



# Επίδραση της μορφής αζωτούχου λίπανσης και του ζεόλιθου στην απόδοση και ποιότητα δυο ποικιλιών πατάτας

Πτυχιακή εργασία

Νίκος Βασίλειος

Επιβλέπων καθηγητής

Πετρόπουλος Σπυρίδων

ΒΟΛΟΣ 2018



Τριμελής εξεταστική επιτροπή

Πετρόπουλος Σπυρίδων: Επιβλέπων μέλος ΔΕΠ

Δαναλάτος Νικόλαος: Μέλος

Αντωνιάδης Βασίλειος: Μέλος

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα απ' όλα τον καθηγητή μου Πετρόπουλο Σπυρίδωνα για την συνεχή καθοδήγηση, υποστήριξη και συμπαράσταση που επέδειξε σε όλη την διάρκεια του πειράματος. Ευχαριστώ θερμά τους καθηγητές κ. Δαναλάτο Νικόλαο και Αντωνιάδη Βασίλειο για τις συμβουλές και την υποστήριξη που μου παρείχαν κατά την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής, καθώς και τον Δρ. Σουίπα Σπυρίδωνα για τον χρόνο που αφιέρωσε και τη βοήθειά του για την πραγματοποίηση του πειράματος.

Τέλος, ευχαριστώ από καρδιάς τους γονείς μου που με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου καθώς και τον συμφοιτητή μου Παπαδόπουλο Αντώνιο για την πολύτιμη βοήθεια του στην διεκπεραίωση του πειράματος.

## Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>8</b>
1.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	8
1.2 ΠΑΤΑΤΑ .....	10
1.3 ΖΕΟΛΙΘΟΣ .....	23
1.4 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	33
1.5 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗΣ .....	39
1.6 ΚΟΠΡΙΑ.....	41
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	<b>44</b>
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	44
2.2. ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	46
2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ .....	48
2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑΣ .....	49
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	<b>52</b>
3.1 .ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.....	52
3.2.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΟΝΔΥΛΩΝ .....	56
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>61</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>63</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια της πατάτας είναι αρκετά απαιτητική σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και η ορθή λίπανση των φυτών αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για μέγιστες αποδόσεις και ποιότητα του τελικού προϊόντος. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση διαφόρων μορφών λίπανσης στην απόδοση και τη χημική σύσταση της πατάτας (Sprunta και Kennebec). Οι 4 μεταχειρίσεις στις οποίες έγινε η σύγκριση ήταν ένα βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα (B), ένα συμβατικό αμμωνιακό λίπασμα (ΣΛ), ένα αμμωνιακό λίπασμα σε συνδυασμό με ζεόλιθο (Z) και τέλος η κοπριά (K). Απαραίτητη ήταν η παρουσία ενός μάρτυρα (M), δηλαδή μια μεταχείριση στην οποία δεν εφαρμόστηκε καμία λίπανση. Κάθε μεταχείριση αποτελούνταν από 4 επαναλήψεις δηλαδή στο σύνολο διαμορφώθηκαν 20 πειραματικά τεμάχια (plots) των 9m<sup>2</sup> σε εντελώς τυχαίοπονημένο σχέδιο. Το πείραμα έλαβε χώρα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνο Μαγνησίας την εαρινή-καλοκαιρινή περίοδο του 2016. Η σπορά έγινε στις 6-7/4/2016 και η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 18-20/7/2016. Κατά την διάρκεια της καλλιέργειας συλλέχθηκαν δείγματα φυτικών ιστών (φύλλα, βλαστοί) ενώ στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου έκτος από την καταμέτρηση του βάρους των κονδύλων λήφθηκαν δείγματα για μέτρηση της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία, αλλά και της χημικής σύστασης και της αντιοξειδωτικής ικανότητας των κονδύλων. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτει ότι η απόδοση σε συνολικό βάρος κονδύλων ήταν μεγαλύτερη για τη μεταχείριση B και στις δυο ποικιλίες, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων μεταχειρίσεων λίπανσης (K, ΣΛ και Z), ενώ αντίστοιχα ο μάρτυρας (M) είχε σημαντικά χαμηλότερες αποδόσεις. Η ξηρή ουσία των φύλλων και βλαστών ήταν μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις ΣΛ και M, και ΣΛ για την ποικιλία Kennebec, ενώ για την ποικιλία Sprunta στη μεταχείριση B και Z για τα φύλλα και τους βλαστούς, αντίστοιχα. Η ξηρή ουσία των κονδύλων σημείωσε μεγαλύτερες τιμές στη μεταχείριση K για την Sprunta (22,8%), και στη μεταχείριση M για την Kennebec (23,0%). Σημαντική επίδραση παρατηρήθηκε επίσης στη χημική σύσταση των κονδύλων και πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα των κονδύλων σε πρωτεΐνες, τέφρα και λίπη αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις ΣΛ και B, ενώ οι υδατάνθρακες στις μεταχειρίσεις

Κ και Β για τις ποικιλίες Sprunta και Kennebec, αντίστοιχα. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε ολικά σάκχαρα, οργανικά οξέα, β-καροτένιο και λυκοπένιο αυξήθηκε στη μεταχείριση Κ για την ποικιλία Sprunta, ενώ η αντιοξειδωτική ικανότητα διέφερε μεταξύ των λιπάνσεων και των ποικιλιών για τις διάφορες μεθόδους που εφαρμόστηκαν.

## **Abstract**

# 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στις μέρες μας η συνεχής αύξηση του πληθυσμού της γης αποτελεί ένα μεγάλο πρόβλημα για τον πλανήτη μας. Έχει καταστεί επιτακτική η ανάγκη παραγωγής τροφής για να καλυφθούν οι διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού αυτού. Σύμφωνα με τον FAO, μέχρι το 2050 ο παγκόσμιος πληθυσμός θα φτάσει τα 9,1 δισεκατομμύρια, 34% υψηλότερα απ' ότι σήμερα. Το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησης αυτής θα πραγματοποιηθεί στις υποανάπτυκτες χώρες του πλανήτη ο οποίος για να μπορέσει να θρέψει αυτόν τον πιο αστικοποιημένο και πλουσιότερο πληθυσμό, αφού η συνεχόμενη αστικοποίηση θα συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια, η παραγωγή τροφής θα πρέπει να αυξηθεί κατά 70% (Bhardwaj et al., 2012).

Για να ικανοποιηθεί η ανάγκη του πληθυσμού σε τροφή είναι απαραίτητο να αυξηθεί η αγροτική παραγωγή. Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε είτε μειώνοντας τις ζημιές της παραγωγής από έντομα-εχθρούς για την καλλιέργεια και τα ζιζάνια είτε με την χρήση λιπασμάτων να αυξήσουμε την παραγωγή.

Σύμφωνα με τον FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) τις τελευταίες τρεις δεκαετίες η αύξηση της παγκόσμιας γεωργικής παραγωγής οφείλεται αποκλειστικά στην χρήση των χημικών λιπασμάτων. Από την μία τα λιπάσματα μεγιστοποιούν τις αποδόσεις των καλλιεργειών από την άλλη όμως η αυξανόμενη χρήση αυτών δημιουργεί επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον. Η εφαρμογή των λιπασμάτων στο έδαφος είναι δυνατό να προκαλέσει φαινόμενα οξείδωσης, προσρόφησης, απορροής και έκπλυσης. Η έκπλυση και η απορροή μολύνουν τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Επιπλέον τα θρεπτικά στοιχεία που προσλαμβάνουν τα φυτά με τις ρίζες τους είναι πολύ λιγότερα από αυτά που απελευθερώνονται από τα λιπάσματα καθιστώντας τα λιπάσματα λιγότερο αποτελεσματικά.

Μια λύση που θα μπορούσε να μειώσει τις συνέπειες αυτού του προβλήματος είναι η αύξηση της χρήσης λιπασμάτων βραδείας



αποδέσμευσης τα οποία μειώνουν τις απώλειες των θρεπτικών καθώς απελευθερώνονται αργότερα σε σχέση με τα συμβατικά λιπάσματα.

Η χρήση των ζεόλιθων ως εδαφοβελτιωτικά εμφανίστηκε πριν αρκετά χρόνια στην Ιαπωνία, όμως μόνο πρόσφατα έχει δοθεί βάση στην έρευνα για εφαρμογής τους ως βραδείας αποδέσμευσης λιπάσματα, ως βοηθητικά για τον έλεγχο της υγρασίας, ως δεσμευτικά των εντομοκτόνων-μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων και ως δέκτες βαρέων μετάλλων. Ο ζεόλιθος ως εδαφοβελτιωτικό διατηρεί την υγρασία του εδάφους σταθερή ενώ παράλληλα έχει υψηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων σε αμμώδη και ηφαιστειογενή εδάφη (Mumpton, 1977). Ακόμα οι ζεόλιθοι επιδρούν ως βραδείας αποδέσμευσης λιπάσματα με επιλεκτική συγκράτηση χημικών συστατικών στην δομή τους για αρκετό χρονικό διάστημα με επακόλουθο να παραμένουν τα στοιχεία στο έδαφος και να τα εκμεταλλεύονται οι καλλιέργειες.

Το γνώρισμα αυτό των ζεόλιθων μπορεί να βοηθήσει στην εξοικονόμηση χρημάτων από το γεωργό καθώς χρησιμοποιεί λιγότερα λιπάσματα αλλά και αυξάνεται η συγκράτηση από το έδαφος των στοιχείων και παράλληλα με το χαμηλό κόστος του ζεόλιθου σε σχέση με άλλα βραδείας λιπάσματα.

Η ιδιότητα της βραδείας αποδέσμευσης φαίνεται να είναι σημαντική σε ριζωματώδεις καλλιέργειες όπως τα ραδίκια, τα καρότα και τα ζαχαρότευτλα αλλά και σε καλλιέργειες που είναι απαιτητικές σε άζωτο όπως είναι η καλλιέργεια της πατάτας.

Κατά συνέπεια , στο πείραμά μας μεταχειριστήκαμε την καλλιέργεια 2 ποικιλιών πατάτας ,μια αξιοσημείωτη καλλιέργεια για την Ελλάδα .

Θα κάνουμε μια προσπάθεια να αποδείξουμε ότι η ανάμιξη ζεόλιθου με λίπασμα συμβατικό, δημιουργεί επιβράδυνση στο ρυθμό απελευθέρωσης του Ν και έτσι το συμβατικό λίπασμα λειτουργεί σαν λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης.

Η εργασία μας αυτή τέλος έχει ως σκοπό να παρέχει μια νέα γνώση η οποία σχετίζεται με την λίπανση και επακόλουθος με την προστιθέμενη αξία στην παραγωγή του προϊόντος.

## 1.2 ΠΑΤΑΤΑ

### ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ

Η πατάτα ανήκει στην οικογένεια Solanaceae η οποία απαριθμεί 85 περίπου γένη. Επιστημονικό όνομα της πατάτας: *Solanum tuberosum* L (γένος ,είδος ) γνωστή και ως γεώμηλο . Καλλιεργείται για τους εδώδιμους κονδύλους της, οι οποίοι είναι πλούσιοι σε άμυλο και αποτελούν τροφή μεγάλης θρεπτικής αξίας. Είναι ένα φυτό μονοετές.



Εικόνα 1 Φυτό πατάτας

Υπάρχουν στην παγκόσμια αγορά πάνω από 500 ποικιλίες πατάτας. Οι ποικιλίες της πατάτας καθορίζονται κυρίως από το εξωτερικό χρώμα της φλούδας της (κίτρινο, καφέ, ροζ, κόκκινο ή μωβ) αλλά και το χρώμα της σάρκας της (άλλοτε άσπρο, στο χρώμα του δέρματος ή ελαφρά κίτρινο) και σε κάθε περιοχή του κόσμου, έχουν αναπτυχθεί - επιλεγεί διαφορετικές ποικιλίες οι οποίες ευδοκιμούν με τον καλύτερο τρόπο στις κατά τόπους εδαφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες. Από τις ποικιλίες της πατάτας που καλλιεργούνται, η κυριότερη είναι η κίτρινη πατάτα (με μεγάλους κονδύλους με ελαφρά κίτρινη σάρκα) και η οποία εμφανίζεται σε όλα τα μήκη και πλάτη του κόσμου. Πολυάριθμες είναι οι καλλιεργούμενες σε όλων των κόσμο ποικιλίες και πολλές από αυτές έχουν δοκιμαστεί και καλλιεργούνται στη χώρα μας. Διακρίνονται, ανάλογα με την ανθεκτικότητά τους στο μαγείρεμα, σε αυτές με τη «σφιχτή σάρκα», που η υγρασία τους δεν ξεπερνάει το 20% και κρατάνε τέλεια στο μαγείρεμα και στις «ευρείας χρήσης», πολύ πιο ξηρές, που είναι κατάλληλες για το τηγάκι και μερικές φορές για πουρέ. Μερικές ποικιλίες είναι κατάλληλες και για φούρνο. Τέλος, οι νεαρές ή πρώιμες πατάτες, αυτές που εμφανίζονται στην αγορά ως τα μέσα Ιουνίου και πρέπει να καταναλωθούν γρήγορα, είναι άψογες για τον ατμό ή το ταψί, αλλά δεν τηγανίζονται εξίσου καλά.

Η κατάταξη τους γίνεται ανάλογα με την μορφή των κονδύλων (σχήμα, χρώμα, μέγεθος κ.τ.λ.), το χρώμα της σάρκας (λευκόσαρκες, κιτρινόσαρκες), τη μορφή των βλαστών (ανάπτυξη, χρώμα), την μορφολογία των οφθαλμών

και άλλα βοτανικά χαρακτηριστικά. Μια δεύτερη ταξινόμηση γίνεται με βάση την πρωιμότητα (πρώιμες 70-90 ημέρες, μεσοπρώιμες 100-140 ημέρες, μεσοόψιμες και όψιμες 180 ημέρες), την ανθεκτικότητα σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, τις αποδόσεις κ.τ.λ.

### ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Η πατάτα είναι φυτό ιθαγενές της Νότιας Αμερικής. Ειδικότερα κατάγεται από τα υψίπεδα του Μεξικού, της Χιλής, του Περού και της Κολομβίας στις περιοχές δηλαδή που κατοικούσαν ινδιάνοι, Ατζέκοι και Ίνκας. Μεταφέρθηκε μέσω Ισπανών εξερευνητών το 16<sup>ο</sup> αιώνα στην Ισπανία και αργότερα εξαπλώθηκε σε ολόκληρη την Ευρώπη. Στην Ελλάδα ήδη από το 1800 καλλιεργούνταν στην Κέρκυρα και διαδόθηκε στην υπόλοιπη χώρα την περίοδο της επανάστασης από τον Καποδίστρια. Λέγεται μάλιστα ότι ο Ιωάννης Καποδίστριας λόγω της επιφυλακτικότητας των Ελλήνων προς το νέο τρόφιμο τις κλείδωνε σε αποθήκες τις οποίες εσκεμμένα άφηνε αφύλακτες τη νύχτα, ώστε να μπορεί ο λαός να τις κλέψει νομίζοντας ότι είναι πολύτιμες. Ο Αντουάν-Ογκιστέν Παρμαντιέ, κατάφερε να κάνει πολύ γνωστή την πατάτα στη Γαλλία έως το τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα, οι Γάλλοι εκεί της είχαν δώσει το όνομα 'pomme de terre' που σημαίνει μήλο της γης και αργότερα έγινε γνωστή στην Ελλάδα ως γεώμηλο.

Η Ρωσία ήταν πιο συγκρατημένη στην αρχή με την καλλιέργεια της πατάτας και την αποκαλούσαν 'μήλο του διαβόλου', γρήγορα όμως οι Ρώσοι αντιλήφθηκαν τόσο τις θρεπτικές της αξίες όσο και το γεγονός ότι μπορούσαν να παράγουν από αυτήν την ανεκτίμητη βότκα τους. Μια διάδοση της φυλλοξήρας στην Ευρώπη απαγόρευσε την εισαγωγή μεταξύ άλλων και της πατάτας έχοντας σαν αποτέλεσμα την ραγδαία ανάπτυξη της ντόπιας παραγωγής φτάνοντας τα τελευταία μεταπολεμικά χρόνια να έχουμε πλήρη αυτάρκεια (Χατζηδημητρίου, 2009). Πλέον αποτελεί μέρος της βασικής διατροφής του πληθυσμού μας και είναι ευρύτατα διαδεδομένη η καλλιέργεια της.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την καλλιέργεια της πατάτας ήταν και η ανάπτυξη της σποροπαραγωγής. Αναπτύχθηκαν κέντρα σποροπαραγωγής με σκοπό τον εφοδιασμό των παραγωγών με κατάλληλο υλικό. Το πρώτο κέντρο σποροπαραγωγής ήταν στον Πάρνωνα που καταργήθηκε γρήγορα λόγω μόλυνσεως των πατατοχώρων. Στην συνέχεια το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης το 1951 στο νότιο Βέρμιο έκανε κάποιες προσπάθειες βελτιώσεις της ποικιλίας ELLA ουγγρικής προέλευσης. Επίσης στη Νάξο δημιουργήθηκε ένα κέντρο σποροπαραγωγής το 1953 με παρά πολύ καλές προοπτικές (Δέσποινα Λιοφάγου ,Πτυχιική εργασία Ηράκλειο 2005).

### ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Με βάση τις Ετήσιες Γεωργικές Στατιστικές Έρευνας της Ελληνικής Στατιστικής (ΕΛΣΤΑΤ), η καλλιέργεια πατάτας στην Ελλάδα μειώθηκε από τα 455.500 στρέμματα το 2008 σε 261.000 στρέμματα το 2014. Η μεγάλη απώλεια των στρεμμάτων σημειώθηκε το 2014, όταν από τα 434.000 στρέμματα του 2013, η καλλιέργεια έπεσε στα 261.000 (μείωση κατά 173.000 στρ.) και η παραγωγή στους 580.600 τόνους.

### ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Οι δέκα μεγαλύτερες πατατοπαραγωγές χώρες για το 2007.

	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)
ΚΙΝΑ	72.040.000
ΡΩΣΙΑ	36.784.200
ΙΝΔΙΑ	26.280.000
ΗΠΑ	20.373.267
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	19.102.300
ΠΟΛΟΝΙΑ	11.791.072
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	11.643.769
ΛΕΥΚΟΡΩΣΙΑ	8.743.976
ΝΟΡΒΙΓΙΑ	7.200.000
ΓΑΛΛΙΑ	6.271.000

## ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Ως τροφή του ανθρώπου.

Οι πατάτες για τις εύκρατες περιοχές της υδρογείου αποτελούν το πολυτιμότερο μετά το σιτάρι, γεωργικό προϊόν. Αποτελεί το δεύτερο σε σημασία λαχανοκομικό φυτό στη χώρα μας μετά την τομάτα. Είναι ένα από τα πιο θρεπτικά και υγιεινά φυτά, συγχρόνως και από τα πιο φθηνά, γεωργικά προϊόντα. Περιέχει άφθονο άμυλο που την κάνει πλούσια σε θερμίδες και ικανή να προμηθεύσει στον οργανισμό υδατάνθρακες, λευκώματα και μεταλλικά άλατα. Αυτό γίνεται φανερό σε σχέση με τα άλλα τρόφιμα: 500 γραμμάρια πατάτες βρασμένες είναι ισοδύναμες με 290 γραμμάρια (μέτρια παχύ) βοδινό κρέας. Επίσης, 3 κιλά πατάτες περιέχουν αζωτούχες ουσίες και άμυλο όσο 1 κιλό ψωμί.

Οι βιταμίνες που περιέχουν οι πατάτες έχουν μεγάλη βιολογική αξία. Οι βιταμίνες Α βρίσκονται σε ελάχιστες ποσότητες. Σε μεγάλες ποσότητες βρίσκονται οι βιταμίνες της ομάδας Β (Β1, Β2, Β5, και Β6). Τέλος η βιταμίνη C αφθονεί στην πατάτα. Η πατάτα με τα πολύτιμα συστατικά της καταπολεμά την αρθρίτιδα, βοηθά στη αντιμετώπιση του διαβήτη καθώς και σε όλα τα νοσήματα που έχουν ανάγκη διαίτης.

Ως τροφή των ζώων

Για την κτηνοτροφία, εφόσον γίνονται καλλιέργειες ειδικές, χρησιμοποιούνται ποικιλίες με μεγάλους κονδύλους, λευκόσαρκους και υδαρείς. Υπολογίζεται ότι από τη συνολική πατατοπαραγωγή, στην Ελλάδα, για την κτηνοτροφία διατίθεται το 2–4% της συνολικής παραγωγής. Γενικά, οι πατάτες, ως κτηνοτροφή, θεωρούνται ισοδύναμες σε θρεπτική αξία με το 1/4 – 1/5 καλαμποκάλευρου ή κριθάλευρου ίσου βάρους. Οι πατάτες μπορούν να δοθούν ως κόνδυλοι, ως πατατάλευρο ή ως ξηρές πατάτες υπό μορφή

ξεσμάτων. Τέλος, τα οينوπνευματοποιεία που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη πατάτες, παράγουν ως υποπροϊόντα πολτώδη υλικά, που και αυτά χρησιμοποιούνται ως τροφή των ζώων.

Ως βιομηχανική πρώτη ύλη

Καλλιεργούνται για τον σκοπό αυτό ειδικές ποικιλίες όψιμες, πολύ παραγωγικές, πλούσιες σε άμυλο. Τα κύρια βιομηχανικά προϊόντα είναι το άμυλο και η αλκοόλη. Τα υποπροϊόντα της αμυλοβιομηχανίας χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα, άλλα δε υπολείμματα της ως ζωοτροφές. Η αλκοόλη από πατάτες χρησιμοποιείται για παραγωγή οينوπνευματωδών ποτών (ούζο, λικέρ κλπ). Από 100 κιλά πατάτες παράγονται 12 κιλά οινόπνευμα. Από 1 στρέμμα πατατοκαλλιέργειας υπολογίζεται ότι παράγονται 200 – 300 κιλά οινόπνευμα. Τέλος το άμυλο της πατάτας χρησιμοποιείται για παραγωγή βουτυλικής αλκοόλης, ακετόνης και άλλων ουσιών που ενδιαφέρουν την αρωματοποιία και τα καλλυντικά. Το υπέργαιο τμήμα του φυτού, μετά την συγκομιδή, εφόσον δεν χρησιμοποιείται αλλιώς μετατρέπεται σε φυτικό λίπασμα.

## ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

### ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού της πατάτας δηλαδή από την φύτευση μέχρι την πλήρη ωριμότητα διαρκεί από 80-150 ημέρες ανάλογα με την ποικιλία.

### ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ριζικό σύστημα της πατάτας είναι ινώδες και μπορεί να φτάσει τα 55εκ. σε βάθος ενώ σε ελαφριά χώματα έως και 100εκ. Ωστόσο γίνεται δύσκολη η διεύθυνσή του στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα για να αναζητήσει νερό και θρεπτικά (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## ΚΟΝΔΥΛΟΙ

Το εμπορεύσιμο μέρος της πατάτας είναι οι κόνδυλοι, σαρκώδεις βλαστοί με οφθαλμούς οι οποίοι σχηματίζονται στο άκρο του στόλωνα μετά από πάχυνση του άγκιστρου. Ο σχηματισμός των κονδύλων (κονδυλοποίηση), αρχίζει 30-60 μετά τη φύτευση και επηρεάζεται από την υγρασία, τη φωτοπερίοδο και τη θερμοκρασία. Μετά την έναρξη της κονδυλοποίησης οι κόνδυλοι μετατρέπονται πλέον σε κύριους μεριστωματικούς ιστούς και αποτελούν τις αποθήκες αποθησαυρισμού του φυτού (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## ΟΦΘΑΛΜΟΙ

Τα φύτρα του κονδύλου της πατάτας έχουν σχήμα και χρώμα που εξαρτάται από την εκάστοτε ποικιλία. Η ανάπτυξη των στελεχών γίνεται από τα φύτρα. Κατά την αποθήκευση των κονδύλων κάτω συγκεκριμένες συνθήκες γίνεται η έκπτυξη των φύτρων. Όταν οι πατάτες προορίζονται για κατανάλωση αυτό είναι ένα αρνητικό. Υγιή φύτρα θεωρούνται τα χοντρά, κοντά με το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας που θα αναπτύξουν και υγιή στελέχη. (Χα και Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 2 Οφθαλμοί πατάτας

## ΒΛΑΣΤΟΙ

Το ύψος των βλαστών κυμαίνεται από 60-150 εκ. και αρχικά είναι ορθόκλαδοι μέχρι το τέλος της ανάπτυξής τους όπου διακλαδίζονται και χάνουν την ακαμψία τους (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα τους είναι σύνθετα με 7-9 ωσειδή και εναλλασσόμενα φυλλάρια. Πολλές φορές φέρουν μεταξύ των αρχικών φυλλαρίων πολλά μικρότερα δευτερογενή φυλλάρια. Έχουν βαθύ πράσινο χρώμα με χνούδι στην επιφάνεια τους (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## ΑΝΘΗ

Τα άνθη είναι σύνθετα και εκφύονται σε ταξιανθίες από την μασχάλη του τελευταίου φύλλου κάθε βλαστού. Το χρώμα τους εξαρτάται από την ποικιλία του πατατόσπορου και μπορεί να είναι λευκό, ιώδες, μπλε ή υποκίτρινο. Είναι



Εικόνα 3 Άνθοι πατάτας

ερμαφρόδιτα και η επικονίαση γίνεται μόνο με τον αέρα καθώς δεν σχηματίζει νέκταρ για να προσελκύσει τα έντομα. Η στεφάνη είναι πενταμερής, κάθε άνθος έχει πέντε στήμονες που σχηματίζουν κώνο γύρω από το ύπερο. Η ωοθήκη είναι δίχωρη. Τέλος μετά από μια επιτυχημένη γονιμοποίηση σχηματίζεται ο καρπός (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός της πατάτας είναι ράγα δίχωρη ,σφαιρική με πράσινο χρώμα που μοιάζει με πολύ μικρή ντομάτα. Στο εσωτερικό του κάθε καρπού υπάρχουν μέσα σε ένα ζελατινώδες υγρό 200-300 σπόροι .Οι σπόροι είναι επίπεδοι και ωοειδείς και σε περιπτώσεις που είναι δύσκολη η διατήρηση υγιούς πατατόσπορου χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια . Ακόμα γίνεται η χρήση τους για εργαστηριακό σκοπό (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κονδύλων σχετίζονται με την εξωτερική τους εμφάνιση, όπως το μέγεθος και το σχήμα, η σύσταση του φλοιού, το χρώμα της σάρκας, το βάθος και ο αριθμός των οφθαλμών, η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και σάκχαρα, καθώς και η περιεκτικότητα τους σε σολανίνη. Η χημική σύσταση και η θρεπτική αξία του κονδύλου εξαρτώνται από γενετικούς (χρησιμοποιούμενη ποικιλία ) και περιβαλλοντικούς παράγοντες (κλίμα, έδαφος, καλλιεργητικές φροντίδες, συνθήκες συντήρησης-αποθήκευσης).

Μέγεθος-σχήμα. Το μέγεθος εξαρτάται από την επάρκεια νερού, θρεπτικών ουσιών και την ύπαρξη ικανοποιητικού φυλλώματος το οποίο θα παράγει τις απαραίτητες αποθησαυριστικές ουσίες μέσω της φωτοσύνθεσης. Η άριστη θερμοκρασία κονδυλοποίησης είναι οι 12 βαθμοί κελσίου, ενώ πάνω από



τους 21 επιβραδύνεται η διαδικασία. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν παραμορφωμένο σχήμα με την εμφάνιση εξογκωμάτων. Τα χαλαρά και εύθρυπτα εδάφη επιτρέπουν την ανάπτυξη των κονδύλων με το ιδανικό μέγεθος και σχήμα. Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στον σχηματισμό των κονδύλων, καθώς και η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των ζιζανίων. Όσον αφορά στο σχήμα υπάρχουν δύο κύρια σχήματα το σφαιρικό και το επίμηκες με αρκετά ενδιάμεσα σχήματα. Γενικότερα για παραγωγή chips προτιμώνται τα σφαιρικά σχήματα για ομοιόμορφη παραγωγή και συσκευασία. Αντίθετα ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια το επικρατέστερο σχήμα για κοινή πατάτα είναι το επίμηκες. Γι' αυτό δεν είναι τυχαίο ότι δύο ποικιλίες με επίμηκες σχήμα κονδύλων όπως η Sprunta και η Λιζέτα κυριαρχούν στην ελληνική αγορά. Τέλος το μέγεθος του κονδύλου σηματοδοτεί το ποσοστό απώλειας κατά το καθάρισμα. Έτσι σε κονδύλους 200 g η απώλεια φτάνει το 23% ενώ σε κονδύλους 500 g το 16%.



Εικόνα 4 Διάφορα σχήματα πατάτας

Χρώμα σάρκας και επιδερμίδας : Σε ότι αφορά στο χρώμα της επιδερμίδας που μπορεί να κυμαίνεται από ανοικτό μπλεζ μέχρι μαύρο και με διάφορους άλλους τόνους χρωμάτων όπως κόκκινο, μπλε, κίτρινο κλπ., αυτό δεν συναρτάται με την ποιότητα των κονδύλων. Ο βαθμός του κίτρινου ή πιο σκούρου χρωματισμού στην επιδερμίδα υποδηλώνει μεγαλύτερη περιεκτικότητα καροτενοειδών στον κόνδυλο που κυμαίνεται από 14-343 mg/100 g νωπού βάρους, καθώς και ανθοκυανών που αυξάνονται



όσο σκουραίνει το χρώμα της επιδερμίδας. Κάτι

Εικόνα 5 Χρώμα του φλοιού και της σάρκας

αντίστοιχο σε μικρότερο βαθμό συμβαίνει και στη σάρκα του κονδύλου που όσο πιο κίτρινη είναι, τόσο η αντίστοιχη περιεκτικότητα σε καροτενοειδή αυξάνεται. Σε καμία όμως περίπτωση δεν σηματοδοτεί καλύτερη ποιότητα στην πατάτα αφού αποτελεί ένα μικρό μόνο μέρος της συνολικής διατροφικής αξίας που μπορεί να έχει ο κόνδυλος. Με το τμηματικό "παράχωμα" της βάσης των αναπτυσσόμενων βλαστών οι σχηματιζόμενοι κόνδυλοι δεν κινδυνεύουν να εκτεθούν στο φως και να πρασινίσουν καθώς μεγαλώνουν.

Σύσταση φλοιού: Το πάχος της επιδερμίδας συνδέεται με το βαθμό απώλειας κατά το καθάρισμα και εξαρτάται από την ποικιλία, τον τύπο του εδάφους, τις συνθήκες ανάπτυξης και την ωριμότητα των κονδύλων. Ένας σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης της υφής της επιδερμίδας είναι η κανονικότητα των ποτισμάτων. Έτσι, ακανόνιστα ποτίσματα μπορεί να οδηγήσουν σε παραγωγή κονδύλων με τραχιά υφή. Η λεπτή επιδερμίδα η οποία αποσπάται εύκολα είναι αποτέλεσμα της εποχής καλλιέργειας και του σταδίου συγκομιδής η οποία πραγματοποιείται πριν την πλήρη ωρίμανση.

Βάθος και αριθμός οφθαλμών: Οι κόνδυλοι είναι επιθυμητό να έχουν κανονικούς αβαθείς οφθαλμούς για να αποφεύγονται απώλειες κατά το καθάρισμα.

Περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία: Μετρήσεις στην περιοχή της Καλαμάτας έδειξαν περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία σε επίπεδα μεταξύ 15–19%. Η υψηλή υγρασία του προϊόντος έχει σαν συνέπεια τη μείωση της ξηράς ουσίας. Η υγρασία έχει να κάνει με τον χρόνο συγκομιδής της πατάτας (πριν την πλήρη ωρίμανση) καθώς επίσης και με το ύψος βροχοπτώσεων κατά την καλλιεργητική περίοδο. Στην περιοχή του Νευροκοπίου μετρήσεις που έγιναν στην περιεκτικότητα στην ξηρή ουσία έδωσαν τιμές 18,4-25,9%. Η διαφορά θερμοκρασίας ημέρας-νύχτας, βοηθά στην υψηλή συσσώρευση αμύλου-ξηράς ουσίας και άλλων σημαντικών ουσιών (πρωτεΐνες, βιταμίνες). Έτσι, η ωρίμανση των φυτειών είναι πλήρης και αβίαστη, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη κονδύλων πατάτας πλούσιων σε άμυλο και ξηρά ουσία. Το ξηρό βάρος της πατάτας είναι ίσως ο σπουδαιότερος ποιοτικός δείκτης και όσο υψηλότερη είναι η τιμή του τόσο καλύτερα είναι πολλά ποιοτικά χαρακτηριστικά του

κονδύλου που αναδεικνύονται στην τελική χρήση του προϊόντος. Ο παράγοντας αυτός λοιπόν εξαρτάται από την ποικιλία, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και δεν είναι τυχαίο ότι για την ίδια ποικιλία που καλλιεργείται σε διαφορετικές περιοχές της χώρας και σε διαφορετικές εποχές καταγράφονται σημαντικές αποκλίσεις. Φαίνεται όμως πως οι ξηροθερμικές συνθήκες και τα αμμώδη εδάφη μπορούν να δώσουν για την ίδια ποικιλία υψηλότερες τιμές ξηρού βάρους.

Περιεκτικότητα σε σάκχαρα: η περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι μεγαλύτερη του 1,2%, ενώ η σακχαρόζη με την πάροδο του χρόνου και τις συνθήκες αποθήκευσης (κυρίως χαμηλές θερμοκρασίες της τάξης των 3-4 °C) μπορεί να συσσωρευτεί σε μεγάλες ποσότητες, στοιχείο που προκαλεί αύξηση της γλυκύτητας της πατάτας αλλά και μαύρισμα κατά το τηγάνισμα ως αποτέλεσμα της καραμελλοποίησης των σακχάρων. Είναι αυτό που προσπαθούν να αποφεύγουν οι βιομηχανίες τηγανισμένης πατάτας γιατί η εμφάνιση μαύρων τηγανισμένων πατατών σημαίνει μεγάλη υποβάθμιση της ποιότητάς τους. Βέβαια η μετά από ψύξη τοποθέτηση των κονδύλων σε υψηλότερες θερμοκρασίες προκαλεί μια αντίστροφη μετατροπή της σακχαρόζης σε άμυλο με ταυτόχρονη μείωση των επιπέδων της. .

Περιεκτικότητα σε σολανίνη: Στις εμπορικές ποικιλίες πατάτας καταγράφονται τα επίπεδα σολανίνης, και οι πιο πολλές έχουν περιεκτικότητα σε σολανίνη λιγότερο από 0.2 mg/g. Εντούτοις οι πατάτες που έχουν εκτεθεί σε φως και έχουν αρχίσει να πρασινίζουν μπορούν να παρουσιάσουν συγκεντρώσεις του 1 mg/g ή περισσότερο. Σε αυτές τις καταστάσεις η κατανάλωση μιας ολόκληρης μη αποφλοιωμένης πατάτας μπορεί να αποτελέσει επικίνδυνη δόση. Η περισσότερη σολανίνη εμφανίζεται στη φλούδα ή ακριβώς κάτω από τη φλούδα των πατατών. Οι ξεφλουδισμένες πατάτες έχει βρεθεί ότι περιέχουν 30-80% λιγότερη σολανίνη από τις μη ξεφλουδισμένες πατάτες και οι πρασινισμένες πατάτες πρέπει πάντα να ξεφλουδιστούν εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Η σολανίνη και η



Εικόνα 6 Πρασινισμένη πατάτα

τσακονίνη είναι επίσης παρούσες στο βλαστό της πατάτας, ενώ τηγάνισμα των πατατών στους 170° C είναι αποτελεσματικό στη μείωση των επιπέδων γλυκοαλκαλοειδών, το βράσιμο είναι αναποτελεσματικό και η χρήση μικροκυμάτων είναι μερικώς αποτελεσματική.

## ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΠΑΤΑΤΑΣ

### Απαιτήσεις σε έδαφος

Η καλλιέργεια της πατάτας χρειάζεται χαλαρά εδάφη για να αναπτυχθούν σωστά σε σχήμα και μέγεθος οι κόνδυλοι. Για μηχανική συγκομιδή κατάλληλα είναι τα αμμώδη ελαφριά εδάφη όμως χρειάζονται ιδιαίτερη μεταχείριση στην άρδευση και τη λίπανση ώστε να έχουν καλές αποδόσεις. Γόνιμα εδάφη όπως είναι τα οργανικά και καλά αποστραγγιζόμενα με μέση περιεκτικότητα σε πηλό αποφέρουν πολύ καλές παραγωγές. Σχετικά με το pH, η πατάτα προτιμά τα ελαφρώς όξινα εδάφη, έχοντας ένα φάσμα από 5,5-7,5 pH (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

### Απαιτήσεις σε κλίμα

Το φυτό προτιμά για την καλύτερη ποσοτική αλλά και ποιοτική παραγωγή το δροσερό περιβάλλον, με άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης τους 16-20 °C. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, ο ρυθμός αναπνοής είναι μικρότερος από τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης και αυξάνεται η συσσώρευση υδατανθράκων έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής. Πάνω από τους 29 °C σταματά η διαδικασία κονδυλοποίησης καθώς μειώνονται οι ποσότητες των υδατανθράκων που αποθηκεύονται λόγω της αύξησης του ρυθμού της αναπνοής. Τέτοιες συνθήκες θερμοκρασίας παρατηρούνται στα ορεινά της χώρας μας την περίοδο της άνοιξης και καλοκαιριού όπου και εκεί έχουμε τις μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις σε καλά αρδευόμενα και γόνιμα εδάφη που φτάνουν τους 4-5 τόνους.

Η φωτοπερίοδος κατά το πλείστον δεν επηρεάζει την άνθηση του φυτού. Ωστόσο οι μακριές ημέρες με μεγάλη ένταση φωτός ευνοούν τη φωτοσύνθεση και κατά συνέπεια με την αύξηση της φωτοσύνθεσης αυξάνεται και η ποσότητα των υδατανθράκων που αποθηκεύονται στους κονδύλους (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## Προετοιμασία και φύτευση

Είναι αναγκαίο για την ανάπτυξη του φυτού να γίνει καλή κατεργασία τους εδάφους ώστε να μην υπάρχουν σβώλοι. Πριν την φύτευση του πατατόσπορου γίνεται ενσωμάτωση λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων και ισοπέδωση του χωραφιού. Ο πατατόσπορος είναι αναγκαίο να είναι καθαρός από ασθένειες για αυτό και χρησιμοποιείται πιστοποιημένος πατατόσπορος που εισάγεται κυρίως από την Ολλανδία, ενώ ένα μικρό μόνο ποσοστό παράγεται στην Νάξο. Ωστόσο πολλοί



Εικόνα 8 Φύτευση με άλογο



Εικόνα7 Φύτευση με ημιαυτόματη μηχανή

παραγωγοί χρησιμοποιούν τον δικό τους πατατόσπορο από προηγούμενη καλλιέργεια δίχως να γνωρίζουν την καθαρότητά του.

Αναγκαία πριν την φύτευση είναι η προβλάστηση του πατατόσπορου που έχει μέγεθος περίπου 40-60 γρ. Η φύτευσή του τώρα μπορεί να γίνει είτε μηχανικά είτε με το χέρι. Υπάρχουν μηχανές ημιαυτόματες αλλά και τελείως αυτόματες. Σε μικρές εκτάσεις σε δύσβατες περιοχές η καλλιέργεια γίνεται ακόμα και στις μέρες μες είτε εξολοκλήρου με τα χέρια ή με την χρήση ζώων. Οι αποστάσεις φύτευσης καθορίζονται από τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια και τη συγκομιδή και κυμαίνονται στα 60-90εκ. γραμμή από γραμμή και τα 25-30εκ. πάνω στην γραμμή (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## Παράχωμα, σκάλισμα

Το παράχωμα, η δημιουργία ενός αναχώματος για την κάλυψη των κονδύλων, είναι μια απαραίτητη διαδικασία που αποτρέπει την έκθεση των κονδύλων στον ήλιο και το πρασίνισμά τους. Σε βαριά εδάφη το ύψος του αναχώματος είναι μικρότερο (12εκ) σε σχέση με τα ελαφριάς σύστασης εδάφη (γύρω στα 20 εκ). Παράλληλα με το παράχωμα γίνονται και σκαλίσματα τόσο για το σπάσιμο της επιφανειακής κρούστας όσο και για τον έλεγχο των ζιζανίων (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## Έλεγχος ζιζανίων

Οι πατάτες έχουν αυξημένες ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά και νερό και τα ζιζάνια είναι πολύ ανταγωνίστηκα. Το ριζικό τους σύστημα δυσχεραίνει ακόμα και την ανάπτυξη των κονδύλων. Για την αποτελεσματικότερη καταπολέμηση τους απαιτείται ο συνδυασμός μηχανικών και χημικών μέσων. Γίνονται τακτικά βοτανίσματα και ελαφριά σκαλίσματα σε μικρό βάθος για την αποφυγή του τραυματισμού του ριζικού συστήματος των φυτών. Στην Ελλάδα επιτρέπονται ζιζανιοκτόνα με δραστικές ουσίες τις clethodin, chomazone, cycloxydim, Fluzifop-p-butyl, metribuzin, Pendimethalin κ.α. (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

## Άρδευση

Η άρδευση στην καλλιέργεια της πατάτας μπορεί να γίνει με αυλάκια ή με τεχνητή βροχή (καταιονισμό). Απαιτούνται μεγάλες ποσότητες σε νερό που πλησιάζουν τα 2,5 εκ. ύψους βροχής την εβδομάδα ή τα 3 με 10 κυβικά νερού ανά ημέρα και ανά στρέμμα. Η αυξομείωση την υδατικής υγρασίας μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στο σχηματισμό των κονδύλων. Είναι απαραίτητη στο στάδιο ανάπτυξης των κονδύλων σε ποσοστό 60-70% της μέγιστης υδατοϊκανότητας. Πριν την έναρξη της κονδυλοποίησης η άρδευση δεν κρίνεται αναγκαία (Χα και Πετρόπουλος, 2014).



Εικόνα 9 Άρδευση με τεχνητή βροχή

## Λίπανση

Σε μια καλή παραγωγή με απόδοση 4 τόνους κονδύλων ανά στρέμμα έχει μετρηθεί ότι απομακρύνονται από το έδαφος 16-24 κιλά N/στρέμμα, 12-16 κιλά P/στρέμμα (με την μορφή  $P_2O_5$ ), 4-6 κιλά K/στρέμμα (με την μορφή  $K_2O$ ) και 4-6 κιλά Mg/στρέμμα (με την μορφή MgO).

Το φυτό της πατάτας στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του απαιτεί μεγάλες ποσότητες φωσφορικού λιπάσματος, το οποίο εφαρμόζεται με τη βασική

λίπανση, είτε σε όλη την έκταση που είναι και το πιο σύνηθες είτε παράλληλα με τις γραμμές φύτευσης. Στη βασική λίπανση προστίθενται ακόμα το N, το K και το Mg, καθώς η πατάτα ευδοκίμει σε όξινα εδάφη (pH κοντά στο 5,5) στα οποία εμφανίζονται τροφοπενίες μαγνησίου. Για να βελτιωθούν οι ιδιότητες τους εδάφους είναι καλό να γίνει προσθήκη οργανικής ουσίας κοπριάς για παράδειγμα.

Κατά τις επιφανειακές λιπάνσεις γίνεται εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων. Για την αύξηση του φυλλώματος και συνεπώς την αύξηση των στολώνων και του μεγέθους των κονδύλων είναι απαραίτητο το άζωτο. Είναι αναγκαίο όμως να προστεθούν οι κατάλληλες ποσότητες αζώτου διαφορετικά παρατηρούνται προβλήματα στην αύξηση και την ανάπτυξη της καλλιέργειας (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

Εχθροί και ασθένειες- φυσιολογικές ανωμαλίες

Αναφορικά κάποιες φυσιολογικές ανωμαλίες: Από τις πιο κύριες είναι το πρασίνισμα των κονδύλων, ενώ άλλες δευτερεύουσες μεγάλης όμως σημασίας είναι η εμφάνιση μαύρων βουλών, μαύρης καρδιάς, μεγάλων φακίδων και τέλος η μαχόγκανι καφετίαση. Κύριος και πολύ καταστροφικός εχθρός της πατάτας είναι ο δορυφόρος. Προσβολές από νηματώδεις, θρίπες, αφίδες, σιδηροσκώληκες, φυλλορήκτες προκαλούν ζημιές στην παραγωγή και ποιότητα των κονδύλων (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

Ασθένειες: Αδρομυκώσεις, Σήψη λαιμού και ριζών, ριζοκτονία, καστανή σήψη των ριζών ή φελλώδης ρίζα, Ανθράκωση, Τεφρά σήψη, Σκληρωτινίαση, Έλκος τους στελέχους, φυτόφθορα, Αλτερναρίωση ή πρώιμος περονόσπορος, Όψιμος περονόσπορος, Σεπτορίωση, Αλτερναρίωση του στελέχους, Ωίδιο, Βακτηριακός καρκίνος, Νέκρωση ή σήψη της εντεριώνης (Χα και Πετρόπουλος, 2014).

### 1.3 ΖΕΟΛΙΘΟΣ

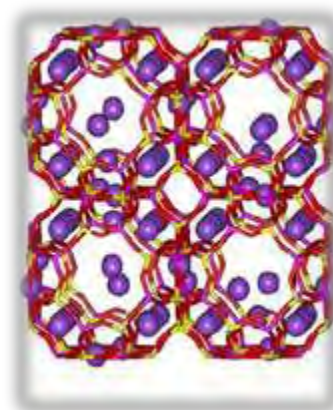
Η ονομασία αυτή προήλθε από τον Σουηδό ορυκτολόγο Άξελ Κρόνστενττο 1756, ο οποίος διαπίστωσε ότι με την ταχεία θέρμανση στιλβίτη δημιουργείται μεγάλη ποσότητα ατμού από νερό το οποίο είχε απορροφηθεί από το υλικό.

Σύμφωνα με αυτήν την παρατήρηση ονόμασε το υλικό ζεόλιθος, από τις ελληνικές λέξεις «ζέω» (βράζω) και «λίθος» (πέτρα). Ο ζεόλιθος είναι φυσικό υλικό έχει όμως την δυνατότητα να παράγεται και βιομηχανικά.

Ο ζεόλιθος έχει τις δυνατότητες να βελτιώνει τις ιδιότητες του εδάφους, να μειώνει την έκπλυση του αζώτου και να αυξάνει την ανάκτησή του και γι' αυτό και τον εκμεταλλεύονται εκτεταμένα στην γεωργία (Huang and Petrovic, 1994, Sepaskhah and Barzegar, 2010).

### ΔΟΜΗ

Η δομική βάση των ζεόλιθων είναι ένα τετράεδρο από τέσσερα οξυγόνα τα οποία πλαισιώνουν ένα μικρό άτομο πυριτίου ή αργιλίου. Το δομικό πλέγμα των ζεόλιθων αποτελείται από τετράεδρα  $\text{SiO}_4$  και  $\text{AlO}_4$  με αποτέλεσμα κάθε οξυγόνο να βρίσκεται μεταξύ



Εικόνα 10 Δομή ζεόλιθου

δύο τετραέδρων. Η αναλογία  $(\text{Al}+\text{Si})/\text{O}$  είναι ίση με 1:2. Καθώς το αργίλιο έχει ένα λιγότερο αρνητικό φορτίο απ' ότι το πυρίτιο, το πλέγμα έχει ένα αρνητικό σθένος το οποίο εξισορροπείται από την ιονική ανταλλαγή. Κάθε ιόν  $\text{K}^+$  και  $\text{Na}^+$  μπορεί να εξισορροπήσει ένα Al αλλά ιόν  $\text{Ca}^{2+}$  με δύο θετικά σθένη μπορεί να εξισορροπήσει δύο Al. Άστριοι και αστριοειδή έχουν παρόμοια δομικά πλέγματα αλλά η δομή τους είναι πιο συμπαγής από αυτή των ζεόλιθων (Gottardi, 1985).

Οι δομές των ζεόλιθων ομαδοποιούνται ανάλογα με το είδος των συνδέσεων μεταξύ των τετραέδρων σε:

- Συνδέσεις που είναι σχεδόν συγκεντρωμένες σε μια κρυσταλλογραφική διεύθυνση.
- Συνδέσεις συγκεντρωμένες σε ένα επίπεδο.



- Συνδέσεις ομοιόμορφα κατανεμημένες προς τις τρεις κρυσταλλογραφικές διευθύνσεις.

### Είδη ζεόλιθων

Στο περιβάλλον έχουν ανακαλυφθεί πάνω από 40 είδη ζεόλιθων και άλλα 100 περίπου έχουν παρασκευαστεί σε εργαστήριο.

Μερικά είδη ζεόλιθων: Ανάλκιμος, Χαβαζίτης, Κλινοπτιλόλιθος (Clinoptilolite), Εριονίτης, Χιουλανδίτης, Μορντενίτης, Νατρόλιθος, Φιλιπσίτης, Σκολεσίτης, Στελλερίτης, κ.ά.



Εικόνα 11 Μορφές ζεόλοθου

### ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το φυσικό χρώμα των ζεόλιθων ,όταν αυτοί είναι καθαροί, είναι λευκό ή άχρωμο. Συνήθως όμως επειδή εμφανίζονται οξειδία του σιδήρου και άλλων προσμίξεων παρουσιάζονται έγχρωμοι. Η πυκνότητά τους ποικίλει από 2 έως 2,3 g cm<sup>-3</sup> εκτός των πλουσίων σε Βα ζεόλιθων στους οποίους η πυκνότητα κυμαίνεται μεταξύ 2,5 και 2,8 g cm<sup>-3</sup>. Ο δείκτης διάθλασης των διαφόρων μελών της ομάδας κυμαίνεται μεταξύ 1,47 και 1,52. Μια άλλη ιδιότητα του ζεόλιθου είναι ότι αποτελεί ένα πορώδες ορυκτό με τεράστια ιοντοανταλλακτική ικανότητα έχοντας έτσι δυνατότητα, να φιλτράρει το νερό δεσμεύοντας μέταλλα και οργανικές ενώσεις.

Αξιοσημείωτη είναι η παρουσία μεγάλων κενών χώρων και καναλιών στο πλέγμα των ζεόλιθων. Όταν απορρέεται το νερό, οι χώροι αυτοί είναι εφικτό να καλυφτούν με διάφορες αέριες ουσίες, όπως αμμωνία, ατμοί ιωδίου ή ακόμα και ατμοί υδραργύρου, π.χ. ο τοσμονίτης απορροφά την αιθυλική αλκοόλη και την ισοπροπυλική αλκοόλη, αυτό εξαρτάται από το κάθε είδος ζεόλιθου. Συγκεκριμένα μόρια είναι μεγαλύτερα σε διάμετρο από τη διάμετρο των καναλιών και δε μπορούν να εισχωρήσουν στα κοιλώματα της δομής των

ζεόλιθων με αποτέλεσμα να μην προσροφούνται. Πάνω σε αυτή την απλή αρχή είναι βασισμένη η εφαρμογή των ζεόλιθων ως «μοριακά κόσκινα» που χρησιμοποιούνται ειδικότερα για το διαχωρισμό αέριων μειγμάτων (Gottardi, 1985).

Η διαπερατότητα δεν εξαρτάται μόνο από το εύρος των καναλιών αλλά και από την παρουσία πολλών κατιόντων που έχουν την δυνατότητα να μπλοκάρουν τα κανάλια ενώ η μοριακή και η ιοντική διάχυση επηρεάζονται από το προσροφημένο νερό. Κυρίως η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων μειώνεται με την απώλεια νερού. Το  $K^+$  και το  $Na^+$  στους πιο πολλούς πυριτικούς ζεόλιθους τείνουν να είναι πιο εύκολα ανταλλάξιμα από το  $Ca^{2+}$  αφού είναι μονοσθενή και έτσι συγκροτούνται με ασθενέστερο ηλεκτροστατικό φορτίο εκτός από ανάλκιμο και τον νατρόλιθο. Σε κάθε μόριο νερού υπάρχει ένας αριθμός από πιθανές θέσεις στο εσωτερικό του πλέγματος και είναι ικανό να μετακινείται από τη μία στην άλλη. Γενικά, οι ασβεστούχοι ζεόλιθοι απορροφούν περισσότερο νερό. Στον χαβαζίτη, τον ευλανδίτη και τον στιλβίτη το νερό συγκροτείται ευκολότερα όταν αυτοί έχουν στο πλέγμα τους  $Ca^{2+}$  και όχι  $K^+$  (Gottardi, 1985).

