεία (ιχνοστοιχεία) ώστε να εξυπηρετήσουν τις ενδεχόμενες ανάγκες των φυτών.

2.3. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Η οργανική λίπανση είναι βασικό βήμα κατά την εφαρμογή της βιολογικής γεωργίας αλλά δεν αρκεί να πούμε ότι εφαρμόζουμε οργανικά υλικά και εξασφαλίζουμε το περιβάλλον ή ότι παράγουμε βιολογικά προϊόντα.

Τα ζωικά λιπάσματα διαδραματίζουν συχνά έναν σημαντικό ρόλο στην παροχή των θρεπτικών ουσιών στις πατάτες στα βιώσιμα συστήματα παραγωγής. Η διαθεσιμότητα και ο συγχρονισμός της θρεπτικής απελευθέρωσης μπορούν να είναι δύσκολο να προβλεφθούν λόγω των σύνθετων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ιδιοτήτων των τροποποιήσεων και βιολογικών, και περιβαλλοντικών μεταβλητών των χώματος. Παρόλο αυτά, η χρήση αυτών των τροποποιήσεων οδηγεί σε σημαντικές συνεισφορές στα βιώσιμα θρεπτικά συστήματα διαχείρισης. Η εφαρμογή οργανικού ζωικού λιπάσματος μπορεί γρήγορα να αυξήσει τη συγκέντρωση της εδαφολογικής οργανικής ουσίας, αυξάνοντας την συγκέντρωση του N, την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, την υδατοχωρητικότητα, και τα επίπεδα εδαφολογικής γονιμότητας (Gallandt *et al.* 1998, Grandy *et al.* 1998, Porter *et al.* 1999).

Μπορούν επίσης να μειώσουν το ειδικό βάρος και να αυξήσουν την εδαφολογική συνάθροιση (Alford *et al.* 1996, Chaney and Swift 1986, Martens and Frankenburger 1992, Porter *et al.* 1999), καθώς επίσης και να βελτιώσουν τη δραστηριότητα και την ποικιλομορφία των εδαφολογικών μικροβιακών πληθυσμών, οι οποίοι μπορούν να υποκινήσουν τη δραστηριότητα της ρίζας και τη θρεπτική λήψη. Οι εφαρμογές λιπάσματος έχει αποδειχθεί επίσης ότι μπορούν να αυξήσουν το μήκος της ρίζας στα φυτά πατάτας (Opena και Porter, 1999), η οποία εν συνέχεια μπορεί να βελτιώσει την πρόσληψη του νερού και τη θρεπτική λήψη. Μια εφαρμογή ενός-έτους της λάσπης papermill και του κατώτερου λιπάσματος αύξησε σημαντικά την παραγωγή πατάτας σε μια πρόσφατη μελέτη στο Maine. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι οι θρεπτικές συνεισφορές από τα ζωικά λιπάσματα και τα λιπαμένα οργανικά υλικά(κομπόστα)μπορούν επίσης να είναι σημαντικές.

Αποτελέσματα που παρουσιάζονται από Gallandt *et al.* (1998) κατέδειξε ότι ένας συνδυασμός ζωικού λιπάσματος και κομπόστας επέτρεψε μια μείωση 52% χημικής χρήσης λιπάσματος, διατηρώντας τις παραγωγές πατάτας ίσες με ή μεγαλύτερες από εκείνους ενός χημικά λιπαμένου συστήματος. Βέβαια, η αξία αυτών των τροποποιήσεων δεν πρέπει να κριθεί απλώς υπολογισμένη με βάση την αντικατάσταση για τα χημικά λιπάσματα. Ωστόσο ένας συνδυασμός χημικών λιπασμάτων και ενός οργανικού τροποποιημένου χώματος, εάν χρησιμοποιούνται κατάλληλα, μπορούν να προσφέρουν τις χαμηλότερες δαπάνες παραγωγής και λιγότερο κίνδυνο για τους παραγωγούς πατάτας.

Το N που απελευθερώνεται πάρα πολύ νωρίς από τα πρώιμα στάδια της καλλιέργειας ή κατά την διάρκεια των χλωρών λιπάνσεων μπορεί να καθυστερήσει την ανάπτυξη του κονδύλου, με συνέπεια τη μειωμένη παραγωγή και ένα αυξανόμενο ποσοστό ανώριμων κονδύλων (Ojala *et al.* 1990). Εναλλακτικά, το N που απελευθερώνεται πάρα πολύ αργά μπορεί να μειώσει την αποδοτικότητα του και να αυξήσει τη δυνατότητα διύλισης νιτρικών αλάτων. Τα ποσοστά απελευθέρωσης αζώτου μπορούν να ποικίλουν ευρέως ανάλογα με τα είδη καλλιεργειών (Sainju και Singh 1997), το στάδιο της αύξησης παραγωγής (Frankenberger και Abdelmagid

1985), τις τεχνικές οργάνωσης και συγκομιδών (Groya και Sheaffer 1985 Meek *et al.* 1994), καθώς επίσης και από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία το έδαφος και η υγρασία (Honeycutt, 1994, 1999; Honeycutt και Potaro, 1990).

Για ένα δεδομένο έδαφος, το ποσοστό οργανικού Ν μπορεί να συσχετίζεται με τη θερμοκρασία αν και η σχέση μπορεί να επηρεαστεί πολύ από τα ποσοστά υγρασίας στο έδαφος όπως προκύπτει από την μικροβιακή δραστηριότητα (Honeycutt 1994, 1999). Ενώ υπάρχουν σημαντικά στοιχεία ότι το έδαφος, το φύλλο και οι συγκεντρώσεις μίσχων σε Ν μπορούν να παρέχουν καλές πληροφορίες της κατάστασης των φυτών, τα παραπάνω τρία μέρη του φυτού επηρεάζονται έντονα από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες γεγονός όπου προκαλεί επιπτώσεις στη διάγνωση. Οι διαγνωστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται πρέπει να ανιχνεύουν τις ελλείψεις αρκετά νωρίς για να επιτρέψουν τις διορθωτικές εφαρμογές προτού να εμφανιστεί η απώλεια παραγωγής ή ποιότητας. Οι καθυστερημένες εφαρμογές Ν θα είναι μόνο αποτελεσματικές στα συστήματα παραγωγής που έχουν πολύ ομοιόμορφη διαθεσιμότητα υγρασίας και θα είναι πιθανώς λιγότερο χρήσιμες για τις πρώιμες ποικιλίες.

2.4. ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Τα βιολίπασματα προέρχονται από την ζύμωση οργανικού υλικού. Μετά τη ζύμωση από το οργανικό υλικό προκύπτει εκτός από βιοαέριο και ένα υπόλειμμα το οποίο περιέχει πρακτικά όλα τα θρεπτικά που υπήρχαν στην αρχική βιομάζα κατά την εισαγωγή του υλικού στο βιοζυμωτήριο. Ο άνθρακας, το υδρογόνο και το οξυγόνο που περιέχονται στις οργανικές ουσίες ελευθερώνονται σταδιακά ως μεθάνιο και CO₂, ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία παραμένουν στο μείγμα της ζύμωσης. Στη διάρκεια της βιοζύμωσης αποσυντίθεται κατά μέσο όρο το 70% της οργανικής ουσίας που εισάγεται στο βιοζυμωτήριο. Το υπόλοιπο 30% ανήκει σε ουσίες οι οποίες αποδομούνται πολύ δύσκολα. Αυτές συμπεριλαμβανομένων και των κυτταρικών υλικών των βακτηρίων και των οργανικών ουσιών που σχηματίζονται στη διάρκεια της διαδικασίας αυτής συνθέτουν το περιεχόμενο του βιοζυμωτήρα το ονομαζόμενο βιολίπασμα. Από τη στιγμή που η αποσύνθεση έχει συντελεστεί το βιολίπασμα είναι ένα υλικό άοσμο, απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων από προνύμφες μυγών και από παθογόνους που ενδέχεται να υπήρχαν στα φυσικά υπολείμματα τα οποία εκμεταλλεύτηκαν στις ζυμώσεις.

Σε σχέση με το μη ζυμωθέν υλικό το βιολίπασμα εμφανίζει κάποια πλεονεκτήματα. Στα οργανικά υπολείμματα το μεγαλύτερο ποσοστό του αζώτου είναι δεσμευμένο στην πρωτεΐνη, κατά συνέπεια δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά. Μετά τη ζύμωση περίπου το 35 με 50% του αζώτου απαντά σε μορφή διαλυτής αμμωνίας, που σημαίνει ότι είναι αμέσως αξιοποιήσιμο από τα φυτά αυξάνοντας έτσι τις διαθέσιμες ποσότητες αζώτου. Η αμμωνία όταν ελευθερωθεί ουδετεροποιείται από τα οργανικά οξέα που σχηματίζονται στη διάρκεια της ζύμωσης, γεγονός το οποίο αποτρέπει απώλειες της μέσω «εξαέρωσης». Το αντίστροφο συμβαίνει στις άλλες συμβατικές μεθόδους της μεταχείρισης των υπολειμμάτων (Sideras , 2004)

Σε σχέση με το φώσφορο η διαθεσιμότητα του σε ποσοστό περίπου 50% παραμένει αμετάβλητη στη διάρκεια της ζύμωσης. Το κάλιο είναι συνήθως διαθέσιμο σε ποσοστό από 75 μέχρι 100% μετά τη ζύμωση. Έτσι το βιολίπασμα περιέχει ένα μείγμα από ανόργανα θρεπτικά, οργανικά και οργανική ουσία με ορισμένα θρεπτικά σε διαλυτή μορφή και μερικά στοιχεία προσροφημένα στις επιφάνειες των οργανικών υπολειμμάτων. Αναλογικά τα στοιχεία στη στερεά και την υγρή φάση του

βιολιπάσματος ποικίλλουν ανάλογα με το μείγμα με το οποίο τροφοδοτήθηκε ο ζυμωτήρας. Αποτελέσματα του Field *et al.*, (1984) δείχνουν ότι το 59-83% του NH_4^+ -N και το 60-80% του ολικού K απαντώνται στην υγρή φάση. Ακόμη στο κλάσμα αυτό περιέχονται το 15-40% του ολικού P, 19-44% του ολικού Ca και το 25-42% του ολικού Mg. Ίσως εξαιτίας αυτών των αναλογιών το υλικό αυτό δεν πρέπει να διαχωρίζεται σε υγρό και στερεό μέρος ιδιαίτερα όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα των καλλιεργειών. Αυτό το μέτρο, δηλαδή του μη διαχωρισμού, συνιστάται και για τη μείωση του κόστους μεταφοράς των βιολιπασμάτων μέχρι τον αγρό.

Όπως φαίνεται, το βιολίπασμα όταν χρησιμοποιηθεί στη λίπανση των καλλιεργειών είναι ένα ενδιαφέρον μέσο της ανακύκλωσης των θρεπτικών στο έδαφος απ' όπου τελικά αφαιρέθηκαν μέσω των φυτών. Με κάθε m^3 βιολιπάσματος π.χ. από οινολάσπες που ενσωματώνεται στο έδαφος εμπλουτίζεται το χωράφι με 0,4 Kg N, 0,25 Kg P_2O_5 , 1,03 Kg K_2O , 0,23 Kg MgO καθώς επίσης και με μικροθρεπτικά. (Sideras, 2004). Σε πείραμα που διηθηθεί στην Ιταλία (Rinaldi *et al.*), Ένα τετραετές υπαίθριο πείραμα για να αξιολογήσει τα αποτελέσματα των οργανικών λιπασμάτων στην παραγωγή και την ποιότητα της τομάτας. Οι επεξεργασίες λίπανσης ήταν οι εξής (1) ένα οργανικό βιολογικό λίπασμα (BIO), (2) ένα πειραματικό λίπασμα που λαμβάνεται από τα υπολείμματα ελιών, τη λάσπη και το μίγμα άχυρου (COMP), (3), ένας έλεγχος διοικούμενος με τα παραδοσιακά χημικά λιπάσματα (νιτρικό αμμώνιο και perphosphate). Η παραγωγή ντοματών δεν διέφερε μεταξύ των επεξεργασιών λίπανσης, αλλά η άγουρη παραγωγή φρούτων ήταν υψηλότερη στην NPK και BIO επεξεργασία. Το NPK παρουσίασε επίσης τα μικρότερα φρούτα από την BIO εφαρμογή. Η διαθεσιμότητα N κατά τη διάρκεια του κύκλου συγκομιδών επηρέασε τη μέση ημερομηνία βάρους και ωριμότητας φρούτων.

Σημαντικά αποτελέσματα υπήρξαν στη συγκομιδή ανώριμων τοματών, που παρουσιάζουν μια ανωτερότητα των NPK λόγω άμεσης διαθεσιμότητα N και BIO (για την αργή μεταλλοποίηση του N) σε σχέση με το COMP. Όμως, η εμπορική, υπερώριμη και συνολική παραγωγή δεν διέφερε μεταξύ των επεξεργασιών, που παρουσιάζουν την ισοδυναμία των οργανικών και ορυκτών λιπάνσεων από παραγωγική άποψη. Ομοίως, οι σημαντικές ποιοτικές παράμετροι για την τομάτα (τα διαλυτά στερεά και την περιεκτικότητα σε κιτρικό οξύ), οδήγησαν στο ίδιο αποτέλεσμα για τα τρία σενάρια λίπανσης. Το βάρος καρπών ήταν η μόνη παραγωγική παράμετρος που διέφερε, στην NPK επεξεργασία οδήγησε σε χαμηλότερες μετρήσεις από COMP και BIO, πιθανώς για μια διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών καλύτερα σε στις οργανικές απ'ό, τι ορυκτές επεξεργασίες. Το COMP παρουσίασε ευεργετικά αποτελέσματα στις εδαφολογικές υδρολογικές ιδιότητες, που αυξάνουν την ικανότητα διατήρησης εδαφολογικού νερού όπως έχουν παρατηρήσει και άλλοι ερευνητές (Bouranis *et al.*, 1995; Convertini *et al.*, 2003; Elia *et al.*, 2006).

3. ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗ

Εδαφοκάλυψη είναι ένα στρώμα ανόμοιων υλικών που χωρίζει την επιφάνεια του εδάφους από την ατμόσφαιρα. Εδαφοκάλυψη μπορεί να είναι οργανικά (π.χ. υπολείμματα καλλιεργειών) ή ανόργανα (πλαστικό φύλλο, κροκάλες κ.τ.λ.) υλικά.

Η πρακτική του προστατευτικού στρώματος έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως εργαλείο διαχείρισης για αιώνες σε πολλούς αρχαίους πολιτισμούς. Οι Μεγάλες Πεδιάδες, περιοχή των ΗΠΑ, είχαν μετατραπεί ο σιτοβολώνας του κόσμου μέσω της

πρακτικής να αφήνουν υπολείμματα καλλιεργειών, όπως καλαμιές ή άχυρο ως πλαστικό εδαφοκάλυψη. Η ιδέα της χρήσης πλαστικών για εδαφοκάλυψη προέρχεται από την Χαβάη, όπου χρησιμοποιούνταν για την καλλιέργεια ανανά με σημαντική επιτυχία.

Η εδαφοκάλυψη του εδάφους επηρεάζει το ισοζύγιο ακτινοβολίας που εισέρχεται στο έδαφος, το ρυθμό εισόδου της θερμότητας και του νερού, καθώς και την θερμοχωρητικότητα του εδάφους. Η εδαφοκάλυψη βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, αφού βοηθά στη μείωση της εξάτμισης, την αύξηση της διείσδυσης της ακτινοβολίας και την καθυστέρηση απώλειας νερού λόγω απορροής. Επίσης, επιβραδύνει τη διάβρωση του εδάφους και βελτιώνει τη βιολογική δραστηριότητα στο έδαφος. Η τροποποίηση του μικροκλίματος από την εδαφοκάλυψη του εδάφους ευνοεί την εξάπλωση της ρίζας και καταστέλλει τους πληθυσμούς ζιζανίων. Ωστόσο, η καταχρηστική (συνεχόμενη για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα) εφαρμογή της εδαφοκάλυψης οδηγεί στη δημιουργία ενός αναερόβιου περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα την απώλεια του αζώτου μέσω της απονιτροποίησης.

Επίσης, η εδαφοκάλυψη επηρεάζει θετικά το ποσοστό υγρασίας του εδάφους με την μείωση της εξάτμισης από την επιφάνεια του εδάφους, τη βελτίωση της διείσδυσης της υγρασίας στο έδαφος και τη διευκόλυνση της διατήρησης συμπύκνωσης του νερού τη νύχτα. Πιο αναλυτικά για την εξάτμιση, η άμεση εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι μια σημαντική διαδικασία, ιδίως στην περίπτωση των γυμνών εδαφών ή σε περιοχές όπου ασκείται η αγρανάπαυση το καλοκαίρι. Η εδαφοκάλυψη μειώνει την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους με την καθυστέρηση της έντασης της ακτινοβολίας και της ταχύτητας του ανέμου. Η σωρευτική μείωση της εξάτμισης που οφείλεται στην εδαφοκάλυψη ακολουθεί μια τετραγωνική σχέση με το χρόνο. Το μέγεθος της μέγιστης μείωσης εξάτμισης με τον χρόνο που επιτυγχάνεται εξαρτάται από το ποσοστό και το είδος της εδαφοκάλυψης, καθώς και τον τύπο του εδάφους (Acharya et. al., 2005).

Παρά τις θετικές όμως πτυχές, υπάρχουν και οι εξής αρνητικοί περιορισμοί:

1. Αν η εδαφοκάλυψη εφαρμόζεται πριν από τη σπορά, παρεμποδίζει τη σπορά και πολλές δραστηριότητες μετά τη σπορά, όπως της διασποράς λιπασμάτων, τις αρδεύσεις κλπ. Μάλιστα, χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός για τις μετά την σπορά εργασίες, όπως μηχάνημα που να σκαλίζει και να βοτανίζει ανάμεσα στις σειρές που έχουν εδαφοκάλυψη.

2. Σε ρηχή φύτευση πατάτας, εάν έχει γίνει εδαφοκάλυψη μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερο ποσοστό στολώνων που θα δόσουν εναέριους βλαστούς και κονδύλους. Το πλαστικό εδαφοκάλυψης μάλιστα καλό είναι να απομακρύνεται, εφόσον η πλήρης κόμη έχει επιτευχθεί, για την αποφυγή των ασθενειών και την προσβολή από επιβλαβείς οργανισμούς.

3. Σε περιοχές με υψηλή βροχόπτωση, παχύ προστατευτικό στρώμα μπορεί να οδηγήσει σε συνθήκες για την προσβολή από ασθένειες, όπως βακτήρια που μπορεί να προκαλέσουν απώλεια του N.

4. Η αποτελεσματικότητα μιας εδαφοκάλυψης εξαρτάται από το βάθος και την έκταση της κάλυψης. Ωστόσο, εάν η εδαφοκάλυψη εφαρμόζεται πάρα πολύ πυκνά μπορεί να εμποδίζεται η εμφάνιση του φυτού μέσα από το βαθύ αδιαπέραστο εμπόδιο. Ως εκ τούτου, προτείνεται να χρησιμοποιείται ένα λεπτό στρώμα εδαφοκάλυψης στη φύτευση, ώστε να μην παρακωλύεται η ανάπτυξη.

5. Τα πλαστικά που χρησιμοποιούνται για εδαφοκάλυψη απαιτούν την καταστροφή τους στο τέλος της σεζόν και αυτό συνεπάγονται σημαντικές περιβαλλοντικές δαπάνες, καθώς δεν είναι βιοδιασπώμενα.

6. Πολλές φυτοτοξικές ουσίες που προέρχονται από διάφορα υπολείμματα καλλιεργειών, περιορίζουν την ανάπτυξη των διαφόρων ειδών των καλλιεργειών μέσω έκπλυσης ή μικροβιακή παραγωγή αλληλοπαθητικών χημικών ουσιών.

7. Τα υπολείμματα των καλλιεργειών εκτός από την εδαφοκάλυψη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλες χρήσεις. Έτσι, για παράδειγμα, τα υπολείμματα καλλιεργειών, χρησιμοποιούνται για περιφράξεις, στέγες και ως πηγή καυσίμων οικιακής χρήσης. Επίσης στις ημίξηρες τροπικές περιοχές των αναπτυσσόμενων χωρών το μεγαλύτερο μέρος των υπολειμμάτων των φυτών χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές βοοειδών και για αυτό οι γεωργοί μπορεί να μην εγκρίνουν την χρησιμοποίησή τους για εδαφοκάλυψη.

8. Τα υπολείμματα καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για εδαφοκάλυψη μειώνουν την θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους. Σε δροσερά κλίματα, αυτή η μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους μειώνει την καλλιεργητική περίοδο των αροτραίων καλλιεργειών, ενώ σε υγρές περιοχές η υψηλότερη υγρασία του εδάφους μπορεί να προκαλέσει ακόμη και αναερόβιες συνθήκες. Έτσι υπάρχει περιορισμός της χρησιμοποίησης των υπολειμμάτων για εδαφοκάλυψη σε εδάφη στις εύκρατες περιοχές λόγω της ανικανότητά τους να απομακρυνθεί η περίσσεια του νερού ώστε το έδαφος να ζεσταθεί εγκαίρως για τη φύτευση της επόμενης καλλιέργειας.

9. Η εδαφοκάλυψη με οργανικά υλικά ανταγωνίζεται με την κύρια καλλιέργεια το άζωτο, καθώς αποσυντίθενται αν ο λόγος C: N του υλικού είναι πολύ υψηλός, λόγω της ακινητοποίησης του αζώτου στο έδαφος από τους μικροοργανισμούς.

10. Η εδαφοκάλυψη με διάφορα υπολείμματα μπορεί να δημιουργήσει ένα πιο ευνοϊκό ενδιαίτημα για το έδαφος και την επιφάνεια του για την διαβίωση διάφορων εντόμων και παθογόνων μικροοργανισμών. Εκτός από αυτό, για πολλούς παθογόνους οργανισμούς των φυτών, τα κατάλοιπα παρέχουν μια πηγή τροφίμων, ένα μέρος για να ζει και ένα μέρος για να αναπαραχθούν. Ένα σημαντικό μέρος της ρίζας μολύνεται από παθογόνους οργανισμούς, αν και εξαρτάται από τα υπολείμματα των καλλιεργειών. Ασθένειες ριζών τέλος, που προκαλούνται από το *Pythium* ευνοούνται από το υγρό έδαφος και τις χαμηλές θερμοκρασίες.

Ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την εδαφοκάλυψη παρατηρούνται οι εξής κατηγορίες εδαφοκάλυψης:

3.1. Οργανικά Υλικά για Εδαφοκάλυψη

Η εδαφοκάλυψη με οργανικά υλικά, βελτιώνει το ποσοστό διείσδυσης του νερού στο έδαφος, διότι χρησιμεύει ως εμπόδιο για την απορροή και αποτρέπει το σχηματισμό κρούστας που οφείλεται στην απόφραξη των πόρων του εδάφους, το οποίο αυξάνει το ρυθμό διείσδυσης. Σε γενικές γραμμές, η απώλεια νερού από την απορροή μειώνεται εκθετικά με την αύξηση της εδαφοκάλυψης. Η εδαφοκάλυψη είναι επίσης αποτελεσματική στη μείωση της διάβρωσης του εδάφους από τον άνεμο, αφού μειώνει την ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια του εδάφους. Υπάρχει και η εδαφοκάλυψη με οργανικά υλικά, όπου τα υλικά προέρχονται από φυσικές πηγές, όπως υπολείμματα από αροτραίες καλλιέργειες, δένδρα, και φυσικά τα προϊόντα των αποβλήτων. Αυτά περιλαμβάνουν σανό, άχυρα, ροκανίδια, φλοιούς δέντρων, πριονίδια, ροκανίδια, τύρφη βρύα, γρασίδι, χαρτί και υλικά όπως κοχύλια και κακάο.

Η εδαφοκάλυψη με οργανικά υλικά επηρεάζει σημαντικά τη θερμοκρασία του εδάφους μέσω της επίδρασής τους στην ακτινοβολία του ενεργειακού ισοζυγίου του συστήματος. Επίσης, αυξάνει την θερμοκρασία του εδάφους κατά τη διάρκεια δροσερών ημερών και την μειώνει κατά τη διάρκεια θερμών ημερών. Έτσι, το οργανικό προστατευτικό στρώμα βελτιώνει την θερμοκρασία του εδάφους το βράδυ

και τις πρώτες πρωινές ώρες, αλλά μειώνει την θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Εδαφοκάλυψη με διαφανές πολυαιθυλένιο αυξάνει τη μέγιστη θερμοκρασία του εδάφους, ενώ οργανικά υλικά εδαφοκάλυψης όπως οι πευκοβελόνες και το γκαζόν την μειώνουν. Εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό πολυαιθυλένιο ωστόσο, δεν μεταβάλλει τη μέγιστη θερμοκρασία του εδάφους αισθητά. Η εφαρμογή της εδαφοκάλυψης με άχυρο μπορεί να μειώσει την μέγιστη θερμοκρασία εδάφους λόγω του ελέγχου της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, της υψηλής ανακλαστικότητας και της χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους, το ποσοστό εδαφοκάλυψης, καθώς και την περίοδο του έτους. Τέλος, η μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας του εδάφους με μέσο εδαφοκάλυψης το άχυρο κατά το αρχικό στάδιο της ανάπτυξης του ζαχαροκάλαμου μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση.

Κατά τη διάσπαση των οργανικών υλικών που μπορεί να χρησιμοποιούνται στην εδαφοκάλυψη, το ανόργανο άζωτο είναι ακινητοποιημένο από μικρόβια και έτσι η απόπλυσή του είναι η ελάχιστη δυνατή. Επίσης, η αποσύνθεση των οργανικών υλικών που μπορεί να χρησιμοποιούνται στην εδαφοκάλυψη προσθέτει οργανικά οξέα στο χώμα με αποτέλεσμα το χαμηλό pH του εδάφους, το οποίο επηρεάζει τη βιοδιαθεσιμότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων των φυτών, π.χ., Fe, Mn, Zn, Cu, κλπ.

Μάλιστα, οι μικροοργανισμοί του εδάφους (βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες) και η πανίδα του εδάφους (γαιοσκώληκας, σαρανταποδαρούσες κ.λπ.) βοηθούν στην αποσύνθεση της οργανικής ουσίας του εδάφους και, ως εκ τούτου στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Επομένως βελτιώνεται η βιολογική δραστηριότητα εντός του εδάφους. Ωστόσο, στην εδαφοκάλυψη με υλικά με υψηλή αναλογία C:N ακινητοποιείται το άζωτο από τους μικροοργανισμούς. Η εδαφοκάλυψη με οργανικά υπολείμματα των ζιζανίων, όπως τα άγρια φασκομηλιά (*Lantana camara*) ή *Eupatorium adenophorum*, αυξάνει τον πληθυσμό γαιοσκωλήκων.

Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αποσύνθεσης περιλαμβάνουν τη φύση του υλικού, όπως η αναλογία C:N, η κυτταρίνη και το ποσοστό λιγνίνης, οι κλιματικές συνθήκες, καθώς και τα είδη και ο πληθυσμός των μικροοργανισμών του εδάφους. Μάλιστα τα υψηλά ποσοστά λιγνίνης και κυτταρίνης παράγουν περισσότερη αντοχή στις καιρικές συνθήκες.

Λόγω της χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας των οργανικών υλικών, μειώνεται η αγωγιμότητα της θερμότητας προς και από το έδαφος, κάνοντας το χώμα πιο δροσερό κατά τη διάρκεια της ημέρας και πιο ζεστό κατά τη διάρκεια της νύχτας από ότι στο γυμνό έδαφος. Έτσι, δρουν ως μονωτικό υλικό στην επιφάνεια του εδάφους..

Τα οργανικά που χρησιμοποιούνται για εδαφοκάλυψη έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι βιοαποικοδομήσιμα. Με τον καιρό αποσυντίθενται από τους μικροοργανισμούς, προσθέτοντας στην οργανική ύλη του εδάφους και τη βελτίωση της δομής του εδάφους. Επίσης μειώνουν την εξάτμιση, αν και το ποσοστό μείωσης εξαρτάται από το πάχος, τον τύπο, τον προσανατολισμό και το χρώμα του οργανικού υπολείμματος, αφού το ποσοστό της εξάτμισης μειώνεται με την αύξηση του πάχους της εδαφοκάλυψης.

Ορισμένες σημαντικές καλλιέργειες όπως ο βίκος ο άγριος (*Vicia villosa* Roth) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εδαφοκάλυψη των καλλιεργειών, καθώς και η σικάλη (*Secale cereale* L.) που είναι ένα από τα καλύτερα ανθεκτικά στο ψύχος φυτά και το Λόλιον το πολυετές (*Lolium perenne* L.).

Το προστατευτικό στρώμα από άχυρο δημητριακών ήταν μια συχνή πρακτική στην πατάτα πριν από αρκετές δεκαετίες σε ορισμένες περιοχές της Βόρειας Αμερικής

(Albrecht, 1922 και Rowe-Dutton, 1957) και αναγνωρίστηκε ότι το αχυρόστρωμα μπορούσε να είναι χρήσιμο για τον έλεγχο των ιών στους σπόρους (Werner, 1929). Επίσης η εδαφοκάλυψη αυξάνει την υγρασία του εδάφους (Russel, 1940 και Verma and Kohnke, 1951), βοηθά στην καταστολή των ζιζανίων (Rowe-Dutton, 1957) και μειώνει την διάβρωση του εδάφους (Duley and Kelly, 1939; Borst and Woodburn, 1942a; Dawson, 1946; Adams, 1966; Lal, 1975 και Edwards et al., 2000).

Μια εναλλακτική λύση οργανικής εδαφοκάλυψης είναι η οργανική ύλη που παράγεται από ανακυκλωμένο χαρτί. Η χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού μπορεί να μειώσει τα στερεά απόβλητα καθώς και το κόστος της ενέργειας. Όμως, το χαρτί μπορεί να αποσυντεθεί πάρα πολύ γρήγορα και να διατηρήσει για μακρά περίοδο την κάλυψη του εδάφους. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί με κατεργασία του χαρτιού με λάδι μαγειρέματος, η οποία καθυστερεί την κατανομή και ενισχύει την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους, αυξάνοντας τη διαύγειά του χαρτιού στο φως του ήλιου.

3.2. Ανόργανα Υλικά για Εδαφοκάλυψη

Ανόργανα υλικά που χρησιμοποιούνται για εδαφοκάλυψη δεν προσθέτουν θρεπτικές ουσίες ή χούμο στο έδαφος και δεν αποσυντίθενται, εκτός μετά από μακρά έκθεση στις καιρικές συνθήκες.

Ακόμη, το ποσοστό διάχυσης οξυγόνου είναι υψηλότερο στην εδαφοκάλυψη και επίσης το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) συσσωρεύεται κάτω από το υλικό εδαφοκάλυψης, γιατί δεν μπορεί να διαφύγει, επιταχύνοντας έτσι την ανάπτυξη της καλλιέργειας, αν βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα. Επιπλέον, με την εδαφοκάλυψη η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους είναι χαμηλότερη, αφού μειώνεται η δραστηριότητα γαιοσκωλήκων στο καλυμμένο έδαφος.

Επίσης, το ισοζύγιο ακτινοβολίας επηρεάζεται από την αντανάκλαση της εισερχόμενης ακτινοβολίας από την επιφάνεια, τη διαφορά θέρμανσης του εδάφους και του αέρα και τις μεταβολές της εξάτμισης του νερού του εδάφους από την επιφάνεια. Η θερμοκρασία εδάφους μειώνεται σε γενικές γραμμές με την αύξηση της ανάκλασης. Η μονωτική δράση της εδαφοκάλυψης βελτιώνεται με την αύξηση του πάχους του στρώματος των οργανικών καταλοίπων. Η ηλικία του υπολείμματος, το χρώμα, η γεωμετρία και το ποσό είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την αντανάκλαση ακτινοβολία. Μάλιστα, οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ των υπολειμμάτων που καλύπτονται και των γυμνών εδαφών είναι μεγαλύτερη όταν τα κατάλοιπα είναι φωτεινά και μειώνονται καθώς γερνούν και αποσυντίθενται

3.3. Χαλίκι, ως πλαστικό εδαφοκάλυψης

Το χαλίκι ως προστατευτικό στρώμα είναι μια πανάρχαια πρακτική και μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική για την διαφύλαξη των υδάτινων πόρων (τόσο για την ενίσχυση της διείσδυσης και την καταστολή της εξάτμισης). Στο μπιζέλι το χαλίκι είναι μια ελκυστική μορφή εδαφοκάλυψης που εφαρμόζεται συνήθως σε 5-10 cm βάθος και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν επ'αόριστον. Αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως και σε βραχόκηπους. Το πρόβλημα αυτού του τύπου εδαφοκάλυψης είναι ότι μόλις εφαρμοστεί οι κροκάλες, δεν μπορούν να αφαιρεθούν, δεν αποσυντίθενται και μπορεί να παρακωλύσουν τις μελλοντικές επιχειρήσεις εκμετάλλευσης ή τις χρήσεις γης. Ένα άλλο ζήτημα είναι το υψηλό κόστος της εξόρυξης, μεταφοράς και εφαρμογής τους.

3.4. Θραυστό πέτρωμα

Θρυμματισμένα ηφαιστειακά πετρώματα, ή πέτρες διατίθενται σε πολλά χρώματα και μεγέθη και χρησιμοποιούνται για μόνιμη κάλυψη. Το χρώμα των βράχων επηρεάζει τη θερμοκρασία του εδάφους. Ο μαύρος βράχος απορροφά θερμότητα και διατηρεί τη θερμοκρασία του εδάφους θερμότερη από την κανονική, ενώ ο λευκός βράχος αντανακλά το φως του ήλιου και έτσι διατηρεί μια πιο δροσερή θερμοκρασία εδάφους. Ωστόσο, ο λευκός βράχος μπορεί να παράγει πολύ θερμότητα για το υπέργειο τμήμα κάποιων φυτών.

3.5. Άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται ως εδαφοκάλυψη

Διάφορα παρασκευάσματα από λατέξ, άσφαλτο, λάδι, λιπαρά κλπ. αλκοόλες χρησιμοποιούνται επίσης ως εδαφοκάλυψη για ορισμένες καλλιέργειες με υψηλά εισοδήματα, όπως φράουλες. Αναστέλλουν την εξάτμιση σχηματίζοντας monomolecular ταινίες στην επιφάνεια του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα ορισμένες χημικές ουσίες αδιαβροχοποίησης, όπως σιλικόνη, μετά από επαφή με τους σβόλους εδάφους δημιουργούν ένα στρώμα νερού-αποθητικών αδρανών υλικών, που αποτελούν ένα μέσο εδαφοκάλυψης το οποίο χρησιμεύει ως φράγμα για την εξάτμιση. Αυτό το στρώμα βελτιώνει επίσης την δομή του εδάφους, χρησιμοποιώντας ως δεξαμενή κράτησης για την πρόληψη της επιφανειακής απορροής.

3.6. Πλαστικά Φύλλα Εδαφοκάλυψης

Τα πλαστικά είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο ανόργανο υλικό εδαφοκάλυψης. Η εδαφοκάλυψη, με τη βοήθεια των πλαστικών φιλμ έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια των φυτών, δημιουργώντας έναν βαθμό μηχανικής προστασίας στην επιφάνεια του εδάφους και ένα μικροκλίμα ευνοϊκό από θέμα κατανομής της θερμοκρασίας, διατήρησης της υγρασίας και παροχής του διοξειδίου του άνθρακα στα στομάτια των κατώτερων φύλλων των νεαρών φυτών. Τα πλαστικά εδαφοκάλυψης έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά για την παραγωγή κηπευτικών από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν πολύ αποτελεσματικά με σταλάκτες ή στάγδην άρδευση, ιδιαίτερα για την καλλιέργεια της αμπέλου και σε φράουλες, αφού ενθαρρύνουν την πλευρική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (στόλωνες).

Σε πολλές από τις ανεπτυγμένες χώρες, πλαστικές ύλες όπως το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE) χρησιμοποιούνται για εδαφοκάλυψη. Σε αυτή τη μέθοδο περίπου το 30-60% των καλλιεργούμενων εκτάσεων καλύπτεται με ένα παχύ φιλμ πολυαιθυλενίου (30-150 μm). Τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν μέσα από τις τρύπες του LDPE φιλμ. Η αποτελεσματικότητα της πλαστικής εδαφοκάλυψης εξαρτάται από το χρώμα του πλαστικού φιλμ. Το χρώμα προσδιορίζει το ποσό της ακτινοβολίας που διέρχεται από το πλαστικό και επηρεάζει επίσης τη θερμοκρασία επιφάνειας και εδάφους του πλαστικού εδαφοκάλυψης. Έτσι, ανάλογα με το χρώμα του πλαστικού εδαφοκάλυψης απορροφάται και διαφορετικό μήκος κύματος ηλιακή ακτινοβολία και έτσι υπάρχει διαφορετική επίδραση στο έδαφος και στην ποιότητα των καρπών. Μάλιστα έχει παρατηρηθεί αύξηση του Β-καροτένιου σε καλλιέργεια καρότων με την χρησιμοποίηση άσπρων πλαστικών φύλλων εδαφοκάλυψης.

Οι πρόσφατες καινοτομίες στην τεχνολογία κατασκευής πλαστικών έχουν οδηγήσει στην παραγωγή νέων πλαστικών προϊόντων για τους γεωργούς, για παράδειγμα εδαφοκάλυψη με διπλού χρώματος πλαστικό (Μαύρο/Λευκό), που

εξυπηρετούν ειδικούς σκοπούς όπως η διατήρηση της δροσερής θερμοκρασίας του εδάφους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε τροπικές χώρες, αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους την άνοιξη στις εύκρατες περιοχές ή απώθηση των αφίδων με το ασημί χρώματος πλαστικό εδαφοκάλυψης, επιτάχυνση της ανάπτυξης των φυτών, καθώς και των αποδόσεων στις εύκρατες περιοχές. Γενικά, το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης μπορεί να οδηγήσει σε συγκομιδή 7-14 ημέρες νωρίτερα, ενώ διάφανο πλαστικό επιταχύνει τη συγκομιδή κατά 21 ημέρες νωρίτερα σε ορισμένες προϋποθέσεις. Για την ενίσχυση της πρωιμότητας των καλλιεργειών κηπευτικών σε εύκρατες περιοχές, η εδαφοκάλυψη πρέπει να μεγιστοποιήσει τη διαβίβαση της υπέρυθρης ακτινοβολίας και να ελαχιστοποιήσει την ποσότητα του ορατού φωτός, καθώς αυτό αυξάνει την ανάπτυξη ζιζανίων.

➤ **Πλεονεκτήματα της εδαφοκάλυψης με πλαστικό**

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της εδαφοκάλυψης συνοπτικά είναι η πρωίμιση και η αύξηση της παραγωγής, η καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των λιπασμάτων, η μείωση της διάβρωσης του εδάφους και ο έλεγχος από εντομολογικές προσβολές (Lamont, 1993). Το στρεσάρισμα (stress) με νερό και θερμότητα είναι γνωστό ότι περιορίζει την απόδοση της πατάτας (Schapendonk et al., 1989). Εδαφοκάλυψη εδάφους με πλαστική ταινία, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απώλειας νερού και πιο οργανωμένη θερμοκρασία του εδάφους, έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη γεωργία (Li et al., 2004a). Επίσης, μειώνεται η έκπλυση νιτρικών (Schmidt and Worthington, 1998; Bowen and Frey, 2002 και Romić et al., 2003), αυξάνονται οι αποδόσεις των καλλιεργειών (Romić et al., 2003; Tiwari et al., 2003; Xie et al., 2005 και Ramakrishna et al., 2006), μειώνονται τα παθογόνα (Vos et al., 1995 and Triki et al., 2001), καταστρέφεται η ανάπτυξη των ζιζανίων (Ramakrishna et al., 2006 και Ghosh et al., 2006) και μειώνεται η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους (Anikwe et al., 2007).

Ακόμη η δημιουργία προστατευτικού στρώματος εδάφους με πλαστική ταινία είναι μια καλά εδραιωμένη πρακτική για εξοικονόμηση νερού (Li et al., 2004a), αφού με την εδαφοκάλυψη μειώνονται οι απώλειες ύδατος (Gao and Li, 2005), που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του εδάφους (Ghosh et al., 2006 και Cook et al., 2006). Άλλες αναφερόμενες θετικές επιδράσεις της εδαφοκάλυψης περιλαμβάνουν την καλύτερη αξιοποίηση του μικροκλίματος (Wien and Minotti, 1987), τη βελτίωση της υφής του εδάφους και την διατήρηση της εδαφικής υγρασίας και της γονιμότητας. Οι Niu et al. (1998) έδειξαν βελτίωση της δομής και της θερμοκρασίας του εδάφους με το πολυαιθυλένιο, καθώς και ενισχυμένη εμφάνιση σποροφύτων, ενώ οι Hu et al. (1995) καταγράφουν πρωιμότερη εμφάνιση σποροφύτων και βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών πατάτας. Ακόμη, η εδαφοκάλυψη παρέχει πολλά οφέλη για την φυτική παραγωγή μέσω του εδάφους και των υδάτων, αφού ενισχύει την βιολογική δραστηριότητα του εδάφους και βελτιώνει τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους (Cooper, 1973). Τέλος, όσον αφορά τις γλυκοπατάτες, αποδείχθηκε ότι η καλλιέργεια τους με εδαφοκάλυψη με πλαστικό στις Η.Π.Α προκάλεσε αύξηση στην απόδοση, αφού μειώθηκε η διάβρωση, αλλά κυρίως γιατί μειώθηκαν τα ποσοστά των ζιζανίων και των παρασίτων εντόμων (Jackson and Harrison, 2008).

➤ **Μειονεκτήματα της εδαφοκάλυψης με πλαστικό**

Από την άλλη πλευρά, οι αρνητικές επιπτώσεις της εδαφοκάλυψης είναι μάλλον και αυτές αξιοσημείωτες. Οι Tiquia et al. (2002) και Li et al. (2004b) διαπίστωσαν ότι η περιεκτικότητα του εδάφους σε CO₂ ήταν πολύ μεγαλύτερη, πράγμα που

σημαίνει φτωχότερα σε αερισμό εδάφη, ένας γνωστός παράγοντας που είναι επιζήμιος για την ανάπτυξη της πατάτας (Phene και Sanders, 1976). Η απόδοση της πατάτας θα μπορούσε να μειωθεί με τη χρήση πλαστικού φύλλου εδαφοκάλυψης, επειδή η θερμοκρασία του εδάφους θα μπορούσε να είναι πέρα από την καλύτερη δυνατή κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Επίσης, η εδαφοκάλυψη με πλαστικό έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την απόδοση της πατάτας σε ορισμένες συνθήκες ([Liang et al., 1998] and [Baghour et al., 2002]), ενώ την αυξάνει σε άλλες (Cheng και Zhang, 2000 και Sun και Li, 2004). Αυτές οι διαφορές στην απόδοση θα μπορούσαν να αποδοθούν σε διαφορές στις κλιματικές συνθήκες (Döring et al., 2005).

Επιπρόσθετα, παρατηρούνται λιγότεροι εμπορεύσιμοι κόνδυλοι ανά φυτό και η εξατμισοδιαπνοή και η απόδοση των κονδύλων μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου, αν και αυξάνεται το βάρος ανά μονάδα ($W \geq 300$ g). Μάλιστα, οι αρνητικές αυτές επιπτώσεις αυξάνονται με την αύξηση της διάρκειας της εδαφοκάλυψης (Wang, F.-X. et al., 2009). Τέλος, μπορεί να είναι κακός ο αερισμός του εδάφους και ενδεχομένως η θερμοκρασία του εδάφους να είναι υψηλότερη από τη βέλτιστη. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, ίσως είναι επωφελές η άρση του πλαστικού σε κάποια φάση της ανάπτυξης των φυτών.

Πιο αναλυτικά οι επιδράσεις της εδαφοκάλυψης με πλαστικό είναι:

I. Μικροκλίμα

Η εδαφοκάλυψη επηρεάζει το μικροκλίμα της καλλιέργειας αλλάζοντας την ενεργειακή ισορροπία του εδάφους (Liakatas et al., 1986; Tarara, 2000) αλλά και την θερμοκρασία του εδάφους και επηρεάζοντας έτσι την παραγωγή (Cooper, 1973; Dí'az-Pe' rez and Batal, 2002; Ibarra-Jimenez et al., 2006; Lamont, 2005). Τα φύλλα, ανάλογα με το χρώμα, αλλά και το πάχος τους (σε ίντζες) επιδρούν κυρίως στην θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα χρωματιστά πλαστικά φύλλα εδαφοκάλυψης επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών, επηρεάζοντας το μικροπεριβάλλον γύρω από τα φυτά (Kasperbauer, 1992). Η παραγωγή κηπευτικών, όπως και κάθε άλλη γεωργική δραστηριότητα, επηρεάζεται καθοριστικά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα από τις συνθήκες του κλίματος στον τόπο που λαμβάνει χώρα η καλλιέργεια (Rylski et al., 1994, Schreiner et al., 2000). Τα τελευταία χρόνια, έχουν διεξαχθεί αρκετά πειράματα που προσπαθούν να αποδείξουν κατά πόσο επηρεάζεται, θετικά ή αρνητικά, ο ρυθμός ανάπτυξης των κονδύλων της πατάτας, το μέγεθος της παραγωγής (βάρος και ποιοτική κατηγορία κονδύλων) και οι συγκεντρώσεις διάφορων θρεπτικών στοιχείων (π.χ. K, Na, Ca, P, Cu, Zn) στους φυτικούς ιστούς από την εδαφοκάλυψη με πλαστικά φύλλα διαφόρων τύπων (π.χ. μαύρο και ασπρόμαυρο) από το μικροκλίμα. Οι επιδράσεις της εδαφοκάλυψης στην ανάπτυξη των φυτών προέρχονται από την αλλαγή που παρατηρείται στην θερμοκρασία, στην υγρασία και στα ποσοστά ζιζανίων και εντόμων-εχθρών των ασθενειών στο επίπεδο του ριζικού συστήματος, σε σύγκριση με τις συμβατικές καλλιέργειες κονδύλων πατάτας απουσία εδαφοκάλυψης.

