

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Ειδικότητα: Διαχείριση Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ
ΣΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ**

Αγγελική Κοτρώζου

Επιβλέπων Καθηγητής:

Σταύρος Αλεξανδρής, Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα, Ιανουάριος 2013

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Ειδικότητα: Διαχείριση Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ
ΣΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΑΤΑΤΑΣ

Αγγελική Κοτρώζου

Μέλη τριμελούς επιτροπής:

Σταύρος Αλεξανδρής, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων

Χρίστος Καραβίτης, Επίκουρος Καθηγητής

Ιωάννης Αργυροκαστρίτης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα, Ιανουάριος 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι επιδράσεις του μικροκλίματος στην παραγωγή πατάτας στην Αρκαδία κατά τα έτη 2004 και 2005 και γίνεται συγκριτική αξιολόγηση ποικιλιών κατά το καλλιεργητικό έτος 2006. Για το λόγο αυτό εγκαταστάθηκε στην περιοχή, αυτόματος μικρομετεωρολογικός σταθμός και λαμβάνονταν βιομετρικά δεδομένα καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Η συλλογή βιομετρικών δειγμάτων γινόταν με τη μέθοδο της τυχαίας δειγματοληψίας κάθε 15 ημέρες και ακολουθούσε η επεξεργασία τους στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής. Τα μικρομετεωρολογικά δεδομένα λαμβάνονταν με τη χρήση υψηλής ακρίβειας αυτόματων αισθητήρων.

Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως οι υψηλές μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες (πάνω από 30 °C) σε πολλές διαδοχικές ημέρες επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγή, ενώ οι χαμηλές ελάχιστες (κάτω από 7 °C) επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη του φυλλώματος. Επίσης, η αύξηση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους (ΔT) έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη του φυλλώματος.

Οι υδατικές ανάγκες στην περιοχή είναι σχετικά αυξημένες με τη μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή το καλοκαίρι να φτάνει τα 7.3 mm, ενώ οι συνολικές ανάγκες καθόλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου ανερχόταν, κατά μέσο όρο, στα 623 mm. Οι εμπειρικές αρδεύσεις, που βασίζονται σε φαινολογικές παρατηρήσεις, θεωρούνται αρκετά αποτελεσματικές, αν και οδηγούν, κατά περίπτωση, σε μικρής διάρκειας και έντασης ελλείμματα ή πλεονάσματα νερού.

Τέλος, μετά από την αξιολόγηση 4 ποικιλιών πατάτας (veronie, Alaska, vivi και marfona) προκύπτει ότι την καλύτερη προσαρμοστικότητα στην περιοχή παρουσιάζει η marfona. Η veronie, συγκριτικά με τις άλλες τρεις ποικιλίες, φαίνεται να αξιοποιεί καλύτερα τους φυσικούς πόρους (κυρίως νερό και ακτινοβολία) στην περιοχή.

Λέξεις κλειδιά: πατάτα, εξατμισοδιαπνοή, αρδευση, Αρκαδία, θερμοκρασία

ABSTRACT

In this study the effects of microclimate and water use on potato production are examined in Arcadia-Greece during the 2004 and 2005 vegetative periods. Different potato varieties production and growth are also evaluated in the crop year 2006. For this reason, an automatic micrometeorological station was established over the cultivation and biometric data were also taken during each experimental time period.

The biometric samples (tubers, leaves) were collected with the method of random sampling, every 15 days and were treated at the Laboratory of Agricultural Hydraulics. Micrometeorological data obtained from high-precision sensors were recorded every 5 secs.

The results of the study shows that relatively high maximum (above 30 °C) and low minimum (below 7 °C) daily temperatures affects tuber production and leaf growth, respectively. Also, increased daily temperature range has a negative effect on leaf-growth.

Water requirements are quite increased for the region, with daily evapotranspiration rates averaged to 7.3 mm during summer. The whole vegetative season's water requirements approach 623 mm. The empirical irrigation programs used by farmers, based on phenological observations, are characterized rather effective, but in some cases, may lead to short mild water deficit or surplus periods.

Finally, the evaluation of four potato varieties (veronie, Alaska, vivi and marfona) in Arcadia, shows better adaptability for marfona. Though, veronie seems to use natural resources (mainly available water and radiation) more effectively than other varieties, at least in Arcadia..

Key words: potato crop, evapotranspiration, water requirements, irrigation, Arcadia, temperature, micrometeorology

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μεταπτυχιακή μου διατριβή με τίτλο “Επιδράσεις των μικροκλιματικών συνθηκών στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, στην παραγωγικότητα και στις υδατοαπαιτήσεις ποικιλιών πατάτας” εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, και αφορούσε τριετές πείραμα σε πατατοκαλλιέργειες που βρίσκονταν στην περιοχή της Αρκαδίας

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη των μικρομετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής και η επίδρασή τους στην ανάπτυξη και παραγωγή ποικιλιών πατάτας. Για το λόγο αυτό εγκαταστάθηκε στην περιοχή, αυτόματος μικρομετεωρολογικός σταθμός και λαμβάνονταν βιομετρικά δεδομένα καθ’όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Από την επεξεργασία των στοιχείων έγινε προσπάθεια να διερευνηθούν οι τρόποι με τους οποίους αντιδρά το φυτό της πατάτας στις καιρικές μεταβολές και ελπίζω τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν να φανούν χρήσιμα.

Στον σύντομο αυτό πρόλογο, θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες στους ανθρώπους που συνέβαλαν με τις γνώσεις και τις χρήσιμες συμβουλές τους στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Αρχικά ευχαριστώ ιδιαίτερος, τον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή κ. Σταύρο Αλεξανδρή, για τη βοήθεια, επιστημονική και ηθική, σε όλη τη διάρκεια συγγραφής αυτής της εργασίας.

Επίσης ευχαριστώ θερμά τα μέλη της τριμελούς επιτροπής παρακολούθησης της διατριβής μου, και συγκεκριμένα τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Χρίστο Καραβίτη και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γιάννη Αργυροκαστρίτη για τις χρήσιμες παρατηρήσεις επί των τελικών κειμένων.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον τ. Καθηγητή κ. Αριστοτέλη Λιακατά, που με ενθάρρυνε να συμμετάσχω και να παρακολουθήσω αυτό το μεταπτυχιακό πρόγραμμα, αλλά ακόμη περισσότερο για όλες τις γνώσεις και εφόδια που μου έδωσε κατά την διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

Τέλος οφείλω να ευχαριστήσω από καρδιάς τον Διδάκτορα κ. Νίκο Προύτσο, για την καταλυτική, ουσιαστική και ανεκτίμητη βοήθεια που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας και συγγραφής της μελέτης. Επίσης τον ευχαριστώ για την στήριξη και την υπομονή που υπέδειξε σε αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ABSTRACT.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	8
1.2. ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΤΑΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	10
1.2 Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ.....	11
1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΟΥ.....	13
1.4 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	16
1.5 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΠΑΤΑΤΑΣ	18
1.6 ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	19
1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	20
1.7.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	20
1.7.2 ΛΙΠΑΝΣΗ	22
1.7.3 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	24
1.8 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΧΘΡΟΙ.....	25
1.8.1 ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	25
1.8.2 ΙΩΣΕΙΣ.....	29
1.8.3 ΕΧΘΡΟΙ.....	29
1.9 ΑΡΔΕΥΣΗ	30
1.9.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	32
1.9.2 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	34
1.9.3 ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	39
1.10 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ	41
1.10.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	41
1.10.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	43
1.11 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	43
2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΘΕΣΗ	46
2.2 ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	48
2.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	49
2.4 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ	49
2.4.1 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	49
2.4.2 ΖΥΓΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.....	50
2.4.3. ΦΟΥΡΝΟΣ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ.....	50
2.4.4 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ.....	50
2.4.5 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	51

2.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	53
2.6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	55
2.6.1 ΑΛΑΣΚΑ	55
2.6.2 ΜΑΡΦΟΝΑ.....	56
2.6.3 ΒΙΒΙ.....	57
2.6.4 ΒΕΡΟΝΙΕ.....	58
3.1 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΠΑΤΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	60
3.2 ΚΑΛΥΨΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ	63
3.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ.....	66
3.3.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	66
3.3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ, VPD	67
3.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ ΕΥΡΟΥΣ, ΔΤ .68	
3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΟΝΔΥΛΩΝ	69
3.4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	71
3.4.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ	71
3.4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	72
3.4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	74
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	79



Μέρος Ι
Η καλλιέργεια
της πατάτας



1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Πρώτοι οι Ισπανοί, κατά την εισβολή τους στη Νότιο Αμερική, βρήκαν στις κορυφές των Άνδεων να καλλιεργείται η πατάτα (*Solanum tuberosum* L.). Στις Άνδεις σήμερα φύονται περίπου 4000 διαφορετικές ποικιλίες και οι επιστήμονες, καταβάλουν προσπάθειες για την καταγραφή και διατήρηση της γενετικής ποικιλομορφίας. Πιστεύεται ότι άγριοι βολβοί πατάτας εξημερώθηκαν πριν από 8000 χρόνια από αγρότες που ζούσαν στα υψίπεδα και στις βουνοπλαγιές κοντά στη λίμνη Titicaca, στα σύνορα Βολιβίας και Περού.

Στην Αμερική έχουν καταγραφεί πάνω από 150 είδη άγρια πατάτας στην Κ. Αμερική, το Μεξικό και βορειότερα μέχρι το Κολοράντο, όπου αποτελούσε βασική τροφή για τον άνθρωπο, τόσο στην αρχαιότητα όσο και στα νεότερα χρόνια. Αντίθετα στην Ευρώπη η καλλιέργεια της πατάτας άργησε να αναπτυχθεί εξαιτίας των κλιματικών συνθηκών αλλά και των διατροφικών συνηθειών των ευρωπαίων. Η χρήση της για διατροφικούς σκοπούς έγινε μετά από τουλάχιστον 100 χρόνια από την εισαγωγή της.



Εικ. 1: Πίνακας του Vincent Van Gogh (1885) «Οι πατατοφάγοι»

Οι πρώτες πατάτες που εισήχθησαν στην Ευρώπη ανήκαν στο είδος *Solanum tuberosum* sp. υποείδος *andigena* (ενδημικό της Χιλής), που είχε μικρές ανάγκες σε φωτοπερίοδο και μικρή ανεκτικότητα σε μακρές περιόδους παγετού κατά τη διάρκεια

της βλαστικής περιόδου, ώστε να μπορέσει να σχηματίσει κονδύλους. Έτσι, καλλιεργήθηκε περιορισμένα σε μερικές περιοχές, όπως η Ν. Γαλλία και η Ν. Ιρλανδία, που ικανοποιούσαν τις κλιματικές απαιτήσεις του υποείδους. Με την πάροδο του χρόνου η πατάτα ως διατροφικό είδος επεκτάθηκε και στη Β. Ευρώπη.



Εικ. 2: Πίνακας του Jules Bastien-Lepage (1879) τη συγκομιδή πατάτας

Το 1663 έγινε αποδεκτό σαν ένα φυτό σημαντικό για παραγωγή τροφής και το 1710 έγινε γνωστό στην υπόλοιπη Ευρώπη σαν Ιρλανδική πατάτα. Η γενικευμένη εξάπλωση και συστηματική καλλιέργειά της στην Ευρώπη άρχισε το 1750. Έως τότε, οι καλλιέργειες παρέμεναν περιορισμένες, μάλλον πειραματικές. Οι πρώτοι από τους Ευρωπαίους που δέχτηκαν την πατάτα σαν βασικό είδος διατροφής ήταν οι Ιρλανδοί.

Στην Ελλάδα η πρώτη εισαγωγή πατάτας έγινε το 1800 στην Κέρκυρα από προοδευτικό καλλιεργητή, ενώ στη συνέχεια διαδόθηκε και στα υπόλοιπα νησιά του Ιονίου. Στην υπόλοιπη Ελλάδα εισήχθη το 1828 από τον Ιωάννη Καποδίστρια και για πρώτη φορά καλλιεργήθηκε στην Αίγινα και στον Πόρο και χαρακτηρίστηκε ως «τροφή των φτωχών». Λέγεται μάλιστα ότι ο Ιωάννης Καποδίστριας λόγω της επιφυλακτικότητας των Ελλήνων προς το νέο τρόφιμο τις κλείδωνε σε αποθήκες τις οποίες άφηνε σκόπιμα αφύλακτες τη νύχτα, ώστε να μπορεί ο λαός να τις κλέψει νομίζοντας ότι είναι πολύτιμες.

Στην Ελλάδα περισσότερο κατάλληλες για πατατοκαλλιέργεια είναι οι ορεινές περιοχές, λόγω του δροσερού κλίματος που τις χαρακτηρίζει. Όμως και για τις πεδιάδες η πατάτα ως καλλιέργεια είναι υψηλής σημασίας. Άλλωστε, είναι καλή καλλιέργεια για την αξιοποίηση των φτωχών, αβαθών ορεινών εδαφών.

1.2. ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΤΑΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, η παγκόσμια παραγωγή πατάτας το 2010 ανέρχονταν σε 324.000.000 τόνους και η καλλιεργούμενη έκταση σε 19.000.000 ha. Η παραγωγή στις χώρες της Ε.Ε για το 2010 έφτασε τους 57.000.000 τόνους, με μεγαλύτερους παραγωγούς τη Γερμανία (10 εκατ. τόνους), την Πολωνία (8 εκατ. τόνους), την Ολλανδία (7 εκατ. Τόνους), τη Γαλλία (7 εκατ. τόνους) το Ηνωμένο Βασίλειο (6 εκατ. τόνους) και το Βέλγιο (3,5 εκατ. τόνους).

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η παραγωγή του 2010 έφτασε περίπου τους 821.000 τόνους. Οι μεταβολές της ετήσιας παραγωγής από το 2000 έως το 2010 παρουσιάζονται στον Πιν. 1, ενώ στον Πίν. 2 φαίνονται αναλυτικά στοιχεία για τα κυριότερα κέντρα παραγωγής, τις καλλιεργούμενες εκτάσεις καθώς και τη χρονική κατανομή των καλλιεργειών στο έτος.

Πίν 1: Διαχρονική παρουσίαση ποσοτικών στοιχείων παραγωγής πατάτας στην Ελλάδα για την περίοδο 2000-2010 (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Διεύθυνση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης, Τμήματα Αγροτικής Στατιστικής και Τεκμηρίωσης)

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (χιλ. στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (χιλ. τον.)	ΜΕΣΗ ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρέμμα)
2000	391,288	997,803	2.550
2001	363,240	842,920	2.321
2002	364,060	810,670	2.227
2003	355,000	850,000	2.394
2004	225,000	864,000	3.840
2005	250,000	849,900	3.400
2006	253,000	855,000	3.379
2007	263,000	829,700	3.151
2008	335,000	848,400	2.533
2009	355,000	828,524	2.333
2010	305,000	820,871	2.689

Πίν. 2: Ποσοτικά στοιχεία παραγωγής πατάτας από τα σημαντικότερα κέντρα καλλιέργειας της Ελλάδας για το έτος 1993. (Πηγή: Υπ. Γεωργίας, Δ/ση Πληροφορικής)

ΝΟΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ		ΕΑΡΙΝΗ		ΘΕΡΙΝΗ		ΦΘΙΝΟΠΩΡΙΝΗ	
	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)
Αχαΐας	47000	113000	24000	72000	1000	1000	22000	40000
Εύρου	24560	91754	360	969	21600	85585	2600	5200
Ηλείας	39000	85000	19000	50000	-	-	20000	35000
Αρκαδίας	17700	65400	700	1400	17000	64000	-	-
Μεσσηνίας	15400	60140	13500	55250	500	1250	1400	3640
Βοιωτίας	22000	60000	2000	5000	2000	5000	18000	50000
Λασιθίου	20000	45100	3100	4600	15600	39000	1300	1500

Ως προς τη ζήτηση, οι ετήσιες ανάγκες της ελληνικής αγοράς είναι περίπου σταθερές και ανέρχονται σε 650.000 τόνους περίπου. Εξαγωγές στις χώρες της Ευρώπης πραγματοποιούνται κυρίως από την ανοιξιότικη καλλιέργεια, ενώ γίνονται και εισαγωγές όταν στην ελληνική αγορά υπάρχει έλλειψη σε ποσότητα ή καλή ποιότητα προϊόντος.

1.2 Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Η πατάτα είναι ένα από τα κυριότερα λαχανικά στον κόσμο γιατί παράγει ανά μονάδα έκτασης περισσότερη ξηρά ουσία, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες σε σύγκριση με όλα τα κύρια δημητριακά. Έπαιξε κατά το παρελθόν και εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη διατροφή του πληθυσμού της Βορείου Ευρώπης, ιδίως κατά τις χρονιές που η παραγωγή σιτηρών είναι περιορισμένη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της σπουδαιότητας της καλλιέργειας είναι η περίπτωση της Ιρλανδίας, όπου προσβολή των πατατοφυτειών από περονόσπορο *Phytophthora infestans* την περίοδο 1845-1848, προκάλεσε το θάνατο από πείνα σε περισσότερους από 1 εκατομμύριο

ανθρώπους, ενώ άλλα 2 εκατομμύρια μετανάστευσαν στη Β. Αμερική. Το αποτέλεσμα αυτής της καταστροφής αποτυπώθηκε από τους καλλιτέχνες της εποχής (πίνακας του Daniel Mac Donald “Η ανακάλυψη του περονόσπορου της πατάτας, Εικ.3).



Εικ. 3: Πίνακας του Daniel Mc Donald (1852) “Η ανακάλυψη του περονόσπορου της πατάτας”

Η κατανάλωσή της παρέχει στον ανθρώπινο οργανισμό σημαντικές ποσότητες υδατανθράκων, πρωτεϊνών, βιταμίνης C και σιδήρου.

Οι υδατάνθρακες, κύρια πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο, αποτελούν περίπου το 75% του συνολικού ξηρού βάρους των κονδύλων και συνίστανται κυρίως από άμυλο και δευτερευόντως από μονοσακχαρίτες όπως γλυκόζη, φρουκτόζη και ο δισακχαρίτης σακχαρόζη.

Οι πρωτεΐνες εμφανίζονται σε μικρές περιεκτικότητες (1,6-2,1 g/100g) όμως έχουν σημαντική συμβολή στην ανθρώπινη διατροφή λόγω της μεγάλης ποσότητας πατατών που καταναλώνονται ημερησίως αλλά και της ποιότητας των πρωτεϊνών που περιέχουν.

Η περιεκτικότητα της φρέσκιας πατάτας σε βιταμίνη C, η οποία είναι και η κύρια βιταμίνη της πατάτας, κυμαίνεται συνήθως από 12 έως 25 mg/100g νωπού βάρους. Η αύξηση της περιεκτικότητας συμβαίνει κατά το στάδιο αύξησης του

κονδύλου και δεν συνδέεται με το μέγεθος και το ξηρό βάρος του. Οι μη ώριμοι κόνδυλοι έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα από τους ώριμους. Η κατανάλωση πατάτας συνεισφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό περίπου το 10-60% της βιταμίνης C που χρειάζεται.

Στου κονδύλους περιέχονται επίσης ιώδιο, μαγγάνιο, χαλκός, νάτριο και κάλιο. Επίσης το ασβέστιο και ο φώσφορος απαντώνται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες και ο σίδηρος σε μικρότερες. Στη διατροφή πυραμίδα η πατάτα, χάρη στην αμυλώδη σύστασή της, καλύπτει το χώρο ανάμεσα στα δημητριακά και στα λαχανικά.

Σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπου η μέση ημερήσια κατανάλωση μπορεί να φτάνει τα 240g υπολογίζεται ότι η πατάτα καλύπτει το 5,3% των ημερήσιων αναγκών σε ενέργεια. Αν η αναγωγή γίνει με βάση το βάρος των τροφών δίνει τη μισή ενέργεια σε σχέση με το ρύζι και τα ζυμαρικά και το ¼ σε σχέση με το ψωμί, κάτι που σημαίνει ότι είναι μια αξιόλογη πηγή υδατανθράκων χωρίς υψηλή θερμιδική αξία και μπορεί να αξιοποιηθεί διαιτολογικά.

1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΦΥΤΟΥ

Η πατάτα *Solanum Tuberosum* L., ανήκει στο φύλο των Αγγεισπέρμων, κλάση Δικοτυλήδονα, Τάξη Tubiflorae. Κατατάσσεται στην οικογένεια Solanacea και είναι το χαρακτηριστικότερο είδος της μαζί με την ντομάτα. Το κοινό της όνομα είναι πατάτα ή γεώμηλο και πρόκειται για είναι ετήσιο, ποώδες φυτό με βιολογικό κύκλο διάρκειας 3-5 μηνών (90-150 ημερών), ανάλογα με την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής καλλιέργειας.

Γενετικά, τα ευρέως καλλιεργούμενα είδη πατάτας είναι συνολικά οκτώ από τα οποία τα τέσσερα είναι διπλοειδή ($2n=24$) όπως το άγριο είδος πατάτας, δύο είναι τριπλοειδή ($3n=36$), τρία είναι τετραπλοειδή ($2n=48$), στα οποία περιλαμβάνεται και το *Solanum tuberosum* L., στο οποίο ανήκουν οι καλλιεργούμενες ποικιλίες πατάτας και ένα πενταπλοειδές ($2n=60$). Στο είδος *S. tuberosum* διακρίνουμε δύο υποείδη, τα *tuberosum* και *andigena*, εκ των οποίων το τελευταίο έχει ικανοποιητική παραγωγή μόνο όταν καλλιεργείται σε μεγάλο υψόμετρο (μεγαλύτερο από 2000 m) και σε συνθήκες μικρών ημερών, ενώ το υποείδος *tuberosum* σχηματίζει κόνδυλους όταν

καλλιεργείται σε μικρό υψόμετρο (μέχρι 2000 m) και σε μικρές ή σχετικά μικρές φωτοπεριόδους (Hawkes, 1992).

Το φυτό της πατάτας μπορεί να παρουσιάζει αρκετά συμπαγή θαμνώδη βλάστηση, αλλά και πολύ ζωηρή με μακρούς βλαστούς. (Εικ.4). Η τελική ανάπτυξη του φυτού ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες αλλά μπορεί να επηρεάζεται και από τις αποστάσεις φύτευσης, που στόχο έχουν τον έλεγχο του μεγέθους των κονδύλων και του ύψους της παραγωγής.



Εικ. 4: Φυτό πατάτας

Οι βλαστοί του διαχωρίζονται στους εναέριους (υπέργειους) και στους υπόγειους. Οι εναέριοι βλαστοί είναι πράσινοι, με όρθια, αρχικά, ανάπτυξη και στη συνέχεια διακλαδίζονται, αδυνατίζουν, πέφτουν και αναπτύσσονται προς τα πλάγια σε μήκος 40-80 εκ. Αρχικά είναι λείοι και εσωτερικά πλήρεις, ενώ με την ωρίμανση παρουσιάζουν γωνιώδη διατομή, συνήθως τετραγωνική, με κενό στο εσωτερικό τους. Οι υπόγειοι βλαστοί (ριζώματα ή στόλωνες) λειτουργούν όπως οι υπέργειοι, με τη διαφορά ότι κάθε ρίζωμα ή στόλωνας τερματίζει την ανάπτυξή του με τη διόγκωση και το σχηματισμό κονδύλων. Τα ριζώματα ή στόλωνες που φέρουν κονδύλους σχηματίζονται μεταξύ του μητρικού κονδύλου και των εναέριων βλαστών.



Εικ. 5: Ρίζες πατάτας

Το ριζικό σύστημα (Εικ. 5) αποτελείται από πολυάριθμα, λεπτά ινώδη ριζίδια, τα οποία είναι αρκετά ανεπτυγμένα, με σκοπό την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Δεν αποτελούν

αποθηκευτικά όργανα των προϊόντων της φωτοσύνθεσης, αφού ο ρόλος αυτός ανήκει στους κονδύλους και τα ριζώματα. Εκτείνεται σε βάθος 40-60 cm.

Τα φύλλα είναι σύνθετα (Εικ. 6). Τα πρώτα σχηματίζονται στους βλαστούς, οι οποίοι εκφύονται από τον πατατόσπορο και είναι απλά, ενώ τα επόμενα φέρουν 7-11 φυλλάρια και φυλλίδια, πάνω στο μίσχο στη βάση του φύλλου. Ο αριθμός των φυλλαρίων σε κάθε φύλλο διαφέρει στις διάφορες ποικιλίες και επίσης παρατηρούνται διαφορές και με την ηλικία του φυτού.

Ο ρυθμός εμφάνισης των πολλαπλών δευτερογενών φυλλαρίων αποτελεί και κριτήριο της παραγωγικής ικανότητας της ποικιλίας. Στομάτια παρατηρούνται στην άνω επιφάνεια των φυλλαρίων (λιγότερα), αλλά κυρίως στην κάτω (πολυπληθέστερα). Έχουν ελλειπτικό σχήμα, σκούρο πράσινο χρώμα και η επιφάνεια τους καλύπτεται από τριχίδια.



Εικ. 6: Φύλλα πατάτας

Τα άνθη σχηματίζουν ταξιανθίες, οι οποίες έχουν μακρύ άξονα και αναπτύσσονται από τη μασχάλη του τελευταίου φύλλου κάθε βλαστού (Εικ. 7). Μετά την ξήρανση της πρώτης ταξιανθίας, ακολουθεί δεύτερη και αντιστοίχως τρίτη. Είναι ανεμόφιλο φυτό και έτσι η επικονίαση γίνεται με τη βοήθεια του ανέμου. Ο σχηματισμός καρπού είναι το αποτέλεσμα της επικονίασης, που



Εικ. 7: Ταξιανθία πατάτας.

ακολουθείται από μία επιτυχημένη γονιμοποίηση. Το άνθος της πατάτας είναι δίοικο. Αποτελείται από τη στεφάνη η οποία είναι πενταμερής, συμπέταλη, με χρώμα λευκό ή ιώδες ή μπλε. Έχει πέντε στήμονες, με ανθήρες που σχηματίζουν κώνο, ενώ ο στύλος βρίσκεται έξω από τον κώνο των ανθέρων. Η ωοθήκη είναι συνήθως δίχωρη.

Ο καρπός είναι ράγα, έχει σφαιρικό σχήμα, με διάμετρο 1,3 - 2,0 cm και χρώμα πράσινο, ενώ είναι πολύ τοξικός.