Οι πιο πολλοί ζεόλιθοι φανερώνουν μια θεωρητική διαφοροποίηση στη χημική σύνθεση συμπεριλαμβανομένης και της διαφοροποίησης στην περιεκτικότητα σε νερό, την περιεκτικότητα των κατιόντων και το λόγο Si/Al. Τα περισσότερα συνηθισμένα κατιόντα στους φυσικούς ζεόλιθους είναι το  $K^+$ , το  $Na^+$  και το  $Ca^{2+}$ . Το βάριο, το στρόντιο και το μαγνήσιο εμφανίζονται σε μερικούς ζεόλιθους. Το βάριο είναι υψηλής ενέργειας κατιόν στο Harmotone των ζεόλιθων (Kuzvarf, 1984). Παρόλο που το κάλιο βρίσκεται σε πολλούς ζεόλιθους γενικά δεν είναι υψηλής ενέργειας κατιόν προφανώς εξαιτίας του μεγάλου σχετικά μεγέθους του. Ο κανονικός αριθμός των  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  ατόμων στο σχηματισμό των ζεόλιθων είναι αναγκαίο να σχετίζεται με το λόγο Si/Al και να είναι αποτέλεσμα της σχέσης:  $K + Na + Ca = Al$ . Για να αντικατασταθούν τα  $Al^{3+}$  από τα  $Si^{4+}$  στο πλέγμα του ζεόλιθου είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα κατιόν που θα διατηρήσει την ισορροπία, μεγαλύτερη αντικατάσταση Al για Si πραγματοποιείται όταν λόγος Si/Al τείνει στο ένα. Ο τομσονίτης, giomondine και Gonnadite είναι οι μόνοι φυσικοί

ζεόλιθοι που έχουν Si/Al που τείνει στη μονάδα. Ένας εμπορικής σημασίας ζεόλιθος που ονομάζεται Type έχει συντεθεί με λόγο Si/Al = 1 (Kuzvart, 1984). Η μικρότερη αντικατάσταση  $Al^{3+}$  από  $Si^{4+}$  είναι στον mordenite ο οποίος έχει λόγο Si/Al περίπου 5. Όπως και οι άστριοι, έτσι και οι ζεόλιθοι δίνουν αντικατάσταση του  $Ca^{2+}$  και  $Al^{3+}$  από  $K^+$ ,  $Na^+$  και Si. Γίνεται αντικατάσταση, επίσης,  $Ca^{2+}$  από  $Na^+$  και K χωρίς να αλλάζει δομή του πλέγματος. Έχει ανακαλυφθεί μια σχέση ανάμεσα στην περιεκτικότητα σε νερό των ζεόλιθων και το είδος του εναλλασόμενου κατιόντος στη δομή. Κυρίως είναι δυνατό να ειπωθεί πως η περιεκτικότητα σε νερό των ζεόλιθων αυξάνεται καθώς μειώνεται ακτίνα του κατιόντος (Kuzvart, 1984).

Σχετικά με τα περιβάλλοντα πετρώματα υπάρχει η αντίληψη ότι οι ζεόλιθοι, είναι μεταξύ των πλέον πυριτικών ορυκτών που υπάρχουν στα ιζηματογενή κοιτάσματα του τύπου αυτού και είναι τα μεγαλύτερα και τα πλέον ενδιαφέροντα από οικονομικής άποψης. Είναι ικανοί να δημιουργηθούν σε διάφορα περιβάλλοντα σχετικά με την ηλικία, την λιθολογία και την απόθεση στη διάρκεια της διεργασία της διαγενετικής εξαλλοιώσεως των ιζηματογενών πετρωμάτων.

### ΖΕΟΛΙΘΟΙ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Δεν έχει γίνει μεγάλη αναφορά για την παραγωγή φυσικού ζεόλιθου. Στα κράτη που γίνεται η εξόρυξη μεγάλων ποσοτήτων ζεόλιθου χρησιμοποιούν ήδη το ζεόλιθο σε εφαρμογές με μικρό κόστος. Σπουδαίοι παράγοντες που υποστηρίζουν το ευρύ φάσμα χρήσης του ζεόλιθου είναι η άμεση διαθεσιμότητα του σε μεγάλες ποσότητες με μικρό κόστος και το η έλλειψη ανταγωνισμού με άλλα ορυκτά

Στην επαρχία Basin και Range στις Ηνωμένες Πολιτείες εκτιμάται ότι ανακαλύφθηκαν 120 εκατομμύρια τόνοι χαμπαζίτη, κλινοπτιλόλιθου, εριονίτη, μορντενίτη και φυλλήτη. Τα αποθέματα ζεόλιθου στις Ηνωμένες Πολιτείες μπορούν να προσεγγίσουν τους 10 τρισεκατομμύρια τόνους. Γενικότερα όμως δεν μπορούν να εκτιμηθούν με ακρίβεια τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού ζεόλιθου καθώς οι εταιρίες δεν βγάζουν στην δημοσιότητα τα στοιχεία εξόρυξης.

Η τιμή του φυσικού ζεόλιθου εξαρτάται το είδος και την χρήση του. Για βιομηχανική χρήση ή χρήση στην γεωργία, οι τιμές μπορεί να κυμανθούν από 30-70 δολάρια τον τόνο για κοκκώδη προϊόντα, από 50-120 δολάρια τον τόνο για χρήση ως εδαφοβελτιωτικό. (USGS, 1997).

**Ιαπωνία:** το 1949 βρέθηκαν τα πρώτα κοιτάσματα ζεόλιθων με μεγάλη περιεκτικότητα σε κλινοπτινόλιθο μέσα σε συμπαγείς πράσινους τόφφους καθώς και κοιτάσματα μορντενίτη μέσα σε μειοκενικούς μπεντονίτες. Στις μέρες μας στην Ιαπωνία υπάρχουν 14 εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην εξόρυξη ζεόλιθων. Δύο από αυτές παράγουν ποσότητες μεγαλύτερες από 10.000 τόνους το χρόνο. Μαζί με τους ζεόλιθους εξορύσσεται και μοντμοριλονίτης (Kuzvart, 1984).

**Η.Π.Α.:** στην Καλιφόρνια, στην Αριζόνα και τη Νεβάδα βρίσκονται τα μεγαλύτερα κοιτάσματα. Το μέταλλευμα αποτελείται από χαβαζίτη, κλινοπτινόλιθο, εριονίτη. Τελευταία, έχει ξεκινήσει η χρήση των ζεόλιθων σε εμπορικές εφαρμογές (Kuzvart, 1984). Το 2015 υπήρχαν οχτώ εταιρίες στην Αμερική που ασχολούνταν με εξόρυξη ζεόλιθου και παράχθηκαν κατ' εκτίμηση 72.400 τόνοι φυσικού ζεόλιθου. Ο κλινοπτιλόλιθος εξορύσσεται στην California, το Idaho, το New Mexico, το Oregon και στο Texas.

**Ανακύκλωση:** Οι ζεόλιθοι που χρησιμοποιούνται για αποξήρανση, απορρόφηση αερίων, καθαρισμό και φιλτράρισμα λυμάτων μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μετά την επαναεπεξεργασία τους. Δυστυχώς στοιχεία για την ποσότητα του ανακυκλωμένου φυσικού ζεόλιθου δεν είναι διαθέσιμα (USGS, 2015)

**Κούβα:** έχουν βρεθεί μεγάλα αποθέματα ζεόλιθων. Το μέταλλευμα αποτελείται από κλινοπτινόλιθο, ευλανδίτη, μορντενίτη, ανάκλιμο. Τα στρώματα μεταλλεύματος έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε Ca και χαμηλή περιεκτικότητα σε Na. Στην Κούβα ο ζεόλιθος χρησιμοποιείται στη γεωργία και στην κτηνοτροφία (Kuzvart, 1984).

Στον υπόλοιπο κόσμο αποθέματα ζεόλιθων πλούσια σε κλινοπτινόλιθο, εργονίτη, μορντενίτη έχουν βρεθεί στην Α. Ευρώπη, στη Γερμανία, στην Τουρκία και στην Ιταλία.

Στην Ελλάδα το 1980 ξεκίνησε από το ΙΓΜΕ η συστηματική κοιτασματολογική έρευνα για ανεύρεση ζεόλιθων. Η έρευνα αυτή είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι οι ζεόλιθοι βρίσκουν εφαρμογές σε πολυάριθμους τομείς που καθημερινά αυξάνονται και έχουν καταστεί από τα πολυτιμότερα μη μεταλλικά ορυκτά (Κοσιάρης, 1991).

#### ΧΡΗΣΕΙΣ ΖΕΟΛΙΘΩΝ

Οι ζεόλιθοι χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τον Dyer A. (1984)

Ως εδαφοβελτιωτικό. Στην Ιαπωνία γίνεται χρήση 5.000 - 6.000 τόνων ζεόλιθου σαν βελτιωτικά εδαφών. Οι ζεόλιθοι χρησιμοποιούνται εκτός από τον αερισμό των εδαφών και για την εξουδετέρωση των όξινων εδαφών αλλά και για να ελέγχουν δραστικά την ελευθέρωση του αμμωνίου, του αζώτου και του καλίου από τα λιπάσματα. Ο ζεόλιθος βρίσκεται στα λιπάσματα είτε ακατέργαστος είτε εμπλουτισμένος από ιόντα αμμωνίου και καλίου. Ακόμα , έχει διαπιστωθεί ότι με τη χορήγηση του ζεόλιθου μπορούν να απομακρυνθούν και κάποια άλλα στοιχεία - βαρέα μέταλλα από το έδαφος όπως π.χ. το κάδμιο, ο χαλκός, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος

Ως προσθετικά χορτομάζας. Οι ζεόλιθοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν προσθετικά μάζας στην Ιαπωνία καθώς δεν υπάρχουν εκεί άλλα πληρωτικά όπως π.χ. ο καολίνης. Οι φυσικοί ζεόλιθοι είναι αυτοί που κατέχουν την αγορά της Ιαπωνίας. Ειδικότερα, χρησιμοποιούνται περίπου 44.000 τόνοι το χρόνο. Αυτό το υλικό σε επεξεργασμένη μορφή αυξάνει και το πάχος του χαρτιού.

Ως αποσκληρυντικό στα απορρυπαντικά. Στις μέρες μας η χρήση του ζεόλιθου στον τομέα των απορρυπαντικών έχει συζητηθεί εκτεταμένα όχι μόνο ως αποσκληρυντικό του νερού αλλά και ως απορροφητικό των βαφών στις χρωστικές ουσίες. Ακόμα, ο ζεόλιθος γίνεται χρήσιμος στην απόθεση των ελάχιστα διαλυτών αλάτων σαν υπόστρωμα. Η εξέλιξη σε αυτήν την εφαρμογή έχει να κάνει με την αντικατάσταση του νατριούχου τριφωσφορικού άλατος το οποίο χρησιμοποιείται ως αποσκληρυντικό του νερού. Οι υπέρογκες ποσότητες ωστόσο του φωσφορικού άλατος επιφέρουν μεγάλη ρύπανση καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη αντικατάστασής του. Ένα μειονέκτημα του ζεόλιθου είναι ότι δεν παρέχει λευκό χρώμα στα απορρυπαντικά σαν το φωσφορικό άλας. Στην περίπτωση που θεσπιστεί κάποια νομοθετική ρύθμιση τότε οι ζεόλιθοι θα είναι αυτοί που θα αντικαταστήσουν το φωσφορικό άλας. Είναι αναγκαίο όμως να γίνει έρευνα για το μέγεθος και το μοριακό σχήμα που θα απαιτείται να έχουν οι ζεόλιθοι ώστε να μην δημιουργούν πρόβλημα στην πλύση των ρούχων.

Η χρήση του ζεόλιθου στο πλύσιμο - σε κατάλληλη μορφή – είναι δυνατό να μειώσει την ποσότητα του απορρυπαντικού έως και 70% καθώς και την προσθήκη μαλακτικού (Herries et al., 1992).

Ο ζεόλιθος μπορεί να αυξήσει τη διάρκεια ζωής των υφασμάτων και να μειώσει τις πιθανές αλλεργίες που δημιουργούνται από τις χημικές ουσίες των απορρυπαντικών.

Στην κτηνοτροφία. Οι Ιάπωνες πρόσθεσαν φυσικούς ζεόλιθους (κλινοπτινόλιθο, μορντενίτη) στο σιτηρέσιο των ορνίθων, των χοιρινών και των βοοειδών. Παρατηρήθηκε λοιπόν αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των ζώων με ταυτόχρονη μείωση του κόστους των ζωοτροφών. Ακόμα ελαττώθηκαν τα περιστατικά νόσων των πεπτικών οργάνων και η δια ζωοτροφή προστατεύεται από το μούχλιασμα. Γενικότερα η χρήση του ζεόλιθου έδειξε να λειτουργεί ως προστατευτική ασπίδα στο στομάχι των μηρυκαστικών,

όπου εξαιτίας της εκλεκτικότητας στο ιόν του αμμωνίου το άζωτο συγκεντρώνεται στο πεπτικό σύστημα του ζώου και απελευθερώνεται μόνο σταδιακά διαμέσου της ανταλλαγής ιόντων  $\text{Na}^+$  και  $\text{K}^+$  που προέρχονται από το σάλιο που εισέρχεται στο στομάχι αποτέλεσμα, το όφελος είναι μεγαλύτερο καθώς συγκρατούνται τα θρεπτικά συστατικά για περισσότερο χρόνο στον οργανισμό του ζώου. Είναι ανάγκη όμως να γίνει μελέτη για την αναλογία των ζεόλιθων στις ζωοτροφές για να επιτύχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα. Τέλος, στις κτηνοτροφικές μονάδες εφαρμόζοντας το ζεόλιθο στο δάπεδο σε ποσότητες 2-3 κιλά ανά τ.μ., απορροφά την αμμωνία μειώνοντας και τις επιβλαβείς αναθυμιάσεις και αφετέρου μετά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα (Willis, 2002).

Στις ιχθυοκαλλιέργειες. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται κλινοπτινόλιθος και λιγότερο μοντερνίτης στον χώρο της ιχθυοκαλλιέργειας. Στα ιχθυοτροφεία, η αποβολή αμμωνίας από τα ψάρια καθώς ο χώρος είναι κλειστός και απουσία συνεχούς ανανέωσης των υδάτων μπορεί να φτάσει σε τοξικά επίπεδα. Η προσθήκη του ζεόλιθου στο νερό ελαττώνει την συγκέντρωση της αμμωνίας και έτσι μειώνεται η θνησιμότητα των ιχθύων. Η εφαρμογή αυτή έχει και ένα μειονέκτημα, ο ζεόλιθος στο θαλάσσιο νερό έχει την προδιάθεση να συγκρατεί τα ιόντα  $\text{Na}^+$  αντί του αμμωνίου. Η χρήση μιας μεμβράνης που μπορεί να λειτουργήσει σαν φίλτρο θα επιτρέπει στα ιόντα του αμμωνίου να διαπερνούν μέσα από αυτή, σε καθαρό νερό χαμηλότερου pH, αφήνοντας πίσω τα ιόντα του  $\text{Na}^+$ . Τέλος, ο ζεόλιθος είναι ικανό να χρησιμοποιηθεί και στη διατροφή των ιχθύων και να βοηθήσει την ανάπτυξη τους.

Στον έλεγχο της ρύπανσης. Έρευνες έδειξαν ότι οι ζεόλιθοι σε αρκετές εφαρμογές έχουν την δυνατότητα να περιορίσουν τη ρύπανση. Οι περισσότερες από αυτές βασίζονται στην ικανότητα συγκεκριμένων ζεόλιθων να ανταλλάσσουν εκλεκτικά κατιόντα σε ένυδρα διαλύματα. Τα ραδιενεργά κατάλοιπα, η απομάκρυνση του  $\text{SO}_2$  από συγκεντρώσεις αερίων, οι ακαθαρσίες των υπονόμων, τα απόβλητα από τις γεωργικές εργασίες και τέλος οι εργασίες καθαρισμού και διάλυσης των πετρελαιοκηλίδων είναι

κάποιες από τις εφαρμογές. Ο κλινοπτινόλιθος είναι εκλεκτικός στην απομάκρυνση των ραδιενεργών καισίου και στροντίου από τα χαμηλού βαθμού απόβλητα των πυρηνικών εγκαταστάσεων. Μετά την απομάκρυνση, τα ιόντα μπορούν να αποθηκευτούν στο ζεόλιθο ή να απομακρυνθούν με χημικά μέσα. Οι ζεόλιθοι μιας και είναι πιο φθηνοί από τις ρητίνες θεωρείται ότι θα διαδραματίσουν σπουδαίο ρόλο στην ασφαλή ανάπτυξη της χρήσης της ραδιενέργειας. Μια άλλη χρήση για το ζεόλιθο θα μπορούσε να είναι η απομάκρυνση του SO<sub>2</sub> και άλλων αερίων. Μολονότι το κόστος τους είναι υψηλό, μερικοί μοντερνίτες και κλινοπτινόλιθοι μπορούν να διευκολύνουν την απομάκρυνση του SO<sub>2</sub>. Η χρήση των ζεόλιθων σε αυτή την εφαρμογή είναι πολύ ουσιώδης, καθώς δίνεται η δυνατότητα σε γαιάνθρακες με υψηλό περιεχόμενο σε S να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Επίσης, στη βιομηχανία ο ζεόλιθος εφαρμόζεται στα φίλτρα για την δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων βλαβερών ενώσεων. Τέλος, ο ζεόλιθος χρησιμοποιείται στο φιλτράρισμα των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων δεσμεύοντας διάφορα τοξικά και ραδιενεργά ιόντα και στην ανακύκλωση των νερών που προέρχονται από την βιομηχανική δραστηριότητα.

Για τον καθαρισμό των υγρών. Οι φυσικοί ζεόλιθοι και κυρίως κλινοπτινόλιθος χρησιμοποιήθηκαν στον καθαρισμό και την επεξεργασία των λυμάτων από τις βιομηχανίες και τα ξενοδοχεία στην Ιαπωνία και τις Η.Π.Α. με εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Στα οικοδομικά υλικά. Οι ζεόλιθοι προστίθενται στο τσιμέντο και ως συστατικό χαμηλής αντοχής στα μονωτικά υλικά. Επίσης, οι φυσικοί ζεόλιθοι είναι ικανοί να απομακρύνουν το περισευούμενο διοξείδιο του άνθρακα από ορισμένα φυσικά αέρια για την παραγωγή μεγαλύτερης θερμότητας κατά τη καύση τους. Ακόμα, οι ζεόλιθοι χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό του αζώτου και του οξυγόνου στον αέρα, ο οποίος μετά από το διαχωρισμό αυτό έχει 95% οξυγόνο που είναι δυνατό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα νοσοκομεία, στην επεξεργασία του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό των μετάλλων και στον αποχρωματισμό του χαρτοπολτού.



