



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΡΥΖΙ (*Oryza Sativa*): ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΘΡΕΨΗ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΗ
ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΔΕΛΤΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΒΑΡΒΑΡΑ ΤΟΥΣΙΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΥ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΙ.ΠΑ.Ε.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ, 2022

Επιτροπή Αξιολόγησης

1. Στέφανος Στεφάνου, Επιβλέπων

2. Ελισάβετ Νίνου

3. Αναστασία Γιαννακούλα

Ημερομηνία παρουσίασης

15/12/2022

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

ΠΕΡΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ, ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Τούσιου Βαρβάρα δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι είμαι η συγγραφέας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας με τίτλο “Ρύζι (Oryza Sativa) καλλιέργεια, θρέψη και λίπανση στον Δήμο Δέλτα Θεσσαλονίκης” που παραδόθηκε τον Δεκέμβριο του έτους 2022.

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ότι η προαναφερόμενη εργασία αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής έρευνας, δεν προέρχεται από ανάθεση σε τρίτα άτομα και δεν αποτελεί αντιγραφή. Σε όλη την έκτασή της κατατέθηκαν σαφείς και πλήρεις αναφορές όλων των δεδομένων, απόψεων, ιδεών άλλων συγγραφέων, οι οποίες μεταφέρθηκαν αυτολεξεί ή με παράφραση τόσο εντός του κειμένου με την κατάλληλη παραπομπή, όσο και στο τμήμα της βιβλιογραφίας με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση απόδειξης, διαχρονικά, ότι ολόκληρη η εργασία ή τμήμα αυτής δε μου ανήκει και αποτελεί προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Θεσσαλονίκη, 15/12/2022

Η δηλούσα

Τούσιου Βαρβάρα

(ονοματεπώνυμο & υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κάθε γεωργικό προϊόν χρειάζεται να περάσει μια μεγάλη διαδικασία ώστε να καταστεί εμπορικό προϊόν. Από την προετοιμασία του εδάφους και τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, μεσολαβούν πολλά στάδια. Ανάμεσα σε αυτά είναι η πρόληψη των ασθενειών και η θρέψη του φυτού με τη χρήση λιπασμάτων. Στην παρούσα εργασία, μαζί με το ζήτημα της καλλιέργειας ως διαδικασία, μελετάται η θρέψη και λίπανση του ρυζιού στην περιοχή του Δήμου Δέλτα. Τα στάδια αυτά αντιμετωπίζουν πολλές αντικειμενικές δυσκολίες οι οποίες εξετάζονται, λόγω της συνεχούς παρουσίας νερού στην καλλιέργεια, αναλύονται και προτείνονται τρόποι διευκόλυνσης της παραγωγικής διαδικασίας. Αφού γίνει μια γενική αναφορά στο ρύζι και την ιστορία του, ακολουθεί η ανάλυση των σταδίων από την προετοιμασία των ορυζώνων και μετά, με έμφαση στα ζητήματα της καλλιέργειας, της θρέψης και της λίπανσης του ρυζιού. Ακολουθεί η ανάλυση της άρδευσης, της συγκομιδής και της αποθήκευσης των σπόρων. Τέλος, παραθέτονται τα πιο πρόσφατα στατιστικά στοιχεία που αφορούν στις εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ρυζιού, την παραγωγή και το αρδευτικό νερό, όπως συγκεντρώθηκαν έπειτα από προσωπική έρευνα από τους Τ.Ο.Ε.Β (Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων) που βρίσκονται στις περιοχές του Δήμου Δέλτα της Π.Ε. Θεσσαλονίκης.

ABSTRACT

Every agricultural product has to go through a long process in order to become a trade product. From preparing the soil until sowing and harvesting, many stages are involved. Among them is the prevention of diseases as well as the plant nutrition using fertilizers. In this paper, the matter of rice cultivation, fertilization and nutrition, in the area of Municipality of Delta (Thessaloniki area, North Greece) are concerned. These stages of rice growth face many objective difficulties due to the constant presence of water in the crop, which are examined and analyzed and ways to facilitate the production process are proposed. After a short reference on rice and its history, analysis of the cultivation stages are concerned, with emphasis on fertilization and nutrition of the rice crop. Also, irrigation, harvesting and storage of rice seeds are discussed. Finally, the most recent data collected about the cultivated areas, the production quantities and the irrigation water are listed, gathered by the Land Reclamation Institute and the Municipality of Delta.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT	iv
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Περιγραφή ρυζιού	1
1.2 Καταγωγή και ιστορικά στοιχεία.....	2
1.3 Η καλλιέργεια του ρυζιού στην Ελλάδα	3
1.4 Γεωγραφική θέση και ορυζώνες	4
1.5 Οφέλη των ρυζοκαλλιεργειών του Δήμου Δέλτα	6
2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΡΥΖΙΟΥ.....	8
2.1 Καλλιεργητική τεχνική	8
2.1.1 Αμειψισπορά	8
2.1.2 Προετοιμασία εδάφους ορυζώνα	8
2.2 Σπορά.....	10
2.3 Ανάπτυξη.....	13
2.3.1 Βλαστική ανάπτυξη.....	13
2.3.2 Αναπαραγωγική ανάπτυξη.....	15
2.4 Λίπανση - θρέψη	16
2.5 Άρδευση.....	17
2.6 Εδάφη ρυζοκαλλιεργειών	19
2.7 Βελτίωση των αλατούχων εδαφών	23
2.8 Ωρίμανση – Συγκομιδή	24
2.9 Ξήρανση – Αποθήκευση	25
2.10 Επεξεργασία.....	26
2.11 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κόκκου	26
3. ΘΡΕΨΗ, ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	29
3.1 Θρέψη και λίπανση	29
3.1.1 Άζωτο (N).....	30
3.1.2 Φώσφορος (P)	32
3.1.3 Κάλιο (K).....	32
3.1.4 Θείο (S).....	33
3.1.5 Ψευδάργυρος (Zn).....	33
3.2 Παράδειγμα εδαφοανάλυσης στην περιοχή μελέτης.....	34
Πίνακας 3.1 Επίπεδα αφομοιωσίμων μορφών θρεπτικών (ΙΕΥΠ, ΕΛΓΟ Δήμητρα)	34
3.3 Προτάσεις για λύσεις στο πρόβλημα της θρέψης	35

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΔΗΜΟΥ ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ.....	43
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	48
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	50
ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΑΦΗ.....	50

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1. Oryza sativa (Πηγή:dspace.lib.ntua.gr /xmlui/bitstream/handle/123456789/50323/%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE %A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3%CE%A5%CE%9C% E%95%CE%A9%CE%9D%CE%99%CE%94%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%A5%CE% 93%CE%95%CE%9D%CE%99%CE%91.pdf?sequence1.....	2
Εικόνα 1.2 Το Ρύζι (Πηγή: https://www.agro.basf.gr/el/Crop-).....	3
Εικόνα 1.3 Φωτογραφία του Δήμου Δέλτα από το διάστημα (Πηγή: www.newsit.gr/ topikes-eidhseis/to-deltia-aksiou-apo-to-diastrima-ekpliktikifotografiagallou astronayti/3387433/).....	5
Εικόνα 1.4 Πτηνά στον υδροβιότοπο (Πηγή:Αγοραστός Παπατσάνης axiosdelta.gr/ ..	5
Εικόνα 1.5 Ορυζώνες Δήμου Δέλτα (Πηγή: www.cnn.gr/taksidi/ellada/story/20933/ oi-oryzones-tis-xalastrasarpopsila).....	7
Εικόνα 2.1 Έδαφος πριν τη κατάκλυση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	9
Εικόνα 2.2 Έδαφος πριν τη κατάκλυση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	10
Εικόνα 2.3 Κατάκλυση ορυζώνα, πριν τη σπορά (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)	11
Εικόνα 2.4 Προετοιμασία λιπασματοδιανομέα για σπορά (Πηγή: Προσωπικό αρχείο)	12
Εικόνα 2.5 Σπορά με λιπασματοδιανομέα (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	12
Εικόνα 2.6 Σπορά (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	12
Εικόνα 2.7 Στάδιο ανάπτυξης (αδέλφωμα) (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	15
Εικόνα 2.8 Στάδιο ανάπτυξης (έκπτυξη φόβης) (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	15
Εικόνα 2.9 Στάδια ανάπτυξης ρυζιού (Πηγή: https://gr.depositphotos.com/vector- images/oryza.html	16
Εικόνα 2.10 Ανάπτυξη του κόκκου ρυζιού από την άνθηση ως την πλήρη ωρίμανση (Πηγή: www.uaex.uada.edu/publications/pdf/mp192/chapter-2-word.pdf	16
Εικόνα 2.11 Αρδευτικό κανάλι (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	18
Εικόνα 2.12 Δευτερογενές κανάλι άρδευσης (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	19
Εικόνα 2.13 Ο ποταμός Αξιός, κύριος ποταμός άρδευσης των ορυζώνων (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	22