II. Θερμοκρασία εδάφους

Οι Choi και Chung (1997) παρατήρησαν ότι με την εδαφοκάλυψη καταγράφεται αύξηση της θερμοκρασίας εδάφους από 2.8 έως 9.4 °C και 0,9 - 7,3 °C σε 5 εκατοστά βάθος. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τις διαπιστώσεις του Park et al. (1996) οι οποίοι παρατήρησαν μια αύξηση κατά 2,4 °C στη μέση θερμοκρασία του εδάφους σε 15

εκατοστά βάθος με άσπρο πλαστικό και αύξηση κατά 0,8 °C με μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης. Οι Dühr και Dubas (1990) επιπλέον παρατήρησαν αύξηση κατά 2,9 έως 3,3 °C στις θερμοκρασίες εδάφους με διαφανείς φωτοδιαπερατό πολυαιθυλένιο, ενώ στο σιτάρι με την εδαφοκάλυψη αυξήθηκε η θερμοκρασία εδάφους κατά 2-3 °C (Dayal et al., 1991). Οι Hay and Allen (1978) ανέφεραν ότι θερμοκρασίες εδάφους μεταξύ 15 και 18 °C ήταν οι καλύτερες για βέλτιστο ρυθμό κονδυλοποίησης της πατάτας. Υψηλές θερμοκρασίες εδάφους επιπλέον, αυξάνουν την επιμήκυνση του στελέχους, τις διακλαδώσεις, το βάρος, την ανάπτυξη του φυλλώματος και το μήκος της ρίζας, αλλά μειώνουν την συσσώρευση ξηράς ουσίας σε κονδύλους και οδηγούν έτσι σε παραγωγή μικρών δύσμορφων κονδύλων (Slater, 1968). Σύμφωνα με άλλες μελέτες η θερμοκρασία εδάφους επηρεάζεται από το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαστικό (Diaz-Perez and Batal, 2002; Heissner et al., 2005).

Οι Wang Feng-Xin et. al. (2008) βρήκαν ότι η καθημερινή μέση θερμοκρασία του εδάφους υπό εδαφοκάλυψη ήταν 2-9 °C υψηλότερη από ό,τι χωρίς εδαφοκάλυψη, ειδικά κατά τη διάρκεια της πρώιμης ανάπτυξης, αλλά παρατήρησαν λιγότερους εμπορεύσιμους κονδύλους ανά φυτό με την εδαφοκάλυψη. Επίσης, παρατήρησαν σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια πατάτας ότι μετά από τις αρχές Ιουνίου, όπου οι θερμοκρασίες ήταν υψηλές, στα πειραματικά τεμάχια με την εδαφοκάλυψη οι πατάτες σταμάτησαν να διογκώνονται, σε αντίθεση με τις πατάτες χωρίς εδαφοκάλυψη που συνέχισαν την διόγκωσή τους, προφανώς επειδή η θερμοκρασία εδάφους είχε αυξηθεί τόσο πολύ που ξεπέρασε τα επιτρεπτά όρια για την φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών. Η θεραπεία χωρίς εδαφοκάλυψη είχε τη μεγαλύτερη μάζα κονδύλων ανά φυτό, αλλά η διαφορά δεν ήταν σημαντική (*F*-Test, *P* > 0,05). Βέβαια, η υψηλή θερμοκρασία του εδάφους (πάνω από 30 °C) είναι επιζήμια γενικά για την πατάτα, αφού διογκώνονται οι κόνδυλοι (Liang et al., 1998 και Kar και Kumar, 2007).

Ακόμη, οι υψηλές θερμοκρασίες εδάφους που επιτυγχάνονται με την εδαφοκάλυψη με πλαστικό κατά τη διάρκεια της ημέρας θα μπορούσαν να αποδειχθούν καταστροφικές για την υγεία των σπόρων, αφού δυσκολεύουν την ανάδυση του φυταρίου στην επιφάνεια του εδάφους. Όσο αναπτύσσονται τα φυτά και απλώνονται τα φύλλα στην επιφάνεια του εδάφους επικρατεί περισσότερη σκιά και η διαφορά θερμοκρασίας εδάφους μεταξύ εδαφοκάλυψης με πλαστικό και μη εδαφοκάλυψης γίνεται μικρότερη. Μάλιστα στα μέσα Ιουλίου, η διαφορά στα 25 cm βάθος εδάφους, σε πειράματα βρέθηκε ακόμη και αρνητική. Τέλος, προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου στα πειράματα αυτά με καλλιέργεια πατάτας, όπου οι βλαστοί και τα φύλλα ήταν αποδυναμωμένα, η διαφορά έγινε και πάλι θετική (Ma and Li, 1996 και Cheng and Zhang, 2000), αλλά παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και για το σιτάρι την άνοιξη καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Li et al., 1999 και Li et al., 2004a).

Επίσης, στην Κίνα το 2008 βρήκαν ότι μέσω της εδαφοκάλυψης με πλαστικό αυξάνεται η μέση ημερήσια θερμοκρασία του εδάφους 2-9 °C, ειδικά κατά την διάρκεια της πρώιμης ανάπτυξης, αλλά και η διάμετρος της πατάτας λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας του αέρα στην περιοχή αυτή και συνεπώς και της υψηλότερης θερμοκρασίας του εδάφους. Η μέγιστη μείωση της ημερήσιας θερμοκρασίας του εδάφους σημειώθηκε αμέσως μετά την φύτευση. Γενικά, παρατηρούνται μειώσεις της ημερήσιας θερμοκρασίας του εδάφους, αλλά και διατήρηση της θερμότητας στο εσωτερικό του εδάφους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με το ακάλυπτο έδαφος. Μέγιστη μείωση της ημερήσιας θερμοκρασίας του εδάφους κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να επιτευχθεί υπό

συνθήκες που να ευνοούν τη θέρμανση του εδάφους (π.χ. υψηλή ακτινοβολία, χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία του εδάφους, να έχει ραβδώσεις το έδαφος, ή σε έδαφος με χαμηλό albedo), ενώ η συγκράτηση θερμότητας τη νύχτα λόγω της εδαφοκάλυψης είναι μεγαλύτερη σε σκιασμένα από μη-σκιασμένα πειραματικά τεμάχια (Wang et al., 2003).

Οι αλλαγές στην ημερήσια θερμοκρασία εδάφους (ρίζας) έχουν άμεση σχέση με την θερμοκρασία του αέρα σε όλες τις εποχές (Díaz-Pérez et al., 2005). Πιο συγκεκριμένα για το μπρόκολο, σε εδαφοκάλυψη με σκούρο πλαστικό παρατηρήθηκε υψηλότερη μέση και μέγιστη θερμοκρασία εδάφους, σε σύγκριση με άσπρο και ασημί πλαστικό. Η θερμοκρασία στη ριζόσφαιρα σε καλλιέργεια πατάτας ήταν υψηλότερη με το μαύρο πλαστικό (μέση τιμή καλλιεργητικής περιόδου = 27,5°C), ακολουθούσε το γκρι (27°C), το ασημί (25,8°C) και το άσπρο πλαστικό (24,8°C) (Díaz-Pérez et. al., 2003).

Οι διαφορές της θερμοκρασίας αέρα και της θερμοκρασίας του εδάφους μεταξύ των ετών θα μπορούσε να εξηγήσει τη διαφορά στην ανάπτυξη της πατάτας κάτω από διαφορετικές χρονικές διάρκειες της εδαφοκάλυψης. Πολλοί ερευνητές έχουν επισημάνει ότι η επίδραση της εδαφοκάλυψης σχετικά με τη θερμοκρασία του εδάφους κυμαίνεται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Ma και Li, 1996; Li et al., 1999; Li et al., 2004a και Cheng και Zhang, 2000). Η επίδραση μάλλον είναι ισχυρότερη κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας και στη συνέχεια μειώνεται σταδιακά, καθώς το σύνθετο φύλλο διευρύνεται. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών παρατηρούνται άμεσες μειώσεις της εξάτμισης του εδάφους, ενώ λόγω της διαπνοής γίνεται και τεράστια απώλεια του νερού του εδάφους (Wang et al., 2003). Ως εκ τούτου, η επίδραση στην εξοικονόμηση νερού καθίσταται λιγότερο σημαντική όσο η καλλιέργεια αυξάνεται, ιδιαίτερα κατά τους τελευταίους μήνες της καλλιεργητικής περιόδου. Τέλος, η εδαφοκάλυψη με πολυαιθυλένιο αύξησε την θερμοκρασία εδάφους κατά περίπου 6 °C στα 5 εκατοστά βάθος και 4 °C σε 10 εκατοστά βάθος. μείωσε την εξάτμιση του νερού και διατήρησε την υγρασία του εδάφους (Ramakrishna et. al., 2006).

III. Υγρασία εδάφους

Η αυξημένη αποδοτικότητα της χρήσης του νερού (WUE) της καλλιέργειας πατάτας είναι δυνατή μέσω καλύτερου προγραμματισμού της άρδευσης και διαχείρισης των υδάτων αποφεύγοντας κάθε στρες του έδαφος από υπερβολική υγρασία σε κρίσιμα στάδια της ανάπτυξης ([Norwood και Dumler, 2002], [Eck, 1984], [Wang, 1987], [Turner, 1987], [Hunsaker et. al., 1996] και [Kar et. al., 2006]). Με την εδαφοκάλυψη με πλαστικό διατηρείται η υγρασία του εδάφους και επομένως οι ανάγκες σε νερό διαχειρίζονται εύκολα, αλλά κυρίως διατηρείται υψηλή η θερμοκρασία σε αυτό ([Epistein, 1966], [Hay and Allen, 1978]; [Bristow, 1988]; [Kar, 2003] and [Kar και Singh, 2004]). Σύμφωνα με τους Wang Feng-Xin et. al., (2008), η εδαφοκάλυψη με πλαστικό φύλλο σε καλλιέργεια πατάτας έδωσε εξοικονόμηση νερού και πρωίμιση, υψηλότερη θερμοκρασία αέρα και βάρος κονδύλου, αφού υπήρχαν περισσότεροι jumbo κόνδυλοι (βάρος ≥ 300 g) /φυτό, αλλά μειωμένο αριθμό κονδύλων.

Η εδαφοκάλυψη πάντοτε οδηγούσε σε αυξημένη συγκράτηση υγρασίας του εδάφους, αλλά ήταν λιγότερο εμφανής υπό αυξανόμενη σκιά. Γενικά, μειώνει την θερμοκρασία εδάφους και αυξάνει την υγρασία εδάφους (Midmore D.J., et. al., 2003). Αν και είναι καλά τεκμηριωμένο ότι η εδαφοκάλυψη με πλαστικό αυξάνει την υγρασία του εδάφους με τη μείωση της εξάτμισης (Esselen, 1937; Russel, 1940 and

Turk and Partridge, 1947) και αυξάνει την διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας (Duley and Kelly, 1939), μπορεί επίσης να μειώσει την υγρασία του εδάφους στις περιπτώσεις συχνών αλλά μικρών βροχοπτώσεων (Griffith, 1952 και Jacks et al., 1955). Η εδαφοκάλυψη μειώνει το νερό άρδευσης που απαιτείται, αφού μειώνεται και η εξατμισοδιαπνοή, ωστόσο η επέκταση της διάρκειας της εδαφοκάλυψης πέραν των 60 ημερών είχε μικρή επίδραση στην εξατμισοδιαπνοή (Hou Xiao-Yan et al., 2010).

Με την εδαφοκάλυψη παρατηρείται 1,4% περισσότερη εδαφική υγρασία σε βάθος 15 εκ. και επίσης διατήρηση της εδαφικής υγρασίας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (περισσότερο 5,3% στα 5 εκ., 3,5% στα 10 εκ. και 2,2 % στα 20 εκ. βάθος εδάφους) σε σύγκριση με την μη εδαφοκάλυψη. Δηλαδή με την εδαφοκάλυψη μειώνεται η απώλεια της εδαφικής υγρασίας, αφού είναι 3,5% υψηλότερη και συγκεκριμένα στα 8,3 mm ύψος βροχής (Midmore et al, 2003). Οι Ping et al. (1994) ωστόσο δημοσίευσαν ότι με την εδαφοκάλυψη μειώνεται η εδαφική υγρασία. Ο Chen (1985) επίσης παρατήρησε υψηλή περιεκτικότητα σε νερό στα ανώτερα 5 cm από το έδαφος όταν γίνεται εδαφοκάλυψη με πολυαιθυλένιο, μια αύξηση της τάξης του 4,7% σε αργιλώδες, 3,1% σε αργιλώδη και 0,8 έως 1,8% σε αμμώδη εδάφη. Κατά τη διάρκεια ισχυρών βροχοπτώσεων, η εδαφοκάλυψη με πολυαιθυλένιο επιβραδύνει τη διάβρωση του εδάφους, καθώς και την ταχεία διείσδυση των ομβρίων υδάτων στο έδαφος. Η βέλτιστη υγρασία εδάφους διασφαλίζει την καλή εμφάνιση και ανάπτυξη των σποροφυτών και την μειωμένη εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους. Τέλος, η διαφορά αυτή της υγρασίας κυμαίνεται από 10% μία ή δύο ημέρες μετά από βροχοπτώσεις, σε περισσότερο από 22% μέσα σε σύντομα χρονικά διαστήματα από την διακοπή των βροχοπτώσεων, αφού η εξάτμιση είναι υψηλότερη στην μη εδαφοκάλυψη.

IV. Παραγωγή κονδύλων

Η εδαφοκάλυψη με πλαστικό αύξησε την παραγωγή σε καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicon esculentum*), πιπεριάς (*Capsicum annum*), αγγουριού eggplant (*Solanum melongena*), πεπονιού (*Citrullus lanatus*) και κολοκυθιού (*Cucurbita pepo*) (Lamont, 1993). Όσον αφορά τις επιδράσεις της εδαφοκάλυψης στην απόδοση κονδύλων, εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι η απόδοση αυξάνεται κάτω από ζεστό και ξηρό καλοκαίρι (Bushnel and Welton, 1931 και Singh et al., 1987), ενώ μειώνεται όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι πολύ χαμηλή (Opitz, 1948; Jacks et al., 1955 και Rowe-Dutton, 1957). Επίσης, τόσο η απόδοση των κονδύλων όσο και η WUE (= αποδοτική χρήση του νερού, water use efficiency) αποδεικνύεται ότι επωφελούνται από πρόωμη εδαφοκάλυψη με πλαστικό (Hou et. al., 2010).

Ο αριθμός των εμπορεύσιμων κονδύλων ($W \geq 50g$), επηρεάστηκε επίσης σημαντικά από το προστατευτικό στρώμα, αφού η επέμβαση χωρίς εδαφοκάλυψη είχε μεγαλύτερο αριθμό εμπορεύσιμων κονδύλων. Ακόμη, όλες οι επεμβάσεις με εδαφοκάλυψη είχαν πιο jumbo κονδύλους ($W \geq 300 g$), παρόλο που η διαφορά δεν ήταν σημαντική, σύμφωνα με τις *F-Test* ($P > 0,05$). Επίσης, το βάρος του μεσαίου μεγέθους των κονδύλων ($100g \leq W \leq 200g$) ήταν βαρύτερο με την εδαφοκάλυψη και η διαφορά μεταξύ όλων των επεξεργασιών ήταν σημαντική (*F-Test*, $P < 0,05$) (Hou et. al., 2010). Επιπλέον οι Hou et. al., (2010) βρήκαν ότι οι αποδόσεις των κονδύλων για τις δύο καλλιεργητικές περιόδους ήταν πολύ υψηλότερες από το τοπικό μέσο όρο (11,86 t / ha) με την εδαφοκάλυψη με πλαστικό. Ακόμη, στην πρόωμη παραγωγή το ύψος των φυτών ήταν χαμηλότερο χωρίς πλαστική εδαφοκάλυψη και τα πειραματικά τεμάχια χωρίς εδαφοκάλυψη είχαν το μικρότερο βάρος κονδύλων ανά φυτό. Τέλος,

τόσο η απόδοση των κονδύλων όσο και η WUE δείχνουν ότι η χρήση του πλαστικού εδαφοκάλυψης για πρώιμη καλλιέργεια πατάτας ήταν ωφέλιμη, αλλά θα πρέπει να αφαιρεθεί νωρίς και μάλιστα, μετά από 60 ημέρες βρέθηκε να είναι το καλύτερο για την καλλιέργεια της πατάτας. Επομένως, ο αριθμός κονδύλων είναι μεγαλύτερος χωρίς εδαφοκάλυψη, ενώ το βάρος των κονδύλων είναι μεγαλύτερο με την εδαφοκάλυψη (Hou et. al., 2010; Wang et. al., 2009 και Ramakrishna et. al., 2006).

Σύμφωνα με τους Mahmood et. al. (2002), μετά από τρία πειράματα στο Πακιστάν (1998, 1999 και 2000) σε καλλιέργεια πατάτας με εδαφοκάλυψη με πλαστικά φύλλα (μαύρα ή άσπρα) βρέθηκε αυξημένη παραγωγή, σε σχέση με την μη εδαφοκάλυψη, σε ποσοστά 43,2%, 49,04% και 60,45% περισσότερη αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με τα ευρήματα των Khalak and Kumaraswary (1993), οι οποίοι έβγαλαν παραγωγή $14,3 \text{ t ha}^{-1}$ χωρίς εδαφοκάλυψη και $18,2 \text{ t ha}^{-1}$ με εδαφοκάλυψη με πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου. Υψηλότερη παραγωγή κονδύλων σε σύγκριση με το συμβατική καλλιέργεια (γυμνό έδαφος) βρήκαν και οι Ping et al. (1994), ενώ οι Coling et. al. (1997) δημοσίευσαν ότι η εδαφοκάλυψη με φύλλα πλαστικού μειώνει το ύψος των φυτών, αλλά αύξησε την παραγωγή κονδύλων. Ακόμη, σύμφωνα με τους Momirovic et al., (1997) το βάρος των κονδύλων πατάτας ήταν υψηλότερος με την εδαφοκάλυψη, σε αντίθεση με τον αριθμό κονδύλων που ήταν υψηλότερος χωρίς εδαφοκάλυψη. Επιπλέον, σύμφωνα με τον Adeoye (1984) η εδαφοκάλυψη με πολυαιθυλένιο παράγει υψηλότερες αποδόσεις, 9,5% υψηλότερη από την μη εδαφοκάλυψη και 15,5% υψηλότερη από την εδαφοκάλυψη με άχυρο.

Επίσης με την εδαφοκάλυψη με πολυαιθυλένιο τα φυτά πατάτας ήταν γενικά ψηλότερα, πιο υγιή και έφθασε το 50% η ανθοφορία 4-6 ημέρες νωρίτερα από την μη εδαφοκάλυψη και αυτό μπορεί να οφείλεται στην ταχεία ανάπτυξη των φυτών πατάτας με την εδαφοκάλυψη (Hou et. al., 2010). Αυτή η διαφορά ύψους μπορεί να εξηγηθεί επίσης από την υψηλότερη θερμοκρασία του εδάφους στο πλαίσιο εδαφοκάλυψης, που ενισχύει την επιμήκυνση του στελέχους σύμφωνα με τους Marinus and Bodlaender (1975).

Οι Dayal et al. (1991) παρατήρησαν πρώιμη άνθηση (2 έως 5 ημέρες) σε εδαφοκάλυψη. Τέλος, οι Hou et al. (1995) αναφέρουν επίσης αύξηση της ανάπτυξης της καλλιέργειας (3,2 - 4,0 cm), της ξηράς μάζας της ρίζας (12,2 - 50,1%), της δραστηριότητας του αζώτου (3,3 έως 128,7 %), της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των φρέσκων φύλλων (41-78 %) και τέλος πρωιμότερη άνθηση έως και 9 ημέρες. Πρωιμότερη ανάπτυξη των φυταρίων από το έδαφος έως και 5 ημέρες παρατήρησαν και οι Mahmood et. al., 2002, οι Wierzbicka et. al., 1995 και οι Ping et al., 1994.

V. Επίδραση στη Φωτοσύνθεση

Ένα πείραμα που διεξήχθη στο Μεξικό για να προσδιοριστεί η επίδραση της εδαφοκάλυψης με πλαστικό στον ρυθμό της φωτοσύνθεσης και στην ανάπτυξη των φυτών πατάτας χρησιμοποιήθηκαν έξι μεταχειρίσεις: α) μάρτυρας (χωρίς εδαφοκάλυψη), β) μαύρο, γ) καφέ, δ) ασπρόμαυρο, ε) άσπρο και στ) ασημί πλαστικό εδαφοκάλυψης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με την εδαφοκάλυψη υπήρξε μεγαλύτερη παραγωγή στα φυτά που αναπτύχθηκαν με εδαφοκάλυψη και πιο αναλυτικά στις μεταχειρίσεις με ασπρόμαυρο, ασημί και άσπρο πλαστικό ήταν 11, 5 και 5 τόννοι/στρέμμα αντίστοιχα υψηλότερη από τον μάρτυρα που ήταν 18 τόννοι/στρέμμα. Σημαντικά υψηλότερος δείκτης φυλλικής επιφάνειας και συλλαμβανόμενης φωτοσυνθετικής ακτινοβολίας (IPAR) καταγράφηκαν με την εδαφοκάλυψη, καθώς επίσης μεγαλύτερη απόδοση και καλύτερη ανάπτυξη των καλλιεργειών, η οποία μπορεί να οφείλεται στην διατήρηση της υγρασίας του

εδάφους και στη μείωση του εδαφικής θερμοκρασία κατά 4-6 ° C. Η υψηλότερη PAR (φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία) βρέθηκε κοντά τις γραμμές καλλιέργειας με προστατευτικό στρώμα. Ακόμη, αυξήθηκε σημαντικά ο διαθέσιμος φώσφορος και κάλιο στο έδαφος (Kar-Gouranga and Kumar, 2007). Τέλος, με την εδαφοκάλυψη με πλαστικό, η εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια στο έδαφος είναι αυξημένη, με αποτέλεσμα η εδαφική θερμοκρασία να είναι υψηλότερη και επομένως ευνοείται η κονδυλοποίηση και παράγονται καλής ποιότητας κονδύλοι (Döring et al., 2005).

VI. Νωπό - Ξηρό Βάρος

Σύμφωνα με τους Jiménez et. al, (2007) παρατηρείται αύξηση του ξηρού βάρους στα φύλλα στις μεταχειρίσεις με εδαφοκάλυψη, που ίσως οφείλεται στον αυξημένο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Σύμφωνα με δύο άλλα πειράματα σε καλλιέργεια πατάτας των Hou et. al., (2010) το 2007, σε αντίθεση όμως με το πείραμα του 2006, το σύνολο των επεμβάσεων με εδαφοκάλυψη είχε μεγαλύτερα ποσοστά ξηρής ουσίας και φυλλικής επιφάνειας από τις επεμβάσεις χωρίς εδαφοκάλυψη. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τους Kar and Kumar (2007), διότι η άνοδος της θερμοκρασίας του εδάφους στο πλαίσιο της εδαφοκάλυψης θα μπορούσε να αυξήσει την ξηρά ουσία και την φυλλική επιφάνεια. Η διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ετών στα πειράματα των Hou et. al., (2010) θα μπορούσε να εξηγηθεί από δύο λόγους: (1) ο αριθμός του δείγματος το 2006 δεν ήταν αρκετά μεγάλος για στατιστική ανάλυση, η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει σε πειραματικό σφάλμα και (2) η μέση θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια της περιόδου Ιουνίου-Αυγούστου το 2006 ήταν υψηλότερη από την αντίστοιχη του 2007 και πολύ κοντά στους 30 °C, η οποία μπορεί να αποβεί επιζήμια για την υπέργεια φυλλική επιφάνεια και επομένως και για την ξηρά ουσία.

VII. Εχθροί και Ασθένειες

Ειδικά φύλλα εδαφοκάλυψης μπορούν να προστατέψουν την καλλιέργεια από εντομολογικές προσβολές, αφού δεν τους επιτρέπουν να διαχειμάσουν στο έδαφος και εν συνεχεία να προσβάλουν τα φυτά. Η εδαφοκάλυψη με πλαστικό γενικά μειώνει τις ιώσεις σε διάφορες καλλιέργειες, όπως κριθάρι (Kendall et al., 1991), λούπινα (Jones, 1994), βρώμη (Heimbach και Eggers, 2002) και πατάτες (Heimbach et al., 2002; Saucke and Döring, 2004). Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2002, που επικρατούσε ζέστη και υγρασία αναπτύχθηκε ο μύκητας *Phytophthora infestans*, κυρίως στην μη εδαφοκάλυψη. Αντίθετα, στις ξηρές και θερμές συνθήκες που επικράτησαν κατά τον Ιούνιο και τον Αύγουστο του 2003 απετράπει η εξάπλωση της ασθένειας, αλλά οδήγησε σε μέτριο μαρασμό και αργή γήρανση του άνθους (Haase, Schüler and Heß, 2007). Τέλος, συμπτώματα του ιού TSW εμφανίστηκαν πιο γρήγορα στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό, με οριακή τιμή εμφάνισης συμπτωμάτων τους 26.1 °C (Díaz-Pérez et. al., 2003).

VIII. Συγκέντρωση Θρεπτικών Στοιχείων

Η θερμοκρασία εδάφους επηρεάζει τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών, όπως η απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων (Cooper, 1973; Dodd et al., 2000; Tindall et al., 1990), αλλά και την δραστηριότητα ποικίλων ενζύμων (Cooper, 1973; Dodd et al., 2000; Ibarra-Jimenez et al., 2008b; Subrahmaniyan and Zhou, 2008). Σύμφωνα με ένα πείραμα στην Κίνα βρέθηκε ότι μέσω της εδαφοκάλυψης με πλαστικό αυξάνεται η θερμοκρασία εδάφους και η συγκέντρωση των θρεπτικών

στοιχείων, διατηρείται η υγρασία του εδάφους και προωθείται η ανάπτυξη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού και μάλιστα αυξάνεται η απόδοση της πατάτας όταν το πλάτος πλαστικού εδαφοκάλυψης είναι μεταξύ 40 και 45 mm (Wang, et al., 2005). Οι συγκεντρώσεις των P, K, Ca, Mg, Cu και B αυξήθηκαν με την εδαφοκάλυψη σε καλλιέργεια πατάτας, ενώ του N μειώθηκε (Wien and Minotti, 1987). Το N βρέθηκε μειωμένο στην εδαφοκάλυψη και σύμφωνα με τους Doring et. al. (2005), τους Kar and Kumar (2007) και τους Haase et al. (2007). Επίσης σύμφωνα με τους Kar and Kumar (2007) βρέθηκε περισσότερο P και K στην εδαφοκάλυψη, σύμφωνα με τους Haase et al. (2007) παρατηρήθηκε περισσότερο P, K και Mg στην εδαφοκάλυψη και τέλος σύμφωνα με τους River et. al. (2003) βρέθηκε περισσότερο Na, K, Rb, Ca, Mg, Fe, Mn και Zn στην εδαφοκάλυψη.

Η θερμοκρασία εδάφους επηρεάζει την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων (Baghour et al., 2002, 2003; Tindall et al., 1990), καθώς επίσης σε υψηλά επίπεδα μειώνει τα επίπεδα νιτρικών αλάτων στο έδαφος σύμφωνα με κάποια πειράματα (Scott, 1921, Albrecht, 1922 και Albrecht και Uhland, 1925) και οδηγεί σε πρωίμηση της παραγωγής (Bushnell και Welton, 1931), αύξηση της υγρασίας του εδάφους και της θερμοκρασίας (Scott, 1921 and Russel, 1940). Μια άλλη έντονη επίδραση της εδαφοκάλυψης είναι η προσωρινή ακινητοποίηση του εδαφικού αζώτου (N), λόγω του υψηλού ποσοστού C / N (Cheshire et al., 1999). Πριν από την ανάπτυξη του κονδύλου, ο μητρικός κόνδυλος προμηθεύει το αυξανόμενο φυτό με θρεπτικά συστατικά (Harris, 1992).

Όσον αφορά το K, αυξάνει την απόδοση των κονδύλων. Ορισμένοι συγγραφείς ανέφεραν αυξημένα επίπεδα συγκέντρωσης K των κονδύλων με εδαφοκάλυψη (Böhm και Dewes, 1997 και Neuhooff και Korke, 2002), η οποία βρέθηκε να βελτιώνει και την ποιότητα των κονδύλων που προορίζονται για μεταποίηση (Stanley και Jewell, 1989).

Ο οργανικός δεσμευμένος P είναι εστεροποιημένος με άνθρακα-6-υδροξυ ομάδα του μορίου της γλυκόζης στο άμυλο της πατάτας (Hizukuri et. al., 1970). Επειδή ο εστεροποιημένος P δεν αφαιρείται κατά τη διαδικασία παραγωγής αμύλου, το άμυλο της πατάτας περιέχει σημαντικές ποσότητες P, σε αντίθεση με το άμυλο που προέρχεται από δημητριακά ή άλλα φυτά (Posternak T., 1951). Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι ο εστεροποιημένος φώσφορος (P) στη διατροφή έχει θετικό αποτέλεσμα για την απορρόφηση του ασβεστίου (Ca) ή μαγνησίου (Mg) στον άνθρωπο και στα ζώα (Mineo et. al, 2009). Η μείωση του λόγου Ca/P έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλει την απορρόφηση Ca. Εν κατακλείδι, η κατάποση μεγάλων ποσοτήτων πατάτας, άρα και αμύλου, που περιέχουν υψηλά επίπεδα εστεροποιημένου P για μεγάλο χρονικό διάστημα οδηγεί στην δυσαπορρόφηση Ca και Mg, ακολουθούμενη από μια μεταγενέστερη μείωση της συγκέντρωσης Ca και/ή Mg. Βέβαια με την εδαφοκάλυψη παρατηρείται περισσότερος φώσφορος (Kar Gouranga and Kumar Ashwani, 2007).

Οι υδατάνθρακες είναι οι κύριες πηγές ενέργειας για τον άνθρωπο και περιλαμβάνουν συνήθως πολύ μεγαλύτερο ποσοστό της διατροφής σε μια δίαιτα (κατά προσέγγιση 60%) σε σχέση με τα λίπη και τις πρωτεΐνες. Άμυλο που προέρχεται από διάφορα φυτά χρησιμοποιείται γενικά ως μια πηγή υδατάνθρακα, καθώς και τα χαρακτηριστικά του αμύλου ποικίλλουν ανάλογα με τα αγροτικά προϊόντα (Morrison and Karkalas, 1990). Επίσης, η χημική σύνθεση της πατάτας επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η περιοχή παραγωγής, η ποικιλία, το έδαφος και το κλίμα της περιοχής, οι γεωργικές πρακτικές, οι συνθήκες αποθήκευσης και η εμπορευματοποίηση (Burton et al., 1992; Gravouelle, 1999 και Storey & Davies, 1992).

Ακόμη, ο λόγος της συγκέντρωσης Na/K μπορεί να σχετίζεται με αύξηση της αρτηριακής πίεσης και των καρδιαγγειακών παθήσεων (Krummel, 2001). Τα ιχνοστοιχεία (Fe, Cu, Zn, Mn) δείχνουν σημαντική συσχέτιση - συνάρτηση με όλα τα μέταλλα που μελετήθηκαν. Μάλιστα ο ψευδάργυρος και ο χαλκός αυξάνονται στο ασπρόμαυρο πλαστικό (Baghour et. al., 2002). Τα μέταλλα αλκαλικών γαιών (Ca και Mg) και το K παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση με όλα τα μέταλλα εκτός του Na. Οι περισσότερες από τις συσχετίσεις είναι θετικές, πράγμα που δείχνει ότι όταν η συγκέντρωσή τους αυξάνει, οι συγκεντρώσεις και των άλλων μετάλλων επίσης αυξάνει. Ωστόσο, οι συσχετίσεις που παρατηρούνται μεταξύ του Na και Rb, Fe, Cu, Zn, Mn είναι αρνητικές. Οι συσχετίσεις αυτές καθορίζουν τις ακόλουθες γραμμές παλινδρόμησης:

$$\begin{aligned} \text{LogCu-LogZn} & \quad \text{LogCu} = -0.564 + 1.094 \text{LogZn} & r = 0.754 \\ \text{LogFe-LogZn} & \quad \text{LogFe} = 0.695 + 0.420 \text{LogZn} & r = 0.504 \\ \text{LogMg-LogZn} & \quad \text{LogMg} = 2.196 + 0.394 \text{LogZn} & r = 0.510 \\ \text{LogCa-LogFe} & \quad \text{LogCa} = 1.018 + 0.802 \text{LogFe} & r = 0.516 \end{aligned}$$

	LogNa	LogK	LogCa	LogMg	LogRb	LogFe	LogCu	LogZn	LogMn
LogNa					-0.490	-0.298	-0.461	-0.237	-0.361
LogK			0.242	0.460	0.254	0.340	0.395	0.466	0.450
LogCa				0.371		0.516	0.345	0.316	0.283
LogMg						0.330		0.510	0.290
LogRb							0.459		0.292
LogFe							0.397	0.504	0.354
LogCu								0.721	0.327
LogZn									0.261

Πίνακας 1. Λογαριθμική συσχέτιση για όλα τα ιχνοστοιχεία (κάτω των $P > 0,05$ τιμές δεν εμφανίζονται στον πίνακα) (Rivero Ricardo Casañas et. al., 2003).

IX. Ζιζάνια

Τα πλαστικά φύλλα εδαφοκάλυψης χρησιμοποιούνται επιπλέον και για την μείωση των ζιζανίων, αφού εμποδίζεται η διείσδυση του φωτός ή αποκλείονται ορισμένα μήκη κύματος του φωτός που είναι απαραίτητα για την αύξηση των σποροφύτων των ζιζανίων (Ossom et al., 2001). Έτσι, η εδαφοκάλυψη με πολυαιθυλένιο αποδείχτηκε πιο αποτελεσματική για την καταστολή των ζιζανίων από ότι τα χημικά και η μη εδαφοκάλυψη (Daisley et al., 1988 και Ossom et al., 2001), καθώς επίσης αυξάνει την θερμοκρασία του εδάφους, εφόσον η ενέργεια του ήλιου περνά μέσα από το πλαστικό και θερμαίνει τον αέρα και το έδαφος κάτω από αυτό απευθείας και στη συνέχεια η θερμότητα παγιδεύεται σαν το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» (Hu et al., 1995). Στον παρακάτω **Πίνακα 2** φαίνεται η επίδραση της εδαφοκάλυψης σχετικά με την προσβολή από διάφορα ζιζάνια.

<u>Είδη ζιζανίων</u>	<u>Οικογένεια</u>	<u>Ποσοστό (%)</u>	<u>Μέσος Όρος Ζιζανίων(%)</u>
Όχι εδαφοκάλυψη			
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Gramineae	12,8	3,4
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae	11,6	
<i>Eleusine indica</i> L.	Gramineae	10,8	
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae	4,3	
<i>Euphorbia geniculata</i> Ort.	Euphorbiaceae	3,6	
<i>Amaranthus lividus</i> L.	Amaranthaceae	2,8	
<i>Erigeron sumatrensis</i>	Compositae	1,9	
<i>Echinochloa Κολώνα</i> (L.) Link	Gramineae	10,6	
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler.	Gramineae	6,9	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) P. Beauv.	Gramineae	7,3	
<i>Celosia argentia</i> L.	Amaranthaceae	5,3	
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	7,9	
<i>Legascea mollis</i> Cav.	Compositae	7,3	
Εδαφοκάλυψη με Πολυαιθυλένιο			
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Gramineae	38,3	0,6
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav	Compositae	22,9	
<i>Celosia argentia</i> L.	Amaranthaceae	21,2	
<i>Legascea mollis</i> Cav.	Compositae	17,6	

Είδη ζιζανίων	Οικογένεια	Ποσοστό (%)	Μέσος Όρος Ζιζανίων(%)
Εδαφοκάλυψη με Άχυρο			
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Gramineae	17,8	1,4
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav	Compositae	14,6	
<i>Celosia argenticola</i> L.	Amaranthaceae	15,2	
<i>Legascea mollis</i> Cav.	Compositae	11,6	
<i>Eleusine indica</i> L.	Gramineae	12,8	
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae	11,9	
<i>Euphorbia geniculata</i>	Euphorbiaceae	7,7	
<i>Amaranthus lividus</i> L.	Amaranthaceae	7,3	

Πίνακας 2. Η επίδραση της εδαφοκάλυψης με πλαστικό σχετικά με την προσβολή από διάφορα ζιζάνια, σε σύγκριση με εδαφοκάλυξη με άχυρο και χωρίς εδαφοκάλυψη (Ramakrishna A., et. al., 2006).

X. Κόστος Παραγωγής

Με την εδαφοκάλυψη με πλαστικό παρατηρείται χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με την καλλιέργεια χωρίς εδαφοκάλυψη, αφού μειώνονται τα έξοδα για φυτοπροστασία ζιζανίων, νηματοδοκτόνων, αφίδων, περονόσπορου και *Pythium* (Mahmood et. al., 2002). Βέβαια το κόστος παραγωγής είναι υψηλότερο από την εδαφοκάλυψη με οργανικά υλικά, όπως φυτικά υπολείμματα και άχυρο, που βρίσκονται άφθονα στη φύση. Για αυτό, τα πλαστικά χρησιμοποιούνται κυρίως για ορισμένες φυτικές καλλιέργειες υψηλής θρεπτικής και χρηματικής αξίας, όπως πατάτες, ντομάτες, πιπεριές, αγγούρια, κολοκύθια, μελιτζάνες, καρπούζια και μπάμιες, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές αυξήσεις στην πρωιμότητα, απόδοση και την ποιότητα των καρπών και επομένως έσοδα στον παραγωγό. Ορισμένες λιγότερο πολύτιμες καλλιέργειες όπως το γλυκοκαλάμποκο, τα φασόλια, τα μπιζέλια και οι κολοκύθες έχουν δείξει επίσης παρόμοιες ανταποκρίσεις σε θερμά κλίματα, οι οποίες βασίζονται στην ικανότητα των πλαστικών εδαφοκάλυψης να μεταδίδουν, να απορροφούν ή να αντανακλούν συγκεκριμένα μήκη κύματος.

Βέβαια τα πλαστικά εδαφοκάλυψης κυκλοφορούν στην αγορά σε διάφορα χρώματα και έχουν σαφώς διαφορετικές ιδιότητες. Πιο αναλυτικά, περιγράφονται παρακάτω οι εξής κατηγορίες που διαχωρίζονται τα πλαστικά εδαφοκάλυψης ανάλογα με το χρώμα τους:

3.6.1. Μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης

Μαύρο είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο χρώμα του πολυαιθυλενίου που χρησιμοποιείται ως πλαστικό εδαφοκάλυψης. Αυτό είναι που επιλέγεται πιο συχνά, λόγω της ικανότητάς του για τον έλεγχο των ζιζανίων με τον αποκλεισμό εισόδου συγκεκριμένου μήκους κύματος της φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας για την ανάπτυξη των ζιζανίων. Το μαύρο πολυαιθυλένιο τοποθετείται σε άμεση επαφή με το έδαφος και μπορεί να θερμάνει το χώμα σε ένα βάθος περίπου 8-10 cm.

Το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης απορροφά την UV ακτινοβολία, την ορατή και την μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία. Βέβαια, το μαύρο απορροφά περισσότερο την μεγάλου μήκους κύματος (θερμική) ακτινοβολία, αλλά ένα μεγάλο μέρος της απορροφούμενης ενέργειας επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Η περισσότερη από την ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από το μαύρο πλαστικό επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Τα μήκη κύματος ακτινοβολίας όμως που μένουν, σταδιακά συσσωρεύονται στο έδαφος και πάνω από την οριακή τιμή των 54,44 °C μπορεί να δημιουργήσουν ανεπανόρθωτα προβλήματα στα φυτά. Αυτό συμβαίνει γιατί η ακτινοβολία που εισέρχεται στο μαύρο πλαστικό εγκλωβίζεται σε αυτό και έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει την θερμοκρασία του εδάφους. Μάλιστα το πρόβλημα διογκώνεται από τον ζεστό αέρα που μπορεί να μπει από τις τρύπες των μαύρων πλαστικών εδαφοκάλυψης και τότε ο αέρας δρα αθροιστικά με την ηλιακή ακτινοβολία.

Επιπλέον, το μαύρο πλαστικό χρησιμοποιείται σε δροσερά κλίματα, ενώ σε ζεστά το άσπρο, για αυτό προτιμάται η χρησιμοποίησή του σε φθινοπωρινή καλλιέργεια πατάτας. Λόγω του μαύρου πλαστικού φιλμ η θερμοκρασία του εδάφους κατά τη διάρκεια της ημέρας σε πάχος πλαστικού 2-inch είναι 5 °C υψηλότερη και σε πάχος πλαστικού 4-inch η θερμοκρασία εδάφους είναι 3 °C υψηλότερη, σε σύγκριση με το “γυμνό” έδαφος, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας η θερμοκρασία είναι πάντοτε υψηλότερη από 0,5 έως 4 °C από το ακάλυπτο έδαφος. Αυτό είναι επιθυμητό για τα θερμής εποχής λαχανικά όπως πιπεριές, ντομάτες, μελιτζάνες κλπ. Είναι επίσης ευρέως χρησιμοποιούμενα για την καλλιέργεια του ανανά στη Χαβάη και στις Η.Π.Α., λόγω υψηλότερης απόδοσης.

Στο μπρόκολο [*Brassica oleracea* (Plenck) var. *italica*] η μέση ημερήσια θερμοκρασία ριζών (= στο έδαφος) είναι υψηλότερη σε σκούρου χρώματος εδαφοκάλυψη (μπλε, μαύρη, κόκκινη και γκρι) και χαμηλότερη στο άσπρο πλαστικό. Σε καλλιέργεια γλυκοπατάτας στην Κροατία παρατηρήθηκε ότι σε σύγκριση με το ακάλυπτο έδαφος, όταν γίνεται εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό αυξάνεται ο αριθμός αλλά και η απόδοση των εμπορευσιμων κονδύλων (Novak et al, 2007).

Ακόμη, το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης ελέγχει εξαιρετικά την ανάπτυξη αυξάνοντας την θερμοκρασία εδάφους την άνοιξη, αλλά βοηθούν και στην ανάδυση των σποροφύτων και στην αύξηση της θερμοκρασίας εδάφους, κάτι πολύ σημαντικό για τις πρώιμες φθινοπωρινές καλλιέργειες. Μάλιστα με τα σκούρου χρώματος πλαστικά εδαφοκάλυψης παρατηρείται καλύτερη ανάπτυξη, ίσως και λόγω της αυξημένης εδαφικής θερμοκρασίας (Diaz-Perez, 2009). Όμως κάτω από συνθήκες πολύ υψηλής ηλιοφάνειας συσσωρεύεται υπερβολικά η θερμοκρασία στο έδαφος, με αποτέλεσμα τα ηλιοεγκαύματα, κυρίως στο ριζικό σύστημα και στους κονδύλους, αλλά έμμεσα και στα φύλλα και στο βλαστό και κατά συνέπεια την μείωση της παραγωγής.

Κυκλοφορούν στην αγορά και 100% βιοδιασπώμενα μαύρα πλαστικά εδαφοκάλυψης, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην κομποστοποίηση αφού δεν αφήνουν τοξικές ουσίες στο

περιβάλλον, σε αντίθεση με τα συμβατικά πλαστικά που μπορεί να χρειαστούν και 100 περίπου χρόνια μέχρι την πλήρη αποσύνθεσή τους.

Γενικά λοιπόν, τα μαύρα πλαστικά εδαφοκάλυψης βοηθούν την αύξηση του ποσοστού βλάστησης των σπόρων, αφού διατηρούν ευνοϊκές συνθήκες, αυξάνουν την θερμοκρασία εδάφους και επιτρέπουν την καλύτερη ανάπτυξη των ριζών, προστατεύουν από την κατάκλυση του εδάφους από νερό και μειώνονται τα ζιζάνια, αλλά και οι ασθένειες, αφού δεν διαχειμάζουν ως ωά στο έδαφος τα διάφορα επιβλαβή για τις καλλιέργειες έντομα.

Αυξάνεται επίσης η απόδοση, αφού βρέθηκε σε ένα πείραμα 2,99 t ha⁻¹ με μαύρο πολυαιθυλένιο και 2,31 t ha⁻¹ χωρίς εδαφοκάλυψη (Cheong et al., 1995), αλλά όχι και σε σύγκριση με το ασπρόμαυρο πλαστικό, αφού όπως και στο δικό μας πείραμα, οι Sarma et al. (1999) φυτεύοντας την ποικιλία πατάτας Kufrimogha βρήκαν ότι το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης είχε μειωμένη παραγωγή σε σχέση με το ασπρόμαυρο. Ακόμη, τα μαύρα φύλλα εδαφοκάλυψης, σύμφωνα με μια μελέτη, μειώνουν την προσβολή από το *Pseudomonas spp.* και το πρασίνισμα των κονδύλων, αλλά δεν παρατηρείται σημαντική επίδραση στα ποσοστά νιτρικών στις ρίζες, σε σύγκριση με την μη εδαφοκάλυψη (Rykbost and Cetas, 1976).