Οι φυσικοί ζεόλιθοι μπορούν να δεσμεύουν με ιοανταλλαγή τα ιόντα των βαρέων μετάλλων όπως π.χ. του μόλυβδου, του χρωμίου, του χαλκού, του καδμίου, του μαγγανίου και να απομακρύνουν τους ρυπαντές αυτούς από βιομηχανικά και μεταλλευτικά απόβλητα. Μπορούν, επίσης, να δεσμεύουν πολύτιμα και ημιπολύτιμα μέταλλα όπως χρυσός και άργυρος.

Ενισχύει τη συγκράτηση της υγρασίας ιδιαίτερα στα αμμώδη εδάφη. Ο ζεόλιθος εφαρμόζεται από 500 έως 1.000 κιλά το στρέμμα στις υπαίθριες καλλιέργειες και σε ποσοστό 5 % έως 10% στα μείγματα της ανθοκομίας.

Ως συνεργιστικό υλικό των χημικών λιπασμάτων για την βραδεία αποδέσμευσή τους.

Η προσθήκη ζεόλιθου σε λίμνες αλλά και σε άλλους υδάτινους όγκους μπορεί να εμπλουτίσει το νερό σε οξυγόνο και μειώνει το φαινόμενο του ευτροφισμού.

Ως βελτιωτικό της διαύγειας του νερού.

Στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό πολλών υδρόβιων οργανισμών.

#### **1.4 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΙΠΑΝΣΗ**

Η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων, κοπριάς και κομπόστ γίνεται όλο ένα και πιο διαδεδομένη καθώς είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον και συμβατή με την αειφορική γεωργική πρακτική. (Knight and Newman, 2013)

Η προστασία του περιβάλλοντος, από την υπέρμετρη χρήση των λιπασμάτων αλλά και την εφαρμογή μη εγκεκριμένων χημικών σκευασμάτων

τα οποία υπερφορτώνουν αρνητικά τα εδάφη και κατά συνέπεια την φυτική παραγωγή, θεωρείται αναγκαία σε κάθε μορφή γεωργικής δραστηριότητας. Ταυτόχρονα έχει παρατηρηθεί μια παγκόσμια έφεση στην αξιοποίηση των φυσικών πόρων στις διάφορες μορφές γεωργίας, ενώ στη βιομηχανία παρατηρείται η τάση της παραγωγής νέων τύπων λιπασμάτων αλλά και βελτίωση των υπαρχόντων με σκοπό την αύξηση της αποτελεσματικότητας αυτών (Maene, 1995).

Παρατηρούμε με βάση την μικρή αγρονομική αποτελεσματικότητα (Nutrient Use Efficiency) των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, δηλαδή το ποσό των θρεπτικών τα οποία προσλαμβάνονται από τα φυτά σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο συγκρινόμενο με το διαθέσιμο ποσό των θρεπτικών του εδάφους συμπεριλαμβανόμενων τυχόντων προσθηκών, πως το διαθέσιμο για τα φυτά ποσοστό τον πρώτο χρόνο μετά την εφαρμογή του λιπάσματος είναι 30-70% για το άζωτο, 10-25% για το φώσφορο και 50-60% για το κάλιο.

Ειδικότερα, σε χαρακτηριστικά πειράματα που εφαρμόστηκαν στον αγρό αναφέρεται ότι από τα 13,2 κιλά/στρέμμα αζώτου που προστέθηκαν για την λίπανση καλαμποκιού προσλήφθηκαν μονό τα 4,5 (34%) (Cooke, 1964).

### Αζωτούχος λίπανση

Γενικά για το άζωτο :

Το άζωτο με ατομικό αριθμό 7 είναι χημικό στοιχείο που ανήκει στα αμέταλλα. Σε κανονικές συνθήκες είναι διατομικό αέριο, άχρωμο, άοσμο, άγευστο και σχετικά αδρανές. Ο ορισμός του προέρχεται ετυμολογικά από τις λέξεις «α-» (στερητικό) και «ζωή» δηλαδή δεν υποστηρίζει τη ζωή, όπως το οξυγόνο. Αποτελεί το πιο διαδεδομένο χημικό στοιχείο του ατμοσφαιρικού αέρα της Γης, καταλαμβάνει το 78% του όγκου του και απαραίτητο συστατικό όλων των ζωντανών οργανισμών. Δεσμευμένο υπάρχει σε όλους τους ζωντανούς ιστούς με τη μορφή πρωτεϊνών, αμινοξέων και άλλων χημικών ενώσεων. Ακόμα, στο νερό της βροχής και των θαλασσών, στο έδαφος και στα περιττώματα των ζώων με τη μορφή οξειδίων, αμμωνίας, νιτρικού οξέος, νιτρικών και αμμωνιακών αλάτων.

Ενώσεις του αζώτου

Το περισσότερο άζωτο χρησιμοποιείται για να παραχθούν σημαντικές βιομηχανικές ενώσεις του. Μεγάλα λοιπόν ποσά αζώτου καταναλώνονται μαζί με υδρογόνο για την συνθετική παραγωγή αμμωνίας, μίας από τις δύο σημαντικότερες εμπορικές αζωτούχες ενώσεις. Στη συνέχεια μέρος της αμμωνίας χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή νιτρικού οξέος, νιτρικών αλάτων και ανθρακικής σόδας.

Ακόμα, από αμμωνία παρασκευάζεται η υδραζίνη,  $N_2H_4$ , ένα άχρωμο υγρό που χρησιμοποιείται ως καύσιμο πυραύλων και σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές. Η δεύτερη σημαντικότερη αζωτούχος ένωση είναι το νιτρικό οξύ, ένα εξαιρετικά διαβρωτικό υγρό, που εφαρμόζεται στην παραγωγή λιπασμάτων, φαρμάκων, χρωμάτων και εκρηκτικών. Μια άλλη ένωση είναι το νιτρικό αμμώνιο ( $NH_4NO_3$ ), στα συνθετικά λιπάσματα. Ένωση του αζώτου με το οξυγόνο δίνει διάφορα οξειδία του αζώτου: α) Το μονοξείδιο του αζώτου,  $NO$ , το οποίο αντιδρά ταχύτατα με το οξυγόνο προς διοξείδιο του αζώτου και είναι σημαντικός ατμοσφαιρικός ρύπος, β) Το υποξείδιο του αζώτου ή αέριο του γέλωτος (laughing gas,  $N_2O$ ), το οποίο χρησιμοποιείται ως αναισθητικό.

γ) Το διοξείδιο του αζώτου,  $NO_2$ , ενδιάμεσο προϊόν κατά την παραγωγή του νιτρικού οξέος και ισχυρό οξειδωτικό. Αλλά δύο οξειδία, το τριοξείδιο του διαζώτου ( $N_2O_3$ ) και το πεντοξείδιο του διαζώτου ( $N_2O_5$ ), είναι πολύ ασταθή και εκρηκτικά.

Το εδαφικό άζωτο σε ποσοστό 98% έχει τη μορφή του οργανικού αζώτου, ενώ μόνο το 2% την ανόργανη μορφή. Κάθε έτος ένα ποσοστό της τάξης του 2-3% περίπου του οργανικού αζώτου ανοργανοποιείται με απελευθέρωσή του υπό μορφή αμμωνίας σε νιτρώδη και τελικά σε νιτρικά, ενώ παράλληλα ένα μέρος του αζώτου ενσωματώνεται στα κύτταρα των μικροοργανισμών που πραγματοποιούν τις διασπάσεις (ακινητοποίηση).

Στο έδαφος το N δεσμεύεται :

1. Με τη μεταφορά διαλυτών αζωτούχων ενώσεων και κυρίως ανόργανων με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.
2. Με τη δέσμευση ατμοσφαιρικού  $N_2$  από συμβιωτικούς και ελεύθερους στο έδαφος μικροοργανισμούς.

3. Τέλος, με τα αζωτούχα λιπάσματα και την επιστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας στο έδαφος.

Στο έδαφος απώλειες N έχουμε :

1. Με την απομάκρυνση της γεωργικής παραγωγής και των υπολειμμάτων της.
2. Με έκπλυση κυρίως των νιτρικών και απομάκρυνσή τους, συνέπεια της διάβρωσης του επιφανειακού εδάφους.
3. Με δημιουργία πτητικών ενώσεων ( $\text{NH}_3$ , υποξείδια  $\text{N}_2$ , και στοιχειακό  $\text{N}_2$ ) και διαφυγή στην ατμόσφαιρα. Αέριος αμμωνία παράγεται σε αλκαλικό περιβάλλον ( $7,3 < \text{pH} < 8,4$ ) παρουσία ελεύθερων ανθρακικών. Υποξείδια N και  $\text{N}_2$  παράγονται κατά την αναγωγή των νιτρικών υπό αναερόβιες συνθήκες (από <<προαιρετικά αναερόβια>> βακτήρια που χρησιμοποιούν τα νιτρικά σαν πηγή οξυγόνου για την παραγωγή ενέργειας ) με τη γνωστή διαδικασία απονιτροποίησης.

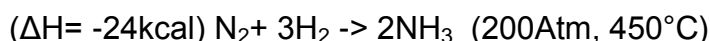
### Βιολογικός κύκλος του αζώτου

Μη βιολογική δέσμευση του αζώτου:

Αζωτοδέσμευση χαρακτηρίζεται η μετατροπή του μοριακού αζώτου σε μια από τις ανόργανες μορφές. Η μεγάλη σημασία αυτής της λειτουργίας είναι ο διαχωρισμός των δύο ατόμων του αζώτου που συνδέονται με τριπλό δεσμό. Το άζωτο είναι πάρα πολύ σταθερό γραμμομόριο. Η αζωτοδέσμευση είναι μια δυσχερής διεργασία και συνθήκες για τη δέσμευση του αζώτου περιγράφονται με τη διεργασία Haber.

Η διεργασία αυτή έχει να κάνει με την αντίδραση του  $\text{N}_2$  και του  $\text{H}_2$  σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση για σχηματισμό αμμωνίας . Στη συνέχεια η  $\text{NH}_3$  οξειδώνεται σε  $\text{HNO}_3$ . Η αντίδραση Haber χρησιμοποιείται σήμερα για τη δέσμευση του αζώτου στις βιομηχανίες των αζωτούχων λιπασμάτων. Το

ατμοσφαιρικό άζωτο ενώνεται με το υδρογόνο σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση και παρουσία σιδήρου ως καταλύτη.



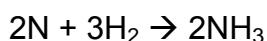
Ένας ακόμα τρόπος που το ατμοσφαιρικό άζωτο είναι ικανό να δεσμευτεί είναι διαμέσου των ηλεκτρικών εκκενώσεων που γίνονται κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Στις ηλεκτρικές εκκενώσεις σχηματίζονται οξειδία αζώτου που στη συνέχεια ενυδατώνονται με υδρατμούς και καταλήγουν στο έδαφος ως νιτρώδη και νιτρικά ιόντα.



Αν και αυτές οι διεργασίες είναι σημαντικές, μεγάλες ποσότητες αζώτου δεσμεύονται από ζωντανούς οργανισμούς. (Μήτσιος, 2004)

Βιολογική δέσμευση του αζώτου:

Αντίθετα με τη χημική δέσμευση του αζώτου, η βιολογική δέσμευση πραγματοποιείται σε συνθήκες 25° C και 1 Atm πίεση, σύμφωνα με την αντίδραση:



Η βιολογική δέσμευση του αζώτου γίνεται είτε με μη συμβιωτικούς μικροοργανισμούς που ζουν ελεύθερα είτε με ορισμένα βακτήρια που συμβιώνουν με τα ανώτερα φυτά. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται αερόβιοι μικροοργανισμοί του εδάφους (*Azotobacter*), αναερόβιοι μικροοργανισμοί (*Clostridium* sp.), φωτοσυνθετικά βακτήρια (*Rhodospirillum rubrum*) και φύκη (*Mycophyceae*).

Συμβιωτική αζωτοδέσμευση :

Τα ψυχανθή αζωτοδεσμεύουν έτσι εφοδιάζουν το έδαφος με N, αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια βακτηρίων του γένους *Rhizobium* που σχηματίζουν φυμάτια στις ρίζες. Πλέον για την αύξηση της παραγωγικότητας χρησιμοποιούνται τέτοια εμπορικά σκευάσματα με μόλυσμα από *Rhizobium*. Ένας άλλος τρόπος εμπλουτισμού τους εδάφους με άζωτο και αυξάνοντας έτσι την παραγωγικότητα των καλλιεργειών είναι η αμειψισπορά με ψυχανθή. Με τον τρόπο αυτό αζωτούχες ενώσεις από το προηγούμενο έτος βοηθούν στη λίπανση της καλλιέργειας του επόμενου έτους (Μήτσιος, 2004).

## Μη συμβιωτική αζωτοδέσμευση

Το ατμοσφαιρικό άζωτο μπορεί να δεσμευτεί από κυανοβακτήρια τα οποία ζουν ελεύθερα σε υδάτινα περιβάλλοντα στις επιφάνειες. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις ευτροφισμού όπου το οργανικό άζωτο που απελευθερώνουν τα νεκρά φύκη ωθούν την ταχύτατη αύξηση των υδροχαρών φυτών. Τα φύκη παρόλα αυτά είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα ή ζωοτροφή. Ακόμα, άζωτο μπορούν να δεσμεύσουν τα ελεύθερα ζώντα βακτήρια. Εδώ υπάγονται είδη του γένους *Clostridium* που είναι αναερόβια. Επίσης, είδη του γένους *Klebsiella* αναπτύσσονται με ή χωρίς  $N_2$  και απαντώνται ως ελευθέρως ζώντα ή ως συμβιωτικά. Τέλος, υπάρχει το γένος *Azotobacter*, που είναι αερόβια βακτήρια. Η συμβολή στην αζωτοδέσμευση των ελευθέρως ζώντων βακτηρίων σε παγκόσμια κλίμακα είναι μέτρια (Μήτσιος, 2004).

### Δυναμική του N στο έδαφος

Όταν ο λόγος  $C/N < 20$  το άζωτο απελευθερώνεται με διάσπαση της οργανικής ουσίας. (Ανοργανοποίηση).

Όταν ο λόγος  $C/N = 20-30$  το άζωτο ούτε ακινητοποιείται ούτε απελευθερώνεται.

Όταν ο λόγος  $C/N > 30$  παρουσιάζεται ακινητοποίηση του εδαφικού αζώτου.

Η ανοργανοποίηση λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια:

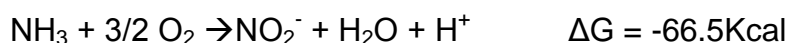
Αμινοποίηση: Υδρολύονται οι πρωτεΐνες και απελευθερώνονται αμίνες και αμινοξέα με τη βοήθεια ετερότροφων οργανισμών.



Αμμωνιοποίηση: Λαμβάνει χώρα με τη βοήθεια ετερότροφων οργανισμών και σχηματίζεται  $\text{NH}_3$  από το αμινικό άζωτο.



Νιτροποίηση : Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου γρήγορα οξειδώνεται σε νιτρική μορφή με τη βοήθεια δύο ομάδων νιτροποιητικών βακτηρίων:



Με τη βοήθεια των βακτηρίων *Nitrosomonas* έχουμε μετατροπή  $\text{NH}_3$  σε  $\text{NO}_2^-$



Με τη βοήθεια των βακτηρίων Nitrobacter υφίσταται οξείδωση των νιτρικών ιόντων σε νιτρικά.

(Anderson, 1990, Prakasa Rao, 2000, Μήτσιος, 2004)

Ακίνητοποίηση: Πρόκειται για μετατροπή του ανόργανου N ( $\text{NH}_4^+$  ή  $\text{NO}_3^-$ ) σε οργανικό N. Αποτελεί αντιστροφή της διαδικασίας ανοργανοποίησης του N (Μήτσιος, 2004).

Το άζωτο είναι ένα αναγκαίο στοιχείο για την αύξηση και ανάπτυξη του φυτού. Το ύψος, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων εξαρτώνται από την συγκέντρωση του αζώτου στο έδαφος. Περίσσεια αζώτου είναι πιθανό να προκαλέσει έλλειψη μαγνησίου και ασβεστίου. (Manolakis and Ludders, 1977. Pill et al., 1978) αλλά και υπερβολική φυτική ανάπτυξη η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένους τραυματισμούς το χειμώνα και σε χαμηλότερες αποδόσεις ( The University of Maine, 1987).

Η τροφοπενία του αζώτου χαρακτηρίζεται από την εξολοκλήρου χλώρωση των φύλλων. Αρχικά εμφανίζονται στα παλαιότερα φύλλα τα συμπτώματα καθώς το άζωτο είναι ευκίνητο στοιχείο. Σε προχωρημένο στάδιο τα φύλλα αναπτύσσουν κόκκινο χρωματισμό. Αποφύλλωση συμβαίνει σε εξαιρετικά χαμηλές ποσότητες αζώτου. Η έλλειψη του αζώτου μειώνει την καρποφορία και δημιουργεί καρπούς μικρού μεγέθους και τέλος μειώνει την ικανότητα του φυτού να προσλάβει τον φώσφορο.( The University of Maine, 1987, Vossen, 1999, Shelby, 2000)

## **1.5 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΒΡΑΔΕΙΑΣ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗΣ**

Ένα ποσοστό 50-60% του αζώτου που χορηγείται με λιπάσματα προσλαμβάνεται από τα φυτά. Οι απώλειες αυτές του αζώτου προκαλούνται από την έκπλυση και διήθησή του στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα, καθώς και την απομάκρυνσή του από το έδαφος προς την ατμόσφαιρα με αέρια μορφή. Μια λύση για αυτό το πρόβλημα είναι η αξιοποίηση λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης ,τα οποία ελευθερώνουν στο έδαφος τα θρεπτικά στοιχεία σταδιακά.