Εικόνα 2.14 Αλατούχο έδαφος (Πηγή: http://www.naturalagsolutions.com/alkalinity-excess-sodium.html).....	24
Εικόνα 2.15 Πριν συγκομιδή (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	25
Εικόνα 2.16 Συγκομιδή ρυζιού(Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	25
Εικόνα 2.17 Ξηραντήριο στον Δ. Δέλτα Αξιού (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).....	28
Εικόνα 3.1 Λίπανση ορυζώνα με λιπασματοδιανομέα (Πηγή: www.efsyn.gr/nisides/116601_oi-tolmiroi-ryzoparagogoi-poy-ependysan-stin-ereyna).....	30
Εικόνα 3.2 Χάρτης απορρόφησης Αζώτου για το κτήμα Κράββα στις 28/07/17 (Πηγή: www.researchgate.net/publication/322935991_Axiopoiese_tes_telepiskopeses_gia_lipanse_akriveias_stous_oryzones_tes_Thessalonikes).....	41
Εικόνα 3.3 Αξιοποίηση χάρτη για σωστή κατανομή λιπάσματος(Πηγή: www.yraithros.gr/efarmogi-georgia-akriveias-kalliergeia-riziu/).....	41

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 3.1 Επίπεδα αφομοιώσιμων μορφών θρεπτικών σε καλλιέργεια ενός παραγωγού (ΙΕΥΠ, ΕΛΓΟ Δήμητρα).....	34
Πίνακας 4.1 Πηγή ΕΛΣΤΑΤ.....	45
Πίνακας 4.2 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα.....	45
Πίνακας 4.3 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα.....	46
Πίνακας 4.3Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα.....	46
Πίνακας 4.5 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα.....	47

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

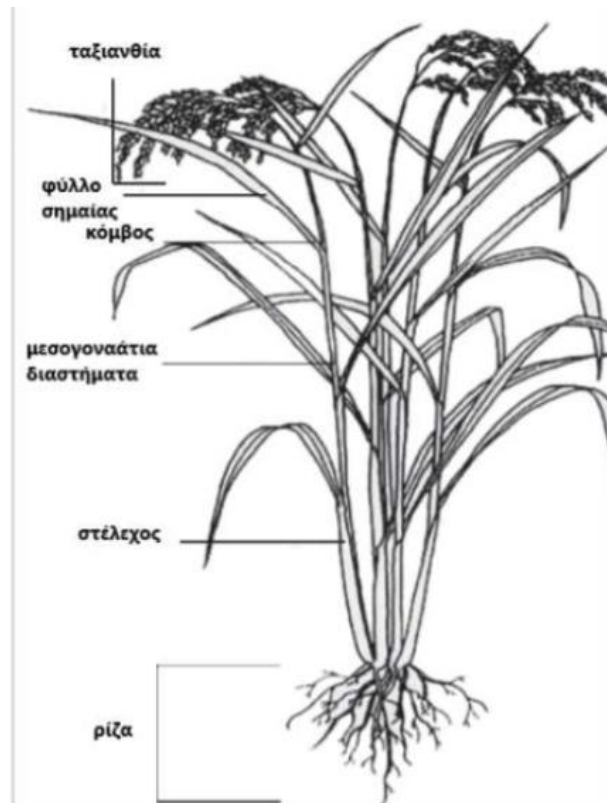
Το ρύζι αποτελεί το δεύτερο βασικότερο μέρος της ανθρώπινης διατροφής μετά το σιτάρι. Έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα και γι' αυτόν το λόγο μπορεί να καλλιεργηθεί σε πολλά μέρη του κόσμου προσφέροντας τροφή σε δισεκατομμύρια ανθρώπους. Στην Ασία καλλιεργείται το 90% της παγκόσμιας παραγωγής και οι κάτοικοι της τρέφονται καθημερινά με αυτό. Στην Ελλάδα, η μεγαλύτερη παραγωγή γίνεται στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, στο Δήμο Δέλτα όπου περισσότερα από 150.000 στρέμματα ορυζώνων εκτείνονται εντός του Εθνικού Πάρκου Δέλτα Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα. Η ρυζοκαλλιέργεια ξεκίνησε πειραματικά στην περιοχή της Χαλάστρας το 1949 και πλέον στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης παράγεται περίπου το 70% του ελληνικού ρυζιού, γεγονός με ιδιαίτερη σημασία για την τοπική και εθνική οικονομία (<https://axiosdelta.gr>).

1.1 Περιγραφή ρυζιού

Το ρύζι είναι μονοκοτυλήδονο φυτό και βρώσιμος αμυλώδης κόκκος δημητριακών, που ανήκει στην οικογένεια των Ποσειδών (*Poaceae*). Μετά το σιτάρι αποτελεί το δεύτερο σπουδαιότερο σιτηρό και το βασικότερο φυτό παραγωγής τροφής για τον άνθρωπο. Το συναντάμε σε δύο είδη: στο *Oryza sativa*, Όρυζα η ήμερη και στο *Oryza glaberrima*, Όρυζα η λειοτάτη και έχει καταγωγή από την τροπική και υποτροπική Νότια Ασία και την Αφρική. Περίπου το μισό του παγκόσμιου πληθυσμού, συμπεριλαμβανομένης σχεδόν όλης της Ανατολικής και Νοτιοανατολικής Ασίας, εξαρτάται από το ρύζι ως βασική τροφή. Το 95 % της παγκόσμιας καλλιέργειας ρυζιού καταναλώνεται από τον άνθρωπο.

Το καλλιεργούμενο φυτό είναι μονοετές και φτάνει περίπου τα 1,2 μέτρα σε ύψος. Τα φύλλα του είναι επιμήκη, γραμμοειδή, με παράλληλα νεύρα και καλύπτουν το στέλεχος στα μεσογονάτια διαστήματα με μια θήκη που ονομάζεται κολεός. Τα στελέχη είναι όρθια, ποώδη, κοίλα στο εσωτερικό τους, εκτός από τα σημεία που σχηματίζονται οι κόμβοι (γόνατα). Έχουν μικρά μεσογονάτια διαστήματα και από τους κόμβους που βρίσκονται στο κάτω μέρος των στελεχών εκφύονται εναέριες ρίζες και δευτερεύοντες βλαστοί. Το ριζικό σύστημα έχει θυσανώδη μορφή και αναπτύσσεται σε μικρό βάθος (μέχρι 10 εκ.). Τα άνθη είναι πολύ μικρά και ενώνονται, ανά τρία, σχηματίζοντας σταχύδια. Από τα τρία άνθη που υπάρχουν σε κάθε σταχύδιο μόνο το ένα είναι γόνιμο. Πολυάριθμα σταχύδια ενώνονται πάλι

πάνω σε έναν κοινό άξονα και σχηματίζουν ταξιανθία φόβη. Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται κοντά στη βάση του από δύο μικρά φύλλα, που ονομάζονται άγονα λέπυρα (πάνω και κάτω λέπυρο). Ο καρπός είναι καρύοψη και καλύπτεται από τα λέπυρα, που δεν ξεκολλούν με τον αλωνισμό, αλλά με ειδικές αποφλοιωτικές μηχανές. (<https://agroecosystem.gr>)



Εικόνα 1.1 *Oryza sativa*

1.2 Καταγωγή και ιστορικά στοιχεία

Πολλοί πολιτισμοί έχουν στοιχεία πρώιμης καλλιέργειας ρυζιού, συμπεριλαμβανομένης της Κίνας, της Ινδίας και των πολιτισμών της Νοτιοανατολικής Ασίας. Μάλιστα, τα παλαιότερα χρονολογικά στοιχεία προέρχονται από την κεντρική και ανατολική Κίνα και υπολογίζονται περίπου στο 7000–5000 πΧ. Περισσότερο από το 90% του παγκόσμιου ρυζιού καλλιεργείται στην Ασία, κυρίως στην Κίνα, την Ινδία, την Ινδονησία και το Μπαγκλαντές, ενώ μικρότερες ποσότητες καλλιεργούνται στην Ιαπωνία, το Πακιστάν και σε διάφορες άλλες χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας. Το ρύζι καλλιεργείται, επίσης, σε μέρη της Ευρώπης, στη Βόρεια και Νότια Αμερική και στην Αυστραλία.

