

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

*«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης και της έντασης φωτισμού στην
ανάπτυξη και παραγωγή σπορόφυτων πατάτας»*

του

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

Επιβλέπων Καθηγητής:

ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	ii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ΠΑΤΑΤΑ	1
1.1 Βοτανική Ταξινόμηση	1
1.2 Καταγωγή – Ιστορικό	1
1.3 Σύνθεση – Διαιτητική αξία	2
1.4 Βοτανικοί χαρακτήρες	2
1.4.1 Το φυτό	4
1.4.2 Βλαστός	4
1.4.3 Ρίζες	4
1.4.4 Φύλλα.....	5
1.4.5 Άνθη.....	5
1.4.6 Καρπός και σπόρος.....	6
1.4.7 Κόνδυλος	6
1.5 Παραγωγή και εκτάσεις καλλιέργειας	7
1.6 Η τεχνική της καλλιέργειας	7
1.6.1 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις	7
1.6.2 Καλλιέργεια εδάφους.....	8
1.6.3 Βασική λίπανση	8
1.6.4 Φύτευση	9
1.6.4.1 Εποχή φύτευσης.....	9
1.6.4.2 Πολλαπλασιαστικό υλικό	9
1.6.4.3 Τεχνική φύτευσης	10



1.6.5 Καταπολέμηση ζιζανίων και παράχωμα	10
1.6.6 Άρδευση και επιφανειακή λίπανση.....	11
1.6.7 Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών	11
1.6.8 Συγκομιδή	12
1.6.9 Μεθωρίμανση	12
1.6.10 Αποθήκευση.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΒΟΤΑΝΙΚΟΣ ΣΠΟΡΟΣ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ	15
2.1 Η χρήση του βοτανικού σπόρου της πατάτας (True Potato Seed).....	15
2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα του βοτανικού σπόρου της πατάτας.....	16
2.3 Σπορά και παραγωγή του βοτανικού σπόρου της πατάτας.....	17
2.4 Λήθαργος και βλάστηση του βοτανικού σπόρου της πατάτας	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΟΝΔΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ	19
3.1 Σχηματισμός των κονδύλων	19
3.2 Εισαγωγή της κονδυλοποίησης.....	21
3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την κονδυλοποίηση	22
3.3.1 Φωτοπερίοδος	22
3.3.2 Θερμοκρασία	23
3.3.3 Ένταση φωτισμού	25
3.3.4 Θρεπτική κατάσταση του φυτού.....	25
3.3.5 Το pH του υποστρώματος.....	26
3.3.6 Υγρασία	27
3.3.7 Μικροοργανισμοί.....	27
3.4 Ορμονικός έλεγχος της κονδυλοποίησης.....	28
3.4.1 Γιββερελλίνες και επιβραδυντές αύξησης	28
3.4.2 Αμπσισικό οξύ (ABA)	31
3.4.3 Κυτοκινίνες.....	31
3.4.4 Αυξίνες.....	32



3.4.5 Αιθυλένιο	33
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	35
4.1 Σκοπός της Εργασίας.....	35
4.2 Υλικά και Μέθοδοι	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	40
5.1. Ύψος σπορόφυτων.....	40
5.2. Αριθμός φύλλων ανά σπορόφυτο	43
5.3. Δείκτης Spad.....	46
5.4. Αριθμός πλάγιων βλαστών ανά σπορόφυτο και συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους βλαστούς και στα φύλλα των σπορόφυτων	52
5.5. Αριθμός, βάρος και συγκέντρωση ξηράς ουσίας παραγόμενων κονδύλων.....	57
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	61
6.1. Βλαστική ανάπτυξη των φυτών	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η καλλιέργεια της πατάτας στη χώρα μας γίνεται σε τρεις διαφορετικές περιόδους (ανοιξιάτικη, καλοκαιρινή, φθινοπωρινή καλλιέργεια) κατά τη διάρκεια των οποίων οι περιβαλλοντικές συνθήκες (φωτοπερίοδος, ένταση φωτισμού, θερμοκρασία) παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές, επηρεάζοντας την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Καλαμάτας με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης σε κάτω από διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης των φυτών στην ανάπτυξη και παραγωγή της πατάτας.

Θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Α. Αλεξόπουλο που με τις γνώσεις του με βοήθησε σε όλη τη διάρκεια του πειράματος καθώς και στη συγγραφή της πτυχιακής μου όπου χρειάστηκα τη βοήθειά του.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πείραμα αυτό πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Γεωργίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής στο Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Σκοπός αυτού του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επίδραση της φωτοπερίοδου, της έντασης φωτισμού, της θερμοκρασίας καθώς και της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή σπορόφυτων πατάτας. Στις 25/01/2012 έγινε η σπορά του υβριδίου CIP-CHACACINA (CIP N° 993021) και ακολούθησε μεταφύτευση των νεαρών σπορόφυτων σε γλάστρες όγκου 2L 40 ημέρες μετά τη σπορά. Μετά τη μεταφύτευση τα φυτά μεταφέρθηκαν σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, τα μισά (80 φυτά) σε θάλαμο με ελεγχόμενες συνθήκες (walk in) ανάπτυξης των φυτών και τα άλλα μισά (80 φυτά) σε πλαστικό θερμοκήπιο χωρίς έλεγχο συνθηκών ανάπτυξης των φυτών.

Το πείραμα ήταν διπαραγοντικό και ακολούθησε το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο. Για κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 4 πειραματικά τεμάχια (επαναλήψεις) των 5 φυτών το καθένα. Τα φυτά δέχθηκαν μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση που αφορούσαν τη συχνότητα εφαρμογής της λίπανσης με 150 ppm αζώτου και ήταν:

- 1) Καμία εφαρμογή για τον μάρτυρα
- 2) Εφαρμογή κάθε 7 ημέρες
- 3) Εφαρμογή κάθε 14 ημέρες
- 4) Εφαρμογή κάθε 21 ημέρες

Από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας φαίνεται ότι η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών και τον αριθμό των παραγόμενων κονδύλων αλλά επηρεάζει σημαντικά το βάρος των παραγόμενων κονδύλων. Ωστόσο, η επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών στην ανάπτυξη και παραγωγή κονδύλων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα τόσο για τον τρόπο ανάπτυξης των φυτών όσο και για το βάρος των παραγόμενων κονδύλων.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ΠΑΤΑΤΑ

1.1 Βοτανική Ταξινόμηση

Η γνωστή σε όλους μας πατάτα ή γεώμηλο (*Solanum tuberosum* L.) ανήκει στην οικογένεια των σολανωδών (Solanaceae), υπόταξη Solaninae, τάξη Tubiflorae των Δικοτυλήδονων, τα οποία ανήκαν στα Αγγειόσπερμα (φύλλο). Στην ίδια οικογένεια ανήκαν αρκετά καλλιεργούμενα φυτά όπως η πιπεριά (*Capsicum* spp.), ο καπνός (*Nicotiana* spp.), η τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill.) καθώς και αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά όπως ο υοσκάμος (*Hyoscyamus niger* L.), η μπελαντόνα (*Atropa belladonna* L.), η δατούρα (*Datura stramonium* L.). Επίσης ανήκουν και ορισμένα καλλωπιστικά είδη όπως η πετούνια (*Petunia* spp.) κλπ.

Η καλλιεργούμενη πατάτα (*Solanum tuberosum* L.) είναι τετραπλοειδές είδος ($2n=48$) και διακρίνεται σε δύο υποείδη, το *tuberosum* και το *andigena*, τα οποία έχουν μια σημαντική διαφορά. Οι ποικιλίες του υποείδους *andigena* κονδυλοποιούν ικανοποιητικά μόνο σε μεγάλο υψόμετρο (πάνω από 2000 μέτρα) και σε συνθήκες μικρής φωτοπεριόδου. Ενώ το υποείδος *tuberosum* δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα όταν καλλιεργείται σε μικρότερο υψόμετρο (μέχρι 2000 μέτρα) και σε συνθήκες μεγάλης φωτοπεριόδου (Hawkes, 1992).

1.2 Καταγωγή – Ιστορικό

Αρχαιολογικά και ιστορικά ντοκουμέντα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η καλλιεργούμενη πατάτα κατάγεται από τα υψίπεδα των Άνδεων και της Νότιας Αμερικής. Παραδείγματος χάριν, χώρες του Περού, της Βολιβίας, του Ισημερινού και ήταν γνωστή χιλιάδες χρόνια πριν και αποτελούσε είδος διατροφής των Ίνκας. Το 1537 Ισπανοί εξερευνητές μετέφεραν την πατάτα για πρώτη φορά στην Ευρώπη.



Στην Ελλάδα την έφερε ο Καποδίστριας το 1830 κι έκτοτε αποτελεί σημαντικό είδος διατροφής για την χώρα μας (Ολύμπιος, 1994).

1.3 Σύνθεση – Διαιτητική αξία

Η πατάτα κατατάσσεται στα πέντε σημαντικότερα φυτά, από πλευράς έκτασης καλλιέργειας, στον κόσμο – τα άλλα τέσσερα είναι σιτάρι, ρύζι, καλαμπόκι και κριθάρι. Λόγω της θρεπτικής της αξίας των κονδύλων της είναι μια σημαντική καλλιέργεια για την διατροφή του ανθρώπου. Έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό, άμυλο το οποίο είναι από τις σημαντικότερες πηγές ενέργειας για τον άνθρωπο. Επίσης είναι πλούσια σε βιταμίνη C, μικρή ποσότητα προβιταμίνης A. Οι πρωτεΐνες των κονδύλων της πατάτας έχουν υψηλή διατροφική αξία και είναι ανώτερες από τις πρωτεΐνες των σιτηρών και των οσπρίων και θεωρείται ότι έχουν ισάξια διαιτητική αξία με την πρωτεΐνη του αβγού. Για αυτούς τους λόγους η πατάτα είναι ένα από τα σημαντικότερα είδη διατροφής για τον άνθρωπο ενώ μεγάλη σημασία έχει και για την κτηνοτροφία (Νικόπουλος, 2004).

Η μέση χημική σύσταση του κονδύλου όσον αφορά στα βασικά χαρακτηριστικά επί του ξηρού βάρους είναι: άμυλο 74,24%, αναγωγικά σάκχαρα 0,55%, ολικά σάκχαρα 1,28% και ολικό άζωτο 1,16% (Ακουμιανάκης, 1989).

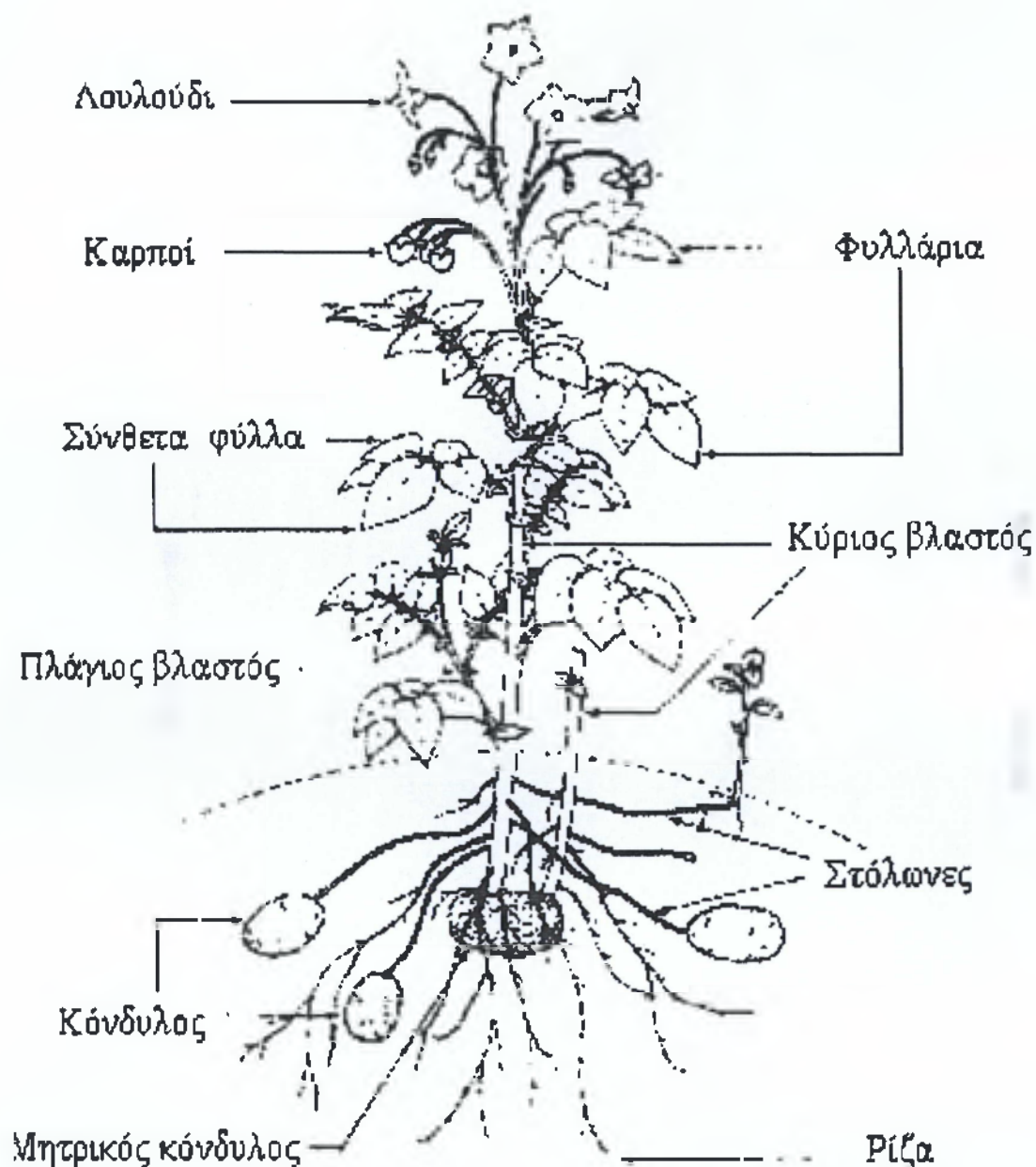
Η χημική σύσταση των κονδύλων επηρεάζεται από την ποικιλία, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά την καλλιέργεια, το στάδιο ωρίμανσης των κονδύλων, τις συνθήκες και τη χρονική διάρκεια της αποθήκευσής τους.

1.4 Βοτανικοί χαρακτήρες

Η πατάτα είναι δικοτυλήδονο ποώδες φυτό. Ως προς το μήκος του βιολογικού κύκλου ξεκινά από τη φύτευση του πολλαπλασιαστικού υλικού μέχρι την ωρίμανση των κονδύλων που αναλόγως του γενότυπου, των συνθηκών της καλλιέργειας, της εποχής και της ποικιλίας απαιτείται χρονικό διάστημα το οποίο κυμαίνεται συνήθως από 3-6 μήνες.



Η καθαρότητα της ποικιλίας επιτυγχάνεται με την εφαρμογή αγενοῦς πολλαπλασιασμοῦ με κονδύλους οι οποίοι ονομάζονται πατατόσποροι. Ο βοτανικός σπόρος της πατάτας (TPS) χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό όταν επιδιώκεται η δημιουργία νέων τύπων ή ποικιλιών.



Εικόνα 1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά πατάτας σε πλήρη ανάπτυξη
(πηγή: Harris, 1992).



1.4.1 Το φυτό

Το φυτό της πατάτας μπορεί να παρουσιάζει συμπαγή θαμνώδη ανάπτυξη αλλά και πολύ ζωηρή με μακρούς βλαστούς. Η τελική ανάπτυξη επηρεάζεται από γενετικούς παράγοντες αλλά και από τις αποστάσεις φύτευσης που εξυπηρετούν τον έλεγχο του μεγέθους των κονδύλων και του ύψους της παραγωγής (Ολύμπιος, 1994).

1.4.2 Βλαστός

Τα πατατόφυτα σχηματίζουν δύο ειδών βλαστούς: τους υπέργειους και τους υπόγειους. Οι υπέργειοι έχουν συνήθως πράσινο χρώμα και σε σπάνιες περιπτώσεις ιώδες ή κόκκινο. Το μήκος των βλαστών κυμαίνεται από 60-150 cm. Ως προς το σχήμα η βλάστηση διακρίνεται σε ορθόκλαδη, πλαγιόκλαδη, θαμνώδης, πρηνής και τρουλοειδής και ως προς τον όγκο μπορεί να χαρακτηριστεί μεγάλη, μέτρια και μικρή βλάστηση.