Ο όρος βραδεία απελευθέρωση σχετίζεται με τη σταδιακή απελευθέρωση

των θρεπτικών, όπου στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου ελάχιστο έως καθόλου N είναι διαθέσιμο και ακολουθείται από ταχεία απελευθέρωση.

Πλεονεκτήματα της χρήσης λιπασμάτων βραδείας απελευθέρωσης όσον αφορά τη βελτίωση της απορρόφησης N από τα φυτά.

1. Μείωση της απώλειας N ως  $\text{NH}_3$  ή με απονιτροποίηση.
2. Μείωση της απώλειας N με έκπλυση και επιφανειακή απορροφή.
3. Μείωση της χημικής και βιολογικής ακινητοποίησης του N.

Γενικά πλεονεκτήματα χρήσης λιπασμάτων βραδείας απελευθέρωσης:

1. Μείωση της ζημίας του σπόρου ή των σπορόφυτων από υψηλή τοπική συγκέντρωση λιπάσματος
2. Καλύτερη εποχιακή κατανομή και αυξημένη υπολειμματική αξία του χορηγούμενου N.
3. Μείωση του καψίματος των φύλλων από μεγάλες δόσεις επιφανειακών χορηγούμενων λιπασμάτων
4. Οικονομία εργατικών από τη χορήγηση λιπασμάτων με επιφανειακές λιπάνσεις.
5. Βελτίωση της συντηρισιμότητας των προϊόντων.

Τα βραδείας απελευθέρωσης λιπάσματα ανήκουν σε 4 κατηγορίες :

1. Υδατοδιαλυτά λιπάσματα που περιέχουν  $\text{NH}_4^+$  ή  $\text{NO}_3^-$  , όπου η διαλυτοποίηση ρυθμίζεται από ένα φυσικό εμπόδιο πχ. την επικάλυψη.
2. Υδατοδιαλυτά ή σχετικά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που σταδιακά διασπώνται και απελευθερώνουν το N .
3. Λιπάσματα με μικρή διαλυτότητα στο νερό, που περιέχουν διαθέσιμη μορφή N .
4. Λιπάσματα περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό, στα οποία η μικροβιακή δράση απελευθερώνει το διαθέσιμο N στο φυτό .

Ακόμα ένας τρόπος για την ρύθμιση της ταχύτητας απελευθέρωσης των στοιχείων είναι η χρήση χημικών προσθέτων, όπως αναστολέων της νιτροποίησης και του ενζύμου ουρεάση που επηρεάζουν τις μετατροπές του N στο έδαφος .



Τέλος η επικάλυψη είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείτε για την μεταβολή της ταχύτητας εισόδου του N από υδατοδιαλυτά λιπάσματα στο εδαφικό διάλυμα.

Υπάρχουν τρία είδη επικαλύψεων :

1. Καλύμματα με πολύ μικρές οπές, μέσω των οποίων τα απελευθερωμένα θρεπτικά στοιχεία διαχέονται.
2. Ημιδιαπερατά καλύμματα μέσω των οποίων το νερό διαχέεται, μέχρι η εσωτερική οσμωτική πίεση να σπάσει το κάλυμμα (Θεριός, 2005).
3. Αδιαπέρατα καλύμματα , που πρέπει να διαρραγούν με χημικές ή βιολογικές επιδράσεις προτού να απελευθερωθεί το N.

## 1.6 ΚΟΠΡΙΑ

Η κοπριά , περιττώματα ζώων, βελτιώνει τις φυσικές ιδιοτήτων του εδάφους αποστράγγιση. Ακόμα είναι ικανή να αυξήσει τη διαθεσιμότητα του P με τα οργανικά οξέα που περιέχει. Η σύσταση της κοπριάς έχει να κάνει με το είδος του ζώου, το σιτηρέσιο που καταναλώνεται, το είδος της στρώμης και τον τρόπο ζύμωσης και διατήρησης της κοπριάς. Πρώτη στην κατάταξη για τη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων έρχεται η κοπριά των πουλερικών, ακολουθεί αυτή των αιγοπροβάτων και κατόπιν των βοοειδών και του ίππου.



Εικόνα 12 Κοπροσωρός

Γενικά, σιτηρέσιο πλούσιο με πρωτεΐνη δίνει κοπριά πλούσια σε άζωτο .

Η κοπριά είναι κυρίως αζωτούχο λίπασμα και εν μέρει καλιούχο. Η απελευθέρωση των θρεπτικών στοιχείων από την κοπριά γίνεται βραδέως .

Τα στάδια ανοργανοποίησης του οργανικού αζώτου είναι 3

1. Αμινοποίηση

## 2. Αμμωνιοποίηση

## 3. Νιτροποίηση

Όταν το κλίμα είναι ξηροθερμικό η κοπριά απελευθερώνει το άζωτο μέσα σε 2-3 έτη.

### Χημική ανάλυση κοπριάς

- Νερό 10-12%
- Οργανική ουσία 50-55%
- Ολικό Άζωτο(N) 2,5-3,5%
- Ολικό φώσφορο(P) 3-4%
- Κάλιο (K) 3,5-4,5%
- Μαγνήσιο(Mg) 1-1.2%
- Ασβέστιο 6,2-7,5%
- Σίδηρο 1-1,2%
- Μαγγάνιο, χαλκό και ψευδάργυρο

### Ζύμωση

Η διαδικασία ζύμωσης της κοπριάς απαιτεί αναερόβιες ή αερόβιες συνθήκες με άριστη θερμοκρασία ζύμωσης τους 55 °C στο εσωτερικό του σωρού. Στην εξωτερική επιφάνεια της κοππροσωρού επικρατούν αερόβια βακτήρια ενώ στο εσωτερικό αναερόβια βακτήρια.

Οι αζωτούχες οργανικές ενώσεις που βρίσκονται στο εξωτερικό τμήμα του κοππροσωρού διασπώνται σε αμίδια ,αμινοξέα και τέλος σε  $\text{NH}_4^+$ . Ακόμα η υδρόλυση της ουρίας παράγει ανθρακικό αμμώνιο που εκπλύνεται με την βροχή. Το  $\text{NH}_4^+$  σε αερόβιες συνθήκες δίνει  $\text{NO}_3^-$  η  $\text{NO}_2^-$ .

Το K δυστυχώς στην κοπριά είναι σε ευδιάλυτη μορφή και άνετα εκπλύνεται με τις βροχές και τη διαβροχή του κοππροσωρού.

Ο P στην νωπή κοπριά είναι σε οργανική μορφή και γίνεται ανόργανος κατά την ανοργανοποίηση (Θερίος, 2002).



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα έλαβε χώρο στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνο Μαγνησίας την εαρινή-καλοκαιρινή περίοδο του 2016. Καλλιεργήθηκαν δύο ποικιλίες πατάτας, η Kennebec και η Sprunta σε συνολική έκταση 234 m<sup>2</sup>. Έγινε λίπανση της έκτασης με 5 διαφορετικές μεταχειρίσεις (B)-Βραδείας απελευθέρωσης, (ΣΛ)-N- Λίπασμα 21-0-0, (Z)-Ζεόλιθος με λίπασμα 21-0-0, (K)-Κοπριά, και (C)-Μάρτυρας) με 4 επαναλήψεις για την κάθε μεταχείριση (H-1, H-2, H-3, H-4).

Πειραματικός σχεδιασμός στο αγρόκτημα.

19(Βραδείας απελευθέρωσης)	20(Βραδείας απελευθέρωσης)
17(Βραδείας απελευθέρωσης)	18(Βραδείας απελευθέρωσης)
15(Μάρτυρας-Control)	16(Κοπριά)
13(Συμβατικό Λίπασμα)	14(Ζεόλιθος-Mix)
11(Ζεόλιθος-Mix)	12(Συμβατικό Λίπασμα)
9(Κοπριά)	10(Μάρτυρας-Control)
7(Συμβατικό Λίπασμα)	8(Ζεόλιθος-Mix)
5(Μάρτυρας-Control)	6(Κοπριά)
3(Κοπριά)	4(Μάρτυρας-Control)
1(Ζεόλιθος-Mix)	2(Συμβατικό Λίπασμα)

Μεταχειρίσεις λίπανσης :

**Ζεόλιθος-Mix (Z)** → ζεόλιθος(3,300kg) + Θεική αμμωνία 21-0-0

**Συμβατικό λίπασμα (ΣΛ)** →21-0-0 Θεική αμμωνία

**Κοπριά (K)** →Χωνεμένη (2τόννοι ανά στρέμμα)

**Βραδείας απελευθέρωσης (B)** →46-0-0 Ουρία

Μάρτυρας-Control (C)

Συνολική έκταση πειραματικού σχεδίου: 234 m<sup>2</sup>

### Λίπανση

Η καλλιέργεια της πατάτας απαιτεί 25 μονάδες N αζώτου ,15 μονάδες P φώσφορου,30 μονάδες K καλίου και 5 μονάδες Mg μαγνησίου. Εφαρμόστηκαν 5 είδη λιπάνσεων ως ακολούθως: 1) Μάρτυρας (C, καμία εφαρμογή), 2) Κοπριά (Κ, 25 μονάδες αζώτου μετά από χημική ανάλυση της κοπριάς), 3) Συμβατικό λίπασμα 21-0-0 (ΣΛ, 25 μονάδες αζώτου σε τρεις εφαρμογές), 4) Ζεόλιθος και Συμβατικό λίπασμα (Ζ, 25 μονάδες αζώτου σε τρεις εφαρμογές) και 5) Βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα 46-0-0 (Β, 25 μονάδες με εφάπαξ εφαρμογή στη βασική λίπανση). Σε όλες τις μεταχειρίσεις πλην του μάρτυρα και της κοπριάς προστέθηκαν επιπλέον 15 μονάδες φωσφόρου, 30 μονάδες καλίου και 5 μονάδες μαγνησίου ανά στρέμμα κατά τη βασική λίπανση.



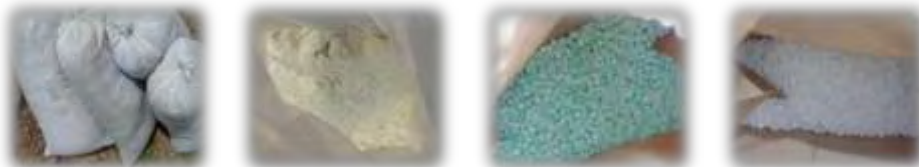
Εικόνα 13 Η τοποθεσία όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα στο αγρόκτημα του Π.Θ. στο Βελεστίνο (φωτογραφία από το Google Maps)

## 2.2. ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στο πείραμα έγιναν εργασίες με την παρακάτω χρονολογική σειρά:

≡ 29/3/2016

Προετοιμασία λιπάσματος για την εφαρμογή στα πειραματικά τεμάχια.



Εικόνα 14 Λιπάσματα

≡ 30/3/2016

Σχεδιασμός των πειραματικών τεμαχίων και λίπανση των μεταχειρίσεων .



Εικόνα 15 Η εφαρμογή των λιπασμάτων

Ζιζανιοκτονία με το ζιζανιοκτόνο STOMP και ενσωμάτωση

≡ 6-7/4/2016

Φύτευση πατατόσπορου. Σε κάθε plot φυτεύτηκαν 4 γραμμές ,στις 2 εσωτερικές φυτεύτηκε Kennebec και στις δύο εξωτερικές Sprunta . Μεταξύ των γραμμών: 75εκ. απόσταση και επί της γραμμής: 35εκ. Σύνολο φυτεύτηκαν 32 κόνδυλοι σε κάθε plot .3500 κόνδυλοι/στρέμμα.



Εικόνα 16 Φύτευση με το χέρι

≡ 18/5/2016

1<sup>ο</sup> Βοτάνισμα και δημιουργία σαμαριού

≡ 19/5/2014

Βοτάνισμα και εφαρμογή 2<sup>η</sup> δόσης λιπάσματος

≡ 20/5/2016

Ψέκασμα με Aliet για θρύπα .

≡ 9/6/2016

2<sup>ο</sup> Βοτάνισμα και 3<sup>η</sup> δόση λιπάσματος



Εικόνα 17 Βοτάνισμα

≡ 20/6/2016

3<sup>ο</sup> Βοτάνισμα

≡ 29/6/2016

Συλλογή δειγμάτων φύλλων και βλαστών , ζύγιση νωπών , τεμαχισμός και ξήρανση σε φούρνο για μέτρηση ξηράς ουσίας .

≡ 17/7/2016

Ζύγιση ξηράς ουσίας των φύλλων και των βλαστών .

≡ 18-19-20/7/2016

Συγκομιδή της καλλιέργειας και ζύγιση κονδύλων.



Εικόνα 18 Συγκομιδή

≡ 20/7/2016

Ζύγιση νωπών δειγμάτων φυτικών ιστών (φύλλα, βλαστοί, κόνδυλοι) και αεροξήρανσή τους σε φούρνο στους 72 °C. Τοποθέτηση νωπών δειγμάτων κονδύλων στην κατάψυξη (-18 °C) μέχρι να γίνουν περαιτέρω αναλύσεις.

≡ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑΣ

• 2/9/16

Ζύγιση ξηράς ουσίας σε δείγματα φυτικών ιστών (φύλλα, βλαστοί, κόνδυλοι)

• 7-9/10/2016

Τρίψιμο των λυοφιλοποιημένων δειγμάτων κονδύλων (Κονιορτοποίηση)

### 2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

1. Μέτρηση ξηράς ουσίας φύλλων και βλαστών.

Στα φυτά της καλλιέργειας του πειράματός μας μετρήθηκε η ξηρά ουσία. Συγκεκριμένα στις 29/6/2016 συλλέχθηκαν τυχαία 1 φυτό πατάτας από κάθε ποικιλία από κάθε plot. Έτσι συγκεντρώθηκαν συνολικά 20 δείγματα για την ποικιλία Sprunta και άλλα 20 δείγματα για την ποικιλία Kennebec. Αφού πρώτα έγινε διαχωρισμός των φύλλων από τους βλαστούς ζυγίστηκε το νωπό



βάρος τους ξεχωριστά και τοποθετήθηκαν στο φούρνο που υπάρχει στο αγρόκτημα για 3 ημέρες μέχρι να ξεραθούν τελείως (72 °C). Στις 17/7/2016 έγινε ζύγιση των ξερών δειγμάτων και υπολογισμός της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία.

## 2. Μέτρηση των αποδόσεων των ποικιλιών.

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε σε διάστημα 3 ημερών και συγκεκριμένα στο διάστημα μεταξύ 18-20 Ιουλίου, 2016. Αρχικά, έγινε σύγκριση του μεγέθους των κονδύλων και στην συνέχεια ζύγισή τους προκειμένου να προσδιοριστούν οι αποδόσεις της κάθε μεταχείρισης και των 2 ποικιλιών .

## 3. Μέτρηση ξηράς ουσίας των κονδύλων.

Αφού πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή, συλλέχθηκαν τυχαία δείγματα κονδύλων τα οποία στη συνέχεια τεμαχίστηκαν ώστε να γίνει πιο εύκολα η ξήρανση τους και κατόπιν ακολούθησε η μέτρηση του νωπού τους βάρους . Έπειτα, τοποθετήθηκαν στο φούρνο προκειμένου να ξεραθούν.

## **2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑΣ**

### 1. Λυοφιλοποίηση και τρίψιμο για σχηματισμό πούδρας των ξερών δειγμάτων (κονιορτοποίηση).

Τα νωπά δείγματα των κονδύλων που είχαν τοποθετηθεί στην κατάψυξη λυοφιλοποιήθηκαν σε λυοφιλοποιητή της εταιρείας Telstar μοντέλο Lyoquest (Telstar; Terassa, Spain). Στη συνέχεια τα δείγματα των κονδύλων μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο λαχανοκομίας όπου και έπρεπε να κονιορτοποιηθούν. Συγκεκριμένα, κατά το πρώτο 15ήμερο του Οκτωβρίου 1-15/10/2016 με την βοήθεια ενός μπλέντερ, ενός μύλου και γουδιού όλα τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν σε μορφή πούδρας ώστε να είναι εφικτές οι οργανοληπτικές αναλύσεις. Πραγματοποιήθηκαν σε εξιδανικευμένο εργαστήριο οι αναλύσεις και συγκεκριμένα: η αντιοξειδωτική ικανότητα των

κονδύλων σε σχέση με την λίπανση και την ποικιλία και η σύσταση των κονδύλων σε σάκχαρα και χρωστικές σε σχέση με τη λίπανση και την ποικιλία.

Η μέτρηση των διαλυτών σακχάρων έγινε με τη χρήση Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Απόδοσης και ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (HPLC-RI; Knauer, Smartline system 1000, Berlin, Germany) με βάση τη μέθοδο των Guimarães et al. (2013). Η ταυτοποίηση των σακχάρων έγινε με σύγκριση των χρόνων κατακράτησης των δειγμάτων με αυτούς πρότυπων ουσιών, ενώ η ποσοτικοποίηση έγινε με τη μέθοδο του εσωτερικού προτύπου και τη χρήση μελεζιτόζης.

Η μέτρηση των λιποδιαλυτών χρωστικών έγινε με βάση τη μέθοδο των Petropoulos et al. (2018). Συγκεκριμένα δείγμα κονιοροτοποιημένου ιστού ανακινήθηκε έντονα σε μίγμα ακετόνης-εξανίου όγκου 10 mL (4:6 v/v) για 1 min και στη συνέχεια έγινε φιλτράρισμα με χρήση διηθητικού χάρτου Whatman No. 4. Ακολούθως, μετρήθηκε η απορρόφηση των διαλυμάτων στα 453, 505, 645 και 663 nm. Η περιεκτικότητα σε χρωστικές υπολογίστηκε με βάση τις εξισώσεις:

- β-καροτένιο:  $(\text{mg}/100\text{mL}) = 0.216 \times A_{663} - 1.220 \times A_{645} - 0.304 \times A_{505} + 0.452 \times A_{453}$ ;
- λυκοπένιο:  $(\text{mg}/100\text{mL}) = -0.0458 \times A_{663} + 0.204 \times A_{645} - 0.304 \times A_{505} + 0.452 \times A_{453}$ ;
- χλωροφύλλη α:  $(\text{mg}/100\text{mL}) = 0.999 \times A_{663} - 0.0989 \times A_{645}$ ;
- χλωροφύλλη β:  $(\text{mg}/100\text{mL}) = -0.328 \times A_{663} + 1.77 \times A_{645}$ ,

Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε χιλιοστογραμμάρια ανά κιλό νωπού βάρους.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των κονδύλων προσδιορίστηκε με βάση τη μέθοδο που περιγράφεται στην εργασία των Roriz et al. (2014). Εφαρμόστηκαν τέσσερις διαφορετικές μέθοδοι προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας και πιο συγκεκριμένα οι μέθοδοι Ferricyanide/Prussian blue, DPPH, β-carotene / linoleate και TBARS.