Οι κόνδυλοι αποτελούν το βρώσιμο μέρος του φυτού. Μορφολογικά είναι σαρκώδεις υπόγειοι βλαστοί και φέρουν οφθαλμούς (Εικ. 8). Κατά την διαδικασία σχηματισμού τους, γνωστή ως κονδυλοποίηση, το ρίζωμα σταματά να επιμηκύνεται και αρχίζει να αυξάνει διαμετρικά, διαφοροποιούμενο σε τύπους ιστών, οι κυριότεροι των οποίων είναι: το περιδέρμα, ο φλοιός, ο αγγειακός δακτύλιος



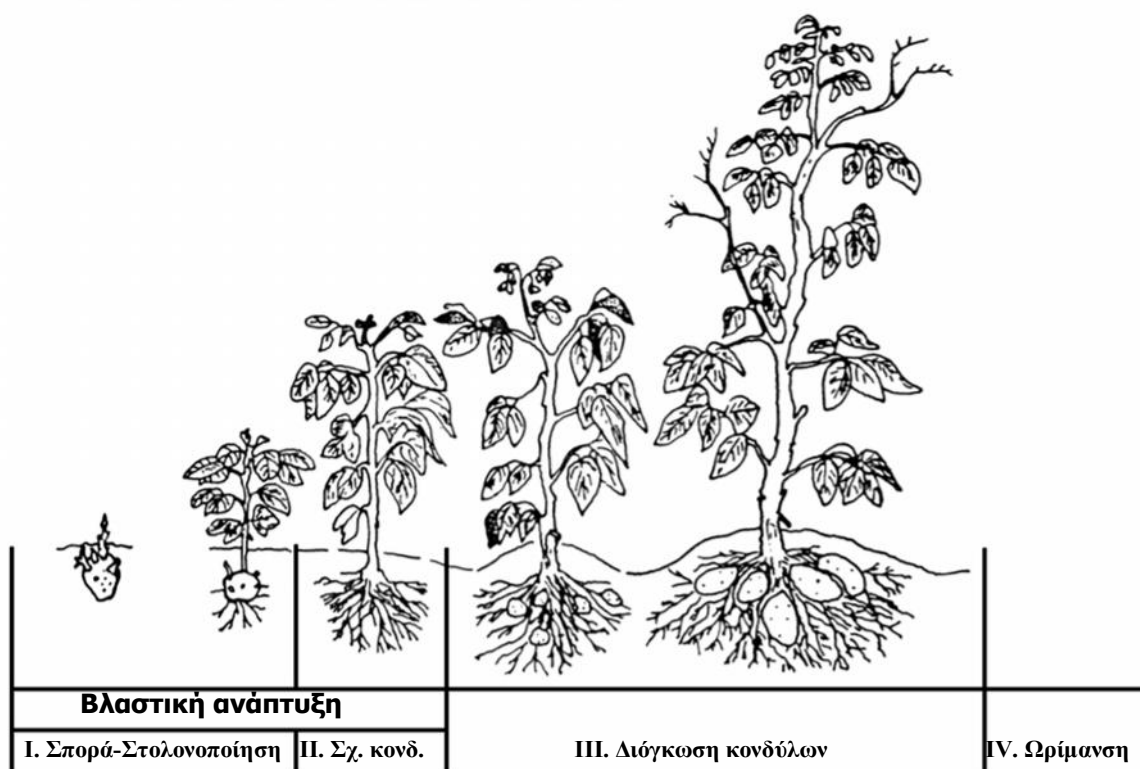
Εικ. 8: Κόνδυλοι πατάτας

και η εντεριώνη. Το σχήμα και το μέγεθος των κονδύλων διαφέρει ανά ποικιλία. Γενικά έχουν σχήμα σφαιρικό, επίμηκες ή ωοειδές, ενώ μαζί με το χρώμα συνιστούν τα βασικά χαρακτηριστικά αναγνώρισης των διαφορετικών ποικιλιών.

Ο αριθμός και το βάθος των οφθαλμών των κονδύλων εξαρτάται από την ποικιλία. Οι οφθαλμοί είναι τοποθετημένοι κατ' εναλλαγή και σπειροειδώς επί του κονδύλου. Το χρώμα της επιδερμίδας ποικίλλει και μπορεί να είναι λευκό-κίτρινο, κοκκινωπό, ιώδες, πορφυρό, ενώ το χρώμα της σάρκας μπορεί να είναι λευκό, υποκίτρινο ή κίτρινο.

1.4 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Γενικά, στο βιολογικό κύκλο της πατάτας διακρίνονται 4 στάδια (Σχ. 1):



Σχ. 1: Στάδια ανάπτυξης φυτού πατάτας (Λιακατάς 2008)

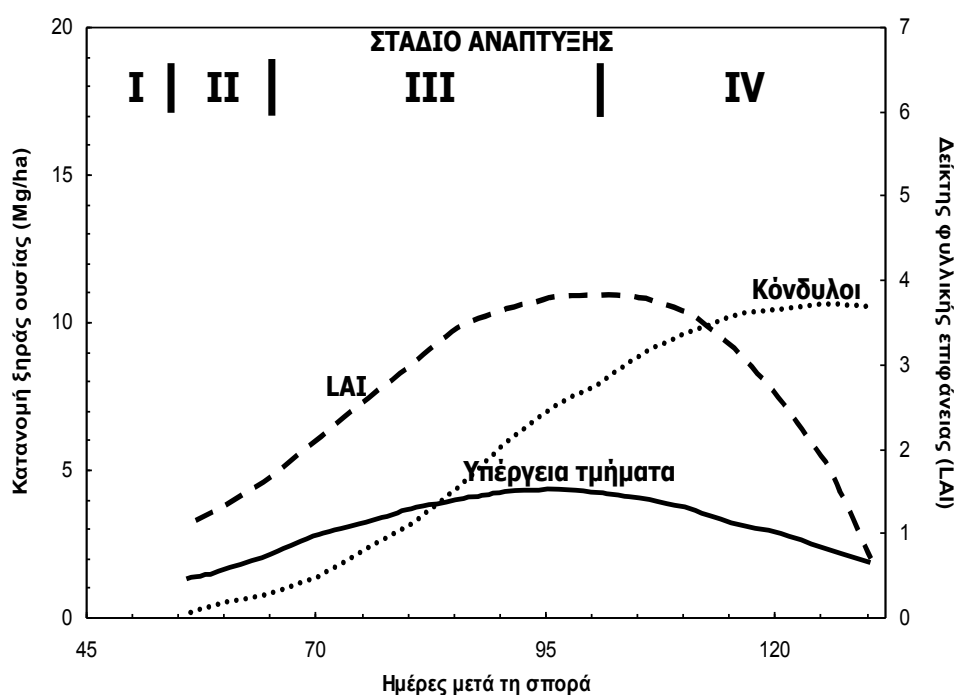
Το πρώτο (I) διαρκεί 30-60 ημέρες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, την καλλιεργητική τεχνική που ακολουθείται και την ποικιλία. Περιλαμβάνει την πρώτη

βλαστική ανάπτυξη από την σπορά μέχρι και τον σχηματισμό των κονδύλων. Σε αυτό το πρώτο στάδιο δεν εμφανίζονται κόνδυλοι, αλλά αναπτύσσονται οι στόλωνες. Το δεύτερο στάδιο (II) διαρκεί 10-14 ημέρες και συμπίπτει χρονικά με την έναρξη της ανθοφορίας. Σε αυτό το στάδιο σχηματίζονται, στις κορυφές των στολώνων, οι περισσότεροι κόνδυλοι, η ανάπτυξη των οποίων δεν είναι σημαντική.

Στο τρίτο στάδιο (III) αρχίζει η διόγκωση των κονδύλων, οι οποίοι αποκτούν το 80 % του τελικού τους βάρους σε διάρκεια 30-60 ημερών, υπό κανονικές συνθήκες αύξησης. Τα φύλλα και οι βλαστοί συνεχίζουν την ανάπτυξή τους.

Το τελευταίο στάδιο (IV) διαρκεί 10-24 ημέρες. Τα φυτά ωριμάζουν και χάνουν τα φύλλα τους. Οι κόνδυλοι αποκτούν το τελικό τους βάρος και η επιδερμίδα τους φελοποιείται. Η αύξηση της ξηρής μάζας των κονδύλων οφείλεται στη μεταφορά υλικών από τις κορυφές και τις ρίζες προς τους κονδύλους.

Τυπικές καμπύλες επιμερισμού ξηρής μάζας και δείκτη φυλλικής επιφάνειας (φυλλική επιφάνεια ανά μονάδα εδαφικής επιφάνειας, LAI) σε σχέση με τα στάδια ανάπτυξης του φυτού παρουσιάζονται στο Σχ. 2.



Σχ.2: Εποχιακή εξέλιξη κατανομής ξηρής ουσίας του υπέργειου τμήματος και των κονδύλων πατάτας, καθώς και του LAI, με ένδειξη των σταδίων ανάπτυξης (Kleinkopf, 1982).

Κατά το στάδιο ανάπτυξης II, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας παίρνει τιμές 1-2, παρατηρείται ανάπτυξη των υπέργειων τμημάτων και αρχίζει ο σχηματισμός των κονδύλων. Στο στάδιο III η μεγέθυνση κονδύλων (συσσώρευση υδατανθράκων και ανόργανων θρεπτικών στοιχείων) είναι συνήθως γραμμική με το χρόνο. Η αύξηση βλαστού και φύλλων συνεχίζεται σε αυτό το στάδιο, αν και παρατηρείται μείωση του ρυθμού προς το τέλος του σταδίου. Ο LAI παίρνει τιμές από 3,5-6,0. Στο τελευταίο στάδιο τα φυτά χάνουν τα φύλλα τους με αποτέλεσμα ο LAI να παρουσιάζει μεγάλη μείωση και η τιμή του να κυμαίνεται γύρω από το 1,0. Τέλος οι ρυθμοί αύξησης των κονδύλων μειώνονται λόγω της μειωμένης φυλλικής επιφάνειας και φωτοσυνθετικής δραστηριότητας.

1.5 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Η πατάτα πολλαπλασιάζεται σχεδόν αποκλειστικά αγενώς, με κονδύλους τους οποίους καταχρηστικά ονομάζουμε «πατατόσπορο». Με τον αγενή τρόπο πολλαπλασιασμού είναι δυνατόν να μεταδίδονται αρκετές ασθένειες (ιώσεις, βακτήρια, μύκητες κ.α.) στα φυτά από τον πατατόσπορο. Επομένως είναι αναγκαία η εξασφάλιση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, απαλλαγμένου από οποιαδήποτε παθογόνα, για την αποφυγή του εκφυλισμού, την εξάπλωση – έλεγχο των ασθενειών και την μεγιστοποίηση-βελτιστοποίηση της παραγωγής. Για τους λόγους αυτούς έχουν θεσπιστεί προγράμματα παραγωγής πιστοποιημένου πατατόσπορου και ελέγχου των εισαγόμενων και εγχώρια παραγόμενων σπορομερίδων πριν τη διάθεσή του. Η Ελλάδα εισάγει πιστοποιημένο πατατόσπορο κυρίως από την Ολλανδία και τον Καναδά.

Ο βοτανικός σπόρος της πατάτας χρησιμοποιείται κυρίως σε ερευνητικά ή βελτιωτικά προγράμματα, αλλά τα τελευταία 40 χρόνια το C.I.P (International Potato Center- Lima, Peru) προωθεί τη χρήση του κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες για την παραγωγή κονδύλων για κοινή κατανάλωση ή πατατόσπορου. Η περιορισμένη χρήση του βοτανικού σπόρου της πατάτας οφείλεται κυρίως στην αργή ανάπτυξη των σποροφύτων, στη δυσκολία αντιμετώπισης των ζιζανίων και στις μεγάλες απαιτήσεις για εργατικό δυναμικό. Επιπλέον τα σπορόφυτα παράγουν κονδύλους μικρού

μεγέθους με υψηλά ποσοστά ανομοιομορφίας, όσον αφορά το σχήμα, το μέγεθος και το στάδιο ωρίμανσης, χαρακτηριστικά που είναι πιθανόν να σχετίζονται με τη χρήση ποικιλιών που προέρχονται από ελεύθερη επικονίαση. Παρόλα αυτά συγκριτικά με τη χρήση του πατατόσπορου παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα όπως εύκολη και χαμηλού κόστους παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, μεγάλη διάρκεια αποθήκευση (τουλάχιστον 8-9 χρόνια) με μικρές απαιτήσεις σε χώρο, ευκολότερη συσκευασία και μεταφορά, μικρές ανάγκες σε ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα (10g) και χαμηλό κόστος αγοράς, σε σχέση με την αγορά πατατόσπορου (Golmirzaie et al., 1994).

Υγιές πολλαπλασιαστικό υλικό, απαλλαγμένο από ιώσεις και άλλες ασθένειες, παράγεται σήμερα με τη μέθοδο του μικροπολλαπλασιασμού (in vitro). Με τη μέθοδο αυτή παράγονται χιλιάδες φυτά από ένα και μόνο κόνδυλο. Η μέθοδος αυτή συμβάλλει στη σημαντική μείωση του χρόνου που μεσολαβεί από την επιλογή μιας ποικιλίας μέχρι την εμπορική παραγωγή της (Ολύμπιος, 1994).

1.6 ΕΠΟΧΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Στην Ελλάδα, η πατάτα καλλιεργείται σε πολλές περιοχές, σχεδόν όλο το χρόνο. Ανάλογα με την εποχή συγκομιδής διακρίνεται σε:

- **Ανοιξιάτικη**, με φύτευση που γίνεται Ιανουάριο-Φεβρουάριο (πρώιμη ανοιξιάτικη) στις Νότιες περιοχές τις χώρας μας, τα νησιά και τις παράλιες περιοχές. Στα ψυχρότερα μέρη της Ελλάδας μπορεί να φυτευτεί Απρίλιο-Μάιο (όψιμη ανοιξιάτικη). Η εποχή συγκομιδής διαρκεί από αρχές Απριλίου μέχρι τέλος Ιουνίου.
- **Θερινή**, με φύτευση που γίνεται Απρίλιο-Μάιο και σε μερικές περιπτώσεις και τον Ιούνιο. Καλλιεργείται στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές της Ν. Ελλάδας καθώς και στη Β. Ελλάδα. Η εποχή συγκομιδής ξεκινά από αρχές Αυγούστου και τελειώνει περί τα τέλη Οκτωβρίου.
- **Φθινοπωρινή**, με φύτευση που γίνεται από τα μέσα Ιουλίου έως και τα τέλη Αυγούστου και η συγκομιδή από αρχές Νοεμβρίου μέχρι τέλος Μαρτίου.

1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

1.7.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η προετοιμασία του εδάφους για εμπορική καλλιέργεια πατάτας γίνεται με μηχανικά μέσα και πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία της κατάλληλης δομής για καλό αερισμό και στράγγιση, ώστε ο πατατόσπορος, όταν φυτευτεί, να αναπτυχθεί γρήγορα και χωρίς προβλήματα. Η σωστή καλλιεργητική τεχνική οδηγεί σε μέγιστη παραγωγή εμπορεύσιμων κονδύλων πατάτας. Η προετοιμασία της σποροκλίνης γίνεται με άροση (Εικ. 9), ώστε το έδαφος να αναστραφεί.



Εικ. 9: Προετοιμασία σποροκλίνης

Στη συνέχεια ακολουθεί φρεζάρισμα ώστε να ισοπεδοθεί η εδαφική επιφάνεια και το έδαφος να είναι καλά ψιλοτεμαχισμένο και τα ριζίδια των φυταρίων να βρίσκουν κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξή τους. Λίγο πριν τη φύτευση είναι πιθανό να απαιτηθεί και δεύτερο φρεζάρισμα αν το έδαφος δεν είναι ικανοποιητικά ψιλοχωματισμένο. Μαζί με το φρεζάρισμα συνήθως γίνεται και η πρώτη (βασική) λίπανση.

Ακολουθεί η είσοδος στον αγρό της φυτευτικής μηχανής (Εικ. 10) η οποία λειτουργεί αυτόματα ή ημιαυτόματα με τη βοήθεια εργατών. Οι σύγχρονες φυτευτικές μηχανές μαζί με τη φύτευση του σπόρου σε σαμάρια προσθέτουν τις απαραίτητες ποσότητες χημικών λιπασμάτων και εντομοκτόνων, αφενός για να



Εικ. 10: Φυτευτική μηχανή πατάτας.

υποστηριχθεί το φυτάριο στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και αφετέρου για να

προστατευτεί ο σπόρος από εντομολογικές προσβολές καθώς οι φυτοπαθολογικοί κίνδυνοι είναι περιορισμένοι (λόγω του εμβλαπτισμού του σπόρου σε κατάλληλα μηκοπροστατευτικά διαλύματα).

Η φύτευση γίνεται σε σαμάρια και οι αποστάσεις και το βάθος φύτευσης εξαρτώνται από την ποικιλία, τη γονιμότητα, την κοκκομετρική σύσταση και την υγρασία του εδάφους (Εικ. 11). Στα γόνιμα εδάφη η φύτευση γίνεται σε αποστάσεις 60-90 cm μεταξύ και 25-30 cm επί, των γραμμών. Σε μη γόνιμα εδάφη, η απόσταση πάνω στη γραμμή φύτευσης πρέπει να είναι γύρω στα 35 cm. Στα ελαφρά εδάφη, το βάθος φύτευσης είναι 12-15 cm και στα βαρύτερα 7-10 cm..



Εικ. 11: Αποστάσεις φύτευσης

Λίγο πριν την εμφάνιση των φυταρίων στην εδαφική επιφάνεια ακολουθεί σβάρνισμα, ώστε να καταστραφεί η επιφανειακή εδαφική κρούστα και να διευκολυνθεί η έξοδος των φυτών.

Ακολουθεί το παράχωμα που αποτελεί μια αναγκαία καλλιεργητική εργασία και αποσκοπεί στην αφρατοποίηση και συλλογή χώματος κοντά στο φυτό, (σχηματισμός αναχώματος), στην περιοχή που αναμένεται να παραχθούν οι νέοι κόνδυλοι, και επίσης στην καταστροφή των ζιζανίων. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζεται ο κίνδυνος σχηματισμού πράσινων κονδύλων. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται και ο αερισμός του εδάφους. Το παράχωμα χρονικά γίνεται όταν οι βλαστοί αποκτήσουν ύψος περίπου 20-25 cm. Όμως υπάρχουν περιπτώσεις, όπου το παράχωμα ή σταδιακά παραχώματα ξεκινούν αμέσως ή λίγο μετά τη φύτευση. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να έχει οπωσδήποτε ολοκληρωθεί πριν από την έναρξη της άνθησης. Μετά το παράχωμα, οι παραγωγοί προχωρούν στην εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος ώστε να καλύψουν τις μελλοντικές ανάγκες σε νερό. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας γίνεται συνεχής παρακολούθηση των αναγκών για άρδευση αλλά και για φυτοπροστατευτικές επεμβάσεις.

Η συνεχής καλλιέργεια πατάτας στον ίδιο αγρό πρέπει να αποφεύγεται, καθώς το έδαφος εξαντλείται και υπάρχει αυξημένος κίνδυνος για προσβολή από ασθένειες. Για τους λόγους αυτούς, ο αγρός πρέπει να εντάσσεται σε πρόγραμμα

αμειψισποράς με καλλιέργειες σιτηρών και ψυχανθών και η επανακαλλιέργεια πατάτας να γίνεται μετά από 3 ή 4 χρόνια.

1.7.2 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η πατάτα έχει σημαντικές ανάγκες σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο για μια μεγάλη παραγωγή με άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Οι απαιτήσεις της σε λίπασμα (οργανικό π.χ. κοπριά ή ανόργανο) επηρεάζονται από τον τύπο, τη γονιμότητα του εδάφους και την περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά, το βαθμό απόπλυσης, τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και την ποικιλία (e.g. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, 2000). Είναι φυτό που απορροφά από το έδαφος μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για την παραγωγή 4,5 τόνων πατάτας ανά στρέμμα, αφαιρούνται από το έδαφος (για τον σχηματισμό βλαστών και κονδύλων) κατά προσέγγιση 23,5 kg N, 3,5 kg P και 30,8 kg K

Τα λιπάσματα μπορούν να εφαρμοστούν είτε σε όλη την επιφάνεια του εδάφους, είτε σε λωρίδες ή κατά θέσεις. Όταν εφαρμόζονται σε όλη την επιφάνεια, η διασπορά γίνεται κατά την προετοιμασία του εδάφους. Κατά την εφαρμογή σε λωρίδες το λίπασμα τοποθετείται κάτω και δίπλα από τη γραμμή φύτευσης του πατατόσπορου, με την ίδια μηχανή που φυτεύεται και ο σπόρος. Κατά την εφαρμογή κατά θέσεις, το λίπασμα τοποθετείται πάλι με τη μηχανή φύτευσης, αλλά μόνο κάτω από τον σπόρο. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ανεξάρτητα από τη μέθοδο εφαρμογής του λιπάσματος, ο πατατόσπορος ποτέ δεν πρέπει να έρχεται σε άμεση επαφή με το πυκνό λίπασμα, γιατί μπορεί να προκληθεί ζημιά στα φύτρα και στις ρίζες του μητρικού κονδύλου. Μέρος του αζωτούχου λιπάσματος προστίθεται επιφανειακά κατά την ανάπτυξη των φυτών, σε μία ή περισσότερες εφαρμογές, κατά το παράχωμα ή αργότερα, κατά την διόγκωση των κονδύλων. (Ολύμπιος 1994).

- **Άζωτο**

Το άζωτο γενικά, επηρεάζει πολύ το ύψος της παραγωγής καθώς επιδρά σε μια σειρά από φυσιολογικές διαδικασίες και μορφολογικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας της πατάτας. Αυτά περιλαμβάνουν τον βαθμό ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας, τον βαθμό εμφάνισης και ανάπτυξης των φύλλων, το τελικό μέγεθος των

και τη διάρκεια ζωής τους, τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, την κονδυλοποίηση και την τελική παραγωγή κονδύλων (Biemond & Vos, 1992; Ewing & Struit 1992; Vos & Biemond, 1992; Vos, 1995; Vos & MacKerron, 2000). Επίσης μπορεί να επηρεάσει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος του κονδύλου και την περιεκτικότητά του σε ξηρά ουσία και πρωτεΐνες (Van Kempen et al., 1996). Η περίσσεια αζώτου προκαλεί αύξηση της βλαστικής ανάπτυξης σε βάρος της καρποφορίας (παραγωγής κονδύλων), καθυστερεί την ωρίμανση (Love et al., 2005) και μειώνει την ποιότητα των παραγόμενων κονδύλων (Zebarth & Rozen, 2007). Από την άλλη πλευρά, η ανεπάρκεια αζώτου προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη του φυτού, μειώνει την παραγωγή και οι παραγόμενοι κόνδυλοι είναι μικροί με χαμηλή περιεκτικότητα σε ξηράς μάζας (Kleinkopf et al., 1981)

Η αζωτούχος λίπανση μπορεί να εφαρμοστεί με τη νιτρική ή την αμμωνιακή του μορφή ή ως ουρία. Η εφαρμογή γίνεται τμηματικά σε δόσεις. Η πρώτη δόση, κατά προτίμηση σε αμμωνιακή μορφή, εφαρμόζεται πριν ή κατά τη φύτευση, και μία ή περισσότερες δόσεις αργότερα, μετά τη βλάστηση, κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας, σε νιτρική μορφή ή ουρία. Μια ιδανική μέθοδος εφαρμογής αζώτου, κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας, είναι με το σύστημα της τεχνητής βροχής, π.χ. 20-60 ημέρες μετά το φύτευμα, ανάλογα με το μήκος της βλαστικής περιόδου, δίνονται 1-2 κιλά αζώτου κάθε εβδομάδα για κάθε στρέμμα. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η αζωτούχος επιφανειακή λίπανση πρέπει να γίνεται με προσοχή καθώς οι υψηλές δόσεις αζώτου εμποδίζουν την κονδυλοποίηση (Ολύμπιος, 1994).

● Φώσφορος

Ο φώσφορος είναι ένα βασικό στοιχείο το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και στα συστήματα μεταφοράς ενέργειας του φυτού. Ανεπάρκεια φωσφόρου οδηγεί σε μείωση όλων των μεταβολικών διαδικασιών όπως είναι η διαίρεση των κυττάρων, η αναπνοή και η φωτοσύνθεση. Επίσης προκαλεί ανάπτυξη καχεκτικών φυτών, με μικρά μεσογονάτια διαστήματα και φτωχό ριζικό σύστημα (Ekelöf, 2007)

Οι ποσότητες φωσφόρου που θα προστεθούν στο έδαφος, εξαρτώνται από την υφιστάμενη περιεκτικότητα και τη γονιμότητα του εδάφους. Τα εδάφη που είναι φτωχά ή αυτά που δεσμεύουν περισσότερο φώσφορο, πρέπει να εφοδιάζονται με

πρόσθετο λίπασμα. Η εφαρμογή γίνεται πριν ή κατά τη φύτευση με προσθήκη υπερφωσφορικού (0-20-0) ή τριπλού υπερφωσφορικού λιπάσματος (0-48-0) (Ολύμπιος, 1994).

- **Κάλιο**

Η παροχή καλίου στην καλλιέργεια της πατάτας, αυξάνει το ύψος των φυτών, την ανθεκτικότητα στην ξηρασία, τον παγετό και τις ασθένειες (Bansal & Trehan, 2011). Επίσης, η εφαρμογή του ενεργοποιεί τα ένζυμα που εμπλέκονται στις λειτουργίες της φωτοσύνθεσης, στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών και βοηθά στη μετατόπιση των υδατανθράκων από τα φύλλα στους κονδύλους (Imas & Bansal, 1999). Τέλος, αυξάνει το μέγεθος των κονδύλων, αλλά όχι και τον αριθμό τους (Trehan et al., 2001).

Το κάλιο προστίθεται στο έδαφος συνήθως με τη μορφή του θεικού ή νιτρικού καλίου και σπανιότερα του χλωριούχου καλίου, πριν ή κατά το φύτεμα στη βασική λίπανση. Εάν διαπιστωθεί έλλειψη καλίου μετά το φύτεμα, μπορεί να προστεθεί και επιφανειακά.

1.7.3 ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ο μεταφυτρωτικός έλεγχος των ζιζανίων γίνεται χημικά ή μηχανικά με ελαφρά (αβαθή) σκαλίσματα μεταξύ των γραμμών φύτευσης, με κατάλληλα σκαλιστικά εργαλεία. Τέτοια είναι, η ειδική για την περίπτωση της πατάτας φρέζα (Εικ. 12), η οποία ταυτόχρονα σκαλίζει και παραχώνει, ή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ειδικά σκαλιστήρια που σύρονται μεταξύ των γραμμών φύτευσης και κόβουν τα ζιζάνια μερικά εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Τα σκαλίσματα εκτός από την καταστροφή των ζιζανίων, βοηθούν και στο σπάσιμο της επιφανειακής κρούστας και βελτιώνουν τον αερισμό του ριζικού συστήματος, ο οποίος είναι αναγκαίος για την ανάπτυξη και κονδυλοποίηση.



Εικ. 12: Μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων

1.8 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΧΘΟΡΟΙ

1.8.1 ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

- **Ο περονόσπορος της πατάτας**

Πρόκειται για πολύ σοβαρή ασθένεια, που εξαπλώνεται ταχύτατα σε μεγάλες αποστάσεις και μπορεί, μέσα σε ελάχιστο χρόνο (σε μία ή δύο εβδομάδες), να προκαλέσει καταστροφή της παραγωγής σε ολόκληρες περιοχές. Σοβαρές ζημιές προκαλούνται επίσης και μετά τη συγκομιδή στους κονδύλους της πατάτας, τόσο κατά τη διακίνηση των προϊόντων όσο και την αποθήκευση.