Οι βλαστοί της πατάτας είναι σαρκώδης και πλήρης στο εσωτερικό τους αλλά στη συνέχεια αποκτούν ραβδώσεις με κενό στο εσωτερικό. Οι υπόγειοι βλαστοί που αναφέρονται σαν στολώνες εκφύονται από πλάγιους οφθαλμούς των στελεχών που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι βλαστοί αυτοί διαφέρουν από τους υπέργειους στο ότι είναι λεπτότεροι και έχουν μεγάλα μεσογονάτια, οι οφθαλμοί καλύπτονται από μικρά φυλλίδια. Ο σχηματισμός στολώνων αποτελεί το πρώτο και ξεχωριστό στάδιο στη διαδικασία σχηματισμού των κονδύλων. Το χρώμα των κονδύλων είναι άσπρο.

Ο αριθμός και το μέγεθος των στολώνων είναι οι κυριότεροι συντελεστές για μια ικανοποιητική ή όχι κονδυλοποίηση ενός πατατόφυτου. Για να επιτύχουμε μεγαλύτερο αριθμό στολώνων ανά στέλεχος πρέπει να δώσουμε προσοχή στην ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας (Πάσσαμ κ.ά., 2011).

1.4.3 Ρίζες

Τα πατατόφυτα αναπτύσσουν ένα ινώδες διακλαδισμένο ριζικό σύστημα που αποτελείται από λεπτά ριζικά τριχίδια μέσω των οποίων γίνεται η απορρόφηση του



νερού και των άλλων θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Οι ρίζες μπορούν να φτάσουν σε βάθος έως 2 m, αλλά το κύριο μέρος της ριζόσφαιρας εκτείνεται μέχρι τα πρώτα 40 cm βάθος. Οι ρίζες της πατάτας δεν χρησιμεύουν σαν αποθηκευτικά όργανα, όπως, σε αντίθεση, είναι οι κόνδυλοι και τα ριζώματα (Ολύμπιος, 1994).

1.4.4 Φύλλα

Τα πρώτα φύλλα του φυτού είναι απλά. Όσο όμως μεγαλώνει (το φυτό) από τα γόνατα εκφύονται τα σύνθετα φύλλα. Έτσι τα κατώτερα φύλλα είναι απλά ενώ τα ανώτερα σύνθετα. Αυτά αποτελούνται από 7-11 φυλλάρια ενώ φέρουν και φυλλίδια στο μίσχο κοντά στη βάση του φύλλου. Ο αριθμός των φυλλαρίων εξαρτάται από το γονότυπο και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Τα φυλλάρια έχουν πράσινο χρώμα, είναι ελλειπτικά και χνοώδη, φέρουν στομάτια, ο αριθμός των οποίων είναι μεγαλύτερος στην κάτω επιφάνεια και μικρότερος στην επάνω επιφάνεια του φύλλου. Όλα τα πράσινα μέρη του φυτού είναι δηλητηριώδη λόγω της σολανίνης που περιέχουν αυτά (Ολύμπιος, 1994; Πάσσαμ κ.ά., 2011).

1.4.5 Άνθη

Τα άνθη είναι πενταμερή με στεφάνη ιώδη ή υπόλευκη ή κίτρινη και συμπέταλη φέρονται σε ταξιανθίες με άξονα μακρύ ο οποίος αναπτύσσεται από τη μασχάλη του τελευταίου φύλλου. Έχουν πέντε στήμονες και σχηματίζουν γύρω από τον ύπερο έναν κώνο. Η ωοθήκη είναι συνήθως δίχωρη και ο στύλος μακρύς.

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα. Συνήθως είναι αυτόστειρα αλλά πολλές φορές και γόνιμα οπότε δίνουν καρπούς. Αυτό εξαρτάται από την ποικιλία και έχει σχέση με την παραγωγή ή όχι γόνιμης γύρης. Στη περίπτωση γονιμότητας της γύρης είναι δυνατό να έχουμε (αναλόγως της ποικιλίας) σύγχρονη ωρίμανση αυτής με το στίγμα ή υστερανδρία (Δημητράκης, 1998).



1.4.6 Καρπός και σπόρος

Ο καρπός είναι ράγα σφαιρική διαμέτρου 1,5-3 cm συνήθως πράσινη και μπορεί να περιέχει 100-400 περίπου σπόρους. Είναι πικρός και τοξικός. Ο πραγματικός σπόρος της πατάτας είναι γνωστός σαν βοτανικός σπόρος (True Potato Seed ή TPS).

Το βάρος του είναι πολύ μικρό. Κάθε σπόρος ζυγίζει περίπου 0,4-0,8 mg. Δηλαδή το βάρος του είναι σαφώς μικρότερο από το βάρος των σπόρων άλλων σολανοδών όπως της τομάτας (2,7 mg), της μελιτζάνας (4,4 mg) ή της πιπεριάς (7,8 mg). Για το λόγο αυτό συνήθως γίνεται αναφορά στο βάρος 100 σπόρων το οποίο κυμαίνεται από 52-80 mg (Αλεξόπουλος, 2001).

Υπάρχουν ποικιλίες που δεν σχηματίζουν ράγες λόγω στειρότητας της γύρης ενώ σε πολύ μικρό ποσοστό μπορεί να οφείλεται σε μη γόνιμη ωοθήκη.

1.4.7 Κόνδυλος

Ο κόνδυλος είναι υπόγειος σαρκώδης βλαστός ο οποίος σχηματίζεται με διόγκωση του άκρου του στόλωνα όταν διακόπτεται η επιμήκυνση και ξεκινάει η κονδυλοποίηση. Ακολουθεί διαφοροποίηση του σε διάφορους τύπους ιστών (επιδερμίδα, φλοιό, εσωτερικό και εξωτερικό φλοιώμα, αγγεία του ξύλου και εντεριώνη) για να σχηματιστεί ο κόνδυλος ο οποίος είναι το μόνο μέρος του φυτού που καταναλώνεται από ανθρώπους και ζώα (Νικόπουλος, 2004).

Οι κόνδυλοι είναι μια πλούσια αποθήκη αποθησαυριστικών ουσιών και ιδιαίτερα αμύλου που εξασφαλίζει την έκπτυξη και ανάπτυξη των φύτρων και τη διατροφή των νεαρών φυτών μέχρις ότου τα πράσινα νέα όργανα και ιδιαίτερα τα φύλλα καταστήσουν το νεαρό φυτό αυτότροφο.

Κάθε κόνδυλος φέρει οφθαλμούς. Έτσι περιλαμβάνει τον ακραίο οφθαλμό και πλάγιους οφθαλμούς όσους περιλαμβάνονται στο αντίστοιχο τμήμα του στόλωνα που συμμετέχει στον σχηματισμό του κονδύλου.



Ο ακραίος οφθαλμός ή οφθαλμός της κορυφής είναι σύνθετος αποτελούμενος στην πραγματικότητα από τρεις οφθαλμούς: τον κεντρικό ή επάκριο και εκατέρωθεν αυτού αντίθετους δύο πλάγιους.

Το σχήμα του κονδύλου μπορεί να είναι σφαιρικό επίμηκες ή ωοειδές. Το χρώμα της επιδερμίδας μπορεί να είναι λευκό, κίτρινο, ιώδες πορφυρό. Επίσης το χρώμα της σάρκας μπορεί να είναι λευκό, κίτρινο ή να φέρει ενδιάμεσο χρωματισμό (Ολύμπιος, 1994).

1.5 Παραγωγή και εκτάσεις καλλιέργειας

Η πατάτα εκτός από την Ευρώπης και την Αμερικής διαδόθηκε και σε άλλες Ηπείρους (Ασία, Αφρική, Αυστραλία). Σε παγκόσμια κλίμακα καταλαμβάνει την 4^η θέση μετά το σιτάρι, το ρύζι και τον αραβόσιτο ενώ στην Ευρώπη κατέχει την 2^η θέση μετά το σιτάρι (FAOSTAT).

Στην Ελλάδα οι κυριότερες περιοχές που καλλιεργείται η πατάτα είναι: για την ανοιξιάτική οι νομοί Αχαΐας, Μεσσηνίας, Ηλείας, Ηρακλείου, Ευβοίας, Ξάνθης, Σερρών, Κερκύρας και Κυκλάδων, για τη θερινή οι νομοί Εύρου, Αρκαδίας, Λασιθίου, Δράμας, Κοζάνης, Ιωαννίνων και για την φθινοπωρινή οι νομοί Βοιωτίας, Αχαΐας, Ηλείας και Ευβοίας. Οι μέσες αποδόσεις κυμαίνονται από 2-2,5 τόνους/στρέμμα και εξαρτώνται από το γενότυπο, το έδαφος, το κλίμα της περιοχής και την εποχή καλλιέργειας (Αλεξόπουλος, 2001).

1.6 Η τεχνική της καλλιέργειας

1.6.1 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Η πατάτα ευδοκίμει σε κλίμα εύκρατο και δροσερό χωρίς σοβαρές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας η οποία δεν πρέπει να είναι υψηλή κατά την περίοδο κυρίως που σχηματίζονται οι κόνδυλοι. Θερμοκρασίες 15-20°C είναι οι καλύτερες ενώ περί τους 30°C η κονδυλοποίηση αναστέλλεται. Είναι φυτό που προσβάλλεται



εύκολα από τους παγετούς και ευνοείται από μια αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία (Δημητράκης, 1998).

Η πατάτα μπορεί να καλλιεργηθεί σε πολλούς τύπους εδαφών αλλά πιο κατάλληλα για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων θεωρούνται τα ελαφρά εδάφη (αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη) με καλή στράγγιση και αερισμό, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και pH μεταξύ 5-6,5. Ικανοποιητική παραγωγή επιτυγχάνεται και σε ουδέτερα ή ελαφρώς αλκαλικά εδάφη με pH μέχρι και 7,5 (Ολύμπιος, 1994).

Η πατάτα μπορεί να καλλιεργηθεί στο ίδιο έδαφος για περισσότερα του ενός έτη. Ωστόσο, για την αποφυγή όμως ασθενειών και εξάντλησης του εδάφους πρέπει να εντάσσεται σε τριετές ή τετραετές σύστημα αμειψισποράς με μη συγγενή φυτά, π.χ. πατάτα – σιτάρι – ψυχανθή (Δημητράκης, 1998).

1.6.2 Καλλιέργεια εδάφους

Απαιτείται καλή κατεργασία του εδάφους πριν την καλλιέργεια έτσι ώστε να διαμορφωθούν οι κατάλληλες συνθήκες που θα εξασφαλίσουν την ομαλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και των κονδύλων. Πριν την φύτευση προηγείται καλή κατεργασία με όργωμα 30-40 cm, ακολουθεί ψιλοχωμάτισμα (φρεζάρισμα) για καλή αφρατοποίηση του εδάφους που εξασφαλίζει καλή στράγγιση και αερισμό του εδάφους. Κατά τη φύτευση το χώμα πρέπει να είναι αφράτο χωρίς την παρουσία σβόλων, σε αρκετό βάθος ώστε το φυτό να μη συναντήσει προβλήματα στην ανάπτυξή του (Ολύμπιος, 1994).

1.6.3 Βασική λίπανση

Η πατάτα σα φυτό μεγάλης παραγωγικότητας έχει μεγάλες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία που καλύπτονται από ανάλογη προσθήκη λιπασμάτων στο έδαφος, συνήθως χημικών λόγω έλλειψης οργανικών. Κατά τη βασική λίπανση γίνεται προσθήκη χημικών λιπασμάτων και οργανικής ουσίας (αν υπάρχει). Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι η θειική αμμωνία (21-0-0), το υπερφωσφορικό (0-20-0) ή τριπλό υπερφωσφορικό (0-48-0) και το θεικό κάλιο (0-0-52). Η οργανική ουσία μπορεί να είναι με μορφή κοπριάς ή χλωρής λίπανσης. Οι ανάγκες σε θρεπτικά



στοιχεία εξαρτώνται από την ποικιλία, την παραγωγικότητα, το μήκος του βιολογικού κύκλου, την πυκνότητα της φύτευσης, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους κλπ (Πάσσαμ κ.ά., 2011).

1.6.4 Φύτευση

1.6.4.1 Εποχή φύτευσης

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της πατάτας διακρίνεται σε:

- 1) Ανοιξιάτικη, όταν η φύτευση γίνεται από 15 Δεκεμβρίου μέχρι τέλος Ιανουαρίου (νότιες περιοχές και ιδιαίτερα νοτιοδυτική Πελοπόννησο),
- 2) Καλοκαιρινή, όταν η φύτευση γίνεται Απρίλιο – Μάιο στις ψυχρές περιοχές (βόρειο Ελλάδα και γενικά ορεινές περιοχές) και
- 3) Φθινοπωρινή, όταν η φύτευση γίνεται τον Αύγουστο στις περιοχές που γίνεται και η ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Τις μεγαλύτερες αποδόσεις και μεγαλύτερες εκτάσεις καταλαμβάνει η καλοκαιρινή καλλιέργεια. Ακολουθεί η ανοιξιάτικη ενώ μικρότερες αποδόσεις έχει η φθινοπωρινή καλλιέργεια. Η εποχή φύτευσης επηρεάζει τη διάρκεια της ληθαργικής περιόδου των παραγόμενων κονδύλων λόγω των διαφορετικών συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτοπεριόδου τόσο της εποχής όσο και της εποχής καλλιέργειας (Αλεξόπουλος, 2006).

1.6.4.2 Πολλαπλασιαστικό υλικό

Στην Ελλάδα η πατάτα πολλαπλασιάζεται αγενώς δηλαδή η καλλιέργεια γίνεται με τη φύτευση κονδύλων οι οποίοι ονομάζονται «πατατόσπορος». Για την επίτευξη καλύτερης παραγωγής αλλά και για λόγους φυτοϋγειονομικούς οι παραγωγοί πρέπει να εξασφαλίζουν υγιές υλικό απαλλαγμένο από την παρουσία παθογόνων (ιοί, βακτήρια, μύκητες). Έτσι σε πολλές χώρες υπάρχουν προγράμματα παραγωγής πιστοποιημένου πατατόσπορου. Το μεγαλύτερο μέρος των απαιτήσεων



καλύπτεται με εισαγωγές από το εξωτερικό, κυρίως από την Ολλανδία (Νικόπουλος, 2004).

1.6.4.3 Τεχνική φύτευσης

Η φύτευση των κονδύλων γίνεται ή με το χέρι ή με φυτευτική μηχανή σε σειρές. Το βάθος φύτευσης κυμαίνεται από 5 cm για επιφανειακή φύτευση ή 10 cm για μέτρια ή βαθιά φύτευση και εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, τη θερμοκρασία του εδάφους, τις βροχοπτώσεις και την κατάσταση του πατατόσπορου. Η φύτευση των κονδύλων γίνεται σε γραμμές που απέχουν 60-75 cm μεταξύ τους και η απόσταση των φυτών επί της γραμμής είναι 20-30 cm (Ολύμπιος, 1994) ή και πιο πυκνά (Νικόπουλος, 2004).

1.6.5 Καταπολέμηση ζιζανίων και παράχωμα

Η πατατοφυτεία χρειάζεται προστασία από τον ανταγωνισμό των ζιζανίων από τη φύτευση μέχρι και την ανάπτυξη του υπέργειου μέρους των φυτών. Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται τόσο πριν τη φύτευση όσο και κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Πριν, γίνεται άροση του εδάφους τόσο για την καταστροφή των ζιζανίων όσο και για τον καλύτερο αερισμό του εδάφους. Επίσης χρησιμοποιούνται χημικά ζιζανιοκτόνα (EPTC, alachlor). Μετά τη φύτευση των κονδύλων χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα (prometryn, metrybutin) και μεταφυτρωτικά (metribuzin, diclofop-methyl) (Νικόπουλος, 2004).