### **Στατιστική επεξεργασία**

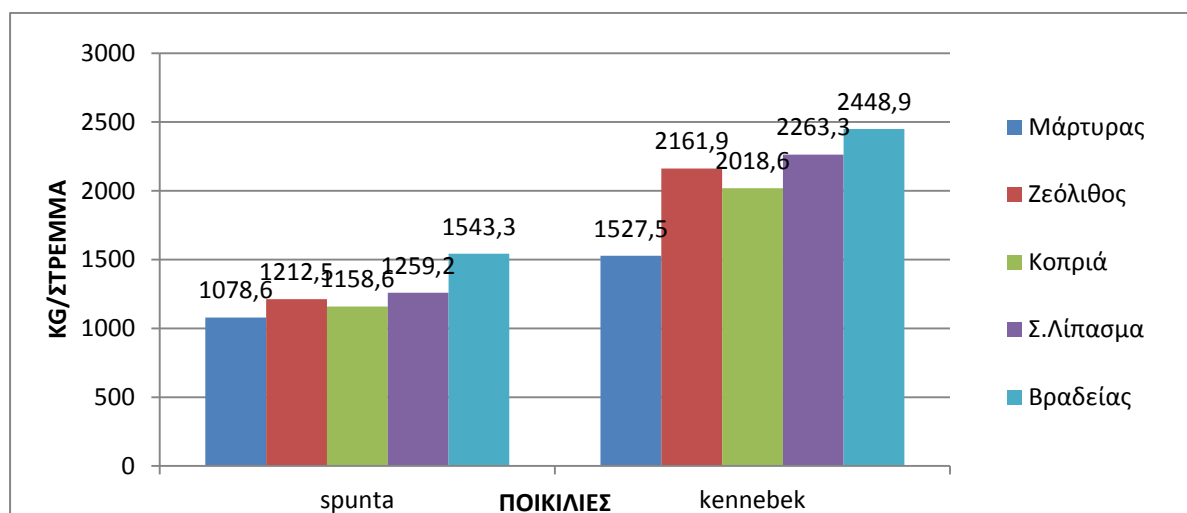
Το πείραμα ακολούθησε το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων ( $n=4$ ). Εφαρμόστηκαν δυο πειραματικοί παράγοντες, η λίπανση με 5 επίπεδα και η ποικιλία με δύο επίπεδα. Η σύγκριση των μέσων έγινε με ανάλυση διασποράς (ANOVA), ενώ η σύγκριση των μέσων όπου παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές έγινε με βάση το κριτήριο του Duncan (DMRT test) σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ . Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πακέτο Statgraphics Centurion (Statgraphics Technologies, Inc.; Virginia, USA).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 .ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

##### 1.Μετρηση αποδόσεων

Πίνακας 2 Αποδόσεις κονδύλων Kg/στρέμμα



##### Παρατήρηση

Στο σχήμα παρατηρείται η απόδοση σε συνολικό βάρος κονδύλων της κάθε μεταχείρισης ανά στρέμμα και για τις δύο ποικιλίες πατάτας .

Αρχικά, να αναφερθεί ότι οι αποδόσεις τις ποικιλίας Kennebec είναι μεγαλύτερες από αυτές της ποικιλίας Spunta .Χαρακτηριστικά φαίνεται ότι για την μεταχείριση Β, βραδείας λίπασμα 46-0-0 ,και για στις δύο ποικιλίες έχουμε την μεγαλύτερη απόδοση . Για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Κ κοπριά, Ζ ζεόλιθο ,ΣΛ συμβατικό λίπασμα) δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές ενώ ο μάρτυρας Μ έχει σημαντικά τις χαμηλότερες αποδόσεις.

##### Συζήτηση

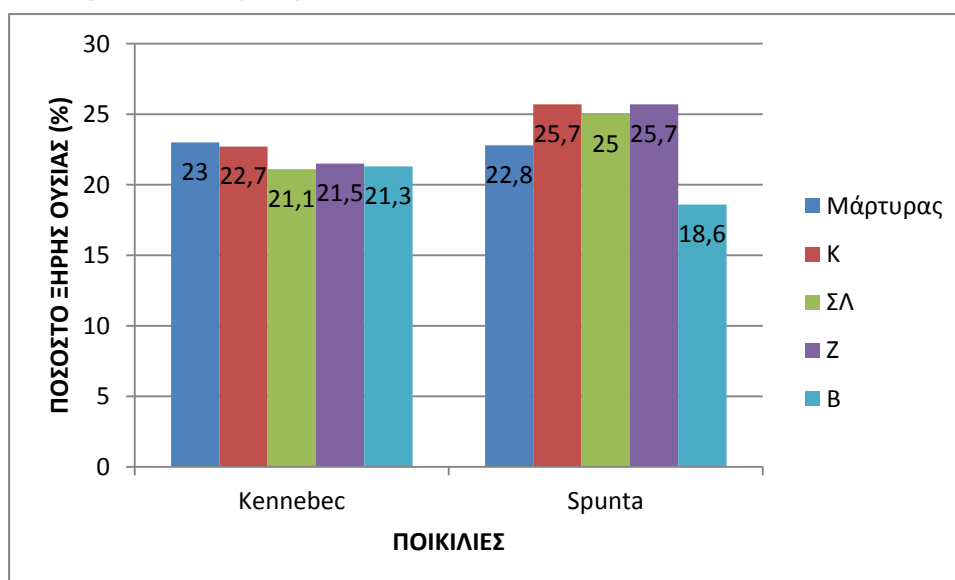
Η Kennebec έχει μεγαλύτερες αποδόσεις από την Spunta και προφανώς αυτό έχει να κάνει με την ποικιλία που είναι ίσως πιο αποδοτική κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες καλλιέργειας αλλά και με το μέγεθος του πατατόσπορου. Για την Kennebec είχαμε μεγαλύτερο πατατόσπορο με

μεγαλύτερα φύτρα, ενώ όπως αναφέρεται με χρήση μεγάλου πατατόσπορου προκύπτουν περισσότεροι και πιθανώς ζωηρότεροι βλαστοί δίνοντας έτσι και καλύτερες αποδόσεις. (Χα και Πετρόπουλος, 2014). Ωστόσο οι στρεμματικές αποδόσεις και για τις δύο ποικιλίες είναι χαμηλότερες από τις αναμενόμενες στρεμματικές αποδόσεις για την πατάτα που μπορεί να φτάσει τους 4-5 τόνους. Προφανώς η περιοχή και το έδαφος δεν ενδείκνυται για την καλλιέργεια της πατάτας λόγω υψηλού pH.

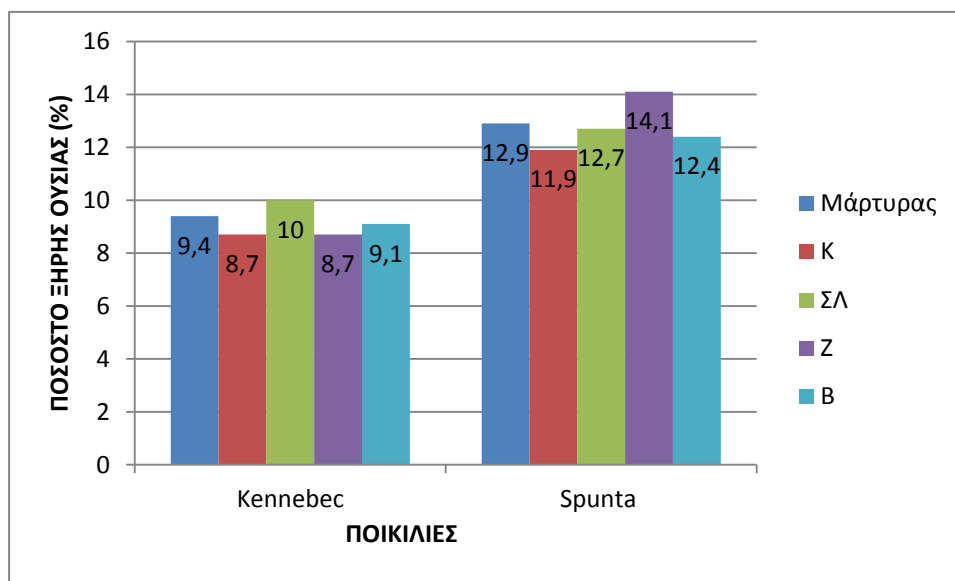
Όλες οι μεταχειρίσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τον μάρτυρα. Αυτό εξηγείται καθώς σε όλες τις μεταχειρίσεις προστέθηκε άζωτο το οποίο δείχνει ότι ο παράγοντας του αζώτου είναι καθοριστικός για τις τελικές αποδόσεις της πατάτας σε κονδύλους. Με πρώτη και με την πιο μεγάλη διαφορά να παρατηρείται για τη μεταχείριση Β όπου εφαρμόστηκε το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Liu et al. (2016) και Qi et al. (2017). Οι μεν πρώτοι (Liu et al., 2016) αναφέρουν σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις όταν εφαρμόζεται συνδυασμός αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων σε σχέση με την εφαρμογή μόνο του ενός στοιχείου ή καθόλου εφαρμογή (μάρτυρας). Αντίστοιχα, οι Qi et al. (2017) παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στις τελικές αποδόσεις και πρωίμιση στη συγκομιδή, όταν το άζωτο εφαρμόστηκε με τη μορφή βραδείας απελευθέρωσης αμμωνιακού αζώτου.

## 2. Μέτρηση ξηρής ουσίας σε φυτικούς ιστούς

Πίνακας 3 Ποσοστό ξηρής ουσία στα φύλλα %



Πίνακας 4 Ποσοστό ξηρής ουσίας στους βλαστούς %



### Παρατήρηση

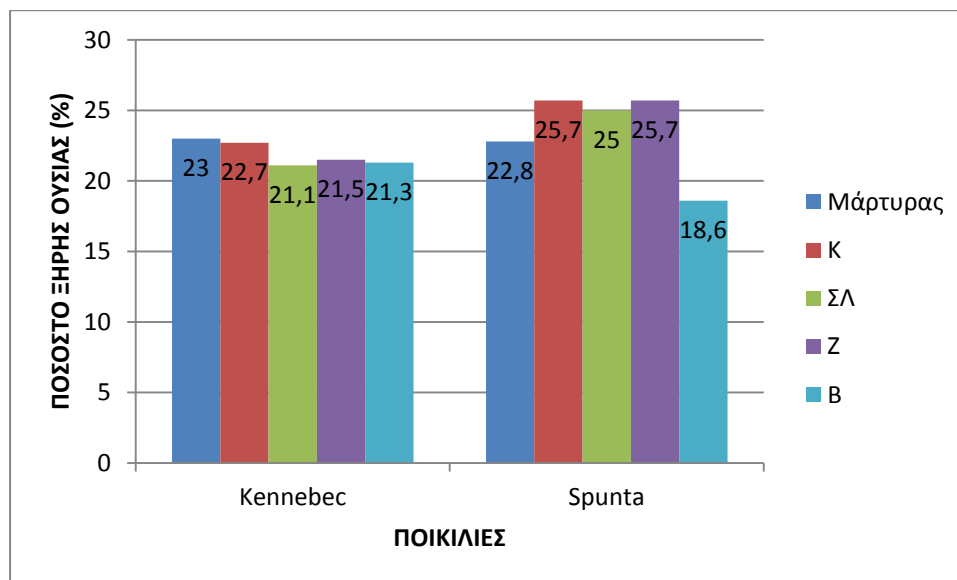
Η ξηρή ουσία των φύλλων και βλαστών όπως φαίνεται στους πίνακες 2 και 3 ήταν μεγαλύτερη στις μεταχειρίσεις ΣΛ και Μ, για την ποικιλία Kennebec, ενώ για την ποικιλία Spunta στη μεταχείριση Β και Μ για τα φύλλα και Ζ και Μ στους βλαστούς. Γενικά, η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στους βλαστούς αλλά και στα φύλλα δεν φαίνεται να επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τη λιπαντική μεταχείριση που πραγματοποιήθηκε στα φυτά. Ωστόσο, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών για τις διάφορες μεταχειρίσεις λίπανσης.

### Συζήτηση

Η συλλογή δειγμάτων των φυτικών ιστών είχε γίνει την 84<sup>η</sup> ημέρα από την φύτευση. Η Spunta είναι μια μεσοπρώιμη ποικιλία 110-115 ημερών, ενώ η Kennebec μεσοόψιμη 125-135 ημερών. Αυτές οι διαφορές στις συγκεντρώσεις ξηράς ουσίας των μεταχειρίσεων ανάμεσα στις δύο ποικιλίες Kennebec 16,8% στα φύλλα και 10% στους βλαστούς αντί 22,2% στα φύλλα

και 14,1% στους βλαστούς της Sprunta φανερώνουν πιο γερασμένους φυτικούς ιστούς για την ποικιλία Sprunta.

Πίνακας 5 Ποσοστό ξηρής ουσία στους κονδύλους %



### Παρατήρηση

Η ξηρή ουσία των κονδύλων σημείωσε μεγαλύτερες τιμές στη μεταχείριση K και την Z για τη Sprunta (25,7%), και στη μεταχείριση M για την Kennebec (23,0%). Σημαντικές διαφορές παρατηρούνται επίσης μεταξύ των δυο ποικιλιών για τις διάφορες μεταχειρίσεις λίπανσης, με εξαίρεση το μάρτυρα όπου οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές,

### Συζήτηση

Η συγκέντρωση της ξηρής ουσίας στους κονδύλους είναι ένας από τους δείκτες «ωρίμανσης» και αποτελεί σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό των κονδύλων. Η πιο πρώιμη ποικιλία Sprunta έχει σχετικά μεγαλύτερα ποσοστά ξηράς ουσίας που δηλώνουν πιο ώριμους κονδύλους, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό (18,6%) παρατηρήθηκε στη μεταχείριση B με το βραδείας αποδέσμευσης. Για την Kennebec η περίοδος συγκομιδής ήταν πολύ πρώιμη

και το μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας είχε ο μάρτυρας χωρίς καθόλου προσθήκη θρεπτικών 23%. Έχει παρατηρηθεί επίσης σε ερευνητική πτυχιακή εργασία ( Αντωνόπουλος Κ. 2013) πως σε μεταχείριση χωρίς προσθήκη αζώτου, μάρτυρα, υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ξηράς ουσίας σε κονδύλους σε πρώιμο στάδιο συγκομιδής όπως συνέβη και στην ποικιλία Kennebec.

### 3.2.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΟΝΔΥΛΩΝ

Πίνακας 6. Σύσταση των κονδύλων σε χρωστικές σε σχέση με την λίπανση και την ποικιλία . (χιλιοστογραμμάρια/ κιλό ν.β)

Ποικιλία	Λίπανση	β-καροτένιο	Λυκοπένιο	Χλωροφύλλη α	Χλωροφύλλη β
Kennebec (KN)	Μάρτυρας	26,7β	37,7α	1,420α	0,90α
	Κ	29,2 α	37,4α	1,234γ	0,73γ
	ΣΛ	16,1δ	30,4δ	0,381ε	0,60ε
	Ζ	26,5β	35,7β	1,156δ	0,65δ
	Β	24,4γ	35,0γ	1,313β	0,83β
Sprunta (S)	Μάρτυρας	21,8β	30,4β	0,751α	1,176α
	Κ	22,4α	34,7α	0,631β	1,040β
	ΣΛ	17,6γ	25,1γ	0,515γ	0,670δ
	Ζ	15,0ε	25,4δ	0,439δ	0,572ε
	Β	16,2δ	25,0γ	0,466δ	0,758γ
Μάρτυρας	KN x S	*	*	*	*
Κ	KN x S	*	*	*	*
ΣΛ	KN x S	ΜΣ	*	*	ΜΣ
Ζ	KN x S	*	*	*	*
Β	KN x S	*	*	*	*

Τα διαφορετικά Λατινικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης και της ίδιας ποικιλίας με βάση το κριτήριο του Duncan (DMRT test) για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .



\*: Υποδηλώνει στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσων των δυο ποικιλιών για την ίδια μεταχείριση λίπανσης; ΜΣ: μη σημαντική διαφορά.

### Παρατήρηση

Η περιεκτικότητα σε β-καροτένιο και λυκοπένιο αυξήθηκε στη μεταχείριση Κ για την ποικιλία Sprunta (Πίνακας 6). Χαρακτηριστικά, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες α και β και για τις δύο ποικιλίες είναι μεγαλύτερες στην μεταχείριση χωρίς καθόλου λίπασμα δηλαδή στο μάρτυρα. Παρατηρείται ακόμα μια διαφορά σε όλες τις μεταχειρίσεις για τη χλωροφύλλη α στην ποικιλία Kennebec όπου έχει πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση από τις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Sprunta, ενώ έχει μικρότερη για τη χλωροφύλλη β.