Ο περονόσπορος οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora infestans* (Φυκομύκητες, Oomycetes, Peronosporales, Pythiaceae). Η εμφάνιση και η εξάπλωση της ασθένειας ευνοείται από υγρό και δροσερό καιρό, με θερμοκρασίες 15-25 °C.. Μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη της ασθένειας έχει επίσης το μικρόκλιμα (π.χ. το άφθονο και πυκνό φύλλωμα δημιουργεί υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας κ.α.).

Προσβάλλονται όλα τα εναέρια όργανα των φυτών, σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, καθώς και οι κόνδυλοι της πατάτας. Τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά στο φύλλωμα (Εικ. 13) και στους βλαστούς σαν κιτρινωπές κηλίδες που γρήγορα αποκτούν καστανό χρώμα και ξηραίνονται αν κατά την περίοδο αυτή ο καιρός είναι θερμός και ξηρός. Με υγρό καιρό η κάτω επιφάνεια των φύλλων καλύπτεται με υπόλευκες εξανθήσεις (καρποφορία) του μύκητα. Τα σπόρια του μύκητα μεταφέρονται με τον αέρα και τη βροχή σε υγιή φύλλα και φυτά. Οι κηλίδες μεγαλώνουν και σύντομα καλύπτουν ολόκληρο το φύλλωμα. Προσβάλλονται επίσης οι μίσχοι των φύλλων, οι βλαστοί και οι κόνδυλοι (Εικ. 14). Στους κονδύλους της πατάτας εμφανίζονται επιφανειακές, μεγάλες ακανόνιστες κηλίδες που



Εικ. 13: Προσβολή σε φύλλα



Εικ. 14: Προσβολή σε κονδύλους

σε μερικά σημεία είναι ελαφρά βυθισμένες, με καστανή ή γκριζωπή απόχρωση. Η προσβολή εμφανίζεται στον αγρό ή μετά τη συγκομιδή και εξελίσσεται κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Εφόσον στους προσβεβλημένους κονδύλους στην αποθήκη, εισχωρήσουν δευτερογενή βακτήρια ή μύκητες (κυρίως του γένους *Fusarium*) προκαλούνται υγρές ή ξηρές σήψεις αντιστοίχως (Εικ. 15).



Εικ. 15: Προσβολή *Fusarium* σε κονδύλους

Στις περιοχές που επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη του περονοσπόρου είναι απαραίτητη η προστασία των καλλιεργειών με τη χρήση μυκητοκτόνων.

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχει μελετηθεί λεπτομερώς η σχέση μεταξύ των μετεωρολογικών

παραγόντων και της ασθένειας και έχουν αναπτυχθεί με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών συστήματα προγνώσεως επιδημιών και με ειδικές υπηρεσίες προειδοποιήσεων παρέχονται οδηγίες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της ασθένειας. (Παναγόπουλος Χ.Γ, 2000). Από τη δεκαετία του '50 ξεκίνησαν να αναπτύσσονται διάφορα μοντέλα πρόγνωσης όπως είναι τα μοντέλα Hyre, Wallin, Blitecast, Smith, Winstel, Forsund, Fry, NegFry, Ullrich κ.α. Τα μοντέλα αυτά λαμβάνουν υπόψη κυρίως τον βιολογικό κύκλο του μύκητα, την ατμοσφαιρική θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και τη διαβροχή του φυλλώματος και αποσκοπούν στην έγκαιρη πρόγνωση της ασθένειας εφτά με δέκα ημέρες πριν την εμφάνισή της, ώστε να ξεκινήσει έγκαιρα η εφαρμογή των προληπτικών ψεκασμών. Ορισμένα μοντέλα δε λαμβάνουν υπόψη τους μόνο τις κλιματολογικές συνθήκες του μικροκλίματος αλλά και το βαθμό ανθεκτικότητας της ποικιλίας στον περονόσπορο. Τα πιο πρόσφατα μοντέλα πρόγνωσης του περονοσπόρου δεν περιορίζονται μόνο στον προσδιορισμό της έναρξης του πρώτου προληπτικού ψεκασμού, αλλά και των μετέπειτα ψεκασμών. Η λήψη των μετεωρολογικών δεδομένων γίνεται μέσω μικρών και εξειδικευμένων αγρομετεωρολογικών σταθμών, που εγκαθίστανται εντός των φυτειών και είναι εξοπλισμένοι με ευαίσθητα αισθητήρια όργανα που καταγράφουν σε ωριαία βάση την ατμοσφαιρική θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, τη βροχόπτωση, τη διαβροχή του φυλλώματος και άλλα μετεωρολογικά στοιχεία (π.χ.

την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου). Τα καταγραφέντα στοιχεία υπόκεινται σε επεξεργασία, συνήθως με την βοήθεια εξειδικευμένων λογισμικών συστημάτων (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, Τμήμα Γεωργίας, 2010)

- **Ριζοκτόνια**

Ο μύκητας *Rhizoctonia solani* προσβάλλει σχεδόν όλα τα κηπευτικά, πολλά καλλωπιστικά και δένδρα. Μεταδίδεται με το έδαφος και με μολυσμένα φυτικά μέρη. Στην πατάτα προκαλεί τήξη, έλκος του λαιμού (Εικ. 16) , προσβολή ριζών, φύλλων και σήψη καρπών. Συνθήκες παρατεταμένης υψηλής εδαφικής υγρασίας και σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες που ευνοούν την εκδήλωση και ανάπτυξη του μύκητα. Η άριστη θερμοκρασία για τις μολύνσεις κυμαίνεται μεταξύ 15-18°C.



Εικ. 16: Τήξη λαιμού και προσβολή κονδύλου

- **Αδρομυκώσεις**

Οφείλονται σε δύο γένη παθογόνων το *Verticillium* και το *Fusarium*, που επιβιώνουν στο έδαφος και τα οποία εγκαθίστανται στα αγγεία του ξύλου με αποτέλεσμα τα φυτά να γίνονται καχεκτικά ή να αποξηραίνονται. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα των αδρομυκώσεων στα ξυλώδη είδη είναι ένα καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου που εμφανίζεται σε επιμήκη ή εγκάρσια τομή του στελέχους. Η βερτισιλλίωση (Εικ. 17) ευνοείται ιδιαίτερωσ όταν οι ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ 20-24°C. Όσον αφορά τη φουζαρίωση, η θερμοκρασία του εδάφους και του αέρα αποτελούν μεγάλης σημασίας παράγοντες για την ανάπτυξη και τη σοβαρότητα της ασθένειας. Η άριστη



Εικ. 17: Ημιπληγία μετά από προσβολή από βερτισίλιο σε πατάτα

θερμοκρασία για την ανάπτυξη του φουζαρίου είναι περίπου 28°C. Η ασθένεια δεν εκδηλώνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες 17°C ούτε σε πολύ υψηλές 35°C. Συνιστάται η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και εφαρμογή ηλιοαπολύμανσης.

- **Η καρκίνωση της πατάτας**

Είναι μια σοβαρή ασθένεια καραντίνας η οποία οφείλεται στο μύκητα εδάφους *Synchytrium endobioticum*. Η ασθένεια προσβάλλει μόνο την πατάτα. Προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος (παραμορφωμένοι κόνδυλοι με όγκους, Εικ. 18). Σε έντονα μολυσμένα χωράφια η απώλεια της παραγωγής μπορεί να φτάσει μέχρι το 100%.

Στο υπέργειο τμήμα του φυτού συνήθως δεν εμφανίζονται συμπτώματα. Τα τυπικά συμπτώματα της ασθένειας εμφανίζονται ως όγκοι στους κόνδυλους, στους στόλους και ποτέ στις ρίζες. Τις περισσότερες φορές η ασθένεια δεν γίνεται αντιληπτή παρά μόνο κατά την συγκομιδή. Ο βαθμός προσβολής των κονδύλων και το μέγεθος των όγκων εξαρτώνται από τον βαθμό ευαισθησίας της ποικιλίας, τη φυλή του παθογόνου, την ηλικία του κονδύλου κατά την προσβολή και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες.



Εικ. 18: Όγκοι σε κόνδυλους πατάτας

Η ασθένεια μεταδίδεται:

- με το μολυσμένο έδαφος που προσκολλάται στους κόνδυλους της πατάτας, στα γεωργικά μηχανήματα, στα εργαλεία, στα υποδήματα και στα ζώα
- τους μολυσμένους κόνδυλους προς φύτευση
- τον άνεμο και το νερό της βροχής ή της άρδευσης
- την κοπριά των ζώων που τρέφονται με μολυσμένους κόνδυλους καθώς τα σπόρια του μύκητα επιβιώνουν στο πεπτικό σύστημα των ζώων.

1.8.2 ΙΩΣΕΙΣ

Οι ιώσεις είναι από τις πιο σοβαρές ασθένειες της πατάτας. Μπορεί να μεταφέρονται με τον πατατόσπορο ή να διαδίδονται με τα έντομα και κυρίως τις αφίδες. Προκαλούν ανάλογα με το είδος τους, διάφορα συμπτώματα πάνω στα φυτά. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μείωση της απόδοσης και ο εκφυλισμός της ποικιλίας.

1.8.3 ΕΧΘΡΟΙ

- **Δορυφόρος της πατάτας**

Ο δορυφόρος (*Leptinotarsa decemlineata*) είναι κολεόπτερο το οποίο προκαλεί σοβαρές ζημιές στην καλλιέργεια της πατάτας. Τόσο η προνύμφη όσο και το ακμαίο (Εικ. 19) κατατρώνε τα φύλλα και μπορεί να προκαλέσουν πλήρη αποφύλλωση του φυτού με σημαντικές συνέπειες στην παραγωγή. Γενικά, ηλιόλουστος καιρός με μέση θερμοκρασία 17-20°C ευνοεί τη διασπορά και ανάπτυξη του εντόμου, αλλά σε θερμοκρασίες που δεν υπερβαίνουν τους 11-14°C και υψηλή υγρασία, οι πληθυσμοί μειώνονται (Svikle, 1976).



Εικ. 19: Ακμαίο δορυφόρου πατάτας.

- **Αφίδες**

Οι αφίδες (Εικ.20) εμφανίζονται πάνω στους βλαστούς και τα φύλλα. Καταπολεμούνται με ψεκασμούς με κατάλληλα εντομοκτόνα.



Εικ. 20: Πράσινη αφίδα

- **Φθοριμαία**

Ανήκει στα μικρολεπιδόπτερα και η επιστημονική της ονομασία είναι *Phthorimaea operculella*. Οι προνύμφες ανοίγουν στοές στους κονδύλους (Εικ. 21) και



Εικ. 21: Προσβολή σε κόνδυλο από *Phthorimaea operculella*

προκαλούν μεγάλη καταστροφή. Επίσης προσβάλλει και τους τρυφερούς βλαστούς.

- **Χρυσονηματώδης της πατάτας**

Ο χρυσονηματώδης της πατάτας (*Heterodera rostochiensis*) προκαλεί σοβαρές ζημιές στις πατατοφυτείες όταν υπάρχει στο έδαφος. Καταστρέφει το ριζικό σύστημα (Εικ. 22) και περιορίζει την ανάπτυξη του φυτού και τις αποδόσεις. Σε σοβαρές προσβολές προκαλεί ξήρανση των φυτών.



Εικ. 22: Προσβεβλημένες ρίζες πατάτας από *Heterodera rostochiensis*

1.9 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας νερού και η κανονικότητα των αρδεύσεων σε όλα τα στάδια έχει μεγάλη σημασία για την πατατοκαλλιέργεια. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι το νερό είναι ο σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας για την παραγωγή πατάτας και είναι πιθανό να αυξάνεται η παραγωγή με καλά σχεδιασμένα προγράμματα άρδευσης. (Panigrahi et al., 2001; Ferreira et al., 2002).

Κατά την περίοδο μεταξύ φύτευσης και φυτρώματος, το έδαφος πρέπει να είναι υγρό, αλλά όχι κορεσμένο σε νερό, για να μην υπάρξει σάπισμα του πατατόσπορου. Αντίθετα, ανεπάρκεια νερού σε αυτό το στάδιο μπορεί να καθυστερήσει ή να παρεμποδίσει το φύτευμα και να προκαλέσει ανομοιομορφία στη βλάστηση και επίσης μπορεί να παρατηρηθεί μείωση του αριθμού των βλαστών ανά φυτό. Κατά την περίοδο μεταξύ του φυτρώματος και της έναρξης σχηματισμού των κονδύλων οι ανάγκες σε νερό είναι ακόμα μειωμένες περίπου στο μισό των αναγκών μιας φυτείας, που το φύλλωμα καλύπτει τελείως το έδαφος και αυξάνουν με την έναρξη σχηματισμού των κονδύλων. Σε αυτό το στάδιο η επάρκεια νερού επηρεάζει τον αριθμό των εμπορεύσιμων κονδύλων ανά φυτό. Αντίθετα στεγνό έδαφος την περίοδο αυτή μειώνει την παραγωγή. Κατά την περίοδο διόγκωσης κονδύλων

απαιτούνται επίσης αυξημένες και ομαλά κατανεμημένες ποσότητες νερού. Έλλειψη νερού την περίοδο αυτή ή ανομοιόμορφη εφαρμογή, μειώνει την παραγωγή και υποβαθμίζει την ποιότητα του προϊόντος (π.χ. μεσολάβηση μεγάλου χρονικού διαστήματος μεταξύ των αρδεύσεων μπορεί να προκαλέσει δευτερογενή βλάστηση των κονδύλων, ακανόνιστο σχήμα, σχίσμο των κονδύλων, τραχύτητα στην επιφάνειά τους κ.α.).

Το φυτό της πατάτας είναι πολύ ευαίσθητο στην υδατική καταπόνηση, επειδή το ριζικό του σύστημα είναι σχετικά αραιό και περίπου το 85% βρίσκεται σε βάθος μέχρι 30cm (Orepa and Porter, 1999). Συγκριτικά με άλλες καλλιέργειες οι πατάτες κλείνουν τα στομάτια τους σε σχετικά χαμηλή έλλειψη υγρασίας στο έδαφος. Το κλείσιμο των στοματίων μειώνει την πρόσληψη του CO₂ και την φωτοσυνθετική δραστηριότητα αυξάνει την θερμοκρασία των φύλλων και την φωτοαναπνοή με αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή (Egusquiza, 2000). Έτσι η υδατική καταπόνηση επηρεάζει διάφορες φυσιολογικές δραστηριότητες με αρνητικές συνέπειες στην παραγωγή και την ποιότητα των κονδύλων.

Σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του φυτού, η υδατική καταπόνηση μειώνει τη φωτοσυνθετική ικανότητα όπως είδαμε παραπάνω και η ξηρασία κατά την περίοδο ανάμεσα από την έναρξη της κονδυλοποίησης και στην διόγκωσή των κονδύλων, έχει την πιο δραστική επίδραση στην παραγωγή. (Mackerron and Jefferies, 1986; Haverkort et al., 1990; Lynch et al., 1995; Thorton 2002; Yuan et al., 2003; Shock, 2004). Αντίθετα, οι Wright και Stark (1994) ανέφεραν ότι μπορεί να υπάρχει κάποια αντοχή στην υδατική καταπόνηση, στην αρχή της βλαστικής ανάπτυξης και προς το τέλος του σταδίου της διόγκωσης των κονδύλων. Επίσης, ο Hassan και άλλοι (2002) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα στάδια στολονοποίησης και κονδυλοποίησης ήταν πιο ευαίσθητα από ότι τα στάδια διόγκωσης και μεγέθυνσης των κονδύλων. Ακόμα, ο Shock και άλλοι (1992) ανέφεραν ότι το φυτό της πατάτας μπορεί να αντέξει την έλλειψη νερού πριν από τον σχηματισμό των κονδύλων χωρίς να μειωθεί η ποιότητά τους, σε κάποιες συνθήκες.

Περιορισμένο εδαφικό νερό μειώνει την ανάπτυξη του φυτού, την παραγωγή κονδύλων, τον αριθμό κονδύλων ανά φυτό και το μέγεθος και την ποιότητα των κονδύλων (Mackerron and Jefferies, 1988; Ojala et al., 1990; Lynch et al., 1995; Karafyllidis et al., 1996; Costa et al., 1997; Yuan et al., 2003).

1.9.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Τα συστήματα άρδευσης που μπορούν να εφαρμοστούν σε πατατοκαλλιέργεια είναι :

1. Άρδευση με αυλάκια (Εικ.23)

Είναι η πιο γνωστή μέθοδος επιφανειακής άρδευσης. Βασική προϋπόθεση είναι η σωστή κλίση του εδάφους που δεν πρέπει να υπερβαίνει το 2%. Το βάθος των αυλακών πρέπει να είναι όσο και το βάθος του ριζοστρώματος. Για την εφαρμογή άρδευσης με αυλάκια απαιτούνται σχετικά μεγάλες ποσότητες νερού, αλλά η μέθοδος θεωρείται αρκετά οικονομική, λόγω του χαμηλού κόστους εγκατάστασης και υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης του νερού υποβαθμισμένης ποιότητας, ενώ περιορίζεται ο κίνδυνος προσβολής από περονόσπορο. Από την άλλη πλευρά, όμως, παρουσιάζεται αυξημένος κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους και υπάρχουν απώλειες νερού, λόγω απορροής, βαθείας διήθησης στη ζώνη κάτω από το ριζόστρωμα και εξάτμισης. Ως εκ τούτου πρόκειται για ένα σύστημα με χαμηλούς βαθμούς απόδοσης και αποτελεσματικότητας.



Εικ. 23: Άρδευση με αυλάκια

2. Άρδευση με τεχνητή βροχή (Εικ.24)

Αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα συστήματα άρδευσης πατάτας. Με αυτό το σύστημα εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή του νερού στην αρδευόμενη επιφάνεια, ενώ ο σωστός προγραμματισμός των αρδεύσεων



Εικ. 24: Εκτοξευτήρες άρδευσης

(π.χ. οι νυχτερινές αρδεύσεις, συνθήκες με ήπιους ανέμους) περιορίζει τις απώλειες νερού. Αυτό το σύστημα άρδευσης μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τύπους εδαφών και αποτελεί μια οικονομική μέθοδο, αφού υπάρχει καθορισμένη παροχή. Ανάλογα με τον εδαφικό τύπο ορίζονται οι δόσεις και το εύρος άρδευσης, ενώ υπάρχει η δυνατότητα πλήρους αυτοματοποίησης του συστήματος, που οδηγεί σε περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και σε δυνητική αύξηση του κέρδους. Αντίθετα η άρδευση με τεχνητή βροχή υποβαθμίζει τη δομή του εδάφους και επιπλέον προκαλεί εγκαύματα στα φύλλα και έκπλυση των φυτοφαρμάκων από τη φυλλική επιφάνεια. Παρόλα αυτά εξαιτίας της απλότητας της χρήσης του είναι το ευρύτερα διαδεδομένο αρδευτικό σύστημα στην περίπτωση της πατατοκαλλιέργειας σε παγκόσμια κλίμακα. Παραλαγές του αποτελούν οι σταθεροί εκτοξευτήρες και μικροεκτοξευτήρες και τα μετακινούμενα κανόνια και ράμπες.

3. Στάγδην άρδευση (Εικ.25)

Το νερό και τα λιπάσματα σε αυτό το σύστημα χορηγείται γύρω από το ριζικό σύστημα και έτσι επιτυγχάνεται οικονομία νερού και ταυτόχρονη λίπανση, ενώ μειώνεται η ανάπτυξη ζιζανίων, καθώς δε διαβρέχεται όλη η επιφάνεια του χωραφιού (Εικ. 25). Η ένταση των ανέμων δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την άρδευση της καλλιέργειας. Η μέθοδος όμως αυτή



Εικ. 25: Στάγδην άρδευση σε πατατοκαλλιέργεια

οδηγεί σε συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος και πολλές φορές παρουσιάζονται εμφράξεις στους σταλακτήρες, με αποτέλεσμα την μη ομοιόμορφη χορήγηση νερού στην καλλιέργεια. Έτσι λοιπόν θα πρέπει να αποφεύγεται σε περιοχές με αλατούχα νερά.

Αν και πρόκειται για ένα σύστημα με υψηλούς βαθμούς απόδοσης και αποτελεσματικότητας στην άρδευση που μπορεί να αξιοποιήσει μικρές διαθέσιμες παροχές, εντούτοις στην περίπτωση της πατατοκαλλιέργειας έχει δυσκολίες στην εφαρμογή λόγω της αναγκαιότητας για πυκνή διάταξη σταλακτοφόρων αγωγών

(ένας σε κάθε γραμμή φυτών). Έτσι για την εγκατάσταση του συστήματος απαιτούνται ειδικές μηχανές που τοποθετούν τους αγωγούς κατά τη φύτευση. Στα αρνητικά επίσης συγκαταλέγονται και η ελλιπής ικανότητα του χειριστή να ελέγξει την ποιότητα της άρδευσης και την κανονική λειτουργία του συστήματος.

1.9.2 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή πατάτας εξαρτάται από την υδατοκατανάλωση, η οποία εκφράζεται μέσω της εξατμισοδιαπνοής. Η εξατμισοδιαπνοή ποικίλει ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες, την υγρασιακή κατάσταση του ριζοστρώματος, την εξάτμιση από το ακάλυπτο έδαφος (γραμμική καλλιέργεια), και τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI). Για την αποφυγή σύγχυσης της γενικής έννοιας του όρου «εξατμισοδιαπνοή», αναφέρεται ότι η παραπάνω περιγραφή αντιπροσωπεύει τον όρο «Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή» (Actual evapotranspiration) καθώς εμπλέκεται η εδαφική υγρασία. Συνεπώς, «Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή» είναι το ποσό του νερού που αφαιρείται πραγματικά από μια καλλιεργούμενη επιφάνεια λόγω των διαδικασιών της εξάτμισης και της διαπνοής και κάτω από τις υπάρχουσες πραγματικές συνθήκες διάθεσης του εδαφικού νερού.

Οι κύριοι μετεωρολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία του αέρα και η ταχύτητα του ανέμου. Καθώς αυτοί οι κλιματικοί παράγοντες μπορεί να διαφοροποιούνται από μέρα σε μέρα, έτσι παρατηρείται και η αλλαγή στον ρυθμό της απώλειας νερού από την καλλιέργεια. Για το σωστό σχεδιασμό και εφαρμογή άρδευσης είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (ET_c), που μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας άμεσες ή έμμεσες (υπολογιστικές) μεθόδους. Ως εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ET_c είναι η μέγιστη εξατμισοδιαπνοή που παρατηρείται από μια δυναμικά αναπτυσσόμενη καλλιέργεια κάτω από τυποποιημένες συνθήκες με καλή λίπανση απαλλαγμένη ασθeneιών, εγκατεστημένη σε μεγάλο αγρό και με βέλτιστες συνθήκες εδαφικής υγρασίας και η οποία θα μπορούσε να αποδώσει την μέγιστη παραγωγή, κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες.

Για τον υπολογισμό όμως των μέγιστων αναγκών των καλλιεργειών στα διάφορα στάδια ανάπτυξης θα πρέπει να εισαχθούν και άλλοι δύο όροι γνωστοί ως : Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET_o) και συντελεστής καλλιέργειας (K_c)

Η ET_0 ορίζεται ως: "Ο ρυθμός εξάτμισης από μία υποθετική καλλιέργεια αναφοράς με ύψος 0.12 m, με σταθερή συνολική αντίσταση επιφάνειας 70 sec/m και albedo 0.23, δηλαδή με συνθήκες παρόμοιες ρυθμού εξατμισοδιαπνοής που προέρχεται από μια εκτεταμένη πράσινη επιφάνεια γρασιδιού (ψυχρού τύπου) ομοιόμορφου ύψους 8-12 cm, δυναμικά αυξανόμενη, επαρκώς αρδευόμενη, και με πλήρη κάλυψη του εδάφους "

Οι περισσότερες επιρροές από τις μετεωρολογικές συνθήκες είναι ενσωματωμένες στην εκτίμηση της ET_0 . Επομένως καθώς η ET_0 αντιπροσωπεύει τον δείκτη επίδρασης των κλιματικών συνθηκών ο συντελεστής καλλιέργειας K_c διαφοροποιείται με τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε καλλιέργειας, και επηρεάζεται μόνο από περίπτωση ακραίων κλιματικών συνθηκών. Αυτό το γεγονός παρέχει την δυνατότητα να χρησιμοποιείται το K_c σε διαφορετικές περιοχές και κλίματα. Αυτός είναι ο πρωταρχικός λόγος της εκτεταμένης αποδοχής του και της χρησιμότητας της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας.

Ο συντελεστής καλλιέργειας συνεπώς αντιπροσωπεύει μια σφαιρική επιρροή τεσσάρων βασικών χαρακτηριστικών που τον διαφοροποιούν από την καλλιέργεια αναφοράς. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι:

- ❖ Το ύψος της καλλιέργειας, το οποίο επηρεάζει τον όρο της αεροδυναμικής αντίστασης r_a , (ο οποίος εισάγεται στην εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με την μέθοδο Penman–Monteith) και την στροβιλώδη μεταφορά των υδρατμών από την καλλιέργεια στην ατμόσφαιρα.
- ❖ Η ανακλαστικότητα α (albedo) της φυτοκόμης και του εδάφους η οποία επηρεάζεται από το βαθμό φυτοκάλυψης και της κατάστασης επιφανειακής υγρασίας του εδάφους. Η ανακλαστικότητα έχει άμεση επιρροή στην ροή της καθαρής ακτινοβολίας R_n η οποία θεωρείται η βασική πηγή ενέργειας στη διαδικασία εξάτμισης (Alves,1995; Alves et al.,1998)
- ❖ Η αντίσταση της φυτοκόμης στην μεταφορά των υδρατμών από την καλλιέργεια στο περιβάλλον η οποία επηρεάζεται από την επιφάνεια του φυλλώματος (αριθμός στοματίων), την ηλικία των φύλλων και τον έλεγχο και ρυθμό του ανοίγματος των στοματίων.
- ❖ Την εξάτμιση από το έδαφος και ειδικότερα στη περίπτωση έκθεσης του εδάφους (γυμνό έδαφος ανάμεσα στις γραμμές των φυτών, απόσταση φύτευσης κ.λ.π.)