Σύμφωνα με τους Díaz-Pérez et. al. (2003) η θερμοκρασία στο ριζικό σύστημα (RZT) (θερμοκρασία εδάφους) ήταν υψηλότερη στο μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης, όταν η εποχιακή μέση θερμοκρασία είναι 27,5 °C, ακολουθούμενη από το γκρι (27 °C), το αργυρό (25,8 °C) και το λευκό (24,8 °C). Τα φυτά που καλλιεργούνταν σε μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης έδειξαν επίσης νωρίτερα εμφάνιση TSW συμπτωμάτων, αφού δημιούργησαν τα πλαστικά αυτά υψηλότερες από το κανονικό συνθήκες RZT (βέλτιστη RZT = 26,1 °C), οι οποίες με την σειρά τους οδήγησαν στη συρρίκνωση της ανάπτυξης και της απόδοσης των φυτών και την προδιάθεση των φυτών για έκφραση TSW συμπτωμάτων.

Επίσης, οι Ruiz et al. (1995) σε ένα πείραμα στην Γρανάδα της Ισπανίας βρήκαν ότι η εδαφοκάλυψη με μαύρο και ασπρόμαυρο πλαστικό δημιουργούσε πιο γρήγορα μέγιστη θερμοκρασία ριζών για την ανάπτυξη των φυτών πατάτας, αλλά παρατηρήθηκε καλύτερη αποθήκευση αζώτου και μεγαλύτερη παραγωγή. Βέβαια με το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης η θερμοκρασία εδάφους ξεπερνούσε αρκετές φορές την οριακή τιμή (>31 °C) και τότε μειωνόταν η εναπόθεση αζώτου στα φυτά και κατά συνέπεια και η παραγωγή των κονδύλων πατάτας.

3.6.2. Ασπρόμαυρο πλαστικό εδαφοκάλυψης

Τα ασπρόμαυρα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου (μαύρα στην κάτω επιφάνεια προς το έδαφος και άσπρα στην άνω επιφάνεια) προσφέρουν μια μικρή μείωση της θερμοκρασίας εδάφους κατά 2 °C σε πάχος πλαστικού 1-inch και κατά 0,7°C σε πάχος πλαστικού 4-inch, πάντα σε σύγκριση με το “γυμνό” έδαφος, γιατί αντανάκλαται το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Επομένως αυτά τα πλαστικά εδαφοκάλυψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν έχουμε πιο υψηλές θερμοκρασίες εδάφους, σε μια ανοιξιότικη - καλοκαιρινή καλλιέργεια, για να διατηρούν την θερμοκρασία εδάφους σε πιο φυσιολογικές τιμές για την φυσιολογία των φυτών.

Τα ασπρόμαυρα πλαστικά φύλλα εδαφοκάλυψης ελέγχουν πλήρως την ανάπτυξη των σπόρων και λόγω του άσπρου χρώματος εξωτερικά αυξάνουν την ποσότητα της αφομοιώσιμης ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στο ριζικό σύστημα των φυτών. Επίσης, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του εδάφους από την εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό βελτιώθηκε και η συγκέντρωση των ιόντων Ca στις ρίζες των

φυτών της πατάτας, σε καλλιέργεια πατάτας στην Ισπανία (Ruiz et al., 2002). Σύμφωνα με κάποιους άλλους ερευνητές στην Ισπανία, όταν γίνεται εδαφοκάλυψη με άσπρομαυρο πλαστικό έχει ως αποτέλεσμα η θερμοκρασία της ρίζας να φτάνει τους 23-27 °C, να παρατηρείται αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου αζώτου (N) από τα φυτά και μεγαλύτερη απόδοση σε κονδύλους.

Αντίθετα, όταν γίνεται εδαφοκάλυψη με μαύρο πολυαιθυλένιο, η θερμοκρασία της ρίζας ξεπερνά τους 31 °C και μειώνεται ο μεταβολισμός του N (Ruiz et al., 1999). Όταν γίνεται εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό επίσης δεν παρατηρείται τόσο μεγάλη διαφορά στην απόδοση, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του εδάφους που παράγεται από το μαύρο πολυαιθυλένιο.

Επιπλέον, όταν πραγματοποιήθηκε εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πολυαιθυλένιο σε καλλιέργεια πατάτας στη Σουηδία, η θερμοκρασία στο περιβάλλον των κονδύλων αυξήθηκε στους 27° C και οδήγησε σε πολύ υψηλή περιεκτικότητα Χαλκού (Cu) στις ρίζες, αλλά και Ψευδαργύρου (Zn) στους κονδύλους της πατάτας. Μάλιστα όταν η εδαφοκάλυψη γινόταν με μαύρο πολυαιθυλένιο, η θερμοκρασία έφτασε μέχρι και τους 30 °C και ο Zn συνεχώς συσσωρευόταν (Baghour et al., 2002).

Τέλος, η απόδοση των κονδύλων πατάτας ήταν υψηλότερη σε τόνους/εκτάριο ($p \leq 0,05$), όταν γινόταν εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό, σε σύγκριση με απουσία εδαφοκάλυψης, σύμφωνα με ένα πείραμα στο Μεξικό (Ibarra-Jiménez et al., 2008).

3.6.3. Λευκό πλαστικό εδαφοκάλυψης

Με το λευκό πλαστικό εδαφοκάλυψης η θερμοκρασία παραμένει χαμηλότερη από το ακάλυπτο έδαφος λόγω της υψηλής ανακλαστικότητας του και την χαμηλή διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Δεδομένου ότι η ανταλλαγή ενέργειας είναι πολύ χαμηλή, το πλαστικό αυτό φιλμ χρησιμοποιείται είτε σε περιοχές με υψηλό επίπεδο ηλιοφάνειας σε περιπτώσεις που απαιτείται η μείωση της ενέργειας και της θερμοκρασίας του εδάφους είτε σε περιοχές με χαμηλή φωτεινότητα όταν το ποσό της αντανάκλασης του φωτός πρέπει να αυξηθεί στα χαμηλά και μεσαία φύλλα των καλλιεργούμενων φυτών.

Σε αντίθεση με το μαύρο πλαστικό, το άσπρο πλαστικό εδαφοκάλυψης απορροφά μικρότερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά μεταφέρει το μεγαλύτερο ποσοστό της απορροφούσας ακτινοβολίας (85% με 95%) κάτω από το φύλλο του πολυαιθυλενίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κατά την διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία εδάφους κάτω από το πλαστικό να είναι 8 με 14 °C υψηλότερη σε πλαστικό πάχους 2-inch και 6 με 9 °C υψηλότερη σε πλαστικό πάχους 4-inch, σε σύγκριση με το “γυμνό” έδαφος. Έτσι λειτουργεί σαν ένα μικρό θερμοκήπιο και μπορεί να επιτρέψει την πιο πρόωμη σπορά σε μια ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Οι Ruiz et al. (1999) καλλιεργώντας την ποικιλία Sprunta βρήκαν καλύτερα ποσοστά ανάδυσης, όταν η εδαφοκάλυψη γινόταν με άσπρο πλαστικό, παρά με το μαύρο. Επίσης, το άσπρο πλαστικό εδαφοκάλυψης χρησιμοποιείται και αυτό για την πρωίμιση της παραγωγής και την αύξηση της ποιότητας, όπως στα γλυκοκαλάμποκα, αλλά όχι τόσο για τον έλεγχο των ζιζανίων. Κυρίως χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα, πριν την τοποθέτηση των άσπρων πλαστικών. Από την άλλη το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης προωθεί και τον έλεγχο των ζιζανίων.

Για την ηλιοαπολύμανση τέλος χρησιμοποιείται το άσπρο πλαστικό εδαφοκάλυψης, το οποίο αυξάνοντας την θερμοκρασία στο έδαφος σκοτώνει διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς του εδάφους, ίσως ελέγχοντας τους βιολογικούς ρυθμούς τους, είτε με την εγκατάσταση ανταγωνιστικών σε αυτούς

μικροοργανισμών, είτε σταματώντας λόγω ακραίων συνθηκών τον βιολογικό τους κύκλο (Katan, 1983 και Katan, 1987).

Πιο συγκεκριμένα για την Ελλάδα, με την εδαφοκάλυψη με άσπρο πλαστικό ελέγχεται κυρίως το *Verticillium dahliae propagules*, το *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici* και το *Rhizoktonia solani*, που προκαλούν πολλές ζημιές σε καλλιέργειες κηπευτικών όπως στην τομάτα (Bourbos and Skoudrikakis 1989; Tjamos, et. al., 1988). Μάλιστα, πιο συγκεκριμένα για το *Verticillium*, μειώνεται ο πληθυσμός του λόγω ανταγωνισμού, αφού ευνοείται η αύξηση του *Talaromyces flavus*, που είναι ανταγωνιστής του.

3.6.4. Διάφανο πλαστικό εδαφοκάλυψης

Οι διαφανείς πλαστικές ύλες διαθέτουν το μεγαλύτερο δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη. Είναι διαφανή για την εισερχόμενη ακτινοβολία και προωθούν την εκ νέου ακτινοβολία από το έδαφος ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, δημιουργώντας έτσι ένα φαινόμενο θερμοκηπίου που θερμαίνει το έδαφος κάτω. Σύμφωνα με το διαφανές πλαστικό φιλμ κατά τη διάρκεια της ημέρας, η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει 2-10 °C παραπάνω από το γυμνό έδαφος, ενώ το βράδυ μια διαφορά από 2-4 °C παρατηρείται, ανάλογα με την εποχή, τον τύπο του εδάφους και το ποσοστό υγρασίας εδάφους. Επίσης, για καλλιέργειες όπως αμπέλου, πρωιμότερες και υψηλότερες αποδόσεις μπορούν να επιτευχθούν με διαφανή πλαστικό εδαφοκάλυψης. Ωστόσο, επειδή είναι διαφανές στο ορατό φως, η προσβολή από ζιζάνια δημιουργεί ορισμένα σοβαρά προβλήματα, τα οποία μπορεί να αναιρούν τα οφέλη της αύξησης της θερμοκρασίας του εδάφους.

3.6.5. Έγχρωμο πλαστικό εδαφοκάλυψης

Αυτά είναι αδιαφανή και είναι κατασκευασμένα από πολλά διαφορετικά χρώματα. Δεν αφήνουν το φως να περάσει, αλλά μάλλον αντικατοπτρίζουν τα μήκη κύματος του ορατού φωτός. Αυτά τα πλαστικά εδαφοκάλυψης μπορεί να είναι χρήσιμα για την αύξηση της παραγωγής των καλλιεργειών. Επίσης παρατηρείται αύξηση ή μείωση του πληθυσμού των εντόμων, ανάλογα με την ανάκλαση του φωτός και ενδεχομένως της θερμοκρασίας.

Το κίτρινο φαίνεται να προσελκύει τα έντομα, κυρίως στο αγγούρι, ενώ το ασήμι φαίνεται να αποκρούει τις αφίδες και να δίνει περισσότερους εμπορεύσιμους κονδύλους, σε σύγκριση με το μαύρο ή το κόκκινο. Επιπλέον, η μείωση των ψεκασμών με φυτοφάρμακα θα μπορούσε να είναι δυνατή εφόσον χρησιμοποιείται το κίτρινο πλαστικό εδαφοκάλυψης. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται μία σειρά από κίτρινο για κάθε πέντε ή έξι σειρές από άλλα χρώματα πλαστικά εδαφοκάλυψης ψεκασμένα με εντομοκτόνο για τον έλεγχο των υψηλών πληθυσμών των παρασίτων, αφού το κίτρινο πλαστικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσελκύσει τα έντομα, σαν μια παγίδα συγκομιδής.

Επίσης κυκλοφορούν στην αγορά και άλλα χρώματα στα πλαστικά εδαφοκάλυψης και πιο συγκεκριμένα το μπλε που απορροφά στα 440-495nm μήκη κύματος και προωθεί την φωτοσύνθεση, ενώ το κόκκινο πλαστικό απορροφά στα 625-800nm μήκη κύματος και προωθεί και αυτό την φωτοσύνθεση, αλλά και την σύνθεση ανθοκυανίνης και την ανάδυση των σπόρων, την προώθηση της ανάπτυξης της τομάτας και μειώνοντας τέλος και τα ποσοστά μη ανάδυσης σπόρων (Lamont, 1999).

Με το ασήμι πλαστικό εδαφοκάλυψης υπάρχει μια χαμηλότερη επίπτωση TSW από φυτά που καλλιεργούνται σε μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης (Csizinszky et al.,

1995] και [Schalk et al., 1979]). Η ευεργετική επίδραση του ασημί έχει αποδοθεί σε μια μειωμένη δραστηριότητα των θριπών λόγω της τροποποίησης του φωτός γύρω από το περιβάλλον φυτό ([Greenough και Black, 1990] και [Momol et al., 2004]).

Οι Díaz-Pérez et al., (2003), καθώς και οι Schalk and Robbins, (1987) βρήκαν ότι τα συμπτώματα της TSW καθυστέρησαν στην καλλιέργεια φυτών τομάτας σε γκρι, ασημί και μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης, όπου η μέση RZT για την περίοδο πλησίασε τη βέλτιστη RZT (26,1 °C). Η μείωση αυτή έχει αποδοθεί στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του φορέα (θρίπες), λόγω της τροποποίησης του φωτός γύρω από το μικροπεριβάλλον του φυτού (Csizinszky et al., 1997). Τέλος, η αύξηση της θερμοκρασίας έως ένα ορισμένο επίπεδο ενισχύει το ποσοστό της συστηματικής κυκλοφορίας του ιού στο φυτό και ως εκ τούτου, μειώνει το χρόνο πριν από την πρώτη εμφάνιση των συμπτωμάτων {τα συμπτώματα είναι πιο σοβαρά σε 36 °C ([Goodman et al., 1986] and [Kassanis, 1954])}. Βέβαια, η συντομότερη περίοδος επώασης για συστηματική εισβολή δεν οφείλεται κατ'ανάγκη στη θερμοκρασία που οδηγεί στη μέγιστη παραγωγή του ιού (Matthews, 1970).

3.6.6. Πλαστικό εδαφοκάλυψης με Υπέρυθρη διαβίβαση (IRT)

Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί και Πλαστικά Εδαφοκάλυψης με Υπέρυθρη διαβίβαση (IRT), τα οποία είναι εκλεκτικά μήκους κύματος πλαστικά εδαφοκάλυψης. Οι χρωστικές που περιέχουν μειώνουν το ύψος του ορατού φωτός που μεταδίδεται και μειώνεται έτσι η αύξηση των ζιζανίων στο έδαφος. Πιο αναλυτικά τα IRTs περιέχουν πολύ συγκεκριμένες χρωστικές ουσίες που τους δίνουν τη μοναδική ικανότητα να διαβιβάσουν την πολύ εγγύς υπέρυθη ακτινοβολία και ένα ελάχιστο (14-16%) του ορατού φωτός. Ορισμένο ορατό φως απαιτείται για να μεγιστοποιηθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους. Τα οφέλη της IRTs είναι μεγαλύτερα για την πρόωρη έναρξη της περιόδου φυτεύσης στις εύκρατες περιοχές. Τέλος, αν και αυτά τα πλαστικά εδαφοκάλυψης είναι πιο ακριβά από το μαύρο ή από άλλες πλαστικές ύλες, ορισμένοι καλλιεργητές τα βρίσκουν χρήσιμα για τις καλύτερες αποδόσεις σε ορισμένες καλλιέργειες, όπως τα πεπόνια.



Εικόνα 9. Μαύρο και ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Περιγραφή της πειραματικής εγκατάστασης - Μεθοδολογία υλοποίησης ερευνητικού έργου

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Νομό Ηλείας, στο Δημοτικό Διαμέρισμα Άγιος Γεώργιος του Δήμου Ανδραβίδας, σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια πατάτας η οποία φυτεύτηκε το Σάββατο 20 Φεβρουαρίου 2010, με στόχο να διερευνηθεί η επίδραση της εδαφοκάλυψης με μαλακό πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου στην ανάπτυξη και την παραγωγή της πατάτας. Μελετήθηκε η επίδραση δύο τύπων πλαστικών φύλλων πολυαιθυλενίου και ειδικότερα α) μαύρο και β) ασπρόμαυρο πλαστικό, τα οποία συγκρίθηκαν με απουσία εδαφοκάλυψης σύμφωνα με την κλασική μέθοδο καλλιέργειας της πατάτας. Στόχος του πειράματος ήταν να διαπιστωθεί αν και σε ποιο βαθμό η εδαφοκάλυψη βελτιώνει τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας στο περιβάλλον των κονδύλων των φυτών και πως επιδρούν τελικά οι αλλαγές αυτές στην ανάπτυξη και την παραγωγή της πατάτας. Το πείραμα εγκαταστάθηκε ως απλό παραγοντικό με τρεις επεμβάσεις και 5 επαναλήψεις ανά επέμβαση. Επομένως, απαιτήθηκαν συνολικά 15 πειραματικά τεμάχια (*Πίνακας 3*).

<i>Ερμηνεία Χρωμάτων - Αριθμών</i>
ΜΑΡΤΥΡΑΣ
ΜΑΥΡΟ
ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟ

<i>Τυχαιοποιημένο Πειραματικό Σχέδιο</i>				
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5

Πίνακας 3. Με τι χρώμα πλαστικό καλύφθηκαν τα πειραματικά τεμάχια.

Στα 15 πειραματικά τεμάχια τοποθετήθηκαν 3 Μηχανήματα, με 5 Αισθητήρες ο καθένας για την μέτρηση ταυτόχρονα της Υγρασίας (MC) και της Θερμοκρασίας (T) εδάφους, οι οποίοι είναι εξαιρετικά σημαντικοί για την ανάπτυξη των φυτών. Οι 15 αισθητήρες μετρούσαν την εδαφική υγρασία μέσω του προσδιορισμού της διηλεκτρικής σταθεράς του μέσου (έδαφος) και η περιοχή μέτρησης της υγρασίας (0-100%) ήταν με ακρίβεια, χωρίς βαθμονόμηση 3% και με βαθμονόμηση 1-2%, ενώ η περιοχή μέτρησης της θερμοκρασίας εδάφους ήταν -40°C έως $+50^{\circ}\text{C}$, με ακρίβεια $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν 3 Data Loggers του οίκου DECAGON Αμερικής που ο καθένας δεχόταν 5 από τους παραπάνω αισθητήρες και λειτουργούσαν με απλές αλκαλικές μπαταρίες, οι οποίες μπορούν να διαρκούν 6 έως 10 μήνες. Οι Data Loggers συνοδεύονταν από λογισμικό προγραμματισμού (software) για την ανάκληση (μεταφορά) των μετρήσεων από τους αισθητήρες στον κάθε Data Logger και μέσω καλωδίου, από τους Data Loggers σε υπολογιστή (laptop) (*Εικόνα 10*).



Εικόνα 10. Τα 15 πειραματικά τεμάχια με τους 3 Data Loggers (ένας σε μεγέθυνση πάνω δεξιά).

4.2. Περιγραφή του πειράματος

4.2.1. Προετοιμασία του εδάφους

Η σειρά των εργασιών με την χρονική σειρά που πραγματοποιήθηκαν ήταν: Όργωμα, 2 Φρέζες, Βασική Λίπανση, Φρέζα (για να καλυφθεί το λίπασμα και να ενσωματωθεί στο έδαφος) και “σήκωμα σαμαριών”, τοποθέτηση σταλακτών στο σαμάρι (2 ανά σαμάρι = γραμμή φύτευσης), τοποθέτηση πλαστικών εδαφοκάλυψης (διαφορετικού χρώματος ανά πειραματικό τεμάχιο, όπως προαναφέρθηκε) και μετά φύτευση χειρωνακτικά.

Πρώτα έγινε η βασική λίπανση και μετά έγινε ένα ανάχωμα (σαμάρι) στην γραμμή φύτευσης, γιατί ο κόνδυλος δεν πρέπει να είναι σε επαφή με το λίπασμα. Επομένως υπήρχε ανάχωμα (σαμάρι) στην γραμμή φύτευσης και αυλάκι μεταξύ των δύο (2) γραμμών φύτευσης. Κάθε σαμάρι (γραμμή φύτευσης) είχε 2 σειρές φύτευσης. Τέλος, καλύφθηκαν με το πλαστικό κάλυψης οι 2 σειρές φύτευσης ανά γραμμή φύτευσης - σαμάρι (με 2 σταλάκτες), άρα κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούταν από 2 σειρές φύτευσης και επομένως υπήρχαν 30 σειρές φύτευσης, σε 15 γραμμές φύτευσης, δηλαδή σε 15 πειραματικά τεμάχια. Στον παρακάτω **Πίνακα 4**, περιγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας.

Χαρακτηριστικά της καλλιέργειας	
Μήκος Πειραματικού Τεμαχίου	10 m
Πλάτος σαμαριού	1,40 m
Πλάτος αυλακιού	30 cm
Βάθος Φύτευσης	8 cm (βάθος στο τρυπητήρι: 7cm)
Ύψος σαμαριού	25 cm
Επί της γραμμής φύτευσης (= μεταξύ των κονδύλων - φυτών)	40 cm

Χαρακτηριστικά της καλλιέργειας	
Μεταξύ των σειρών φύτευσης (= από κέντρο σειράς φύτευσης σε άλλο κέντρο σειράς φύτευσης = δηλ. από κόνδυλο σε κόνδυλο)	60 cm
Απόσταση σταγονιδίων	40 cm
Βάθος Οργώματος	15cm
Ποικιλία	Άρτεμις
~50 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο	

Πίνακας 4. Περιγραφή των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.



Εικόνα 11. Κόνδυλοι ποικιλίας Άρτεμις (αριστερά) και τρυπητήρι για άνοιγμα οπών (δεξιά).



Εικόνα 12. Η προετοιμασία του εδάφους (αριστερά) και η εγκατάσταση των πειραματικών τεμαχίων (δεξιά).

4.2.2. Ποικιλία πατάτας που χρησιμοποιήθηκε

Στο πείραμα καλλιεργήθηκε η ποικιλία Artemis, η οποία είναι μια επιτραπέζια ποικιλία, πρώιμη, με ένα κίτρινο χρώμα φλοιού και ένα ελαφρύ κίτρινο χρώμα σάρκας. Οι κόνδυλοι είναι επιμήκεις και οβάλ, το μέγεθος κανονικό και ο αριθμός των κονδύλων καλός. Έχει καλή παραγωγή και μπορεί να καλλιεργηθεί σε πολλούς τύπους εδαφών. Η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία είναι σχετικά υψηλή και γι' αυτό είναι κατάλληλη και για προτηγανισμένη. Ο τύπος μαγειρέματος είναι μάλλον αλευρώδης και καλλιεργείται κυρίως στην Κεντρική και Νότια Ευρώπη.

Επίσης, συστήνεται πριν τη φύτευση ένα θερμοκρασιακό σοκ. Οι αποστάσεις φύτευσης για μέγεθος 35/55 είναι περίπου 32 εκ. (4.000 φυτά το στρέμμα). Η χρήση του Sencor, πριν τη φύτευση, πέραν των κανονικών δοσολογιών μπορεί να επιφέρει

ένα ελαφρύ μεταχρωματισμό στα φύλλα και μια ελαφριά επίδραση στην παραγωγή. Η Artemis επιπλέον, έχει μία σχετικά γρήγορη ανάπτυξη, με ένα κανονικό φύλλο. Είναι ελαφρώς ευαίσθητη στα χτυπήματα και ανθεκτική στο black spot. Οι απαιτήσεις της σε άζωτο είναι κανονικές. Επιπλέον κάλιο δεν είναι απαραίτητο. Έχει μέτριο χρόνο αποθήκευσης και θέλει προσοχή στη διαχείριση της αποθήκης. Είναι ελαφρώς ευαίσθητη στην ίωση X, στην ακτινομύκωση και στον περονόσπορο και πολύ λίγο στις ίωσεις Yn, Yntn, PVM, TRV και στον περονόσπορο των κονδύλων. Τέλος, είναι ανθεκτική στους νηματώδεις PCN, Ro 1 και 4 και στον μύκητα *Synchytrium endobioticum*.

4.3. Πρόγραμμα εργασιών (Λίπανση, ψεκασμοί με φυτοπροστατευτικά προϊόντα) καθ'όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου έγιναν οι εξής ψεκασμοί και λιπάνσεις:

I. Η Βασική Λίπανση πριν την φύτευση, για τα 500 m² καλλιεργούμενης έκτασης ήταν:

1. 25 kg Complet 12-12-17 + 2 MgO + TE. Είναι ένα Σύμπλοκο Κοκκώδες NPK Λίπασμα με περιεκτικότητα: Άζωτο (N) 12% [Νιτρικό (NO₃⁻) 6,5% Αμμωνιακό (NH₃⁺) 5,5%], Φώσφορος (P₂O₅) 12% [100% διαλυτός στο νερό και το Κιτρικό Αμμώνιο 85% Υδατοδιαλυτός], Κάλιο Υδατοδιαλυτό (K₂O) 17% [Από θειικό Κάλιο (K₂SO₄)], Μαγνήσιο Υδατοδιαλυτό (MgO) 2%, Θείο (SO₃) 16%, Βόριο (B) 0,02%, Ψευδάργυρος (Zn) 0,01% και Ελεύθερο Χλωρίου.

2. 25 kg Βιολογικό Οργανικό Λίπασμα Γαιοσκωλήκων (*Compost Iorgan*), το οποίο παράγεται με Βιολογική Επεξεργασία Οργανικών Υλικών από Γαιοσκώληκες (*RED WORMS* Καλιφόρνιας) και σύμφωνα με τους Κανονισμούς Ε.Κ. 2092/91 κ'1774/02.

3. 25 kg Ασβεστούχος Νιτρική Αμμωνία (*ASTRON ΕΛΛΑΣ Α.Ε.*), με περιεκτικότητα: Άζωτο (N) 26% [Νιτρικό (NO₃⁻) 13% και Αμμωνιακό (NH₃⁺) 13%].

II. Ένας προληπτικός ψεκασμός την Δευτέρα 05 Απριλίου, 45 ημέρες από την φύτευση, με *decis* 2,5 EC 25 κ.εκ. σε 50 L νερό (1/4 αναλογία *decis*/νερό), που είναι ένα πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου με γρήγορη δράση και δρα σε μασητικά έντομα. Τέλος, είναι ένα Γαλακτωματοποιήσιμο υγρό με Εγγυημένη σύνθεση: deltamethrine 2,5% β/ο, Βοηθητικές Ουσίες: 97,19% β/β και Διαλύτες: xylene, ethylbenzene, toluene, propylbenzene

III. Ψεκασμός για Περονόσπορο την Πέμπτη 22 Απριλίου, 62 ημέρες από την φύτευση, με το Μυκητοκτόνο *Mildex* WG (250 gr) (1 εφαρμογή: 60 L/0,5 στρέμματα = 150 gr), που είναι Εναιωρηματοποιήσιμοι κόκκοι (WG), με Εγγυημένη Σύνθεση: Fenamidone: 4,44% β/β και Fosetyl-Al: 66,7% β/β, Βοηθητικές Ουσίες: 25,97% β/β. Όσον αφορά τον Τρόπο Δράσης, είναι Εκλεκτικό Μυκητοκτόνο Επαφής της ομάδας των QoIs (των ιμιδαζολινών) με διελασματικές ιδιότητες και προληπτική κυρίως δράση. Δρα παρεμποδίζοντας το σχηματισμό και τη βλάστηση των ζωοσπορίων, καθώς και την ανάπτυξη του μυκηλίου, παρεμποδίζοντας την αναπνευστική λειτουργία στο σύμπλοκο III. Το Fosetyl-Al, ανήκει στις φωσφονικές ενώσεις, παρουσιάζει συμπλαστική και αποπλαστική κίνηση και δρα παρεμποδίζοντας τη βλάστηση των σπορίων, αλλά και επάγοντας μηχανισμούς άμυνας των φυτών. Τέλος ο Τρόπος Εφαρμογής είναι ψεκασμός κάλυψης φυλλώματος.

IV. Λίπανση την Πέμπτη 22 Απριλίου, 62 ημέρες από την φύτευση, με *Nutri-Leaf*: 300gr/0,5 στρέμμα (1 ράντισμα). Είναι ένα συμπυκνωμένο διαφυλλικό λίπασμα με Ιχνοστοιχεία, Ισορροπημένο – Αποτελεσματικό, τελείως υδατοδιαλυτό και τα στοιχεία βρίσκονται σε χηλική μορφή και σε ποσοστά: Ολικό N 20% (Νιτρικό 6%, Αμμωνιακό 5,2%, Ουρία 8,8%), P₂O₅ 20%, K₂O 20%, MgO 0,042%, CuO 0,0626%, F₂O₃ 0,143%, MnO 0,0646%, ZnO 0,0622%, MoO₃ 0,0008% και B₂O₃ 0,0644%.

V. Λίπανση την Πέμπτη 22 Απριλίου, 62 ημέρες από την φύτευση, με *Anital* με σύνθεση: P₂O₅ 16% β/β, K₂O 16% β/β: 24 cc/60 L νερό (1 ράντισμα). Είναι ένα φτωχό σε Cl Υγρό λίπασμα, για καλύτερη ανθοφορία, καρπόδεση και ανάπτυξη καρπών.

VI. Ψεκασμός για Περονόσπορο την Πέμπτη 20 Μαΐου 2010, 90 ημέρες από την φύτευση, με το Μυκητοκτόνο *Mildex* WG (250 gr) (1 εφαρμογή: 60 L/0,5 στρέμματα = 150 gr), που είναι Εναιωρηματοποιήσιμοι κόκκοι (WG) με Εγγυημένη Σύνθεση: Fenamidone: 4,44% β/β, Fosetyl-Al: 66,7% β/β και με Βοηθητικές Ουσίες: 25,97% β/β. Όσον αφορά τον Τρόπο Δράσης, είναι Εκλεκτικό Μυκητοκτόνο Επαφής της ομάδας των QoIs (των ιμιδαζολινών) με διελασματικές ιδιότητες και προληπτική κυρίως δράση. Δρα παρεμποδίζοντας το σχηματισμό και τη βλάστηση των ζωοσπορίων, καθώς και την ανάπτυξη του μυκηλίου, παρεμποδίζοντας την αναπνευστική λειτουργία στο σύμπλοκο III. Το Fosetyl-Al, ανήκει στις φωσφονικές ενώσεις, παρουσιάζει συμπλαστική και αποπλαστική κίνηση και δρα παρεμποδίζοντας τη βλάστηση των σπορίων, αλλά και επάγοντας μηχανισμούς άμυνας των φυτών. Τέλος, ο Τρόπος Εφαρμογής είναι Ψεκασμός κάλυψης φυλλώματος.

VII. Ψεκασμός την Παρασκευή 28 Μαΐου 2010, 98 ημέρες από την φύτευση, με το Μυκητοκτόνο *Reglone 20 SL* (SL= Πυκνό Διάλυμα) (500 ml) (1 εφαρμογή: 40 L=500 ml /0,5 στρέμματα) και έχει Εγγυημένη Σύνθεση: Diquat: 20% β/β (υπό μορφή diquat dibromide 37,4% β/ο) και Βοηθητικές Ουσίες: 66,4% β/β. Όσον αφορά τον Τρόπο Δράσης, είναι Μη Εκλεκτικό Μεταφυτρωτικό Ζιζανιοκτόνο Επαφής (μη διασυστηματικό) για την καταπολέμηση μεγάλου εύρους ζιζανίων, ιδιαίτερα πλατύφυλλων. (Κάτοχος Έγκρισης Syngenta Hellas AEBE, Λ. Ανθούσης 153 49). Επίσης όμως, χρησιμοποιείται και σαν αποφυλλωτικό σε συγκεκριμένες καλλιέργειες, όπως πατάτας, με σκοπό να διευκολυνθεί η συγκομιδή. Ο Τρόπος Εφαρμογής είναι 40 L/0,5 στρέμμα, με μπεκ τύπου σκούπας και πίεση ψεκασμού 1 ατμόσφαιρα. Τέλος, το Φάσμα Δράσης για την Πατάτα είναι για αποξήρανση στελεχών πριν τη συγκομιδή με 400 cm³/στρέμμα και πρέπει υποχρεωτικά το έδαφος να είναι υγρό.

4.4. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν - Σκοπιμότητα υλοποίησης ερευνητικού έργου

Για την αξιολόγηση της επίδρασης της εδαφοκάλυψης και του είδους του πλαστικού εδαφοκάλυψης, σε κάθε πείραμα πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις:

1. Χρόνος έκπτυξης των φυταρίων πατάτας ανά πειραματικό τεμάχιο.
2. Μήκος βλαστών (Ρυθμού Ανάπτυξης) κάθε βδομάδα (Οι μετρήσεις ξεκίνησαν μετά το φύτευμα. Συνολικά, κάθε φορά γίνονταν 15 μετρήσεις = 1 για το κάθε πειραματικό τεμάχιο).

3. Εκρίζωση φυτών (2 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο στην 1η μέτρηση και 1 φυτό ανά πειραματικό τεμάχιο στις επόμενες μετρήσεις. Η 1η μέτρηση έγινε στα 4-5 πραγματικά φύλλα και μετά για κάθε 3 εβδομάδες).
4. Μέτρηση Νωπής Βιομάζας Υπέργειου και Υπόγειου τμήματος.
 - α) Νωπό Βάρος φύλλων
 - β) Νωπό Βάρος βλαστών.
 - γ) Νωπό Βάρος ρίζας.
 - δ) Νωπό Βάρος και αριθμό στολώνων ή πιθανών μικροκονδύλων.
5. Μέτρηση Ξηρής Βιομάζας Υπέργειου και Υπόγειου τμήματος.
 - α) Ξηρό Βάρος φύλλων
 - β) Ξηρό Βάρος βλαστών.
 - γ) Ξηρό Βάρος ρίζας.
 - δ) Ξηρό Βάρος και αριθμό στολώνων ή πιθανών μικροκονδύλων.
6. Ανάλυση Εδάφους (1η λήψη δειγμάτων πριν την φύτευση, 2^η δειγματοληψία κατά τον χρόνο εκρίζωσης των φυτών). Έγιναν μετρήσεις της περιεκτικότητας του εδάφους σε pH, EC (αλατότητα), διαθέσιμο φώσφορο (P) και ανταλλάξιμα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (ασβέστιο: Ca, μαγνήσιο: Mg, κάλιο: K και νάτριο: Na).
7. Ανάλυση φυτικών ιστών (Φυλλοδιαγνωστική) (4 φορές). Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία: άζωτο (N) mg/g, φώσφορο (P) mg/g, κάλιο (K) mg/g, ασβέστιο (Ca) mg/g, μαγνήσιο (Mg) mg/g, χαλκό (Cu) ppm (= mg/Kg), σίδηρο (Fe) ppm, μαγγάνιο (Mn) (ppm), ψευδάργυρος (Zn) (ppm) και βόριο (B) (ppm) και η περιεκτικότητα βλαστών, ριζών και κονδύλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία: φώσφορο (P) mg/g, κάλιο (K) mg/g, ασβέστιο (Ca) mg/g και μαγνήσιο (Mg) mg/g.
8. Καταγραφή Θερμοκρασίας – Υγρασίας Εδάφους (κάθε 5 min).
9. Καταγραφή Θερμοκρασίας, Σχετικής Υγρασίας Αέρα, Ύψους Βροχής και Ηλιοφάνεια που επικρατούσε όλο το χρονικό διάστημα της καλλιεργητικής περιόδου.
10. Χρόνος μάρανσης των φυτών => συγκομιδή και έτσι εκτίμηση του βιολογικού κύκλου, δηλαδή αν με την εδαφοκάλυψη παρατηρείται πρωίμηση της παραγωγής, μέσω μείωσης του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας πατάτας.
11. Στοιχεία Συγκομιδής: Μέτρηση παραγωγής κονδύλων πατάτας (βάρος – αριθμός ανά φυτό και κατηγοριοποίηση σε εμπορεύσιμους και μη).



Εικόνα 13. Φωτογραφίες από την διεξαγωγή του πειράματος (αριστερά λήψη δείγματος εδάφους με τον δειγματολήπτη εδάφους και δεξιά τα πειραματικά τεμάχια κατά την διάρκεια της καλλιέργειας).



Εικόνα 14. Φωτογραφίες κατά την διάρκεια της συγκομιδής (απάνω αριστερά τα πειραματικά τεμάχια δύο ημέρες μετά τον ψεκασμό με το αποφυλλωτικό *Reglone 20 SL* και απάνω δεξιά το μηχάνημα συγκομιδής των κονδύλων).

4.5. Αναλύσεις εδάφους, φύλλων και φυτικών ιστών

Για τη μέτρηση του νωπού και του ξηρού βάρους, τα υπέργεια (φύλλα, βλαστοί) και τα υπόγεια (ρίζα, κόνδυλοι) τμήματα των φυτών ζυγίζονταν αμέσως μετά τη συλλογή τους και στη συνέχεια τοποθετούνταν σε φούρνο ξήρανσης (Memmert, model 500) στους 72° C μέχρι τη σταθεροποίηση του βάρους τους, το οποίο και καταγραφόταν.

Στη συνέχεια γινόταν ένας γρήγορος ψιλοτεμαχισμός των φύλλων με ένα απλό multimixer χειρός και αμέσως μετά τα δείγματα αλέθονταν σε έναν ειδικό μύλο άλεσης φυτικών ιστών (Retsch, MM200) (σε 4000 στροφές/min). Τα δείγματα βλαστών, ριζών και κονδύλων ψιλοτεμαχίζονταν πρώτα με ένα γουδοχέρι χειρός και μετά αλέθονταν στον ειδικό μύλο άλεσης φυτικών ιστών (Retsch, MM200) (σε 4000 στροφές/min). Ακολούθως, 0,5 gr της αλεσμένης ξηρής ουσίας από κάθε δείγμα καίγονταν σε πυραντήριο υψηλών θερμοκρασιών (Linn High Therm) στους 6000° C για 8 ώρες. Η στάχτη εκχυλίζονταν με 10 ml διαλύματος HCl 1M και το εκχύλισμα διηθούνταν μέσω φίλτρου Wattman 42. Τέλος, το διάλυμα αραιωνόταν με

απιονισμένο νερό μέχρι τον όγκο των 50 ml και γίνονταν οι μετρήσεις με το φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer A analyst 100) και με τον αναλυτή αζώτου (Συσκευή Kjeltec 8100), σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στον **Πίνακα 5**.

ΕΙΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ
Νιτρικό Αζωτο	Φασματοφωτομετρικά σε υδατικό εκχύλισμα φυτικών ιστών που έχουν κατεργασθεί με διάλυμα υδροχλωρίου (HCl) 0,1 N σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης νιτρικού αζώτου (μέθοδος Kjeldahl, 1991).
Φωσφόρος	Φασματοφωτομετρικά σε υδατικό εκχύλισμα δείγματος φυτικών ιστών με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος μετά την επίδραση με μολυβδαινικό και βαναδικό αμμώνιο σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα δισόξινου φωσφορικού καλίου (μέθοδος Schuller, 1991).
Κάλιο	Φλογοφωτομετρικά σε εκχύλισμα φυτικών ιστών με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα χλωριούχου καλίου γνωστής συγκέντρωσης.
Μαγνήσιο, Ασβέστιο, Σίδηρος, Ψευδάργυρος, Μαγγάνιο, Χαλκός	Προσδιορισμός σε εκχύλισμα φυτικών ιστών με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος με τη χρήση συστήματος ατομικής απορρόφησης σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα των στοιχείων γνωστής συγκέντρωσης (μέθοδος Hanlon 1998).
Βόριο	Φασματοφωτομετρικά σε εκχύλισμα φυτικών ιστών με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος μετά την επίδραση αζομεθίνης σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης βορίου (μέθοδος αζομεθίνης).
pH εδαφικής πάστας	Με όργανο μέτρησης pH σε δείγμα εδάφους που έχει έλθει σε υδατοκορεσμό σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα γνωστής οξύτητας.
Αγωγιμότητα - Υδατοκορεσμός	Με αγωγιμόμετρο σε υδατικό εκχύλισμα κορεσμού δείγματος εδάφους σε σύγκριση με πρότυπα διαλύματα γνωστής αγωγιμότητας.

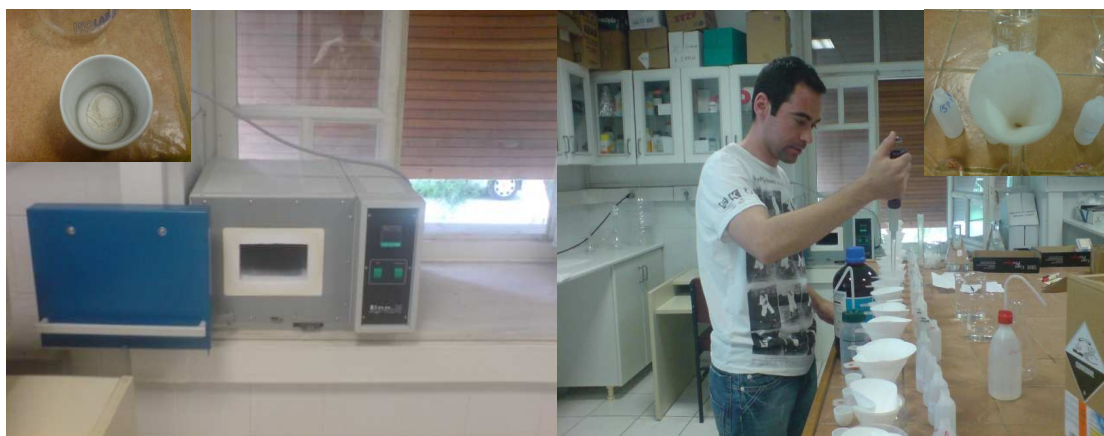
Πίνακας 5. Μεθοδολογία μέτρησης θρεπτικών στοιχείων.

Τέλος, όλα τα προαναφερθέντα δεδομένα, τα οποία αφορούσαν (α) την Περιεκτικότητα του Εδάφους σε pH, EC (= Ηλεκτρική Αγωγιμότητα), Ανταλλάξιμα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία: Φώσφορο (P) ppm, Ασβέστιο (Ca) ppm, Μαγνήσιο (Mg) ppm, Κάλιο (K) ppm και Νάτριο (Na) ppm, (β) την Περιεκτικότητα Φύλλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία: Αζωτο (N) mg/g (=%), Φώσφορο (P) mg/g, Κάλιο (K) mg/g, Ασβέστιο (Ca) mg/g, Μαγνήσιο (Mg) mg/g, Χαλκό (Cu) ppm (mg/kg), Σίδηρο (Fe) ppm, Μαγγάνιο (Mn) (ppm), Ψευδάργυρος (Zn) (ppm) και Βόριο (B) (ppm), (γ) την Περιεκτικότητα Βλαστών, Ριζών και Κονδύλων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία:

Φώσφορο (P) mg/g, Κάλιο (K) mg/g, Ασβέστιο (Ca) mg/g και Μαγνήσιο (Mg) mg/g, (δ) την Θερμοκρασία και Υγρασία Εδάφους και Αέρα, την Ηλιοφάνεια, το Ύψος Βροχής και (ε) το Βάρος και τον Αριθμό των καρπών ανά κατηγορία εμπορευσιμότητας, αναλύθηκαν στατιστικά αρχικά με ανάλυση της διασποράς (ANOVA) και στη συνέχεια, όπου η ANOVA έδινε σημαντικές τιμές για το F, με σύγκριση των μέσων των 4 επεμβάσεων μέσω της δοκιμασίας Duncan. Τέλος, τόσο για τη στατιστική ανάλυση τους, όσο και για τη δημιουργία των γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης *PlotIT 3.2*.



Εικόνα 15. Φούρνος ξήρασης (Mettmert, model 500) (αριστερά), μύλος ψιλοτεμαχισμού (μοντέλο Retsch, MM200) (δεξιά) και ζυγαριά ακριβείας (πάνω δεξιά).



Εικόνα 16. Πυραντήριο υψηλών θερμοκρασιών (μοντέλο Linn High Therm) (αριστερά), στάχτη φυτικών ιστών (πάνω αριστερά), εκχύλιση της στάχτης (δεξιά) και το φίλτρο (Wattman 42) για την διήθηση του εκχυλίσματος (πάνω δεξιά).



Εικόνα 17. Φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer A analyst 100) και αναλυτής αζώτου (Συσκευή Kjeltac 8100).