**Πίνακας 7. Σύσταση των κονδύλων σε σάκχαρα σε σχέση με την λίπανση και την ποικιλία (γραμμάρια/ κιλό ν.β.).**

Ποικιλία	Λίπανση	Φρουκτόζη	Γλυκόζη	Σουκρόζη	Ολικά Σάκχαρα
Kennebec (K)	Μάρτυρας	0,06δ	0,3δ	4,0β	4,4γ
	Κ	0,09γ	0,6β	3,3δ	3,9δ
	ΣΛ	0,16β	0,6β	2,3ε	3,1ε
	Ζ	0,18α	0,8α	3,8γ	4,7β
	Β	0,18α	0,5γ	5,1α	5,8α
Sprunta (S)	Μάρτυρας	0,09γ	0,7β	3,8δ	4,6δ
	Κ	0,23β	0,6β	11,4α	12,3β
	ΣΛ	0,78α	3,3α	9,6β	13,7α
	Ζ	0,07δ	0,4γ	4,8γ	5,2γ
	Β	0,07δ	0,6β	2,6ε	3,3ε
Μάρτυρας	ΚΝ x S	*	*	ΜΣ	ΜΣ
Κ	ΚΝ x S	*	ΜΣ	*	*
ΣΛ	ΚΝ x S	*	*	*	*
Ζ	ΚΝ x S	*	*	*	ΜΣ
Β	ΚΝ x S	*	ΜΣ	*	*

Τα διαφορετικά Λατινικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης και της ίδιας ποικιλίας με βάση το κριτήριο του Duncan (DMRT test) για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

\*: Υποδηλώνει στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσων των δυο ποικιλιών για την ίδια μεταχείριση λίπανσης; ΜΣ: μη σημαντική διαφορά.

## Παρατήρηση

Παρατηρούνται διάφορες στην σύσταση των κονδύλων σε σάκχαρα τόσο μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων όσο και μεταξύ των δυο ποικιλιών (Πίνακας 7). Ειδικότερα για τη Sprunta στις μεταχειρίσεις με την κοπριά Κ και το συμβατικό λίπασμα ΣΛ να έχει μια αύξηση σε ολικά σάκχαρα. Χαρακτηριστικά για την ποικιλία Kennebec παρατηρήθηκαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε ολικά σάκχαρα στην μεταχείριση ΣΛ (3,1 γρ./κιλό ν.β.) και Κ (3,9 γρ./κιλό ν.β.), ενώ για την Sprunta στις ίδιες μεταχειρίσεις παρατηρούνται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στην ΣΛ (13,7 γρ./κιλό ν.β.) και στην Κ (12,3 γρ./κιλό ν.β.). Τέλος η χαμηλότερη συγκέντρωση σε αυτήν την ποικιλία συναντάται στην μεταχείριση Β (3,3 γρ./κιλό ν.β.).

## Συζήτηση

Στην μεταχείριση του μάρτυρα οι δυο ποικιλίες έχουν την ίδια συγκέντρωση σε ολικά σάκχαρα (4,4 γρ./κιλό ν.β. για την Kennebec και 4,6 γρ./κιλό ν.β. για τη Sprunta), ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις όπου έχει γίνει προσθήκη αζώτου έχουμε διαφορετικά αποτελέσματα. Όμως κάθε ποικιλία αντιδρά διαφορετικά στην ίδια μεταχείριση ( ΣΛ: Kennebec 3,1 γρ./κιλό ν.β. και Sprunta: 13,7 γρ./κιλό ν.β.). Η προσθήκη αζώτου λοιπόν επηρεάζει την περιεκτικότητα σε ολικά σάκχαρα των κονδύλων όμως παίζουν ρόλο και γενετικοί παράγοντες από την κάθε ποικιλία. Στο πλαίσιο του Κανονισμού 2017/2158, ο οποίος ετέθη σε πλήρη εφαρμογή 11/4/2018. προβλέπονται εκτός από τα συγκεκριμένα όρια για το ακρυλαμίδιο, μια καρκινογόνο ουσία που εντοπίζεται σε τροφές και ροφήματα όταν ψήνονται ή τηγανίζονται για πολλή ώρα σε υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και σαφείς οδηγίες συντήρησης, μαγειρέματος, θερμοκρασίας και αποθήκευσής τους. Για τηγανητές πατάτες προτείνεται η χρήση ποικιλιών με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Οι

κόνδυλοι λοιπόν από τις μεταχειρίσεις ΣΛ και Κ της ποικιλίας Sprunta δεν ενδείκνυνται για τηγανητές πατάτες. Ενώ αντίθετα η ποικιλία Kennebec έχει τα χαμηλότερα ποσοστά σε ολικά σάκχαρα σε αυτές τις μεταχειρίσεις και προτιμούνται για τηγανητές πατάτες.

**Πίνακας 8. Αντιοξειδωτική ικανότητα των κονδύλων σε σχέση με τη λίπανση και την ποικιλία .**

Ποικιλία	Λίπανση	Reducing power(EC <sub>50</sub> mg/mL)	Radical scavenging activity (EC <sub>50</sub> mg/mL)		Lipid peroxidation inhibition(EC <sub>50</sub> mg/mL)
		Ferricyanide/Prussian blue	DPPH scavenging activity	β- carotene/linoleate	TBARS
Kennebec (K)	Μάρτυρας	5,14ε	8,10β	4,05α	0,77α
	Κ	6,5β	5,43δ	3,70β	0,67γ
	ΣΛ	5,30δ	7,39γ	3,58γ	0,71βγ
	Z	5,89γ	7,60γ	3,31δ	0,73αβ
	B	6,7α	8,50α	3,00ε	0,76α
Sprunta (S)	Μάρτυρας	3,13γ	8,60α	1,90γ	0,42β
	Κ	3,81α	8,02γ	2,10β	0,45α
	ΣΛ	3,18β	7,21δ	2,34α	0,44α
	Z	3,06δ	8,19β	1,94γ	0,41β
	B	3,19β	6,60ε	1,89γ	0,42β
Μάρτυρας	ΚΝ x S	*	*	*	*
Κ	ΚΝ x S	*	*	*	*
ΣΛ	ΚΝ x S	*	ΜΣ	*	*
Z	ΚΝ x S	*	*	*	*
B	ΚΝ x S	*	*	*	*

Τα διαφορετικά Λατινικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων της ίδιας στήλης και της ίδιας ποικιλίας με βάση το κριτήριο του Duncan (DMRT test) για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

\*: Υποδηλώνει στατιστική διαφορά μεταξύ των μέσων των δυο ποικιλιών για την ίδια μεταχείριση λίπανσης; ΜΣ: μη σημαντική διαφορά.

## Παρατήρηση

Οι τιμές του πίνακα εκφράζουν την ποσότητα του δείγματος που χρειάζεται για να εξουδετερώσει συγκεκριμένα αντιδραστήρια. Όσο μικρότερη είναι η ποσότητα (mg/ml), τόσο μεγαλύτερη η αντιοξειδωτική ικανότητα.

Στην πρώτη μέθοδο, Ferricyanide/Prussian blue, για την ποικιλία Kennebec η μεγαλύτερη τιμή απαντάται στη μεταχείριση B 6,7mg/ml ενώ η μικρότερη στον μάρτυρα M 5,14mg/ml . Μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα παρατηρήθηκε για την Spunta με τη μέγιστη στην μεταχείριση Z 3,06mg/ml δίχως να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

Στην μέθοδο DPPH για την Kennebec έχουμε την μέγιστη αντιοξειδωτική ικανότητα στην μεταχείριση K 5,43 mg/ml ενώ την χαμηλότερη σημείωσαν η B 8,5mg/ml και αυτήν την φορά και ο μάρτυρα M 8,1mg/ml . Στην Spunta παρατηρήθηκε μέγιστη τιμή 8,6mg/ml στον μάρτυρα M και η ελάχιστη 6,6mg/ml στην B .Σε σύγκριση με την Kennebec έχουμε μια μείωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας στην μεταχείριση K (5,43→8,02) και μια αύξηση στην B (8,5→6,6).

Στην τρίτη μέθοδο  $\beta$ -carotene/linoleate σημειώθηκε η μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα για την ποικιλία Kennebec στην μεταχείριση B 3,0 mg/ml και η μικρότερη στον μάρτυρα 4,05mg/ml. Για την Spunta παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε όλες τις μεταχειρίσεις με πρώτη στο ΣΛ 2,34 και τελευταία στην B 1,89.

Τέλος στην μέθοδο TBARS διαπιστώθηκε η υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα και για τις δύο ποικιλίες δίχως όμως να έχουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της κάθε ποικιλία . Στην Kennebec παρατηρήθηκε η μέγιστη στην K 0,67mg/ml και η μικρότερη στον μάρτυρα M 0,77mg/ml και στην Spunta ακόμα μεγαλύτερη με πρώτη όμως στην Z 0,42mg/ml και ελάχιστη στην K 0,45mg/ml δίχως στατιστικά μεγάλες διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων .

## Συζήτηση

Σημειώθηκαν διαφορές στην αντιοξειδωτική ικανότητα των κονδύλων μεταξύ τόσο των διαφορετικών μεθόδων όσο και μεταξύ των δυο ποικιλιών . Ανάμεσα όμως στις μεταχειρίσεις δεν υπήρχαν σε όλες τις μεθόδους στατιστικά σημαντικές διαφορές .

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, η μορφή των εφαρμοζόμενων λιπασμάτων και η ποικιλία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση αλλά και τη χημική σύσταση των παραγόμενων κονδύλων, καθορίζοντας την τελική χρήση του προϊόντος (νωπή κατανάλωση ή μεταποίηση).

Σε ότι αφορά την **απόδοση**, ο ρόλος της παροχής ανόργανων θρεπτικών στοιχείων είναι σημαντικός και φαίνεται ότι ο χρόνος εφαρμογής των λιπασμάτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων. Οι αποδόσεις στη μεταχείριση με τον ζεόλιθο δεν φαίνεται να διαφέρουν αρκετά από τη χρήση του συμβατικού λιπάσματος άλλα δεν μπορούν να φτάσουν τις αποδόσεις της μεταχείρισης με το βραδείας αποδέσμευσης λίπασμα. Λίγο χαμηλότερες είναι οι αποδόσεις στην μεταχείριση με την κοπριά.

Η προσθήκη αζώτου επηρεάζει και τη συγκέντρωση **ξηρής ουσίας** στους κονδύλους, άρα την πρωίμιση της καλλιέργειας. Η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία στους κονδύλους έχει να κάνει με την ωριμότητα τους και κατά επέκταση τη διατήρηση και την αποθήκευση των κονδύλων. Το άζωτο φαίνεται να επιβραδύνει τον ρυθμό συγκέντρωσης ξηράς ουσίας. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν για την παραγωγή καλής ποιότητας κονδύλων στις πρώιμες ανοιξιάτικες καλλιέργειες.

Οι **χρωστικές** όπως φαίνεται και από τον πίνακα 6 εξαρτώνται από την λιπαντική μεταχείριση .Υψηλή είναι η συγκέντρωση χρωστικών στις μεταχειρίσεις του μάρτυρα και τις κοπριάς. Ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις παρατηρείται μια μείωση.

Τα **ολικά σάκχαρα** επηρεάζονται από την χρήση λιπασμάτων καθώς

παρατηρήθηκαν διαφορές σε σχέση με τον μάρτυρα . Τόσο η Sprunta όσο και η Kennebec είχαν την ίδια συγκέντρωση σε ολικά σάκχαρα για την μεταχείριση του μάρτυρα. Ωστόσο στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις που προστέθηκε άζωτο σημειώθηκαν διαφορετικές τιμές για κάθε ποικιλία .Συγκεκριμένα για την Sprunta και για τις μεταχειρίσεις με το συμβατικό λίπασμα και την κοπριά παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στην περιεκτικότητα σε ολικά σάκχαρα ενώ αντίθετα η Kennebec είχε μια μικρή μείωση σε αυτές τις μεταχειρίσεις σε σχέση πάντα με το μάρτυρα.

Στην **αντιοξειδωτική ικανότητα** των κονδύλων σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ τόσο των διαφορετικών μεθόδων όσο και μεταξύ των δυο ποικιλιών .Βέβαια δεν υπήρξαν στατιστικά μεγάλες διαφορές στις μεταχείρισης σε όλες τις μεθόδους με αποτέλεσμα είναι δύσκολο να βρεθεί αν επηρεάζει και με ποιον τρόπο η μορφή αζωτούχου λίπανσης την αντιοξειδωτική ικανότητα .

Ωστόσο, σημαντικό ρόλο για την αποτελεσματικότητα των λιπασμάτων παίζει επίσης ο χρόνος εφαρμογής των λιπασμάτων αλλά και ο τύπος και η υφή του εδάφους , παράγοντες που θα πρέπει να μελετηθούν εκτενέστερα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ξένη Βιβλιογραφία**

Bhardwaj, D., Sharma, M., Sharma, P., Tomar, R. 2012. Synthesis and surfactant modification of clinoptilolite and montmorillonite for the removal of nitrate and preparation of slow release nitrogen fertilizer. *Journal of Hazardous Materials*, 227–228, 292–300.

Bundy, L.G., Wolkowski, R.P., Weis, G.G. 1986. Nitrogen source evaluation for potato production on irrigated sandy soils. *American Potato Journal*, 63, 385–397.

Davis, J.M., Loescher, W.H., Hammond, M.W., Thornton, R.E. 1986. Response of potatoes to nitrogen form and to change in nitrogen form at tuber initiation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111, 70–72.

Dyer, A. 1984. Uses of natural zeolites. *Chemistry and Industry*, 7, 241- 245.

Gao, Y., Jia, L., Hu, B., Alva, A., Fan, M. 2014. Potato stolon and tuber growth influenced by nitrogen form. *Plant Production Science*, 17, 138–143.

Gottardi, G., and Galli, E. 1985. *Natural Zeolites. Minerals and Rocks Series Vol. 18*, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

Gou, J., Sun, R., He, J., Qin, S., Xiao, H., Zhou, R., Yuan, L. 2011. Effect of different cropping patterns and nitrogenous fertilizer forms on potato yield and quality. *Chinese Potato Journal*, 25, 36–41. (in Chinese with English abstract).

Guimarães, R., Barros, L., Dueñas, M., Calheta, R.C., Carvalho, A. M., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R. 2013. Nutrients, phytochemicals and bioactivity of wild Roman chamomile: A comparison between the herb and its preparations. *Food Chemistry*, 136(2), 718–725.

Huang, Z.T., and Petrovic, A.M. 1994. Clinoptilolite Zeolite Influence on Nitrate Leaching and Nitrogen Use Efficiency in Simulated Sand Based Golf Greens. *Journal of Environmental Quality*, 1190-1194.

Jiao, F., Wang, P., Zhai, R. 2012. Effects of forms of nitrogen fertilizer on N accumulation and distribution of potato. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2, 39–44 (in Chinese with English abstract).

Knight, K.W. and Newman, S. 2013. Organic agriculture as environmental reform: a cross-national investigation. *Society and Natural Resources*, 26(4): 369-385.

Liu, C.-A., Zhang, S., Hua, S., Rao, X. 2016. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer on crop yields in a field pea-spring wheat-potato rotation system with calcareous soil in semi-arid environments. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(2), e1101, 12 pages.

Maene, L.M., 1995. Changing Perception of Fertilizer Worldwide. Fertilizer Industry Round Table.

Mumpton, F.A. 1999. Using Zeolites in Agriculture. Department of the Earth Sciences State University College Brockport. New York. Chapter VIII, 150-151.

Qiqige, S., Jia, L., Qin, Y., Chen, Y., Fan, M. 2017. Effects of different nitrogen forms on potato growth and development. *Journal of Plant Nutrition*, 40(11), 1651-1659.

Petropoulos, S.A., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M., Ferreira, I.C.F.R. 2017. Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of *Abelmoschus esculentus* seeds. *Food and Function*, 8, 4733-4743.

Roriz, C.L., Barros, L., Carvalho, A.M., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R. 2014. *Pterospartum tridentatum*, *Gomphrena globosa* and *Cymbopogon citratus*: A phytochemical study focused on antioxidant compounds. *Food Research International*, 62, 684–693.



Sepaskhah, A.R., Barzegar, M. 2010. Yield, Water and Nitrogen-Use Response of Rice to Zeolite and Nitrogen Fertilization in a Semi-arid Environment. *Agricultural Water Management* 98(1): 38-44.

Theofanoudis, S., Petropoulos, S., Antoniadis, V. 2015. The effect of manure, zeolite and mineral fertilizer on the yield and mineral composition of cauliflower. *Proceedings of the VI International Agricultural Symposium "Agrosym 2015."* Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 15-18 October 2015, pp. 1058-1062

Willis, M. 2002. From the horse's mouth. *Ind. Miner*, 11, 34-39.

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

Αντωνόπουλος, Κ. 2013. Συγκριτική Μελέτη της επίδρασης της Βασικής και Επιφανειακής λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της πατάτας σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια. ΤΕΙ Καλαμάτας

Θεριός, Ι.Ν. 2002. Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα. Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.

Κοσιάρης, Γ. 1991. Τα ορυκτά των φυσικών ζεόλιθων και προστασία του περιβάλλοντος. Ι.Γ.Μ.Ε. Ξάνθη.

Λιοφάγου, Δ. 2005. Η πατατοκαλλιέργεια στην Νάξο. ΑΤΕΙ Κρήτης

Μήτσιος, Ι.Κ. 2004. Γονιμότητα Εδαφών: Θρεπτικά στοιχεία Φυτών και Βαρέα Μέταλλα Μέθοδοι και Εφαρμογές. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.

Ξυράφης, Ε. 2016. Επίδραση του ζεόλιθου, της κοπριάς και της συμβατικής λίπανσης στην τομάτα. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Χα, Ι.Α, Πετρόπουλος, Σ. 2014. Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Χατζηδημητρίου, Κ. 2009. Οικονομικότητα παραγωγικότητα πατάτας Κ. Νευροκοπίου, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

### **Διαδίκτυο**

<http://www.fao.org>

[https://thesecretrealtruth.blogspot.com/2012/11/blog-post\\_7815.html](https://thesecretrealtruth.blogspot.com/2012/11/blog-post_7815.html)

<https://www.sansimera.gr/articles/117>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%84%CE%B1>