Λόγω έλλειψης μετρήσεων, συνήθως χρησιμοποιούνται εμπειρικά μοντέλα υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (ET_0), που με τη χρήση του κατάλληλου συντελεστή φυτοκαλλιέργειας (K_c) μετασχηματίζεται σε εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας:

$$ET_c = K_c * ET_0$$

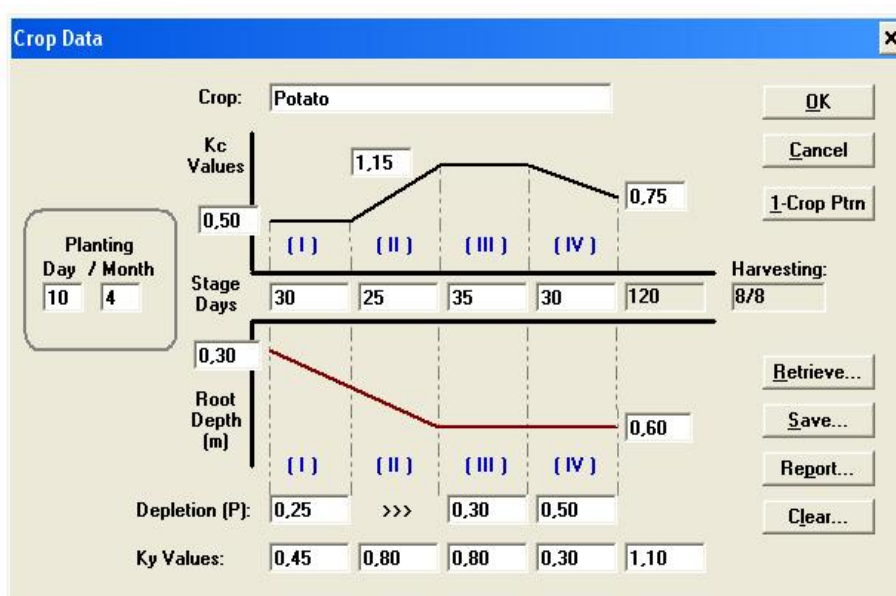
όπου: ET_c : η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας

K_c : ο συντελεστής φυτοκαλλιέργειας

ET_0 : η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

Ο συντελεστής φυτοκαλλιέργειας (K_c) είναι αδιάστατος και χαρακτηριστικός για την κάθε καλλιέργεια, σε κάθε στάδιο βλαστικής ανάπτυξης (Πιν. 3).

Για την πατάτα το εύρος των βλαστικών σταδίων και οι τιμές του K_c , όπως έχουν υιοθετηθεί από τον FAO παρουσιάζονται στο Σχ. 3.



Σχ. 3: Τιμές συντελεστή φυτοκαλλιέργειας K_c για τα στάδια ανάπτυξης πατατοκαλλιέργειας με ημερομηνία σποράς 10/4, παρουσιάζεται στο λογισμικό Cropwat 3.1 του FAO

Πιν. 3: Συντελεστές φυτοκαλλιέργειας (K_c) στα διάφορα στάδια ανάπτυξης πατατοφυτείας (Προσαρμογή με βάση Doorenbos κ.ά., 1986).

Στάδιο ανάπτυξης	K_c
Φύτρωμα, στολonoποίηση (Στάδιο I)	0.4 - 0.5
Σχηματισμός κονδύλων, έναρξη άνθησης (Στάδιο II)	0.7 - 0.8
Ανθοφορία, έναρξη διόγκωσης κονδύλων (Στάδιο III)	1.05 - 1.2

Διόγκωση κονδύλων (Στάδιο III)	0.85 - 0.95
Ωρίμανση (Στάδιο IV)	0.7 - 0.75

Για τον υπολογισμό της ET_o , έχουν προταθεί κατά καιρούς διάφορες εμπειρικές μέθοδοι. Μία από τις πλέον αξιόπιστες θεωρείται η μέθοδος Penman-Monteith (Smith 1991), η οποία εμπεριέχει έναν αεροδυναμικό και έναν ενεργειακό παράγοντα για την εκτίμηση :

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

όπου :

ET_o : εξατμισοδιαπνοή αναφοράς [$mm\ d^{-1}$]

R_n : πυκνότητα ροής καθαρής ακτινοβολίας ή ισοζύγιο ακτινοβολίας πάνω από την επιφάνεια σε [$MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$], που υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$R_n = R_{ns} + R_{nl}$$

όπου R_{ns} : πυκνότητα ροής καθαρής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος [$MJm^{-2}\ d^{-1}$] και R_{nl} : πυκνότητα ροής καθαρής ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος [$MJm^{-2}\ d^{-1}$]

$$R_{ns} = (1-\alpha)R_s \approx 0,77R_s$$

όπου:

α : ανακλαστικότητα (albedo) = 0.23 για το γρασίδι

R_s : μικρού μήκους κύματος ηλιακή ακτινοβολία σε [$MJm^{-2}\ d^{-1}$]

$$R_{nl} = f \varepsilon' \sigma \frac{T_{max}^4 + T_{min}^4}{2}$$

όπου: f : συντελεστής νέφωσης

ε' : καθαρή εκπεμπτικότητα επιφάνειας

σ : σταθερά του Stefan-Bolzman = $4.90 \cdot 10^{-9}$ [$MJ\ m^{-2}K^{-4}d^{-1}$]

$$f = 1.35 \left(\frac{R_s}{R_{s0}} - 0.35 \right)$$

όπου :

R_{s0} : πυκνότητα ροής μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια ανέφελης ημέρας [$MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$] και υπολογίζεται:

$$R_{s0} = (a_s + b_s) R_a$$

όπου: a_s και b_s : σταθερές του Angstrom

R_a : πυκνότητα ροής ηλιακής ακτινοβολίας στο εξωτερικό όριο της γήινης ατμόσφαιρας.

Όταν δεν υπάρχουν στοιχεία ατμοσφαιρικής υγρασίας χρησιμοποιείται η σχέση :

$$\varepsilon' = 0,261 \exp(-7,77 \cdot 10^{-4} T^2) - 0,02$$

όπου T : μέση ημερήσια ή ωριαία θερμοκρασία [$^{\circ}C$]

Όταν υπάρχουν στοιχεία ατμοσφαιρικής υγρασίας χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\varepsilon' = (0.34 - 0.14 * \sqrt{e_d})$$

όπου:

e_d : τάση κορεσμένων υδρατμών στο σημείο δρόσου

G : πυκνότητα ροής θερμότητας στο έδαφος [$\text{MJm}^{-2} \text{d}^{-1}$] που υπολογίζεται για την ημέρα i προσεγγιστικά από τις σχέσεις:

Για 24ωρες τιμές:

$$G = 0.38 (T_{\text{day}i} - T_{\text{day}i-1})$$

Ενώ για ωριαίες τιμές:

$$G = 0.1 R_n \text{ (τη μέρα)}$$

$$G = 0.5 R_n \text{ (τη νύχτα)}$$

T : μέση θερμοκρασία σε ύψος 2 μέτρων σε [$^{\circ}\text{C}$]

U_2 : Ταχύτητα του ανέμου μετρούμενη σε ύψος 2 μέτρων [ms^{-1}]

$(e_a - e_d)$: έλλειμα τάσης κορεσμένων υδρατμών [kPa], που δίνεται από τη σχέση:

$$\text{VPD} = (e_a - e_d) = \frac{e^0(T \text{ max}) + e^0(T \text{ min})}{2} - e_d$$

όπου:

e_a : πραγματική τάση κορεσμένων υδρατμών [kPa]

e_d : μέγιστη τάση κορεσμένων υδρατμών [kPa]

$$e_a = e^0(T) = 0.611 \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right)$$

$$e_d = \frac{1}{2} e^0(T \text{ min}) \frac{RH \text{ max}}{100} + \frac{1}{2} e^0(T \text{ max}) \frac{RH \text{ min}}{100}$$

όπου: RHmax: Μέγιστη ημερήσια σχετική υγρασία [%] (νωρίς το πρωί) και
RHmin: Ελάχιστη ημερήσια σχετική υγρασία [%] (νωρίς το απόγευμα, περίπου στις 14.00)

Δ : κλίση καμπύλης τάσης υδρατμών με τη θερμοκρασία [$\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$]

$$\Delta = \frac{2504 \exp\left(\frac{17.27 \cdot T}{T + 237.3}\right)}{(T + 237.3)^2}$$

γ : ψυχομετρική σταθερά [$\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$]

$$\gamma = 0.00163 \cdot \frac{P}{\lambda}$$

όπου : P : ατμοσφαιρική πίεση [kPa]

λ : λανθάνουσα θερμότητα [MJ kg^{-1}] με

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \cdot 10^{-3}) \cdot T \approx 2.45$$

1.9.3 ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ

Στο παρελθόν η άρδευση των καλλιεργειών πραγματοποιούνταν χωρίς να ληφθεί υπόψη η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων. Ωστόσο, σε ξηροθερμικές περιοχές, η μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης αστικού και βιομηχανικού νερού, οδήγησε στην αναζήτηση μεθόδων για βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης του αρδευτικού νερού. Μια εναλλακτική πρόταση είναι η ελλειμματική άρδευση η οποία επιτρέπει σε μια καλλιέργεια να αντέξει την έλλειψη νερού σε κάποιο βαθμό, με σκοπό τη μείωση του κόστους της άρδευσης και την οικονομία στη χρήση του νερού (Shock and Feibert, 2000). Τα οφέλη της μεθόδου αυτής προκύπτουν από την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους της άρδευσης (English και Raja, 1996). Με την ελλειμματική άρδευση τα φυτά υπόκεινται σε διάφορα επίπεδα υδατικής καταπόνησης, είτε σε συγκεκριμένα στάδια, είτε καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, χωρίς ωστόσο να μειώνεται σημαντικά η απόδοσή τους. Η δυνατότητα προσδιορισμού του χρόνου και της ποσότητας της άρδευσης είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τον σωστό σχεδιασμό και τη διαχείριση ενός προγράμματος ελλειμματικής άρδευσης. Η χρήση μόνιμων αρδευτικών συστημάτων δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής μικρών ποσοτήτων νερού σε μεγάλη συχνότητα και καλύτερης διαχείρισης πιθανής υδατικής καταπόνησης των φυτών από την ελλειμματική άρδευση (Fereres και Soriano, 2007).

Προκειμένου να προσδιοριστεί το επίπεδο της ελλειμματικής άρδευσης σε κάθε περίπτωση, πρέπει αρχικά να υπολογιστούν οι καθαρές υδατικές ανάγκες της φυτείας (ETc) (Fereres και Soriano, 2007). Όταν η ποσότητα του νερού άρδευσης είναι μικρότερη από τις υδατικές ανάγκες, τα φυτά αναπληρώνουν το νερό από την αποθηκευμένη εδαφική υγρασία και εφόσον αυτή είναι επαρκής δεν επηρεάζεται η εξατμισοδιαπνοή (ETc). Στην περίπτωση όμως που το εδαφικό νερό δεν επαρκεί, τότε παρατηρείται μείωση της ETc , με ενδεχόμενη μείωση των αποδόσεων. Στην πρώτη περίπτωση και εφόσον το αποθηκευμένο νερό που απομακρύνθηκε, αναπληρωθεί με τις βροχοπτώσεις, τότε η πρακτική της ελλειμματικής άρδευσης αποτελεί μια βιώσιμη πρόταση. Στη δεύτερη περίπτωση παρατηρείται μείωση της χρήσης του νερού από τα φυτά, όσο και της υδατοκατανάλωσης (ET).

Η ελλειμματική άρδευση έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε διάφορες καλλιέργειες (English et al., 1990). Ωστόσο, στην πατάτα μπορεί να είναι δύσκολη να εφαρμοστεί, γιατί ακόμα και σύντομες περίοδοι υδατικής καταπόνησης μπορούν να

προκαλέσουν μείωση στην παραγωγή και την ποιότητα των κονδύλων (Shock et al., 1992, 1993; Lynch et al., 1995). Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η πατάτα μπορεί να αντέξει την ελλειμματική άρδευση στο στάδιο πριν τον σχηματισμό των κονδύλων χωρίς σημαντική μείωση της εσωτερικής και εξωτερικής ποιότητάς τους (Cappaert et al., 1994; Shock et al., 1992). Επειδή οι ποικιλίες της πατάτας διαφέρουν στην αντοχή στην υδατική καταπόνηση (Jefferies και MacKerron, 1993a; Shock et al., 1993, Lynch et al., 1995) κρίνεται σκόπιμη η εξέταση της ελλειμματικής άρδευσης σε διάφορες από αυτές.

Οι Kirda et al., (1999a) έχουν ενδελεχώς μελετήσει το θέμα της ανταπόκρισης διαφόρων καλλιεργειών, ανάμεσά τους και της πατάτας, στην ελλειμματική άρδευση. Τα δεδομένα της απόδοσης των φυτών σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης τοποθετήθηκαν στην παρακάτω γραμμική εξίσωση που είχε χρησιμοποιηθεί νωρίτερα από τους Stewart et al., (1977).

$$\frac{Y}{Y_m} = 1 - k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right)$$

όπου: Y: αναμενόμενη απόδοση

Y_m : μέγιστη απόδοση

ET_a : πραγματική εξατμισοδιαπνοή

ET_m : μέγιστη εξατμισοδιαπνοή

k_y : φυτικός συντελεστής εξαρτώμενος από το είδος του φυτού, τη μέθοδο άρδευσης και το στάδιο ανάπτυξης όταν ξεκίνησε η ελλειμματική άρδευση

Ο λόγος (Y/Y_m), δίνει μια ένδειξη εάν το φυτό είναι ανθεκτικό στην υδατική καταπόνηση. Όταν οι τιμές του πλησιάζουν στη μονάδα, δείχνει ότι η αναμενόμενη σχετική μείωση της παραγωγής είναι μικρότερη από το συγκεκριμένο σχετικό έλλειμμα εξατμισοδιαπνοής (Kirda et al., 1999a).

Το πείραμα που έγινε, με σκοπό να μελετηθεί η αντίδραση της καλλιέργειας της πατάτας σε σχεδιασμένη υδατική καταπόνηση, έδειξε ότι η χρονική στιγμή της υδατικής καταπόνησης, επηρέασε διαφορετικά την απόδοση της καλλιέργειας. Χρησιμοποιήθηκαν 7 χειρισμοί άρδευσης οι οποίοι περιλάμβαναν περιόδους υδατικής καταπόνησης ή μη και στα τέσσερα στάδια ανάπτυξης της πατάτας. Η καταπόνηση που επιβλήθηκε στη φάση της ωρίμανσης προκάλεσε τη μικρότερη μείωση στην απόδοση, ενώ αυτή που επιβλήθηκε στην αρχή την ανάπτυξης μέχρι και

το στάδιο σχηματισμό των κονδύλων προκάλεσε τη μεγαλύτερη μείωση (Iqbal et al., 1999).

1.10 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΣ

1.10.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η πατάτα είναι φυτό δροσερών κλιμάτων και δεν αντέχει τις ξηροθερμικές συνθήκες. Η άριστη θερμοκρασία για βλαστική ανάπτυξη διαφέρει από την άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη κονδύλων (Wolf et al., 1990). Γενικά θερμοκρασίες αέρα μεγαλύτερες από 20°C ευνοούν την ανάπτυξη των βλαστών και μικρότερες από 20°C την ανάπτυξη των κονδύλων (Ewing, 1981; Benoit et al., 1983). Έτσι, εναλλαγές θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ανάπτυξης μπορεί να βελτιστοποιήσουν την ανάπτυξη των βλαστών στα αρχικά στάδια και την ανάπτυξη των κονδύλων σε μεταγενέστερα στάδια. Ευνοϊκότερη θερμοκρασία για την έναρξη σχηματισμού των κονδύλων είναι 16-18 °C. Η κονδυλοποίηση μειώνεται όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 20°C και σταματάει τελείως πάνω από τους 29 °C. Υψηλές θερμοκρασίες καθυστερούν, εμποδίζουν ή αναστέλλουν την κονδυλοποίηση συγκριτικά με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες (Ewing and Struik, 1992; Jackson, 1999). Υψηλές θερμοκρασίες εδάφους δεν παρεμποδίζουν τον σχηματισμό στολόνων, αλλά παρεμποδίζουν τον σχηματισμό κονδύλων στους στόλους (Ewing and Struik, 1992). Η ανάπτυξη των κονδύλων επηρεάζεται περισσότερο από ότι η ανάπτυξη των βλαστών σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών. (Lafta A.M και Lorenzen J.H, 1995;). Επίσης οι υδατάνθρακες που υπάρχουν στα πατατόφυτα, κατά τη διάρκεια υψηλών θερμοκρασιών, μεταφέρονται από τους κονδύλους στους βλαστούς, με αποτέλεσμα την μείωση της τελικής παραγωγής (Borah and Milthorpe, 1962; Ewing, 1981; Wolf et al., 1990). Υψηλές θερμοκρασίες εδάφους αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης εξογκωμάτων στους κονδύλους και δημιουργίας κονδύλων ακανόνιστου σχήματος.

Άριστες θερμοκρασίες αέρα θεωρούνται οι 20-21 °C (Mac Kerron και Waister, 1985; Kooman και Haverkort, 1995; Προύτσος κ.α., 2006, Λιακατάς, 2008). Επίσης αυξημένες νυχτερινές θερμοκρασίες είναι επιζήμιες για τον σχηματισμό κονδύλων, γι αυτό θα πρέπει η θερμοκρασία να κυμαίνεται γύρω στους 12 °C και να μην ξεπερνά τους 20 °C. Η καλλιέργεια υφίσταται ζημιές από παγετό. Γενικά, η

καλλιέργεια εμπορεύσιμης πατάτας πρέπει να αποφεύγεται σε περιοχές και εποχές με μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μικρότερες από 5 °C και μεγαλύτερες από 25 °C (Van keulen και Stol, 1995; Haverkort και Kooman, 1997). Γενικά, οι άριστες θερμοκρασίες της πατάτας διαφοροποιούνται στα διάφορα στάδια ανάπτυξης (Πίν. 4).

Η πατάτα είναι φυτό φωτόφιλο. Η φωτοπερίοδος αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το σχηματισμό κονδύλων. Σε μικρές μέρες, η ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος του φυτού είναι μικρή και έτσι μεγάλο μέρος των αποθησαυριστικών ουσιών διατίθεται για σχηματισμό κονδύλων (Φασούλας και Σένσογλου, 1966).

Πίν. 4: Εκτιμήσεις των άριστων θερμοκρασιών σε °C των διαφόρων διαδικασιών στο φυτό της πατάτας (Struik P.C., 2007)

Στάδιο	Θερμοκρασία (°C)
Έκπτυξη φύτρων	16-20
Ανάπτυξη φύτρων	20-25
Έκπτυξη από το έδαφος	20-25
Έναρξη ανάπτυξης βλαστών	24
Έναρξη έκπτυξης φύλλων	35
Εμφάνιση φύλλων	28
Ανάπτυξη μεμονωμένων φύλλων	25
Ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας	20-25
Επιμήκυνση βλαστών	>25
Αύξηση βλαστών	32
Φωτοσύνθεση φύλλων	24
Φωτοσύνθεση φυτού	20-24*
Ανάπτυξη στολώνων	25
Πρόκληση σχηματισμού κονδύλων	15
Έναρξη σχηματισμού κονδύλων	22
Εμφάνιση κονδύλων	15
Διόγκωση κονδύλων	14-22
Απόδοση – Παραγωγή	20-24
Σύνθεση αμύλου	21.5,25 ή >35
Διακοπή ληθάργου	28

*Υψηλότερη στα πρώτα στάδια βλαστικής ανάπτυξης απ' ό τι στα μεταγενέστερα (Timlin et al., 2006)

Η πατάτα είναι αρκετά ευαίσθητη στην ξηρασία, που μπορεί να έχει σημαντικές επιδράσεις στην ανάπτυξη της καλλιέργειας, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών (Fasan and Haverkort, 1991; Haverkort et al., 1992). Χαμηλά

ποσοστά υγρασίας 20 μέρες πριν την άνθιση οδηγούν σε χαμηλή απόδοση, ενώ κρίσιμη είναι η ξηρασία και κατά την περίοδο της άνθισης. Από την άλλη πλευρά, η παρατεταμένη υγρασία οδηγεί σε όψιμη ωρίμανση των κονδύλων. Για τη μέγιστη δυνατή παραγωγή, η εδαφική υγρασία δεν πρέπει να πέφτει κάτω από το 50%. Η ιδανική εδαφική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται σε επίπεδα $\geq 65\%$.

1.10.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΛΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Για την πατατοκαλλιέργεια προτιμούνται βαθιά, γόνιμα, καλά στραγγιζόμενα και αεριζόμενα εδάφη (Thornton and Siczka, 1980) και ελαφρώς όξινα (pH: 4,8-5,2) Άριστα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη ως ιλυοπηλώδη, τα οποία θερμαίνονται γρήγορα, με άφθονη οργανική ουσία. Τα αμμώδη, συνδέονται με μεγάλες αποδόσεις αν απολυμαίνονται και αρδεύονται καλά, καθώς δεν συγκρατούν από μόνα τους αρκετή υγρασία, ενώ τα συνεκτικά δεν δίνουν καλής ποιότητας παραγωγή. Βαριά πηλώδη εδάφη πρέπει να αποφεύγονται, γιατί στραγγίζουν δύσκολα, είναι συνεκτικά, προκαλούν παραμόρφωση και δίνουν μικρούς κονδύλους. Η πατατοκαλλιέργεια παρουσιάζει ευαισθησία στην αλατότητα, έτσι όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα εκχυλίσματος κορεσμένου εδάφους είναι μεγαλύτερη από $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, τότε η παραγωγικότητα μειώνεται (Carter, 1982). Η επιθυμητή αντίδραση του εδάφους είναι η ελαφρά όξινη pH 5-6,5, δίνουν όμως καλά αποτελέσματα και τα ουδέτερα καθώς και ελαφρά αλκαλικά εδάφη με pH μέχρι 7,5.

1.11 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στην ανάπτυξη πατατοκαλλιέργειας είναι αυτή που θα καθορίσει τον τελικό όγκο παραγωγής. Μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος, υψηλές μέγιστες ή χαμηλές ελάχιστες τιμές ημερήσιας θερμοκρασίας, έχουν άμεση επίδραση τόσο στην ανάπτυξη των πατατόφυτων, όσο και των κονδύλων (Fleisher and Timlin, 2006; van Delden et al., 2000; Vos, 1995) Τιμές θερμοκρασίας μικρότερες από 5°C και μεγαλύτερες από 25°C (Van keulen and Stol, 1995; Haverkort and Kooman, 1997). προκαλούν

αναστολή της ανάπτυξης, ενώ η ξηρότητα της ατμόσφαιρας επιδρά άμεσα, τόσο στην παραγωγή, όσο και στην ανάπτυξη.

Το είδος της ποικιλίας καθορίζει επίσης την αποδοτικότητα της πατατοπαραγωγής, αφού διαφορετικές ποικιλίες έχουν διαφορετική απόκριση στις μετεωρολογικές μεταβολές, ανάλογα με τη γενετική τους σύσταση.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

Περιγραφή περιοχής - Υλικά και Μέθοδοι



2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΘΕΣΗ

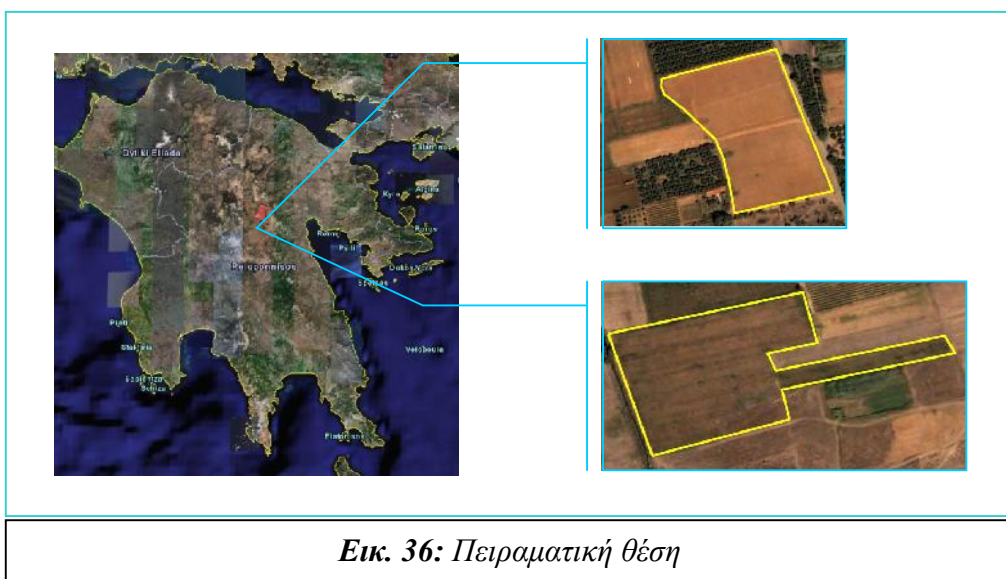
Τα πειραματικά αγροτεμάχια, όπου εγκαταστάθηκαν καλλιέργειες πατάτας βρίσκονται στο πρώην Ν. Αρκαδίας, Δ. Τρίπολης, περιοχή Ζουπάνους του Δ.Δ. Ζευγολατίου. Τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως γόνιμα, καλώς στραγγιζόμενα, αμμοπηλώδη, ελαφρώς όξινα και θεωρούνται ευνοϊκά για την εγκατάσταση πατατοκαλλιέργειας. Οι θέσεις και οι εκτάσεις των αγροτεμαχίων όπου εγκαταστάθηκαν οι πειραματικές καλλιέργειες παρουσιάζονται στον Πίν. 5, οι μέσες μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας στον Πίν. 6 και η γεωγραφική απεικόνιση των θέσεων στην Εικ. 26:

Πίν. 5: Γεωγραφικές συντεταγμένες, υψόμετρα και έκταση των πειραματικών αγρών κατά τα τρία έτη που πραγματοποιήθηκε το πείραμα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)
2004	37° 33' 11'' N 22° 25' 29'' E	641	15.78
2005	37° 32' 57'' N 22° 25' 23'' E	638	17.30
2006	37° 33' 11'' N 22° 25' 29'' E	641	15.78

Πίν. 6: Μέσες τιμές χαρακτηριστικών μετεωρολογικών παραμέτρων για τις περιόδους που διενεργήθηκε το πείραμα.

Έτος	Ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος (°C)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)	Ολική ηλιακή ακτινοβολία (W m ⁻²)	Μέση ανεμοταχύτητα (m/s)
2004 (25/5-2/9)	16,58	20,0	62,5	276,7	1.33
2005 (27/5-16/8)	17,39	20,9	58,5	297,8	1.39
2006 (8/4-1/9)	15,79	18,8	54,6	277,1	1.60



Εικ. 36: Πειραματική θέση

Η πατάτα επιλέχθηκε να μελετηθεί καθώς αποτελεί παραδοσιακή καλλιέργεια για την ευρύτερη περιοχή. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια για τα πειράματα αγρού είναι οι επαναλήψεις να γίνονται σε σταθερές θέσεις και εκτάσεις ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος εξαγωγής λανθασμένων συμπερασμάτων. Εντούτοις, για την πατατοκαλλιέργεια η εναλλαγή των αγροτεμαχίων ήταν επιβεβλημένη καθώς η συγκεκριμένη καλλιέργεια, όπου εφαρμόζεται, οδηγεί σε εξάντληση του εδάφους ως προς τα θρεπτικά του στοιχεία και σε ανάπτυξη φυτοασθενειών, που είναι δυνατόν ακόμα και να καταστρέψουν την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών. Έτσι, για την πραγματοποίηση των πειραμάτων (για τρία έτη) στα ίδια αγροτεμάχια, θα απαιτούνταν να παρεμβαλλόταν μεσοδιαστήματα 2-4 ετών και θα αύξανε σημαντικά ο χρόνος ολοκλήρωσης της πειραματικής διαδικασίας. Εναλλακτικά, η θέση καλλιέργειας κάθε έτος μεταφερόταν όμως βρισκόταν πάντα στην ίδια περιοχή και σε πολύ μικρή απόσταση από τις προηγούμενες, ώστε να μην υπάρχουν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις ούτε ως προς τις εδαφικές συνθήκες αλλά ούτε και ως προς το τοπικό μικροκλίμα.