Με εξαίρεση τον τύπο του Ορεινού ρυζιού, το φυτό καλλιεργείται σε γη που είναι βυθισμένη μέσα σε νερό, σε παράκτιες πεδιάδες, στα παλιρροϊκά δέλτα και στις λεκάνες απορροής ποταμών των τροπικών, ημιτροπικών και εύκρατων περιοχών (<http://www.gaiapedia.gr>).



Εικόνα 1.2 Το Ρύζι

1.3 Η καλλιέργεια του ρυζιού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, το ρύζι καλλιεργείται με κατάκλυση κυρίως σε αλατούχα παθογενή εδάφη, τα οποία είναι ακατάλληλα για άλλες καλλιέργειες, αλλά και σε μη παθογενή σε περιοχές με επάρκεια νερού. Οι μη επαρκείς βροχοπτώσεις τα τελευταία χρόνια προβληματίζουν τους ρυζοκαλλιεργητές. Η εξοικονόμηση όμως νερού λόγω της καλύτερης ισοπέδωσης των αγρών, με τη χρήση ακτίνων laser σε συνδυασμό με την προβλεπόμενη εκτέλεση συστηματικών έργων αποταμίευσης νερού και με τη χρησιμοποίηση νερού που προέρχεται από την επεξεργασία λυμάτων βιολογικού καθαρισμού (πεδιάδα Ν. Θεσσαλονίκης), παρέχουν σημαντικές ελπίδες για τη διατήρηση της καλλιέργειας σε έκταση 200.000-250.000 στρεμμάτων, της οποίας η παραγωγή θα καλύπτει τις ανάγκες της χώρας σε ρύζι και θα υπάρχουν περιθώρια εξαγωγής (Παπακώστα-Τασοπούλου2012).

Στη χώρα μας, η καλλιέργεια του ρυζιού συναντάται κυρίως στις περιφερειακές ενότητες της Θεσσαλονίκης και των Σερρών, σε ποσοστό που ξεπερνά το 70%, ενώ το υπόλοιπο της έκτασης βρίσκεται στις περιφερειακές ενότητες Ημαθίας, Καβάλας, Πιερίας, Φθιώτιδας και Αιτωλοακαρνανίας.

Η καλλιέργεια ρυζιού στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης (Δήμος Δέλτα) ξεκίνησε το 1949, όταν δρομολογήθηκε η ανακατασκευή κατεστραμμένων δομών μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Τότε, ο Αμερικανός γεωπόνος Ουώλτερ Πάκαρντ (1884-1966), ειδικός στις αρδεύσεις, ήρθε στην Ελλάδα στο πλαίσιο του Σχεδίου Μάρσαλ για τα μη παραγωγικά εδάφη, με σκοπό να τα κάνει γόνιμα σε όσο γίνεται μεγαλύτερη έκταση. Σε συνεργασία με το Υπουργείο Δημοσίων Έργων, αποκατέστησαν το παλιό και κατεστραμμένο κανάλι στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες για την ρυζοκαλλιέργεια. Ο Πάκαρντ είχε ήδη βοηθήσει άλλες περιοχές της χώρας (Ανθήλη, Σπερχειός, Έβρος) δημιουργώντας αρδευτικά κανάλια και προσφέροντας τεχνογνωσία για την παραγωγή ρυζιού (amfictyon.blogspot.com). Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην καλλιέργεια ρυζιού στον Δήμο Δέλτα.

1.4 Γεωγραφική θέση και ορυζώνες

Ο Δήμος Δέλτα, βρίσκεται στο Νομό Θεσσαλονίκης και αποτελεί το δυτικό άκρο του νομού, στα σύνορα με αυτόν της Ημαθίας. Στα διοικητικά όρια του Δήμου Δέλτα, 158.000 στρέμματα από τα συνολικά 308.000 στρέμματα της συνολικής έκτασής του, βρίσκεται προστατευόμενη περιοχή ενταγμένη στις περιοχές Natura 2000. Αυτό το οικοσύστημα αποτελεί μια παραθαλάσσια διαδρομή 28 χλμ από το Καλοχώρι μέχρι τις εκβολές του Δέλτα Αξιού. Από το σύνολο της ελληνικής παραγωγής ρυζιού, το 70% παράγεται στις περιοχές του Δήμου Δέλτα, στη Χαλάστρα, το Καλοχώρι, τα Κύμινα, τα Μάλγαρα και τη Βραχιά.

Οι ορυζώνες του Δήμου Δέλτα καλύπτουν περισσότερα από 150.000 στρέμματα και βρίσκονται στο Εθνικό Πάρκο Δέλτα Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα. Αποτελούν το ένα τρίτο της έκτασης του εθνικού πάρκου και εκεί παράγεται το 70% του ελληνικού ρυζιού, που πλέον έχει τεράστια σημασία για την τοπική και εθνική οικονομία, καθώς καλύπτει τις εγχώριες ανάγκες, αλλά και εξάγεται. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται στην περιοχή είναι τύπου Japonica και Indica και η παραγωγή του ρυζιού είναι από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 1.3 Φωτογραφία του Δήμου Δέλτα από το διάστημα

Οι ορυζώνες λειτουργούν ως τεχνητοί εποχιακοί υγρότοποι, συμμετέχοντας έτσι στο φυσικό οικοσύστημα. Το μήνα Μάιο, οι ρυζοκαλλιέργειες πλημμυρίζουν με νερό για τη σπορά, περίοδος που συμπίπτει με την αναπαραγωγή των πτηνών. Τα κατακλυσμένα χωράφια είναι γεμάτα μικρούς ασπόνδυλους οργανισμούς και αμφίβια. Έτσι, προσελκύουν λευκοτσικνιάδες, νυχτοκόρακες, χαλκόκοτες, μαυροκέφαλους, γλάρους και άλλα πουλιά που αναζητούν τροφή για τα ίδια και τους νεοσσούς τους (<https://axiosdelta.gr>).

Η υπερβολική χρήση γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων, η καύση των γεωργικών υπολειμμάτων και η υπερκατανάλωση νερού δημιουργούν πολλά προβλήματα στην περιοχή. Όμως, καθώς η ρυζοκαλλιέργεια συμβάλλει στην ομαλή λειτουργία του οικοσυστήματος της περιοχής, επιβάλλεται η χρήση μεθόδων γεωργίας και λιπασμάτων που δεν προκαλούν τις βλαβερές συνέπειες που έχουν παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια.



Εικόνα 1.4 Πτηνά στον υδροβιότοπο

1.5 Οφέλη των ρυζοκαλλιεργειών του Δήμου Δέλτα

Η περίπτωση της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης αποτελεί συνδυασμό καλλιέργειας με άμεση οικονομική ανταποδοτικότητα και οικοσυστήματος με έμμεση προσφορά στο περιβάλλον. Αν και καταγράφονται πολύ υψηλές καταναλώσεις νερού, λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, οι ορυζώνες του Δήμου Δέλτα αποτελούν τεχνητά υγροτοπικά συστήματα παραγωγής αγροτικού προϊόντος, τα οποία αποδίδουν λόγω των υψηλότερων αποδόσεων ρυζιού ανά μονάδα επιφάνειας παγκοσμίως. Στα έμμεσα οφέλη περιλαμβάνονται η μείωση των ρυπαντικών φορτίων αζώτου και φωσφόρου που καταλήγουν στον Θερμαϊκό κόλπο, μέσω της λειτουργίας της περιοχής ως σύστημα καθαρισμού του νερού του Αξιού λόγω της άρδευσης. Αυτό οδηγεί στη μείωση της ρύπανσης και των ευτροφικών φαινομένων στον Θερμαϊκό κόλπο, από την ποιότητα του οποίου εξαρτώνται και άλλες οικονομικές δραστηριότητες (π.χ. μυδοκαλλιέργειες, τουρισμός κ.ά.). Η απομάκρυνση των ρυπογόνων φορτίων επιτυγχάνεται μέσω της απορρόφησής τους τόσο από την παραγόμενη φυτομάζα των καλλιεργειών, όσο και από την υδρόβια βλάστηση των στραγγιστικών δικτύων.