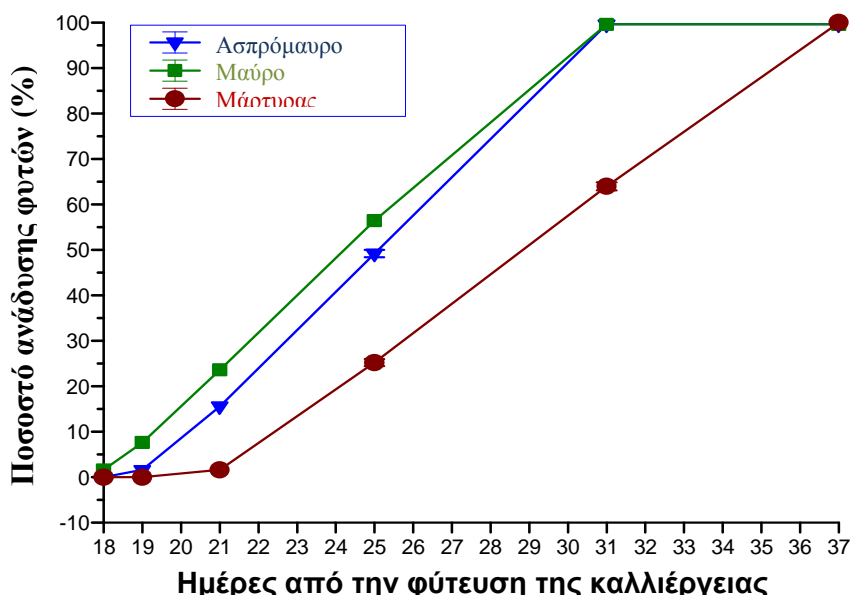
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι για όλες τις γραφικές παραστάσεις η κάθε τιμή για την κάθε μεταχείριση ήταν ο μέσος όρος πέντε μετρήσεων και για αυτό φαίνονται και τα τυπικά σφάλματα ανά μεταχείριση. Αυτό συνέβη, αφού υπήρχαν 15 πειραματικά τεμάχια, όπου ανά 5 ανήκαν σε διαφορετική μεταχείριση (ασπρόμαυρο, μαύρο και μάρτυρας).

1. Σύγκριση ανάπτυξης των φυτών ανά μεταχείριση

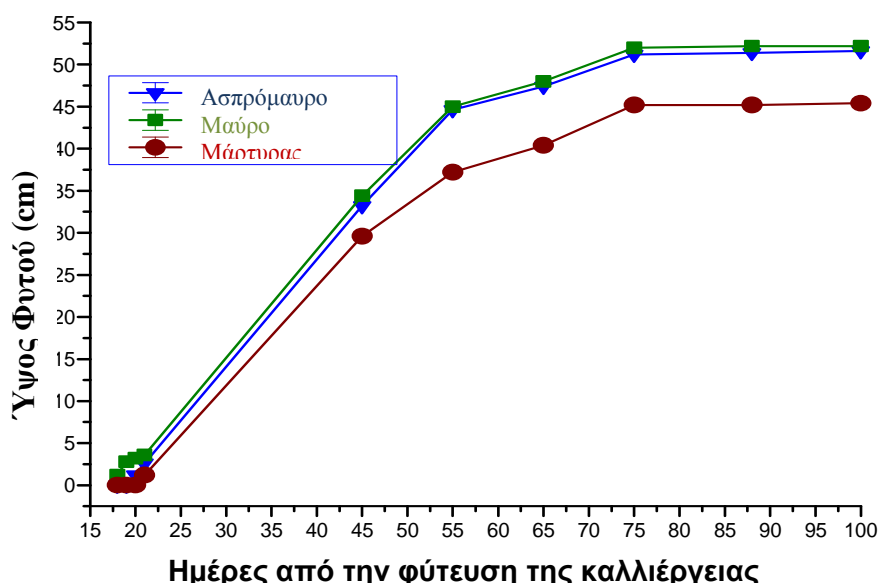
Στο **Σχήμα 1** φαίνεται το ποσοστό ανάδυσης των φυτών (%) ανά πειραματική επέμβαση, όπως παρατηρήθηκαν κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό είχαμε πιο πρόωμη ανάδυση, 1 ημέρα πιο γρήγορα από το ασπρόμαυρο και 3 ημέρες πιο γρήγορα από τον μάρτυρα. Έτσι, πρώτα αναδύθηκαν τα φυτά με το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης (18 ημέρες από την φύτευση), μετά με το ασπρόμαυρο (19 ημέρες από την φύτευση) και τέλος από τον μάρτυρα (χωρίς εδαφοκάλυψη) (21 ημέρες από την φύτευση). Προφανώς αυτό οφείλεται στις πιο ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης με την εδαφοκάλυψη (θερμοκρασία-υγρασία εδάφους).

Στη συνέχεια, όπως φαίνεται επίσης στο **Σχήμα 1** και ο ρυθμός ανάδυσης ανά ημέρα ήταν μεγαλύτερος στην εδαφοκάλυψη (4 φυτά/ημέρα), έναντι 3 φυτά/ημέρα στον μάρτυρα. Στο τέλος δεν αναδύθηκαν 2 φυτά στην εδαφοκάλυψη με μαύρο και με ασπρόμαυρο πλαστικό. Αυτό μπορεί να ήταν και τυχαίο, γιατί δεν έγινε μηχανική φύτευση αλλά χειρωνακτικά και μπορεί να φυτεύθηκαν σε χαμηλότερο ή υψηλότερο από το επιτρεπτό βάθος οι κόνδυλοι ή επίσης μπορεί κατά την ανάδυση να υπήρχαν απώλειες (π.χ. από πουλιά).



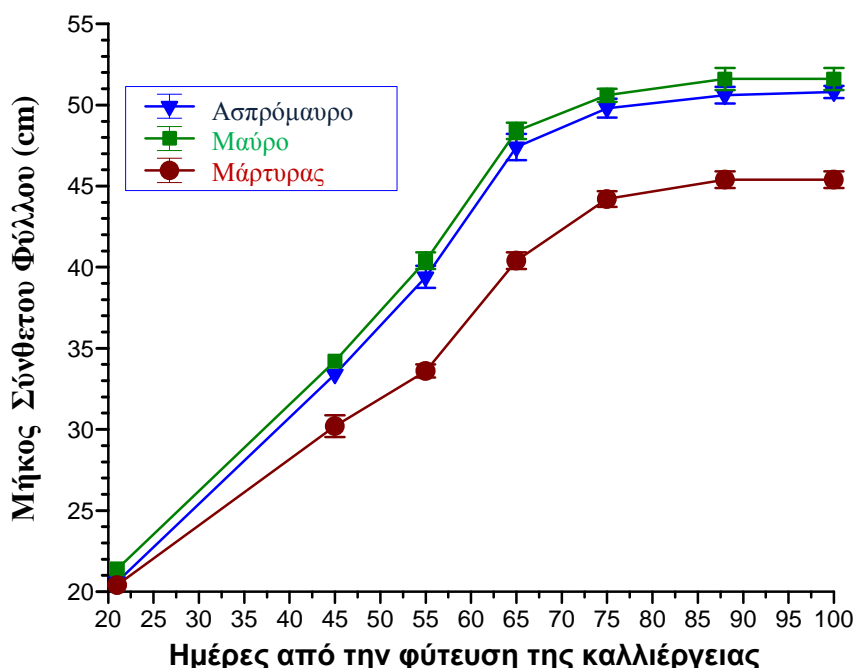
Σχήμα 1. Ποσοστό και ρυθμός ανάδυσης φυτών (%) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Όσον αφορά το μέσο ύψος φυτών του κάθε πειραματικού τεμαχίου, όπως διακρίνεται στο **Σχήμα 2** ήταν μεγαλύτερος στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό, λιγότερο στο ασπρόμαυρο και ακόμη λιγότερο στον μάρτυρα. Έτσι παρατηρείται μικρότερος βιολογικός κύκλος στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια με την εδαφοκάλυψη και μάλιστα με το μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης παρατηρείται πιο πρόωμη παραγωγή, αφού φτάνει το τελικό ύψος πιο γρήγορα.



Σχήμα 2. Ύψος φυτού (cm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

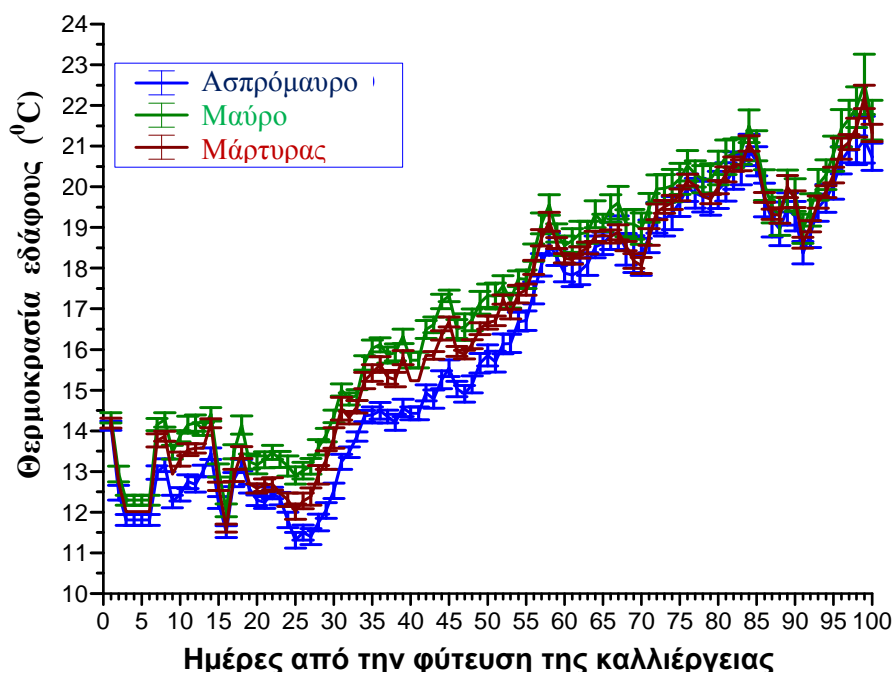
Στο **Σχήμα 3** φαίνεται πως μεταβάλλεται με τον χρόνο το μήκος του σύνθετου φύλλου και πιο συγκεκριμένα, όπως και στον ρυθμό ανάδυσης και ανάπτυξης του φυτού (**Σχήματα 1 και 2**), ο ρυθμός ανάπτυξης του σύνθετου φύλλου ήταν πιο μεγάλος στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό, λιγότερος με ασπρόμαυρο και ακόμη λιγότερος χωρίς εδαφοκάλυψη, αν και στην αρχή μόνο ήταν μεγαλύτερος στο ασπρόμαυρο απ' ότι στο μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης.



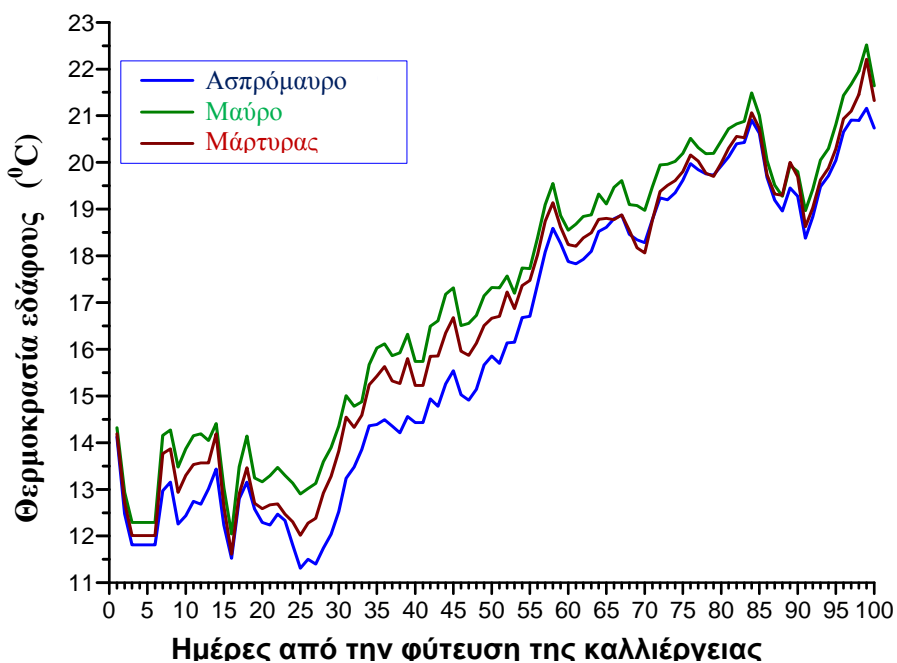
Σχήμα 3. Μήκος σύνθετου φύλλου (cm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

2. Σύγκριση θερμοκρασίας εδάφους και αέρα, υγρασίας εδάφους και σχετικής υγρασίας, ηλιοφάνειας και ύψους βροχής

Παρακάτω συγκρίνεται η θερμοκρασία εδάφους ανά μεταχείριση σε συνάρτηση με την θερμοκρασία αέρα την ίδια χρονική περίοδο με τα τυπικά σφάλματα ανά μεταχείριση (**Σχήμα 4**) και χωρίς τα τυπικά σφάλματα (**Σχήμα 5**). Μάλιστα όσον αφορά την θερμοκρασία εδάφους μετρούταν κάθε πέντε (5) λεπτά και μετά βγήκε ο μέσος όρος ανά ημέρα. Παρατηρείται λοιπόν ότι η θερμοκρασία αέρα (**Σχήμα 6**) ήταν περίπου 5 °C υψηλότερη από την θερμοκρασία εδάφους, ενώ στις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε υψηλότερη θερμοκρασία εδάφους στην εδαφοκάλυψη με το μαύρο πλαστικό, μικρότερη στον μάρτυρα και ακόμη μικρότερη στην εδαφοκάλυψη με το ασπρόμαυρο πλαστικό. Αυτό φαίνεται λογικό, γιατί το μαύρο απορροφά την ακτινοβολία και δεν την αφήνει να διαφύγει, ενώ στο ασπρόμαυρο δεν παρατηρείται τόσο υψηλή τιμή θερμοκρασίας στην απάνω επιφάνεια του εδάφους που βρίσκεται το άσπρο γαλακτώδες πλαστικό και έτσι δεν ανεβαίνει πολύ η θερμοκρασία στα κατώτερα φύλλα του φυτού της πατάτας (Diaz et. al., 2003).



Σχήμα 4. Σύγκριση της θερμοκρασίας εδάφους (°C) ανά μεταχείριση, σε συνάρτηση με την θερμοκρασία αέρα (°C), με τα τυπικά σφάλματα.



Σχήμα 5. Σύγκριση της θερμοκρασίας εδάφους (°C) ανά μεταχείριση, σε συνάρτηση με την θερμοκρασία αέρα (°C), χωρίς τα τυπικά σφάλματα.



Σχήμα 6. Θερμοκρασία αέρα (°C) κατά την διάρκεια της καλλιέργειας.

Όσον αφορά την Ηλιοφάνεια, με τον όρο Ηλιοφάνεια ή Διάρκεια Ηλιοφάνειας νοείται το χρονικό διάστημα, εκφρασμένο κυρίως σε ώρες ανά ημέρα, που η άμεση ηλιακή ακτινοβολία φθάνει μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Δηλαδή είναι το χρονικό διάστημα εκείνο που ο ήλιος είναι ορατός ανεμπόδιστα από την επιφάνεια της γης. Αυτό που μετρήθηκε ήταν το ποσό της πραγματικής διάρκειας ηλιοφάνειας (H_{π}), το οποίο είναι μικρότερο από το αντίστοιχο της θεωρητικής ηλιοφάνειας (H_{th}), γιατί ελαττώνεται από την παρουσία της νέφωσης και της τοπογραφίας της τοποθεσίας. Μάλιστα η σχέση που συνδέει τις δύο ηλιοφάνειες είναι:

$$H_{\pi} = H_{th} / v \quad (a\alpha + \beta s + \gamma c)$$

Όπου: v = αριθμός ημερών του μήνα

s = ο αριθμός των αιθρίων (νέφωση $n_c \leq 1.6$ όγδοα)

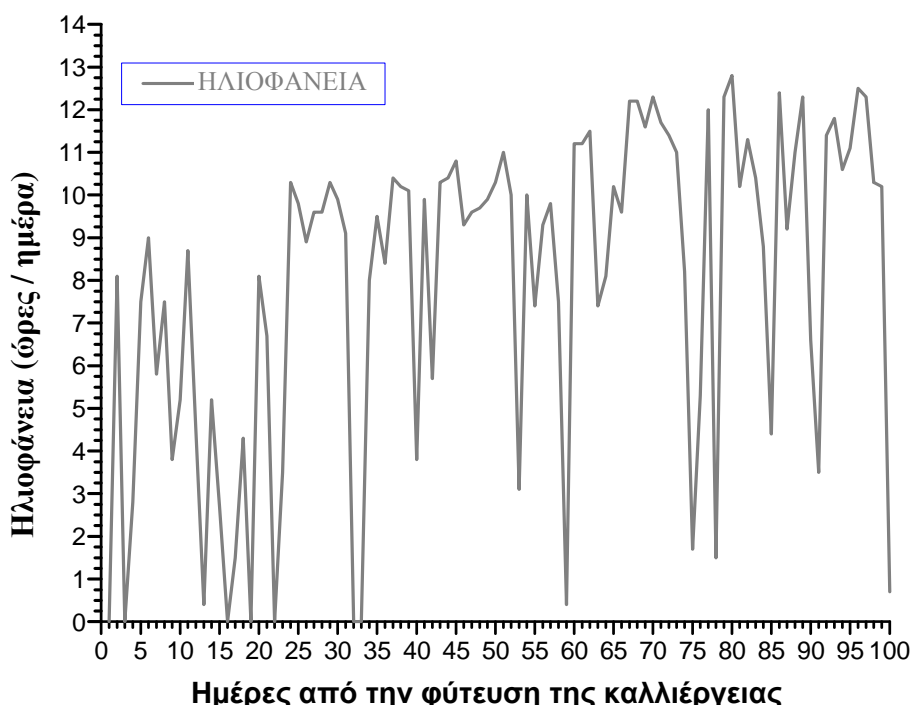
c = αριθμός των νεφοσκεπών ημερών ($n_c \leq 6.4$ όγδοα) το μήνα.

Οι εμπειρικοί συντελεστές α , β και γ έχουν τιμές $\alpha = 0.625$, $\beta = 0.275$ και $\gamma = -0.525$ για την ψυχρή περίοδο (Οκτώβριος-Μάρτιος) και $\alpha = 0.75$, $\beta = 0.15$ και $\gamma = -0.65$ για τη θερμή περίοδο (Απρίλιος-Σεπτέμβριος) του έτους.

Τέλος, γνωρίζοντας την πραγματική διάρκεια ηλιοφάνειας (H_{π}), καθώς και τις γνωστές τιμές της θεωρητικής ηλιοφάνειας (H_{th}) και της θεωρητικής τιμής της ηλιακής ακτινοβολίας (Q), μπορεί να υπολογιστεί η ολική ηλιακή ακτινοβολία (Q_s), μετρούμενη σε J/h/ ημέρα, από την παρακάτω εξίσωση Angstrom:

$$Q_s = Q (\alpha + \beta H_{\pi} / H_{th})$$

Συγκρίνοντας τις θερμοκρασίες εδάφους (Σχήματα 4 και 5) και αέρα (Σχήμα 6), με τις τιμές ηλιοφάνειας που φαίνονται στο Σχήμα 7, συμπίπτουν οι υψηλές τιμές της θερμοκρασίας, τόσο εδάφους όσο και αέρα, όταν οι ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα ήταν υψηλές.

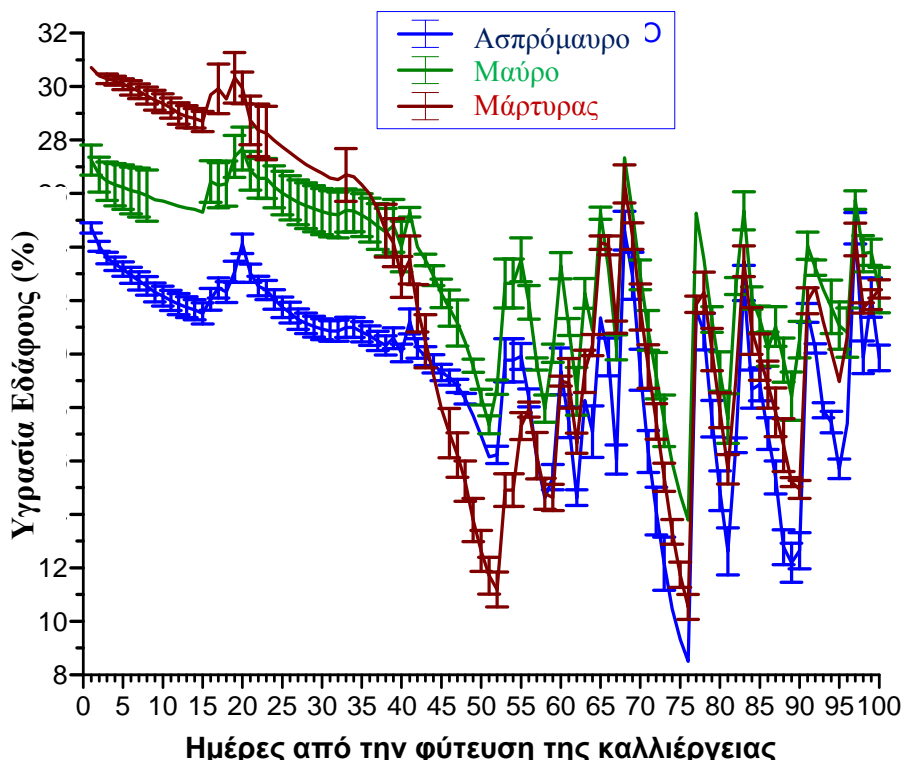


Σχήμα 7. Ηλιοφάνεια (ώρες / ημέρα) κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

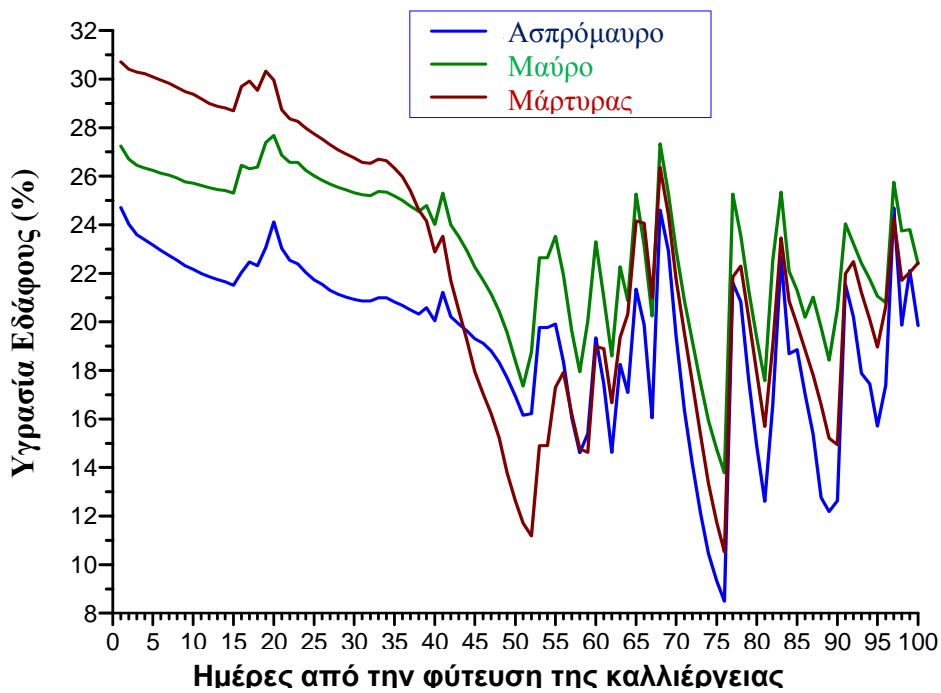
Στη συνέχεια, συγκρίνεται η Υγρασία Εδάφους ανά Μεταχείριση, σε συνάρτηση με την Σχετική Υγρασία (%) με τα τυπικά σφάλματα ανά μεταχείριση (**Σχήμα 8**) και χωρίς τυπικά σφάλματα (**Σχήμα 9**). Γενικά, η Σχετική Υγρασία στην Περιοχή της Ανδραβίδας είναι πολύ υψηλή (έως 95%) και περίπου 50% υψηλότερη από την Υγρασία Εδάφους (**Σχήμα 10**). Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι υπολογίστηκαν οι τιμές της υγρασίας εδάφους, όπως ακριβώς και στις θερμοκρασίες εδάφους, κάθε πέντε λεπτά και μετά υπολογίστηκε ο μέσος όρος ανά ημέρα.

Όσον αφορά την Υγρασία Εδάφους παρατηρείται αρχικά υψηλότερη υγρασία στον μάρτυρα, λιγότερη στο μαύρο και ακόμη λιγότερη στο ασπρόμαυρο μέχρι τις 37 ημέρες από την φύτευση (28 Μαρτίου). Αυτό συμβαδίζει και με το **Σχήμα 11**, αφού όπως φαίνεται από το Ύψος Βροχής μέχρι τότε έπεσε ο κύριος όγκος χειμωνιάτικης και ανοιξιάτικης βροχής στην περιοχή και είναι λογικό να συσσωρεύεται περισσότερο στον μάρτυρα. Επομένως ένα ακόμη πλεονέκτημα της εδαφοκάλυψης είναι ότι προφυλάσσει το ριζικό σύστημα από την υπερβολική ποσότητα νερού που είναι ανεπιθύμητη για την ανάπτυξη και την ανάπτυξη του φυτού. Μάλιστα μέχρι εδώ φαίνεται πως το ασπρόμαυρο έχει μεγαλύτερο πλεονέκτημα από το μαύρο.

Από τις 28 Μαρτίου (37 ημέρες από την φύτευση) και μετά όμως παρατηρήθηκε περισσότερη υγρασία εδάφους στο μαύρο, λιγότερη στον μάρτυρα και ακόμη λιγότερη στο ασπρόμαυρο, αφού όπως διαπιστώνεται το μαύρο συγκρατά περισσότερο την υγρασία, αν και οι διαφορές ανά μεταχείριση δεν ήταν αξιοσημείωτες. Αυτό είναι πλεονέκτημα λοιπόν για το μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις ή σε αμμώδη-ελαφριά εδάφη που δεν συγκρατούν από μόνα τους το νερό.



Σχήμα 8. Σύγκριση Υγρασίας Εδάφους (%) ανά μεταχείριση, σε συνάρτηση με την Σχετική Υγρασία (%).

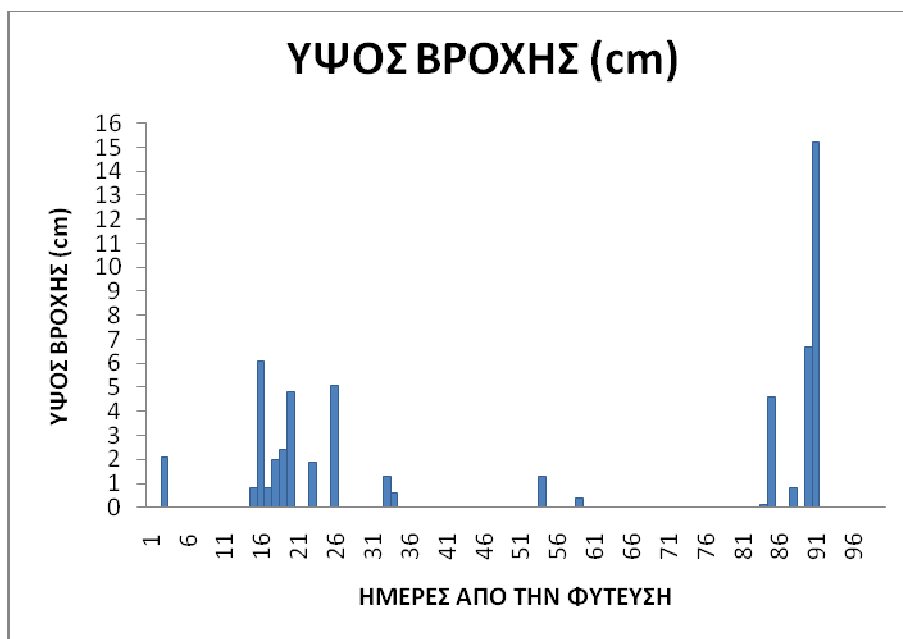


Σχήμα 9. Σύγκριση Υγρασίας Εδάφους (%) ανά μεταχείριση, σε συνάρτηση με την Σχετική Υγρασία (%).



Σχήμα 10. Σύγκριση Υγρασίας Εδάφους (%) ανά μεταχείριση, σε συνάρτηση με την Σχετική Υγρασία (%).

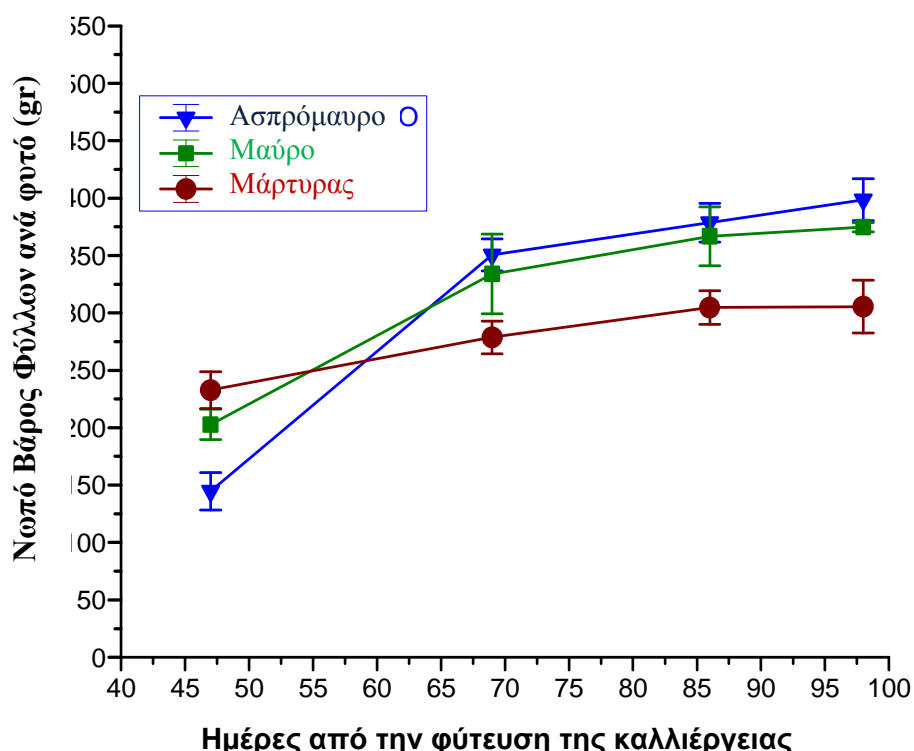
Συγκρίνοντας τις υγρασίες εδάφους και σχετικής υγρασίας με τις τιμές του ύψους βροχής στην περιοχή της Ανδραβίδας (Ηλεία) κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όπως φαίνονται στο **Σχήμα 11**, παρατηρούνται υψηλές τιμές της υγρασίας όταν το ύψος βροχής (cm) ανά ημέρα ήταν και αυτό υψηλό.



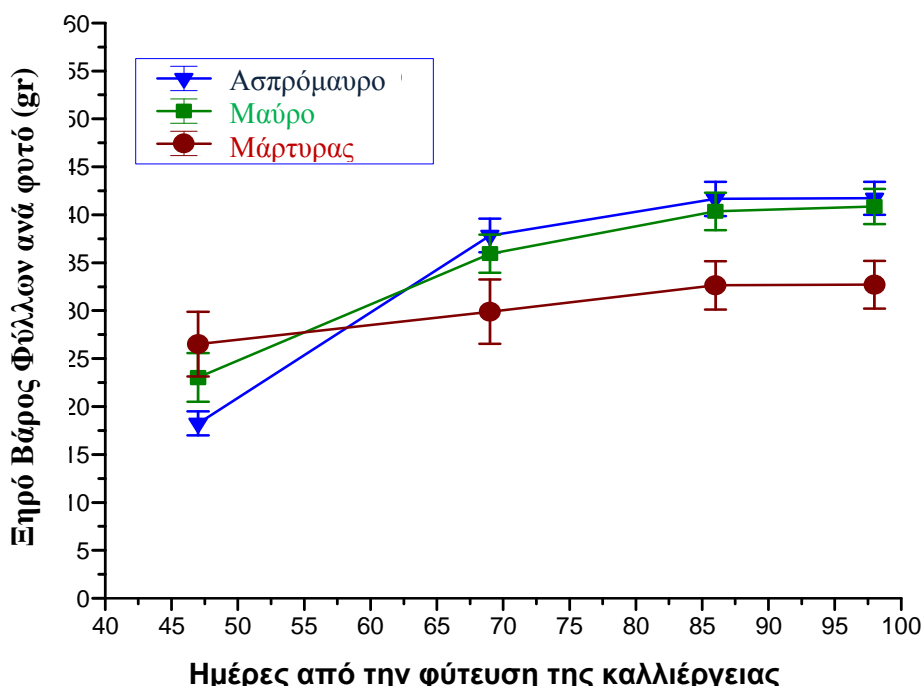
Σχήμα 11. Ύψος Βροχής (cm) κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

3. Σύγκριση Νωπού και Ξηρού Βάρους ανά μεταχείριση

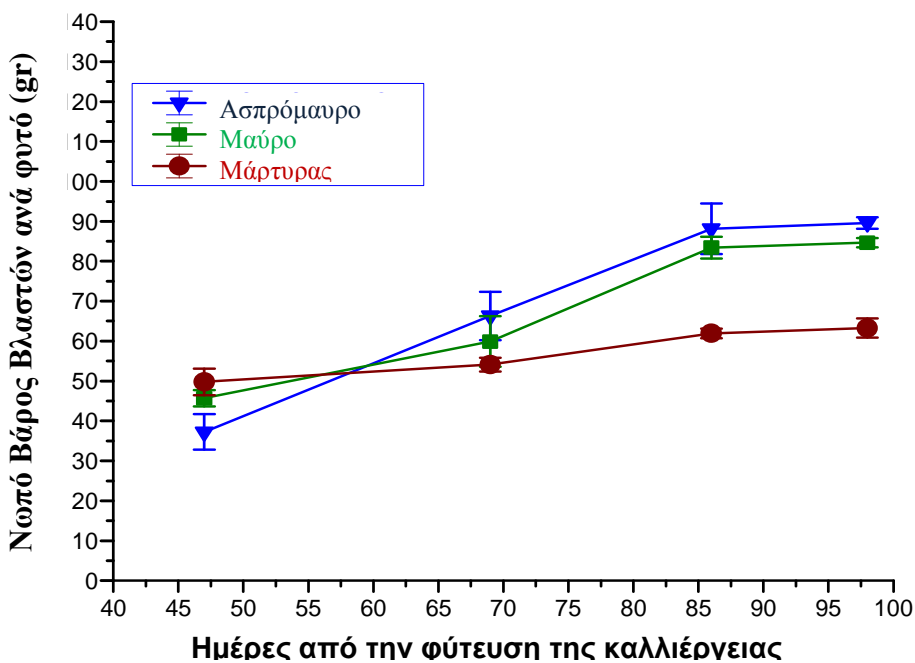
Όσον αφορά την σύγκριση Νωπού και Ξηρού Βάρους ανά Μεταχείριση και ανά φυτικό μέρος (φύλλα, βλαστοί, ρίζες, κόνδυλοι), όπως φαίνεται στα **Σχήματα 12 έως 15** για τα φύλλα και τους βλαστούς, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της πατάτας ήταν περισσότερο το νωπό και ξηρό βάρος στον μάρτυρα, λιγότερο στο μαύρο και ακόμη λιγότερο στο ασπρόμαυρο, αλλά από την δεύτερη (2^η) εκκρίζωση (29/04/10 = 69 Ημέρες από την Φύτευση) και μετά ήταν περισσότερο το νωπό και ξηρό βάρος στο ασπρόμαυρο, λιγότερο στο μαύρο και ακόμη λιγότερο στον μάρτυρα.



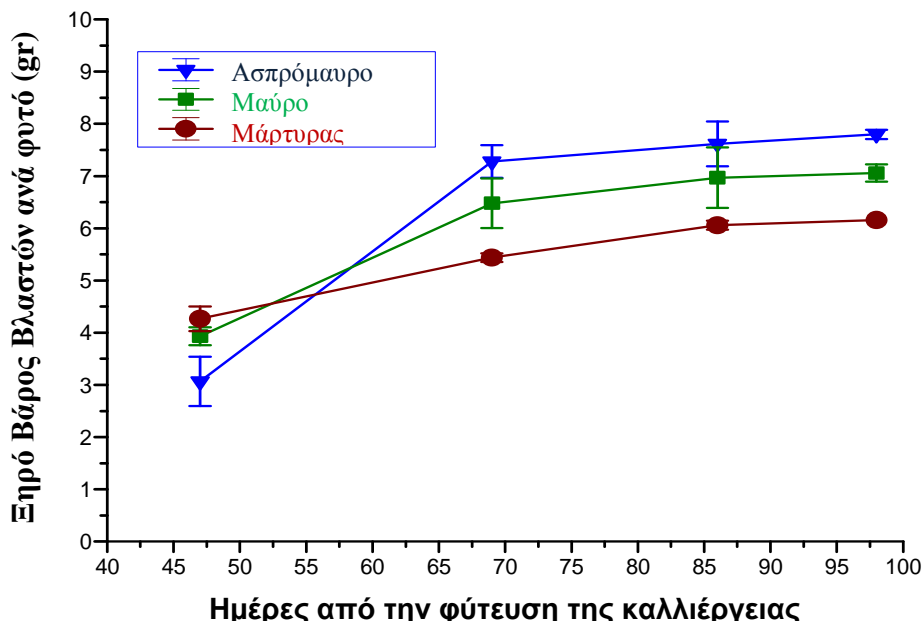
Σχήμα 12. Νωπό βάρος φύλλων ανά φυτό (gr) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 13. Ξηρό βάρος φύλλων ανά φυτό (gr) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

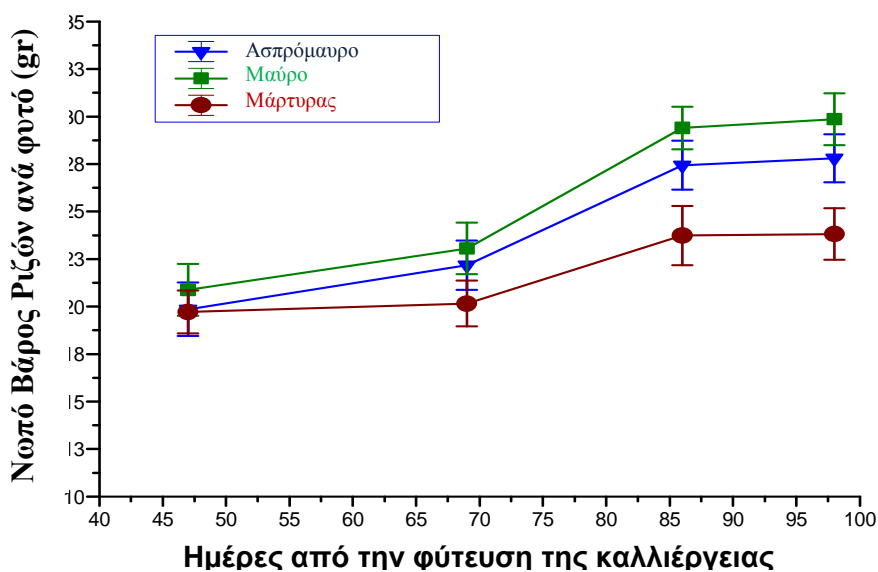


Σχήμα 14. Νωπό βάρος βλαστών ανά φυτό (gr) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

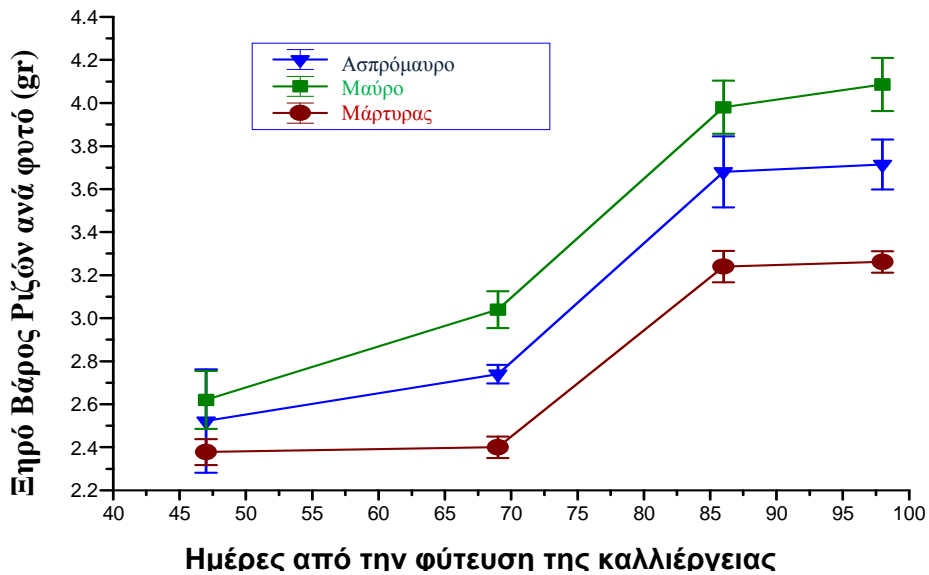


Σχήμα 15. Ξηρό βάρος βλαστών ανά φυτό (gr) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

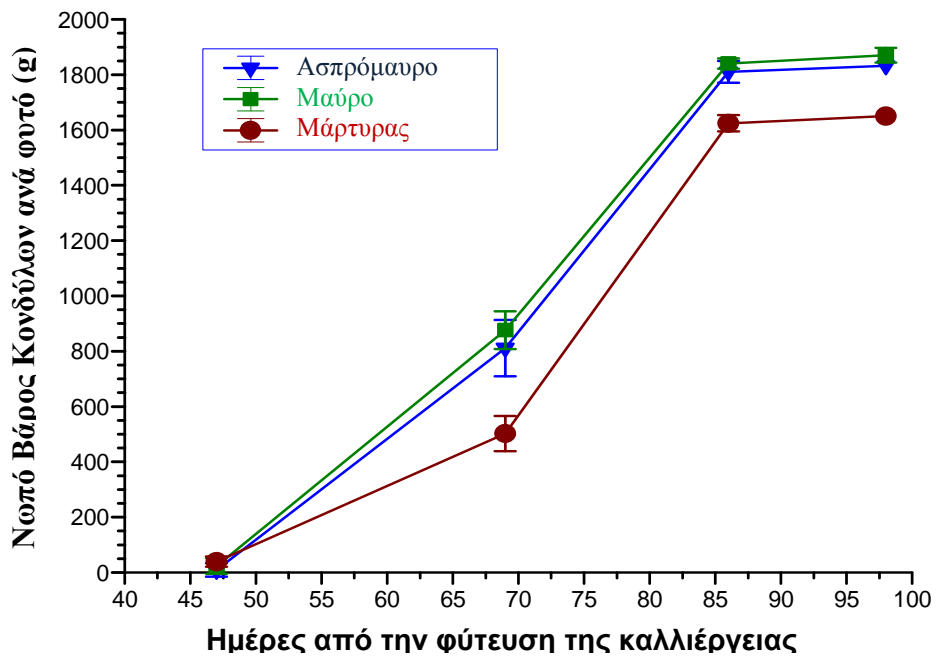
Όσον αφορά τις ρίζες και τους κονδύλους, όπως φαίνεται στα **Σχήματα 16 έως 19**, το νωπό και ξηρό βάρος ήταν περισσότερο στο μαύρο, λιγότερο στο ασπρόμαυρο και ακόμη λιγότερο στον μάρτυρα. Επομένως το υπόγειο τμήμα, σε αντίθεση με το υπέργειο τμήμα της πατάτας που υπερτερεί το ασπρόμαυρο, εμφανίζει μεγαλύτερο ποσοστό νωπού και ξηρού βάρους με μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης.