Παράχωμα

Αν λάβουμε υπόψη ότι η απόδοση μιας φυτείας εξαρτάται από τον αριθμό των κονδύλων που θα σχηματιστούν σε κάθε φυτό, ο οποίος είναι άμεσα συνδεδεμένος με τον αριθμό στολώνων και αυτός με τη σειρά του εξαρτάται από τον αριθμό των οφθαλμών που βρίσκονται μέσα στο έδαφος καταλαβαίνουμε πόσο σημαντικό είναι το παράχωμα. Μετά το φύτευμα ακολουθεί ένα ή δύο παραχώματα με στόχο να διαμορφωθεί ένα σαμάρι σε ύψος τουλάχιστον 12-20 cm γύρω από το μητρικό φυτό.



Πέρα από την αύξηση της παραγωγής το παράχωμα προστατεύει τους κονδύλους από το πρασίνισμα, το ζεστό και ξερό κλίμα, τις ζημιές από τη φθοριμαία. Γίνεται με αυλακωτήρες δύο ή περισσότερων σειρών οι οποίοι παίρνουν χώμα από τον πυθμένα των αυλακιών και το εναποθέτουν στη κορυφή του σαμαριού. Το παράχωμα γίνεται όταν οι βλαστοί έχουν ύψος 20-25 cm ή και νωρίτερα πάντα όμως πριν την άνθηση των φυτών (Ολύμπιος, 1994).

1.6.6 Άρδευση και επιφανειακή λίπανση

Η πατάτα είναι φυτό πολύ απαιτητικό σε νερό και εκτός των περιπτώσεων συχνών βροχοπτώσεων (βόρεια Ευρώπη) οι αρδεύσεις αποτελούν κύριο μέλημα του καλλιεργητή. Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες που έχουν σχέση με το κλίμα, την ποικιλία, την λίπανση, την εποχή, το έδαφος κτλ. Από τη φύτευση μέχρι και λίγο πριν τη συγκομιδή οι δόσεις νερού πρέπει να καλύπτουν τις ανάγκες της πατατοφυτείας χωρίς όμως υπερβολές γιατί τότε οι συνέπειες είναι εξίσου αρνητικές με την έλλειψη νερού. Στο στάδιο της ανάπτυξης των κονδύλων οι ανάγκες σε νερό είναι μεγάλες λόγω της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και της διαπνοής. Η εφαρμογή της άρδευσης γίνεται με αυλάκια ή με τεχνητή βροχή (Νικόπουλος, 2004).

Η επιφανειακή λίπανση περιλαμβάνει την προσθήκη αζώτου σε 2-3 δόσεις ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία (φώσφορος και κάλιο) παρέχονται μετά από ανάλυση του εδάφους (Ολύμπιος, 1994).

1.6.7 Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών

Προληπτικά μέτρα για την καταπολέμηση των εχθρών και ασθενειών της πατάτας είναι η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, η αμειψισπορά, η καταπολέμηση των ζιζανίων που αποτελούν ξενιστές των παθογόνων και η χρήση γεωργικών φαρμάκων.

Υπάρχουν πολλοί και σημαντικοί εχθροί της πατάτας:



- 1) Έντομα: *Leptinotarsa decemlineata* (δορυφόρος της πατάτας), *Myzus persicae* (πράσινη αφίδα)
- 2) Νηματώδης: *Globodera rostochiensis* (χρυσονηματώδης της πατάτας)
- 3) Μύκητες: *Phytophthora infestans* (όψιμος περονόσπορος), *Alternaria solani* (αλτερνάρια), *Verticillium dahliae* (αδρομύκωση).
- 4) Βακτήρια: *Actinomyces scabies* (ακτινομύκωση), *Pseudomonas solanacearum* (καστανή σήψη πατάτας),
- 5) Ιοί: Potato virus X (PVX) (απλό μωσαϊκό της πατάτας), Potato virus (PVY) (ράβδωση πατάτας).

1.6.8 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των κονδύλων γίνεται 3-4 μήνες μετά τη φύτευση και γίνεται με τα χέρια ή με μηχανικά μέσα. Η ημερομηνία συγκομιδής εξαρτάται από την εποχή και την περιοχή της καλλιέργειας και από την ποικιλία. Ο χρόνος της συγκομιδής μπορεί να προσδιοριστεί από την έναρξη μάρανσης των φυτών, από το πόσο εύκολο αποσπάται ο βλαστός από το έδαφος και από το σχηματισμό σκληρής επιδερμίδας των κονδύλων που αποσπάται δύσκολα με τον αντίχειρα (Ολύμπιος, 1994).

Πριν την έναρξη της συγκομιδής θα πρέπει να σταματήσουν τα ποτίσματα και η αζωτούχος λίπανση. Επίσης προηγείται κοπή του φυλλώματος και απομάκρυνσή του από τον αγρό για να διευκολυνθεί η συγκομιδή και να προστατευτούν οι κόνδυλοι από όψιμες μολύνσεις περονόσπορου. Τα τελευταία χρόνια ψεκάζουν με dīquat για την αποξήρανση του φυλλώματος πάντα με τις οδηγίες του προμηθευτού.

1.6.9 Μεθωρίμανση

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



1.6.10 Αποθήκευση

Οι πατάτες αποθηκεύονται με διάφορους τρόπους:

1) Διατήρηση σε σωρούς στο χωράφι. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε πολύ λίγες περιπτώσεις. Οι πατάτες πρέπει να είναι τελείως ώριμες και απαλλαγμένες από ασθένειες, χτυπήματα και πληγές. Αρχικά ο χώρος του χωραφιού καθαρίζεται και ισοπεδώνεται, ακολουθεί ελαφρό σκόνισμα του εδάφους με ένα εντομοκτόνο και στη συνέχεια τοποθετούνται σε σωρούς που έχουν ύψος ένα μέτρο, πλάτος 1,5 m και μήκος ανάλογο με την 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.

2) Διατήρηση σε αποθήκες. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται πλέον σε μικρή κλίμακα. Οι πατάτες διατηρούνται μέσα σε αποθήκες με καλό αερισμό, χαμηλή θερμοκρασία και σχετική υγρασία. Οι αποθήκες πρέπει να έχουν διπλή οροφή και παράθυρα προστατευμένα με δίχτυ. Ο χρόνος διατήρησης των πατατών σε αποθηκευτικούς χώρους εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες που επικρατούν στην αποθήκη. Απαραίτητοι όροι για την καλή διατήρηση των πατατών είναι ο καλός αερισμός, η χαμηλή θερμοκρασία, η μη ύπαρξη εντόμων και τρωκτικών, καθώς και σταγονιδίων νερού στις πατάτες.

3) Διατήρηση σε ψυκτικούς θαλάμους. Είναι η πιο διαδεδομένη σήμερα μέθοδος διατήρησης των πατατών γιατί δεν απαιτείται η χρήση εντομοκτόνων και οι πατάτες διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Με άριστες συνθήκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου οι πατάτες είναι δυνατόν να διατηρηθούν σε ψυκτικούς θαλάμους μέχρι και 7 μήνες. Προϋπόθεση οι πατάτες να είναι ώριμες, στεγνές, χωρίς τομές ή πληγές. Κατάλληλες θερμοκρασίες μακροχρόνιας διατήρησης του πατατόσπορου είναι 3-4°C (όχι κάτω από 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 προς αποφυγή πρασινίσματος που μειώνει την ποιότητά τους.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΒΟΤΑΝΙΚΟΣ ΣΠΟΡΟΣ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

2.1 Η χρήση του βοτανικού σπόρου της πατάτας (True Potato Seed)

Ο βοτανικός σπόρος χρησιμοποιείται κυρίως σε ερευνητικά ή βελτιωτικά προγράμματα αλλά και την παραγωγή πατατόσπορου. Η περιορισμένη χρήση του βοτανικού σπόρου οφείλεται κυρίως στην αργή ανάπτυξη των σποροφύτων, στη δυσκολία αντιμετώπισης των ζιζανίων και στις μεγάλες απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό. Επιπλέον, τα σπορόφυτα παράγουν κονδύλους μικρού μεγέθους με υψηλά ποσοστά ανομοιομορφίας όσον αφορά το σχήμα και το μέγεθος, χαρακτηριστικά που πιθανόν να σχετίζονται με τη χρήση ποικιλιών που προέρχονται από ελεύθερη επικονίαση. Το Διεθνές Ινστιτούτο Πατάτας στο Περού (CIP) έχει καταβάλει μεγάλη προσπάθεια για τον εντοπισμό κλώνων ποικιλιών που εύκολα διασταυρώνονται και παράγουν σπόρο και τα σπορόφυτα που προέρχονται από αυτό να έχουν ομοιόμορφη ανάπτυξη και να δίνουν σχετικά ομοιόμορφο προϊόν.

Οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν TPS για παραγωγή κονδύλων ήταν οι Ίνκας στο Περού. Σήμερα ο βοτανικός σπόρος χρησιμοποιείται στην Ινδία και την Νικαράγουα ενώ στην Ευρώπη δεν είναι διαδεδομένη η χρήση του. Όπως προέκυψε όμως από οικονομική μελέτη της Renia (1997) η χρήση βοτανικού σπόρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση μπορεί να φέρει σημαντικά οφέλη ύψους 150 εκατομμύρια δολάρια USA κάθε χρόνο.

Η καλλιέργεια της πατάτας με πυκνή σπορά βοτανικού σπόρου είναι επιθυμητή για την παραγωγή κονδύλων μικρού μεγέθους οι οποίοι είναι γνωστοί σαν πατάτες «babies» κι επιτυγχάνουν υψηλές τιμές πώλησης σε κάποιες χώρες όπως η Αγγλία (Αλεξόπουλος, 2001).



2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα του βοτανικού σπόρου της πατάτας

1) Εύκολη και με χαμηλό κόστος παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού επειδή οι περισσότεροι μύκητες, βακτήρια και ιοί (εκτός των PSTV και PVT) δεν μεταδίδονται μέσω των βοτανικών σπόρων (Golmirzaie et al., 1994).

2) Μεγάλη διάρκεια αποθήκευσης τουλάχιστον 8-9 χρόνια με μικρές απαιτήσεις σε χώρο, έλεγχο συνθηκών, συσκευασία και μεταφορά.

3) Απαιτείται μικρή ποσότητα βοτανικού σπόρου (περίπου 100g/ha) με χαμηλό κόστος αγοράς σε σχέση με τον πατατόσπορο.

4) Όταν χρησιμοποιείται για παραγωγή πατατόσπορου ένα μικρό ποσοστό 5-10% των παραγόμενων κονδύλων χρησιμοποιείται σαν πατάτα κοινής κατανάλωσης πλεονέκτημα πολύ σημαντικό για τις φτωχές χώρες (Upadhye et al., 1996).

5) Η δημιουργία νέων ποικιλιών – υβριδίων μπορεί να γίνει μέσα σε 1-2 χρόνια και από κάθε μητρικό φυτό μπορεί να παραχθεί μεγάλος αριθμός απογόνων (μέχρι 750).

Όμως η χρήση του βοτανικού σπόρου έχει και ορισμένα μειονεκτήματα κυρίως όταν χρησιμοποιείται για παραγωγή πατάτας κοινής κατανάλωσης. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

1) Αργή ανάπτυξη των σπορόφυτων και δυσκολία αντιμετώπισης των ζιζανίων.

2) Ανομοιομορφία στο μέγεθος, σχήμα και χρώμα των παραγόμενων κονδύλων.

3) Μεγάλες απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης.



4) Τέλος, καθυστερούν και παρουσιάζουν ανομοιομορφία στην ωρίμανση των κονδύλων και δίνουν μικρές σχετικά αποδόσεις με μικρού μεγέθους κονδύλους.

2.3 Σπορά και παραγωγή του βοτανικού σπόρου της πατάτας

Η σπορά του βοτανικού σπόρου μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους:

- 1) Απευθείας σπορά στον αγρό.
- 2) Σπορά σε σπορείο και μεταφύτευση.
- 3) Πυκνή σπορά για παραγωγή πατατόσπορου.

Οι παραγωγοί προτιμούν τις δύο τελευταίες μεθόδους ενώ η πρώτη απορρίπτεται λόγω του μικρού μεγέθους του πατατόσπορου. Η παραγωγή πατατόσπορου γίνεται με σπορά σε μεγάλη πυκνότητα έως 100 σπορόφυτα ανά m² (Wiersema and Cabello, 1986).

Η παραγωγή βοτανικού σπόρου εξαρτάται από την ποικιλία, από την επιτυχία της επικονίασης και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (για παράδειγμα φωτισμό, θερμοκρασία, λίπανση, ατμοσφαιρική υγρασία). Η πατάτα αυτογονιμοποιείται (για όσες ποικιλίες είναι γόνιμες) και ένα μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης συμβαίνει με την μεταφορά της γύρης από τα έντομα και τον αέρα. Για την παραγωγή του βοτανικού σπόρου απαιτούνται μεγάλες ημέρες (Pallais et. al., 1991) και σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τους 20°C σχηματίζονται σπόροι με μεγάλο βάρος (Pallais et. al., 1987). Επίσης για ικανοποιητική άνθηση και ανάπτυξη των καρπών η υγρασία θα πρέπει να είναι χαμηλή. Δεν πρέπει να προτιμούνται τα όξινα εδάφη ενώ αζωτούχος λίπανση φαίνεται ότι επιδρά θετικά στην παραγωγή.



2.4 Λήθαργος και βλάστηση του βοτανικού σπόρου της πατάτας

Όταν αναφερόμαστε στο λήθαργο του βοτανικού σπόρου εννοούμε την αδυναμία του να φυτρώσει αν ευρεθεί σε ευνοϊκές προς τούτο συνθήκες λόγω φυσιολογικών αιτιών (ενδολήθαργος – endodormancy). Ο βοτανικός σπόρος εισέρχεται σε λήθαργο αμέσως μετά τη συγκομιδή.

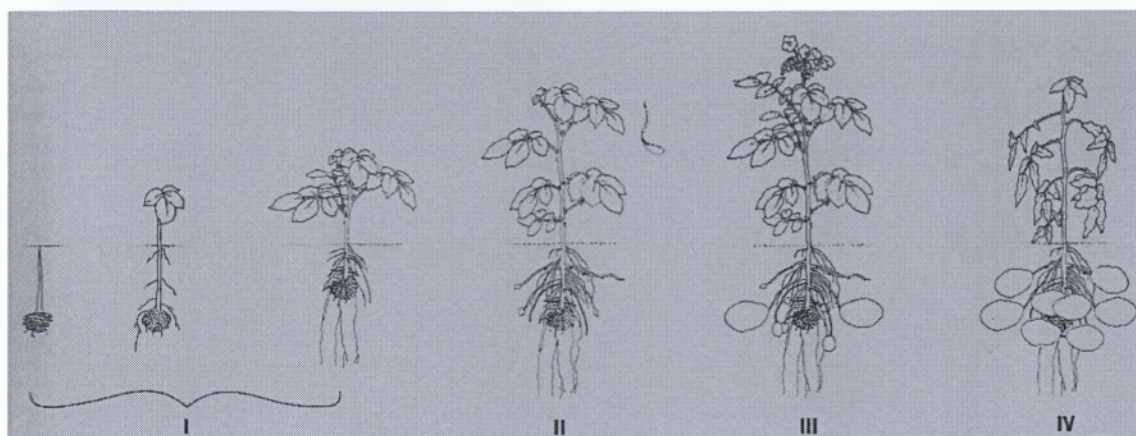
Η περιεκτικότητα του βοτανικού σπόρου σε υγρασία επηρεάζει αποφασιστικά τη διατήρηση της βλαστικότητάς του και χαμηλές υγρασίες διευκολύνουν την μακροχρόνια διατήρηση του σπόρου. Η βλάστηση του βοτανικού σπόρου της πατάτας γίνεται γρήγορα στο 17-20°C αλλά παρεμποδίζεται πάνω από τους 27°C (θερμολήθαργος). Η βλάστηση σε υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να βελτιωθεί με προβλάστηση για 72 ώρες στους 20°C (Ghate et. al., 1983), με εμβάπτιση σε διάλυμα GA₃ συγκέντρωσης 1500-2000 ppm και με ωσμωτική μεταχείριση των σπόρων κατά την οποία τοποθετούνται για 5 ημέρες σε διάλυμα που αποτελείται από KNO₃ (118 mol/m³) και K₃PO₄ (90 mol/m³) και έχει ωσμωτική πίεση 1mPa (Pallais et. al., 1991).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΟΝΔΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΑΤΑΤΑ

3.1 Σχηματισμός των κονδύλων

Μετά τη διακοπή του λήθαργου ξεκινάει η κονδυλοποίηση και μάλιστα ο σχηματισμός των στολώνων στο φυτό αποτελεί το πρώτο στάδιο για την έναρξη της κονδυλοποίησης, η οποία επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για την κονδυλοποίηση (για παράδειγμα, μεγάλη φωτοπερίοδος, υψηλή θερμοκρασία). Προωθείται η βλαστική ανάπτυξη του φυτού και δεν σχηματίζονται στολώνες. Αντίθετα, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές τότε σχηματίζονται ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, όχι υπερβολική ποσότητα αζώτου), αλλιώς παρατείνεται η ανάπτυξη στολώνων εις βάρος των κονδύλων οδηγώντας σε ορισμένες περιπτώσεις σε πλήρη παρεμπόδιση της κονδυλοποίησης (Wooley and Wareing, 1972).