Παράλληλα, η υψηλή παραγωγή φυτομάζας αποτελεί δείκτη υψηλής δέσμευσης άνθρακα, κάτι το οποίο συμβάλει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης, οι ρυζοκαλλιέργειες του Δήμου Δέλτα αποτελούν τον μόνο τρόπο συνεχούς έκπλυσης των αλατούχων εδαφών και το βασικό εμπόδιο επαναεισχώρησης του θαλασσινού νερού στα εδάφη. Επιπλέον, λόγω της ισοπέδωσης των εδαφών και της χρήσης αναχωμάτων στις περιοχές άρδευσης, προστατεύονται οι απότομες αλλαγές στο Δέλτα και στον πυθμένα του Θερμαϊκού κόλπου. Μέσω των εναλλαγών των καλλιεργειών (ρύζι, καλαμπόκι, βαμβάκι), συντηρείται η ποιότητα του εδάφους και εξοικονομούνται ποσότητες νερού σε χρονιές λειψυδρίας. Τέλος, η περιοχή ως υδροβιότοπος, συγκεντρώνει βιοποικιλότητες μεγάλης σπουδαιότητας και ανήκει στις προστατευόμενες περιοχές (Ramsar, Natura2000) (Ασchonίτης και Χατζηνικολάου, 2020).

1.6 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η καταγραφή της καλλιέργειας της *Oryza sativa* και η παρουσίαση και η αξιολόγηση της διαδικασίας λίπανσης και θρέψης στην καλλιέργεια, όπως επίσης και η ανάδειξη των προβλημάτων των ορυζώνων και η παρουσίαση των σχετικών γεωργικών εξελίξεων που συμβάλλουν στη διευκόλυνση της καλλιεργητικής διαδικασίας στον Δήμο Δέλτα Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 1.5 Ορυζώνες Δήμου Δέλτα

2. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΡΥΖΙΟΥ

2.1 Καλλιεργητική τεχνική

2.1.1 Αμειψισπορά

Στην καλλιέργεια του ρυζιού η αμειψισπορά παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο κυρίως για την αντιμετώπιση αρκετών δύσκολων ζιζανίων που επιβαρύνουν την καλλιέργεια με σημαντικό κόστος. Ετήσια ζιζάνια, όπως μυχρίτσα, κόκκινο ρύζι και πολυετή, όπως ψαθί και σκίρπος θεωρούνται από τα δυσκολότερα στην καταπολέμησή τους. Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στις ΗΠΑ έδειξαν ότι ένας σωστός συνδυασμός καλλιέργειας-αμειψισποράς αυξάνει σημαντικά τις αποδόσεις ρυζιού, ειδικότερα όταν η αμειψισπορά συνδυάζεται με αραβόσιτο ή σόγια. Στη χώρα μας, σε εκτάσεις που η αλατότητα δεν είναι περιοριστικός παράγοντας για άλλες καλλιέργειες, η πιο συνηθισμένη αμειψισπορά είναι τρία χρόνια ρύζι και ένα χρόνο ζαχαρότευτλα ή βαμβάκι. Πρακτικά, η αμειψισπορά στην πατρίδα μας είναι δύσκολο να εφαρμοστεί διότι τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας δεν αναπτύσσονται ικανοποιητικά σε παθογενή εδάφη, όπου καλλιεργείται κατά κόρον στην Ελλάδα το ρύζι, και επίσης η πρόσδοδος της εν λόγω καλλιέργειας είναι μεγαλύτερη από άλλες καλλιέργειες στα συγκεκριμένα εδάφη, κατατάσσοντας σχεδόν «υποχρεωτική» την καλλιέργεια του ρυζιού στο ίδιο χωράφι για πολλά χρόνια (Κουτρούμπας και Δαμαλάς, 2014).

2.1.2 Προετοιμασία εδάφους ορυζώνα

Το ρύζι είναι μονοετές φυτό. Κάθε καλλιεργητική περίοδος οι παραγωγοί ξεκινούν την προετοιμασία του εδάφους που περιλαμβάνει το όργωμα, την ισοπέδωση και την εφαρμογή των βασικών λιπασμάτων. Την άνοιξη και κυρίως στις αρχές Μαΐου, ακολουθεί η κατάκλυση των χωραφιών με νερό και η σπορά του φυτού. Στη συνέχεια, το φυτό αναπτύσσεται μέσα στο νερό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, για να ακολουθήσει η περίοδος της συγκομιδής τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο.

Η προετοιμασία ξεκινά με τη διαμόρφωση των λεκανών νερού όταν πρόκειται για πρώτη φορά ή με τη συντήρηση των ήδη διαμορφωμένων εφόσον έχει γίνει η συγκομιδή. Οι λεκάνες του ορυζώνα πρέπει να έχουν προσανατολισμό με τη μεγάλη τους πλευρά κάθετα προς την κατεύθυνση των ανέμων που συνήθως πνέουν στην περιοχή, για να αποφεύγεται ο σχηματισμός κυματισμών στην επιφάνεια του ορυζώνα οι οποίοι μπορούν να παρασύρουν τα νέα φυτά προς τα αναχώματα της λεκάνης με συνέπεια την ανομοιόμορφη κατανομή των

φυτών στον αγρό. Τα αναχώματα, τα όρια δηλαδή, των λεκανών πρέπει να είναι αρκετά ισχυρά διότι η τυχόν καταστροφή τους κατά την περίοδο της εξέλιξης της καλλιέργειας μπορεί να δημιουργήσει σοβαρό πρόβλημα συγκράτησης του νερού και θα πρέπει να συντηρούνται κάθε χρόνο. Η ισοπέδωση χρειάζεται μεγάλη προσοχή ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη διαφορά ύψους μεταξύ του χαμηλότερου και του υψηλότερου σημείου της λεκάνης, η οποία είναι όχι μεγαλύτερη από 2-5 cm ανά 100m (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Το πρώτο όργωμα γίνεται μετά τη συγκομιδή του καρπού το φθινόπωρο/χειμώνα ή την άνοιξη ανάλογα με το είδος της προηγούμενης καλλιέργειας, τις βροχές που προηγήθηκαν και τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Τα φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας συνήθως καίγονται από τους παραγωγούς και σε λίγες περιπτώσεις ενσωματώνονται στο έδαφος με το όργωμα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Στην περίπτωση που στην προηγούμενη καλλιέργεια υπήρχαν συμπτώματα πυρικούλάριας, της κύριας ασθένειας που προσβάλλει το ρύζι, τα υπολείμματα αναγκαστικά θα πρέπει να καίγονται ώστε να διακοπεί ο κύκλος της ασθένειας. Ακολουθεί το δισκοσβάρνισμα πριν από τη σπορά την άνοιξη για την καταστροφή των φυτρωμένων ζιζανίων και, στη συνέχεια, η εφαρμογή βασικής λίπανσης και προσπαρτικού ζιζανιοκτόνου, εάν κριθεί αναγκαίο, και η ενσωμάτωσή τους με δεύτερο φρεζάρισμα με ειδική φρέζα διαμόρφωσης μικρών αυλακίων (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Όταν οι αγροί είναι καλά ισοπεδωμένοι, εξασφαλίζουν ομοιόμορφη ανάπτυξη φυτών, οικονομία νερού και διασφαλίζουν υψηλότερες αποδόσεις.



Εικόνα 2.1 Έδαφος πριν την κατάκλυση



Εικόνα 2.2 Έδαφος πριν τη κατάκλυση

2.2 Σπορά

Η σπορά γίνεται σε ελαφρώς ανώμαλη επιφάνεια εδάφους για να εμποδίζεται η μετακίνηση των σπόρων και των νεαρών φυταρίων με την κίνηση του νερού. Το χωράφι κατακλύζεται με νερό και η σπορά συνιστάται να πραγματοποιείται 1-2 μέρες μετά την κατάκλυση του ορυζώνα με το νερό. Η εποχή σποράς εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εδάφους και του περιβάλλοντος με καταλληλότερη θερμοκρασία του νερού κατάκλυσης, χωρίς κινδύνους ζημιών, τους 12°C και τη θερμοκρασία αέρα και εδάφους τουλάχιστον τους 15°C. Σε αυτή τη θερμοκρασία το φύτευμα ξεκινά την 5^η μέρα και ολοκληρώνεται σε δώδεκα μέρες. Στην Βόρεια Ελλάδα, οι πιο ευνοϊκές συνθήκες είναι 1-15 Μαΐου για την ποικιλία Japonica και 5-15 Μαΐου για τις ποικιλίες τύπου Indica (Παπακώστα-Τασσπούλου 2012).