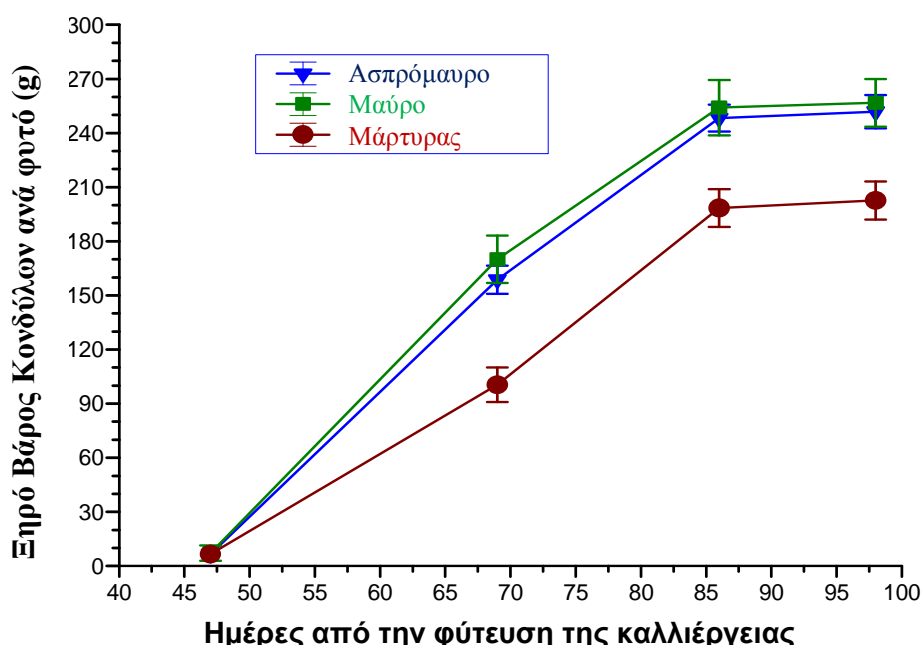
Σχήμα 16. Νωπό βάρος ριζών ανά φυτό (gr) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 17. Ξηρό βάρος ριζών ανά φυτό (gr) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

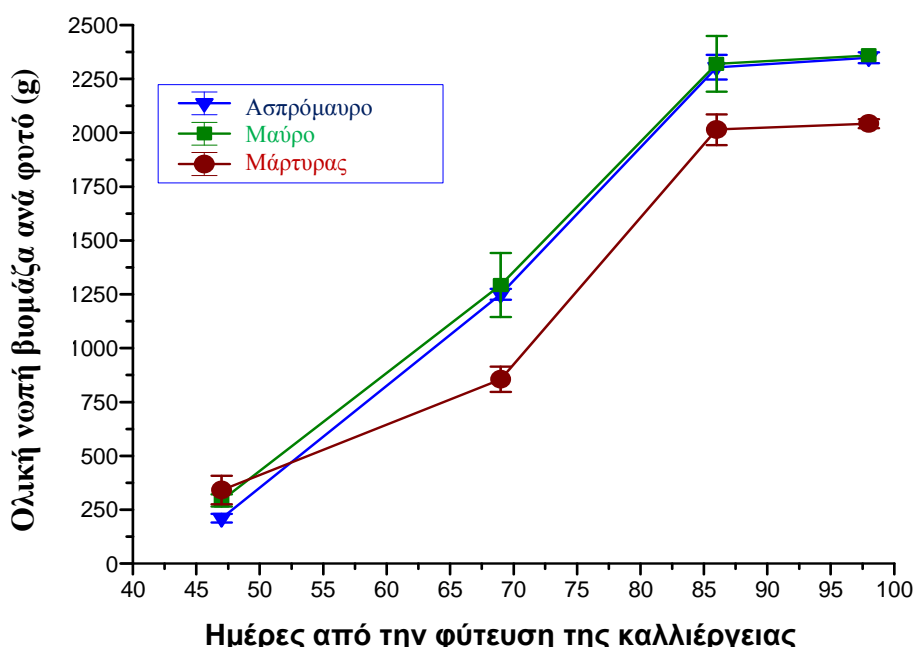


Σχήμα 18. Νωπό βάρος κονδύλων ανά φυτό (g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

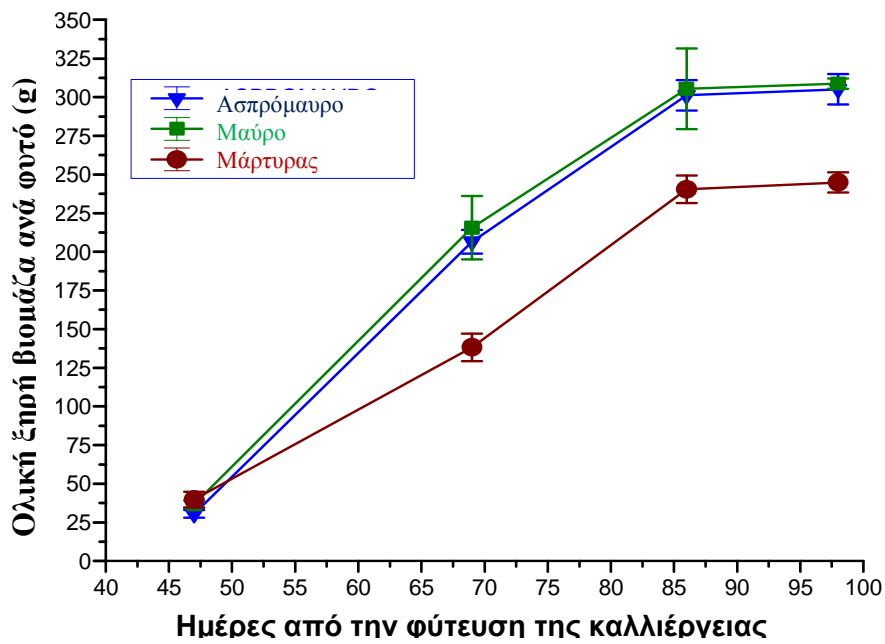


Σχήμα 19. Ξηρό βάρος κονδύλων ανά φυτό (g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

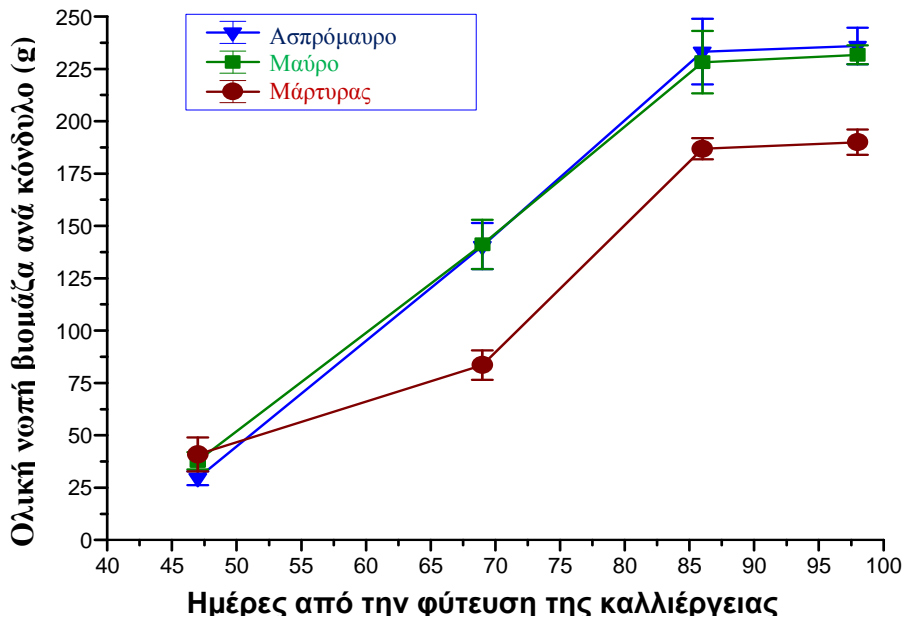
Στα **Σχήματα 20 και 21** φαίνονται η ολική βιομάζα ανά φυτό (g) (νωπή και ξηρή αντίστοιχα), ενώ στα **Σχήματα 22 και 23** φαίνονται η ολική βιομάζα ανά κόνδυλο (g) (νωπή και ξηρή αντίστοιχα). Πιο αναλυτικά, διακρίνεται μεγαλύτερη βιομάζα (νωπή και ξηρή, τόσο ανά φυτό, όσο και ανά κόνδυλους) στην εδαφοκάλυψη και μάλιστα λίγο περισσότερο με το ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης.



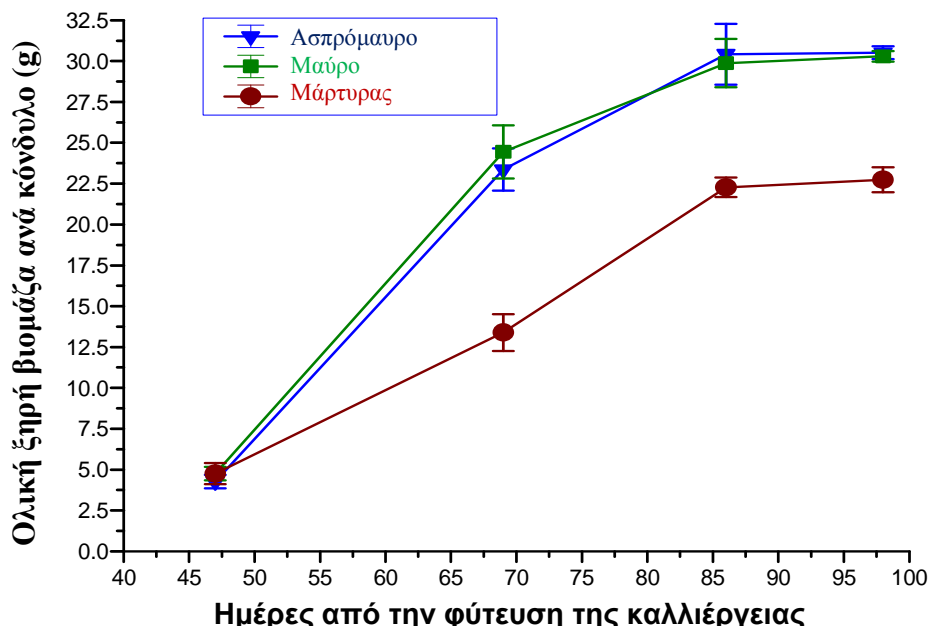
Σχήμα 20. Μέσο νωπό βάρος ανά φυτό (g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 21. Μέσο ξηρό βάρος ανά φυτό (g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

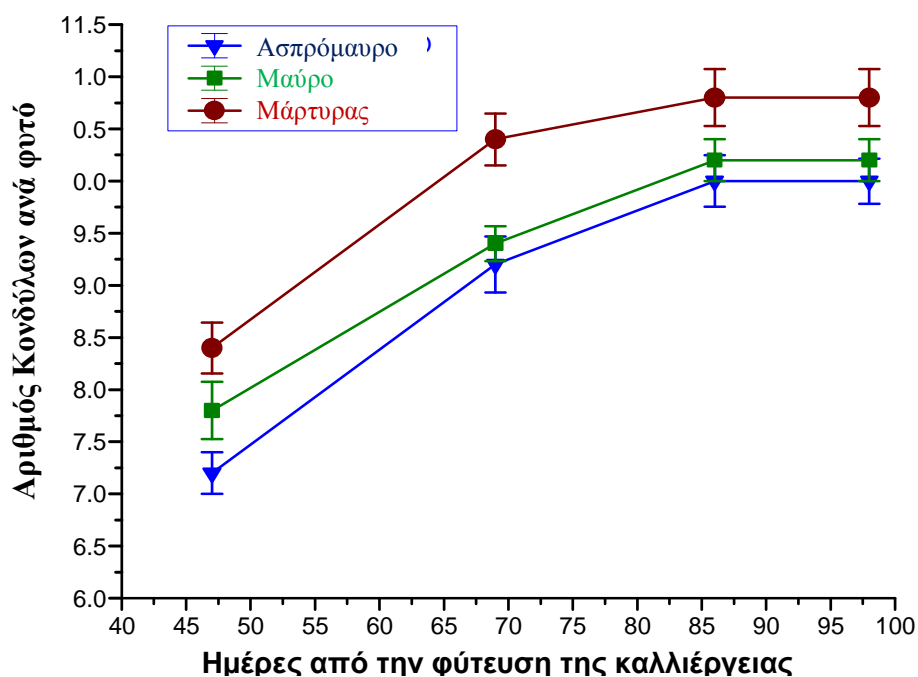


Σχήμα 22. Μέσο νωπό βάρος ανά κόνδυλο (g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 23. Μέσο ξηρό βάρος ανά κόνδυλο (g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

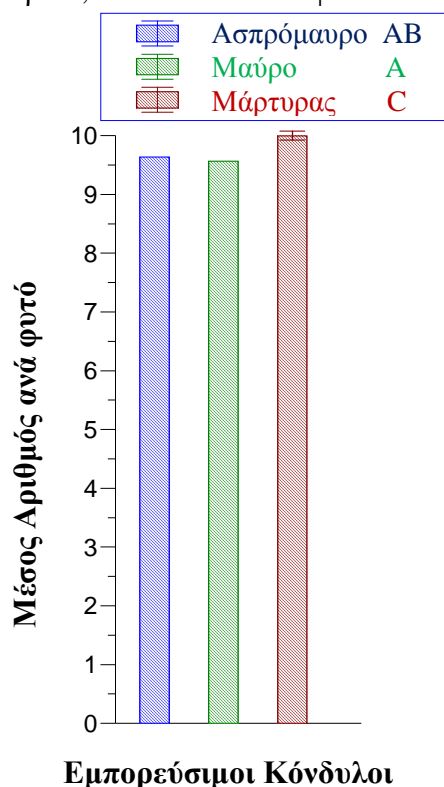
Τέλος, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 24** παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός κονδύλων ανά μεταχείριση στον μάρτυρα, λιγότερος στο μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης και ακόμη λιγότερος στο ασπρόμαυρο πλαστικό.



Σχήμα 24. Σύγκριση συνολικού αριθμού κονδύλων ανά φυτό ανά μεταχείριση κατά την διάρκεια του χρόνου.

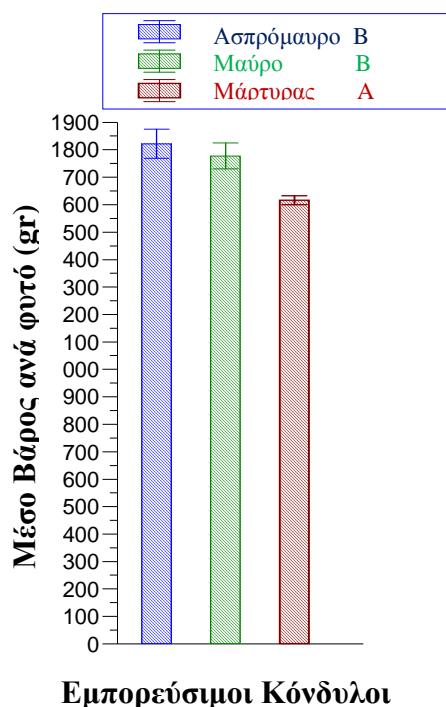
4. Σύγκριση αποτελεσμάτων συγκομιδής (βάρος και αριθμός ανά μεταχείριση των εμπορεύσιμων και των μη εμπορεύσιμων κονδύλων και διακρίνοντας τους τελευταίους σε κατηγορίες)

Όσον αφορά τα δεδομένα της συγκομιδής, στο **Σχήμα 25** φαίνεται πως ο μέσος αριθμός των εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό, όπως και ο συνολικός αριθμός ανά μεταχείριση (**Σχήμα 24**), είναι μεγαλύτερος στην μη εδαφοκάλυψη (μάρτυρα), με μέσο όρο 10 κόνδυλοι ανά φυτό, μικρότερος στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό κατά 3,73 % από τον μάρτυρα, με μέσο όρο 9,64 κόνδυλοι ανά φυτό και λίγο μικρότερος στο μαύρο πλαστικό εδαφοκάλυψης, κατά 4,5 % σε σύγκριση με την μη εδαφοκάλυψη, με μέσο όρο 9,56 κόνδυλοι ανά φυτό.



Σχήμα 25. Σύγκριση Αριθμού Εμπορεύσιμων Κονδύλων ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p < 0,005$ Σ (= Σημαντικό).

Στο **Σχήμα 26**, φαίνεται το μέσο βάρος (g) των εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό ανά μεταχείριση και πιο συγκεκριμένα είναι μεγαλύτερο στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό, με μέσο βάρος κονδύλων 1,822 kg ανά φυτό, μικρότερο με το μαύρο κατά 2,43 % σε σύγκριση με το ασπρόμαυρο, με μέσο βάρος κονδύλων 1,778 kg ανά φυτό και ακόμη μικρότερο χωρίς εδαφοκάλυψη κατά 11,27 % από το ασπρόμαυρο, με μέσο βάρος κονδύλων 1,616 kg ανά φυτό. Επομένως, όπως και στην αντίστοιχη βιβλιογραφία (Hou et. al., 2010), χωρίς εδαφοκάλυψη παρατηρήθηκε μεγαλύτερος αριθμός εμπορεύσιμων κονδύλων, ενώ με εδαφοκάλυψη μεγαλύτερο μέσο βάρος εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό.



Σχήμα 26. Σύγκριση Βάρους (g) Εμπορεύσιμων Κονδύλων ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p \geq 0,005$ Μ.Σ. (= Μη Σημαντικό).

Όσον αφορά τους μη εμπορεύσιμους κονδύλους, αυτοί διακρίνονται σε προσβολή από Περονόσπορο, σε προσβολή από Φθοριμαία και σε Ανισομεγέθη κόνδυλους.

Ο περονόσπορος προκαλείται από τον ωομύκητρα *Phytophthora infestans*, με σύμπτωμα εκτεταμένες νεκρωτικές κηλίδες στα τρυφερά φύλλα και εν συνεχεία στα στελέχη και σε προχωρημένες προσβολές παρατηρούνται ξηρές σήψεις στους κονδύλους. Όσον αφορά τον βιολογικό του κύκλο, την άνοιξη με υγρασίες που φτάνουν το 100% και με θερμοκρασίες μεταξύ 10 και 25⁰C βλαστάνουν τα ωσπόρια και τα ζωσπόρια, που προέρχονται από μολυσμένους κονδύλους, μεταφέρονται με την υγρασία (ανεμόβροχο) στο φύλλωμα και στα στελέχη άλλων φυτών. Τέλος, όταν σε βροχερό καιρό ξεπλένονται τα ζωσποριάγγεια από τα φύλλα και παρασύρονται στο έδαφος, προσβάλλονται και οι κόνδυλοι. Για αυτό, η εδαφοκάλυψη εμποδίζει την είσοδο του ωομύκητα στο έδαφος και την προσβολή των κονδύλων της πατάτας (Τζάμος, 2004).

Όσον αφορά την προσβολή από την φθοριμαία (*Phthorimaea operculella*), οι προνύμφες κάνουν στοές στα φύλλα, στους βλαστούς και στο ανώτερο 1 εκατοστό της επιφάνειας των κονδύλων. Ο εχθρός είναι η κάμπια της φθοριμαίας. Τα ενήλικα είναι φθοριμαίες με έκταση φτερών από 10 έως 17 χιλιοστά και μήκους 7 έως 10, με χαρακτηριστικό γκριζο-κάστανο χρώμα στα πρώτα φτερά. Το κεφάλι της κάμπιας είναι επίπεδο, ποτέ στρογγυλό. Η νύμφη (χρυσалиδα) βρίσκεται μέσα σε ένα μεταξωτό-κουκούλι, αρχικά κιτρινωπό άσπρο, αργότερα καστανό. Όσον αφορά τον βιολογικό κύκλο η κάμπια ή οι νύμφες διαχειμάζουν στην αποθήκευση ή στους αγρούς στις νότιες περιοχές της Ε.Ε. σε μη ορατή θέση. Τα αυγά βρίσκονται πάνω στα φύλλα, στους βλαστούς, στους κονδύλους, ή στο έδαφος κοντά στο φυτό. Οι προνύμφες ζουν μέσα στο φυτό της πατάτας. Ο εχθρός μπορεί να έχει 6 έως 7 γενιές ετησίως, δεν έχει καμία διάπαυση, προτιμά τη ζέστη, ενώ η ανάπτυξη του σταματά κάτω από τους 10°C. Τέλος για την αντιμετώπιση χρησιμοποιούνται οι δραστικές

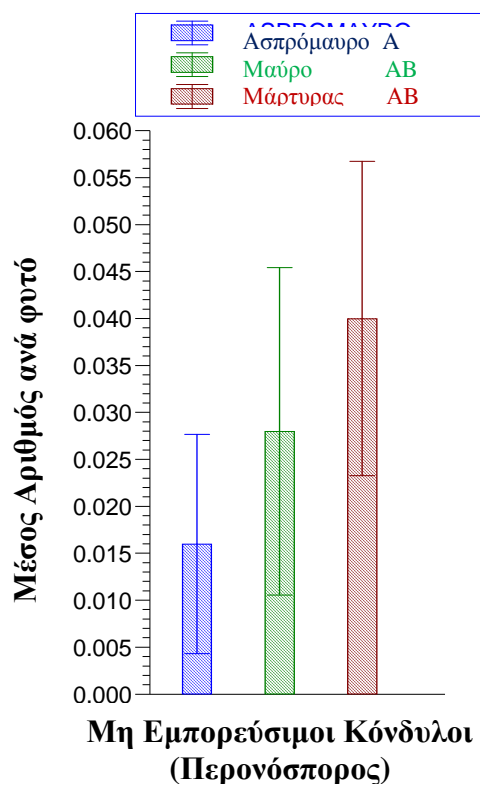
ουσίες: Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Cypermethrin, Dimethoate (<http://www.e-georonoio.gr/2009-11-14-21-55-31/243-2009-11-23-10-08-49.html>).

Τέλος, οι ανισομεγέθη κόνδυλοι οφείλονται είτε σε υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 29⁰C) είτε στη μειωμένη πρόσληψη απαραίτητων για το φυτό της πατάτας ποσοτήτων ανόργανων λιπασμάτων, κυρίως καλίου (K), ενώ για το φύλλωμα οφείλεται κυρίως το άζωτο (N) και για το ριζικό σύστημα ο φώσφορος (P). Βέβαια ορισμένες ποικιλίες είναι περισσότερο ευπαθείς από άλλες (Τζάμος, 2004).

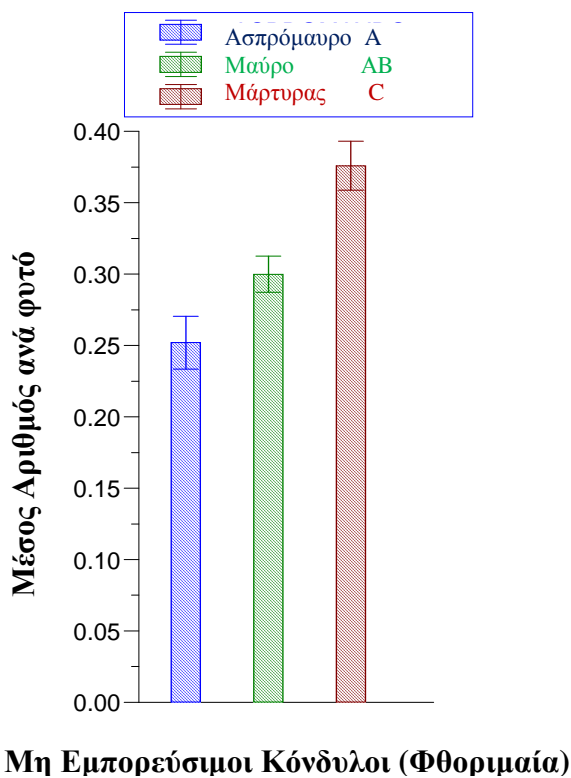
Στα **Σχήματα 27 έως 29** παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των μη εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό ανά μεταχείριση και ανά κατηγορία, ενώ στα **Σχήματα 30 έως 32** φαίνεται το μέσο βάρος (g) των μη εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό ανά μεταχείριση και ανά κατηγορία. Πιο συγκεκριμένα, όπως διακρίνονται και στον **Πίνακα 6**, τόσο ο αριθμός όσο και το βάρος (g) των μη εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό είναι μεγαλύτερα στην μη εδαφοκάλυψη (μάρτυρα), λιγότερα στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό και ακόμη λιγότερα στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό εδαφοκάλυψης. Βέβαια, όπως φαίνεται σε όλες αυτές τις γραφικές παραστάσεις τα νούμερα, τόσο του αριθμού όσο και του βάρους (g) των μη εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό, είναι πολύ μικρά αφού βρέθηκαν ολόκληρα πειραματικά τεμάχια χωρίς κάποια κατηγορία μη εμπορεύσιμων κονδύλων και σε αυτό ακριβώς οφείλονται και τα σχετικά μεγάλα τυπικά σφάλματα. Τελικά συμπεραίνεται ότι μπορεί ο συνολικός αριθμός των κονδύλων να είναι μεγαλύτερος στον μάρτυρα και το συνολικό βάρος να υπερτερεί στην εδαφοκάλυψη, αλλά στους εμπορεύσιμους κονδύλους, τόσο το βάρος όσο και ο αριθμός των κονδύλων είναι μεγαλύτερος στην εδαφοκάλυψη, σε αντίθεση με τους μη εμπορεύσιμους που υπερτερεί η μη εδαφοκάλυψη τόσο στο βάρος όσο και στον αριθμό των κονδύλων.

	Περονόσπορος		Φθοριμαία		Ανισομεγέθη	
	g/φυτό	κόνδυλοι/φυτό	g/φυτό	κόνδυλοι/φυτό	g/φυτό	κόνδυλοι/φυτό
Ασπρόμαυρο	2.04	0.016	44.4	0.252	2.24	0.016
Μαύρο	3.2	0.028	48.756	0.3	2.88	0.024
Μάρτυρας	4.86	0.04	67.676	0.376	5.08	0.04
Ποσοστά (%)						
Ασπρόμαυρο	100	100	100	100	100	100
Μαύρο	156.87	175	109.81	119.05	128.57	150
Μάρτυρας	238.24	250	152.42	149.2	226.79	250

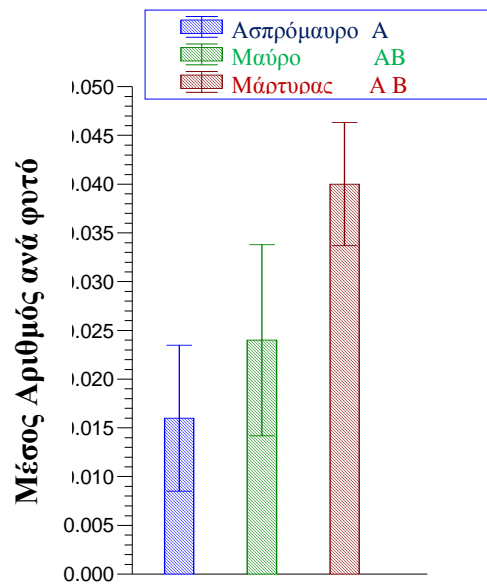
Πίνακας 6. Σύγκριση μέσου βάρους (g) και μέσου αριθμού ανά φυτό των μη εμπορεύσιμων κονδύλων.



Σχήμα 27. Σύγκριση Αριθμού μη Εμπορεύσιμων Κονδύλων (προσβολή από Περονόσπορο) ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p \geq 0,005$ Μ.Σ. (= Μη Σημαντικό).

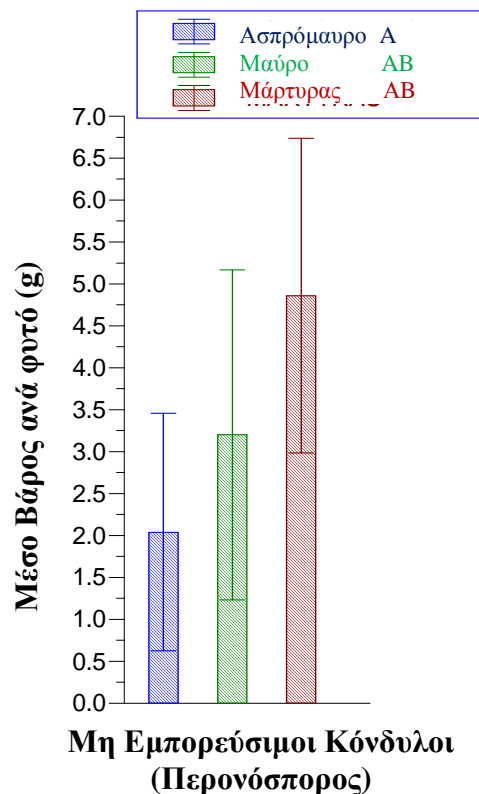


Σχήμα 28. Σύγκριση Αριθμού μη Εμπορεύσιμων Κονδύλων (προσβολή από Φθοριμαία) ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p < 0,005$ Σ (Σημαντικό).



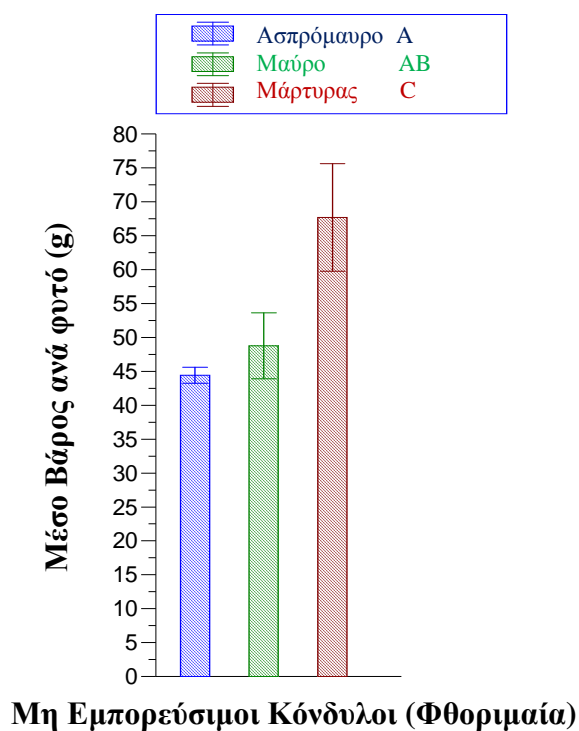
Μη Εμπορεύσιμοι Κόνδυλοι (Ανισομεγέθη)

Σχήμα 29. Σύγκριση Αριθμού μη Εμπορεύσιμων Κονδύλων (Ανισομεγέθη) ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p \geq 0,005$ Μ.Σ. (= Μη Σημαντικό).

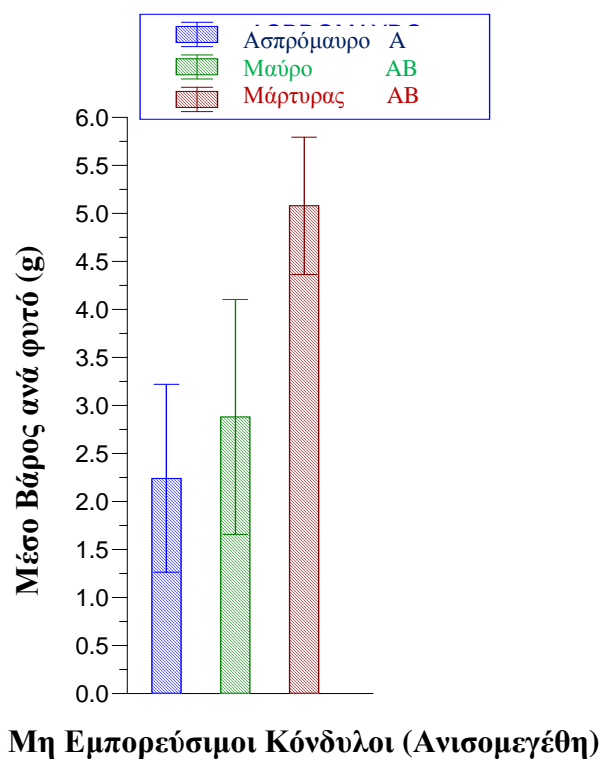


Μη Εμπορεύσιμοι Κόνδυλοι (Περονόσπορος)

Σχήμα 30. Σύγκριση Βάρους (g) μη Εμπορεύσιμων Κονδύλων (προσβολή από Περονόσπορο) ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p \geq 0,005$ Μ.Σ. (= Μη Σημαντικό).



Σχήμα 31. Σύγκριση Βάρους (g) μη Εμπορεύσιμων Κονδύλων (προσβολή από Φθοριμαία) ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p \geq 0,005$ Μ.Σ. (= Μη Σημαντικό).



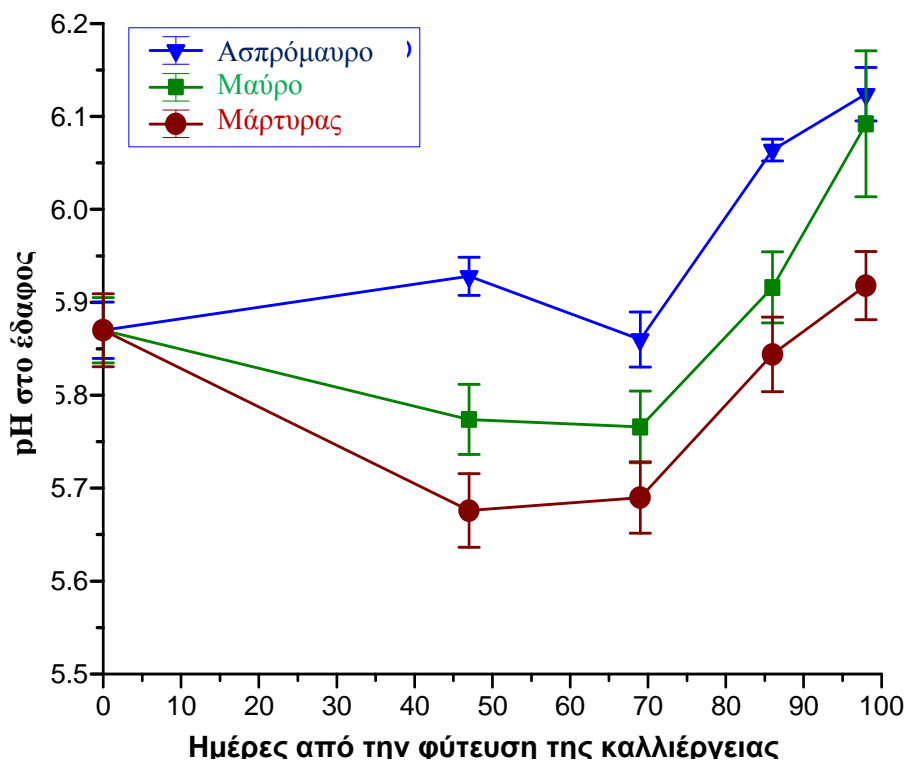
Σχήμα 32. Σύγκριση Βάρους (g) μη Εμπορεύσιμων Κονδύλων (Ανισομεγέθη) ανά Φυτό ανά Μεταχείριση, όπου $p \geq 0,005$ Μ.Σ. (= Μη Σημαντικό).

5) Ανάλυση Εδάφους

Όσον αφορά το pH ή Περιεκτικότητα σε Ιόντα Υδρογόνου (H^+), όπου τα αποτελέσματα για τις μετρήσεις του εδάφους φαίνονται στο **Σχήμα 33**, ο όρος pH προέρχεται από τις λέξεις potenz (Γερμανικά), potential (Αγγλικά), potence (Γαλλικά) και το χημικό σύμβολο του H και αποτελεί τον αρνητικό δεκαδικό λογάριθμο του πλήθους των οξονίων σε ένα διάλυμα ($pH = -\log[H^+]$). Το pH είναι μέτρο της περιεκτικότητας ενός διαλύματος σε ιόντα υδρογόνου, δηλαδή της ενεργού οξύτητάς του και καθορίζει την καταλληλότητά του για την ανόργανη θρέψη των φυτών.

Πολύ χαμηλό pH (<5) ή πολύ υψηλό (>9), μπορεί να προξενήσει καταστροφή των φυτών. Επίσης, πολλά θρεπτικά στοιχεία, όπως P, Fe, Mn, Zn, Cu, καθίστανται δυσδιάλυτα σε υψηλό pH και δεν μπορούν να απορροφηθούν από τα φυτά. Σε pH μικρότερο του 5,0 συνήθως εμφανίζεται τοξικότητα μαγγανίου, ιδιαίτερα μάλιστα στα ευαίσθητα φύλλα όπου εμφανίζονται μικρές μαύρες κηλίδες. Σε pH μεγαλύτερο του 6,5 συχνά εμφανίζεται έλλειψη μαγγανίου, με χαρακτηριστικό σύμπτωμα κιτρίνισμα των άκρων των φύλλων ή μεγάλες κίτρινες κηλίδες στα φύλλα. Στα υψηλά pH επίσης μπορούν να εμφανισθούν και ελλείψεις σε Fe, Zn και Cu, ενώ παράλληλα δυσχεραίνεται και η απορρόφηση του φωσφόρου. Τέλος, το pH επηρεάζει την διαθεσιμότητα και άλλων θρεπτικών ιόντων όπως π.χ. αυτά που προέρχονται από την νιτρική αμμωνία. Ειδικότερα, το αμμώνιο υδρολύεται σε βαθμό που καθορίζεται από το pH ενώ και τα νιτρικά νιτροποιούνται σε βαθμό που επίσης επηρεάζεται από το pH (De Boer και Kowalchuk, 2001).

Όπως διακρίνεται από το **Σχήμα 33** το pH ($CaCl_2$) στο έδαφος κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας, το οποίο μετράται στο εκχύλισμα κορεσμού, γενικά κινήθηκε σε σταθερές τιμές ανά μεταχείριση μέχρι τις 68 ημέρες από την φύτευση και μετά είχε μια ανοδική πορεία. Πάντως σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό, μικρότερη στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό και ακόμη μικρότερη στον μάρτυρα, αν και οι διαφορές στις τιμές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις ήταν πάρα πολύ μικρές μεταξύ τους (περίπου 0,1). Τέλος, έστω και με αυτή τη μικρή διαφορά είναι λογικές οι μεγαλύτερες τιμές pH στην εδαφοκάλυψη, αφού παρουσιάζονται και οι μικρότερες συγκεντρώσεις θρεπτικών ιόντων στο έδαφος και οι μεγαλύτερες στα φυτικά μέρη της πατάτας.



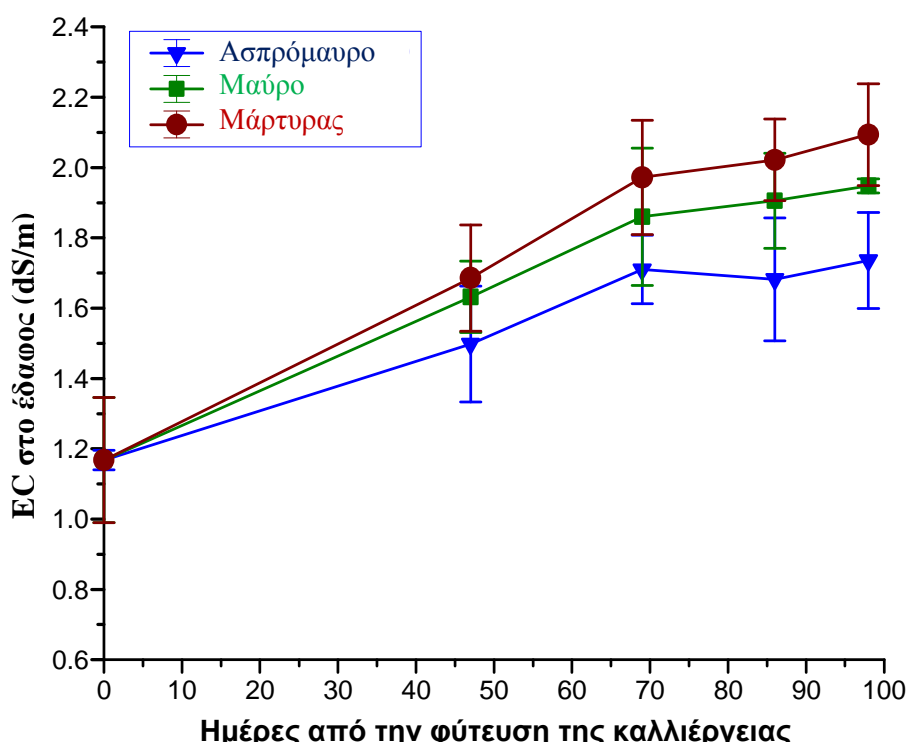
Σχήμα 33. Σύγκριση pH (CaCl₂) στο έδαφος κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Όσον αφορά την συνολική συγκέντρωση ιόντων στην περιοχή της Ρίζας ή Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC), με τα αποτελέσματα των μετρήσεων να φαίνονται στο Διάγραμμα 25, η ηλεκτρική αγωγιμότητα εκφράζεται σε dS/m ή mS/cm, είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα στο εδαφικό διάλυμα και αναφέρεται με τον όρο “αλατότητα”. Μάλιστα, στα περισσότερα ισορροπημένα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται στις υδροπονικές καλλιέργειες, με EC μεταξύ 0,8 και 4 dS/m, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη απλή γραμμική σχέση για τη μετατροπή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E (dS/m) στην ολική συγκέντρωση αλάτων C (meq/l), σύμφωνα με τους Σάββας και Αδαμίδης, (1999): $C=9,819E-1,462$.

Για τα περισσότερα λαχανοκομικά φυτά η EC του θρεπτικού διαλύματος στο περιβάλλον της ρίζας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 2 και 3, σπανιότερα μέχρι 4 dS/m (τομάτα), ενώ για το φασόλι που είναι φυτό ευαίσθητο στην αλατότητα η EC πρέπει να είναι 1,7 dS/m (Sonneveld and Straver, 1994). Όσον αφορά την επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις υδροπονικές καλλιέργειες, έχει βρεθεί ότι σε υψηλές συγκεντρώσεις (>1,5 dS/m) βελτιώνεται η ποιότητα των προϊόντων, καθώς αυξάνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και η διατηρησιμότητα των καρπών. Επιπλέον, σε περιόδους μεγάλης διαπνοής η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος είναι 1,9-2,5 dS/m, ενώ με συνεφιασμένο, υγρό και ψυχρό καιρό αυξάνει στα 2,6-5 mS/cm.

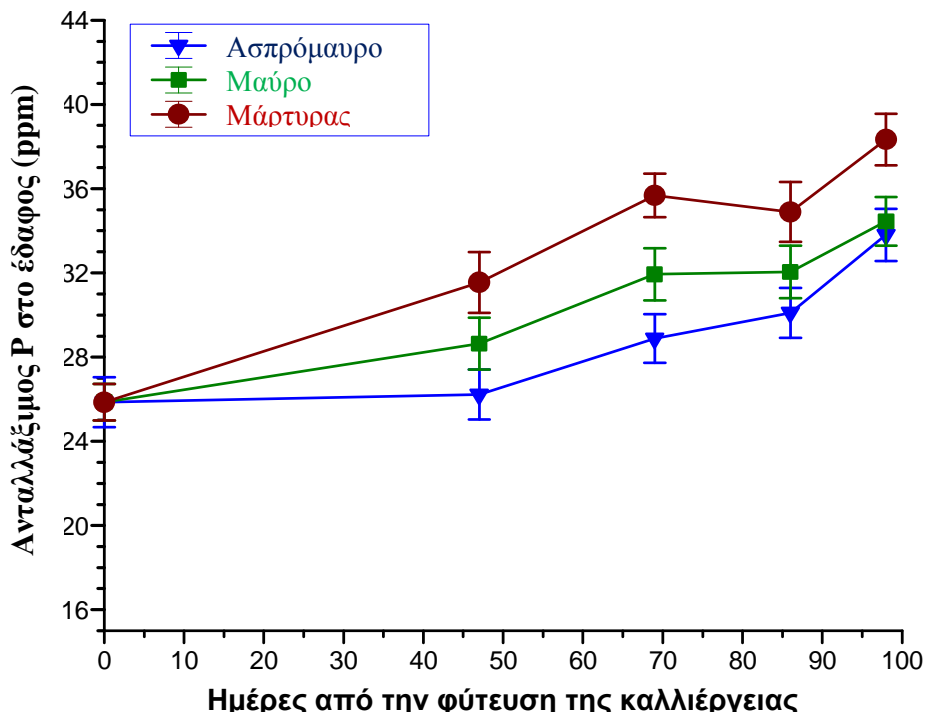
Όπως διακρίνεται από την γραφική παράσταση στο **Σχήμα 34**, η ηλεκτρική αγωγιμότητα παρουσίασε μια μικρή ανοδική πορεία, προφανώς λόγω της συσσώρευσης των θρεπτικών στοιχείων με την πάροδο του χρόνου, αν και έμεινε

περίπου σταθερή στα 1,6 dS/m. Πάντως σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στον μάρτυρα (χωρίς εδαφοκάλυψη), μικρότερη στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό και ακόμη μικρότερη στην εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό. Επομένως, στην μη εδαφοκάλυψη παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αλατότητα και αυτό είναι λογικό γιατί στην μη εδαφοκάλυψη παρατηρείται μεγαλύτερη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος και λιγότερη στα φυτά της πατάτας.