Πριν την εγκατάσταση κάθε πειραματικής καλλιέργειας προηγούνταν προετοιμασία των αγροτεμαχίων από πενταετίας καθώς ήταν ενταγμένα σε προγράμματα αμειψισποράς με σιτηρά, για τον έλεγχο ασθενειών και παρασίτων του εδάφους. Επίσης, οι καλλιεργητικές τεχνικές και φροντίδες εφαρμόζονταν πάντα από τον ίδιο καλλιεργητή, ο οποίος ήταν ιδιαίτερα εξειδικευμένος στην πατατοκαλλιέργεια και πατατοπαραγωγή. Έτσι, με βάση τα παραπάνω

εξασφαλίστηκε στο μέτρο του δυνατού η αξιοπιστία των παραγόμενων αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων που παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη.

2.2 ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για τις τρεις βλαστικές περιόδους (2004, 2005 και 2006) η συχνότητα λήψης δειγμάτων (υπέργειου και υπόγειου μέρους του φυτού) ήταν περίπου 15 ημέρες. Ακολουθήθηκε η μέθοδος της τυχαίας δειγματοληψίας, με τη συλλογή νωπών φυτικών δειγμάτων που συλλέγονταν από επιφάνειες εδάφους 0.6 m² σε 2 τουλάχιστον τυχαίες θέσεις, εντός του αγρού, κάθε φορά.

Μετά τη συλλογή ακολουθούσε άμεσα η μεταφορά των δειγμάτων στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου ξεκινούσε η προετοιμασία του δείγματος, που κάθε φορά περιλάμβανε την αφαίρεση του χώματος από τους φυτικούς ιστούς και την κατάτμιση του φυτού. Γινόταν διαχωρισμός των φυλλαρίων, των μίσχων, των βλαστών, της ρίζας και των κονδύλων. Σε πολλές περιπτώσεις που η μεταφορά των ιστών στο εργαστήριο δεν ήταν δυνατό να γίνει άμεσα, τα δείγματα συσκευάζονταν και αποθηκεύονταν σε ψυκτικούς χώρους μέχρι να μεταφερθούν στον εργαστήριο. Σε αυτή την περίπτωση, ο χρόνος παραμονής δεν υπερέβαινε σε καμιά περίπτωση τις 24 ώρες.

Κατά την προετοιμασία των δειγμάτων, τα φύλλα επεξεργάζονταν ξεχωριστά. Τα φυλλάρια καταμετρούνταν και κατηγοριοποιούνταν με βάση την επιφάνειά τους και καταμετρούνταν. Ακολουθούσε η ακριβής μέτρηση της επιφάνειας στο Εργαστήριο Λαχανοκομίας, για όλες τις κατηγορίες των πράσινων ιστών (φυλλάρια, μίσχοι και βλαστοί).

Κάθε μέρος του φυτού ζυγίζονταν ξεχωριστά, ώστε να προσδιοριστεί το νωπό βάρος. Στη συνέχεια τα δείγματα τοποθετούνταν σε ειδικούς φούρνους σε θερμοκρασίες γύρω στους 60°C όπου παρέμεναν για 24 ώρες ώστε να αποξηρανθούν.

Στους κονδύλους αρχικά καταγραφόταν το πλήθος τους ανά δείγμα και οι διαστάσεις καθενός απ' αυτούς (μικρή και μεγάλη διάμετρος). Στη συνέχεια, ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας πριν και μετά την αποξήρανσή τους. Το σύνολο των μετρήσεων αρχειοθετούνταν και αποθηκεύονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

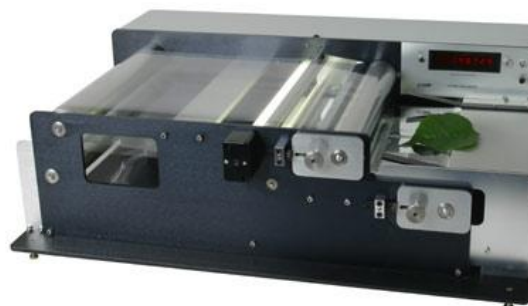
2.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα μικρομετεωρολογικά δεδομένα λαμβάνονταν με τη χρήση υψηλής ακρίβειας αισθητήρων, οι οποίοι τοποθετήθηκαν σε ιστό στο κέντρο, κάθε φορά, του αγροτεμαχίου και μακριά από εμπόδια που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ακρίβεια των μετρούμενων μεγεθών. Συγκεκριμένα, μετρήθηκε η ανεμοταχύτητα, η θερμοκρασία του αέρα, η σχετική υγρασία, η πυκνότητα ροής της μικρού μήκους κύματος ηλιακής ακτινοβολίας και η συνολική εισροή ύδατος από βροχόπτωση και άρδευση. Το βροχόμετρο ήταν τοποθετημένο ακριβώς πάνω από την καλλιέργεια, ενώ τα άλλα όργανα τοποθετήθηκαν σε ύψος 2 m. Λήψη μετρήσεων γινόταν κάθε 10 sec, για όλες τις μετρούμενες παραμέτρους, ενώ η εξαγωγή μέσων όρων γινόταν κάθε 10 min, οπότε και αποθηκεύονταν στο αυτόματο καταγραφικό σύστημα (Datahog 2,SD 5400) του μετεωρολογικού σταθμού.

2.4 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

2.4.1 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Για τη μέτρηση της επιφάνειας των πράσινων μερών του φυτού χρησιμοποιήθηκε ο μετρητής επιφάνειας Li-Cor 3100 C (Εικ. 27) του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του Γ.Π.Α.



Εικ. 27: Μετρητής φυλλικής επιφάνειας

Η αρχή λειτουργίας του οργάνου βασίζεται στις οπτικές ιδιότητες του φωτός και μπορεί να επιτευχθεί ακρίβεια μέτρησης μέχρι και $0,1 \text{ mm}^2$, με κατάλληλη προσαρμογή των φακών. Μπορεί να γίνει μέτρηση μεγάλων αντικειμένων πλάτους έως 25 cm και πάχους έως 2,5 cm με ακρίβεια 1 mm^2 ή μικρών αντικειμένων (επιφάνεια μικρότερη από 1 cm^2) με ακρίβεια $0,1 \text{ mm}^2$.

2.4.2 ΖΥΓΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Ο ζυγός χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση ξηρών και νωπών μαζών. Είναι μοντέλο PG5002-S (Εικ. 28). Το μέγιστο δυνατό βάρος για ζύγιση είναι 5100 g και έχει ακρίβεια 0,01 g.



Εικ. 28: Ζυγός ακριβείας

2.4.3. ΦΟΥΡΝΟΣ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ

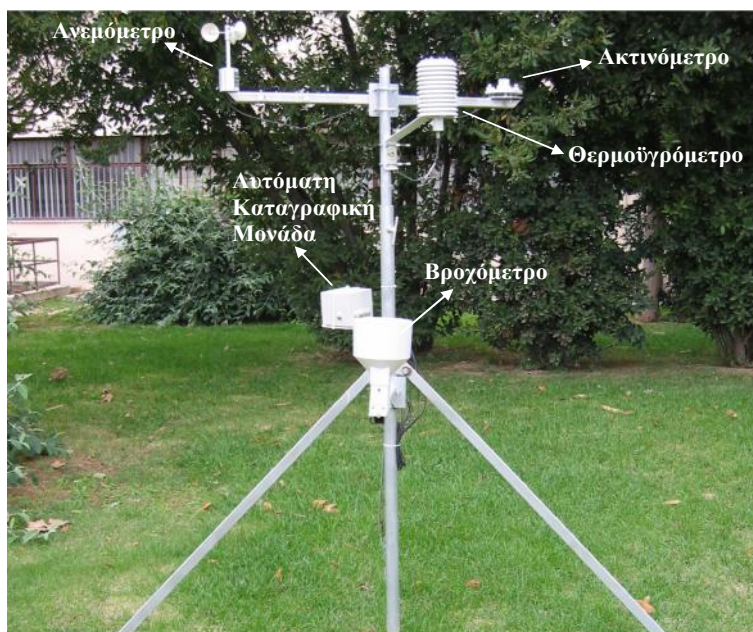
Όλα τα μέρη των φυτικών ιστών αποξηράθηκαν σε φούρνο της εταιρίας Memmert (Εικ. 29) με εύρη θερμοκρασιών λειτουργίας 30-100 °C και 100-300 °C.



Εικ. 29: Φούρνος αποξήρανσης

2.4.4 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

Χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός Minimet 2 της Skye instrument Ltd (Εικ. 30). Η περιγραφή των αισθητήρων του σταθμού και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά παρουσιάζονται παρακάτω.



Εικ. 30: Διαταξη οργάνων στο μικρομετεωρολογικό σταθμό

2.4.5 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Θερμοϋγρόμετρο

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας αέρα και της σχετικής υγρασίας, (RH), χρησιμοποιήθηκε διπλός αισθητήρας τύπου SKH 2060 (Εικ. 31) με διάμετρο 152mm x 31mm. Η αρχή λειτουργίας του οργάνου βασίζεται στην αποστολή μιλιβολταϊκού σήματος.

Το εύρος μέτρησης της θερμοκρασίας κυμαίνεται από -40 έως 60°C και η κατανάλωση ισχύος είναι περίπου 7mA. Έχει ακρίβεια $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ στους -39°C και $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ στους $+20^{\circ}\text{C}$, ενώ το σφάλμα στους $+60^{\circ}\text{C}$ δεν ξεπερνάει τους $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$.

Ο αισθητήρας RH μπορεί να καταγράψει τιμές σχετικής υγρασίας από 0 έως 100%. Το σφάλμα δεν ξεπερνάει το $\pm 2\%$ και ο χρόνος απόκρισης τυπικά είναι μικρότερος των 10 sec για εύρος λειτουργίας από 10 έως 95% της RH.



Εικ. 31: Θερμοϋγρόμετρο SKH 2060

Ανεμόμετρο

Για τη μέτρηση της ανεμοταχύτητας χρησιμοποιήθηκε αισθητήρας τύπου A100 R M3N (Εικ. 32) της Skye instruments Ltd. Η διάμετρός του είναι 55mm και έχει ύψος 200mm. Το βάρος του μαζί με το καλώδιο είναι 350gr και το εύρος λειτουργίας του είναι από -30 έως $+70^{\circ}\text{C}$. Η βασική αρχή λειτουργίας του είναι όμοια με αυτή του αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας.



Εικ. 32: Ανεμόμετρο

Βροχόμετρο

Το βροχόμετρο (Εικ. 33) βασίζεται στην αποκωδικοποίηση παλμικού σήματος. Είναι τύπου καδίσκου και η μονάδα μέτρησης του εισερχόμενου νερού είναι σε παλμούς (counts), που στη συνέχεια ανάγονται σε mm.



Εικ. 33: Βροχομετρο

Ακτινόμετρο

Για τη μέτρηση της πυκνότητας ροής της μικρού μήκους κύματος ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε πυρανόμετρο τύπου SKS 1110 (Εικ. 34) της Skye instruments Ltd. Η διάμετρος του αισθητήρα είναι 34mm x 38mm και έχει βάρος 130gr μαζί με το καλώδιο. Το εύρος μέτρησης είναι από 0 έως 5000 Wm⁻². Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται, όπως και στους άλλους αισθητήρες, στην αποστολή μιλιβολταϊκού σήματος από τον αισθητήρα στο αυτόματο καταγραφικό.



Εικ. 34: SKS 1110 πυρανόμετρο

Datahog 2

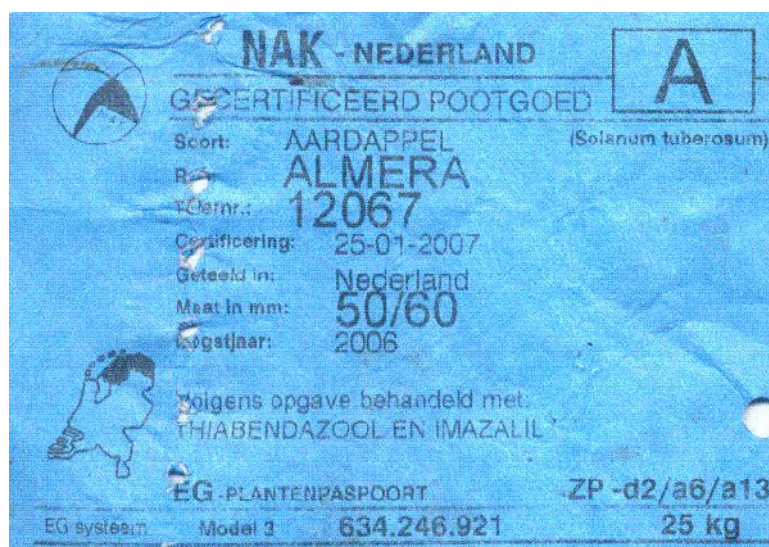
Η αποθήκευση των δεδομένων από τους αισθητήρες γίνεται σε αυτόματο καταγραφικό (Datalogger) τύπου Datahog 2 SDL 5400 (Εικ. 35) που λειτουργεί με μπαταρία. Έχει μήκος 122 mm, πλάτος 120 mm, και ύψος 150 mm. Το βάρος του είναι 1100 gr.



Εικ. 35: Αυτόματο καταγραφικό Datahog

2.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Η καλλιέργεια της πατάτας γινόταν σε γραμμές, κατά τη συνήθη πρακτική με αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των γραμμών 0.75 cm και επί της γραμμής 10 cm. Η τοποθέτηση του πατατόσπορου έγινε με φυτευτικό μηχάνημα, ενώ το πολλαπλασιαστικό υλικό ήταν πιστοποιημένο (Εικ. 36).



Εικ. 36: Πιστοποιητικό καταλληλότητας εισαγομένου πατατόσπορου

Η άρδευση πραγματοποιούνταν με τεχνητή βροχή, σε εύρος και διάρκεια που να καλύπτονται οι ανάγκες των πατατοφύτων σε εδαφική υγρασία καθ' όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Εφαρμόστηκε η παραδοσιακή τεχνική άρδευσης που έχει υιοθετηθεί στην περιοχή και βασίζεται στην φαινολογική παρατήρηση των φυτών. Οι εκτοξευτήρες (springlers) ήταν πλήρους περιστροφής, τοποθετημένοι σε ορθογωνική διάταξη, για την εξασφάλιση ομοιομορφίας. Η άρδευση γινόταν κυρίως κατά τις πρώτες πρωινές ώρες, με νερό καλής ποιότητας (Πίν. 7), ώστε να περιορίζεται η πιθανότητα ανάπτυξης ασθενειών στο φύλλωμα, λόγω αυξημένης υγρασίας.

Η χημική ανάλυση του νερού έγινε στο Εργαστήριο Γεωλογίας του Γ.Π.Α. Το νερό κατατάσσεται στην κατηγορία C₂S₁, κατά το αμερικανικό σύστημα ταξινόμησης αρδευτικών υδάτων. Πρόκειται για νερό κατάλληλο για άρδευση καλλιεργειών, με εξαίρεση φυτά πολύ ευαίσθητα στα άλατα ή εδάφη με κακή στράγγιση.

Πίν. 7: Χημική ανάλυση νερού άρδευσης

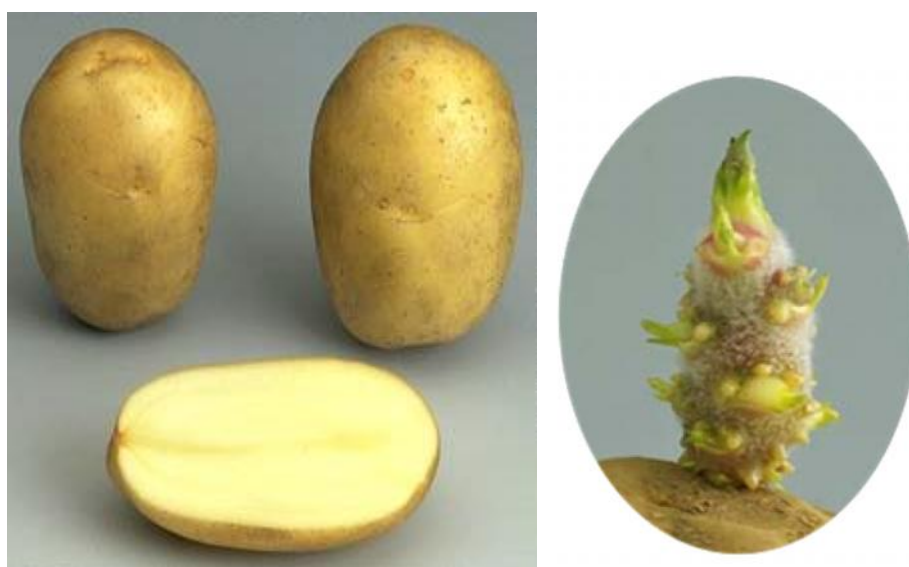
A. Κύρια Στοιχεία	mg/l	Meq/l	Meq %
Ασβέστιο (Ca ²⁺)	86,4	4,311	61,96
Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	25,57	2,102	30,21
Νάτριο (Na ⁺)	12,41	0,54	7,76
Κάλιο (K ⁺)	0,01	0,005	0,07
Σύνολο Κατιόντων	124,39	6,9581,2	100
Οξύ-ανθρακικά (HCO ₃ ⁻)	73,2	1,2	18,23
Χλωρίδια (Cl ⁻)	24,8227	0,7	10,63
Θειικά (SO ₄ ²⁻)	170	3,536	53,71
Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	71,28	1,148	17,43
Σύνολο Ανιόντων	339,3027	6,584	100
B. Αδιάλυτα ιόντα			
Πυριτικά (SiO ₂)			
Γ. Ιχνοστοιχεία			
Αμμωνιακά (NH ₄ ⁺)	0	0	
Φωσφορικά (PO ₄ ³⁻)	0,04886	0,15	
Σίδηρος (Fe)			
Μαγγάνιο (Mn)			

Για την καλλιέργεια πάρθηκαν όλα τα απαραίτητα φυτοπροστατευτικά μέτρα, ώστε να αποφευχθούν προσβολές από φυτικούς ή ζωικούς εχθρούς και να εξασφαλιστεί η συνεχής ευρωστία των φυτών. Εφαρμόστηκε επίσης πρόγραμμα λίπανσης, για τον εμπλουτισμό του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία. Η βασική λίπανση που έγινε μετά το όργωμα του εδάφους και πριν το φρεζάρισμα ήταν πλούσια σε άζωτο, ώστε να προσδώσει στα νεαρά φυτάρια το δυναμικό για έντονη βλαστική ανάπτυξη και περιελάμβανε φώσφορο και κάλιο για την κάλυψη των μετέπειτα αναγκών της καλλιέργειας. Στα επόμενα στάδια η λίπανση προσαρμοζόταν ανάλογα. Ο τρόπος εφαρμογής των λιπάνσεων, κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης, γινόταν μαζί με το νερό άρδευσης ή μέσω διαφυλλικών ψεκασμών.

2.6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

2.6.1 ALASKA

Η Alaska είναι μία δυνατή πρώιμη προς μεσοπρώιμη ποικιλία, με ομοιόμορφους κόνδylους (Εικ. 37). Είναι καλά προσαρμοσμένη στις Μεσογειακές συνθήκες. Φυτεύεται σε απόσταση 25-30 εκ. πάνω στη γραμμή φύτευσης. Με κανονική λίπανση και άρδευση, δίνει υψηλή παραγωγή και καλή ποιότητα και είναι πολύ εμπορεύσιμη (GPK Agrohellas Ltd, 2013).



Εικ. 37: Κόνδυλοι και φυτό της ποικιλίας Alaska

Γενετικά προέρχεται από την Mondial X INRA 72.84.88 (Bretagne Plants France) και έχει εγγραφεί στον εθνικό κατάλογο το 1999. Συστήνεται ως πατάτα φαγητού για επιτραπέζια χρήση. Η περίοδος του ληθάργου είναι αρκετά μεγάλη και οι κόνδυλοι έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (GPK Agrohellas Ltd, 2013).

Ο κόνδυλος είναι μακρύς, ωσειδής, με αβαθή μάτια, ελαφρά κίτρινη έως λευκή επιδερμίδα και ελαφρά κίτρινη έως λευκή σάρκα. Ως φυτό έχει μεσαίο προς μεγάλο ύψος, είναι ημιορθίου τύπου και φυλλώδες. Δεν έχει πλούσια ανθοφορία όμως τα άνθη είναι λευκά με μπουμπούκια ελαφρώς προς μέτρια χρωματισμένα. Το ποσοστό μεγάλων κόνδυλων από την καλλιέργεια της Αλάσκα είναι υψηλό προς πολύ υψηλό. Είναι φυτό ευπαθές στον περονόσπορο των φύλλων, ενώ δεν έχει διαπιστωθεί

προσβολή στους κονδύλους. Δεν προσβάλλεται από καρκίνωση, όμως είναι ελαφρώς ευπαθές στην ακτινομύκωση. Στους ιούς X, A και Y, έχει καλή, κακή και κακή ανθεκτικότητα, αντίστοιχα. Στον ιό του καρουλιάσματος των φύλλων είναι ευπαθής, όμως είναι ανθεκτική στους νηματώδεις. Έχει σχετική δυσκολία φυτρώματος (GPK Agrohellas Ltd, 2013).

2.6.2 MARFONA

Ολλανδική πρώιμη παραγωγική ποικιλία. Παράγει πολύ μεγάλους κονδύλους, μάλλον αυγοειδούς σχήματος με ελαφρά βαθουλά μάτια, ελαφρά κίτρινη επιδερμίδα (Εικ.38) και ελαφρά κίτρινη σάρκα «κηρώδους» υφής (τύπος B-C). Γενικά οι κόνδυλοι της Marfona έχουν ωραία εμφάνιση αλλά πρασινίζουν πολύ εύκολα στο φως. Πρόκειται για ποικιλία γρήγορης βλάστησης και μάλλον ταχείας ανάπτυξης βλαστών (2 κατά μέσο όρο), μέτριας ζωηρότητας και μέτριας κάλυψης εδάφους.

Χρησιμοποιείται ευρέως στη μαγειρική, και είναι πιο διαδεδομένη για τη χρήση της ως «οφτή» (Bakers, δηλαδή πατάτα για ψήσιμο σε ξύλο ή κάρβουνα).



Εικ. 38: Κόνδυλοι ποικιλίας Marfona

Είναι ποικιλία κάπως ευαίσθητη στο περονόσπορο ενώ στην έλλειψη νερού παρουσιάζει προβλήματα στην επιδερμίδα (εσχάρωση). Χρησιμοποιείται ευρέως στη

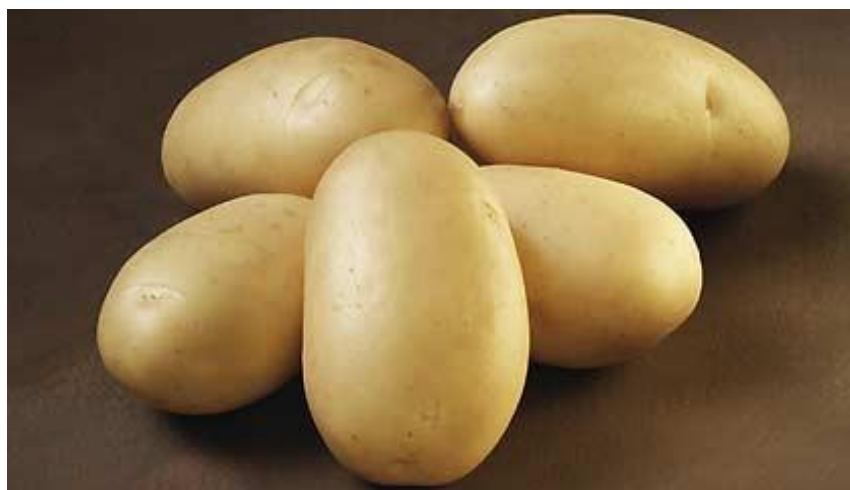
Νορβηγία, ενώ στη Γερμανία η κατανάλωσή της έχει περιοριστεί σε σχέση με παρελθόν.

Το μεγάλο μέγεθος της ποικιλίας αυτής μπορεί να πουληθεί σε μικρές ποσότητες το Μάιο στην Ελλάδα όταν δεν υπάρχει Sprunta καθώς και την Ιρλανδία και τη Σκωτία πριν την εμφάνιση της Cara. Οι παραγωγοί που θα φυτέψουν Μαρφόνα πρέπει να την φυτέψουν κάπως αραιά αφού η ποικιλία αυτή προορίζεται αποκλειστικά και μόνο για τη παραγωγή Bakers.

2.6.3 VIVI

Νέα ποικιλία με πολύ όμορφο φλοιό και ομοιόμορφους κονδύλους. Είναι άριστη για συσκευασία. Η Vivi έχει καλές προοπτικές παραγωγής και αποδίδει άριστα σε καλά εδάφη. Είναι μεσοπρώιμη και συστήνεται για νωπή κατανάλωση.

Οι κόνδυλοι έχουν σχήμα οβάλ προς μακρύ, είναι ομοιόμορφοι και έχουν όμορφο φλοιό (Εικ. 39). Το χρώμα της σάρκας είναι κίτρινο με μέτρια περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία.



Εικ. 39: Κόνδυλοι ποικιλίας Vivi

Η περίοδος του ληθάργου είναι μέση προς μεγάλη. Ως ποικιλία δίνει πολύ υψηλή παραγωγή και εκμεταλλεύεται τα καλά εδάφη (Eurofarm 2013). Είναι ανθεκτική στον περονόσπορο των φύλλων και των κονδύλων, καθώς επίσης και στην ακτινομύκωση, αλλά και στον νηματώδη RO1. Πιο ευαίσθητη παρουσιάζεται στο *Synchytrium endobioticum*.

2.6.4 VERONIE

Η Veronie είναι μια πρώιμης ωρίμανσης ποικιλία, που συνίσταται για επιτραπέζια χρήση. Έχει ομοιόμορφους κονδύλους με σχήμα οβάλ, χρώμα σάρκας ανοικτό κίτρινο και διαυγές κίτρινο δέρμα.