Εικόνα 3.1. Τα στάδια ανάπτυξης φυτού που αναπαράγεται με πατατόσπορο (πηγή: Rowe, 1993).



Η ανάπτυξη των στολώνων ευνοείται σημαντικά όταν η τιμή του λόγου κυτοκινίνες / γιββερελλίνες είναι μικρή (Wooley and Wareing, 1972). Έτσι η εξωγενής εφαρμογή γιββερελλινών ευνοεί την επιμήκυνση των στολώνων ενώ η εφαρμογή των κυτοκινινών, τους μετατρέπει σε φυλλοφόρους βλαστούς όπως συμβαίνει όταν οι στολώνες εκτεθούν στο φως (Kumar and Wareing, 1972). Η χρονική στιγμή της έναρξης της κονδυλοποίησης εξαρτάται από το γενότυπο, 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 το είδος *tuberosum* είναι ικανό να σχηματίσει κόνδυλο ακόμη κι όταν έχει εκπτυχθεί ένα μόνο πραγματικό φύλλο (Ewing, 1990).

Σύμφωνα με τον Rowe (1993) μπορούν να διακριθούν πέντε στάδια κατά την ανάπτυξη των φυτών που προέρχονται από πατατόσπορο. Στα δύο πρώτα στάδια παρατηρείται μόνο βλαστική ανάπτυξη του φυτού και ο σχηματισμός στολώνων. Κατά το τρίτο στάδιο ξεκινά ο σχηματισμός των κονδύλων που αναπτύσσονται σε μέγεθος κατά τη διάρκεια του τέταρτου σταδίου, ενώ στο πέμπτο στάδιο που συμπίπτει με την 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 στολώνα 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 στολώνα (Xu et. al., 1998). 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. Σύμφωνα με τους Swiader et. al. (1992), ο μεγαλύτερος αριθμός κυττάρων του κονδύλου έχει σχηματιστεί όταν η διάμετρός του είναι περίπου 1,3cm και οι Reeve et. al. (1973) αναφέρουν ότι η περαιτέρω μεγέθυνση του κονδύλου μετά τα 30-40 g οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μεγέθυνση των είδη υπαρχόντων κυττάρων.



3.2 Εισαγωγή της κονδυλοποίησης

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 και σύμφωνα με τον (Ewing, 1990), η κονδυλοποίηση ξενικά αφού το φυτό δεχθεί την επίδραση ευνοϊκών συνθηκών (μικρή φωτοπερίοδος κτλ) κι αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της βλαστικής ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τον (Gregory, 1956), ο εμβολιασμός των φύλλων της 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 άνθισης, παρά το γεγονός ότι οι συνθήκες φωτοπεριόδου για άνθιση και κονδυλοποίηση στη πατάτα είναι διαφορετικές (Gutter, 1992). Ο Jackson (1999), αναφέρει ότι η φύση του ερεθίσματος είναι ορμονική και η μεταφορά του γίνεται μέσω του φλοιώδους παρεγχύματος (φλοίωμα) 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). Η έναρξη της κονδυλοποίησης πραγματοποιείται δύο περίπου εβδομάδες αφού αυτά έχουν καλύψει τις ανάγκες τους σε φωτοπερίοδο. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να εκδηλωθεί το φαινόμενο του σχηματισμού «εναερίων κονδύλων» (aerial tubers). Οι κόνδυλοι αυτοί σχηματίζονται στο υπέργειο τμήμα του φυτού συνηθέστερα από τους κατώτερους μασχαλιαίους οφθαλμούς του βλαστού (Jackson, 1999) αλλά ακόμα και στα άνθη (Ewing and Struik, 1992). Έχουν μικρότερο μέγεθος από τους υπόγειους κονδύλους και έχουν χρώμα βαθύ πράσινο ή κόκκινο.

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 καθένα από αυτούς, ξεκινώντας από τον οφθαλμό που βρίσκεται κοντά στον στόλωνα ενώ τελευταίος εισέρχεται σε λήθαργο ο οφθαλμός της κορυφής.

3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την κονδυλοποίηση

3.3.1 Φωτοπερίοδος

Η φωτοπερίοδος είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την κονδυλοποίηση. Το φως επιδρά στην φωτοσύνθεση και το σχηματισμό του αμύλου συνεπώς στην απόδοση. Η πατάτα είναι φυτό φωτόφυλλο και χρειάζεται αρκετό φως για να έχουμε αύξηση της παραγωγής. Έστω και λίγη σκίαση από τα δέντρα ελαττώνει την απόδοσή της ενώ σημαντική σκίαση την καθιστά ανίκανη να δώσει κονδύλους.

Μικρή φωτοπερίοδος ευνοεί την κονδυλοποίηση σε αντίθεση με τη μεγάλη φωτοπερίοδο. Η αντίδραση αυτή μπορεί να είναι ποσοτική, δηλαδή μικρή φωτοπερίοδος να έχει σαν επακόλουθο μεγαλύτερη παραγωγή, διότι το φυτό κονδυλοποιεί νωρίτερα και δίνεται περισσότερος χρόνος για φωτοσυνθετική δραστηριότητα και παραγωγή σακχάρων με ροή αποθησαυρισμού στους κονδύλους. Γενικά, σε μεγάλη φωτοπερίοδο ευνοείται περισσότερο η ανάπτυξη του φυλλώματος και η άνθιση ενώ σε περιορισμένης διάρκειας ημέρες είναι καλύτερη η ανάπτυξη των κονδύλων. Μικρές ημέρες και σχετικά μικρές θερμοκρασίες νύχτας είναι ο καλύτερος συνδυασμός για μεγάλες αποδόσεις. Οι Ewing and Wareing (1978) εισήγαγαν την έννοια της κριτικής φωτοπεριόδου, η οποία χαρακτηρίζει το μέγιστο μήκος ημέρας που επιτρέπει την έναρξη της κονδυλοποίησης για κάθε ποικιλία της οποίας αποτελεί και χαρακτηριστικό. Ειδικά για τις ποικιλίες του υποείδους *andigena* η μικρή φωτοπερίοδος (8h) είναι απολύτως απαραίτητη για την κονδυλοποίηση, ενώ σε συνθήκες μακράς φωτοπεριόδου τα φυτά δεν σχηματίζουν κονδύλους. Επίσης, ο (Ολύμπιος, 1994) αναφέρει ότι όταν μεταφέρονται άγρια είδη πατάτας από το Περού σε βόρειες περιοχές όπου επικρατούν μεγάλες ημέρες δεν σχηματίζονται κόνδυλοι λόγω μεγάλης φωτοπεριόδου. Όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε συνθήκες μεγάλων



ημερών ευνοείται η βλαστική ανάπτυξη του υπέργειου μέρους τους και των στολώνων με αποτέλεσμα να καθυστερεί η έναρξη σχηματισμού των κονδύλων (Jackson, 1999). Οι Lorenzen and Ewing (1990) υποστηρίζουν ότι όταν τα φυτά εκτίθενται σε μικρές ημέρες αυξάνει ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ανά μονάδα ξηρού βάρους φύλλων και μετακινούνται μεγαλύτερες ποσότητες υδατανθράκων από τα φύλλα προς τους κονδύλους κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το σημείο υποδοχής της φωτοπερίοδου είναι η περιοχή του ακραίου οφθαλμού των φυτών και κυρίως τα νεαρά φύλλα με μήκος μικρότερο από 5 cm (Gutter, 1992). Επίσης, οι ερευνητές Batutis and Ewing (1982) υποστηρίζουν ότι το φυτόχρωμα παίζει κάποιο ρόλο στην κονδυλοποίηση και ο Ewing (1990) υποστηρίζει ότι το ερέθισμα της κονδυλοποίησης είναι το ίδιο για την έναρξη της κονδυλοποίησης και στη συνέχεια για την μεγέθυνση – αύξηση του κονδύλου και είναι πιθανό ότι αν η κονδυλοποίηση ελέγχεται από τη σχέση κάποιων ενδογενών ουσιών η μικρή φωτοπερίοδος να αυξάνει τη συγκέντρωση μιας κατηγορίας ουσιών ενώ χαμηλές θερμοκρασίες ίσως περιορίζουν τη συγκέντρωση άλλης κατηγορίας με την ίδια τελικά επίδραση επί των φυτών. Πάντως σύμφωνα με τον Jackson (1999), το φυτόχρωμα Β φαίνεται να σχετίζεται περισσότερο με την παρεμπόδιση της κονδυλοποίησης σε μεγάλες ημέρες παρά με την προώθησή της όταν επικρατούν μικρές ημέρες και το πιθανότερο είναι να προκαλεί την αύξηση της συγκέντρωσης κάποιας ουσίας που παρεμποδίζει την κονδυλοποίηση όταν επικρατούς μεγάλες ημέρες.

3.3.2 Θερμοκρασία

Εκτός από την φωτοπερίοδο άλλος σημαντικός παράγοντας για την κονδυλοποίηση είναι η θερμοκρασία. Οι χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν και επιταχύνουν την κονδυλοποίηση ενώ υψηλές θερμοκρασίες αντιθέτως τη δυσχεραίνουν έως και την αναστέλλουν και μπορεί να προκαλέσουν τη μετατροπή των στολώνων σε φυλλώδεις υπέργειους βλαστούς. Σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού η ευνοϊκότερη μέση θερμοκρασία 24ώρου για κονδυλοποίηση είναι περίπου 12°C και σε συνθήκες άπλετου φωτισμού οι 18°C.

Μπορεί λοιπόν να λεχθεί ότι θερμοκρασίες 18-24°C την ημέρα και 6-12°C τη νύχτα είναι οι ιδανικότερες για την κονδυλοποίηση. Πιο σημαντική είναι η θερμοκρασία της νύχτας με άριστα επίπεδα στους 12°C (Ολύμπιος, 1994). Γενικώς, η



πατάτα είναι φυτό που προσαρμόζεται καλύτερα σε ψυχρά κλίματα από ότι σε ζεστά, για το λόγο αυτό σε υψηλές θερμοκρασίες ιδιαίτερα κατά τη νύχτα ευνοείται η υπέργεια δραστηριότητα του φυτού που εκδηλώνεται με το σχηματισμό πολλών φύλλων, στελεχών και διακλαδώσεων τους ενώ αντίθετα σε χαμηλές θερμοκρασίες ευνοείται η υπόγεια δραστηριότητα του φυτού δίνοντας μεγάλο αριθμό κονδύλων και μεγάλη παραγωγή. Σε ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες η ανάπτυξη του πατατόσπορου επιβραδύνεται ενώ στους 4°C περίπου αναστέλλεται. Ενώ σε ακόμη χαμηλότερες θερμοκρασίες (-4°C) σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι στους μεσοκυντάριους χώρους των φυτικών ιστών με αποτέλεσμα τη νέκρωση των κυττάρων και την αδυναμία των φυτών να παράγουν κονδύλους (Li et. al., 1981).

Σύμφωνα με τους Ewing and Struik (1992) οι υψηλές θερμοκρασίες αέρα (30-35°C) καθυστερούν την έναρξη του σχηματισμού των κονδύλων ανεξάρτητα με το μήκος της ημέρας και το φαινόμενο είναι εντονότερο όταν ταυτόχρονα και η διάρκεια της ημέρας είναι μεγάλη. Αυτή η επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών είναι πιθανό να οφείλεται στην παρεμπόδιση της μετακίνησης των προϊόντων της φωτοσύνθεσης προς τους κονδύλους και στην κατανάλωσή τους για την βλαστική ανάπτυξη των φυτών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι πολύ ευνοϊκές για την κονδυλοποίηση. Ο Menzel (1980), αναφέρει ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες προωθούν την παραγωγή κονδύλων και μειώνουν την βλαστική ανάπτυξη. Επίσης, υποστηρίζει ότι οι οφθαλμοί είναι οι κύριες θέσεις σύνθεσης των γιββερελλινών στην πατάτα και ότι οι υψηλές θερμοκρασίες πυροδοτούν τη διαδικασία αυξημένης παραγωγής τους, έτσι και η αδυναμία κονδυλοποίησης στις θερμοκρασίες αυτές (Menzel, 1980).

Μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει έντονη γενετική διαφοροποίηση όσον αφορά στην επίδραση των θερμοκρασιών για την ανάπτυξη και παραγωγή της πατάτας, υπάρχουν δηλαδή ποικιλίες που δεν κονδυλοποιούν. Σε υψηλές θερμοκρασίες υπάρχουν όμως κάποιες που και κονδυλοποιούν και παράγουν ικανοποιητικά σε τέτοιες συνθήκες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η ερυθρόσαρκη ποικιλία Congo που καλλιεργείται στην Αφρική.

Ειδικά ερευνητικά προγράμματα στοχεύουν στη δημιουργία τέτοιων ποικιλιών που θα καλύψουν τις ανάγκες ιδιαίτερα των παράλιων περιοχών της Μεσογείου.



3.3.3 Ένταση φωτισμού

Ένας τρίτος παράγοντας (εκτός της θερμοκρασίας και της φωτοπερίοδου) που επηρεάζει την κονδυλοποίηση της πατάτας είναι η ένταση φωτισμού. Φαίνεται ότι οι τρεις αυτοί παράγοντες αλληλεξαρτώνται και ιδιαίτερα η φωτοπερίοδος και η ένταση του φωτισμού φαίνεται ότι δρουν συνδυαστικά. Η ένταση του φωτός επηρεάζει το σχηματισμό των κονδύλων αλλά και τη μετέπειτα ανάπτυξή τους. Η υψηλή ένταση φωτισμού φαίνεται να επιταχύνει την κονδυλοποίηση (Ολύμπιος, 1994). Ο Menzel (1985) εργαζόμενος στην αλληλεπίδραση μεταξύ θερμοκρασίας και έντασης φωτισμού διαπίστωσε ότι η ποικιλία Sebago αντιδρούσε κατά τον ίδιο τρόπο τόσο στις υψηλές θερμοκρασίες όσο και στο χαμηλό φωτισμό εκτρέποντας την παροχέτευση της ξηράς ουσίας (σακχάρων) στους βλαστούς αντί των κονδύλων, με επακόλουθο αντίστοιχες αλλαγές σε μια σειρά μορφολογικών χαρακτηριστικών και υποστήριξε ότι οι δύο αυτοί παράγοντες ενεργούσαν μέσα από την αύξηση της σύνθεσης ουσιών που παρεμπόδιζαν την κονδυλοποίηση και πιθανόν των γιγβερελλινών. Η παραγωγή δε καθορίζεται από την ισορροπία θερμοκρασίας και έντασης φωτισμού. Επίσης ο Menzel (1985) υποστηρίζει ότι αρκετές ποικιλίες έχουν ικανοποιητική παραγωγή όταν αναπτύσσονται σε υψηλή ένταση φωτισμού ακόμη κι αν η θερμοκρασία είναι 30°C και επικρατούν μεγάλες ημέρες. Αυτό αποδίδεται στην αυξημένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών που προκαλείται από την υψηλή ένταση του φωτός (400-450w/m²) με αποτέλεσμα να τροφοδοτούνται οι κόνδυλοι με μεγαλύτερη ποσότητα υδατανθράκων.

3.3.4 Θρεπτική κατάσταση του φυτού

Το άζωτο διεγείρει τη βλαστική αύξηση κι η προσθήκη του στο έδαφος θα πρέπει να μην ενεργεί σε βάρος της παραγωγής όπως θα μπορούσε να συμβεί σε φυτείες με ζωνρή βλάστηση ή για ποικιλίες ζωνρές και μεγάλου βιολογικού κύκλου ή όταν η θερμοκρασία και σχετική υγρασία είναι υψηλές οπότε θα μπορούσε να λειτουργήσει σε βάρος της παραγωγής.