Εικόνα 2.3 Κατάκλυση ορυζώνα, πριν τη σπορά

Ο σπόρος είτε ενυδατώνεται με συγκεκριμένη τεχνική για να αποκτήσει βάρος και να βυθιστεί στο νερό του ορυζώνα με κανονική κατανομή, είτε χρησιμοποιείται ξηρός που είναι ευκολότερος στη μεταχείριση και γι' αυτό επιλέγεται συχνότερα από τους παραγωγούς. Η σπορά γίνεται απευθείας με το χέρι ή με τη χρήση λιπασματοδιανομέα ή με μεταφύτευση νεαρών φυτάρων. Όταν εφαρμοστεί άμεση σπορά χρειάζονται κατά μέσο όρο 100-160 κιλά σπόρων ανά εκτάριο (σε ορισμένες ποικιλίες ίσως χρειαστούν 220-250 κιλά σπόρων ανά εκτάριο). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι σπόροι έχουν βλαστήσει και επωάζονται 1-2 ημέρες πριν από την απ' ευθείας σπορά. Η φύτευση των σπόρων γίνεται γραμμικά, αφήνοντας απόσταση 15-25 εκ. ανάμεσά τους. Κατόπιν, ο ορυζώνας γεμίζεται με νερό είτε αμέσως, είτε 8-12 ημέρες μετά την ολοκλήρωση της άμεσης σποράς (<https://wikifarmer.com>).

Στην περιοχή που μελετάται, δηλαδή στον Δήμο Δέλτα, η σπορά γίνεται με τη χρήση του λιπασματοδιανομέα όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες που ακολουθούν (Εικόνες 2.4, 2.5, 2.6).



Εικόνα 2.4 Προετοιμασία λιπασματοδιανομέα για σπορά



Εικόνα 2.5 Σπορά με λιπασματοδιανομέα



Εικόνα 2.6 Σπορά

2.3 Ανάπτυξη

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου του ρυζιού κυμαίνεται από 80 έως 280 ημέρες ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Στη χώρα μας, ο βιολογικός κύκλος των ποικιλιών που χρησιμοποιούνται, κυμαίνεται από 120 έως 150 ημέρες. Οι ποικιλίες μπορούν γενικά να χωριστούν σε ομάδες σύμφωνα με την ωριμότητα, σε πρώιμες ποικιλίες (80-130 ημέρες), μέσης ωριμότητας (130-160 ημέρες), και όψιμες (περισσότερες από 160 ημέρες). Η αύξηση περιλαμβάνει τρεις φάσεις: το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης, το αναπαραγωγικό στάδιο και το στάδιο ωρίμανσης ή γεμίσματος του κόκκου.

Το ρύζι είναι φυτό καθορισμένης ανάπτυξης με διακριτά στάδια βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Τα βασικά στάδια του βιολογικού κύκλου του ρυζιού είναι το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης και η αναπαραγωγική ανάπτυξη. Το πρώτο στάδιο του βιολογικού κύκλου, δηλαδή το βλαστικό, περιλαμβάνει τη βλάστηση του σπόρου, το φύτευμα των φυταρίων, το αδέλφωμα, το μέγιστο αδέλφωμα και τη φάση της βλαστικής υστέρησης (Παπαστυλιανού κ.ά., 2015).

2.3.1 Βλαστική ανάπτυξη

Όταν ο σπόρος του ρυζιού σπαρθεί στο νερό και απορροφήσει αρκετό ώστε να μαλακώσει και να γίνει ελαστικό, τότε αρχίζει η φάση της βλάστησης. Αναπτύσσεται πρώτα το πτερίδιο, με το κολεόπτιλο που το περιβάλλει (προς τα πάνω), στη συνέχεια σχίζεται η κολεόρριζα και εμφανίζεται η κυρίως εμβρυακή ρίζα (προς τα κάτω). Λίγες μέρες μετά την εμφάνιση της κύριας εμβρυακής ρίζας και ενώ συνεχίζεται η ανάπτυξη του πτεριδίου, αρχίζουν να εκφύονται οι δευτερεύουσες εμβρυακές ρίζες που συνήθως είναι από μία ως τρεις. Σε συνθήκες κατάκλυσης, το ρύζι προμηθεύεται το απαραίτητο οξυγόνο για τη βλάστηση του σπόρου με αναερόβια ζύμωση, μέσω των ενζυματικών διεργασιών της βλάστησης. Γενικά, οι απαιτήσεις των σπόρων του ρυζιού σε οξυγόνο για τη βλάστηση είναι μικρότερες από εκείνες των σπόρων των άλλων σιτηρών. Η θερμοκρασία είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη βλάστηση των σπόρων του ρυζιού. Η ελάχιστη θερμοκρασία για το φύτευμα είναι 10-12°C και η άριστη 27-37°C. Ο σπόρος, γενικά, ξεκινά να βλαστάνει όταν η υγρασία είναι 15% και η βλάστηση ολοκληρώνεται όταν η υγρασία φτάσει στο 25%. Η βλαστική ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από την ταχύτατη αύξηση του ριζικού συστήματος, την επιμήκυνση των μεσογονατίων του στελέχους και τη γρήγορη εμφάνιση και ανάπτυξη των φύλλων. Η

έξοδος των φυταρίων στην επιφάνεια του εδάφους επιτυγχάνεται με το συνδυασμό επιμήκυνσης του κολεόπτιλου και του μεσοκοτυλίου. Το κολεόπτιλο, επίσης, βοηθά στο σπάσιμο της εδαφικής κρούστας. Με την εμφάνιση του κολεόπτιλου στην επιφάνεια του εδάφους, αρχίζει η έκπτυξη των φύλλων. Την εμφάνιση των πρώτων φύλλων ακολουθεί η ανάπτυξη των αδελφιών και του μόνιμου ριζικού συστήματος (Παπαστυλιανού κ.ά., 2015).

Με τον όρο «αδελφωμα» νοείται η έκπτυξη νέων βλαστών από οφθαλμούς οι οποίοι βρίσκονται στους κόμβους του στελέχους λίγο πιο κάτω ή ακριβώς πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Η ανάπτυξη των οφθαλμών που θα δώσουν αδελφια ρυθμίζεται από την ισορροπία των ορμονών στο φυτό. Η διαδικασία του αδελφώματος συνδυάζεται, επίσης, με αυτήν της ανάπτυξης των φύλλων στο κεντρικό στέλεχος. Για κάθε φύλλο που εκφύεται στον κόμβο του κυρίου στελέχους, δημιουργούνται μόνιμες ρίζες και ένας οφθαλμός αδελφιού στον κόμβο. Το ίδιο συμβαίνει και με τα φύλλα των αδελφιών τα οποία μπορούν να αναπτύσσονται ανάλογα με τα φύλλα που εκφύονται στο κύριο στέλεχος. Το αδελφωμα αρχίζει όταν τα φυτά έχουν φθάσει στο στάδιο των 4-5 φύλλων. Άριστη θερμοκρασία του νερού κατάκλυσης για την έκπτυξη των αδελφιών αποτελούν οι 31°C στη διάρκεια της ημέρας και 16°C τη νύχτα. Γενικά, θερμοκρασίες του νερού υψηλότερες ή χαμηλότερες από τις παραπάνω μειώνουν τον αριθμό των αδελφιών. Η επιμήκυνση των μεσογονατίων (καλάμωμα) ξεκινά στα τελευταία στάδια του αδελφώματος. Στο στάδιο του μέγιστου αδελφώματος, το κύριο στέλεχος μπορεί να είναι δύσκολο να ξεχωρίσει από τα αδελφια. Το πρώτο στοιχείο που καθορίζει την απόδοση, δηλαδή η δυνατότητα σχηματισμού φόβης ανά μονάδα επιφάνειας, καθορίζεται σ' αυτό το στάδιο. Το χρονικό διάστημα από το τέλος του αδελφώματος ως την αρχή της αναπαραγωγικής φάσης ονομάζεται φάση βλαστικής υστέρησης. Στη φάση αυτή ο αριθμός των αδελφιών μειώνεται, ενώ το ύψος και η διάμετρος του στελέχους συνεχίζουν να αυξάνονται. Σε ποικιλίες πολύ μικρού βιολογικού κύκλου με διάρκεια 105 ημερών, η περίοδος αυτή μπορεί να μην είναι εμφανής. Σε αυτή την περίπτωση, το στάδιο του μέγιστου αδελφώματος και η αρχή της αναπαραγωγικής ανάπτυξης μπορεί να επικαλύπτονται (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 2.7 Στάδιο ανάπτυξης (έκπτυξη φόβης)



Εικόνα 2.8 Στάδιο ανάπτυξης (έκπτυξη φόβης)

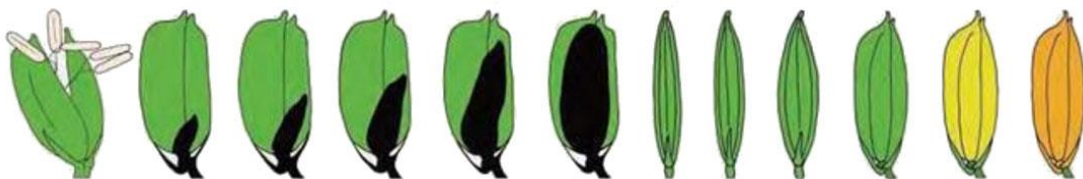
2.3.2 Αναπαραγωγική ανάπτυξη

Η αναπαραγωγική φάση χαρακτηρίζεται από μεταβολές της βλαστικής ανάπτυξης, όπως την επιμήκυνση του στελέχους, τη μείωση του αριθμού των αδελφιών, το φούσκωμα του κολεού, την εμφάνιση του φύλλου σημαίας, το ξεστάχιασμα και την ανθοφορία. Η αναπαραγωγική φάση συνήθως διαρκεί περίπου 30 ημέρες στις περισσότερες ποικιλίες. Η αρχή αυτής της φάσης μερικές φορές αναφέρεται ως η επιμήκυνση του μεσογονατίου ή στάδιο της άρθρωσης. Η διάρκειά της διαφέρει ανά ποικιλία και επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες.