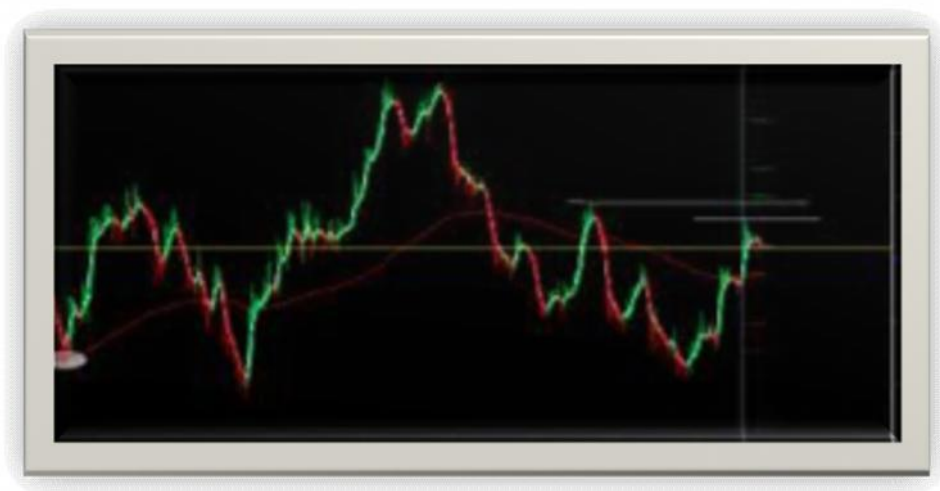
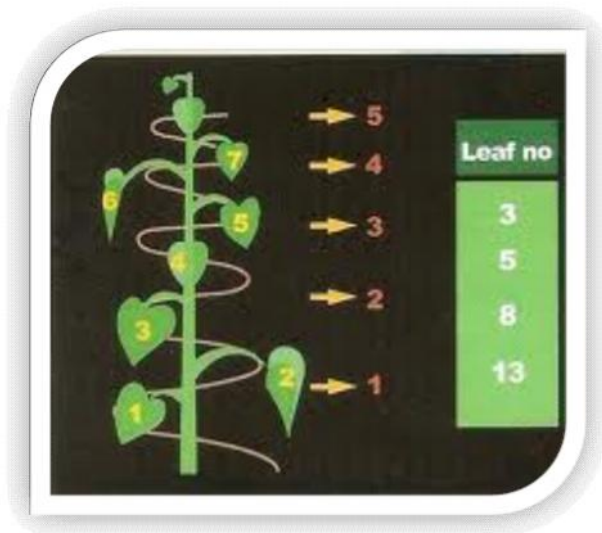


Εικ. 39: Κόνδυλοι ποικιλίας Veronie

Έχει μικρή περίοδο ληθάργου και είναι κατάλληλη για όλους τους τύπους εδαφών, αν η ποσότητα νερού είναι ικανοποιητική. Έχει πολύ καλή αντοχή σε νηματώδες (Α) και σε κονδυλώματα τύπου ασθένειας 1.

ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

Αποτελέσματα και Συζήτηση



3.1 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΠΑΤΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

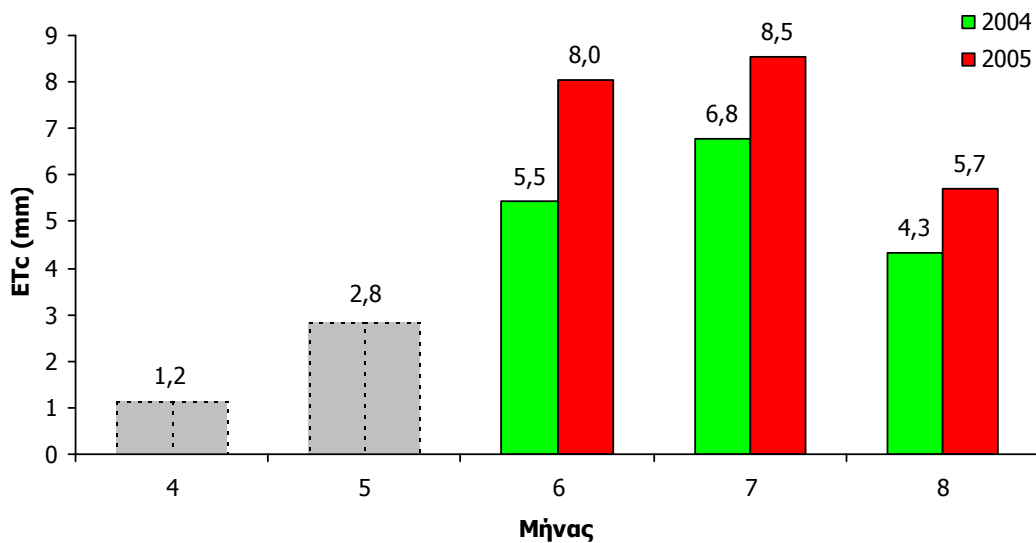
Οι καθαρές ανάγκες σε νερό της πατατοκαλλιέργειας, όπως αυτές προσδιορίζονται από τα υπολογιστικά μοντέλα με βάση τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες στο κέντρο των πειραματικών αγρών, ήταν μεγαλύτερες κατά το έτος 2005 σε σχέση με το 2004. Η αθροιστική εξατμισοδιαπνοή, καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ήταν 723 mm για το 2005 έναντι 564 mm το 2004. Αυτές οι αυξημένες ανάγκες σε νερό το 2005 ήταν κατά 28% μεγαλύτερες σε σχέση με το 2004.

Σε μηνιαία κλίμακα οι αντίστοιχες ποσότητες υπέρβασης μεγιστοποιούνται τον Ιούνιο, που είναι κατά 48% μεγαλύτερες το 2005 σε σχέση με τον αντίστοιχο μήνα του 2004, ενώ κατά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο φτάνουν το 26% και το 32%, αντίστοιχα. Οι αυξημένες υδατικές ανάγκες για την υποστήριξη της καλλιέργειας κατά το έτος 2005 είναι συνδυασμένο αποτέλεσμα της αυξημένης θερμοκρασίας, ροής ακτινοβολίας, ανεμοταχύτητας και ηλιακής ακτινοβολίας, σε σχέση με το 2004, όπως άλλωστε προκύπτει και από τις μέσες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στον Πίν. 8.

***Πίνακας 8:** Μέσες ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της ανεμοταχύτητας, του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους και της πυκνότητας ροής της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις περιόδους λήψης δεδομένων (147 – 221 JD 2004 και 154 – 219 JD 2005) πάνω από πατατοκαλλιέργεια στον Ν. Αρκαδίας (περιοχή Ζουπάνους, Δ.Δ. Ζευγολατιού, Δ. Τρίπολης).*

Έτος	Ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος (°C)	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέση σχετική υγρασία (%)	Ολική ηλιακή ακτινοβολία (W m ⁻²)	Μέση ανεμοταχύτητα (m/s)
2004	16,58	20,0	62,5	276,7	1.33
2005	17,39	20,9	58,5	297,8	1.39

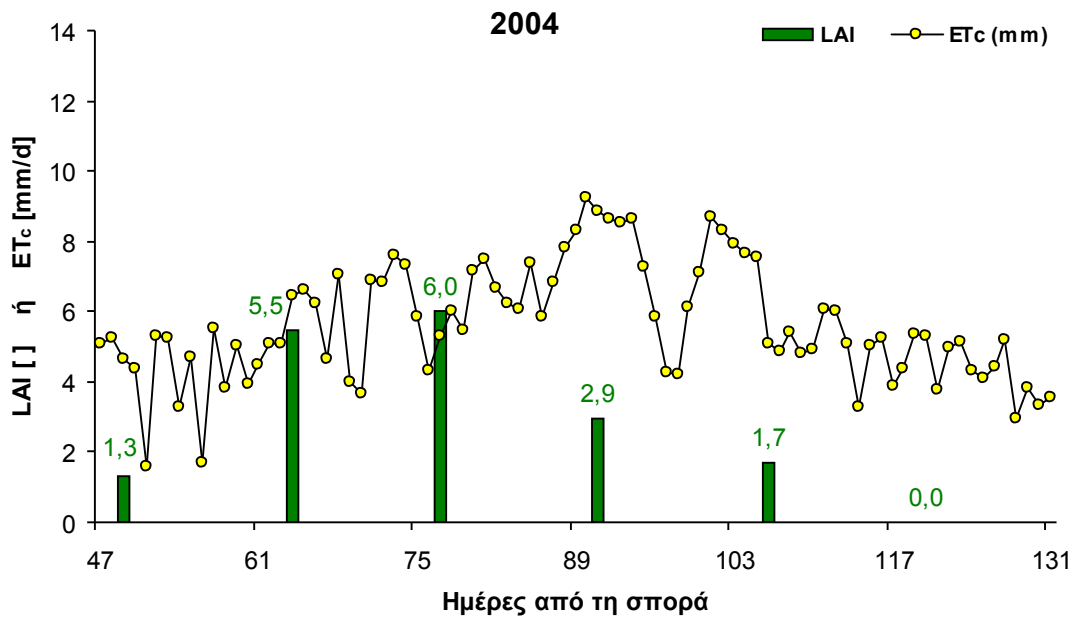
Οι μέσες ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής ανά μήνα παρουσιάζονται στο Σχ. 4 και για τα δύο έτη καλλιέργειας (2004 και 2005). Γενικά η κατανομή των τιμών είναι αναμενόμενη, παρουσιάζοντας υψηλές τιμές τον Ιούλιο και για τα δύο έτη και μικρότερες τους υπόλοιπους μήνες που διαρκεί η καλλιέργεια. Η κατανομή ανά έτος είναι γενικά κανονική και προσομοιάζει με την κατανομή Gauss.



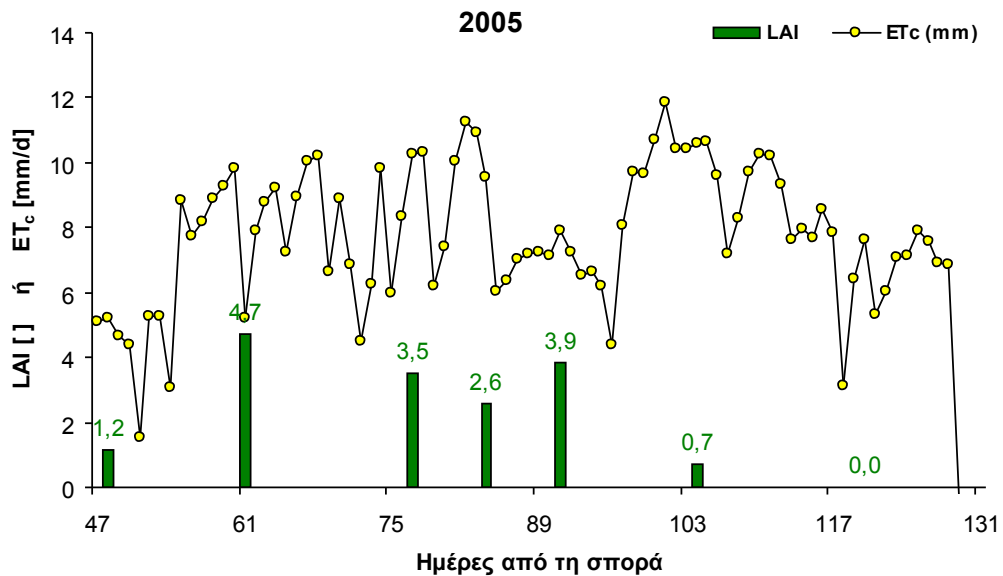
Σχήμα 4: Μέσες ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής (ETc) πατατοκαλλιέργειας ανά μήνα στις θέσεις των πειραματικών επιφανειών στην περιοχή της Αρκαδίας σε όλη τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων των ετών 2004 και 2005. Οι γκριζες περιοχές αφορούν εκτιμήσεις τιμών.

Ανά έτος καλλιέργειας, όπως ήδη έχει αναφερθεί οι μέσες ημερήσιες τιμές είναι μεγαλύτερες όλους τους μήνες του 2005, σε σχέση με το 2004 και κυμαίνονται στα 4,3-6,8 mm/d και στα 5,7-8,5 mm/d, αντίστοιχα (για την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου). Αναλυτικότερα, η διαφοροποίηση των πραγματικών ημερήσιων υδατικών αναγκών της καλλιέργειας σε σχέση με την ανάπτυξη των φυτών, όπως υποδεικνύεται από τις μεταβολές του δείκτη φυλλικής επιφάνειας για καθένα από τα δύο έτη, παρουσιάζονται στα Σχ. 5 και 6.

Από τα σχήματα επιβεβαιώνονται οι μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής το 2005 σε σχέση με το 2004 αλλά παρατηρείται επίσης και η έντονη μεταβλητότητα τους το 2005 από μέρα σε μέρα. Επίσης, αξιοπρόσεκτο για την κατανομή του 2005 είναι το γεγονός ότι στο μέσο περίπου της καλλιεργητικής περιόδου (85-96 ημέρες από τη σπορά) παρατηρείται επαναφορά των συνθηκών της ατμόσφαιρας στα ίδια περίπου επίπεδα με το 2004. Αυτή η μεταβολή αντιστοιχεί σε αύξηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας στα 3,9 σε σχέση με τις τιμές του την αμέσως προηγούμενη περίοδο (2,6 και 3,5), υποδεικνύοντας τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για αναβλάστηση της πατατοκαλλιέργειας.



Σχήμα 5: Μέσες ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής κατά το έτος 2004, μετά από τη φύτευση και μέχρι τη συγκομιδή. Στο ίδιο διάγραμμα παρατίθεται και οι περιοδική εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας.

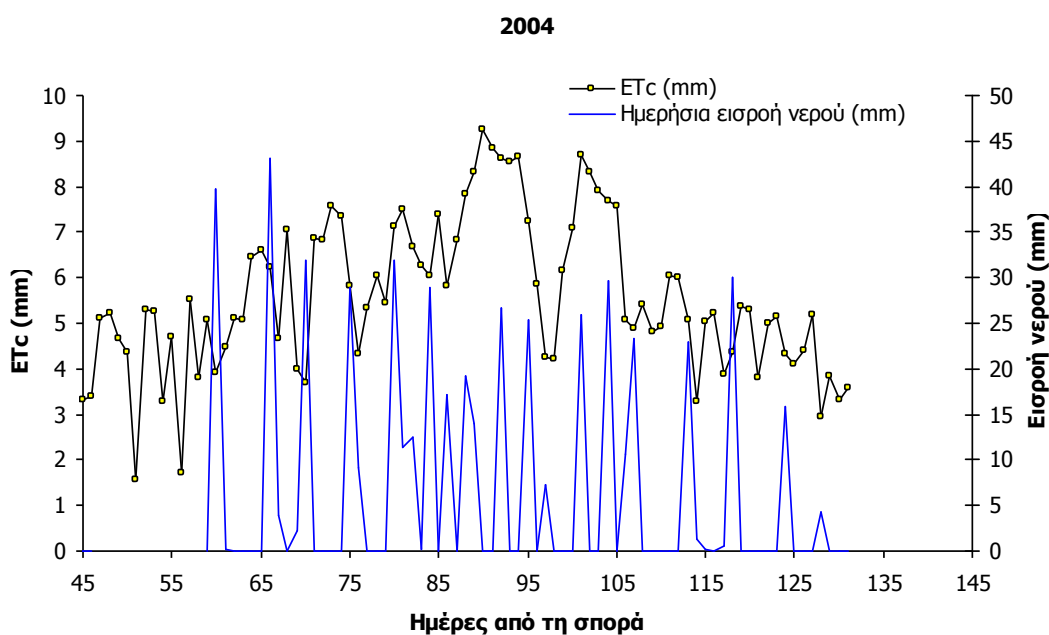


Σχήμα 6: Μέσες ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής κατά το έτος 2005, μετά από τη φύτευση και μέχρι τη συγκομιδή. Στο ίδιο διάγραμμα παρατίθεται και οι περιοδική εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας.

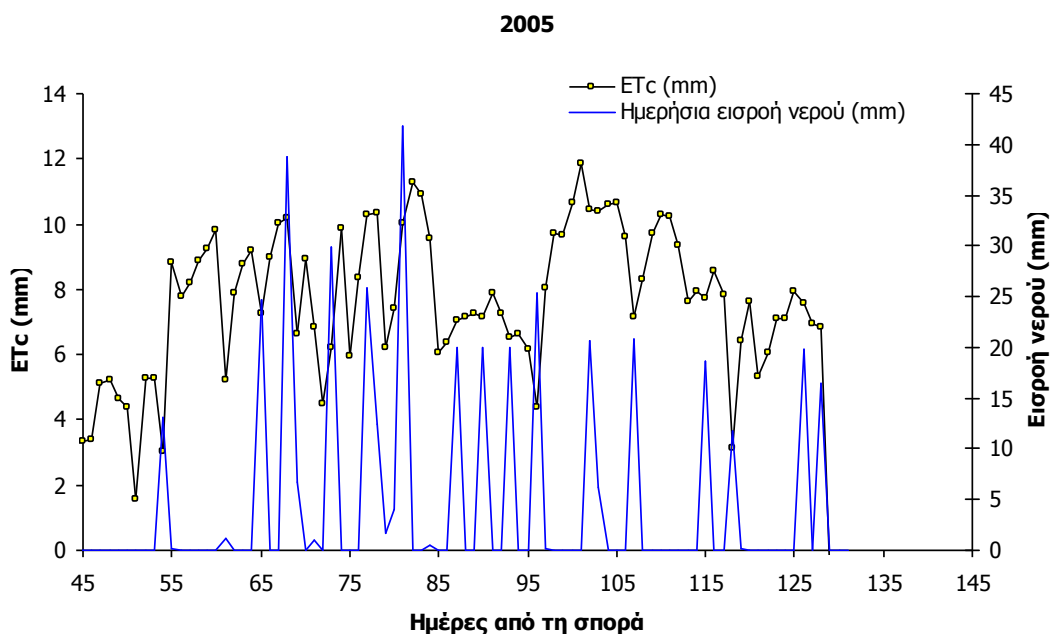
Επίσης οι σχετικά φυσιολογικές τιμές εξατμισοδιαπνοής του 2004 φαίνεται ότι ευνοούν την ανάπτυξη του φυλλώματος και την ομαλή εξέλιξη της βλάστησης, όπως φαίνεται και από τις τιμές του LAI του Σχ. 5. Αντίθετα, η έντονη ζήτηση της ατμόσφαιρας για εξατμισοδιαπνοή του 2005, οδηγεί σε μειωμένη ανάπτυξη φύλλων και βλαστών και διαταραχή της ομαλής εξέλιξής της (Σχ. 6).

3.2 ΚΑΛΥΨΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ

Όπως αναφέρθηκε η εξατμισοδιαπνοή είναι μια παράμετρος άμεσα συνδεδεμένη με την παραγωγή και την ανάπτυξη των πατατοφύτων. Εντούτοις, είναι σημαντικό να εξετάζεται ταυτόχρονα με την παροχή νερού στην καλλιέργεια. Η αρδευτική τεχνική που ακολουθήθηκε βασιζόταν κυρίως στη φαινολογική παρατήρηση σε συνδυασμό με ένα χρονικά σταθερό σε περιοδικότητα πρόγραμμα άρδευσης. Αυτή άλλωστε είναι και η παραδοσιακή τεχνική που εφαρμόζουν οι αγρότες της περιοχής. Οι ποσότητες νερού που παρέχονταν στην καλλιέργεια μέσω των αρδεύσεων ή των βροχοπτώσεων μετρήθηκαν ενιαία και παρουσιάζονται συνδυαστικά με τις ημερήσιες ανάγκες σε εξατμισοδιαπνοή στα Σχ. 7 και 8 για τα έτη 2004 και 2005, αντίστοιχα.



Σχήμα 7: Χρονική κατανομή των ημερήσιων τιμών της εξατμισοδιαπνοής της πατατοκαλλιέργειας και των παρεχόμενων ποσοτήτων νερού μέσω άρδευσης ή βροχόπτωσης, κατά το έτος 2004.

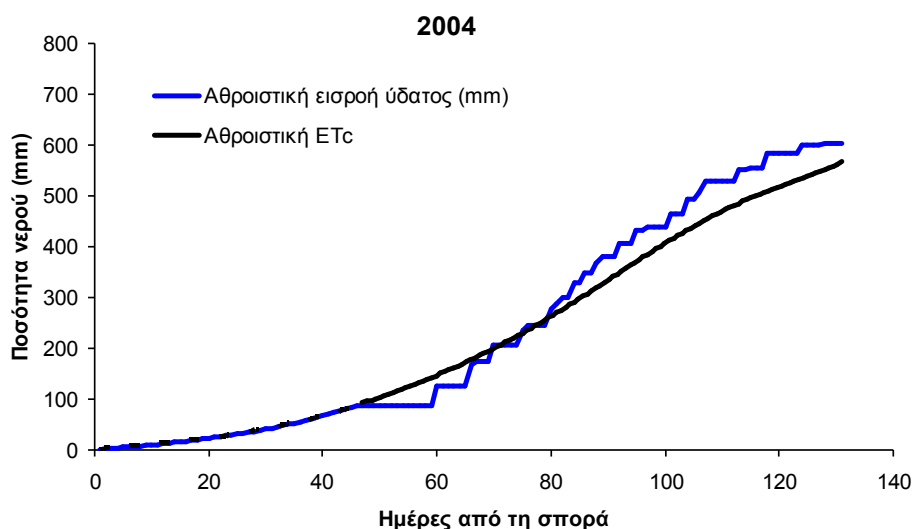


***Σχήμα 8:** Χρονική κατανομή των ημερήσιων τιμών της εξατμισοδιαπνοής της πατατοκαλλιέργειας και των παρεχόμενων ποσοτήτων νερού μέσω άρδευσης ή βροχόπτωσης, κατά το έτος 2005.*

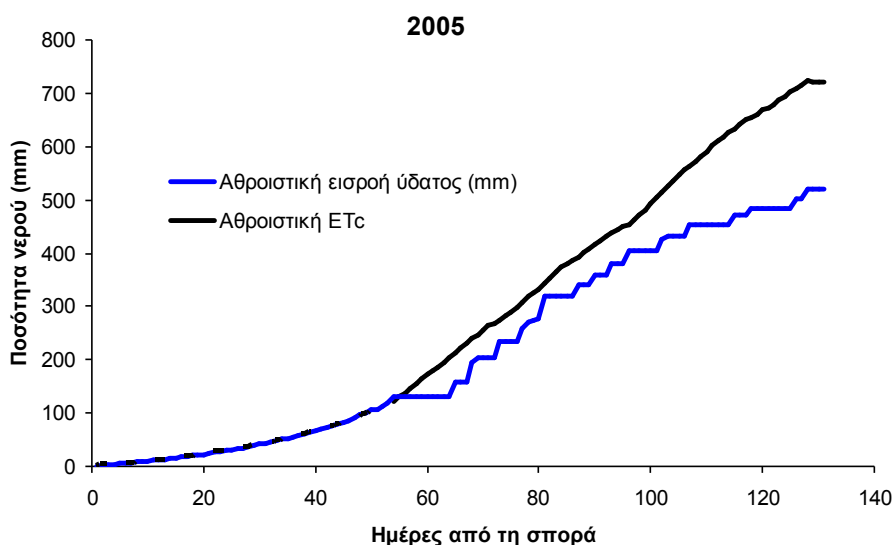
Οι αθροιστικές καμπύλες της εξατμισοδιαπνοής πατατοκαλλιέργειας και των εισροών νερού μέσω άρδευσης και βροχόπτωσης για τα έτη 2004 και 2005 παρουσιάζονται στα Σχ. 9 και 10 και μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση των εφαρμοζόμενων αρδευτικών προγραμμάτων σε σχέση με τις ανάγκες των φυτών σε νερό. Οι συνολικές ποσότητες νερού που παροχετεύτηκαν στις καλλιέργειες τα δύο έτη καλλιέργειας ήταν σχεδόν σταθερές (519 mm το 2004 και 562 mm το 2005).

Και στα δύο παραπάνω σχήματα, η εφαρμοζόμενη αρδευτική τεχνική δεν περιλαμβάνει αρδεύσεις μετά τη σπορά για τουλάχιστον 50 ημέρες. Αυτή την περίοδο οι ρυθμοί εξατμισοδιαπνοής είναι περιορισμένοι, λόγω των επικρατουσών αναγκών σε νερό, αλλά και τα φυτάρια έχουν επίσης περιορισμένες ανάγκες, καθώς είτε δεν έχουν αναδυθεί από το έδαφος είτε υποστηρίζονται από τα θρεπτικά και υδατικά αποθέματα του σπόρου και την υφιστάμενη υγρασία του εδάφους. Καθώς οι ανάγκες αυξάνουν (μετά περίπου 40 ημέρες από τη σπορά) η άρδευση εξακολουθεί να μην εφαρμόζεται ώστε τα φυτά να σκληραγωγηθούν και να ριξουν ρίζες βαθύτερα. Με αυτόν τον τρόπο οι θέσεις μελλοντικής κονδυλοποίησης μεταφέρονται βαθύτερα και έτσι περιορίζεται ο κίνδυνος πρασινίσματος των τελικών κονδύλων. Η άρδευση

ξεκινά μετά την 60η ημέρα από τη σπορά και μάλιστα μετά το παράχωμα των σαμαριών.



Σχήμα 9: Ημερήσια εξέλιξη των αθροιστικών ποσοτήτων νερού που δαπανά η πατατοκαλλιέργεια για εξατμισοδιαπνοή και των αντίστοιχων ποσοτήτων που παρέχονται μέσω άρδευσης ή βροχόπτωσης, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του έτους 2004.



Σχήμα 10: Ημερήσια εξέλιξη των αθροιστικών ποσοτήτων νερού που δαπανά η πατατοκαλλιέργεια για εξατμισοδιαπνοή και των αντίστοιχων ποσοτήτων που παρέχονται μέσω άρδευσης ή βροχόπτωσης, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του έτους 2005.

Από τις αθροιστικές καμπύλες προκύπτει ότι το εφαρμοζόμενο αρδευτικό πρόγραμμα (βασισμένο στις ίδιες αρχές και για τα δύο έτη καλλιέργειας και εφαρμοζόμενο από τον ίδιο καλλιεργητή) μπορεί να είναι άλλες φορές ελλειμματικό

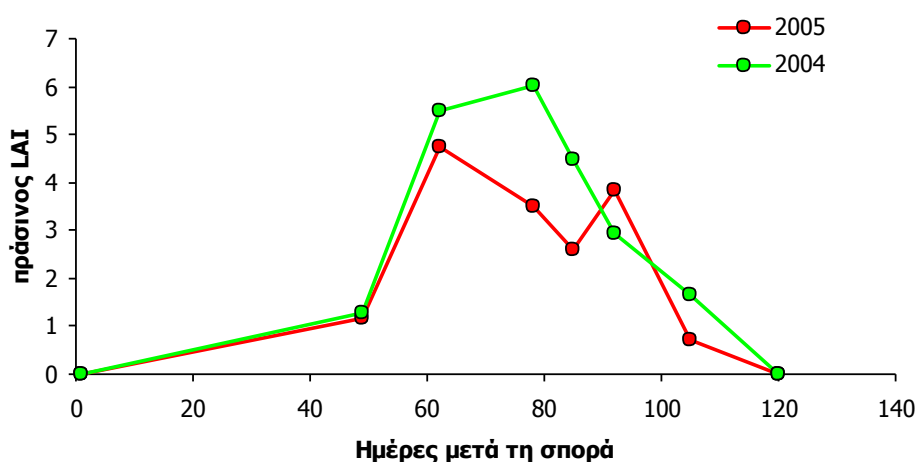
και άλλες πλεονασματικό ή ικανοποιητικό. Έτσι, το 2004 η περίοδος 50-70 ημέρες από τη σπορά είναι ελαφρά ελλειμματική καθώς οι παρεχόμενες ποσότητες νερού δεν καλύπτουν πλήρως της ανάγκες για εξατμισοδιαπνοή. Αντίθετα, την επόμενη περίοδο οι αθροιστικές ποσότητες νερού που παρέχονται στην καλλιέργεια υπερκαλύπτουν ελαφρώς τις ανάγκες της.