Η χαμηλή περιεκτικότητα των φυτών σε άζωτο συντελεί στο σχηματισμό κονδύλων (Ολύμπιος, 1994). Η διάθεση υψηλών ποσοτήτων αζώτου στο φυτό παρεμποδίζει την κονδυλοποίηση μέχρι και τέλειας αποτροπής της έστω και αν οι



άλλες συνθήκες είναι ευνοϊκές. Διακοπή της τροφοδοσίας αζώτου σε υδροπονική καλλιέργεια φυτών πατάτας που εδέχτο πλούσια αζωτούχο λίπανση προκάλεσε κονδυλοποίηση. Όμως, ο Menzel (1985) παρατήρησε ότι η παροχή αζώτου μέσω διαφυλλικών ψεκασμών δεν παρεμπόδισε σημαντικά την ανάπτυξη των κονδύλων ακόμα και όταν η συγκέντρωσή του κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα.

Η επίδραση του αζώτου που αναφέρθηκε προηγουμένως δεν φαίνεται ικανή να προκαλέσει κονδυλοποίηση όταν οι άλλοι παράγοντες (θερμοκρασία, φωτοπερίοδος κλπ.) δεν είναι ευνοϊκοί. Για αυτό ο Jackson (1999) τονίζει ότι το άζωτο επηρεάζει την ανάπτυξη των κονδύλων μετά το σχηματισμό τους χωρίς να επάγει την κονδυλοποίηση. Από τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία το κάλιο (K) αυξάνει το μέγεθος των κονδύλων, ενώ ο φώσφορος αυξάνει τον αριθμό των κονδύλων και ελάχιστα επηρεάζει το μέγεθός τους. Το κάλιο επίσης επιδρά θετικά στην εξωτερική εμφάνιση των κονδύλων και στην αντοχή τους στις μηχανικές βλάβες κατά τη συγκομιδή.

3.3.5 Το pH του υποστρώματος

Τα πατατόφυτα αναπτύσσονται και αποδίδουν καλύτερα σε εδάφη ελαφρά, αμμώδη έως αμμοπηλώδη, γόνιμα και διαπερατά που συγκρατούν αρκετή υγρασία.

Η επιθυμητή αντίδραση του εδάφους είναι η ελαφρώς όξινη (pH περίπου 5-6). Έχει σημειωθεί ότι φυτά που αναπτύσσονται σε όξινα εδάφη αποδίδουν περισσότερο. Σύμφωνα με τους (Wan et. al., 1994), σε υδροπονική καλλιέργεια πατάτας, η έκθεση των φυτών για μικρό χρονικό διάστημα σε χαμηλό pH (<4) έχει σαν αποτέλεσμα την επιτάχυνση της έναρξης του σχηματισμού κονδύλων με αυξημένη παραγωγή κονδύλων αλλά μικρότερο μέγεθος. Θα μπορούσε ένα τέτοιο εδαφικό pH να εφαρμοσθεί για καλλιέργεια πατατόσπορου, αλλά σύμφωνα με τον (Westerman, 1993) η παρατεταμένη έκθεση των φυτών σε pH μικρότερο από 5 μπορεί να οδηγήσει τα φυτά σε τροφοπενία Ca, Mg, Mo και τοξικότητα Mn και Al.



3.3.6 Υγρασία

Η πατάτα είναι φυτό απαιτητικό σε νερό. Έτσι προκόβει σε χώρες με συχνές βροχοπτώσεις και υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία. Πρέπει να σημειωθεί ότι το 95% του νερού που απορροφάται από τις ρίζες του φυτού, φεύγει στην ατμόσφαιρα μέσω της διαπνοής. Επίσης, νερό χάνεται και λόγω εξάτμισης από το έδαφος, αλλά και λόγω διήθησης. Η φυτεία από τη φύτευση μέχρι και λίγο πριν τη συγκομιδή πρέπει να καλύπτεται από νερό χωρίς να παρεμβαίνουν διαστήματα με ξηρό έδαφος. Συγκεκριμένα, κατά τη φύτευση έλλειψη υγρασίας προκαλεί ακανόνιστο και καθυστερημένο φύτρωμα, στεγνό έδαφος στο στάδιο έναρξης της κονδυλοποίησης διευκολύνει την προσβολή των κονδύλων από αντινομύκωση. Στο στάδιο της ανάπτυξης των κονδύλων οι ανάγκες σε νερό είναι μεγάλες λόγω έντασης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και των αυξημένων απωλειών λόγω διαπνοής.

Τέλος, κατά το τελευταίο στάδιο της διόγκωσης των κονδύλων, η επάρκεια νερού πρέπει να είναι συνεχής διότι έλλειψή του μπορεί να προκαλέσει δευτερογενή βλάστηση και κακοσχηματισμένους κονδύλους ή γενικό φύτρωμα των κονδύλων (έλλειψη λήθαργου), όταν ακολουθήσει βροχόπτωση ή άρδευση.

Σύμφωνα με τον Vayda (1994) ο επαρκής εφοδιασμός των φυτών με νερό κατά το «στάδιο IV» της ανάπτυξής τους, είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων.

3.3.7 Μικροοργανισμοί

Ο παραγόμενος πατατόσπορος είναι γνωστός ως αμόλυντος. Έχουν όμως βρεθεί σε υγιείς κονδύλους βακτήρια των γενών *Bacillus*, *Xanthomonas*, *Actinomyces*, *Agrobacterium*, *Pseudomonas* και *Acinetobacter*. Σύμφωνα με τον Sturz (1995) ορισμένα από αυτά τα βακτήρια επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την κονδυλοποίηση. Έχει σημειωθεί ότι τα βακτήρια που ευνοούν την ανάπτυξη των κονδύλων σε σχέση με αυτά που την παρεμποδίζουν, μεταβάλλεται γύρω από το μητρικό κόνδυλο κατά το στάδιο γήρανσής του με αποτέλεσμα να επηρεάζεται ο αριθμός και η περαιτέρω ανάπτυξη των παραγόμενων κονδύλων.



3.4 Ορμονικός έλεγχος της κονδυλοποίησης

Δεν έχει αποσαφηνιστεί ο ακριβής μηχανισμός της κονδυλοποίησης στην πατάτα αν και γενικώς είναι παραδεκτό ότι είναι αρμονικής φύσεως και περισσότερες της μιας ουσίες συμμετέχουν σε αυτόν. Η ισορροπία δε των ουσιών επηρεάζεται από διάφορους εδαφοκλιματικούς παράγοντες όπως θερμοκρασία, ένταση φωτισμού, φωτοπερίοδος και η θρέψη του φυτού (ιδιαίτερα η παροχή αζώτου).

3.4.1 Γιββερελλίνες και επιβραδυντές αύξησης

Προσπαθώντας να ερμηνεύσουν το μηχανισμό της κονδυλοποίησης, οι ερευνητές διατύπωσαν διάφορες θεωρίες. Έτσι ο σχηματισμός των κονδύλων ελέγχεται από την δραστηριότητα και τη σχέση περισσότερων του ενός ρυθμιστικών ουσιών και όχι απλά από τη συγκέντρωση μιας ουσίας. Έχει λεχθεί ότι οι γιββερελλίνες ευνοούν τη στολonoποίηση και όχι την κονδυλοποίηση.

Όταν οι κλιματικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για την κονδυλοποίηση, αυξάνονται η συγκέντρωση και η δραστηριότητα των γιββερελλινών (Ewing, 1990), υποστηρίζει ότι οι μη ευνοϊκές για την κονδυλοποίηση συνθήκες, προκαλούν αύξηση των ενδογενών επιπέδων των γιββερελλινών στα φυτά. Οι υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την δραστηριότητα των γιββερελλινών κυρίως στους οφθαλμούς των βλαστών και λιγότερο στα φύλλα όθεν και η αδυναμία κονδυλοποίησης στις θερμοκρασίες αυτές. Έτσι τα φυτά που αναπτύσσονται σε μεγάλη φωτοπερίοδο παρουσιάζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις γιββερελλινών οι οποίες ευνοούν την βλαστική ανάπτυξη και όχι την κονδυλοποίηση.

Κατά τους Van den Berg et. al. (1995), όταν μειώνεται η συγκέντρωση των ενδογενών γιββερελλινών, τα φυτά έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν κονδύλους ακόμα και όταν η διάρκεια της ημέρας είναι μεγάλη.

Οι Machackova et. al. (1998) πραγματοποίησαν πείραμα με φυτά *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, τα οποία κρατήθηκαν για μεγάλο διάστημα σε καλλιέργεια *in vitro*, χρησιμοποιώντας τμήματα βλαστού με έναν κόμβο για υποκαλλιέργειες. Στη συνέχεια, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο έδαφος, ερευνήθηκαν τρεις φωτοπερίοδοι. Πρώτη φωτοπερίοδος: μικρές ημέρες (10 ώρες), δεύτερη: μεγάλες ημέρες (συνεχής



φωτισμός) και τρίτη night break (όπως στις μικρές ημέρες αλλά με την σκοτεινή περίοδο να διακόπτεται στο μέσο της από μια ώρα ακτινοβολίας λευκού φωτός). Στα φυτά της πρώτης φωτοπεριόδου η δραστηριότητα της γιββερελλίνης σε όλα τα όργανα ήταν πολύ χαμηλή. Στη δεύτερη και την τρίτη η δραστηριότητα των γιββερελλινών ήταν 4-10 φορές μεγαλύτερη. Η μόνη εξαίρεση ήταν οι ρίζες και οι στόλωνες με night break όπου η αύξηση συγκρινόμενη με αυτή στις μικρές ημέρες δεν ήταν σημαντική.

Οι Garcia-Martinez and Gil (2001) υποστηρίζουν ότι ο σχηματισμός των κονδύλων στην πατάτα ελέγχεται από την φωτοπερίοδο και τις γιββερελλίνες. Οι επιβραδυντές αύξησης (daminozide, ancymidol, chlormequat chloride), εμποδίζουν τη βιοσύνθεση των γιββερελλινών, ευνοούν όμως την παραγωγή κονδύλων ακόμα και όταν οι συνθήκες δεν είναι επαγωγικές για την κονδυλοποίηση (Menzel, 1980).

Ο Menzel (1980) πραγματοποίησε πειράματα με φυτά πατάτας που προήλθαν από κονδύλους της ποικιλίας Sebago τα οποία αναπτύχθηκαν με φυσικό φωτισμό γυάλινου θερμοκηπίου σε θερμοκρασίες ημέρας/ νύχτας 22/ 18°C, 32/ 18°C, 32/ 28°C. Εφαρμόστηκαν, πρώτον το γιββερελλικό οξύ (GA_3) με διαφυλλικό ψεκασμό σε ποσότητα 100mg/l τις ημέρες 0 και 6. Δεύτερον, το ABA σε ποσότητες 5, 10, 20, 50 mg/l τις ημέρες 0 και 6 και τέλος το CCC σε ποσότητες 2 και 4g/l με διαβροχή του εδάφους τις ημέρες 2, 6 και 12. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το γιββερελλικό οξύ (GA_3) μείωσε την κονδυλοποίηση σε όλες τις θερμοκρασίες, αύξησε την επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών ενώ το CCC αύξησε την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών ώστε η κονδυλοποίηση ήταν μεγαλύτερη στις χαμηλές θερμοκρασίες με το CCC και μικρότερη στις υψηλές θερμοκρασίες με το GA_3 . Εφαρμογή CCC ή ABA προωθεί την έναρξη σχηματισμού των κονδύλων. Το CCC και το ABA αυξάνουν τον αριθμό των κονδύλων ανά φυτό στις υψηλότερες θερμοκρασίες. Το GA_3 καθυστερεί την κονδυλοποίηση, μειώνει τον αριθμό των κονδύλων και οι κόνδυλοι παράγονται σε μακριούς στόλωνες. Οι επιδράσεις του GA_3 και των υψηλών θερμοκρασιών είναι παρόμοιες ενώ οι επιδράσεις των CCC και ABA είναι παρόμοιες με αυτές των χαμηλών θερμοκρασιών.

Άλλες μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο παρεμποδιστής της ανάπτυξης 2-chloroethyltrimethyl ammonium chloride (CCC), ο οποίος παρεμποδίζει τη σύνθεση των γιββερελλινών στα φυτά μπορεί να προκαλέσει κονδυλοποίηση ακόμη και σε



συνθήκες αρνητικές για τέτοια δραστηριότητα και συγκεκριμένα σε μεγάλη φωτοπερίοδο, υψηλή θερμοκρασία και παροχή περίσσειας αζώτου μέσω πιθανώς της επίδρασης στις συγκεντρώσεις των ενδογενών φυτορμονών και ιδιαίτερα των γιββερελλινών και των παρεμποδιστών τους. Οι Sharma et. al. (1998) μελέτησαν την επίδραση του GA_3 (100 ppm) και του chlormequat chloride (2000 ppm) με επαναλαμβανόμενους ψεκασμούς σε φυτά πατάτας της ποικιλίας Kufri Chandramukhi. Έγιναν επτά συνολικά ψεκασμοί για κάθε φωτορρυθμιστική ουσία. Οι ψεκασμοί ξεκίνησαν 5 ημέρες μετά την εμφάνιση των βλαστών (25 ημέρες μετά τη φύτευση του πατατόσπορου) κι επαναλαμβάνονταν κάθε 5 ημέρες μέχρι 25 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή. Το GA_3 ευνόησε την ανάπτυξη των στολώνων των στελεχών και των φύλλων, προκάλεσε μείωση της παραγωγής και οι κόνδυλοι ήταν κυρτοί και επιμήκεις. Το chlormequat chloride περιόρισε την ανάπτυξη των φυτών και των στολώνων με αποτέλεσμα οι κόνδυλοι να σχηματιστούν σε μικρού μήκους στόλωνες. Αντίθετα, με το GA_3 προκάλεσε αύξηση της παραγωγής και οι κόνδυλοι είχαν στρογγυλό σχήμα και πιο ομοιόμορφο μέγεθος. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι με το GA_3 προκάλεσε μείωση της χλωροφύλλης στα φύλλα και μείωση της περιεκτικότητας των κονδύλων σε άμυλο.

Οι Sekhon and Singh (1985) αναφέρουν ότι το chlormequat chloride προκάλεσε αύξηση του αριθμού των μικρών κονδύλων χωρίς σημαντική αύξηση της παραγωγής, ενώ ο Menzel (1984) διαπίστωσε αύξηση της παραγωγής σε δύο μόνο ποικιλίες από τις εννέα που μελέτησε (Sebago και Kennebec).

Ο Laycock (1971) αναφέρει ότι στην ποικιλία King Edward ο ψεκασμός των φυτών όταν οι κόνδυλοι είχαν διάμετρο 10mm με daminozide (0,95 kg/ha) προκαλεί την αύξηση του αριθμού και του βάρους των κονδύλων μικρού μεγέθους αλλά δεν επηρεάζει την τελική παραγωγή. Όμως, οι Bodlaender and Algra (1966) κατέληξαν σε αντίθετα συμπεράσματα δηλαδή σε αύξηση της παραγωγής όταν εφαρμόστηκε διαφυλλικός ψεκασμός με daminozide.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο ρόλος των γιββερελλινών είναι παρεμποδιστικός στην κονδυλοποίηση των φυτών της πατάτας. Αντίθετα, ο ρόλος των επιβραδυντών αύξησης φαίνεται να εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, για παράδειγμα, ποικιλία, στάδιο ανάπτυξης του φυτού, συνθήκες περιβάλλοντος. Εκτός από τις γιββερελλίνες πιο σημαντική κατά τον (Ewing, 1990) φαίνεται να είναι η



αναλογία ABA/GA η οποία κατά το χρόνο επαγωγής των κονδύλων είναι συνήθως υψηλή.