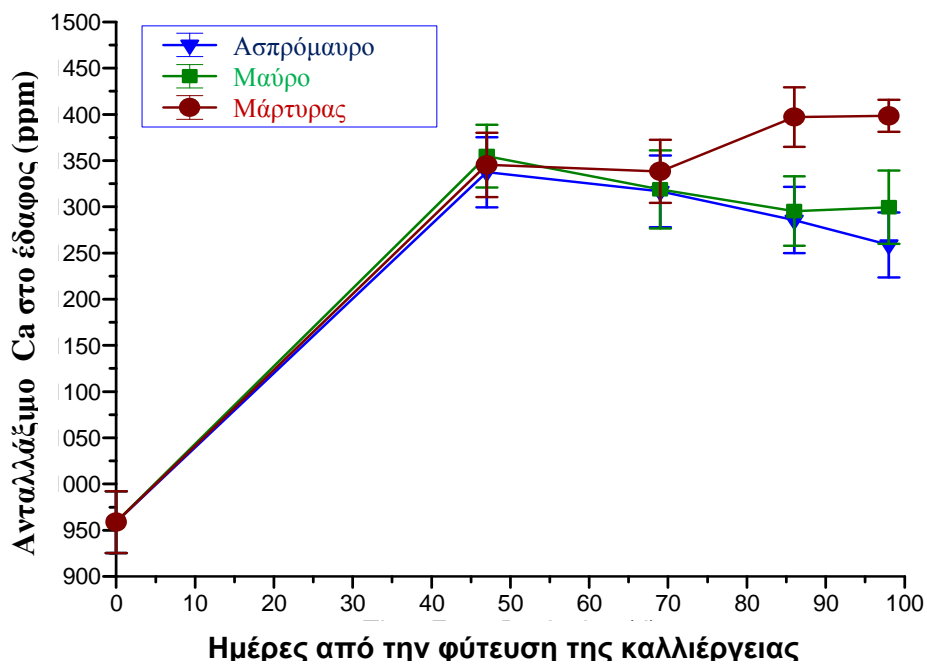


Σχήμα 34. Σύγκριση ηλεκτρικής ναγωγιμότητας (EC) στο έδαφος (dS/m) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

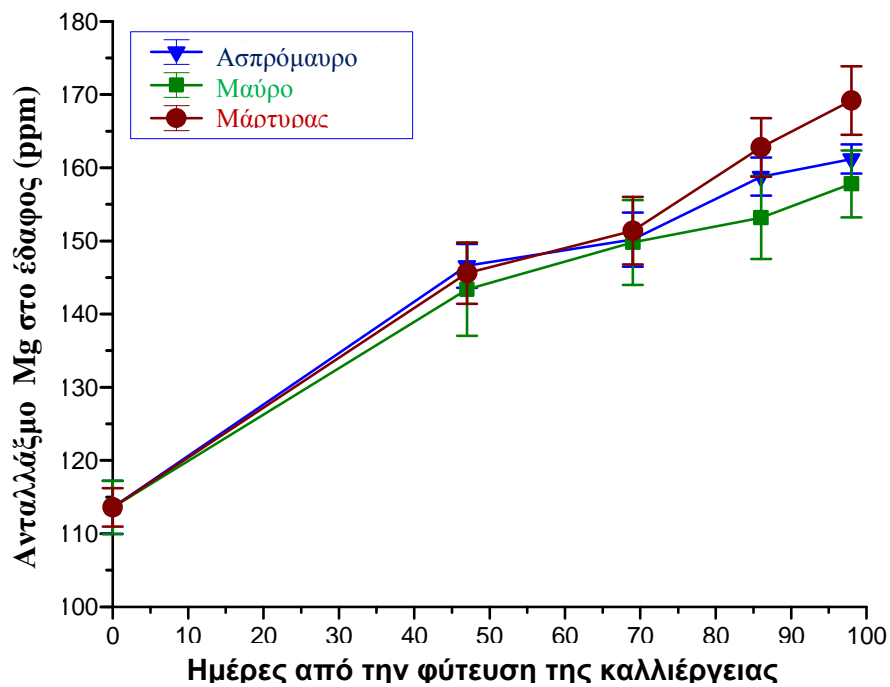
Όπως διακρίνεται στα **Σχήματα 35 έως 39**, που δείχνουν τα ανταλλάξιμα κατιόντα με το έδαφος (φώσφορο, ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο και νάτριο), δηλαδή αυτά που αποθηκεύονται στα κolloειδή της αργίλου (Al), αυτά είχαν συνεχώς ανοδική πορεία για όλες τις μεταχειρίσεις και παρουσίαζαν μεγαλύτερες τιμές στον μάρτυρα, μικρότερες τιμές στην εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό και ακόμη μικρότερες τιμές με ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης. Γενικά, όσο συσσωρεύονταν τα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά, τα πλεονάζοντα παρέμεναν στο έδαφος. Τέλος, όσον αφορά τις χαμηλές τιμές στην πρώτη μέτρηση (ακριβώς πριν την φύτευση) για το ασβέστιο και το μαγνήσιο (**Σχήματα 36 και 37**), ίσως οφείλονται στο ότι απορροφούνται τα άλλα θρεπτικά στοιχεία περισσότερο και επομένως δεν αξιοποιούνται πολύ αυτά.



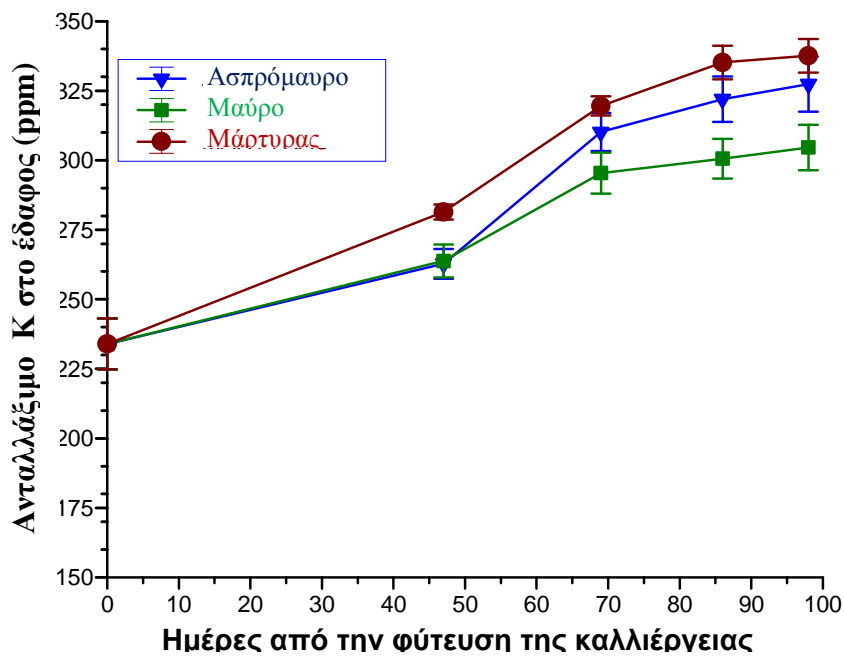
Σχήμα 35. Ανταλλάξιμος φώσφορος (P) στο έδαφος (ppm = mg/kg) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



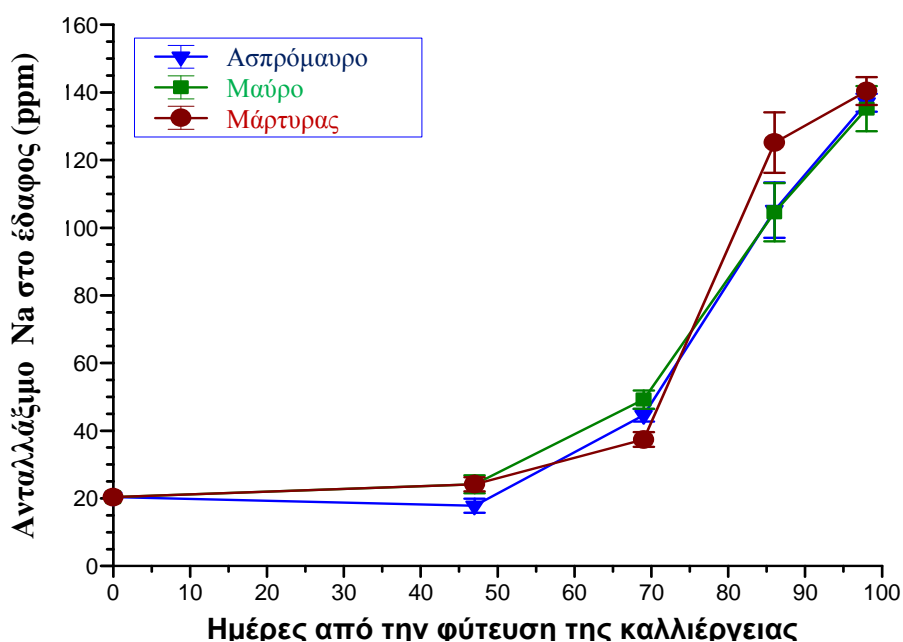
Σχήμα 36. Ανταλλάξιμο ασβέστιο (Ca) στο έδαφος (ppm = mg/kg) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 37. Ανταλλάξιμο μαγνήσιο (Mg) στο έδαφος (ppm = mg/kg) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 38. Ανταλλάξιμο κάλιο (K) στο έδαφος (ppm = mg/kg) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

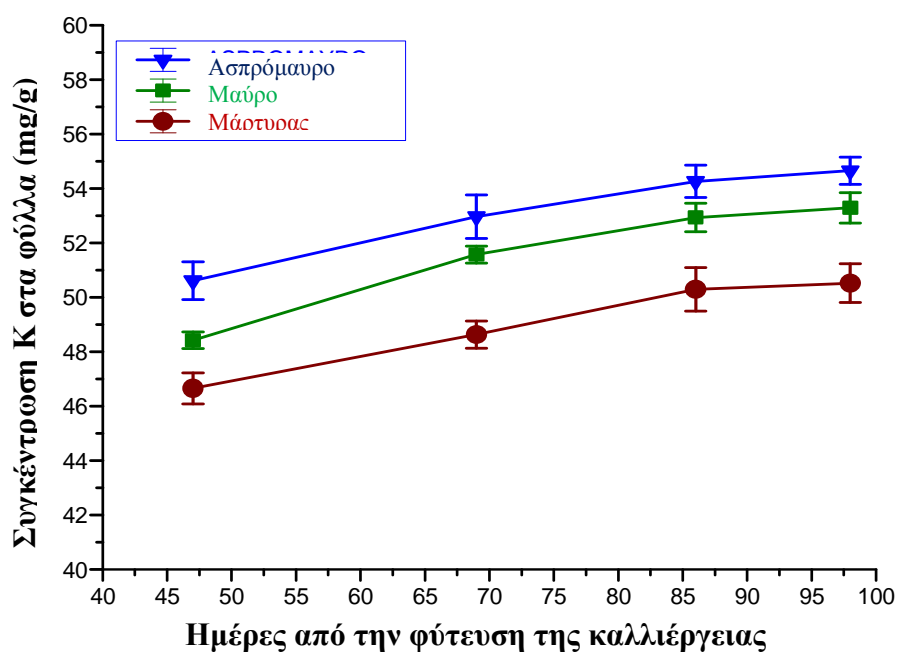


Σχήμα 39. Ανταλλάξιμο νάτριο (Na) στο έδαφος (ppm = mg/kg) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

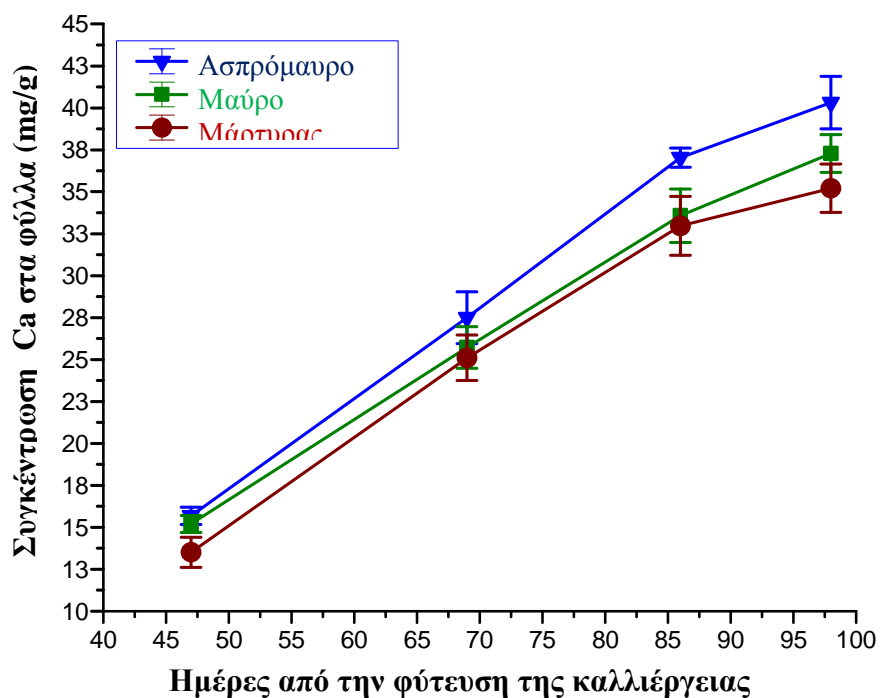
6. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα

Όσον αφορά την ανάλυση των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα, παρατηρήθηκε ότι υπερτερούσε η εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο στο κάλιο (K), στο ασβέστιο (Ca), στο μαγνήσιο (Mg), στο σίδηρο (Fe), στο ψευδάργυρο (Zn) και στο χαλκό (Cu) (**Σχήματα 40 έως 42 και 44 έως 46**), η εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό φύλλο στον φώσφορο (P), αφού επικρατεί υψηλότερη θερμοκρασία σε αυτό και έτσι συσσωρεύεται περισσότερος φώσφορος, καθώς και στο μαγγάνιο (Mn) και στο βόριο (B) (**Σχήματα 43,47 και 48**), ενώ τέλος η μη εδαφοκάλυψη (μάρτυρας) στο νιτρικό άζωτο (NNO_3) (**Σχήμα 49**).

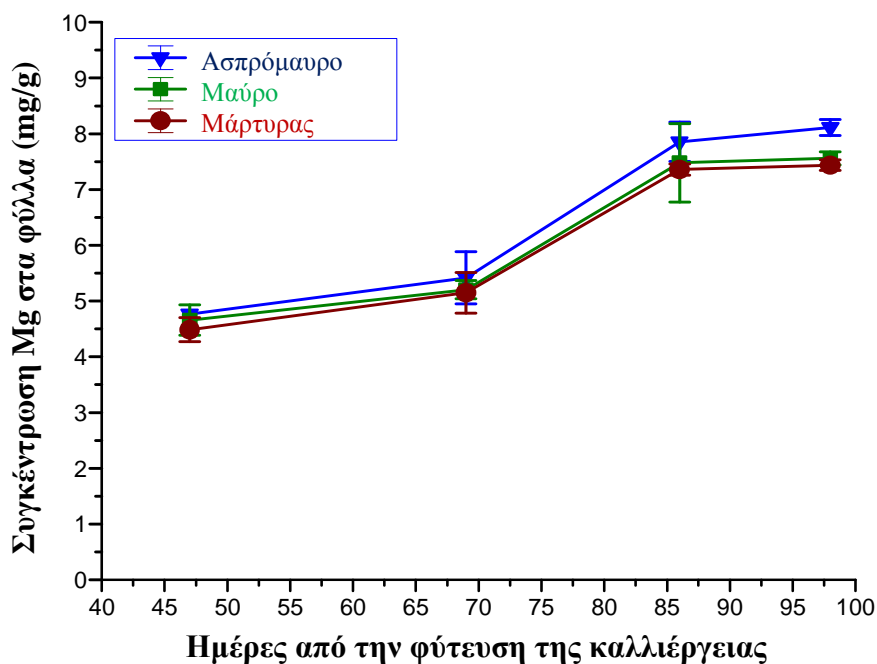
Σε όλες τις συγκεντρώσεις παρατηρείται μια αύξηση των θρεπτικών στοιχείων με την πάροδο του χρόνου, εκτός από την περιεκτικότητα των νιτρικών που ακολουθεί μια μειούμενη πορεία. Αυτό ίσως γίνεται, γιατί όσο αυξάνονται τα αρνητικά ιόντα (NO_3^-) σε σύγκριση με τα θετικά (NH_4^+), δηλαδή όταν ο λόγος κατιόντα προς ανιόντα είναι μικρότερος από την μονάδα, μειώνονται τα οξώνια (H_3O^+), οπότε αυξάνεται ο αρνητικός τους λογάριθμος, δηλαδή το pH. Πράγματι, όπως φαίνεται και από το **Σχήμα 33** υπάρχει μια μικρή αύξηση του pH, όσο συσσωρεύονται στο έδαφος τα θρεπτικά στοιχεία που δεν απορροφούνται από τα φυτά, μετά τις 68 ημέρες από την φύτευση. Τότε βέβαια παρατηρείται και μια αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, όπως φαίνεται από το **Σχήμα 34**, καθώς και μια πτώση της περιεκτικότητας των νιτρικών, όπως φαίνεται από το **Σχήμα 49**. Τέλος, είναι λογικό να μειώνονται τα νιτρικά ιόντα, γιατί εύκολα εκπλύνονται από το έδαφος και πηγαίνουν προς βαθύτερα στρώματα εδάφους και για αυτό δεν αξιοποιούνται πλήρως και δεν συσσωρεύονται στα φυτά πατάτας.



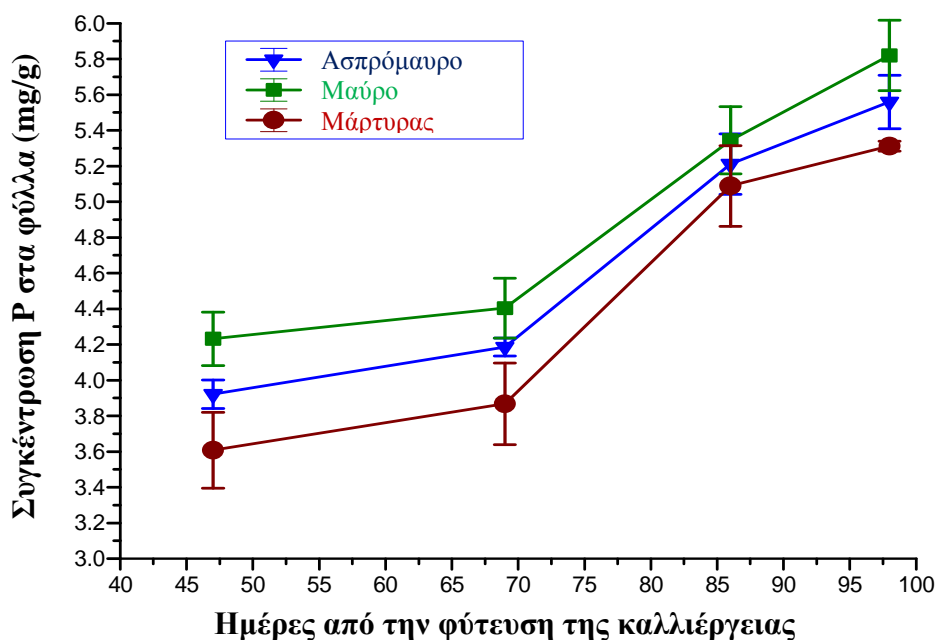
Σχήμα 40. Περιεκτικότητα καλίου (K) στα φύλλα (mg/g δείγματος) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



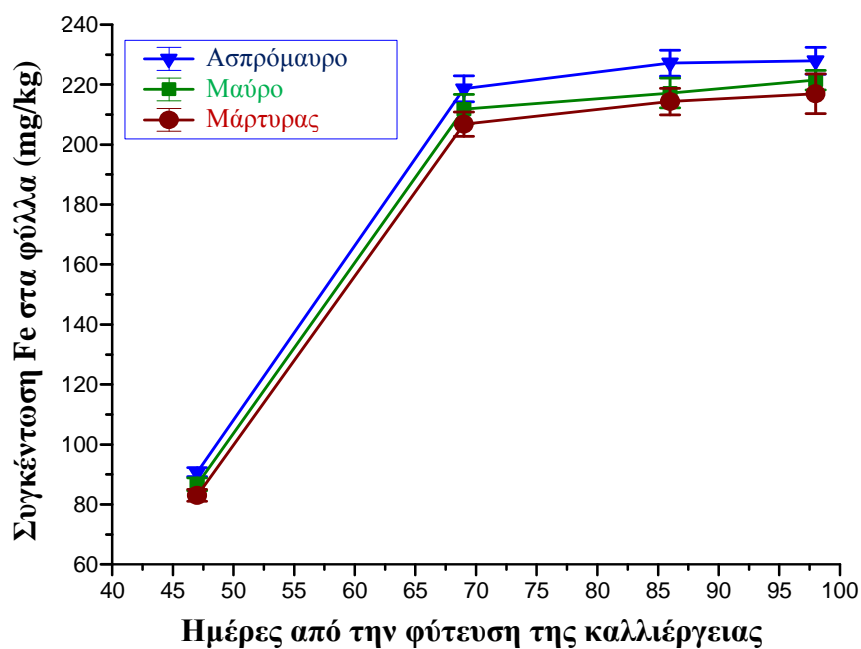
Σχήμα 41. Περιεκτικότητα ασβεστίου (Ca) στα φύλλα (mg/g δείγματος) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



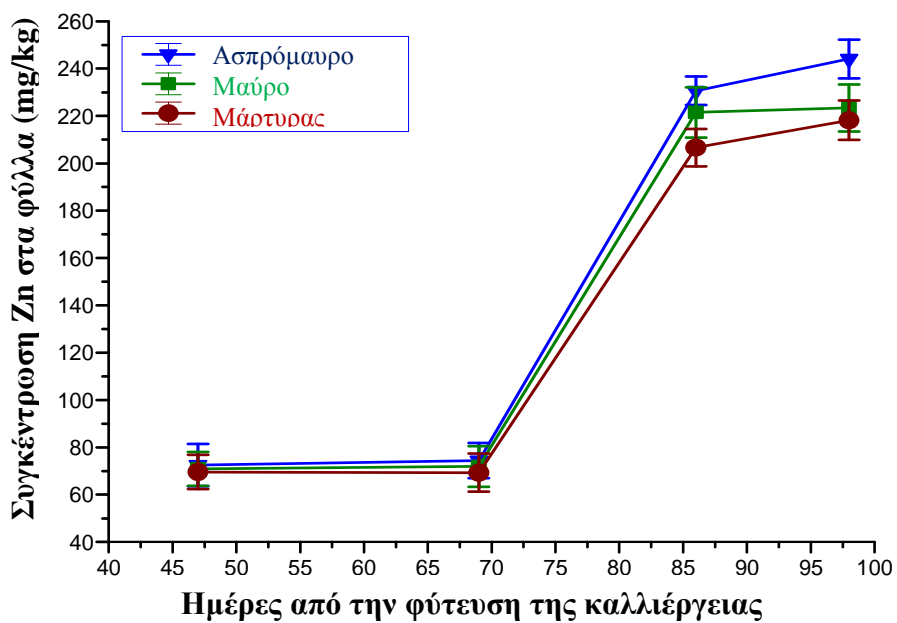
Σχήμα 42. Περιεκτικότητα μαγνησίου (Mg) στα φύλλα (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



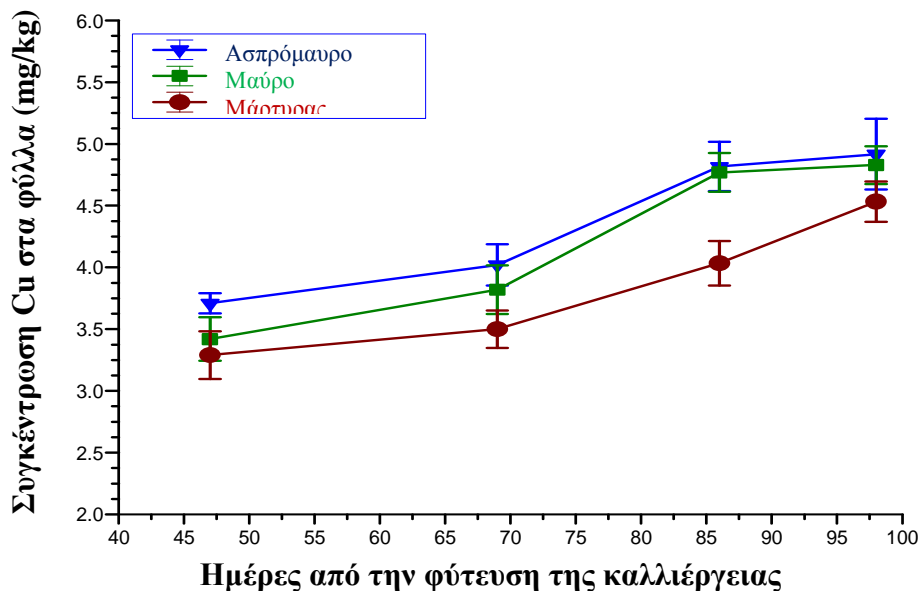
Σχήμα 43. Περιεκτικότητα φωσφόρου (P) στα φύλλα (mg/g δείγματος) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



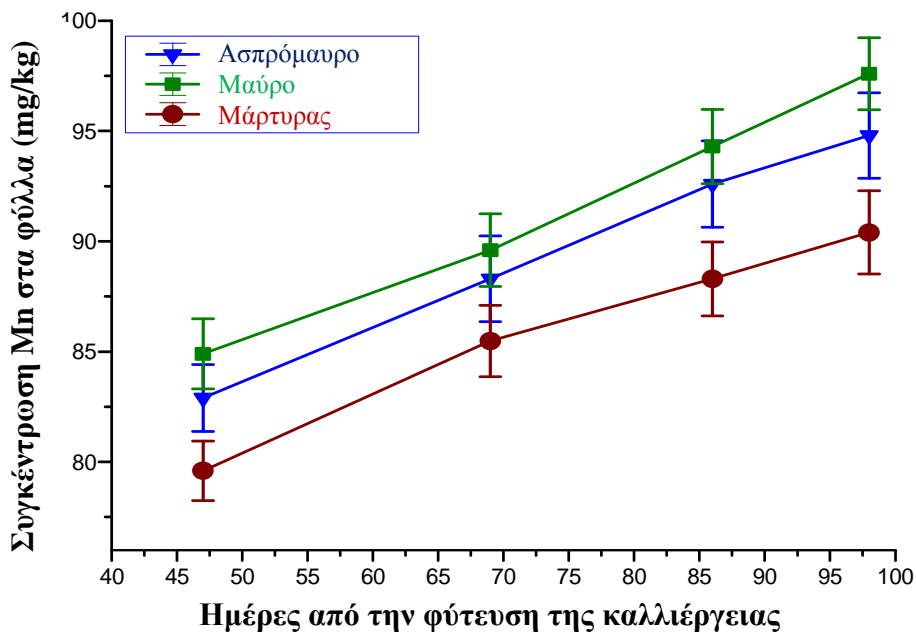
Σχήμα 44. Περιεκτικότητα σιδήρου (Fe) στα φύλλα (mg/kg = ppm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



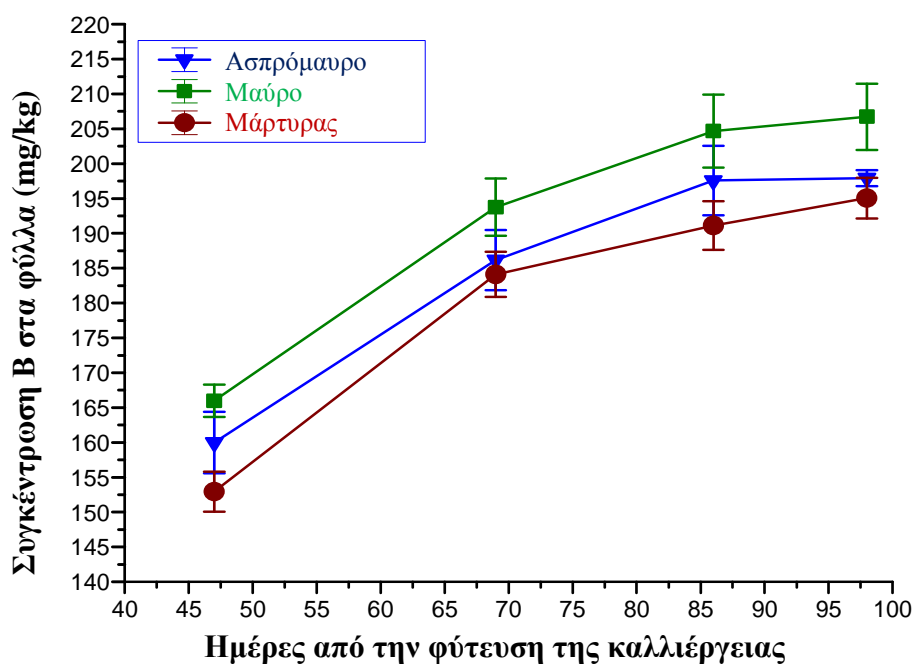
Σχήμα 45. Περιεκτικότητα ψευδαργύρου (Zn) στα φύλλα (mg/kg = ppm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



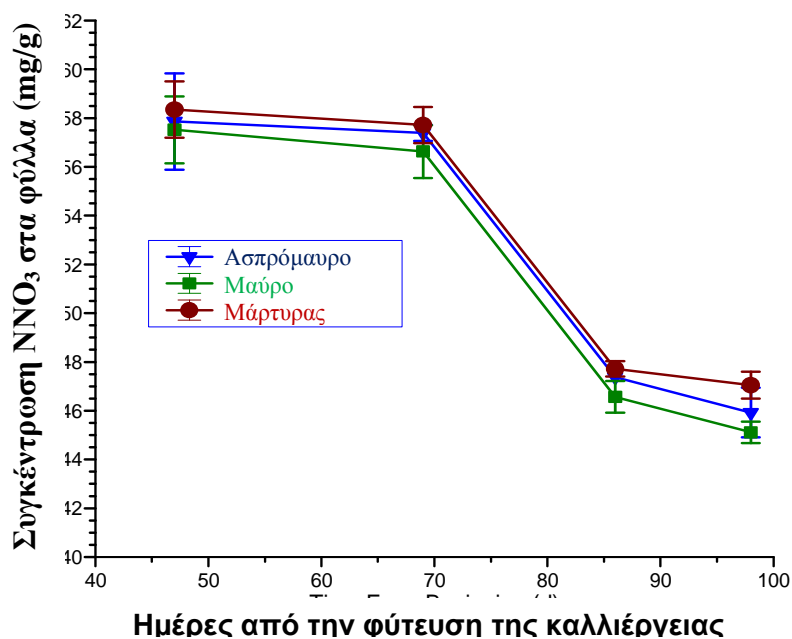
Σχήμα 46. Περιεκτικότητα χαλκού (Cu) στα φύλλα (mg/kg = ppm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 47. Περιεκτικότητα μαγγανίου (Mn) στα φύλλα (mg/kg = ppm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



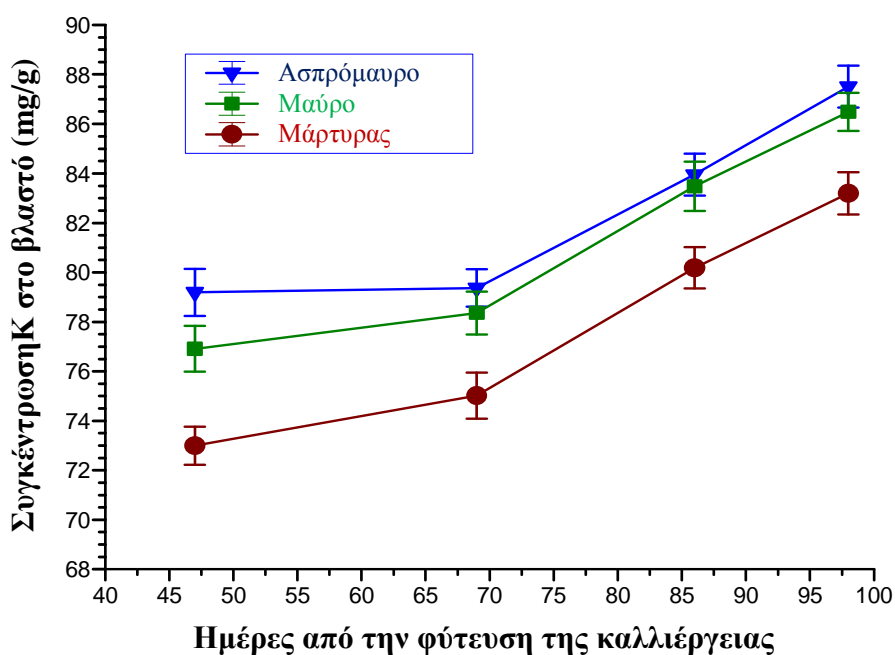
Σχήμα 48. Περιεκτικότητα βορίου (B) στα φύλλα (mg/kg = ppm) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



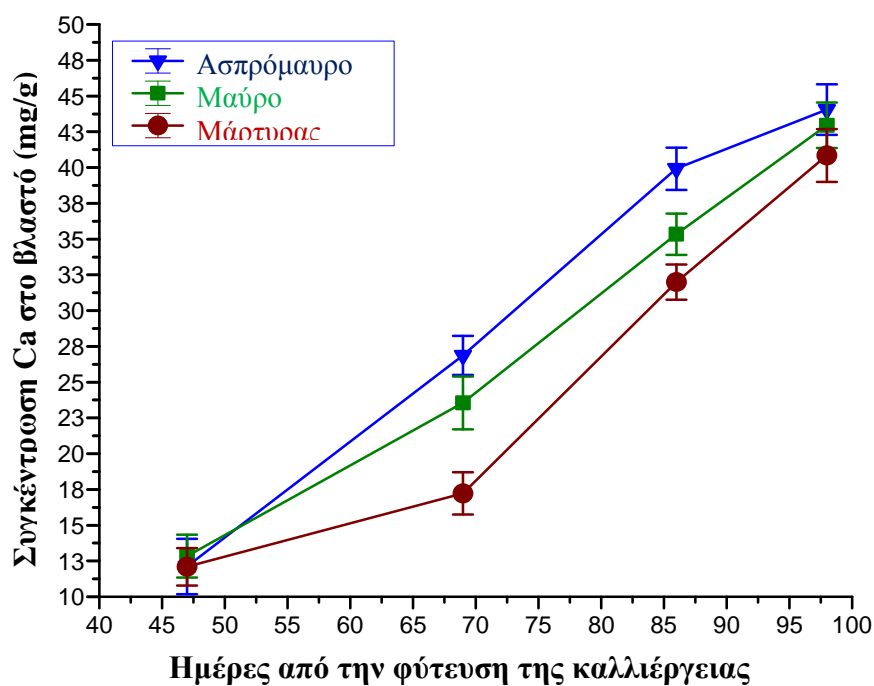
Σχήμα 49. Περιεκτικότητα νιτρικού αζώτου (NNO_3) στα φύλλα (mg/g ή g/kg ή kg/t δείγματος) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεως του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

7. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους βλαστούς

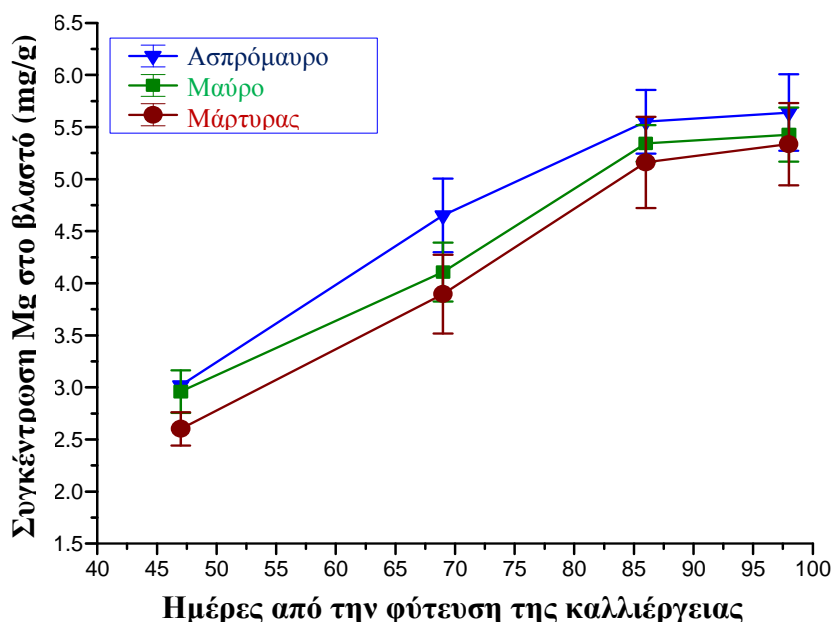
Όσον αφορά την ανάλυση των θρεπτικών στοιχείων στους βλαστούς, παρατηρήθηκε ότι υπερτερούσε η εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο, όπως και στα φύλλα, στο κάλιο (K), στο ασβέστιο (Ca) και στο μαγνήσιο (Mg), (Σχήματα 50 έως 52), αλλά και η εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό φύλλο στον φώσφορο (P) (Σχήμα 53).



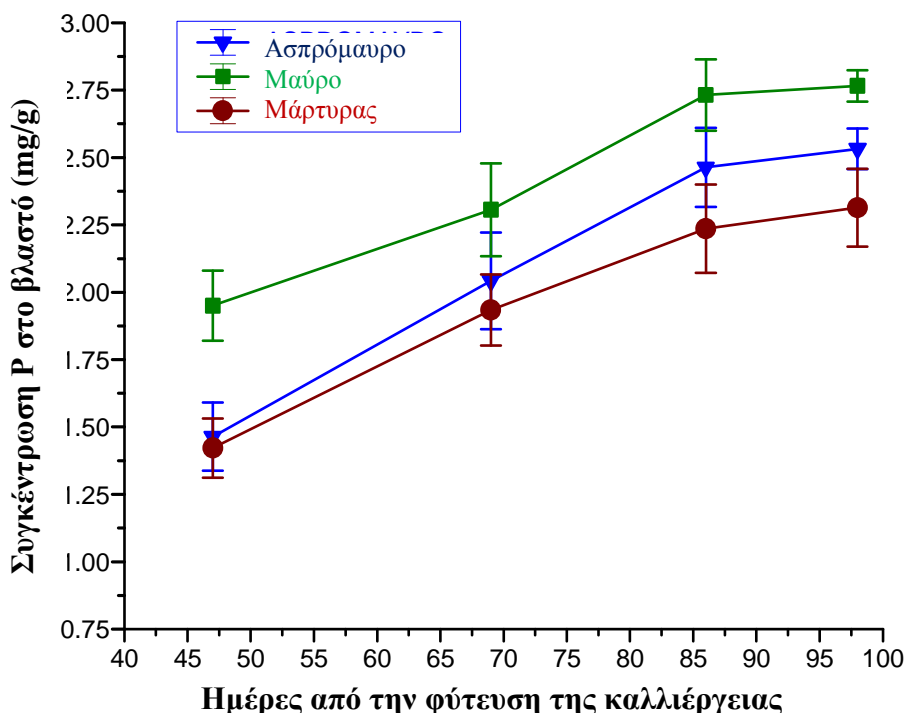
Σχήμα 50. Περιεκτικότητα καλίου (K) στο βλαστό (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 51. Περιεκτικότητα ασβεστίου (Ca) στο βλαστό (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



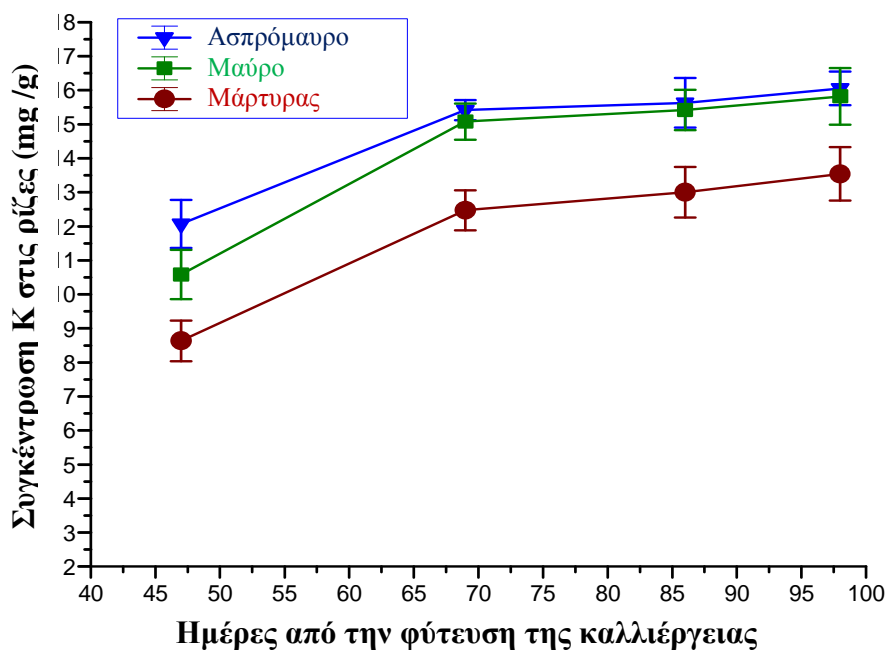
Σχήμα 52. Περιεκτικότητα μαγνησίου (Mg) στο βλαστό (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



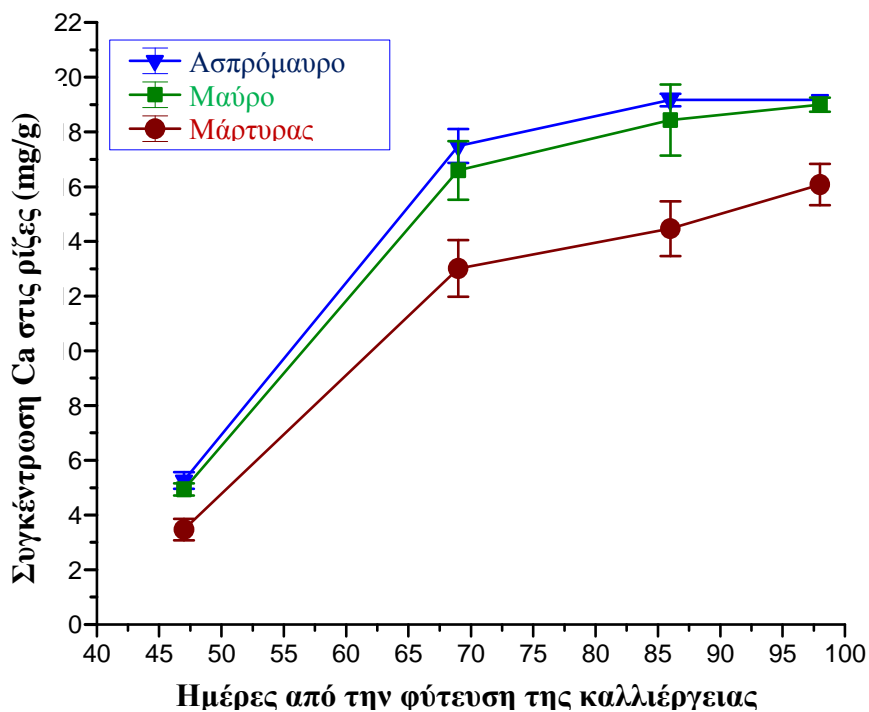
Σχήμα 53. Περιεκτικότητα φωσφόρου (P) στο βλαστό (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσει του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

8. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο ριζικό σύστημα

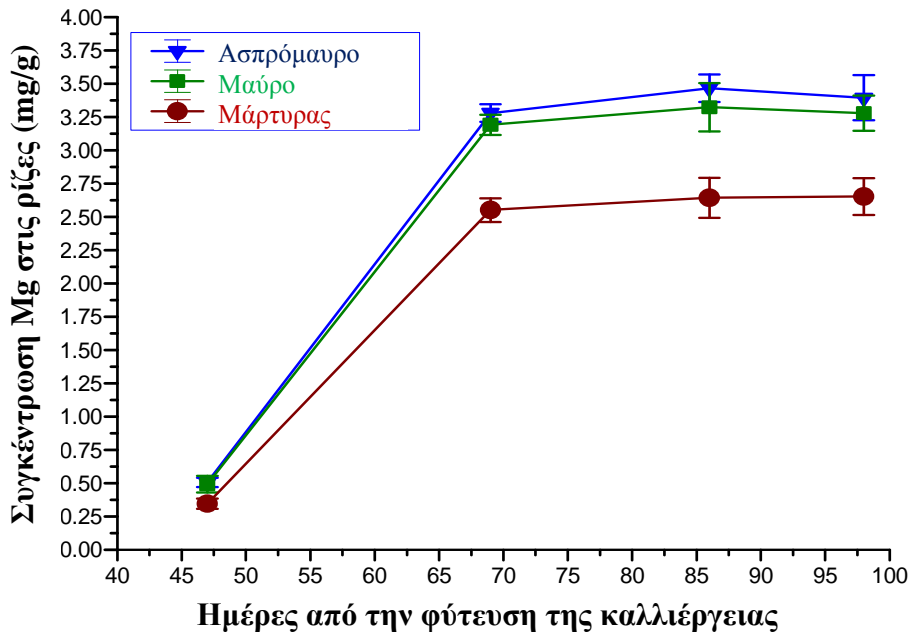
Όσον αφορά την ανάλυση των θρεπτικών στοιχείων στο ριζικό σύστημα, όπως και στο υπέργειο τμήμα (φύλλα, βλαστοί), παρατηρήθηκε ότι υπερτερούσε η εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο στο κάλιο (K), στο ασβέστιο (Ca) και στο μαγνήσιο (Mg) (*Σχήματα 54 έως 56*), αλλά και η εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό φύλλο στον φώσφορο (P) (*Σχήμα 57*).