Το ίδιο δεν συμβαίνει το έτος 2005 όπου η καλλιέργεια βρίσκεται υπό ελαφρά υδατική καταπόνηση το μεγαλύτερο μέρος της βλαστικής της περιόδου και υφίσταται έντονο έλλειμμα νερού κατά την περίοδο λίγο πριν τη συγκομιδή.

3.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ

3.3.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Η εξέλιξη του δείκτη πράσινης (ενεργής) φυλλικής επιφάνειας από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή για τις καλλιέργειες των ετών 2004 και 2005 παρουσιάζεται στο Σχ. 11.



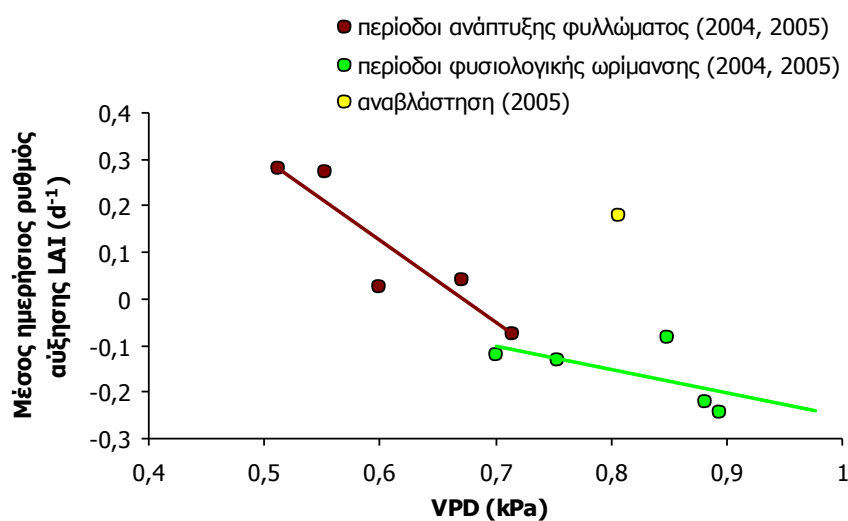
Σχήμα 11: Εξέλιξη του ενεργού (πράσινου) δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) σε σχέση με τις μέρες που παρέχονται από τη σπορά, για τις πειραματικές καλλιέργειες των ετών 2004 και 2005.

Η κατανομή είναι αναμενόμενη με γενικά βραδεία αύξηση αμέσως μετά τη σπορά, μεγαλύτερους ρυθμούς στο επόμενο στάδιο που σταδιακά μειώνονται μέχρι ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας και τελικά σταδιακή μείωση μέχρι την τελική αποξήρανση του φυλλώματος. Εξαίρεση σε αυτή τη γενικευμένη κατανομή αποτελεί

η διακοπή της διαδικασίας αποβολής του φυλλώματος και η αναβλάστηση του φυλλώματος που συμβαίνει κατά το έτος 2005. Οι πιθανοί λόγοι αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο και οφείλονται πιθανότατα στην επικράτηση ευνοϊκότερων μετεωρολογικών συνθηκών κατά το γενικά δυσμενές έτος 2005.

3.3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ, VPD

Στην ανάπτυξη φύλλων και στους ρυθμούς μεταβολής της φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας φαίνεται ότι επιδρούν σημαντικά οι μετεωρολογικοί παράγοντες, κάτι αναμενόμενο καθώς το υπέργειο μέρος του φυτού είναι άμεσα εκτεθειμένο στην ατμόσφαιρα και στις μεταβολές της. Αν εξεταστεί η επίδραση του συνδυασμένο μεγέθους του ελλείμματος κορεσμένων υδρατμών της ατμόσφαιρας (VPD) σε σχέση με τους μέσους ημερήσιους ρυθμούς μεταβολής του δείκτη φυλλικής επιφάνειας μεταξύ διαδοχικών δειγματοληψιών προκύπτει το Σχ. 12.



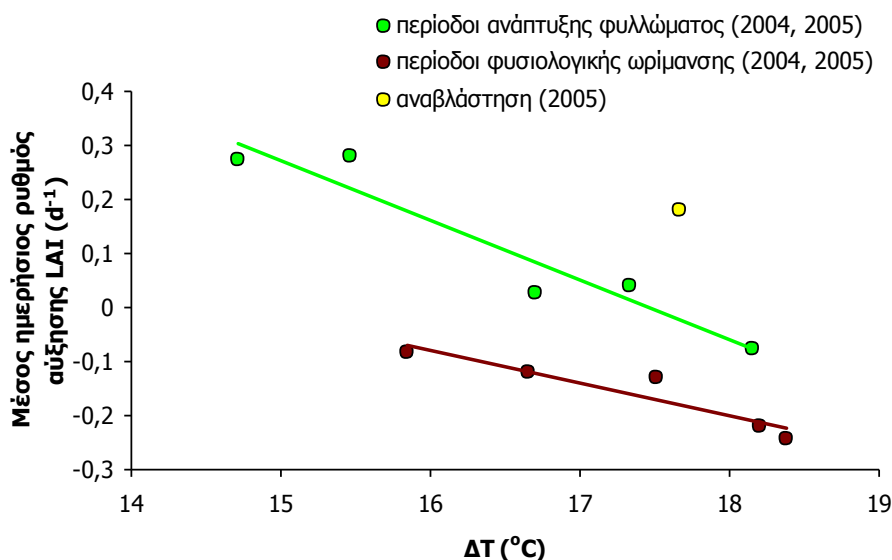
Σχ. 12: Μεταβολή του μέσου ημερήσιου ρυθμού μεταβολής του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) σε σχέση με τις μέσες τιμές του ελλείμματος κορεσμένων υδρατμών κατά τις περιόδους της βλαστικής ανάπτυξης και της φυσιολογικής ωρίμανσης σε πατατοκαλλιέργεια σε δύο καλλιεργητικές περιόδους (2004, 2005). Η αποκλίνουσα τιμή (κίτρινο χρώμα) αντιστοιχεί σε αναβλάστηση που πραγματοποιήθηκε εκτός βλαστικής περιόδου το έτος 2005.

Η παράμετρος VPD έχει μεγάλη σημασία γιατί συνδυάζει τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Έτσι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για να διερευνηθεί η ξηρασία της ατμόσφαιρας και η ζήτησή της σε υδρατμούς. Έτσι,

λοιπόν όπως προκύπτει και από το Σχ. 12, η αύξηση του VPD φαίνεται να οδηγεί σε μείωση των ρυθμών ανάπτυξης του φυλλώματος κατά το στάδιο της βλαστικής αύξησης και σε αύξηση των ρυθμών αποβολής του φυλλώματος κατά το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης. Σημαντική τιμή φαίνεται ότι είναι τα 0,70 kPa περίπου που είναι η τιμή κατά την οποία σταματάει η ανάπτυξη των φυλλώματος και ξεκινά η απόρριψή του. Εδώ βέβαια είναι σημαντικό η φυλλική επιφάνεια να αναπτύσσεται κανονικά καθώς αν επιβραδύνεται ή εμποδίζεται από δυσμενείς μετεωρολογικούς παράγοντες, τότε όταν αυτές βελτιωθούν ή γίνουν λιγότερο δυσμενείς τότε είναι πιθανό να παρατηρηθούν αναβλαστήσεις όπως συνέβη κατά το έτος 2005.

3.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ ΕΥΡΟΥΣ, ΔΤ

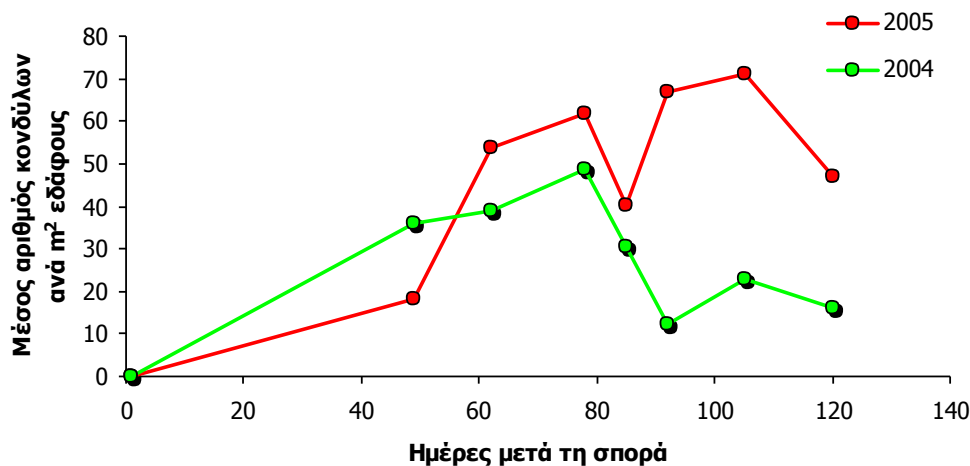
Επίδραση στους ρυθμούς ανάπτυξης του φυλλώματος φαίνεται να έχει και το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος. Η αύξησή του οδηγεί σε μείωση των ρυθμών αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας όταν συμβαίνει κατά το στάδιο της βλαστικής αύξησης, ενώ όταν συμβαίνει κατά τη φυσιολογική ωρίμανσης οδηγεί σε αύξηση των ρυθμών αποβολής των φύλλων, όπως άλλωστε προκύπτει και από το Σχ. 13.



Σχήμα 13: Μεταβολή του μέσου ημερήσιου ρυθμού αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) σε σχέση με τις μέσες τιμές του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους κατά τις περιόδους της βλαστικής ανάπτυξης και της φυσιολογικής ωρίμανσης σε πατατοκαλλιέργεια σε δύο καλλιεργητικές περιόδους (2004, 2005). Η αποκλίνουσα τιμή (κίτρινο χρώμα) αντιστοιχεί σε αναβλάστηση που πραγματοποιήθηκε εκτός βλαστικής περιόδου το έτος 2005.

3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΟΝΔΥΛΩΝ

Η διαδικασία του σχηματισμού κονδύλων στην περίπτωση της πατατοκαλλιέργειας ξεκινά σχετικά νωρίς. Η χρονική μεταβολή του αριθμού κονδύλων ανά μονάδα έκτασης που σχηματίστηκαν κατά τα καλλιεργητικά έτη 2004 και 2005 παρουσιάζονται στο Σχ. 14.



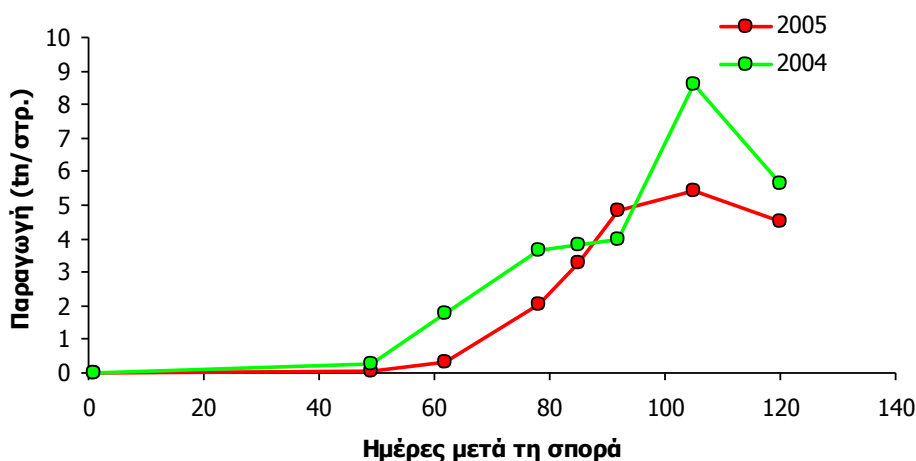
Σχήμα 14: Μεταβολή της πυκνότητας των κονδύλων ανά εδαφική επιφάνεια από τη σπορά μέχρι την τελική εξαγωγή τους από το έδαφος, για τις καλλιεργητικές περιόδους 2004 και 2005.

Το έτος 2004 ο ρυθμός σχηματισμού κονδύλων ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με το 2005 τουλάχιστον κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Βέβαια, στη συνέχεια οι ρυθμοί αυτοί αν και διατηρήθηκαν θετικοί εντούτοις ήταν μειωμένοι. Το αντίθετο συνέβη την αντίστοιχη περίοδο του έτους 2005 όπου ο ρυθμός σχηματισμού κονδύλων ήταν ιδιαίτερα έντονος.

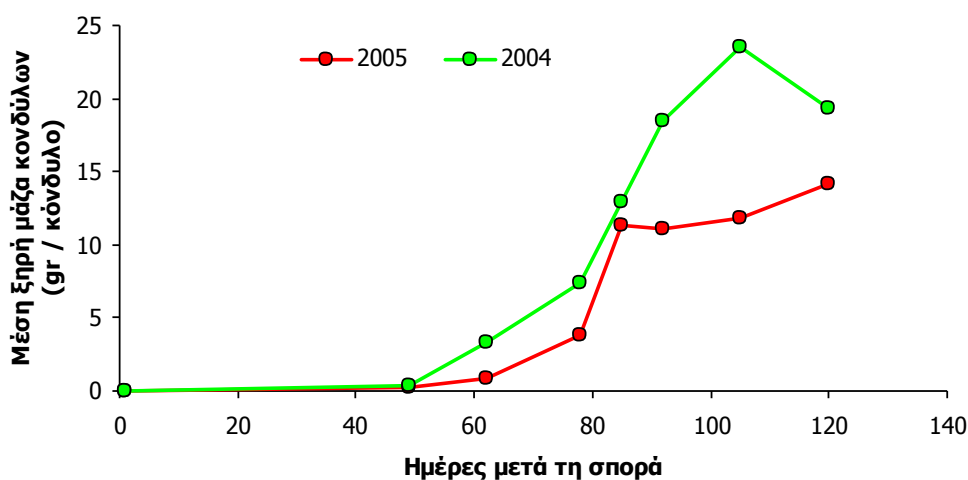
Μετά το σχηματισμό ενός μέγιστου αριθμού κονδύλων και ενώ συνέχιζε η διαδικασία αύξησης του μεγέθους τους κατά το έτος 2004 άρχισε η σταδιακή απόρριψή τους από το φυτό, η οποία ολοκληρώθηκε σχετικά σύντομα και οι εναπομείναντες κόνδυλοι συνέχισαν την ανάπτυξή τους χωρίς να υπάρχει, σημαντική τουλάχιστον, αύξηση του αριθμού τους. Οι αντίστοιχες μεταβολές το 2005 διάφεραν σημαντικά. Όταν ξεκίνησε η απόρριψη κονδύλων από τα πατατόφυτα δεν ολοκληρώθηκε αλλά μάλλον διακόπηκε και ξεκίνησε μια νέα διαδικασία

κονδυλοποίησης με διάρκεια περίπου 20 ημέρες (από την 85η έως την 105η ημέρα από τη σπορά).

Οι επιδράσεις της κονδυλοποίησης στην τελική παραγωγή πατάτας παρουσιάζονται στο Σχ. 15 και για τα δύο έτη καλλιέργειας. Η ομαλή διαδικασία κονδυλοποίησης και αποβολής κονδύλων του 2004 φαίνεται να έχει θετικές επιπτώσεις στην παραγωγή αλλά και στο μέσο μέγεθος των κονδύλων (Σχ. 16). Αντίθετα, η διακοπή και επανέναρξη της απόρριψης των κονδύλων στα τελευταία στάδια οδήγησε σε χαμηλότερη τελική παραγωγή το 2005 (Σχ. 15), αλλά σε μικρότερους κονδύλους κατά μέσο όρο (Σχ. 16).



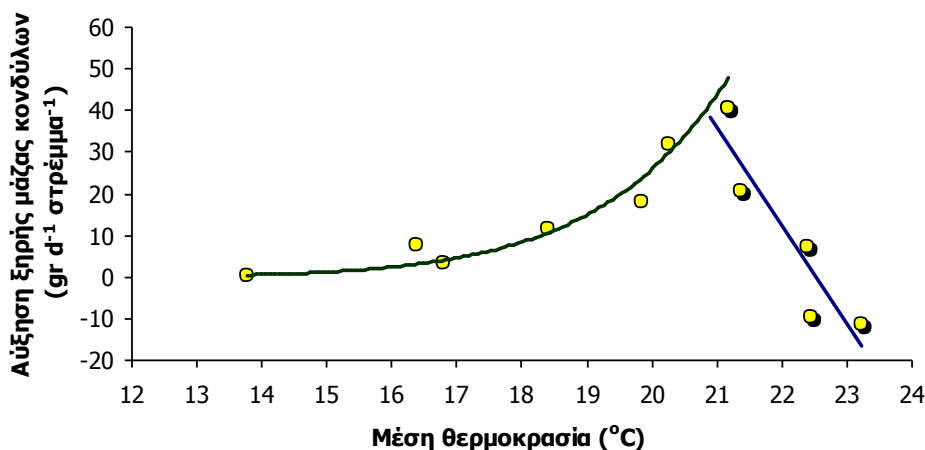
Σχήμα 15: Χρονική εξέλιξη της μάζας παραγωγής νωπής πατάτας από τη σπορά έως τη συγκομιδή, για τα έτη 2004 και 2005.



Σχήμα 16: Χρονική μεταβολή της μέσης ξηρής μάζας των πατατοκονδύλων από την εποχή της σποράς μέχρι τη συγκομιδή για τα έτη 2004 και 2005.

3.4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

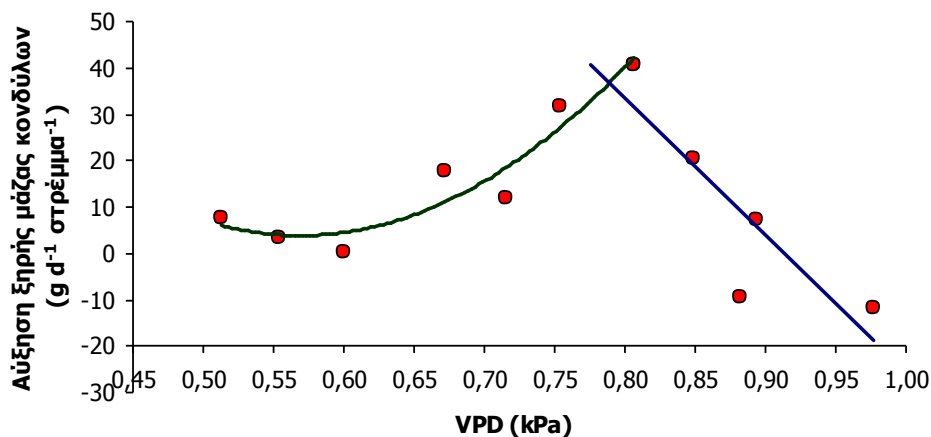
Η επίδραση της μέσης θερμοκρασίας στην μεταβολή της ξηρής μάζας των κονδύλων παρουσιάζεται στο Σχ. 17, όπου παρατηρείται ότι γενικά η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας συνδέεται με αύξηση των ρυθμών ανάπτυξης των πατατοκονδύλων. Η σχέση αυτή διατηρείται θετική μέχρι μιας ορισμένης τιμής της μέσης θερμοκρασία που είναι περίπου οι 21,5°C. Η περαιτέρω θερμοκρασιακή αύξηση οδηγεί σε μείωση των ρυθμών ανάπτυξης και συνδέεται γραμμικά με τους ρυθμούς ανάπτυξης της ξηρής μάζας. Οι ρυθμοί αυτοί μηδενίζονται σε θερμοκρασίες γύρω στους 22,5°C, ενώ περαιτέρω αύξησή της οδηγεί σε αρνητικούς ρυθμούς αύξησης, δηλαδή σε μείωση της ξηρής μάζας των κονδύλων. Σε αυτή την περίπτωση το φυτό είτε αποβάλλει κονδύλους είτε απορροφά θρεπτικά συστατικά που βρίσκονται αποθηκευμένα σε αυτούς μειώνοντας την ξηρή μάζα τους.



Σχήμα 17: Συσχέτιση των μέσων ρυθμών αύξησης της ξηρής μάζας των κονδύλων πατάτας με τη μέση θερμοκρασία. Τα δεδομένα αφορούν τις καλλιεργητικές περιόδους 2004 και 2005.

3.4.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ

Αντίστοιχη εικόνα με της μέσης θερμοκρασίας παρουσιάζεται και από τη μελέτη της επίδρασης του συνδυασμένου μεγέθους του ελλείμματος κορεσμένων υδρατμών, VPD, στους ρυθμούς αύξησης της ξηρής μάζας των πατατοκονδύλων που παρουσιάζεται στο Σχ. 18.



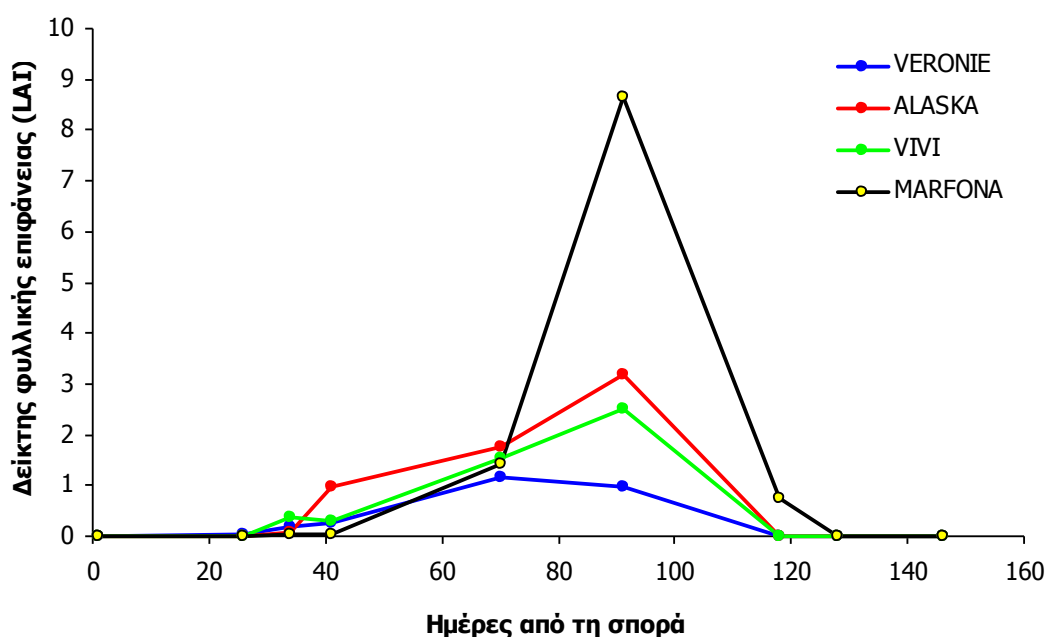
Σχήμα 18: Συσχέτιση των μέσων ρυθμών αύξησης της ξηρής μάζας των κονδύλων πατάτας με την ένταση του ελλείμματος κορεσμένων υδρατμών της ατμόσφαιρας VPD. Τα δεδομένα αφορούν τις καλλιεργητικές περιόδους 2004 και 2005.

Η αύξηση του VPD μέχρι 0,75-0,80 kPa συνδέεται θετικά με τους ρυθμούς αύξησης της ξηρής μάζας των πατατοκονδύλων. Οι μεγαλύτερες τιμές VPD όμως αντιστοιχούν σε μείωση των ρυθμών αύξησης της ξηρής μάζας. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η τιμή των 0,85-0,90 kPa, όπου οι ρυθμοί αύξησης της ξηρής μάζας μηδενίζονται, ενώ καθώς το VPD αυξάνει ακόμα περισσότερο, οι ρυθμοί αύξησης της ξηρής μάζας γίνονται αρνητικοί. Σε αυτή την περίπτωση οι κόνδυλοι χάνουν σε μέγεθος ή αποβάλλονται από το φυτό.

3.4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2006 παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στην ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας τεσσάρων ποικιλιών πατάτας (vini, marfona, Alaska και veronie). Από τη σύγκριση (Σχ. 19) προκύπτει ότι, κατά τα πρώτα στάδια, η alaska παρουσιάζει μεγαλύτερη ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας, ενώ στη συνέχεια της καλλιεργητικής περιόδου οι ρυθμοί ανάπτυξης της ίδιας ποικιλίας συνεχίζονται με μικρότερους ρυθμούς. Στη marfona αντίθετα, η φυλλική επιφάνεια στα πρώτα στάδια έχει μικρότερη ανάπτυξη, ενώ στις 70 περίπου μέρες μετά τη σπορά παρατηρούνται πολύ έντονοι ρυθμοί, με αποτέλεσμα το σχηματισμό μεγάλης φυλλικής επιφάνειας στα πατατόφυτα. Η veronie παρουσιάζει μικρούς ρυθμούς ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής

περιόδου. Τέλος η νινί παρουσιάζει αρχικά υψηλότερη φυλλική ανάπτυξη, ενώ στη συνέχεια αναπτύσσεται με χαμηλούς σχετικά ρυθμούς.



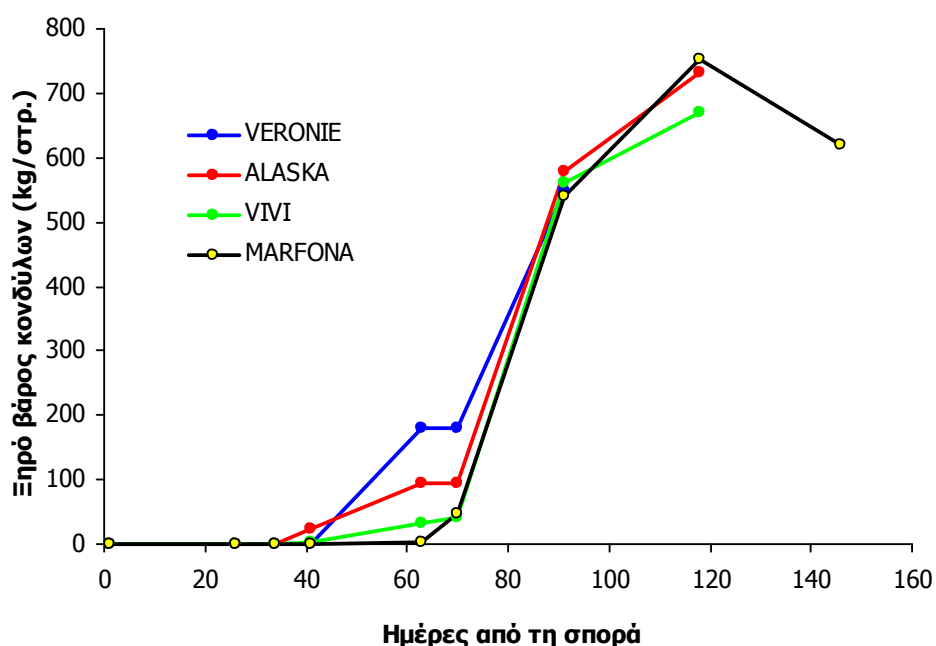
Σχήμα 19: Σύγκριση μεταβολής του δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε 4 ποικιλίες πατάτας, που καλλιεργήθηκαν το έτος 2006 στην περιοχή της Αρκαδίας

Στο Σχ. 20 παρουσιάζεται η παραγωγή των τεσσάρων ποικιλιών πατάτας, όπως διαμορφώνεται κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2006. Η veronie, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, παρουσιάζει εντονότερους ρυθμούς παραγωγής, ενώ μεγάλη καθυστέρηση στην παραγωγή κονδύλων παρατηρείται στη marfona. Καθυστέρηση στην παραγωγή παρουσιάζει και η νινί, ενώ η Alaska έχει φυσιολογικούς ρυθμούς ανάπτυξης στα πρώτα στάδια. Στο μέσο περίπου της καλλιεργητικής περιόδου οι ρυθμοί ανάπτυξης της παραγωγής των τεσσάρων ποικιλιών τείνουν να συμπίπτουν, ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, οι τέσσερις ποικιλίες έχουν πολύ μικρές διαφοροποιήσεις όσον αφορά στην τελική παραγωγή.