3.4.2 Αμπσισικό οξύ (ABA)

Ο αριθμός των ουσιών που έχουν βρεθεί στα φυτά και οι οποίες έχουν την ιδιότητα να προκαλούν ανάσχεση ή παρεμπόδιση της αύξησης είναι αρκετά μεγάλος. Από αυτές μόνο το αμπσισικό οξύ θεωρείται σήμερα σαν φυτορρυθμιστική ουσία (φυτορμόνη). Θεωρείται ότι έχει εξίσου μεγάλη σημασία με τις αυξίνες, τις γιββερελλίνες, τις κυτοκινίνες και το αιθυλένιο στον έλεγχο των διαφόρων φυσιολογικών λειτουργιών των φυτών.

Η βιοσύνθεσή του γίνεται από το mevalonate όπως και στις γιββερελλίνες. Η κοινή καταγωγή των δύο αυτών ουσιών έχει ιδιαίτερη σημασία για την ισορροπία και τη ρύθμιση της αύξησης στα φυτά. Συντίθεται στους χλωροπλάστες όπως και οι γιββερελλίνες και το ABA είναι παρεμποδιστής αύξησης ενώ η γιββερελλίνη είναι υποκινητής αύξησης. Το ABA είναι παρεμποδιστής της βλαστικής ανάπτυξης και προκαλεί διακοπή της κυριαρχίας της κορυφής και πιθανόν διακοπή της επιμήκυνσης του στόλωνα κάτι που ευνοεί το σχηματισμό κονδύλου. Η συγκέντρωσή του στα φυτά όταν οι ημέρες είναι ευνοϊκές (μικρές ημέρες) είναι αυξημένη.

Ο Menzel (1980) πραγματοποιώντας πείραμα με φυτά πατάτας της ποικιλίας Sebago, παρατήρησε ότι το ABA προωθεί την έναρξη της κονδυλοποίησης και αυξάνει την παραγωγή. Επίσης ευνοεί την κονδυλοποίηση σε υψηλές θερμοκρασίες ή σε μεγάλη φωτοπερίοδο.

3.4.3 Κυτοκινίνες

Ανακαλύφθηκε από τον Skoog και τους συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο του Winsconsin των ΗΠΑ. Απομόνωσαν σε καθαρή μορφή ένα παράγωγο της αδενίνης στην οποία έδωσαν το όνομα kinetin, από την ικανότητά της να υποκινεί την κυτταρική διαίρεση των κυττάρων της εντεριώνης του καπνού, in vitro, παρουσία αυξίνης. Η βιοσύνθεση των κυτοκινινών στα ανώτερα φυτά φαίνεται να γίνεται σε μεριστοματικούς ή με μεγάλο δυναμικό αύξησης ιστούς όπως τα νεαρά φύλλα,



οφθαλμοί, μεσογονάτια νεαρών βλαστών, αναπτυσσόμενοι σπόροι και καρποί, καθώς και οι κορυφές των ριζών των φυτών και από εκεί μετακινούνται ακροπέταλα στους βλαστούς. Σε αντίθεση με τις γιββερελλίνες, οι κυτοκινίνες (6BAP, zeatin, kinetin, οι ριζοβίτες τους και άλλα). Όταν προστέθηκαν στο θρεπτικό διάλυμα βρέθηκε ότι ευνοούσαν την κονδυλοποίηση *in vitro* των στολώνων, ενώ παρεμποδίζουν τη στολonoποίηση. Κατά τον Ewing (1990) η συγκέντρωση των κυτοκινινών στο υπέργειο μέρος των φυτών αυξήθηκε 4 ημέρες μετά την επαγωγή της κονδυλοποίησης και παρατηρήθηκε μικρή αύξηση της συγκέντρωσής τους στην άκρη του στόλωνα μετά την έναρξη σχηματισμού του κονδύλου. Η εξωγενής εφαρμογή κυτοκινινών σε στόλωνες δεν μπορεί να επάγει την κονδυλοποίηση όταν οι άλλες συνθήκες (θερμοκρασία κλπ) δεν είναι ευνοϊκές και σύμφωνα με τον Krauss (1985) σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει την μετατροπή του στόλωνα σε φυλλοφόρο βλαστό.

3.4.4 Αυξίνες

Η πρακτική χρήση των συνθετικών αυξινών στη γεωργία γίνεται συνεχώς και μεγαλύτερη αφού χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς, όπως για μεγαλύτερη ανθοφορία, ριζοβολία μοσχευμάτων, πρόληψη καρπώπτωσης, πρόκληση παρθενοκαρπίας και για πολλές άλλες περιπτώσεις.

Εκτός από την ευεργετική αξία τους στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών αναδείχθηκαν και φυτοτοξικές. Σε λίγο μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από εκείνες που χορηγούνται ως ορμόνες δρουν τοξικά και προκαλούν το θάνατο σε πολλά φυτά. Με αυτήν τους την ιδιότητα χρησιμεύουν για την καταπολέμηση των ζιζανίων. Έχει βρεθεί ότι δρουν εκλεκτικά δηλαδή καταστρέφουν μόνο ορισμένες κατηγορίες φυτών όπως τα πλατύφυλλα ενώ δε βλάπτουν τα στενόφυλλα. Όσον αφορά την κονδυλοποίηση της πατάτας δεν εμπλέκονται άμεσα στην επαγωγή τους. Σύμφωνα με τον (Ewing, 1990), μια μικρή αύξηση της δραστηριότητας των αυξινών κατά τα πρώτα στάδια σχηματισμού των κονδύλων σχετίζεται περισσότερο με την ανάπτυξη του μεγέθους τους.



Πάντως η εξωγενής εφαρμογή IAA ή NAA ή 2,4 D αναφέρεται ότι αυξάνει κυρίως το μέγεθος των παραγόμενων κονδύλων και σε ορισμένες περιπτώσεις ευνοεί και την έναρξη της κονδυλοποίησης (Gutter, 1992).

3.4.5 Αιθυλένιο

Πέραν των κυτοκινινών το αιθυλένιο φαίνεται ότι ευνοεί την κονδυλοποίηση όπως αποδείχθη με εφαρμογή σε καλλιέργειες *in vitro* αλλά και σε φυτά στον αγρό. Η επίδραση του αιθυλενίου οφείλεται μάλλον στην παρεμπόδιση της δράσης των γιββερελλινών.

Από όσα έχουμε γράψει μέχρι τώρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μόνο οι γιββερελλίνες έχουν καθαρά παρεμποδιστικό ρόλο στην κονδυλοποίηση. Οι άλλες ορμόνες επιδρούν θετικά στην κονδυλοποίηση των πατατόφυτων όταν και οι άλλοι παράγοντες είναι ευνοϊκοί. Έτσι λοιπόν με το μοντέλο που προτείνει η (Gutter, 1992), έχουμε:

- 1) Οι γιββερελλίνες ευνοούν την στολonoποίηση παρεμποδίζοντας την έναρξη του σχηματισμού κονδύλου.
- 2) Οι κυτοκινίνες ευνοούν τις κυτταρικές διαιρέσεις μετά την έναρξη του σχηματισμού του κονδύλου.
- 3) Οι αυξίνες ευνοούν την μεγέθυνση των κυττάρων στην άκρη του στόλωνα δρώντας στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των κονδύλων.
- 4) Το αμψισικό οξύ επιδρά στην έναρξη του σχηματισμού των κονδύλων γιατί διακόπτει την ανάπτυξη της κορυφής του στόλωνα.

Όμως και ο ρόλος των σακχάρων είναι σημαντικός για την κονδυλοποίηση. Η συγκέντρωση υδατοδιαλυτών σακχάρων φαίνεται να επηρεάζει άμεσα τη διόγκωση των άκρων των στολώνων και το σχηματισμό των κονδύλων και σε καλλιέργειες στολώνων *in vitro* συγκεντρώσεις σακχαρόζης άνω του 4% στο θρεπτικό υπόστρωμα είναι απαραίτητες για την κονδυλοποίηση.

Εκτός του αμύλου οι κόνδυλοι περιέχουν πρωτεΐνες σε ποσοστό 10-20% επί του ξηρού βάρους και συναντώνται κυρίως υπό μορφή κυβοειδών κρυστάλλων



ιδιαίτερα μεγάλου μεγέθους περίπου (10 μm). Το μεγαλύτερο ποσοστό των πρωτεϊνών των κονδύλων πατάτας καλύπτει η οικογένεια διαλυτών γλυκοπρωτεϊνών γνωστών με το όνομα πατατίνη ή τουμπερίνη. Οι πρωτεΐνες αυτές θεωρούνται άριστες από πλευράς διαιτητικής αξίας.

Η πατατίνη δεν βρίσκεται στα φύλλα, στα στελέχη ή άλλα μέρη του φυτού πλην του άκρου των στολώνων στο οποίο πρωτοεμφανίζεται αμέσως προ της κονδυλοποίησης. Η ύπαρξη πατατίνης είναι γενική για όλες τις ποικιλίες πατάτας και μπορεί επομένως να θεωρηθεί ως ένας ασφαλής βιοχημικός δείκτης της έναρξης ή του σταδίου της κονδυλοποίησης. Οι Sharma et. al. (1998) υποστηρίζουν ότι η αύξηση του μεγέθους των κονδύλων (10-25%) που παρατηρήθηκε σε φυτά που εφαρμόστηκε chlormequat chloride, μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη αποτελεσματικότητα των παραπάνω κονδύλων να μετατρέπουν την σακχαρόζη σε άμυλο.



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί η επίδραση της διάρκειας της ημέρας (φωτοπερίοδος), της έντασης φωτισμού και της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη των φυτών, στο σχηματισμό και την ανάπτυξη των κονδύλων πατάτας που προέρχονται από βοτανικό σπόρο πατάτας (TPS). Για το λόγο αυτό καλλιεργήθηκε ένα υβρίδιο πατάτας σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, δηλαδή σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών και σε πλαστικό μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της άνοιξης. Επιπρόσθετα, στα δύο αυτά περιβάλλοντα μελετήθηκε και η επίδραση της συχνότητας εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης.

4.2 Υλικά και Μέθοδοι

Η καλλιέργεια της πατάτας πραγματοποιήθηκε με σπορά βοτανικού σπόρου (true potato seed) του υβριδίου CIP-CHACASINA (CIP N° 993021). Το υβρίδιο αυτό προέρχεται από τη διασταύρωση των YUNGAY (θηλυκός γονέας) και 104.12 LB (αρσενικός γονέας) και παράχθηκε το 1996. Οι σπόροι διατηρούνται σε θερμοκρασία 4-5°C. Σύμφωνα με το C.I.P. (International Potato Centre), οι σπόροι του υβριδίου είχαν δεχθεί μεταχείριση με υποχλωριώδες νάτριο (συγκέντρωση 5%) για 10 min και στη συνέχεια συσκευάστηκαν σε φάκελο από πλαστικοποιημένο αλουμίνιο που έκλεινε αεροστεγώς.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Καλαμάτας από τον Ιανουάριο του 2012 έως και το Ιούνιο του 2012. Συγκεκριμένα έγινε σπορά τη 25 Ιανουαρίου 2012



και ακολούθησε μεταφύτευση των νεαρών σποροφύτων την 5 Μαρτίου του 2012, δηλ. 40 ημέρες μετά τη σπορά.

Η σπορά έγινε σε δίσκους σποράς με ατομικές θέσεις και υπόστρωμα μη εμπλουτισμένη τύρφη (Klansmann TS2). Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε βάθος περίπου 0,5-1 cm και μετά την ανάδυση των νεαρών φυταρίων παρέμειναν στους δίσκους σποράς μέχρι την εμφάνιση 5-6 πραγματικών φύλλων. Στο σπορείο τα φυτά λιπάνθηκαν δύο φορές με σύνθετο λίπασμα 20-20-20, σε συγκέντρωση 10 g λιπάσματος ανά 10 L νερό.

Η μεταφύτευση έγινε σε γλάστρες όγκου 2 L με υπόστρωμα τύρφη (Klansmann TS1) και περλίτη σε αναλογία 1:1. Πριν την φύτευση, αναμείχθηκαν η τύρφη και ο περλίτης για να ομογενοποιηθούν. Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (1994) είναι σημαντικός ο ρόλος του περλίτη στην συγκράτηση της υγρασίας. Για την μεταφύτευση χρησιμοποιήθηκαν γλάστρες όγκου 2 L, οι οποίες επιλέχθηκαν γιατί συνδυάζουν τις μικρές αποστάσεις φύτευσης σποροφύτων πατάτας να περιορίζουν σημαντικά την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και των στολώνων (Αλεξόπουλος, 2001). Οι γλάστρες μεταφέρθηκαν:

(α) οι μισές σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (walk in) με 10 ώρες διάρκεια ημέρας και θερμοκρασία ημέρας 18°C και διάρκεια νύχτας 14 ώρες και θερμοκρασία νύχτας 12°C,

(β) οι άλλες μισές σε μη θερμαινόμενο πλαστικό θερμοκήπιο, χωρίς έλεγχο των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών.

Η ένταση φωτισμού στο θερμοκήπιο κυμάνθηκε από 200 $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ (με συννεφιά) και 700 $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ (όχι πλήρης ηλιοφάνεια) έως 2000 $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ (πλήρης ηλιοφάνεια), ενώ στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών ήταν σταθερή 120 $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ (φωτισμός φθορισμού).

Μετά τη μεταφύτευση η λίπανση των φυτών έγινε ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μεταχείριση. Πιο συγκεκριμένα οι μεταχειρίσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής:

1. μάρτυρας (χωρίς λίπανση)
2. κάθε 7 ημέρες λίπανση με 150 ppm αζώτου



3. κάθε 14 ημέρες λίπανση με 150 ppm αζώτου

4. κάθε 21 ημέρες λίπανση με 150 ppm αζώτου

Για την αζωτούχο λίπανση των φυτών, ανεξάρτητα της μεταχείρισης, χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα νιτρική αμμωνία (34,5-0-0).

Η υδρολίπανση των φυτών γινόταν κάθε φορά με 200 mL λιπαντικού διαλύματος για κάθε φυτό και δινόταν ιδιαίτερη προσοχή. Το πότισμα των φυτών γινόταν ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών στο θάλαμο (συνήθως μία φορά την εβδομάδα) και στο θερμοκήπιο (συνήθως δύο φορές την εβδομάδα).

Πίνακας 5.1: Το πρόγραμμα της καλλιέργειας συνοπτικά

Καλλιεργητικές φροντίδες	Ημερομηνίες	Ημέρες μετά τη σπορά
Σπορά	25/01/2012	-
Μεταφύτευση	5/03/2012	40
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2,3,4	21/03/2012	38
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2	28/03/2012	45
Παράχωμα	02/04/2012	50
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2,3	04/04/2012	52
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2,4	10/04/2012	58
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2,3	20/04/2012	68
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2	26/04/2012	74
Λίπανση σε μεταχειρίσεις 2,3,4	03/05/2012	82
Συγκομιδή	24/05/2012	102



Για κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 4 πειραματικά τεμάχια (επαναλήψεις) των 5 φυτών το καθένα. Κατά τη στατιστική ανάλυση του διπαραγοντικού πειράματος παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων και για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς (ANOVA) σε καθένα από τα επίπεδα του κάθε παράγοντα χωριστά. Η εκτίμηση της σημαντικότητας των διαφορών των μέσων των επεμβάσεων έγινε με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Ε.Σ.Δ.), όταν επρόκειτο για τη σύγκριση των επιπέδων λίπανσης και με το κριτήριο του T-test όταν επρόκειτο για τη σύγκριση των δύο διαφορετικών περιβαλλόντων ανάπτυξης των φυτών, σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών 50, 70 και 90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM) ελήφθησαν οι εξής μετρήσεις:

1. Ύψος του φυτού 50, 70 και 90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM).
2. Αριθμός φύλλων ανά φυτό 50, 70 και 90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM).
3. Τιμή SPAD (εκτίμηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης) στο ακραίο φυλλάριο του 3^{ου} και 5^{ου} φύλλου από την κορυφή του φυτού 50, 70 και 90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM).
4. Αριθμός πλάγιων βλαστών ανά φυτό 50, 70 και 90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM).