Στο τελευταίο στάδιο της διαφοροποίησης του κορυφαίου μεριστώματος, από βλαστικό σε αναπαραγωγικό, εμφανίζεται η ταξιανθία στο εσωτερικό του διογκωμένου κολεού του φύλλου (σημαία). Το ξεστάχιασμα πραγματοποιείται με την έκπτυξη της φόβης και η άνθηση μπορεί να ακολουθήσει την ίδια ή την επόμενη ημέρα. Καθώς αναδύεται η ταξιανθία, τα ανώτερα άνθη των σταχυδίων της φόβης αρχίζουν να ανθίζουν και η άνθηση προχωρά σταδιακά προς τη βάση της ταξιανθίας. Η άνθηση της φόβης ολοκληρώνεται σε 7-10 ημέρες, το μεγαλύτερο όμως ποσοστό άνθησης παρατηρείται στις 5 ημέρες μετά το ξεστάχιασμα. Η απελευθέρωση της γύρης αρχίζει ακριβώς πριν το άνοιγμα των λεπύρων με αποτέλεσμα να παρατηρείται πολύ μεγάλο ποσοστό αυτογονιμοποίησης. Το γέμισμα του κόκκου διαρκεί περίπου 45-60 ημέρες και ο κόκκος υφίσταται αλλαγές στην υφή και στο χρώμα μέχρι να ωριμάσει (στάδια υδατώδους, γαλακτώδους καρπού, μαλακής ζύμης, κηρού, σκληρής ζύμης), όπως και στα άλλα σιτηρά. Στη φυσιολογική ωρίμανση, το γέμισμα του κόκκου έχει ολοκληρωθεί και η υγρασία του έχει μειωθεί περίπου στο 30% (Παπαστυλιανού κ.ά., 2015).



Εικόνα 2.9 Στάδια ανάπτυξης ρυζιού



Εικόνα 2.10 Ανάπτυξη του κόκκου ρυζιού από την άνθηση ως την πλήρη ωρίμανση

2.4 Λίπανση-θρέψη

Λόγω της συνεχούς σχεδόν κατάκλυσης, το ρύζι αποτελεί ειδική καλλιέργεια ως προς τη λίπανση. Η κατάσταση αυτή δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την έκπλυση και τη διαρροή των θρεπτικών στοιχείων.

Η επιβαλλόμενη τακτική της ανανέωσης του νερού για την απομάκρυνση των αλάτων του εδάφους στα αλατούχα και παθογενή εδάφη, αυξάνει ακόμη περισσότερο την έκπλυση. Η επιφανειακή λίπανση γίνεται με λιπάσματα κοκκώδους μορφής, που διαλύονται αργά στο νερό και εφόσον έχει γίνει η ανανέωση του νερού. Επίσης, είναι σημαντική η χρήση όξινων λιπασμάτων που μειώνουν το pH του εδάφους. Τα πιο χρήσιμα θρεπτικά στοιχεία για την καλλιέργεια του ρυζιού είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το θείο και ο ψευδάργυρος.

Στο κεφάλαιο 3 θα αναλυθεί διεξοδικά το ζήτημα της θρέψης και της λίπανση του ρυζιού.

2.5 Άρδευση

Το ρύζι έχει πολύ μεγάλες απαιτήσεις σε νερό. Καταναλώνονται περίπου 700 kg νερού για την παραγωγή 1 kg ξηράς ουσίας. Οι ανάγκες των ορυζόφυτων σε νερό είναι διαφορετικές για τα διάφορα στάδια εξέλιξης του ορυζώνα. Χρειάζεται κανονική προμήθεια νερού κατά το φύτευμα και την περίοδο που περιλαμβάνει τις φάσεις: διόγκωση, άνθηση και σχηματισμό του κόκκου. Ποσότητα 1100-1400 m³ νερού ανά στρέμμα θεωρείται αρκετή για μια καλλιέργεια ρυζιού με ικανοποιητικές αποδόσεις. Στην χώρα μας, το νερό παραμένει στον ορυζώνα καθ' όλη την διάρκεια της ανάπτυξης του ρυζιού μέχρι και την ωρίμανση. Η απομάκρυνση του νερού από τον ορυζώνα πρέπει να αποφεύγεται, εκτός από την τελική που γίνεται 10 έως 15 ημέρες πριν τη συγκομιδή για να στεγνώσει το έδαφος και να διευκολυνθεί η μηχανική συγκομιδή.

Πρόσθετα, η απομάκρυνση του νερού από τον ορυζώνα συνιστάται μόνο για την καταπολέμηση μαλακόστρατων και εντόμων (*Chironomus* spp κ.ά.) που προσβάλλουν τα φυτά, για τη διαφυγή τοξικών αερίων και για την αντιμετώπιση των εντόμων και των ζιζανίων. Μετά την επέμβαση, πρέπει να ακολουθήσει εκ νέου κατάκλυση το συντομότερο δυνατόν. Ευαίσθητα στάδια στην έλλειψη νερού είναι το φύτευμα και η περίοδος μεταξύ διόγκωσης της ταξιανθίας και σχηματισμού των κόκκων.

Κατά τη διάρκεια του φυτρώματος και του αδελφώματος, το ύψος του νερού δεν πρέπει να είναι πάνω από τα 10 εκ. Όταν το νερό δεν έχει ίδιο ύψος στον αγρό ή είναι χαμηλό σε

ύψος αφήνει εκτεθειμένα τμήματα του εδάφους και αυτό μπορεί να επιφέρει την ανάπτυξη ζιζανίων και να καταστήσει τους φυτρωμένους σπόρους εύκολη λεία τρωκτικών και πτηνών. Το μεγάλο ύψος νερού (πάνω από 15 cm) κατά την ανάπτυξη των φυταρίων έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη λεπτών στελεχών και γενικά καχεκτικών φυτών με αργή ανάπτυξη ριζών. Τα φύλλα των φυταρίων αυτών συνήθως επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού αντί να είναι ευθυτενή και γίνονται περισσότερο ευπαθή σε προσβολές από το έντομο *Hydrellia* spp., ιδιαίτερα στα ψυχρά έτη. Πρέπει να ρυθμίζεται το ύψος του νερού στον αγρό όσο χρειάζεται για να αποτραπούν οι εχθροί και οι ασθένειες και να προωθηθεί η ανάπτυξη των φυτών. Μετά το τέλος του αδελφώματος επιβάλλεται η σταδιακή αύξηση του ύψους του νερού μέχρι τα 15 cm για να εξασφαλισθεί η ανάπτυξη των φοβών και ο σχηματισμός βιώσιμης γύρης στην περίπτωση επικράτησης χαμηλών σχετικά θερμοκρασιών.

Η πρόωρη αποστράγγιση των αγρών πριν από την συγκομιδή μειώνει την απόδοση, οι σπόροι γίνονται συρρικνωμένοι και γενικά η ωρίμανση δεν ολοκληρώνεται κανονικά. Ο καλύτερος χρόνος για την τελική αποστράγγιση εξαρτάται από τον τύπο εδάφους, την καλλιεργούμενη ποικιλία, τα μέσα αποστράγγισης και τον καιρό. Σε ένα τυπικό αργιλώδες έδαφος, η αποστράγγιση του αγρού πρέπει να γίνεται όταν τα φυτά είναι πλήρως ξεσταχασμένα και όλες οι φόβες κλίνουν προς τα κάτω και αρχίζουν να ωριμάζουν.