Συμπερασματικά βλέπουμε ότι το χαμηλότερο όγκο παραγωγής έχει η νινί και τον υψηλότερο η marfona, ενώ η παραμονή της στο χωράφι, μετά τις 120 μέρες από τη σπορά, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της τελικής παραγωγής.

Αξιοπρόσεκτο είναι, ότι αν και η veronie παρουσίασε μικρή ανάπτυξη φυλλώματος, ωστόσο ο τελικός όγκος παραγωγής είναι ίδιος με τις υπόλοιπες τρεις

ποικιλίες. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι η φυτοκόμη της veronie αξιοποιεί καλύτερα τους φυσικούς πόρους, όπως το διαθέσιμο νερό και την ακτινοβολία σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες. Έτσι, η υψηλή παραγωγή της veronie σε σχέση με τη χαμηλή φυλλική επιφάνεια που ανέπτυξε, οφείλεται στο ότι ενεργοποίησε αρκετά νωρίς το μηχανισμό σχηματισμού κονδύλων και στη συνέχεια διοχέτευε τα παραγόμενα φωτοσυνθετικά προϊόντα στους κονδύλους και λιγότερο στην ανάπτυξη ή διατήρηση της φυλλικής της επιφάνειας.

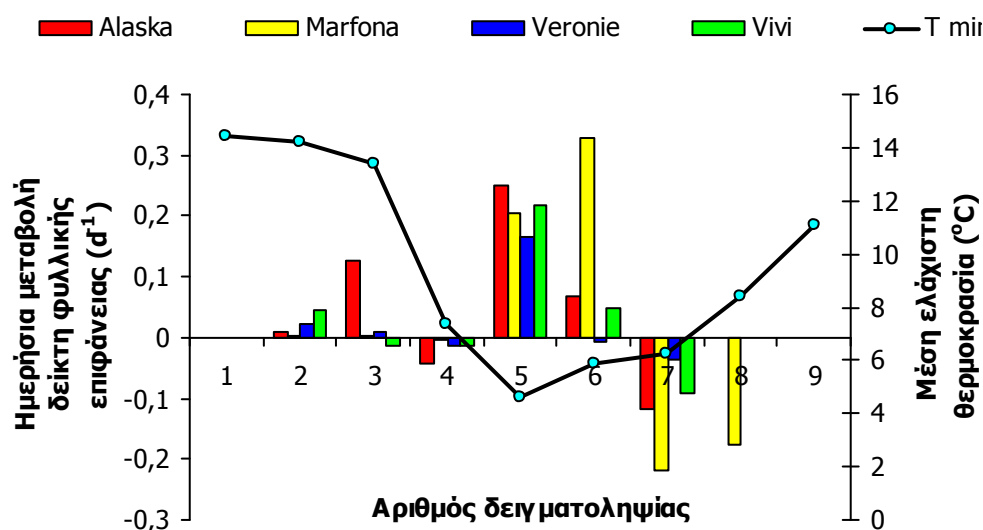


Σχήμα 20: Σύγκριση μεταβολής της παραγωγής 4 ποικιλιών πατάτας που καλλιεργήθηκε το έτος 2006 στην περιοχή της Αρκαδίας

3.4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ

Από τα μελετούμενα μετεωρολογικά μεγέθη, φαίνεται ότι η ελάχιστη θερμοκρασία έχει σημαντικότερη επίδραση στους συγκριτικούς ρυθμούς ανάπτυξης των 4 ποικιλιών. Οι χαμηλές ελάχιστες θερμοκρασίες πριν την 5η δειγματοληψία (19/6/2006) φαίνεται ότι επηρεάζει τους ρυθμούς ανάπτυξης του φυλλώματος σε όλες τις ποικιλίες (Σχ. 21). Περισσότερο, από τις χαμηλές καλοκαιρινές ελάχιστες θερμοκρασίες, φαίνεται να ευνοείται η ποικιλία Alaska που μεγιστοποιεί τον ρυθμό αύξησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε σχέση με τις υπόλοιπες. Καθώς οι

σχετικά χαμηλές ελάχιστες θερμοκρασίες διατηρούνται όλες οι ποικιλίες συνεχίζουν να αναπτύσσουν το φύλλωμά τους όμως η Marfona φαίνεται να ευνοείται περισσότερο από τις υπόλοιπες.

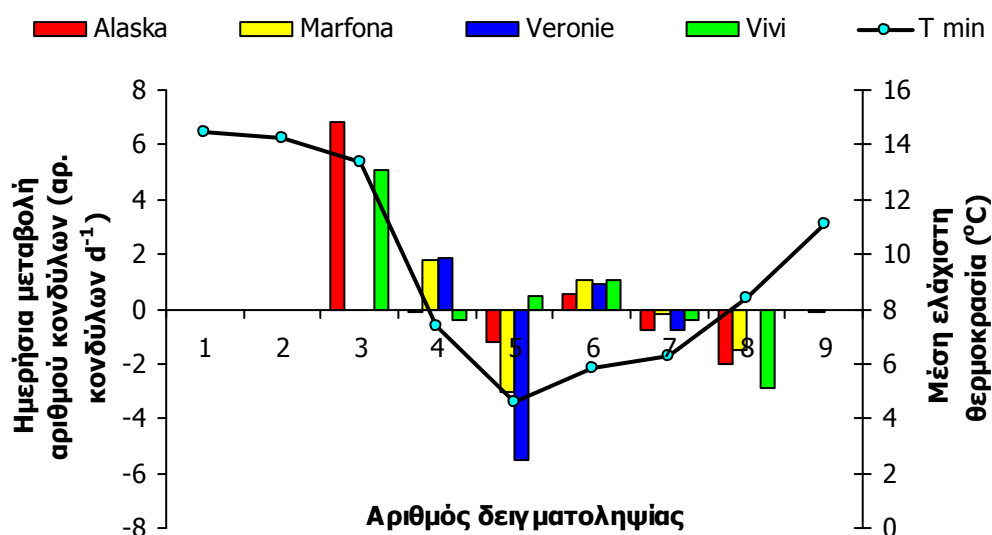


Δειγματοληψία	Ημερομηνία
1	6/5/2006
2	14/5/2006
3	21/5/2006
4	12/6/2006
5	19/6/2006
6	10/7/2006
7	6/8/2006

Σχήμα 21: Ημερήσιοι μέσοι ρυθμοί μεταβολής των δεικτών φυλλικής επιφάνειας 4 ποικιλιών πατάτας σε 9 δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του 2006 σε σχέση με τις μέσες ελάχιστες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα.

Αντίστοιχες μεταβολές παρατηρούνται και από τη μελέτη της επίδρασης της ελάχιστης θερμοκρασίας στους ρυθμούς κονδυλοποίησης των 4 ποικιλιών. Οι χαμηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες συνδέονται με αρνητικούς ρυθμούς μεταβολής των αριθμών κονδύλων, δηλαδή ουσιαστικά με απόρριψη κονδύλων από τα πατατόφυτα (Σχ. 22). Το συγκεκριμένο φαινόμενο παρατηρείται γενικά σε όλες τις ποικιλίες εκτός από την νίνι η οποία διατηρεί ελαφρά θετικούς, σχεδόν μηδενικούς ρυθμούς αύξησης των κονδύλων της. Αντίθετα, περισσότερο φαίνεται να επηρεάζεται η veronie, η οποία εμφανίζει έντονη απόρριψη κονδύλων. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι

οι παραπάνω ρυθμοί συμβαίνουν όχι μόνο όταν οι ελάχιστες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες αλλά και όταν η πτώση τιμών συμβαίνει απότομα. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα μετέπειτα στάδια που καθώς οι ελάχιστες θερμοκρασίες γίνονται ελάχιστα θερμότερες, τα πατατόφυτα επανέρχονται σε έστω αργούς αλλά θετικούς ρυθμούς κονδυλοποίησης.



Σχήμα 21: Ημερήσιοι μέσοι ρυθμοί μεταβολής του αριθμού κονδύλων για 4 ποικιλιών πατάτας σε 9 δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια του 2006 σε σχέση με τις μέσες ελάχιστες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα.

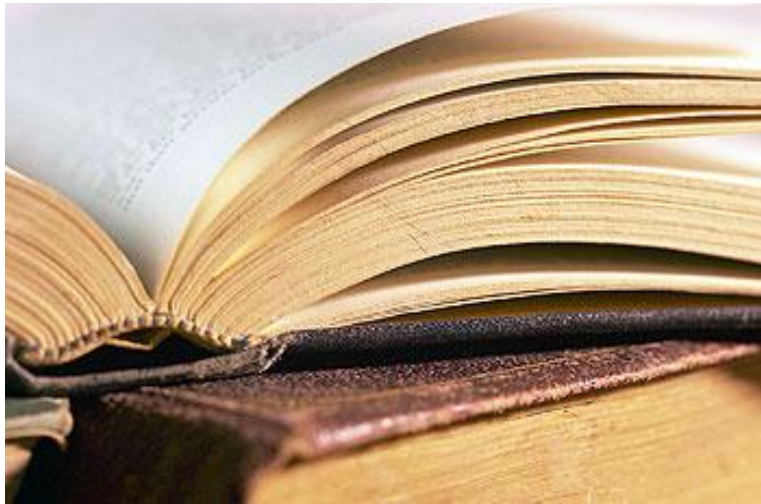
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να συνοψισθούν στα ακόλουθα γενικά συμπεράσματα για καλλιέργεια πατάτας στην περιοχή της Αρκαδίας:

- ❖ Η αύξηση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους (ΔT) έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη του φυλλώματος, περιορίζοντας τους ρυθμούς αύξησης της φυλλικής επιφάνειας κατά το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης και αυξάνοντας τους ρυθμούς αποβολής φυλλώματος στα μετέπειτα στάδια. Έμμεση είναι η επίδραση του ΔT και στην τελική παραγωγή αλλά και στους ρυθμούς κονδυλοποίησης.

- ❖ Η επίδραση του VPD είναι αντίστοιχη με αυτή του ΔT σε ότι αφορά στην διατήρηση και στην ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας, ενώ υπάρχει άμεση συσχέτιση των τιμών του με τους ημερήσιους ρυθμούς αύξησης της ξηρής μάζας των κονδύλων ανά στρέμμα. Άριστη (optimum) τιμή του VPD θεωρούνται τα 0,80 kPa, ενώ απόκλιση απ' αυτήν την τιμή οδηγεί σε μειωμένους ρυθμούς αύξησης της ξηράς μάζας των κονδύλων που μηδενίζονται στα 0,55 και 0,95 kPa.
- ❖ Η επίδραση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας στους ρυθμούς ημερήσιας αύξησης της παραγόμενης ξηρής μάζας κονδύλων ανά στρέμμα είναι αντίστοιχη με αυτή του VPD, με βέλτιστη τιμή τους 20-21°C και τιμές αναστολής της αύξησης τους 15 και 22,5°C.
- ❖ Μετά από την αξιολόγηση 4 ποικιλιών πατάτας (veronie, Alaska, vini και marfona) προκύπτει ότι την καλύτερη προσαρμοστικότητα, στην περιοχή πειραματισμού, παρουσιάζει η marfona, η οποία εμφανίζει υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης φυλλώματος και παραγωγής κονδύλων.
- ❖ Η veronie, συγκριτικά με τις άλλες τρεις ποικιλίες (marfona, vini και Alaska) φαίνεται να αξιοποιεί καλύτερα τους φυσικούς πόρους (κυρίως νερό και ακτινοβολία) στην περιοχή, αναπτύσσοντας με έντονους ρυθμούς τους κονδύλους στα πρώτα βλαστικά στάδια και επιτυγχάνοντας αρκετά υψηλό όγκο τελικής παραγωγής, παρά την περιορισμένη της φυλλική επιφάνεια κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.
- ❖ Η ελάχιστη θερμοκρασία φαίνεται ότι επιδρά περισσότερο στην φυλλική ανάπτυξη της Marfona αλλά και στους ρυθμούς κονδυλοποίησης της Veronie. Οι υπόλοιπες ποικιλίες φαίνεται να επηρεάζονται αλλά να είναι λιγότερο ευαίσθητες στις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Βιβλιογραφία



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen R.G., Smith M., Pereira L.S and Perrier A., 1994. An Update for the Calculation of Reference Evapotranspiration. ICID Bulletin, 43 (2), 64-92.
- Baley R., 1990. Irrigation of potatoes. Irrigated Crops and their Management. Ed. Farming press books, pp: 62-87
- Bansal S. K & Trehan S. P, 2011. Effects of potassium on yield and processing quality attributes of potato carnation . J. Agric sci. 24 (1): 48-54
- Benoit G.R., C.D. Stanley, W.J. Grant and D.B Torres1983. Potato top growth as influenced by temperatures. Amer Pot J. 60: 489-501
- Borah MN, Milthorpe FL., 1962. Growth of the potato as influenced by temperature. Indian J.Plant Physiol 5: 53-72
- Cappaert, M. R., M. L. Powelson, N. W. Christensen, W. R. Stevenson, and D. I. Rouse 1994. Assessment of irrigation as a method of managing potato early dying. Phytopathology 84: 792-800
- Carter D.L., 1982. Salinity and plant productivity. In: M. Rechcigl, Jr. (ed.) Plant productivity. CRC handbook of agricultural productivity. Vol 1. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 117 – 133.
- Dalla Costa L., Vedove G.D., Gianquinto G., Giovanardi R., Peressotti A., 1997. Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato: influence of drought stress. Potato Res. 40, 19-34.
- de Tammerman L., Wolf J., Colls J., Bindi M., Fangmeier A., Fangmeier A., Finnan J., Ojanpera K., and Pleijel H., 2002. Effect of climate conditions on tuber yield (*Solanum tuberosum* L.) in the European ‘CHIP’ experiments. European J. Agronomy, 17, 243-255.
- Ecelof J. 2007. Potato yield and tuber affected by phosphorus fertilization. Master Project in the Horticultural science Program, Sweden
- Egusquiza, B. R. 2000. La Papa: Production, Transformacion y comercialization. Primera edition. Lima, Peru, 192p
- English, M. and S. J. Raja, 1996. Perspectives on deficit irrigation. Agricultural Water Manage, 32: 1-14
- English, M. J., S. T. Musick and V. V. N. Murty, 1990. Deficit irrigation p. 631-663. In: G.J. Hoffman, T.A. Howell, and K.H Soloman (eds) Management of farm irrigation systems, ASAE, st Joseph, Mich
- Eurofarm, 2013
<http://www.eurofarm.gr/index.php?id=2&productid=50&catid=79&subcatid=88&lang=gr>. Τελευταία πρόσβαση στις 13/1/2013.

- Ewing E.E and P.C Struik 1992. Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. *Hortic Rev*: 89
- Ewing E.E, 1981. Heat stress and the tuberization stimulus. *Amer Pot J*. 58: 31-49
- Ewing EE., 1981. Heat stress and the tuberization stimulus. *Am Potato J* 58: 31-49
- Fasan T. and A.J. Haverkort, 1991. The influence of potato cyst nematodes and drought on potato growth. 1. Effects on plant growth under semi-controlled conditions. *Netherlands Plant Pathol*. 97: 151 – 161.
- Ferreira, T. C. and M. K. V. Carr, 2002. Responses of potato (*Sol. Tub. L*) to irrigation and nitrogen in a hot and dry climate. I. water use *Field Crops. Res.*, 8: 51-64
- Ferreres, E and M. A. Soriano 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *J. Exp. Bot.* 58: 147-159
- Golmirzaie A.M., Malagamba P. and Palais N. 1994. Breeding potatoes based on true seed propagation. In J.E. Bradshaw and G.R Mackay (eds) *Potato genetics*. Cab International, Wallingford, UK, pp 499-513
- GPK Agrohellas Ltd, 2013. <http://www.gpkagrohellas.com/patatosporos/alaska.html>, τελευταία επίσκεψη 13/1/2013.
- Gregory P.J. and Simmonds, L.P., 1992. Water relations and growth of potatoes. *The Potato Crop*. Ed. Paul Harris, Chapman and Hall Inc., pp: 241-246.
- Hassan, A. A., A. A. Sarkar, MH. Ali and N. N. Karim, 2002. Effects of deficit irrigation at different growth stage on the yield of potato. *Pakistan Biol. Sci.*, 128-134
- Haverkort A.J., Van de Waart M., Bodlaeader K.B.A., 1990. The effect of early drought stress on numbers of tubers and stolons of potato in controlled and field conditions. *Potato Res.* 33, 89-96.
- Imas, P. And Bansal, S. K., 1999. Intergrated nutrition management in potato. *Porc. Sym. Global Potato Meet, Central Plant. Res. Inst., December, New Delchi*
- Jackson S. D, 1999. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato *Plant physiol* 119, 1.
- Jefferiew, R. A. and D. K. L. Mac Kerron 1993. Responses of potato genotypes to drought I. Expansion of individual leaves and osmotic adjustment. *Ann. App. Biol.* 122: 93-104
- Jefferiew, R. A. and D. K. L. Mac Kerron 1993. Responses of potato genotypes to drought II. Leaf area index, growth and yield. 122: 105-112

- Karafilidis D.I., Stavropoulos N., Georgakis D., 1996. The effect of water stress on the yielding capacity of potato crops and subsequent performance of seed tubers. *Potato Res.* 39, 153-163.
- Kirda, C., P. Moutonnet, C. Hera and D. R. Nielsen 1999a. Crop yield response to deficit irrigation. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic publishers
- Kleinkopf G. E., D. T. Westermann and R. B. Dwelle 1981. Drymatter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. *Agron.* 3. 73 799-802
- Kooman P. L. and Haverkort A. J., 1995. Modeling development and growth of the potato crop influenced by temperature and day length LINTUL POTATO. In: A. J. Haverkort and D. K. L. Mac Kerron (Eds.), *Potato Ecology and modeling of crops under conditions limiting growth*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 41-60.
- Lafta A.M. and Lorenzen J.M., 1995. Effect of High Temperature on Plant Growth and Carbohydrate Metabolism in Potato. *Plant Physiology*, 109: 637-643.
- Love, S. L., J. C. Stark and T. Solaiz, 2005. Response of four potato cultivars to rate and timing of nitrogen fertilizer. *Am. J. Pot. Res.*, 82: 21-31
- Lynch D.R., Foroud N., Kozub G.C., Farries B.C., 1995. The effect of moisture stress at three growth stages on the yield, components of yield and processing quality of eight potato varieties. *Am. Potato J.* 72, 375-386
- Lynch, D. R., N. Foround, G. C. Kozub, and B.C. Farries 1995. The effect of moisture stress of three growth stages on the yield, components of yield and processing quality of eight potato cultivars. *Amer Potato J.* 72: 375-386
- Mac Kerron D.K.L. and Waister P.D., 1985. A simple model of potato growth and yield. Part I. Model development and sensitivity. *Agricultural and Forest Meteorology*, 34, 241-252.
- Mac Kerron D.K.L., Jefferies R.A., 1986. The influence of early soil moisture stress on tuber numbers in potato. *Potato Res.* 29, 299-312.
- Mac Kerron D.K.L., Jefferies R.A., 1988. The distribution of tuber sizes in droughted and irrigated crops of potato. I. Observations on the effect of water stress on graded yields from different cultivars. *Potato Res.* 31, 269-278
- Mohsin Iqbal M., S. Mahmood Shah, W. Mohammad and H. Nawar, 1999b. Field responses of potato subjected to water stress of different growth stages pp 213-223
- Ojala J.C., Stark J.C., Kleinkopf G.E., 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *Am. Potato J.* 67, 29-43.
- Onder S., Calisman M.E., Onder D. and Calisman S., 2005. Different irrigation methods and water stress effects on potato yield components. *Agricultural Water Management*, 73: 73-86.

- Opena G.B., Porter G.A. 1999. Soil management and irrigation effects on potato. II. Root growth. *Agron. J.* 91:426-431
- Panigrah, B., S. N. Panda and N. S. Raghuwanshi, 2001. Potato water use and yield under furrow irrigation. *Irrig. sci.* 20: 155-163
- Pereira A. B and C. C. Shock. Development of irrigation best management practices for potato from a research perspective in the United States. *Sakia. Org. e-publish*, 2006 Vol. 1.1, pp 1-20
- Shock, C. C. 2004. Efficient Irrigation Sceduling. Malheuer Experiment Station, Oregon State University, Oregon, USA
- Shock, C. C. and E. B.G. Feibert 2000. Deficit irrigation of potato. *Water reports* 22. Deficit irrigation practices, FAO, Rome
- Shock, C. C., J. C. Zalewski, T. D. Stieber and D. S. Burnett, 1992. Impacts of early-season water deficits on Russet Burbank plant development tuber yield and quality. *America Potato J.*, 69: 793-803
- Shock, C. C., J. Zalewick, T.D. Stieber, and D. S Burnett 1992. Impact of early season water deficits on Russet Burbank plant development, tuber yield and quality. *Amer. Potato, J.* 69: 793-803
- Shock, C.C., Z.A. Holmes, T.D. Steber, E.P. Eldredge, and P. Zhang 1993. The effect of timed water stress on quality, total solids and reducing sugar content of potatoes. *Amer Potato J.* 70: 227-241
- Sinclair T.R., Tanner C.B. and Bennet J.M., 1984. Water use efficiency in crop production. *Biosc.*, 36-40
- Struik P.C & E.E. Ewing 1995. in: A.J. Hoverkort and D. K. L. Mackerron (ads), *Potato Ecology and Modelling of crops under conditions limiting Growth*. P. 19. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherland
- Svikle M. Ya. 1976 Control of the colorade beetle *Zashchita Rastenii* No 6, pp 10-11
- Thornton R.E. and J.B. Sieczka, 1980. Commercial potato production in North America. *Am. Potato J.* 57: 1 – 36.
- Thornton, M. K., 2002. Effects of heat and water stress on the physiology of potatoes. Idaho potato conference, Idahs
- Timlin D., S. M. Lutfor. Rahman, J. Baker, V.R. Reddy, D. Quebedeaux 2006 *Agron. J.* 98, 195. Whole plant Photosynthesis, Development and Carbon Partition in potato (*Solanum tuberosum*) as a function on temperature.
- Trechan S. P., Roy S. K. and Sharma R. C. 2001. Potato variety differences in nutrient deficiency symptoms and responses to NPK *Better Crops Int*, 15: 18-24

- Van Kempen, P., P. le Corre & P. Bedin, 1996. Phytotechnic. In : P. Rousselle & R.Y. Crosnier (eds), La pomme de terre. INRA, Paris, pp 363-414
- van Keulen H. and W. Stol, 1995. Agro-ecological zonation for potato production. p. 357 – 371. In: A.J. Haverkort and D.K.L. MacKerron (eds.), Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Vos, J & D.K.L. Mackerron 2000: Basic concepts of the management and supply of nitrogen and water in potato production. In: A.J Haverkort & D. K. L. Mackerron (eds), Management of nitrogen and water in potato production. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, pp 15-33
- Wolf S., A. Marani and J. Rudich, 1990. Effects of temperature and photoperiod on assimilate partitioning in potato plants. Ann. Bot. 66: 513-520
- Wright J.L. and Stark J.C., 1990. Irrigation of select crop: Potato. Irrigation of Agricultural Crops. Eds. Stewart B.A. and Nielsen D.R., American Society of Agronomy NO 30 Inc., pp: 860-888.
- Wright, J. L. and J. C Stark 1990. Potato In: Stewart, B. A. and D. R. Nielson (eds.). Irrigation of Agricultural Crops, pp 859-889. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison USA
- Yuan B.Z., Nishiyama S., Kang Y., 2003. Effect of different irrigation regims on the growth and yield of drip-irrigated potato. Agric. Water Manage. 63, 153-167
- Zebath, B. J. and C. J. Rosen 2007. Research perspective on nitrogen BMP development for potato. Am. J. Pot. Res., 84: 3-13
- Κριάρη Α.Ι., 1962. Η καλλιέργεια της πατάτας. Αγροτικός εκδοτικός οίκος Σπύρου, Σ.Σ.
- Λιακατάς Α., 2008. Άρδευση πατάτας. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Εκδ. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΕΠΕΑΕΚ
- Ολύμπιος Χ.Μ., 1994. Πατάτα. Ειδική Λαχανοκομία. Εκδόσεις Γ.Π.Α., Αθήνα 1996. σελ.:113-202
- Παναγόπουλος Χ.Γ. 2000. Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών
- Παπαζαφειρίου Ζ.Γ., 1999. Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Πατακιούτας Γ., 1996. Πως θα περιοριστούν τα προβλήματα φυτοπροστασίας. Πατάτα '97. σελ.: 57-72
- Πεθαίνου Σ., 1996. Στοιχεία καλλιέργειας και καλλιεργητική τεχνική. Πατάτα '97. σελ.: 51-56.

Προύτσος Ν., Α. Κοτρώζου, Σ. Αλεξανδρή και Α. Λιακατάς, 2006. Επίδραση του μικροκλίματος στην ανάπτυξη φυλλώματος και παραγωγή κονδύλων πατατοκαλλιέργειας. Πρακτικά 8^{ου} Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας. Αθήνα.

ΣΕΚΠ, 2009. ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΚΥΠΡΙΑΚΩΝ ΠΑΤΑΤΩΝ, Ενημερωτικό Δελτίο 2. http://www.cpmb.org.cy/EMPORIA_08.09_DELTIO_AR.2.pdf.

Σίμογλου Κ., Ελευθεριάδης Η., Σαρίγκολη Ι., Βλούτογλου Ειρήνη, 2011. Η καρκίνωση της πατάτας (*Synchintium endobioticum*). Μια σοβαρή ασθένεια καραντίνας. Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας & Κτηνιατρικής, Περιφερειακής Ενότητας Δράμας, Τμήμα Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού ελέγχου