Η συγκομιδή των κονδύλων πραγματοποιήθηκε 90 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (120 ημέρες μετά τη σπορά) και κατά την ημέρα αυτή πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις:

1. Νωπό βάρος και ξηρό βάρος των βλαστών του φυτού και υπολογίστηκε η περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των βλαστών του φυτού
2. Νωπό βάρος και ξηρό βάρος των φύλλων του φυτού και υπολογίστηκε η περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των φύλλων του φυτού
3. Αριθμός κονδύλων ανά φυτό
4. Νωπό βάρος κονδύλων ανά φυτό
5. Ξηρό βάρος κονδύλων ανά φυτό και υπολογίστηκε η περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των κονδύλων του φυτού.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών (φύλλα, βλαστοί, κόνδυλοι) έγινε μετά από ζύγιση του νωπού βάρους τους και τοποθέτηση αυτών σε



φούρνο με θερμοκρασία 72°C για χρονικό διάστημα που κυμάνθηκε από τέσσερις έως 6 έξι ημέρες, ανάλογα με τον ιστό που χρησιμοποιήθηκε. Σε κάθε περίπτωση το τελικό κριτήριο για τη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτικών ιστών θεωρήθηκε η σταθεροποίηση του βάρους τους στο φούρνο.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. Ύψος σπορόφυτων

Πίνακας 5.1. Μέσο ύψος (cm) σπορόφυτων 50 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	14,30 a (a)	15,20 a (a)
Ανά 7 ημέρες	13,80 a (b)	15,50 a (a)
Ανά 14 ημέρες	12,80 a (b)	15,50 a (a)
Ανά 21 ημέρες	11,80 a (b)	16,90 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το ύψος των φυτών 50 HMM, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, όσο και όταν αυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.1).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Την 50^η HMM, τα φυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, ανεξάρτητα του επιπέδου αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόζεται. Όταν δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση (μάρτυρας), το ύψος των φυτών δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις συνθήκες ανάπτυξής τους.



Πίνακας 5.2. Μέσο ύψος (cm) σπορόφυτων 70 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	24,65 a (b)	34,73 a (a)
Ανά 7 ημέρες	29,10 a (a)	32,45 a (a)
Ανά 14 ημέρες	25,90 a (b)	36,65 a (a)
Ανά 21 ημέρες	24,30 a (b)	39,15 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το ύψος των φυτών 70 HMM, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, όσο και όταν αυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.2).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Την 70^η HMM, τα φυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση ανά 14 ημέρες ή ανά 21 ημέρες, καθώς και όταν δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση (μάρτυρας) (πίνακας 5.2). Ωστόσο, όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση ανά 7 ημέρες, το ύψος των φυτών δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις συνθήκες ανάπτυξής τους.



Πίνακας 5.3. Μέσο ύψος (cm) σπορόφυτων 90 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	36,60 b (b)	43,27 a (a)
Ανά 7 ημέρες	45,00 a (a)	41,55 a (a)
Ανά 14 ημέρες	41,85 ab (a)	42,60 a (a)
Ανά 21 ημέρες	37,05 b (b)	48,65 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 90^η HMM το ύψος των φυτών που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση ανά 7 ημέρες σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις στις οποίες εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 21 ημέρες ή όταν δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση (μάρτυρας) (πίνακας 5.3). Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το ύψος των φυτών.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Όταν δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση ή όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 21 ημέρες, τα φυτά που αναπτύσσονται σε ελεγχόμενες συνθήκες έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ύψος σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο. Όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 7 ή κάθε 14 ημέρες, οι συνθήκες ανάπτυξης των φυτών δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά το ύψος των φυτών.



5.2. Αριθμός φύλλων ανά σπορόφυτο

Πίνακας 5.4. Μέσος αριθμός φύλλων ανά σπορόφυτο 50 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	31,8 a (a)	13,0 a (b)
Ανά 7 ημέρες	24,9 b (a)	13,1 a (b)
Ανά 14 ημέρες	28,7 ab (a)	15,6 a (b)
Ανά 21 ημέρες	23,8 b (a)	15,0 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, την 50^η HMM, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος στα φυτά που δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση σε σύγκριση με αυτά στα οποία εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 7 ημέρες ή κάθε 21 ημέρες (πίνακας 5.4).

Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών η αζωτούχος λίπανση δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της εφαρμοζόμενης αζωτούχου λίπανσης στα φυτά, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο



θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.

Πίνακας 5.5. Μέσος αριθμός φύλλων ανά σπορόφυτο 70 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	56,7 a (a)	22,6 a (b)
Ανά 7 ημέρες	55,0 a (a)	24,2 a (b)
Ανά 14 ημέρες	55,8 a (a)	27,7 a (b)
Ανά 21 ημέρες	53,4 a (a)	29,0 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 70^η HMM ο μέσος αριθμός φύλλων ανά φυτό δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την εφαρμοζόμενη αζωτούχο λίπανση, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.5).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της εφαρμοζόμενης αζωτούχου λίπανσης στα φυτά, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.



Πίνακας 5.6. Μέσος αριθμός φύλλων ανά σπορόφυτο στο θερμοκήπιο 90 HMM και 110 HMM στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	28,6 b (a)	18,8 a (b)
Ανά 7 ημέρες	42,3 a (a)	15,1 a (b)
Ανά 14 ημέρες	37,8 a (a)	15,7 a (b)
Ανά 21 ημέρες	41,9 a (a)	19,1 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 90^η HMM, στα φυτά που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο ο αριθμός των φύλλων είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερος στα φυτά στα οποία δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση σε σύγκριση με αυτά στα οποία εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση, ανεξάρτητα από τη συχνότητα εφαρμογής της (πίνακας 5.6).

Στα φυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της εφαρμοζόμενης αζωτούχου λίπανσης στα φυτά, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.



5.3. Δείκτης Spad

Πίνακας 5.7. Μέση τιμή του δείκτη Spad στο 3^ο φύλλο από την κορυφή του σπορόφυτου 50 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	52,78 a (a)	35,09 a (b)
Ανά 7 ημέρες	52,95 a (a)	36,04 a (b)
Ανά 14 ημέρες	52,30 a (a)	35,66 a (b)
Ανά 21 ημέρες	52,71 a (a)	35,66 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 50^η HMM η τιμή του δείκτη Spad στο τρίτο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.7).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, η τιμή του δείκτη Spad είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.7).



Πίνακας 5.8. Μέση τιμή του δείκτη Spad στο 3^ο φύλλο από την κορυφή του σπορόφυτου 70 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	49,22 a (a)	36,19 a (b)
Ανά 7 ημέρες	51,36 a (a)	37,11 a (b)
Ανά 14 ημέρες	52,00 a (a)	37,25 a (b)
Ανά 21 ημέρες	47,67 a (a)	35,91 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 70^η HMM η τιμή του δείκτη Spad στο τρίτο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.8).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, η τιμή του δείκτη Spad είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.8).



Πίνακας 5.9. Μέση τιμή του δείκτη Spad στο 3^ο φύλλο από την κορυφή του σπορόφυτου 90 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	37,65 a (a)	34,62 a (a)
Ανά 7 ημέρες	42,10 a (a)	35,65 a (b)
Ανά 14 ημέρες	39,17 a (a)	34,62 a (b)
Ανά 21 ημέρες	38,55 a (a)	32,11 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 90^η HMM η τιμή του δείκτη Spad στο τρίτο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.9).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, η τιμή του δείκτη Spad είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.9).



Πίνακας 5.10. Μέση τιμή του δείκτη Spad στο 5^ο φύλλο από την κορυφή του σπορόφυτου 50 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	49,59 a (a)	34,79 a (b)
Ανά 7 ημέρες	50,06 a (a)	34,84 a (b)
Ανά 14 ημέρες	47,89 a (a)	35,08 a (b)
Ανά 21 ημέρες	49,71 a (a)	34,65 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 50^η HMM η τιμή του δείκτη Spad στο πέμπτο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.10).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, η τιμή του δείκτη Spad είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.10).



Πίνακας 5.11. Μέση τιμή του δείκτη Spad στο 5^ο φύλλο από την κορυφή του σπορόφυτου 70 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	47,64 a (a)	32,90 a (b)
Ανά 7 ημέρες	49,44 a (a)	35,76 a (b)
Ανά 14 ημέρες	47,46 a (a)	33,17 a (b)
Ανά 21 ημέρες	47,97 a (a)	33,60 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 70^η HMM η τιμή του δείκτη Spad στο πέμπτο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.11).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, η τιμή του δείκτη Spad είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.11).



Πίνακας 5.12. Μέση τιμή του δείκτη Spad στο 5^ο φύλλο από την κορυφή του σπορόφυτου 90 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	35,54 a (a)	32,88 a (a)
Ανά 7 ημέρες	39,89 a (a)	34,27 a (a)
Ανά 14 ημέρες	38,09 a (a)	34,73 a (a)
Ανά 21 ημέρες	37,59 a (a)	31,39 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 90^η HMM η τιμή του δείκτη Spad στο πέμπτο φύλλο από την κορυφή του φυτού δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.12).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, η τιμή του δείκτη Spad δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών (πίνακας 5.12).



5.4. Αριθμός πλάγιων βλαστών ανά σπορόφυτο και συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους βλαστούς και στα φύλλα των σπορόφυτων

Πίνακας 5.13. Μέσος αριθμός πλάγιων βλαστών ανά σπορόφυτο 50 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	6,9 a (a)	0,8 a (b)
Ανά 7 ημέρες	4,4 a (a)	0,7 a (b)
Ανά 14 ημέρες	5,3 a (a)	1,3 a (b)
Ανά 21 ημέρες	4,8 a (a)	1,0 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 50^η HMM, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ανά φυτό δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.13).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.13).



Πίνακας 5.14. Μέσος αριθμός πλάγιων βλαστών ανά σπορόφυτο 70 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	9,8 a (a)	2,0 a (b)
Ανά 7 ημέρες	9,3 a (a)	2,7 a (b)
Ανά 14 ημέρες	9,6 a (a)	3,0 a (b)
Ανά 21 ημέρες	9,4 a (a)	2,9 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 70^η HMM, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ανά φυτό δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.14).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.14).



Πίνακας 5.15. Μέσος αριθμός πλάγιων βλαστών ανά σπορόφυτο 90 HMM.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	10,0 a (a)	3,7 a (b)
Ανά 7 ημέρες	10,5 a (a)	3,7 a (b)
Ανά 14 ημέρες	10,7 a (a)	4,4 a (b)
Ανά 21 ημέρες	11,8 a (a)	4,4 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Την 90^η HMM, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ανά φυτό δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο όσο και όταν αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.15).

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (πίνακας 5.15).



Πίνακας 5.16. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στους βλαστούς των σπορόφυτων.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	13,41 a (a)	4,94 a (b)
Ανά 7 ημέρες	12,03 b (a)	4,30 a (b)
Ανά 14 ημέρες	12,41 ab (a)	5,60 a (b)
Ανά 21 ημέρες	12,87 ab (a)	4,89 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, η συγκέντρωση της ξηρά ουσίας στον βλαστός είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη σε αυτά που εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση με συχνότητα κάθε 7 ημέρες σε σύγκριση με το μάρτυρα (πίνακας 5.16). Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους βλαστούς των φυτών στα οποία εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση κάθε 14 ή κάθε 21 ημέρες δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή των φυτών του μάρτυρα αλλά και από αυτή των φυτών στα οποία εφαρμόστηκε αζωτούχος λίπανση με συχνότητα κάθε 7 ημέρες.

Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων με διαφορετική συχνότητα εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τα φυτά που αναπτύσσονται στο



θερμοκήπιο έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους βλαστούς σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.

Πίνακας 5.17. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στα φύλλα των σπορόφυτων.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	19,12 a (a)	6,98 a (b)
Ανά 7 ημέρες	16,94 b (a)	6,68 a (b)
Ανά 14 ημέρες	17,05 b (a)	7,92 a (b)
Ανά 21 ημέρες	17,12 b (a)	6,24 a (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στα φύλλα είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη στις μεταχειρίσεις με αζωτούχο λίπανση (ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής) σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα, όταν πρόκειται για φυτά που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο (πίνακας 5.17).

Αντίθετα, όταν πρόκειται για φυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, η συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στα φύλλα.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τα φυτά που αναπτύσσονται στο



θερμοκήπιο έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα φύλλα σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών.

5.5. Αριθμός, βάρος και συγκέντρωση ξηράς ουσίας παραγόμενων κονδύλων

Πίνακας 5.18. Μέσος αριθμός κονδύλων ανά σπορόφυτο.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	11,3 a (a)	10,7 c (a)
Ανά 7 ημέρες	11,6 a (a)	12,7 b (a)
Ανά 14 ημέρες	10,5 a (b)	14,6 a (a)
Ανά 21 ημέρες	8,8 a (a)	10,4 c (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Ο αριθμός των παραγόμενων κονδύλων ανά φυτό δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο (πίνακας 5.18).

Αντίθετα, όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών ο αριθμός των κονδύλων είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση με συχνότητα κάθε 14 ημέρες, σε σύγκριση με τη μεταχείριση κατά την οποία εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση με συχνότητα κάθε 7 ημέρες, με την τελευταία μεταχείριση να υπερέχει στατιστικά σημαντικά του μάρτυρα και της μεταχείρισης με αζωτούχο λίπανση κάθε 21 ημέρες.



Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Οι συνθήκες ανάπτυξης των φυτών δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά των αριθμό των παραγόμενων κονδύλων με εξαίρεση την περίπτωση στην οποία εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 14 ημέρες, όπου παρατηρείται στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος αριθμός παραγόμενων κονδύλων στα φυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών σε σύγκριση με αυτά τα οποία αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο.

Πίνακας 5.19. Μέσο νωπό βάρος (g) κονδύλων ανά σπορόφυτο.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	92,71 b (a)	18,30 b (b)
Ανά 7 ημέρες	111,87 a (a)	21,33 a (b)
Ανά 14 ημέρες	97,38 ab (a)	20,88 a (b)
Ανά 21 ημέρες	70,38 b (a)	16,56 b (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, το βάρος των παραγόμενων κονδύλων ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση με συχνότητα κάθε 7 ημέρες σε σύγκριση με το μάρτυρα και τη μεταχείριση κατά την οποία εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 21 ημέρες (πίνακας 5.19). Επιπρόσθετα, όμως, παρατηρείται ότι η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης κάθε 14 ημέρες δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη μεταχείριση εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης κάθε 7



ημέρες, καθώς και από το μάρτυρα και τη μεταχείριση εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης κάθε 21 ημέρες.

Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, το βάρος των κονδύλων ανά φυτό είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση κάθε 7 ή κάθε 14 ημέρες σε σύγκριση με το μάρτυρα και τη μεταχείριση εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης κάθε 21 ημέρες.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο το νωπό βάρος των παραγόμενων κονδύλων είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο σε σύγκριση με αυτών που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, ανεξάρτητα της συχνότητας εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης.

Πίνακας 5.20. Μέση συγκέντρωση (%) ξηράς ουσίας στους κονδύλους.

Μεταχείριση (αζωτούχος λίπανση)	Θερμοκήπιο	Θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών (walk in)
Μάρτυρας	20,85 a (a)	18,13 ab (b)
Ανά 7 ημέρες	20,24 a (a)	19,29 a (a)
Ανά 14 ημέρες	21,70 a (a)	19,77 a (b)
Ανά 21 ημέρες	20,80 a (a)	16,88 b (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους παραγόμενους κονδύλους δεν



επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης (πίνακας 5.20).

Όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους κονδύλους είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις με συχνότητα εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης κάθε 7 ή κάθε 14 ημέρες σε σύγκριση με τη μεταχείριση εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης κάθε 21 ημέρες.

Επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των σπορόφυτων. Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους κονδύλους είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με αυτά που αναπτύσσονται στο θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, με εξαίρεση τη μεταχείριση εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης κάθε 14 ημέρες όπου η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους κονδύλους δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών.



6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Βλαστική ανάπτυξη των φυτών

Τα φυτά που αναπτύσσονται σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού (θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών) αποκτούν μεγαλύτερο ύψος από αυτά που αναπτύσσονται στο θερμοκήπιο, όπως παρατήρησε και ο Ντρούζας (2012) σε παρόμοια πειραματική εργασία. Αν και η συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης δεν επηρεάζει το ύψος των φυτών, πρέπει να σημειωθεί ότι όταν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση με συχνότητα κάθε 7 ημέρες ή ακόμη και κάθε 14 ημέρες δεν παρατηρούνται διαφορές.