Εικόνα 2.11 Αρδευτικό κανάλι

Άλλος ένας οδηγός για την αποστράγγιση είναι όταν το 90% των φοβών έχει τον ακραίο κόκκο στο στάδιο της σκληρής ζύμης. Η θερμοκρασία του νερού παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του ρυζιού. Την περίοδο σποράς πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 12°C και στα επόμενα στάδια μεταξύ 21°C και 30°C. Υψηλότερη θερμοκρασία από 30°C προκαλεί μείωση του αδελφώματος, της απόδοσης και της πρόσληψης Κ (καλίου) και αύξηση του αριθμού των

κενών σπόρων. Χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω από 15°C, καθυστερούν τη διαφοροποίηση της φόβης, μειώνουν το μέγεθός της, αυξάνουν τη στειρότητα, προκαλούν οψίμιση και δυσκολία στην πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων. Σε περιοχές όπου η θερμοκρασία του αντλούμενου νερού κατά την περίοδο του φυτρώματος και της πρώτης ανάπτυξης είναι χαμηλή, συνιστάται η προθέρμανσή του σε ειδικές δεξαμενές, πριν διοχετευτεί στον ορυζώνα. Η διατήρηση του ύψους του νερού επιτυγχάνεται με την άμεση επισκευή όλων των διαρροών στο σύστημα άρδευσης. Τριάντα πέντε λίτρα/λεπτό ανά στρέμμα είναι η ιδανική παροχή για την κατάκλυση ενός αγρού. Αυτή η παροχή θα κατακλύσει έναν αγρό ρυζιού 100 στρεμμάτων με αργιλώδες έδαφος σε μία ημέρα περίπου. Ύστερα από την κατάκλυση, η ανάλυση των ιστών του φύλλου θα υποδείξει αν είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του χαμένου κατά την παρατεταμένη αποστράγγιση αζώτου (Παπακώστα–Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 2.12 Δευτερογενές κανάλι άρδευσης

2.6 Εδάφη ρυζοκαλλιεργειών

Στα αλατούχα εδάφη η ποσότητα νερού που καταναλώνεται είναι μεγάλη, λόγω της συχνής αλλαγής του νερού, ώστε να απομακρυνθούν τα άλατα που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό. Η αλατότητα είναι ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα της ρυζοκαλλιέργειας της Μεσογείου και προκαλεί σημαντική μείωση της απόδοσης.

Η μοναδική καλλιεργητική πρακτική για τη μείωση της αλατότητας στους ορυζώνες είναι η έκπλυση μέσω της συνεχόμενης άρδευσης ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Οι περισσότεροι ρυζοπαραγωγοί εκτιμούν την αλατότητα εμπειρικά, με αποτέλεσμα η απομάκρυνση των αλάτων να γίνεται συχνά καθυστερημένα και με λάθος ή αναποτελεσματικό τρόπο, καθώς και με μεγάλη σπατάλη του νερού άρδευσης.

Σύμφωνα με στοιχεία του Τ.Ο.Ε.Β Χαλάστρας-Καλοχωρίου, για την άρδευση ενός στρέμματος ρυζοκαλλιέργειας απαιτούνται ποσότητες νερού που ξεπερνούν τα 1200m^3 και οι ακριβείς μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο Αγρόκτημα Καλοχωρίου έδειξαν πως για την άρδευση ενός στρέμματος απαιτούνται 1132m^3 νερού. Επομένως, μόνο στην Ελλάδα, όπου καλλιεργούνται κατά μέσο όρο 280.000 στρέμματα ρυζιού ετησίως, χρειάζονται 336 εκ. m^3 νερού για την κάλυψη των ετήσιων αναγκών.

Το 2011 ξεκίνησε ένα ερευνητικό πρόγραμμα της ΕΕ με τίτλο “Smart on-line water salinity measurement network to manage and protect rice fields”, SMART-PADDY ή “Ο Έξυπνος Ορυζώνας” (2011-2013). Η ερευνητική ομάδα αποτελούνταν από την εταιρεία τεχνολογίας IRIS, το Πολυτεχνείο της Καταλονίας (Ισπανία) και το Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων (ΙΓΒ & ΦΠ) του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος αναπτύχθηκε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων που αποτελείται από αυτόνομους, χαμηλού κόστους μετρητές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (HA), οι οποίοι τοποθετούνται μέσα στους ορυζώνες και μεταδίδουν τις μετρήσεις τους σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα ενημερώνει αυτόματα τους χρήστες για το πότε οι συγκεντρώσεις των αλάτων έχουν υπερβεί τα όρια επιφυλακής (3dS/m), για την έναρξη των εκπλύσεων. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η έγκαιρη διάγνωση του προβλήματος με πολύ χαμηλό κόστος. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το SMART-PADDY είναι ικανό να μετράει με απόλυτη ακρίβεια την HA του νερού των ορυζώνων. Επιπρόσθετα, η χρήση αυτόματων μετρητών HA είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση έως και 10% του νερού άρδευσης (Κατσαντώνης, 2014).

Το 2005 δημοσιεύτηκε η τελική έκθεση του ερευνητικού προγράμματος «Διαχρονική παρακολούθηση της αλάτωσης-νατρίωσης των αρδευόμενων εδαφών της περιοχής αρμοδιότητας του Τ.Ο.Ε.Β Χαλάστρας-Καλοχωρίου». Στη μελέτη αυτή έγιναν μετρήσεις και αναλύσεις του εδάφους και του αρδευτικού νερού για να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την άρδευση της περιοχής. Ο Τ.Ο.Ε.Β Χαλάστρας-Καλοχωρίου αρδεύει και στραγγίζει περίπου 63.000 στρέμματα με διάφορες καλλιέργειες, με κυρίαρχη αυτή της ρυζοκαλλιέργειας. Η αξιολόγηση της καταλληλότητας των νερών άρδευσης

βασίστηκε σε αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων νερού της αρδευτικής περιόδου 2002-2003, στα εδαφοκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής και στις καλλιέργειες της περιοχής. Το αποτέλεσμα που προέκυψαν ήταν ότι τα νερά του Αξιού και τα νερά της ανάμειξης στις θέσεις Καλοχώρι, Κυράτζη, Παπαγεωργίου, Σφαγεία και Τότσκα είναι κατάλληλα για την άρδευση των εκτατικών καλλιεργειών της περιοχής, χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα στο έδαφος και τα φυτά. Παρόλα αυτά, συνιστάται η ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού, ο συνεχής έλεγχος των εδαφών (στάθμη φρεατίων, αλατότητα, νατρίωση) και των υδάτων (Χατζηγιαννάκης, 2005).

Μία ακόμη μεγάλη μελέτη βασισμένη σε ερευνητικά στοιχεία από το 1966 και έπειτα, έχει αξιολογηθεί από τη Διεύθυνση Υδάτινων Πόρων και Έγγειων Βελτιώσεων για τη βελτίωση των αλατούχων-νατριωμένων και νατριωμένων εδαφών της πεδιάδας Θεσσαλονίκης, με τη χρήση φωσφογύψου που υπάρχει στην περιοχή ως παραπροϊόν της βιομηχανίας φωσφορικών λιπασμάτων. Αξιοποιώντας τα συμπεράσματα των πειραμάτων και το υλικό των προηγούμενων μελετών, το 2002 προτάθηκε ένα σχέδιο εφαρμογής φωσφογύψου στην περιοχή του Δήμου Δέλτα και σε γύρω περιοχές όπου η ύπαρξη αλατούχων εδαφών δημιουργεί προβλήματα στις καλλιέργειες. Οι περιοχές του Δήμου Δέλτα που σχολιάζονται στην παρούσα εργασία, αποτελούνται από αλατούχα εδάφη πρωτογενούς αλατότητας, δηλαδή ή περιείχαν πάντοτε άλατα ή είχε εισχωρήσει σε αυτά αλατούχο νερό από την επιφάνεια του εδάφους.



Εικόνα 2.13 Ο ποταμός Αξιός, κύριος ποταμός άρδευσης των ορυζώνων

Η καλλιέργεια του ρυζιού ως μέσο έκπλυσης αλάτων προκαλεί δευτερογενή αλατότητα στους γύρω αγρούς λόγω της μετατόπισης των αλάτων από τα βαθύτερα στρώματα προς την επιφάνεια. Για την αποφυγή της δευτερογενούς αλατότητας προτείνεται ο διαχωρισμός των ορυζώνων από τις υπόλοιπες εκτάσεις με βαθιές στραγγιστικές τάφρους και η βελτίωση της λειτουργίας του στραγγιστικού δικτύου. Επιπλέον, η χρήση φωσφογύψου ως εδαφοβελτιωτικό, με ένα συγκεκριμένο σύστημα που περιγράφει λεπτομερώς στην έκθεση η Διεύθυνση Υδάτινων Πόρων και Έγγειων Βελτιώσεων, βοηθά σημαντικά στη βελτίωση των καλλιεργειών των γύρω εδαφών (Μήτσιου, 2004).