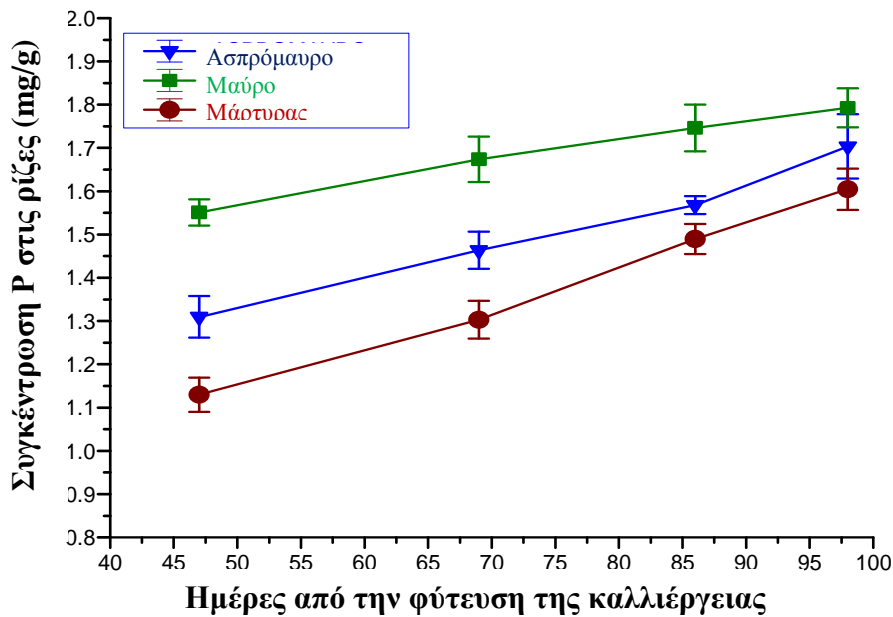
Σχήμα 54. Περιεκτικότητα καλίου (K) στο ριζικό σύστημα (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 55. Περιεκτικότητα ασβεστίου (Ca) στο ριζικό σύστημα (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



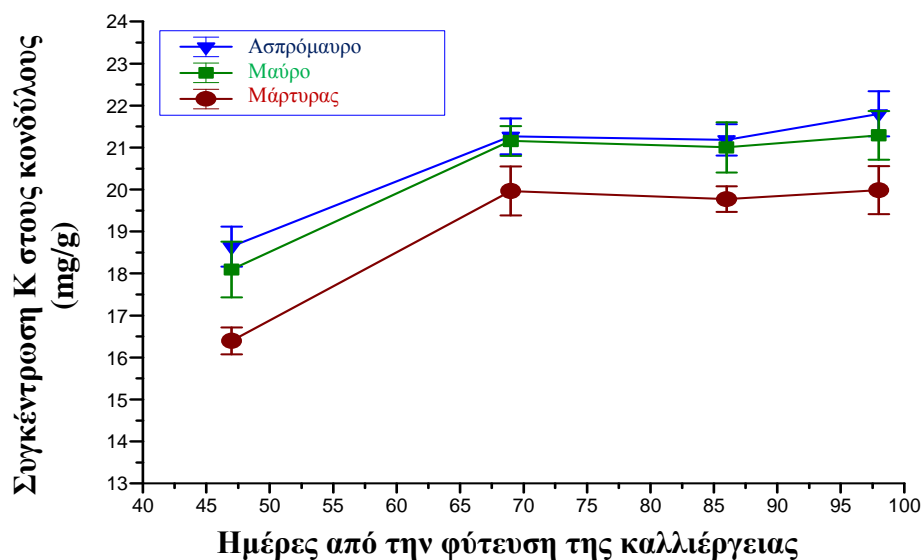
Σχήμα 56. Περιεκτικότητα μαγνησίου (Mg) στο ριζικό σύστημα (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



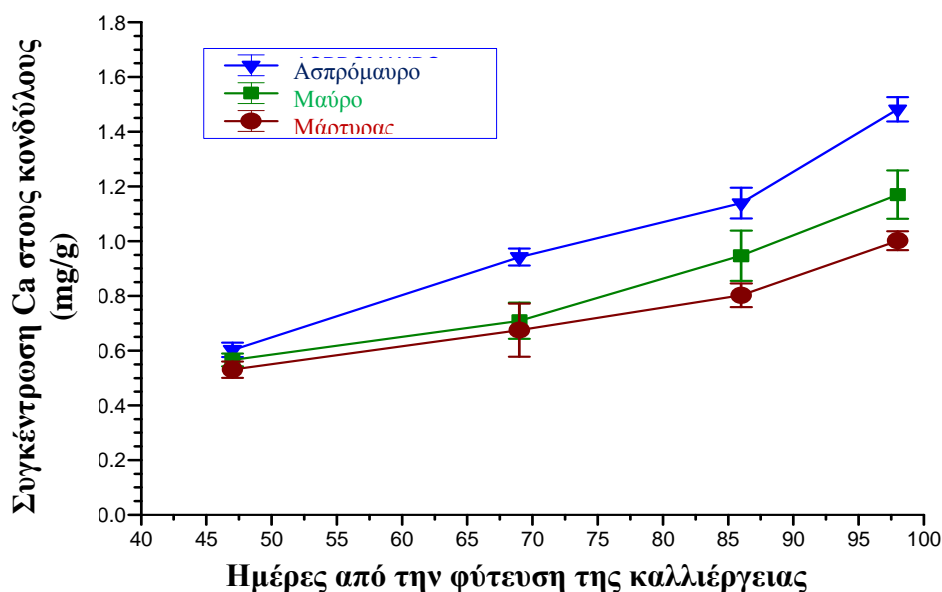
Σχήμα 57. Περιεκτικότητα φωσφόρου (P) στο ριζικό σύστημα (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

9. Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους κονδύλους

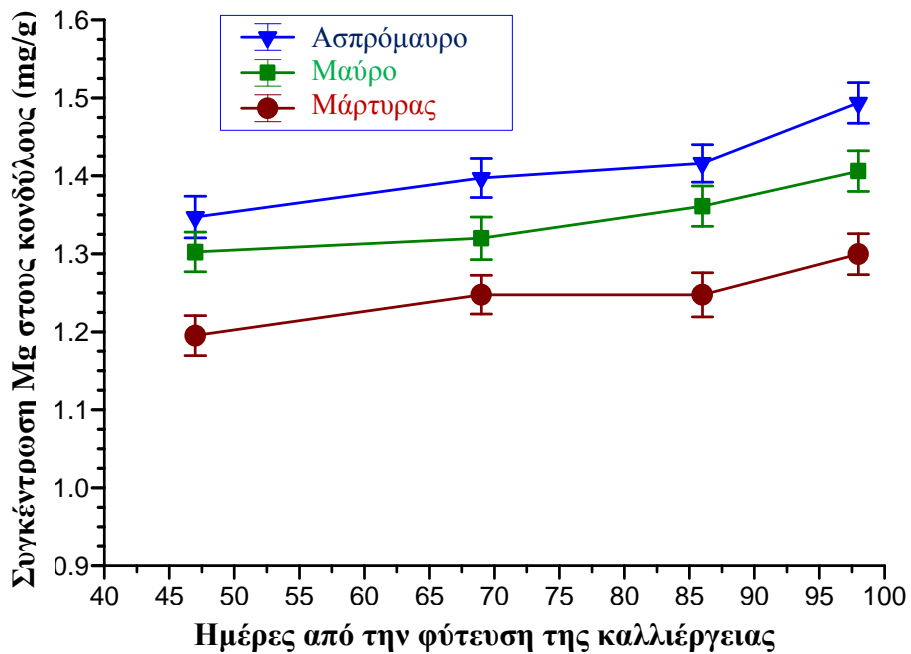
Όσον αφορά τέλος την ανάλυση των θρεπτικών στοιχείων στους κονδύλους, όπως στο υπέργειο τμήμα (φύλλα, βλαστοί) και στο ριζικό σύστημα παρατηρήθηκε ότι υπερτερούσε η εδαφοκάλυψη με ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο στο κάλιο (K), στο ασβέστιο (Ca) και στο μαγνήσιο (Mg) (Σχήματα 58 έως 60), αλλά και η εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό φύλλο στον φώσφορο (P) (Σχήμα 61).



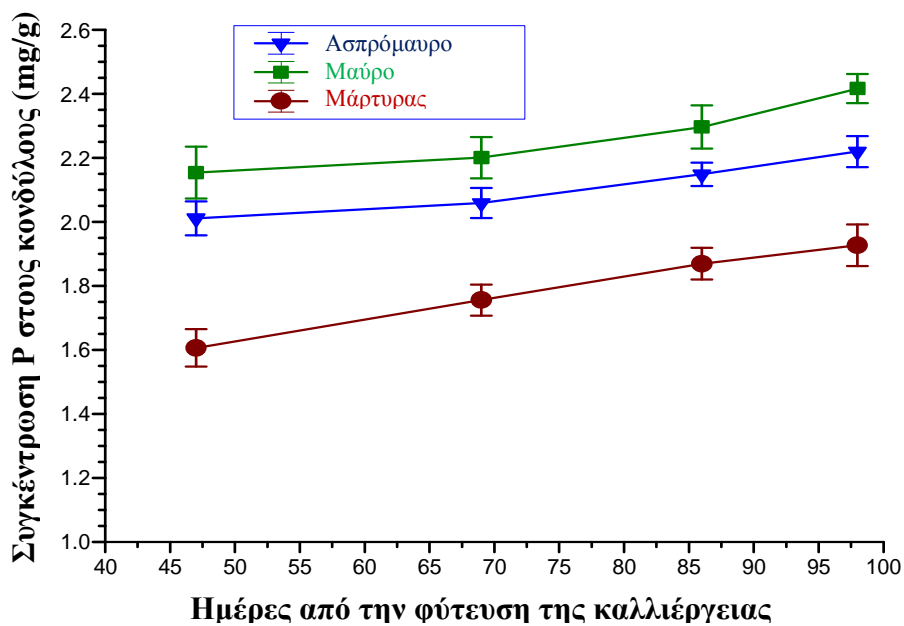
Σχήμα 58. Περιεκτικότητα καλίου (K) στους κονδύλους (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσε του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 59. Περιεκτικότητα ασβεστίου (Ca) στους κονδύλους (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσε του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 60. Περιεκτικότητα μαγνησίου (Mg) στους κονδύλους (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.



Σχήμα 61. Περιεκτικότητα φωσφόρου (P) στους κονδύλους (mg/g) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πατάτας συναρτήσεϊ του χρόνου για τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Δυστυχώς η σημερινή εποχή στον αγροτικό τομέα είναι ακόμη συνδυασμένη με την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων, χημικών λιπασμάτων και νερού, με αποτέλεσμα να μολύνεται το περιβάλλον (υδροφόροι, εδαφικοί και εναέριοι ορίζοντες) και ταυτόχρονα να μειώνονται τα υπερπολύτιμα υδατικά αποθέματα. Σε μια προσπάθεια να μειωθεί αυτή η περιβαλλοντική καταστροφή, με ταυτόχρονη όμως αύξηση και των εσόδων των παραγωγών, η μόνη λύση είναι οι νέες καλλιέργειες ή οι νέες μέθοδοι καλλιέργειας (π.χ. εδαφοκάλυψη, υδροπονία), που σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους θα είναι φιλικές προς το περιβάλλον και ταυτόχρονα προσοδοφόρες για τον καλλιεργητή. Σε αυτό το πλαίσιο, στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε μελετήθηκε η επίδραση της εδαφοκάλυψης με πλαστικά φύλλα διαφόρων τύπων (μαύρο, ασπρόμαυρο) στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα της πατάτας, σε σύγκριση με την συμβατική μέθοδο καλλιέργειας, που γίνεται χωρίς εδαφοκάλυψη.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της εδαφοκάλυψης με πλαστικό συνοπτικά είναι η πρωίμηση, η καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των λιπασμάτων, η μείωση της διάβρωσης του εδάφους και ο έλεγχος από εντομολογικές προσβολές (Lamont, 1993). Επίσης, μειώνεται η έκπλυση νιτρικών ([Schmidt και Worthington, 1998], [Bowen και Frey, 2002], [Romic et al., 2003]), αυξάνονται οι αποδόσεις των καλλιεργειών ([Romic et al., 2003], [Tiwari et al., 2003], [Xie et al., 2005], [Ramakrishna et al., 2006]), μειώνονται τα παθογόνα ([Vos et al., 1995], [Triki et al., 2001]), καταστέλεται η ανάπτυξη των ζιζανίων (Jackson and Harrison, 2008), (Ramakrishna et al., 2006, Ghosh et al., 2006), αυξάνεται το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών (Jiménez et al., 2007) και μειώνεται η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους (Anikwe et al., 2007). Ακόμη, με την εδαφοκάλυψη με πλαστικό παρατηρείται χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με την καλλιέργεια χωρίς εδαφοκάλυψη, αφού μειώνονται τα έξοδα για φυτοπροστασία ζιζανίων, νηματοδοκτόνων, αφίδων, περονόσπορου και *Pythium* (Mahmood et al., 2002). Τέλος, και η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά αυξάνεται όταν εφαρμόζεται εδαφοκάλυψη σύμφωνα με τα διαγράμματα του πειράματός μας, που έρχονται σε συμφωνία και με την αντίστοιχη βιβλιογραφία. Ειδικότερα, οι συγκεντρώσεις των P, K, Ca, Mg, Cu και B στα φύλλα φαίνεται να αυξάνονται με την εδαφοκάλυψη σε καλλιέργεια πατάτας, ενώ αυτή του N μειώνεται (Wien and Minotti, 1987; Hitoshi et al., 2009 and Díaz-Pérez, et al., 2009). Μείωση της πρόσληψης N στα φύλλα, σε καλλιέργειες στις οποίες εφαρμόστηκε εδαφοκάλυψη αναφέρουν επίσης και οι Doring et al. (2005), Kar and Kumar (2007) και Haase et al. (2007). Επίσης σύμφωνα με τους Kar and Kumar (2007) βρέθηκε περισσότερο P και K στην φυλλική και ριζική επιφάνεια με την εδαφοκάλυψη, σύμφωνα με τους Haase et al. (2007) παρατηρήθηκε περισσότερο P, K και Mg στην φυλλική επιφάνεια και στους βλαστούς στην εδαφοκάλυψη και τέλος σύμφωνα με τους Rivero et al. (2003) βρέθηκε περισσότερο Na, K, Rb, Ca, Mg, Fe, Mn και Zn στα φύλλα και στους κονδύλους με την εδαφοκάλυψη.

Από την άλλη πλευρά, φαίνεται ότι η εδαφοκάλυψη παρουσιάζει όμως και ορισμένα μειονεκτήματα. Οι Tiquia et al. (2002) και Li et al. (2004b) διαπίστωσαν ότι στα εδάφη στα οποία εφαρμόζοταν εδαφοκάλυψη η περιεκτικότητα του εδάφους σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) ήταν πολύ μεγαλύτερη σε σύγκριση με εδάφη χωρίς εδαφοκάλυψη. Η αυξημένη παρουσία CO₂ στα εδάφη στα οποία εφαρμόζοταν εδαφοκάλυψη υποδηλώνει φτωχότερο αερισμό, έναν γνωστό παράγοντα που είναι επιζήμιος για την ανάπτυξη της πατάτας (Phene και Sanders, 1976). Ακόμη, η απόδοση της πατάτας μπορεί να μειωθεί με τη χρήση πλαστικού φύλλου

εδαφοκάλυψης, υπό ορισμένες δυσμενείς συνθήκες. Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με τους Hou et al., (2010), όταν η θερμοκρασία στην περιοχή των ριζών ξεπέρασε τους 30 °C σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια πατάτας στην Κίνα το 2007, παρατηρήθηκαν λιγότεροι εμπορεύσιμοι κόνδυλοι ανά φυτό με την εδαφοκάλυψη. Σε ένα άλλο πείραμά τους όμως, με συνθήκες καλλιέργειας πιο κοντά με τις περιοχές της Μεσογείου, το 2008 βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα με του δικού μας πειράματος. Μάλιστα, οι αρνητικές αυτές επιπτώσεις αυξάνονται με την αύξηση της διάρκειας της εδαφοκάλυψης, με οριακή τιμή τις 60 ημέρες υπό συνεχή υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 30 °C) (Wang et al., 2009). Βέβαια, επαναλαμβάνεται ότι για τις συνθήκες που επικρατούν σε περιοχές της Μεσογείου, όπως της Ηλείας, όπου δεν επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες εδάφους για τόσο μεγάλες σε διάρκεια χρονικές περιόδους σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια πατάτας, ο αριθμός των κονδύλων είναι μεγαλύτερος χωρίς εδαφοκάλυψη, αλλά το βάρος των κονδύλων (= παραγωγή) είναι μεγαλύτερο με την εδαφοκάλυψη (Ramakrishna et al., 2006).

Όσον αφορά το χρώμα του πλαστικού που χρησιμοποιείται για εδαφοκάλυψη, με το ασπρόμαυρο πλαστικό η θερμοκρασία παραμένει χαμηλότερη από το ακάλυπτο έδαφος, λόγω της υψηλής ανακλαστικότητάς του, την χαμηλή διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και την πολύ χαμηλή ανταλλαγή ενέργειας. Για αυτό τον λόγο, το πλαστικό αυτό φιλμ χρησιμοποιείται είτε σε περιοχές με υψηλό επίπεδο ηλιοφάνειας, όταν απαιτείται η μείωση της ενέργειας και της θερμοκρασίας του εδάφους είτε σε περιοχές με χαμηλή φωτεινότητα, όταν το ποσό της αντανάκλασης του φωτός πρέπει να αυξηθεί στα χαμηλά και μεσαία φύλλα των καλλιεργούμενων φυτών (Díaz-Pérez et al., 2009; Wang et al., 2009). Πιο συγκεκριμένα για το παρόν πείραμα, βρέθηκαν: (1) περισσότερο νωπό και ξηρό βάρος στο υπέργειο τμήμα (φύλλα και βλαστοί) του φυτού της πατάτας, μετά τις 69 ημέρες από την φύτευση, αφού πρώτα υπερτερούσε η μη εδαφοκάλυψη, όπως βρήκαν και οι Jiménez et al., (2007), (2) μεγαλύτερο μέσο βάρος ανά φυτό (gr) εμπορεύσιμων κονδύλων, που συμφωνεί και με τους Ibarra-Jiménez et al., (2008), Romić et al., (2003), Tiwari et al., (2003) και Xie et al., (2005), (3) στο έδαφος περισσότερο pH, όπως και οι Díaz-Pérez, et al., (2009) και (4) στο υπέργειο τμήμα (φύλλα, βλαστοί), αλλά και στο υπόγειο τμήμα των φυτών της πατάτας (ρίζα, κόνδυλοι) περισσότερο κάλιο (K), ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg), καθώς και περισσότερο χαλκό (Cu), σίδηρο (Fe) και ψευδάργυρο (Zn) στα φύλλα, αποτελέσματα που συμφωνούν και με τους Wien and Minotti, (1987), Hitoshi et al., (2009) και Rivero et al. (2003).

Τα μαύρα πλαστικά φύλλα εδαφοκάλυψης από την άλλη οδήγησαν στο πείραμα που διεξήχθη: (1) πιο γρήγορη ανάδυση των φυταρίων της πατάτας και καλύτερος ρυθμός ανάπτυξης φυτών και μήκους σύνθετου φύλλου. Γενικά, πιο πρόωμη ανάπτυξη με το μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης, που έρχεται σε συμφωνία με τους Lamont, et al., (1993), Xie et al., (2005) και Ramakrishna et al., (2006), (2) υψηλότερη θερμοκρασία εδάφους, που συμφωνεί και με τους Wang et al., (2009), (3) υψηλότερη υγρασία εδάφους μετά τις 37 ημέρες από την φύτευση, αφού πριν υπερτερούσε η μη εδαφοκάλυψη (μάρτυρας), όπως έχουν βρει και οι Ramakrishna et al., (2006), (4) περισσότερο νωπό και ξηρό βάρος στο υπόγειο τμήμα των φυτών πατάτας (ρίζα, κόνδυλοι), όπως και οι Jiménez et al., (2007). Γενικά λοιπόν υπερτερεί η εδαφοκάλυψη στο νωπό και ξηρό βάρος των φυτών (το ασπρόμαυρο πλαστικό στο υπέργειο τμήμα και το μαύρο πλαστικό στο υπόγειο τμήμα των φυτών πατάτας) και (5) στο υπέργειο τμήμα των φυτών πατάτας (φύλλα, βλαστοί), αλλά και στο υπόγειο τμήμα των φυτών της πατάτας (ρίζα, κόνδυλοι) περισσότερο φώσφορο (P), καθώς και περισσότερο μαγγάνιο (Mn) και βόριο (B) στα φύλλα, δεδομένα που συμφωνούν με τους Haase et al. (2007) και Rivero et al. (2003).

Τέλος, χωρίς εδαφοκάλυψη παρατηρήθηκαν στο πείραμα: (1) μέχρι τις 37 ημέρες από την φύτευση υψηλότερη υγρασία εδάφους (μετά το μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης), αφού στις αρχές Φλεβάρη είχε πέσει μεγάλος όγκος βροχόπτωσης και είναι λογικό να συσσωρεύεται περισσότερο στο ακάλυπτο έδαφος, αφού δεν προφυλλάσσεται από το πλεονάζον νερό, (2) μέχρι τις 69 ημέρες από την φύτευση περισσότερο νωπό και ξηρό βάρος στο υπέργειο τμήμα των φυτών πατάτας (φύλλα, βλαστοί) (μετά το ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης), όπως έχουν βρει και οι Jiménez et. al, (2007), (3) μεγαλύτερος αριθμός εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό και τα δεδομένα αυτά συμφωνούν με τους Romic et al., (2003), Tiwari et al., (2003), Xie et al., (2005), καθώς και Ramakrishna et al., (2006), (4) μεγαλύτερο βάρος και αριθμός μη εμπορεύσιμων κονδύλων (περονόσπορος, φθοριμαία, ανισομεγέθη) ανά φυτό, όπως και οι Romic et al., (2003), Xie et al., (2005), Ramakrishna et al., (2006) και Hou et. al., (2010), (5) στο έδαφος περισσότερη α) αλατότητα (EC) όπως βρήκαν και οι Díaz-Pérez, (2009) και οι Anikwe et al., (2007) και β) αφομοιώσιμα (= ανταλλάξιμα) στοιχεία από τα κολλοειδή της αργίλου: φώσφορο (P), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), κάλιο (K) και νάτριο (Na), που συμφωνούν με τα ευρήματα των Wien and Minotti, (1987) και Hitoshi et. al., (2009) και (6) περισσότερο νιτρικό άζωτο (NNO_3) στα φύλλα, όπως και οι Schmidt και Worthington, (1998), Bowen και Frey, (2002), Romic et al., (2003), Wien and Minotti, (1987), Hitoshi et. al., (2009), Doring et. al. (2005) και Kar and Kumar (2007).

Επομένως, για την συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά της πατάτας υπερτερεί η εδαφοκάλυψη, ενώ η μη εδαφοκάλυψη παρουσιάζει μεγαλύτερη συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, αφού προφανώς δεν μπορεί να τα αξιοποιήσει και να τα απορροφήσει σωστά. Μάλιστα από τα πλαστικά φύλλα εδαφοκάλυψης τέλος, το ασπρόμαυρο υπερτερεί σε όλα τα θρεπτικά στοιχεία εκτός του φωσφόρου που υπερτερεί το μαύρο, αφού ευνοείται η απορρόφησή του από το φυτό από την υψηλή θερμοκρασία.

Από όσα προαναφέρθηκαν λοιπόν, το ασπρόμαυρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης είναι καλύτερο για ανοιξιάτικη – καλοκαιρινή καλλιέργεια και ειδικά μετά τον Μάρτη που αυξάνεται η θερμοκρασία, ενώ το μαύρο πλαστικό φύλλο εδαφοκάλυψης στην φθινοπωρινή – χειμωνιάτικη καλλιέργεια, αφού στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια “εγκλωβίζεται” στο έδαφος η θερμοκρασία και μπορεί να προκαλέσει ηλιοεγκαύματα στα φυτά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A

AbdelGadir, A.H., Errebhi, M.A., Al-Sarhan, H.M., Ibrahim, M. (2003). Effects of differnts levels of additional potassium on yield and industrial qualities of potato (*Solanum tuberosum* L.) in a irrigated arid region, *The American Journal of Potato Research*.

Acharya C L, Hati K M, and Bandyopadhyay K K, Mulches. Indian Institute of Soil Science, Bhopal, Madhya Pradesh, India. 2005, *p.521-532*.

Adams, 1966 J.E. Adams, Influence of mulches on runoff, erosion and soil moisture depletion, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30 (1966), pp. 110–114.

Adeoye, 1984 K.B. Adeoye, Influence of grass mulch on soil temperature, soil moisture and yield of maize and gero millet in a savanna zone soil, *Samaru J. Agric. Res.* 2 (1984), pp. 87–97.

Aggarwal P. and. Sharma N.K, Water uptake and yield of rainfed wheat in relation to tillage and mulch *Indian J. Soil Conserv.* 30 (2) (2002), pp. 155–160.

Ακουμιανάκης Κ.Α. (1998). Συμβολή στη μελέτη της επίδρασης ενδογενών και εξωγενών παραγόντων στα διάφορα στάδια της φυσιολογικής ενηλικιώσεως του πατατόσπορου και η σημασία τους στην παραγωγή. Διδακτορική Διατριβή, Γ.Π.Α., σελ. 132.

Ακουμιανάκης Κ.Α., Φασσέας Κ., Ολύμπιος Χ. και Αλεξόπουλος Α. (2003). Θεωρητική τεκμηρίωση της ορολογίας του λήθαργου της πατάτας (*Solanum tuberosum* L.) και του χρόνου εγκατάστασής του στον κόνδυλο με πειραματική προσέγγιση. Πρακτικά 21ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Ιωάννινα, σελ. 91-94.

Albrecht W.A, Nitrate accumulation under straw mulch, *Soil Sci.* 14 (1922), pp. 299–305.

Albrecht W.A. and Uhland R.E., Nitrate accumulation under the straw mulch, *Soil Sci.* 20 (1925), pp. 253–267.

Άλκιμος, Α. , 1990. Βιοκαλλιέργειες Χωρίς Χημικά Λιπάσματα, Φυτοφάρμακα και Ορμόνες. Εκδ. Ψυχάλου, Αθήνα, σελ. 56, 61-66, 86, 95-97.

Αλεξόπουλος Α. (2001). Μελέτη της επίδρασης ρυθμιστών ανάπτυξης στην κονδυλοποίηση σποροφύτων πατάτας και στη φυσιολογική ενηλικίωση των παραγόμενων μικροκονδύλων. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γ.Π.Α.

Alford A.R., F.A. Drummond, E.R. Gallandt, E. Groden, D.A. Lambert, M liembman, M.C. Marra, J.C. McBurnie, G.A. Porter, and B. Salas. (1996). The ecology, economies, and management of potato cropping systems: A report of the first four years of the Maine potato ecosystem project. *Maine Argric Exp Stn Bulletin* 843.

Al-Raddad, A. M. 1979. Soil disinfestation by plastic tarping. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Jordan. 95 pp.

A.M. Al-Moshileh, M.A. Errebi. (1994). Effects of various Potassium Sulfate Rates on Growth, Yield and Quality of Potato Grown under Sandy Soil and Arid Conditions.

Anikwe et al., 2007 M.A.N. Anikwe, C.N. Mbah, P.I. Ezeaku and V.N. Onyia, Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria, *Soil & Tillage Research* 93 (2007), pp. 264–272.

Arslan A., Bessey P.M., Matsuda K. and Oebker N.F. (1985). Physiological effects of psyllid (*Paratrioza cockerelli*) on potato. *American Potato Journal* 62: 9-21.

Artschwager E.F. (1924). Studies on the potato tuber. *Journal of Agricultural Research* 27: 809-835.

Auerswald K. and Eicher A., Comparison of German and Swiss rainfall simulator—accuracy of measurement and effect of rainfall sequence on runoff and soil loss, *Z. Pflanzenernährung Bodenkunde* 155 (1992), pp. 191–195.

Auerswald K., Kainz M., Schröder D. and Martin W., Comparison of German and Swiss rainfall simulator—experimental setup, *Z. Pflanzenernährung Bodenkunde* 155 (1992), pp. 1–5.

B

Baghour, M., Moreno, D.A., Villora, G., Lopez-Cantarero, I., Hernandez, J., Castilla, N., Romero, L., 2002. Root-zone temperature influences the distribution of Cu and Zn in potato-plant organs. *J. Agric. Food Chem.* 50, 140–146.

Baghour, M., Ragala, L., Moreno, D.A., Villora, G., Hernandez, J., Castilla, N., Romero, L., 2003. Effect of root zone temperature on accumulation of molybdenum and nitrogen metabolism in potato plants. *J. Plant Nutr.* 26, 443–461.

Baghour et al., 2002 M. Baghour, D.A. Moreno, J. Hernández, N. Castilla and L. Romero, Influence of root temperature on uptake and accumulation of Ni and Co in potato, *Journal of Plant Physiology* 159 (2002), pp. 1113–1122.

Baker, K. F. 1983. The future of biological and cultural control of plant disease. In: *Challenging Problems in Plant Health*. J. Kommedahl and P. H. Williams (eds.). APS, St. Paul., pp. 422-430.

Bangerth, F., 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 17: 97-122.

Banville G.J. (1989). Field losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. *American Potato Journal* 66: 821-834.

Barakat, R. 1987. Comparative effect of different colors of polyethylene tarping on soilborne pathogens. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Jordan. 82 pp.

Barclay GM, HJ Murphy, FE Manzer, and FE Hutchinson. (1973). Effects of differential rates of nitrogen and phosphorus on early blight in potatoes. *Am Potato J* 50:42-48.

Batutis E.E.J. and Ewing E.E. (1982). Far-red reversal of red light effect during long night induction of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization. *Plant Physiology* 69: 672-674.

Ben Khedher M. and Ewing E.E., Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress, *Am. Potato J.* 62 (1985), pp. 537–554.

Bergmann W (1988) *Emahrvngsslomngen hei Kulturpflatcen*, Oustav Fischer ferfag, Stuttgart, 380 pp.

Bjorkman, T., Pearson, K.J., 1998. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). *J. Exp. Bot.* 49, 101–106.

Boiteau, G., et al. 1994. Development and evaluation of a plastic trench barrier for protection of potato from walking adult Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*. October. p. 1325-1331.

Boguslawski and Debruck, 1977 E.v. Boguslawski and J. Debruck, *Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit*, DLG-Verlag, Frankfurt a.M (1977).

Böhm and Dewes, 1997 H. Böhm and T. Dewes, Auswirkungen gesteigerter Stallmistdüngung auf Ertrag, Qualität und Nachernteverhalten bei ausgewählten Kartoffelsorten. In: U. Köpke and J.-A. Eisele, Editors, *Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau in Bonn*, Verlag Dr. Köster, Berlin (1997), pp. 368–374.

Borah M.N. and Milthrope F.L., Growth of the potato as influenced by temperature, *Indian J. Plant Physiol.* 5 (1962), pp. 53–72.

Borst and Woodburn, 1942a H.L. Borst and R. Woodburn, The effect of mulching and the methods of cultivation on run-off and erosion from Muskingum silt loam, *Agric. Eng.* 23 (1942), pp. 19–22.

Borst and Woodburn, 1942b H.L. Borst and R. Woodburn, Effect of mulches and surface conditions on the water relations and erosion of Muskingum soils, *USDA Tech. Bull.* 825 (1942), pp. 1–16.

Bourbos, V. A. and M. T. Skoudrikakis. 1989. La solarisation du sol contre la pourriture des rapines et du collet de tomate en serre. Proc. EEC Expert's Meeting: on "Practical application of integrated control in protected crops, Antibes (abstract).

Bowen and Frey, 2002 P. Bowen and B. Frey, Response of plasticultured bell pepper to staking, irrigation frequency, and fertigated nitrogen rate, *HortScience* 37 (1) (2002), pp. 95–100.

Bowen and Frey, 2002 P. Bowen and B. Frey, Response of plasticultured bell pepper to staking, irrigation frequency, and fertigated nitrogen rate, *HortScience* 37 (1) (2002), pp. 95–100

Brandt, 1997 M. Brandt, Grünguthäcksel-Verwertung zur Vermeidung von Bodenerosion und Nährstoffaustrag. Boden und Landschaft - Schriftenreihe zur Bodenkunde, *Landeskultur und Landschaftsökologie* 18 (1997), pp. 1–144.

Brandt and Wildhagen, 1998 M. Brandt and H. Wildhagen, Einfluß des Mulchens mit Grünguthäcksel auf den Bodenwasserhaushalt und die Bodenerosion, *Der Tropenlandwirt* 63 (1998), pp. 185–201.

Bristow K.L., The role of mulch and its architecture in modifying soil ◀temperature,▶ *Aust. J. Soil Res.* 26 (1988), pp. 269–280.

Brown, J.E., Osborn, M.C., Bryce, H.M., 1987. Effects of planting methods, row covers, and black plastic mulch on production and economic returns of muskmelon intercropped with broccoli. *HortScience* 22, 1091–11091.

Brust, G.E. 1994. Natural enemies in straw-mulch reduce Colorado potato beetle populations and damage in potato. *Biological Control*. Vol. 4, No. 2. p. 163–169.

Burt R.L. (1964). Influence of short periods of low temperature on tuber initiation in the potato. *European Potato Journal* 7: 197-208.

Burton, W>G> (1989). A review of the physiology of potato tuber dormancy. *Annals of Applied Biology*, 129: 553-569. Αναφορά από Wiltshire, J.J.J. and Cobb, A.H. (1996).

Burton W.G. (1966). *The potato* (2nd editon). Veenman, Wagenigen, p 382.

Burton W.G. (1989). *The Potato*. Longman Scientific & Technical, Essex, England, pp 423-522.

Burton W.G. (1955). Biological and economic aspects of the refrigerated storage of potatoes. *Proceedings of the Institute for Refrigeration* 51: 168-172.

Burton W.G. (1989). *Post-harvest Physiology of Food Crops*. Longman, London, pp. 339.

Burton W.G. and Hannan R.S. (1957). Use of γ -radiation for preventing the sprouting of potatoes. *Journal of the Science Food and Agriculture* 12: 707-715.

Burton et al., 1992. W.G. Burton, A. van Es and K.J. Hartmans, The physics and physiology of storage. In: P.M. Harris, Editor, *The potato crop*, Chapman and Hall, London (1992).

Bushnell and Welton, 1931 J. Bushnell and F.A. Welton, Some effects of straw mulch on yield of potatoes, *J. Agric. Res.* 43 (1931), pp. 837–845.

C

Caldiz D.O., Gaspari F.J., Haverkort A.J. and Struik P.C., Agro-ecological zoning and potential yield of single or double cropping of potato in Argentina, *Agric. Forest Meteorol.* 109 (4) (2001), pp. 311–320.

Campbell, R.C., Plank O.C., 1998. Preparation of plant tissue for laboratory analysis. In: Kalra, Y.P.(eds): Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 37 – 49.

Cao W. and Tibbitts T.W. (1994). Phasic temperature change patterns affect growth and tuberization in potatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119: 775-778.

Chakraborty et al., 2008 D. Chakraborty, S. Nagarajan, P. Aggarwal, V.K. Gupta, R.K. Tomar, R.N. Garg, R.N. Sahoo, A. Sarkar, U.K. Chopra, K.S. Sarma and K.N. Sundara, Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment, *Agricultural Water Management* 95 (2008), pp. 1323–1334.

Chalterjee J, Chatterjee C (2003) Management of phytotoxicity of cobalt in potato by chemical measures. *Plant Science* 164, 793-801.

Chandra et al., 2002 S. Chandra, R.D. Singh, V.K. Bhatnagar and J.K. Bisht, Effect of mulch and irrigation on tuber size, canopy temperature, water use and yield of potato (*Solanum tuberosum*), *Indian J. Agron.* 47 (2002), pp. 443–448.

Chaney K., and R.S. Swift. (1986). Studies on aggregate stability: II. The effect of humic substances on the stability of re-formed soil aggregates. *J. Soil Sci* 37: 337-343.

Chapagain BP, Wiesman Z (2004) Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse potato. *Scientia Horticulturae* 99,279-288.

Cheng and Zhang, 2000 J.S. Cheng and X.X. Zhang, Study on the ecological effects of plastic mulching on potato in cool and humid highland of Wei'nan county in Gansu province, *Chinese Potato* 14 (2) (2000), pp. 83–84.

Chen Z., Polythene mulched groundnut development in Guanzhou city, *Peanut Sci. Technol.* 3 (1985), pp. 34–37.

Cheong et al., 1995 Y.K. Cheong, Y.S. Oh, K.H. Park, J.T. Kim, M.G. Oh, S.J. Yu and Y.S. Jang, The effect of black polythene film mulching on the growth characters and yield of large-seeded groundnuts, *RDA J. Agric. Sci.* 37 (1995), pp. 88–94.

Cheshire et al., 1999 M.V. Cheshire, C.N. Bedrock, B.L. Williams, S.J. Chapman, I. Solntseva and I. Thomsen, The immobilization of nitrogen by straw decomposition in soil, *Eur. J. Soil Sci.* 50 (1999), pp. 320–341.

Choi and Chung, 1997 B.H. Choi and K.Y. Chung, Effect of polythene-mulching on flowering and yield of groundnut in Korea, *Int. Arachis Newsletter* 17 (1997), pp. 49–51.

Christensen and Olesen, 1998 B.T. Christensen and J.E. Olesen, Nitrogen mineralisation potential of organomaterial size separates from soils with annual straw incorporation, *Eur. J. Soil Sci.* 49 (1998), pp. 25–36.

Claassens M.M.J. (2002). *Carbohydrate metabolism during potato tuber dormancy and sprouting*. PhD Thesis, Wageningen University, p. 138.

Coleman, W.K. (1998). Carbon dioxide, oxygen and ethylene effects on potato tuber release and sprout growth. *Annals of Botany*, 82: 21-27.

Coleman W.K. (1987). Dormancy release in potato tubers: a review. *American Potato Journal* 64: 57-68.

Coling, C, 1997. Effect of plastic film mulching on increasing potato yield. *Acta Agriculture Zhojangensis*, 9: 83-86.

Cook et al., 2006 H.F. Cook, S.B. Valdes Gerardo and H.C. Lee, Mulch effects on rainfall interception, soil physical characteristics and temperature under *Zea mays* L, *Soil & Tillage Research* 91 (2006), pp. 227–235.

Cooper, A.J., 1973. Root Temperature and Plant Growth—A Review. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling, Maidstone, Kent, UK (1973).

Csizinszky A.A., Schuster D.J. and Kring J.B., Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes, *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120 (1995), pp. 778–784.

Csizinszky, A.A., Martin, F.G., 1988. Relation of hollow-stem in broccoli (*Brassica oleracea* L. Italica Group) to N and K rates in plastic mulch culture. *HortScience* 23, 827.

Cutter E.G. (1992). Structure and development of the potato plant. In P.M. Harris (ed.) *The Potato Crop: the scientific basis for improvement (2nd edition)*. Chapman and Hall, London, pp 65-161.

D

Daisley et al., 1988 L.E.A. Daisley, S.K. Chong, F.J. Olsen, L. Singh and C. George, Effects of surface-applied grass mulch on soil water content and yields of cowpea and eggplant in Antigua, *Trop. Agric. (Trinidad)* 65 (1988), pp. 300–304.

Dasgan HY, Qzturk L, Abak K, Cakmak I (2003) Activities of iron-containing enzymes in leaves of two potato genotypes differing in their resistance to Fe chlorosis. *Journal of Plant Nutrition* 26, 1997-2007.

Davenport J.R., and E.M. Bentley. (2001). Does potassium fertilizer form, source, and time of application influence potato yield and quality in Columbia basin? *Am J Potato Res* 78: 311-318.

Davidson, T.M.W. (1958). Dormancy in the potato tuber and the effects of storage conditions on initial sprouting and on subsequent sprout growth. *American Potato Journal*, 35 451-465. Αναφορά Αλεξόπουλος Α. (2001).

Davies H.V. (1984). Sugar metabolism in stolon tips during early tuberization. *Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie* 113: 377-381.

Davies H.V. (1990). Carbohydrate metabolism during sprouting. *American Journal of Potato Research* 67: 815-827.

Davies H.V. and Viola R. (1988). The effect of gibberellic acid on starch breakdown in sprouting tubers of *Solanum tuberosum* L. *Annals of Botany* 61:689-693.

Davis JR. (1985). Approaches to control of potato early dying caused by *Verticillium dahliae*. *Am Potato J* 62:177-185.

Dawson, 1946 R.C. Dawson, Effect of crop residues on soil and moisture conservation under Maryland conditions, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 10 (1946), pp. 425–428.

De Boer, W., Kowalchuk, G. A. (2001): Nitrification in acid soils: Micro-organisms and mechanisms. *Soil Biol. Biochem.* 33, 853-866.

Decoteau, D.R., Kasperbauer, M.J., Daniels, D.D., Hunt, P.G., 1988. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Sci. Hortic.* 34, 169–175.

Del Amor FM, Marcelis LFM (2006) Differential! effect of transpiration and Ca supply on growth and Ca concentration of potato plants. *Scientia Horticulture*, 17-23.

Devi Dayal et al., 1991 Devi Dayal, P.R. Naik and B.N. Dongre, Effect of mulching on soil temperature and groundnut yield during rabi-summer season, *Groundnut News* 3 (1991), p. 4.

Díaz-Pérez Juan C., Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Plenck) var. *italica*] as affected by plastic film mulches, *Scientia Horticulturae* 123 (2009) 156–163.

Díaz-Pérez, J.C., Batal, K.D., 2002. Colored plastic film mulches affect potato growth and yield via changes in root-zone temperature. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127, 127–135.

Díaz-Pérez, J.C., Phatak, S.C., Giddings, D., Bertrand, D., Mills, H.A., 2005. Root zone temperature, plant growth, and fruit yield of tomatillo as affected by plastic film mulch. *HortScience* 40, 1312–1319.

Díaz-Pérez, J.C., Randle, W.M., Boyhan, G., Walcott, R.W., Giddings, D., Bertrand, D., Sanders, H.F., Gitaitis, R.D., 2004. Effects of mulch and irrigation system on sweet onion. 1. Bolting, plant growth, and bulb yield and quality. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 129, 218–224.

Díaz-Pérez, J.C., Batal, K.D., Granberry, D., Bertrand, D., Giddings, D., Pappu, H., 2003. Vegetative top growth and yield of tomato grown on plastic film mulches as affected by the appearance of symptoms of potato spotted wilt virus. *HortScience* 38, 395–399.

Díaz-Pérez Juan C., Gitaitis Ron and Mandal Bikash . Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted wilt symptoms and yield of potato. *Scientia Horticulturae* 114 (2007) 90–95.

Dimalla G.G. and van Staden J. (1977). Apical dominance and the utilization of carbohydrates during storage of potato tubers. *Annals of Botany* 41: 387-391.

Dodd, I.C., He, J., Turnbull, C.G.N., Lee, S.K., Critchley, C., 2000. The influence of supraoptimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in *Capsicum annum* L. *J. Exp. Bot.* 51, 239–248.

Döring-Thomas F., Brandt-Michael, Heß Jürgen, Finckh Maria R. and Saucke-Helmut, Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes, *Field Crops Research* 94 (2005) 238–249.

Döring, T. F., Kirchner, S.M., Kühne, S., Saucke, H. 2004. Response of alate aphids to green targets on coloured backgrounds. *Entomol. Exp. Appl.* 113, 53–62.

Driver C.M. and Hawkes J.G. (1943). Photoperiodism in the potato. *Bulletin Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics*. Cambridge, Cambrian News, Aberystwyth, pp 36.

Drosopoulos J.B., Bouranis D.L. and Bairaktari B.D. (1995). Patterns of mineral nutrient fluctuations in soybean leaves in relation to their position. *Journal of Plant Nutrition*, 17(6): 1017 – 1035.

Δροσόπουλος Ι. (1998). *Φυσιολογία Φυτών. Μέρος Ι*. Εκδόσεις Γ.Π.Α., σελ 64-255.

Duhr and Dubas, E. Duhr and A. Dubas, Effect of covering the soil with plastic film on the dynamics of plant development and yield of maize sown on different dates, *Prace Komisji Nauk Rolniczych I komisji Nauk Lesnych* 69 (1990), pp. 9–18.

Duley and Kelly, 1939 F.L. Duley and L.L. Kelly, Effect of soil type, slope, and surface conditions on intake of water, *Nebr. Agric. Exp. Stat. Res. Bull.* 112 (1939), p. 16.

E

Eaton, A.D, L.S. Clesceri and A.E. Greenberg (eds.), 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th edition. Amer. Public Health Assn. Washington, USA.

Eck H.V., Irrigated corn yield response to nitrogen and water, *Agron. J.* 76 (1984), pp. 421–428.

Edwards et al., 2000 L. Edwards, J.R. Burney, G. Richter and A.H. MacRae, Evaluation of compost and straw mulching on soil-loss characteristics in erosion plots of potatoes in Prince Edward Island, Canada, *Agric. Ecosyst. Environ.* 81 (2000), pp. 217–222.

Ελευθεροχωρινός, Η. Γ. . Ζιζανιολογία. Εκδ. Αγρότυπος Α. Ε. , σελ. 5-24, 73-83, 90-91.

Δεσύλλας, Μ. Γ. , 1997. Βιολογική Γεωργία '97. Εναλλακτικές λύσεις αντιμετώπισης ζιζανίων. Γεωργική Τεχνολογία. , Σεπτέμβριος, σελ. 47-50.

Emerson, 1907 R.A. Emerson, Potato experiments, *Bull. Agric. Exp. Stat. Nebr.* 97 (1907), pp. 1–26.

Emmilson, B. (1949). Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Act. Agr. Suec.* 111: 189-284. Αναφορά από Allen, E.J., O' Brien, P.J. and Firman, D. (1992).

Epistein E., Effect of soil temperature on tuber initiation of the potato, *Eur. Potato J.* 58 (1966), pp. 169–171.

Errebhi M, CJ Rosen, SC Gupta, and DE Birong. (1998). Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. *Agron J* 90:10-15.

Esselen, 1937 D.J. Esselen, Does cultivation conserve soil moisture, *Farming S. Afr.* 12 (1937), pp. 6–12.

Ezekiel R., Verna S.C., Sukumaran N.P. and Shekhawat G.S. (1999). A guide to potato processors in India. *Technical Bulletin No 48*, Simla, India: Central Potato Research Institute, pp 14-16.

Ewing E.E. and Struik P.C. (1992). Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. *Horticultural Reviews* 14: 89-198.

Ewing E.E. (1990). The role of hormones in potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization. In P.J. Davies (ed.) *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development*. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, pp 515-538.

Ewing E.E. and Wareing P.F. (1978). Shoot, stolon and tuber formation on potato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings in response to photoperiod. *Plant Physiology* 61: 348-353.

Eastwood T, and J Watts. (1956). The effect of potash fertilization upon potato chipping quality. III. Chip color. *Am Potato J* 33: 255-257.

F

FAO (2004). <http://www.fao.org>

Fernandez V, Ebert G (2005) Foliar iron fertilization: A critical review. *Journal of Plant Nutrition* 28, 2113-2124

Forde, B.G. and Clarkson, D.T., 1999. Nitrate and ammonium nutrition of plants: Physiological and Advances in Botanical Research 30:1-90.