Η επίδραση της χαμηλής έντασης φωτισμού στο ύψος των φυτών είναι πιθανόν να συνδέεται με την υψηλότερη συγκέντρωση αυξινών (Taiz and Zeiger, 2002) ή/και γιββερελλινών (Lambers, 1979) σε φυτά αυτά με αποτέλεσμα να αυξάνεται το μήκος των κυττάρων και επομένως το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων του βλαστού. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η επίδραση της συχνής εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης, ιδιαίτερα κάθε 7 ημέρες, στο ύψος των φυτών, όπου δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δύο διαφορετικών συνθηκών ανάπτυξης, είναι πιθανό να συνδέεται με την επίδραση που έχει το άζωτο στη συγκέντρωση των ενδογενώς παραγόμενων γιββερελλινών στην πατάτα (Menzel, 1985). Αυτό επιβεβαιώνεται και από το ότι η εξωγενής εφαρμογή γιββερελλινών σε φυτά πατάτας προκαλεί αύξηση του ύψους των φυτών (Alexopoulos et al., 2006a).

Σε ότι αφορά στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό παρατηρείται ότι ενώ στο μέσο της καλλιεργητικής περιόδου αυτός ευνοείται στη μεταχείριση χωρίς εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης, στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου ευνοείται στη μεταχείριση με συχνή εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης, υποδηλώνοντας το ρόλο του αζώτου στην ανάπτυξη των φυτών, τη διατήρηση του φυλλώματος και την οψίμιση της παραγωγής (Πάσσαμ κ.ά., 2011).

Πάντως η επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης, και ιδιαίτερα της έντασης φωτισμού, φαίνεται να είναι κυρίαρχη σε ότι αφορά στο σχηματισμό και τη διατήρηση των φύλλων στα φυτά, καθώς σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού ο



αριθμός τους δεν επηρεάζεται από τη συχνότητα εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης στα φυτά. Επιπρόσθετα, σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι μικρότερος από ότι όταν αυτά αναπτύσσονται σε συνθήκες υψηλής έντασης φωτισμού (θερμοκήπιο), υψηλότερων θερμοκρασιών και διαφορετικού μήκους κύματος φωτισμού. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι καθοριστικοί παράγοντες τόσο για το σχηματισμό όσο και για την ανάπτυξη των φύλλων στα φυτά (και στην πατάτα) (Taiz and Zeiger, 2002).

Ο δείκτης Spad συνδέεται με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα των φυτών (Wu et al., 2007) και από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, τόσο σε νέα όσο και σε ώριμα φύλλα των φυτών. Ωστόσο, η επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών, όπως αναμενόταν, είναι σημαντική με αποτέλεσμα στη σταθερά χαμηλή ένταση φωτισμού και χαμηλή θερμοκρασία (θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης να είναι μικρότερη (Taiz and Zeiger, 2002).

Σε ότι αφορά στην ανάπτυξη των πλάγιων βλαστών στα φυτά παρατηρείται ότι αυτή δεν επηρεάζεται από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης αλλά είναι σημαντική η επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης. Η έκπτυξη των πλάγιων οφθαλμών των βλαστών των φυτών της πατάτας ευνοείται από συνθήκες που μεγάλης διάρκειας ημέρας και υψηλές θερμοκρασίες (Menzel, 1985). Ιδιαίτερα η επίδραση της σταθερά μικρής διάρκειας ημέρας (θάλαμος ελεγχόμενων συνθηκών) που δεν ευνοεί τη βιοσύνθεση γιββερελλινών φαίνεται να είναι καθοριστική στην έκπτυξη των πλάγιων βλαστών στο φυτό και αυτό φαίνεται να επιβεβαιώνεται και από το ότι η εξωγενής εφαρμογή γιββερελλινών σε φυτά πατάτας ευνοεί την έκπτυξη πλάγιων βλαστών (Αλεξόπουλος, 2001).

Πάντως θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας τόσο στους βλαστούς όσο και στα φύλλα είναι μικρότερη όταν εφαρμόζεται συχνά (κάθε 7 ημέρες) αζωτούχος λίπανση και αυτό συνδέεται με τη σχετική οψίμηση που παρατηρείται από την εφαρμογή αζωτούχων λιπάνσεων στα φυτά της πατάτας (Πάσσαμ κ.ά., 2011). Ωστόσο, η επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών είναι πιο καθοριστική με αποτέλεσμα η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας να είναι μικρότερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε



συνθήκες σταθερά χαμηλής έντασης φωτισμού και χαμηλής θερμοκρασίας και σε αυτές τις συνθήκες να μην επηρεάζεται από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης.

Ο αριθμός των παραγόμενων κονδύλων δεν επηρεάζεται από τη συχνότητα εφαρμογής της αζωτούχου λίπανσης, στη συγκέντρωση των 150 ppm, αλλά και από τις συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Όπως είναι γνωστό ο σχηματισμός των κονδύλων στην πατάτα υπόκειται σε γενετικό έλεγχο αλλά επηρεάζεται και από τη περιβαλλοντικές συνθήκες όπως είναι η φωτοπερίοδος, η θερμοκρασία και η ένταση φωτισμού. Οι συνθήκες αυτές επηρεάζουν τη βιοσύνθεση γιββερελλινών και όταν η συγκέντρωσή τους βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στα φυτά παρεμποδίζεται ο σχηματισμός κονδύλων (Menzel, 1985). Η εξωγενής εφαρμογή γιββερελλινών παρεμποδίζει την ανάπτυξη των κονδύλων (Alexopoulos et al., 2006b). Σύμφωνα με τον Αλεξόπουλο (2006) η εξωγενής εφαρμογή γιββερελλινών σε φυτά πατάτας προκαλεί τη διακοπή της ανάπτυξης των ήδη υπαρχόντων κονδύλων και μετά την παρέλευση ενός χρονικού διαστήματος, αν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, σχηματίζονται νέοι κόνδυλοι.

Ωστόσο, η επίδραση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών είναι σημαντική στην ανάπτυξη των κονδύλων με αποτέλεσμα σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού και σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών να είναι μικρότερη, παρά το ότι η διάρκεια ης ημέρες (11 ώρες) είναι ευνοϊκή. Αυτό υποδηλώνει ότι η επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών συνδέεται τόσο με τη μικρότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών (μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης) όσο και με πιθανή επίδρασή τους στα επίπεδα των ενδογενώς παραγόμενων γιββερελλινών στα φυτά. Παρόμοια επίδραση τόσο στο βάρος των παραγόμενων κονδύλων όσο και στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης έχει παρατηρηθεί σε φυτά που δέχθηκαν επαναλαμβανόμενους ψεκασμούς με γιββερελλικό οξύ (Αλεξόπουλος, 2006).

Η επίδραση τόσο των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών όσο και της συχνότητας εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης στην κονδυλοποίηση φαίνεται και από τη συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους παραγόμενους κονδύλους, η οποία είναι μικρότερη όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού ή δέχονται αζωτούχο λίπανση με μεγαλύτερη συχνότητα.



Συμπεραίνεται ότι η χαμηλή ένταση φωτισμού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη και παραγωγή στην πατάτα, ενώ η συχνή εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης σε σχετικά χαμηλή συγκέντρωση ευνοεί την παραγωγή. Ωστόσο, σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτισμού η μεγάλη συχνότητα εφαρμογής αζωτούχου λίπανσης μπορεί να βελτιώσει την παραγωγή, αλλά δεν μπορεί να ξεπεράσει την αρνητική επίδραση της χαμηλής συγκέντρωσης αζώτου.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ακουμιανάκης, Κ.Α. (1989).** Σημειώσεις Σεμιναρίου ΚΥΔΕΠ.
- Αλεξόπουλος Α.Α. (2001).** Μελέτη της επίδρασης ρυθμιστών ανάπτυξης στην κονδυλοποίηση σπορόφυτων πατάτας και στη φυσιολογική ενηλικίωση των παραγόμενων μικροκονδύλων. Μεταπτυχιακή μελέτη, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. σελ. 144.
- Αλεξόπουλος Α.Α. (2006).** Διερεύνηση των μηχανισμών δράσεως φυτορρυθμιστικών ουσιών στη φυσιολογική ενηλικίωση κονδύλων πατάτας που παράγονται από βοτανικό σπόρο (TPS). Διδακτορική διατριβή, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. σελ. 294.
- Alexopoulos A.A., Akoumianakis K.A. and Passam H.C. (2006a).** The effect of the time and mode of application of gibberellic acid on the growth and yield of potato plants derived from true potato seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 2189-2195.
- Alexopoulos A.A., Akoumianakis K.A. and Passam H.C. (2006b).** Effect of plant growth regulators on the tuberisation and physiological age of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers grown from true potato seed. *Canadian Journal of Plant Science* 86: 1217-1225.
- 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.
- Bodlaender K.B.A. and Algra S. (1966).** Influence of the growth retardant B995 on the growth and yield of potatoes. *European Potato Journal* 9: 242-258.
- Δημητράκης Κ.Γ. (1998).** Λαχανοκομία. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε.
- Ewing E.E. (1990).** The role of hormones in potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization. In: *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development* (ed. Davies P.J.). 3rd edition. Kluwer Academic Publishers. pp. 515-538.
- Ewing E.E. and Struik P.C. (1992).** Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. *Horticultural Review* 14: 89-197.



- 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.
- Garcia-Martinez J.L. and Gil J. (2001).** Light regulation of gibberellins biosynthesis and mode of action. *Journal of Plant Growth Regulation* **20**: 354-368.
- Ghate S.R., Jaworski C.A. and Phatak S.C. (1983).** Emergence and plant stand of pregerminated true potato seed in warm climate. *American Potato Journal* **60**: 557-562.
- Golmirzaie A.M., Malagamba P. and Pallais N. (1994).** Breeding potatoes based on true seed propagation. In: *Potato Genetics* (eds Bradshaw J.E. and Mackay G.R.). CAB International. pp. 499-513.
- Gregory L.E. (1956).** Some factors for tuberization in the potato plant. *American Journal of Botany* **43**: 281-288.
- Gutter E.G. (1992).** Structure and development of the potato plant. In: *The Potato Crop: the scientific basis for improvement* (ed. Harris P.). 2nd edition. Chapman & Hall. pp. 65-146.
- Harris P.M. (1992).** Mineral nutrition. In: *The Potato Crop: the scientific basis for improvement* (ed. Harris P.M.). 2nd edition. Chapman & Hall. pp. 162-213.
- Hawkes J.G. (1992).** Biosystematics of the potato. In: *The Potato Crop: the scientific basis for improvement* (ed. Harris P.M.). 2nd edition. pp. 13-64.
- Jackson S.D. (1999).** Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. *Plant Physiology* **119**: 1-8.
- Krauss A. (1985).** Interactions of nitrogen nutrition, phytohormones and tuberization. In: *Potato Physiology* (ed Li P.H.). Academic Press, Inc. pp. 209-231.
- Kumar D. and Wareing P. F. (1972).** Factors controlling stolon development in the potato plant. *New Phytologist* **71**: 639-648.
- Lambers H. (1979).** Efficiency of root respiration in relation to growth rate, morphology and soil composition. *Physiologia Plantarum* **46**: 194-202.
- Laycock D. (1971).** Modification of potato tuber by N-dimethylamino succinamic acid. *Potato Research* **14**: 234-236.
- 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.



- 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.
- Machackova I., Konstantinova T.N., Seergeva L.I., Lozhnikova V.N. and Golyanovskaya S.A. (1998).** Photoperiodic control of growth, development and phytohormone balance in *Solanum tuberosum*. *Physiology Plantarum* **102**: 272–278.
- Martínez-García J.F., García-Martínez J.L., Bou J. and Prat S. (2001).** The interaction of gibberellins and photoperiod in the control of potato tuberization. *Journal of Plant Growth Regulation* **20**: 377–386
- Menzel C.M. (1980).** Tuberization in potato at high temperatures: gibberellin content and transport from buds. *Annals of Botany* **46**: 259-265.
- Menzel C.M. (1984).** Potato as a potential crop for the lowland tropics. *Tropical Agriculture* **61**: 162-166.
- Menzel C.M. (1985).** Tuberization in potato at high temperatures: interaction between temperature and irradiance. *Annals of Botany* **55**: 35-39.
- Νικόπουλος Δ. (2004).** Πατάτα – Ψυχανθή. Σημειώσεις ΤΕΙ Καλαμάτας.
- Ντρούζας Ι. (2012).** Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή σποροφύτων πατάτας. Πτυχική Μελέτη, ΤΕΙ Καλαμάτας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, σελ. 58.
- Ολύμπιος Χ.Μ. (1994).** Ειδική Λαχανοκομία (Λαχανικά Υπαίθρου). Εκδόσεις Γ.Π.Α. σελ. 113-211.
- Pallais N.E., Espinola N.Y., Falcon R.M. and Garcia R.S. (1991).** Improving seedling vigor in sexual seeds of potato under high temperature. *HortScience* **26**: 296-299.
- Pallais N., Villagarcia S., Fong N., Tapia J. and Garcia R. (1987).** Effect of supplemental nitrogen on true potato seed weight. *American Potato Journal* **64**: 483-491.
- Πασπάτης Ε.Α. (1998).** Φυτορρυθμιστικές ουσίες (Φυτορμόνες). Αγρότυπος Α.Ε.
- Πάσσαμ Χ., Ακουμιανάκης Κ. και Αλεξόπουλος Α. (2011).** Η τεχνική της καλλιέργειας (φύτευση, άρδευση, λίπανση κλπ). *Ειδικό Αφιέρωμα στην Καλλιέργεια της Πατάτας* 6/2011 (Ιούλιος – Αύγουστος): 22-35.
- Reeve R.M., Timm H. and Weaver M.L. (1973).** Parenchyma cell growth in potato tubers II. Cell divisions vs. cell enlargement. *American Potato Journal* **50**: 71-78.



- Renia H. (1997).** Αναφορά Αλεξόπουλος (2001).
- Rowe R.C. (1993).** Potato Health Management: A holistic approach. In: *Potato Health Management* (ed. Rowe R.C.). APS Press. pp. 3-10.
- Sekhon H.S. and Singh M. (1985).** Effect of growth regulators and nitrogen on the growth, number and size of seed tubers and yield of potatoes. *Journal of Agricultural Science* **104**: 99-106.
- Sharma N., Kaur N. and Gupta A.K. (1998).** Effects of gibberellic acid and chlorocholine chloride on tuberisation and growth of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of the Food and Agriculture* **78**: 466-470.
- Sturz, A.V. (1995).** The role of endophytic bacteria during seed piece and potato tuberization. *Plant and Soil* **175**: 257-263.
- Swiader J.M., Ware G.W. and Mc Collum J.P. (1992).** *Producing Vegetable Crops*. Interstate Publishers, Inc. pp. 435-457.
- Taiz L. and Zeiger E. (2002).** *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, p 690.
- Upadhyia M., Hardy B., Gaur P. and S.G. and Ilangantileke S. (1996).** *Production and Utilization of True Potato Seed in Asia*. CIP. pp. 233.
- Van den Berg J.H., Simko I., Davies P.J., Ewing E.E. and Halinska A. (1995).** Morphology and (14C) gibberellin-A12-aldehyde metabolism in wild-type and dwarf *Solanum tuberosum* ssp. andigena grown under long and short photoperiods. *Journal of Plant Physiology* **146**: 467-473.
- Vayda M.E. (1994).** Environmental stress and its impact on potato yield. In: *Potato Genetics* (eds Bradshaw J.E. and Mackay G.R.). CAB International Publishers, Wallingford, UK. pp. 239-261.
- 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.
- Westerman D.T. (1993).** Fertility Management. In: *Potato Health Management* (ed. Rowe R.C.). APS Press. pp. 77-86.
- 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.
- Wu J., Wang D., Rosen C.J. and Bauer M.E. (2007).** Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and QuickBird satellite imagery in detecting nitrogen status of potato canopies. *Field Crops Research* **101**: 96-103.



- 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.
- Xu X., Vreugdenhil D. and van Lammeren A.A.M. (1998).** Cell division and cell enlargement during potato formation: a comparison of *in vitro* and *in vivo* tuber development. *Journal of Experimental Botany* **49**: 573-582.