Frankenberger Jr. W.T., and H.M. Abdelmagid. (1985). Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crops incorporated into soil. *Plant Soil* 87: 257-271.

Freed, R., S. P. Eisensmith, S. Goetz, D. Rekosky, V. M. Small and P. Wolberg, 1987. MSTAT. A micro-programme for design, management and analysis of agronomic research experiments (version 4.0). Michigan State University, East Lansing MI 48824.

Freeman, KL, PR Franz, and RW deJong. (1998). Effect of phosphorus on the yield, quality and petiolar phosphorus concentrations of potatoes (cw. Russet Burbank and Kennebec) grown in the krasnozem and duplex soils of Victoria. *Aust J Exp Ag* 38:83-93.

G

Gallandt E.R., E.B. Mallory, A.R. Alford, F.A. Drummond, E Groden, M Liebman, M.C. Marra, J.C. McBurnie, and G.A. Porter. (1998). Comparison of alternative pest and soil management strategies for Maine potato production systems. *AM J Alt Agric* 13: 146-161.

Gao and Li, 2005 Y.J. Gao and S.X. Li, Cause and mechanism of crop yield reduction under straw mulch in dryland, *Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering (Chinese Journal)* 21 (7) (2005), pp. 15–19.

Ghosh et al., 2006 P.K. Ghosh, D. Dayal, K.K. Bandyopadhyay and M. Mohanty, Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut, *Field Crops Research* 99 (2006), pp. 76–86.

Geigenberger P., Muller-Rober B. and Stitt M. (1999). Contribution of adenosine 5'-diphosphoglucose pyrophosphorylase to the control of starch synthesis is decreased by water stress in growing potato tubers. *Planta* 209: 338-345.

Gerendas J. ZhuZ Bendixen R, Ratcliffe RG. Sattelmacher B (1997). Physiological and Biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. *Zeitschrift fur Pflanzenernahrung und Bodenkunden* 160 239-251.

Goodman R.N., Zoltan K. and Wood K.R., The Biochemistry and Physiology of Plant Disease, Univ. of Missouri Press, Columbia, MO, USA (1986).

Goodwin, et al. (1969). The effect of water on tuber dormancy in the potato. *European Potato Journal*, 9: 53-63. Αναφορά από Allen, E.J., O' Brien P.J. and Firman, D. (1992).

Golmirzaie A.M., Malagamba P. and Pallais N. 1994. Breeding potatoes based on true seed propagation. In J.E. Bradshaw and G.R Mackay (eds) *Potato Genetics*. CAB International, Wallingford, UK, pp 499-513.

Grandy AS. (1998). Soil amendment, rotation crop and irrigation effects on soil physical and chemical properties of sandy loam soil. *Can J. Soil Sci* 75: 385-390.

Gravouelle, 1999. J.M. Gravouelle, Utilización en la alimentación humana. In: P. Rouselle, Y. Robert and J.C. Crosnier, Editors, *La patata*, Mundiprensa, Madrid (1999).

Greenough D.R. and Black L.L., Aluminum-surfaced mulch: an approach to the control of tomato spotted wilt virus in Solanaceous crops, *Plant Dis.* **74** (1990), pp. 805–808.

Groya F.L., and C.C. Sheaffer. (1985). Nitrogen from forage legumes: harvest and tillage effects. *Argon J* 77: 105-109.

Gregory L.E. (1956). Some factors for tuberization in the potato plant. *American Journal of Botany* 43: 281-288.

Gent, M.P.N., Ma, Y.Z., 1998. Diurnal temperature variation of the root and shoot affects yield of greenhouse tomato. *HortScience* 33, 47–51.

H

Haase T., Schüler C. and Heß J., The effect of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total and graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing, *Europ. J. Agronomy* 26 (2007) 187–197.

Ham, J.M., Kluitenberg, G.J., 1994. Modeling the effect of mulch optical properties and mulch-soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. *Agric. Forest Meteorol.* 71, 403–424.

Hammer PJC (2003) Analysis of strategies for reducing calcium deficiencies in potatoes: Model functions and simulations. *Agricultural Systems* 16, 181-205.

Hanlon A.E., 1998. Elemental determination by atomic absorption spectrophotometry 157 – 163.

Hajirezaei M-R., Takahata Y., Trethewey R.N., Willmitzer L., Sonnewald U. (2000). Impact of elevated and apoplastic invertase activity on carbon metabolism during potato tuber development. *Journal of Experimental Botany* 51: 439-445.

Hay R.K.M. and Allen E.J., Tuber initiation and bulking in the potato (*Solanum tuberosum*) under tropical conditions: The importance of soil and air temperature, *Trop. Agric. Trinidad* 55 (1978), pp. 289–295.

Harris P.M. (1992). Mineral nutrition. In P.M. Harris (ed.) *The Potato Crop: the scientific basis for improvement (2nd edition)*. Chapman and Hall, London, pp 162-213.

Harris, 1978. P.M. Harris, Water. In: P.M. Harris, Editor, *The Potato Crop*, Chapman & Hall, London (1978), pp. 245–277.

Hart, T. G. and O. Smith (1966). Effects of levels sources of potassium on absorption of phosphorus by potatoes. *Lants. Am. Potato j.* 43: 217-235.

Hassel and Richter, 1992 J.M. Hassel and G. Richter, Ein Vergleich Deutscher und Schweizerischer Regensimulatoren nach Regenstruktur und kinetischer Energie, *Z. Pflanzenernährung Bodenkunde* 155 (1992), pp. 185–190.

Hawkes J.G. (1992). Biosystematics of the potato. In P.M. Harris (ed) *The Potato Crop: the scientific basis for improvement (2nd edition)*. Chapman and Hall, London, pp 13-64.

Hawker J.S., Marschner H. and Kraus A. (1979). Starch synthesis in developing potato tubers. *Physiologia Plantarum* 46: 25-30.

Heather, D.W., Sieczka, J.B., Dickson, M.H., Wolfe, D.W., 1992. Heat tolerance and holding ability in broccoli. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117, 887–892.

Heeb A, Lundegardh B, Ericsson T, Savage GP (2005b) Nitrogen form affects yield and taste of potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85,1405-1414.

Heimbach and Eggers, 2002 Heimbach, U., Eggers, C., 2002. Möglichkeiten zur Reduzierung der Blattlauszahlen und des Virusbefalls im Raps im Herbst. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem* 388, pp. 67–75.

Heimbach et al., 2002 U. Heimbach, C. Eggers and T. Thieme, Weniger Blattläuse durch Mulchen, *Gesunde Pflanzen* 54 (2002), pp. 119–125.

Hembry and Davies, 1994 J.K. Hembry and J.S. Davies, Using ◀mulches▶ for weed control and preventing leaching of nitrogen fertiliser, *Acta Horticult.* 371 (1994), pp. 311–317.

Heissner, A., Schmidt, S., von Elsner, B., 2005. Comparison of plastic films with different optical properties for soil covering in horticulture: test under simulated environmental conditions. *J. Sci. Food Agric.* 85, 539–548.

He ZL, Yang XE, Stoffella PJ (2005) Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 19, 125-140

Hizukuri S., S. Tabata and Z. Nikuni, Studies on starch phosphate: Part 1. Estimation of glucose 6-phosphate residues in starch and the presence of tuber bound phosphate(s), *Starch/Stärke* 22 (1970), pp. 338–343.

Hoang V.T., Liem P.X., Dan V.B., Dam N.D., Linh N.X., Viet N.V., Tung P.X. and Vander Zaag P. (1988). True potato research and development in Vietnam. *American Potato Journal* 65: 295-300.

Hollingsworth, Craig S., et al. (ed.). 1986. Potato Production in the Northeast: A Guide to Integrated Pest Management. Cooperative Extension, University of Massachusetts, Amherst, MA. p. 355.

Honeycutt C.W., and L.J. Potaro. (1990). Field evaluation of heat units for predicting crop residue carbon and nitrogen mineralization. *Plant Soil* 125: 213-220.

Honeycutt C.W. (1994). Linking N mineralization and plant N demand with thermal units. Soil testing: prospects for improving nutrient recommendations. *Soil Sci Soc America Spec Publ* 40, Madison, WI.

Honeycutt C.W. (1999). Nitrogen mineralization from soil organic matter and crop residues: field validation of laboratory procedures. *Soil Sci Soc AM J.* 63: 134-141.

Hou Xiao-Yan, Wang Feng-Xin, Han Jiang-Jiang, Kang Shao-Zhong and Feng Shao-Yuan, Duration of plastic mulch for potato growth under drip irrigation in an arid region of Northwest China, 2009, *Agricultural and Forest Meteorology* 150 (2010) 115–121.

<http://www.e-geoponoi.gr/2009-11-14-21-55-31/243-2009-11-23-10-08-49.html>

<http://www.evebe.nl>.

<http://www.yousouroum.gr/forum/showthread.php?t=16803>.

Hu W., S. Duan and Q. Sui, High yield technology for groundnut, *Int. Arachis Newsletter* 15 (1995) (Suppl.), pp. 1–22.

Hughes J.C. and Fuller T.J. (1984). Fluctuation in sugars in cv. Record during extended storage at 10°C. *Potato Research* 27: 229-236.

Hunsaker D.J., Kimball B.A., Pinter Jr P.J., LaMorte R.L. and Wall G.W., CO₂ enrichment and irrigation effects on wheat evapotranspiration and water use efficiency, *Trans. ASAE* 39 (4) (1996), pp. 1345–1355.

I

Isherwood F.A. (1973). Effects of changes in storage temperature on the metabolism of potato tuber. *Proceedings of 5th Triennial Conference of European Association of Potato Research, Norwich, England, 1972*, pp 156-157.

Isherwood F.A and Burton W.G. (1975). The effect of senescence, handling, sprouting and chemical sprout suppression upon the respiratory quotient of stored potato tubers. *Potato Research* 18: 98-104.

Ibarra-Jiménez, L., Zermeño-González, A., Lozano-Del Río, J., Cedeño-Rubalcava, B., Ortega-Ortíz, H., 2008. Changes in soil temperature, yield and photosynthetic

response of potato (*Solanum tuberosum* L.) under coloured plastic mulch, *Agrochimica* 52 (4), pp. 263-272.

Iritani W.M. and Weller L. (1978). Influence of low fertility and vine killing on sugar development in apical and basal portions of Russet Burbank potatoes *American Potato Journal* 55: 239-246.

J

Jackson, D.M., Harrison Jr., H.F., 2008. Effects of a killed-cover crop mulching system on sweetpotato production, soil pests, and insect predators in South Carolina, *Journal of Economic Entomology* 101 (6), pp. 1871-1880.

Jackson S.D. (1999). Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. *Plant Physiology* 119: 1-8.

Jacks et al., 1955 G.V. Jacks, W.D. Brind and R. Smith, Mulching, *Tech. Commun. Commonwealth Bureau of Soil Science* 49 (1955), pp. 1-87.

Jaiswal, VP, 1995. Response of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars to date of planting and mulching under warm temperature condition. *Indian J. Agron.*, 40: 660-664.

Jalota and Prihar, 1979 S.K. Jalota and S.S. Prihar, Soil water storage and weed growth as affected by shallow-tillage and straw mulching with and without herbicide in bare-fallow, *Indian J. Ecol.* 5 (1979), pp. 41-48.

Jefferies, R.A. and Lawson, H.M. (1991). A key for the stages of development of potato (*Solanum tuberosum*). *Annals of Applied Biology*, 119: 387-399.

Jiménez Luis Ibarra, Quezada M.R., Munguía J, and Cedeño B., , 2007, Effect of Color Plastic Mulch on Photosyntheses, Growth and Yield of Potato, *Centro de Investigación en Química Aplicada.*, pp.255-260.

K

Kang et al., 2004 Y.H. Kang, F.X. Wang, H.J. Liu and B.Z. Yuan, Potato evapotranspiration and yield under different drip irrigation regimes, *Irrigation Science* 23 (3) (2004), pp. 133-143.

Kar Gouranda and Kumar, 2007, Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India, *Agricultural Water Management* 94 (2007), pp. 109-116.

Kar G., Tuber yield of potato as influenced by planting dates and mulches, *J. Agrometeorol.* 5 (2003), pp. 60-67.

Kar G. and Singh R., Soil water retention—transmission studies and enhancing water use efficiency of winter crops through soil surface modification, *Indian J. Soil Conserv.* 8 (2004), pp. 18-23.

- Kar G. and Verma H.N., Phenology based irrigation scheduling and determination of crop coefficient of winter maize in rice fallow of eastern India, *Agric. Water Manage.* 75 (3) (2005), pp. 169–183.
- Kar-Gouranga and Kumar Ashwani., Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India, *Agricultural Water Management* 94 (2007) 109-116.
- Kar et al., 2006 G. Kar, H.N. Verma and R. Singh, Effects of winter crops and supplemental irrigation on crop yield, *Agric. Water Manage.* 79 (2006), pp. 280–292.
- Kassanis B., Heat therapy of virus-infected plants, *Ann. Appl. Biol.* 41 (1954), pp. 470–474.
- Kassanis B., Effects of changing temperature on plant virus diseases, *Adv. Virus Res.* 4 (1957), pp. 221–241
- Katan, J. 1983. Soil solarization. *Acta Horticulturae* 152:227.
- Katan, J. 1987. Soil solarization. p. 77. In: Innovative approaches to plant disease control 1. Chet (ed.) John Wiley & Sons. N.Y.
- Kaya C, Higgs D(2001) Inter-relationships between zinc nutrition, growth parameters, and nutrient physiology in a hydroponically grown potato cultivar. *Journal of Plant Nutrition* 24, 1491-1503.
- Kaya C, Higgs D (2002) Improvements in physiological and nutritional developments of potato cultivars grown at high zinc by foliar application of phosphorus and iron. *Journal of Plant Nutrition* 25, 1881-1894.
- Khalak, A. and A. S. Kumaraswamy, 1993. Weed biomass in relation to irrigation and mulching and economics of mulching potato crop under conditions of acute water scarcity. *J. Indian Potato Association*, 20: 185-189.
- Kjeldahl, 1991. Methodenbuch. Band 1. Die Untersuchung von Böden. 4. Auflage. Kjeldahl Verlag, Darmstadt, Germany.
- Kolbe H., Muller K., Olteanu G. and Gorea T. (1995). Effects of nitrogen, phosphorous and potassium fertilizer treatments on weight-loss and changes in chemical-composition of potato-tubers stored at 4-degrees-C. *Potato Research* 38: 97-107.
- Kooman et al., 1996 P.L. Kooman, M. Fahem, P. Tegera and A.J. Haverkort, Effects of climate on different potato genotypes. 2. Dry matter allocation and duration of the growth cycle, *European Journal of Agronomy* 5 (1996), pp. 207–217.
- Korshunova YO, Eide D, Clark WG, Guerinot ML, Pakrasi HB (1999) The IRT1 protein from *Arabidopsis thaliana* is a metal transporter with a broad substrate range. *Plant Molecular Biology* 40, 37-44.

Krummel, 2001. R.D. Krummel, Nutrición en la hipertensión. In: L.K. Mahan and S. Escott-Stump, Editors, *Nutrición y dietoterapia de Krause* (10th ed.), McGraw Hill, Mexico (2001).

Kumar D. and Wareing P.F. (1972). Factors controlling stolon development in the potato plant. *New Phytologist* 71: 639-648.

Kunkle R, and N Holstad. (1972). Potato chip color, specific gravity and fertilization of potatoes with N-P-K. *Am Potato J* 49:43-62

Krauss A. and Marschner H. (1984). Growth rate and carbohydrate metabolism of potato tubers exposed to high temperature. *Potato Research* 27: 297-303.

L

Lal, 1978. R. Lal, Influence off within- and between-row mulching on soil temperature, soil moisture, root development and yield of maize (*Zea mays* L.) in a tropical soil. *Field Crops Res.* 1 (1978), pp. 127–139.

Lambers H. (1979). Efficiency of root respiration in relation to growth rate, morphology and soil composition. *Physiologia Plantarum* 46: 194-202.

Lamont William James, The use of different colored mulches for yield and erliness (1999). New England Vegetable and Berry Growers Conference and Trade Show, Sturbridge, MA. p.299-302.

Leszczynski, W. and Lisinska. G. (2006). Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of potato tubers.

Li P.H., Huner N.P.A., Toivio-Kinnucan M., Chen H.H. and Palta J.P. (1981). Potato freezing injury and survival, and their relationships to other stress. *American Potato Journal* 58: 15-29.

Li et al., 1999 F.M. Li, A.H. Guo and H. Wei, Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat, *Field Crops Research* 63 (1999), pp. 79–86.

Li et al., 2004a F.M. Li, J. Wang, J.Z. Xu and H.L. Xu, Productivity and soil response to plastic film mulching durations for spring wheat on entisols in the semiarid Loess Plateau of China, *Soil & Tillage Research* 78 (2004), pp. 9–20.

Li et al., 2004b F.M. Li, Q.H. Song, P.K. Jjemba and Y.C. Shi, Dynamics of soil microbial biomass C and soil fertility in cropland mulched with plastic film in a semiarid agro-ecosystem, *Soil Biology & Biochemistry* 36 (2004), pp. 1893–1902.

Li et al., 2007 Y.S. Li, L.H. Wu, L.M. Zhao, X.H. Lu, Q.L. Fan and F.S. Zhang, Influence of continuous plastic film mulching on yield, water use efficiency and soil properties of rice fields under non-flooding condition, *Soil & Tillage Research* 93 (2007), pp. 370–378.

Liang et al., 1998 D.C. Liang, W.G. Li and X.F. Gong, Effects of plastic mulching on potato production, *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology (Chinese Journal)* (Suppl.) (1998), pp. 67–68.

Λόλας, Π. , 1998. Ζιζάνια στην Ελλάδα, Εικόνες, Μορφολογία, Βιολογία. Γεωργική Τεχνολογία, σελ. 11-12.

Λόλας, Π. και Ελευθεροχωρινός, Η. ,1998. 10 Δυσκολοεξόντωτα ζιζάνια, Ποια είναι, Πώς Αντιμετωπίζονται. Γεωργική Τεχνολογία, σελ. 71- 108.

Lorenzen J.H. and Ewing E.E. (1990). Changes in tuberization and assimilate partitioning in potato (*Solanum tuberosum*) during the first 18 days of photoperiod treatment. *Annals of Botany* 66: 457-464.

Love S.L., Werner B.K., Groza H.I. and Thompson-Johns A. (1997). Performance of commercially available true potato seed hybrids grown from tubers. *HortScience* 32: 728-732.

Lovell P.H. and Booth A. (1969). Stolon initiation and development in *Solanum tuberosum* L. *New Phytologist* 68: 1175-1185.

Lowiher, W.L and J.F. Loneragan, 1968. Calcium and ncdulation in subterranean dover. (*Tfifolium subterraneum* L). *Plant Physiol.*, 43:1362-1366.

M

Ma and Li, 1996 S.M. Ma and S.B. Li, Effectiveness and technique of plastic mulching for potato, *Rain Fed Crops (Chinese Journal)* 6 (1996), pp. 30–32.

MacKenzie DR. (1981). Association of potato early blight, nitrogen fertilizer rate, and potato yield. *Plant Dis* 65:575-577.

Madec, P. and Perenne, P. (1969). Levvee de la dormance des tubercules de pommes se terre d' age different, action de la rindite, de la gibberelline et de l' oeilletonnage. *Eur. Potato J.* 12: 96-115. Αναφορά από Ακουμιανάκης, Κ.Α. (1998) και από van Ittersum, M.K. and Scholte, K. (1993).

Mahmood M. Masud, Farooq Khalid, Hussain Amjad and Sher Raham. Effect of Mulching on Growth and Yield of Potato Crop (2002). *Asian Journal of Plant Sciences* Volume 1 Number 2:132-133.

Mallagamba, P. (1988). Potato production from true seed in tropical climates. *HortScience*, 23: 495-500. Αναφορά: από Αλεξόπουλο Α. (2001).

Marschner H (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2^o Edn), Academic Press, London, UK, 889 pp.

Marinus and Bodlaender, 1975 J. Marinus and K.B.A. Bodlaender, Response of some potato varieties to temperature, *Potato Research* 18 (1975), pp. 189–204.

Marinus and Bodlaender, 1975 J. Marinus and K.B.A. Bodlaender, Response of some potato varieties to temperature, *Potato Res.* 18 (1975), pp. 189–204.

- Marme, D., 1983. Calcium transport and function. In: Lauchli, A. and R.L. Bielecki (Eds): *Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, Vol. 15B*, pp. 599-625. Springer Verlag, Berlin, New York
- Martens D.A., and W.T. Frankenburger J.r. (1992). Modification of infiltration rates in an organic- amended irrigated soil. *Agron J.* 84: 707-717.
- Matthews R.E.F., *Plant Virology*, Academic Press, New York (1970) p. 778.
- Maurya and Lal, 1981. P.R. Maurya and R. Lal, Effects of different mulch materials on soil properties and on the root growth and yield of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna unguiculata*). *Field Crops Res.* 4 (1981), pp. 33-45.
- McDole R.E. (1978). Potassium fertilizer trials with potatoes on coarse-textured soils in southern-eastern Idaho. *Am Potato J* 55:161-170.
- McLoed, C.D., Misener, G.C., Tai, G.C. and Caissie, R. (1992). A precision seeding device for true potato seed. *American Potato Journal*, 69: 255-264.
- McCown B.H. and Kass I. (1977). Effect of production temperature of seed potatoes on subsequent yielding potential. *American Potato Journal* 54: 277-287.
- Meek B.D., D.L. Crter, D.T. Westermann, and R.E. Peckenpaugh. (1994). Root zone mineral nitrogen changes as affected by crop sequence and tillage. *Soil Sci Soc Am J* 58: 1464-1469.
- Medcalf, 1956 Medcalf, J.C., 1956. Preliminary study on mulching mung coffee in Brazil. *IBES Res. Inst. Bull. No. 12.*
- Mehlich, 1966 A. Mehlich, Production of maize for grain and mulching material, *Kenya Coffee* 31 (303) (1966), p. 109.
- Mendoza and Estarda, 1979 H.A. Mendoza and R.N. Estarda, Breeding potatoes for tolerance to stress: Heat and Frost. In: H. Mussell and R.C. Staples, Editors, *Stress Physiology in Crop Plants*, John Willey and Sons (1979), pp. 227-262.
- Menzel, 1985 C.M. Menzel, The control of storage organ formation in potato and other species, a review. Part 1, *Field Crop Abstr.* 38 (9) (1985), pp. 527-537.
- Menzel C.M. (1985). Tuberization in potato at high temperatures: interaction between temperature and irradiance. *Annals of Botany* 55: 35-39.
- Midmore, D.J. (1978). Potato production in the tropics. In: *The Potato Crop: the scientific basis for improvement* (ed. Harris, P.). Chapman & Hall. pp. 774-776.
- Midmore D. J. , Berrios D. and Roca J., 1986. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics II. Soil temperature and moisture modification by mulch in contrasting environments. *Field Crops Res.*, 15:97-108.

- Midmore, 1984. D.J. Midmore, Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. I. Soil temperature effects on emergence, plant development and yield. *Field Crops Res.* 8 (1984), pp. 255–271.
- Midmore D.J., Accatino P. and Berrios D., Potato production under shade in hot climates. In: W.J. Hooker, Editor, *Research for the Potato in the Year 2000*, International Potato Center, Lima (1983), p. 132.
- Midmore et al., 1986. D.J. Midmore, J. Roca and D. Berrios, Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. III. Influence of mulch on weed growth, crop development and yield in contrasting environments. *Field Crops Res.* 15 (1986), pp. 109–124.
- Midmore D.j., Roca J. and Berrios D., 1986, Potato (*Solanum* spp.) in the Hot Tropics III. Influence of Mulch on Weed Growth, Crop Development and Yield in Contrasting, *Field Crops Res.*, 15: 108-124.
- Midmore D. J., Berrios D. and Roca J. (2003), Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics II. Soil temperature and moisture modification by mulch in contrasting environments., *Field Crops Research*, 15, pp.97-108.
- Mikitzel L.J. and Knowles R.N (1989). Potato seed-tuber age affects mobilization of carbohydrate reserves during plant establishment. *Annals of Botany* 63: 311320
- Miller, J.S., Rosen, C.J. (2005). Interactive Effects of Fungicide Programs and Nitrogen Management on Potato Yield and Quality. *American Journal of Potato Research*.
- Mineo Hitoshi, Ohmi Sayako, Ishida Kyo, Morikawa Nao, Machida Ayaka, Kanazawa Takumi, Chiji Hideyuki, Fukusima Michihiro and Noda Takahiro. Ingestion of potato starch containing high levels of esterified phosphorus reduces calcium and magnesium absorption and their femoral retention in rats. *Nutrition Research* 29 (2009) 648–655.
- Mix, G.P. and H. Marschner, 1976b. Einflup exogener und endogener Faktoren auf den Calciumgehalte von Paprika-und Bohnenfruchten, *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.*, 139: 551-563.
- Moitra and Ghosh, 1998 R. Moitra and D.C. Ghosh, Effect of tillage and mulching on soil physical properties, crop productivity and water use efficiency of rapeseed (*Brassica rapa*) in West Bengal, *Indian J. Soil Conserv.* 26 (2) (1998), pp. 86–90.
- Momirovic, N. M, M. M. Misovic, Z. A. Brocic, S. Jevtic and B. Lazic, 1997. Effect of organic mulch application on the yield of potato seed crop. *Proceedings of Balcan Symposium on vegetable and Potatoes*, Belgrade, Yugoslavia, 4-7 June, 1995. Vol. 1. *Acta-Horticulture*, 462, 291-296.
- Momol M.T., Olson S.M., Funderburk J.E., Stavisky J. and Marois J.J., Integrated management of tomato spotted wilt on field-grown tomatoes, *Plant Dis.* 88 (2004), pp. 882–890.

Morrison W.R. and J. Karkalas, Starch. In: P.M. Dey, Editor, *Methods in plant biochemistry, Vol 2, Carbohydrates*, Academic Press, London, UK (1990), pp. 323–352.

N

Neuhoff and Köpke, 2002 D. Neuhoff and U. Köpke, Potato production in organic farming: effects of increased manure application and different cultivars on tuber yield and quality, *Pflanzenbauwissenschaften* 6 (2002) (2), pp. 49–56.

Niu , J.Y. Niu, Y.T. Gan, J.W. Zhang and Q.F. Yang, Postanthesis dry matter accumulation and distribution in spring wheat mulched with plastic film, *Crop Sci.* 38 (1998), pp. 1562–1568.

Novak, B., Žutić, I., Toth, N., Dobričević, N., 2007. Sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] yield influenced by seedlings and mulching, *Agriculturae Conspectus Scientificus* 72 (4), pp. 357-359.

Norwood and Dumler, 2002 C.A. Norwood and T.J. Dumler, Transition to dry land agriculture. Limited irrigation vs. dry land corn, *Agron. J.* 94 (2002), pp. 310–320.

O

Ojana J.C., J.C. Stark, and G.E. Kleinkopf. (1990). Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *Am Potato J* 67: 29-44.

Ολύμπιος, X.M.. (1994). Ειδική Λαχανοκομία (Λαχανικά Υπαίθρου). Εκδόσεις Γ.Π.Α. σελ.113-211.

Ολύμπιος, X., (2001). Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη Α,Ε. Αθήνα.

Orena G.B., and G.A. Porter. (1999). Soil management and supplemental irrigation effects on potato: II. Root growth. *Argon J.* 91: 426-431.

Ossom E.M., P.F. Pace, R.L. Rhykerd and C.L. Rhykerd, Effect of mulch on weed infestation, soil temperature, nutrient concentration, and tuber yield in *Ipomoea batatas* (L.) Lam. in Papua New Guinea, *Trop. Agric. (Trinidad)* 78 (2001), pp. 144–151.

P

Pallais, N. (1991). True potato seed: changing potato propagation from vegetative to sexual. *HortScience*, 26: 239-241.

Panique E, KA Kelling, EE Schulte, DE Hero, WR Stevenson, and RV James. (1997). Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. *Am Potato J* 74:379-398.

Πανάγος, Γ. , 1997. Φυτοπροστασία Χωρίς Χημικά Φυτοφάρμακα. . Εκδ. Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος Α. Ε. , Δ΄ έκδοση, Αθήνα, σελ. 30-35, 40-41, 46-47, 123-127, 128-132, 171-175, 182-183.

Park et al., K.Y. Park, S.D. Kim, S.H. Lee, H.S. Kim and E.H. Hong, Differences in dry matter accumulation and leaf area in summer soyabeans as affected by polythene film mulching, *RDA J. Agric. Sci.* 38 (1996), pp. 173–179.

Πάτσαλος. (2005).

Phene and Sanders, 1976 C.J. Phene and D.C. Sanders, High-frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes, *Agronomy Journal* 68 (1976), pp. 602–607.

Porter G.A., G.B. Opena, W.B. Bradbury, J.C. McBumie, and J.A. Sisson. (1999). Soil management and supplemental irrigation effects on potato: I. Soil properties, tuber yield, and quality. *Argon J.* 91: 416-425.

Posternak T., On the phosphorus of potato starch, *J Biol Chem* 188 (1951), pp. 317–325.

Proctor and Blackburn, 1983. J.T.A. Proctor and W.J. Blackburn, Albedo characteristics of a strawberry planting. *Hort Science* 18 (1983), pp. 233–235.

R

Raab T.K. Terry N.(1994)Nitrogen –source regulation of growth and photosynthesis in beta bulgaris L. *Plant Physiology* 105 1159-1166.

Radcliffe E.B., Ragsdale D.W. and Flanders, K.L. (1993). Management of aphids and leafhoppers. In R.C. Rowe (ed.) *Potato Health Management*. APS Press, Minnesota, USA, pp 117-126.

Ramakrishna A., Tam Hoang Minh, Wani Suhas P. and Long Tranh Dinh. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research* 95 (2006) 115–125.

Reeve R.M. (1954). Histological survey of conditions influencing texture in potatoes. I. Effects of heat treatment on structure. *Food Research* 19: 323-332.

Reeve R.M., Hautala E. and Weaver M.L. (1969b). Anatomy and compositional variation within potatoes. II. Phenolics, enzymes and other minor components. *American Potato Journal* 46: 374-386.

Reeve R.M., Timm H. and Weaver M.L. (1973). Parenchyma cell growth in potatotubers. II. Cell divisions vs. cell enlargement. *American Potato Journal* 50: 71-78.

Reust, W. (1986). EAPR working group “physiological age of the potato”. *Potato Research*, 29: 268-271. Αναφορά από Αλεξόπουλο Α. (2001).

Riley D.G. and Pappu H.R., Evaluation of tactics for management of thrips vectored Tomato spotted wilt virus in tomato, *Plant Dis.* 84 (2000), pp. 847–852.

Rivero Ricardo Casañas, Hernández Pablo Suárez, Rodríguez Elena M., Martín Jacinto Darías and Romero Carlos Díaz. Mineral concentrations in cultivars of potatoes. *Food Chemistry* 83 (2003) 247–253.

Robinson and Chenery, 1958 J.B.D. Robinson and E.M. Chenery, Magnesium deficiency in coffee with special reference to mulching, *Emp. J. Agric.* 26 (1958), pp. 259–273.

Romic et al., 2003 D. Romic, M. Romic, J. Borosic and M. Poljak, Mulching decreases nitrate leaching in bell pepper cultivation, *Agricultural Water Management* 60 (2003), pp. 87–97.

Rowe R.C. (1993). Potato Health Management: A holistic approach. In R.C. Rowe (ed.) *Potato Health Management*. APS Press, Minnesota, USA, pp 3-10.

Rykbost K. A. and Cetas R. C., 1976, Influence of split plastic mulches and nitrogen fertilization rates on potato yield and quality. *Acta Horticulturae* 235:149.

Ross H.A. and Davies H.V. (1992). Sucrose metabolism in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.): effect of sink removal and sucrose flux on sucrose-degrading enzymes. *Plant Physiology* 98: 287-293.

Ross H.A., Davies H.V., Burch L.R., Viola R., McRae D. (1994). Developmental changes in carbohydrate content and sucrose degrading enzymes in tuberising stolons of potato (*Solanum tuberosum*). *Physiologia Plantarum* 90: 748-756.

Ruiz, J.M., Hernandez, J., Castilla, N., Romero, L., 1999. Potato performance in response to different mulches. 1. Nitrogen metabolism and yield, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47 (7), pp. 2660-2665.

Ruiz, J.M., Hernández, J., Castilla, N., Romero, L. , Spain 2002. Effect of soil temperature on K and Ca concentrations and on ATPase and pyruvate kinase activity in potato roots, *HortScience* 37 (2), pp. 325-328.

S

Σάββας Δ 2000, Θρέψη Φυτών,. ΤΕΙ Ηπείρου Τμήμα Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου.

Sawas, D., 2001. Nutritional management of vegetables and ornamental plants in hydroponics. In: Dris, R., R. Niskanen and S.M. Jain (eds). *Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products*. Volume I: Quality Management. Science Publishers, Enfield, N.H.,U.S.A, pp. 37-87.

Savvas, D., Adamidis, K., 1999. Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *J. Plant Nutr.* 22, 1415 – 1432.

- Sainju U.M., and B.P. Singh. (1997). Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on soil properties, water quality and crop yields. *HortScience* 32: 21-28.
- Sale P.J.M. (1974). Productivity of vegetable crops in a region of high solar input. III. Carbon balance of potato crops. *Australian Journal of Plant Physiology* 1: 283-296.
- Sand, G. S. and N. T. Singh, 1974. Effect of organic mulches on the hydrothermal regime of soil and growth of potato crop in Northern India, *Pl. Soil*, 40: 35-47.
- Sarma, A, T. C. Dutta and A. Sarma, 1999. Effect of mulching technique with black plastic film (25 u) on potato crop under rainfed condition. *Crop-Research- Hisar*, 18: 383-386.
- Satyanarayana V, and PN Arora. (1985). Effect of nitrogen and potassium on yield and yield attributes of potato (var. Kufri Bahar). *Indian J Agron* 30:292-295.
- Schalk J.M., Creighton C.S., Fery R.L., Sitterly W.R., Davis B.W., McFadden T.L. and Day A., Reflective film mulches influence insect control and yield in vegetables, *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 104 (1979), pp. 759–762.
- Schalk J.M. and Robbins M.L., Reflective mulches influence plant survival, production, and insect control in fall tomatoes, *HortScience* 22 (1987), pp. 30–32.
- Schapendonk et al., 1989 A. Schapendonk, C.J.T. Spritters and P.J. Groot, Effects of water stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of five potato cultivars, *Potato Research* 32 (1989), pp. 17–32.
- Schippers PA. (1968). The influence of rates of nitrogen and potassium application on yield and specific gravity of four potato varieties. *European Potato J* 11:23-33.
- Schippers P.A. (1977). The rate of respiration of potato tubers during storage. II Results of experiments in 1972 and 1973. *Potato Research* 20: 189-206.
- Schmidt and Worthington, 1998 J.R. Schmidt and J.W. Worthington, Modifying heat unit accumulation with contrasting colors of polyethylene mulch *HortScience* 33 (2) (1998), pp. 210–214.
- Sharma U.C. and Arora B.R. 1988. Calcium content of potato (*Solanum tuberosum*) plant as affected by potassium application. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 58: 69-71.
- Sharma et al., 2001 N.K. Sharma, P.N. Singh, P.C. Tyagi and S.C. Mohan, Effect of application of Leucaena mulch on soil moisture conservation and productivity of rainfed wheat, *Indian J. Soil Conserv.* 29 (2) (2001), pp. 143–147.
- Schüller, H., 1969. Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphors im Boden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 123, 48–63.
- Σιδηράς, Ν. Κ. , 1997. Οργανική Λίπανση και Αμειψισπορές. Εκδ. Δ.Η.Ω. , ΑΘΗΝΑ, σελ. 70, 211.

Σιδεράς Νικόλαος (2004). Οργανική λίπανση και αμεινισπορά. Έκδοση β' Εκδοτικός Οίκος ΔΗΩ.

Σιδεράς Νικόλαος (2004). Βιολογική Γεωργία. Εκδοτικός Οίκος ΔΗΩ.

Slater, 1968 J.W. Slater, The effect of night temperature on tuber initiation of the potato, *Eur. Potato J.* 11 (1968), pp. 14–22.

Snyder R.G. and Ewing E.E. 1989. Interactive effect of temperature, photoperiod, and cultivar on tuberization of potato cuttings. *HortScience* 24: 336-338.

Sonneveld, C., 1994. Effects of Salinity on Substrate Grown Vegetables and Ornamentals in Greenhouse Horticulture. Thesis. Wageningen University, The Netherlands, 151 pp.

Sood M. C. and R. C. Sharma, 1985. Effect of pine needle mulch on tuber yield and fertilizer economy of potato in Shimla hill soil, *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 33: 141-144.

Stanley and Jewell, 1989 R. Stanley and S. Jewell, The influence of source and rate of potassium fertilizer on the quality of potatoes for French fry production, *Potato Res.* 32 (1989), pp. 439–446.

Stark. J.S., Porter. G.A. (2005). Potato Nutrient Management in Sustainable Cropping systems. *American Journal of Potato Research*.

Stigter, 1984. C.J. Stigter, Traditional use of shade: a method of microclimate manipulation. *Arch. Meteorol. Geophys. Bioclimatol., Ser. B* 34 (1984), pp. 203–210.

Storey & Davies, 1992. R.M.J. Storey and H.V. Davies, Tuber quality. In: P.M. Harris, Editor, *The potato crop*, Chapman and Hall, London (1992).

Sturz A.V. (1995). The role of endophytic bacteria during seed piece decay and potato tuberization. *Plant and Soil* 175: 257-263.

Sun and Li, 2004 S.P. Sun and S.Z. Li, Climatic ecological effect to plastic-mulched potato planting in high latitude and low temperature area, *Journal of Shanxi Agricultural Sciences (Chinese Journal)* 32 (1) (2004), pp. 26–28.

Swiader J.M., Ware G.W. and Mc Collum J.P. (1992). *Producing Vegetable Crops*. Interstate Publishers Inc., USA, pp 435-457.

T

Taylor MD, Locascio SJ, Alligood MR (2004) Blossom-end rot incidence of potato as affected by irrigation quantity, calcium source, and reduced potassium. *HortScience* 39, 1110-1115.

Terman, G.L. (1950). Effect of rate and source potash on yield and starch content of potatoes. Results over 20-years period. The main Agric. Exp. Sta. Orono, Main Bull. 481: 6.

Tian et al., 2003 Y. Tian, D. Su, F. Li and X. Li, Effect of rainwater harvesting with ridge and furrow on yield of potato in semiarid areas, *Field Crops Research* 84 (2003), pp. 385–391.

Tiquia et al., 2002 S.M. Tiquia, J. Lloyd, D.A. Herms, H.A.J. Hoitink and F.C. Michel Jr., Effects of mulching and fertilization on soil nutrients, microbial activity and rhizosphere bacterial community structure determined by analysis of TRFLPs of PCR-amplified 16S rRNA genes, *Applied Soil Ecology* 21 (2002), pp. 31–48.

Tiwari et al., 2003 K.N. Tiwari, A. Singh and P.K. Mal, Effect of drip irrigation on yield of cabbage (*Brassica oleracea* L. Var. capitata) under mulch and non-mulch conditions, *Agricultural Water Management* 58 (2003), pp. 19–28.

Τζάμος Ελευθέριος. Φυτοπαθολογία, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα 2004, σελ.512, 625.

Tjamos, E. C., V. Karapapa, and D. Bardas. 1988, Low cost application of soil solarization in covered plastic houses for the control of Verticillium wilt of tomatoes in Greece. *Acta Horticulturae* 255:139.

Triki et al., 2001 M.A. Triki, S. Priou and M.E. Mahjoub, Effects of soil solarization on soil-borne populations of *Pythium aphanidermatum* and *Fusarium solani* and on the potato crop in Tunisia, *Potato Research* 44 (2001), pp. 271–279.

Turner, 1987 N.C. Turner, Crop water deficits: a decade of progress, *Adv. Agron.* 39 (1987), pp. 1–39.

U

Uniyal, S. P., N. C. Tripathi and R. V. Singh, 1994. Effect of different locally available mulches on moisture conservation, yield of off-season potato under mid hills. *Potato Present and Future*, Indian Potato Association, Shimla, pp: 147-150.

V

van den Berg J.H., Ewing E.E., Plaisted R.L., McMurray S. and Bonierbale M.W (1996). QTL analysis of potato tuber dormancy. *Theoretical and Applied Genetics* 93: 317-324.

van Es A., and Hartmans K.J. (1987a). Starch and sugars during tuberization, storage and sprouting. In A. Rastovski and A. van Es (eds) *Storage of Potatoes: Post-harvest Behavior, Store Design, Storage Practice, Handling*. Pudoc, Wageningen, Netherlands, pp 79-113.

Vayda M.E. (1994). Environmental stress and its impact on potato yield. In J.E. Bradshaw, and G.R. Mackay (eds) *Potato Genetics*. CAB International, Wallingford, UK, pp 239-262.

Visser R.G.F., Vreugdenhil D., Hendricks T. and Jacobsen E. (1994). Gene expression and carbohydrate content during stolon to tuber transition in potatoes (*Solanum tuberosum*). *Physiologia Plantarum* 90: 285-292.

Vos et al., 1995 J.G.M. Vos, T.S. Uhan and R. Sutarya, Integrated crop management of hot pepper under tropical lowland conditions: effects of rice straw and plastic mulches on crop health, *Crop Protection* 14 (6) (1995), pp. 445–452.

Vreugdenhil D., Boogaard Y., Visser R.G.F. and de Bruijn S.F. (1998). Comparison of tuber and shoot formation from *in vitro* cultured explants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 53: 197-204.

W

Wan W.Y., Cao W. and Tibbits T.W. (1994). Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alteration of solution pH. *HortScience* 29: 621-623.

Wang Feng-Xin, Feng Shao-Yuan, Hou Xiao-Yan, Kang Shao-Zhong, Han Jiang-Jiang, Potato growth with and without plastic mulch in two typical regions of Northern China, *Field Crops Research* 110 (2009) 123–129.

Wang, X.-L., Li, F.-M., Jia, Y., Shi, W.-Q., 2005. Increasing potato yields with additional water and increased soil temperature. *Agricultural Water Management* 78 (3), pp. 181-194.

Wang Feng-Xin, Shao-Yuan Feng, Xiao-Yan Hou, Shao-Zhong Kang and Jiang-Jiang Han, 2008, Potato growth with and without plastic mulch in two typical regions of Northern China, ScienceDirect, pp.254-258.

Wang, F.-X., Feng, S.-Y., Hou, X.-Y., Kang, S.-Z., Han, J.-J. , China 2009. Potato growth with and without plastic mulch in two typical regions of Northern China, *Field Crops Research* 110 (2), pp. 123-129.

Wang, 1987 S.T. Wang, Water use efficiency of plant and dryland farming production, *Agric. Res. Arid Areas* 2 (1987), pp. 67–80.

Wang et al., 2006 F.X. Wang, Y.H. Kang and S.P. Liu, Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain, *Agricultural Water Management* 79 (3) (2006), pp. 248–264.

Wang et al., 2007 F.X. Wang, Y.H. Kang, S.P. Liu and X.Y. Hou, Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain, *Agricultural Water Management* 88 (2007), pp. 34–42.

Werner H.O. (1934). The effect of a controlled nitrogen supply with different temperatures and photoperiods upon the development of the potato plant. *Nebraska Agricultural Experiment Station Bulletin* 75: 1-132.

Westermann DT, TA Tindall, DW James, and RL Hurst. (1994a). Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Yield and specific gravity. *Am Potato J* 71:417-431.

Westermann DT, TA Tindall, DW James, and RL Hurst. (1994b). Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: Sugars and starch. *Am Potato J* 71:433-453.

Westerman D.T. (1993). Fertility Management. In R.C. Rowe (ed.) *Potato Health Management*. APS Press, Minnesota, USA, pp 77-86.

Wien H.C. and Minotti P.L., Growth, yield, and nutrient uptake of transplanted fresh-market tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate, *J Am. Soc. Hort. Sci.* 112 (1987), pp. 759–763.

Wierzbicka, B., 1995. Studies on accelerated production of early potato cultivars. *Acta Academia Agriculture ac Technical Olstenesis Agricultura*, Potato Abstracts, 22: 60.

Wiersema S.G. and Cabello R. (1986). Comparative performance of different-sized seed tubers derived from true potato seed. *American Potato Journal* 63: 241-249.

Wiersema, S.G. (1986). The effect of density on tuber yield in plants grown from true seed in seedbeds during two contrasting seasons. *American Potato Journal*, 63: 465-472.

Wooley D.J. and Wareing P.F.(1972). The interaction between growth promoters in apical dominance. I. Hormonal interaction, movement and metabolism of a cytokinin in rootless cuttings. *New Phytologist* 71: 781-793.

Wright, D.H. and Harris, N.D., 1985. Effect of nitrogen and potassium fertilization on potato. *J. Agri. Food Chem.* 33: 355-358.

X

Xie et al., 2005 Z.K. Xie, Y.J. Wang and F.M. Li, Effect of plastic mulching on soil water use and spring wheat yield in arid region of northwest China, *Agricultural Water Management* 75 (2005), pp. 71–83.

Xing, 1994. The physiological and ecological effects of covering plastic film on potato. *Acta Agriculture Zhejiangensis*, 6: 102-106.

Xu X., van Lammeren A.A.M., Vermeer E. and Vreugdenhil D. (1998a). The role of gibberellin, abscisic acid, and sucrose in the regulation of potato tuber formation *in vitro*. *Plant Physiology* 117: 575-584.