Τόσο η αρδευόμενη γεωργία, όσο και η βελτίωση των αλατούχων εδαφών επιβάλλονται για λόγους ανάγκης, που στόχο έχουν την αξιοποίηση της γης και την παραγωγή γεωργικών προϊόντων για τις ανάγκες διατροφής και ένδυσης της ανθρωπότητας. Εδώ ακριβώς βρίσκεται το μεγάλο δίλημμα.

Η ύπαρξη της αρδευόμενης γεωργίας, σημαίνει ότι η συγκέντρωση των αλάτων στη ριζόσφαιρα θα πρέπει να διατηρείται σε επίπεδα που να μην ενεργούν ως ανασταλτικοί παράγοντες της ανάπτυξης των φυτών. Όμως, παράλληλα, αυτό συνεπάγεται κακή ποιότητα (υψηλή αλατότητα) των νερών στράγγισης, που επιστρέφονται στους ποταμούς, τις λίμνες και τις θάλασσες. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν μπορεί να συνεχιστεί η υποβάθμιση των επιφανειακών νερών, αλλά και των υπόγειων από τη ρύπανσή τους με τα νερά στράγγισης, τα οποία είναι επιβαρυμένα με άλατα της έκπλυσης. Θα πρέπει, λοιπόν, τα επιστρεφόμενα από την άρδευση και έκπλυση νερά στράγγισης να είναι όσο το δυνατόν καλής ποιότητας, για την αποφυγή της υποβάθμισης των υπόγειων και επιφανειακών νερών, που συνδέονται άμεσα με την ποιότητα ζωής της σύγχρονης κοινωνίας. Η διατήρηση της καλής ποιότητας των νερών στράγγισης, δηλαδή της επίτευξης χαμηλής αγωγιμότητάς τους, αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για τους ερευνητές, οι οποίοι θα πρέπει να καταβάλουν μια ιδιαίτερη προσπάθεια, ώστε τα νερά στράγγισης να επιστρέφονται στους φυσικούς αποδέκτες σε καλή κατάσταση από πλευράς ποιότητας, για να σταματήσουν την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Για την επίτευξη του ανωτέρου στόχου, θα πρέπει τα εκπλυνόμενα άλατα να μεταφέρονται κάτω από τη ριζόσφαιρα και να εναποτίθενται μεταξύ του κατώτερου σημείου αυτής και των παραφυών της τριχοειδούς κίνησης του νερού αμέσως πάνω από την υπόγεια στάθμη. Είναι προφανές ότι θα πρέπει να γίνουν εκτεταμένες και συστηματικές έρευνες για την επίτευξη του εξαιρετικά δύσκολου και μεγαλεπήβολου αυτού στόχου, ο οποίος επί του παρόντος φαίνεται πολύ δύσκολος στην υλοποίησή του (Κουκουλάκης, 2007).

2.7 Βελτίωση των αλατούχων εδαφών

Η βελτίωση των αλατούχων εδαφών επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της τεχνικής της έκπλυσης με τη χρήση νερού σχετικά καλής ποιότητας. Βασική προϋπόθεση για την επίτευξη της έκπλυσης είναι η ύπαρξη δικτύου στράγγισης μέσω του οποίου τα διαλυμένα άλατα μεταφέρονται στο στραγγιστικό δίκτυο της περιοχής και διοχετεύονται στον κύριο αποδέκτη των νερών στράγγισης της λεκάνης απορροής.

Ο σκοπός της έκπλυσης είναι η απομάκρυνση των διαλυτών αλάτων από την περιοχή της ριζόσφαιρας, ώστε να μην έρχονται σε επαφή με τα νερά των αρδεύσεων που θα ακολουθούν, αλλά και με τις ρίζες των φυτών.

Κατά την έκπλυση, ο υδροφόρος ορίζοντας θα πρέπει να διατηρείται σε βάθος $\geq 2\text{m}$ από την επιφάνεια του εδάφους. Τα αλατούχα εδάφη συχνά έχουν μια στρώση γύψου ή είναι πολύ λεπτόκοκκα. Η παρουσία αυτών των χαρακτηριστικών παρεμποδίζει την αποτελεσματική έκπλυση και απομάκρυνση των αλάτων στο επιθυμητό βάθος, κάτω από τη ριζόσφαιρα. Για τη διευκόλυνση της διήθησης του νερού και την έκπλυση των αλάτων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο εδαφοσχίστης (chisel), ούτως ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή στράγγιση.

Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για την έκπλυση εξαρτάται από το βάθος του εδάφους στο οποίο βρίσκονται τα υπό έκπλυση άλατα, από το ποσοστό των αλάτων που πρέπει να απομακρυνθούν και από τη μέθοδο εφαρμογής του νερού (λεκάνες, τεχνητή βροχή κ.λπ.). Η ποσότητα του νερού έκπλυσης μπορεί να υπολογιστεί σύμφωνα μ' ένα γενικό κανόνα που αναφέρει ότι "η εφαρμογή νερού ύψους μιας μονάδας απομακρύνει το 80% των αλάτων ανά μονάδα βάθους της κατατομής" (Κουκουλάκης, 2007). Η επιτυχής απομάκρυνση των αλάτων κατά την έκπλυση εξαρτάται από το βαθμό κορεσμού του εδάφους με νερό. Η αποτελεσματική απομάκρυνση των αλάτων από την περιοχή της ριζόσφαιρας επιτυγχάνεται όταν το έδαφος βρίσκεται σε ακόρεστη κατάσταση. Η επίτευξη ακόρεστων συνθηκών στο έδαφος επιτυγχάνεται με τη διακεκομμένη (διαλείπουσα) εφαρμογή του νερού (intermittent irrigation). Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση της τεχνητής βροχής (Sprinkler irrigation), όπου το νερό εφαρμόζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα και με ρυθμούς μικρότερους της εξατμισοδιαπνοής. Η μέθοδος της διαλείπουσας (διακεκομμένης) εφαρμογής του νερού για την έκπλυση των αλάτων με τη χρήση της τεχνητής βροχής, έχει

επιτυχώς εφαρμοστεί στα αλκαλιωμένα εδάφη με χαμηλή περατότητα, γεγονός που βελτίωσε την υδραυλική αγωγιμότητα και την ταχύτητα διήθησης από 30% ως 100% (Κουκουλάκης, 2007).



Εικόνα 2.14 Αλατούχο έδαφος

2.8 Ωρίμανση – Συγκομιδή

Ο άριστος χρόνος συγκομιδής στο ρύζι συμβαδίζει με τη μεγαλύτερη συνολική απόδοση στο μύλο και με τη μικρότερη θραυστικότητα του κόκκου. Η πρώιμη ή η όψιμη συγκομιδή έχουν επιπτώσεις στην απόδοση και την ποιότητα των κόκκων. Στην πρώιμη συγκομιδή, επειδή πολλοί σπόροι δεν έχουν φτάσει στην ωρίμανση, αυξάνεται το κόστος και το προϊόν αποδίδει λιγότερο στο μύλο. Στην όψιμη συγκομιδή αυξάνεται το ποσοστό των σπασμένων κόκκων κατά την αποφλοιώση και υπάρχουν απώλειες από πλάγιασμα, τίναγμα σπόρων, επίδραση δυσμενών συνθηκών, εντόμων και τρωκτικών. Τα κριτήρια που καθορίζουν τον κατάλληλο χρόνο συγκομιδής είναι η υγρασία των κόκκων να κυμαίνεται από 19 έως 21%, ο αριθμός ημερών από την άνθιση (συγκεκριμένα 35-40 ημέρες για τις ποικιλίες τύπου Indica και 40-45 ημέρες για τις ποικιλίες τύπου Japonica), ο κιτρινοκαστανός χρωματισμός του πρώτου

κόμβου της φόβης και η απόκτηση κίτρινου χρώματος στο 80% των κόκκων. Η συγκομιδή γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές, ενώ οι νεότερης τεχνολογίας μηχανές διαθέτουν και καταστροφέα στελεχών για την διευκόλυνση της ενσωμάτωσης και αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων. Εάν η υγρασία του εδάφους είναι αυξημένη, οι ελαστικοί τροχοί αντικαθίστανται από ερπύστριες, για την ευκολότερη μετακίνησή τους στον ορυζώνα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).



Εικόνα 2.15 Πριν τη συγκομιδή



Εικόνα 2.16 Συγκομιδή ρυζιού

2.9 Ξήρανση – Αποθήκευση

Για ασφαλή αποθήκευση, οι κόκκοι του ρυζιού δεν θα πρέπει να έχουν υγρασία μεγαλύτερη από 14%. Το προϊόν που συγκομίζεται έχει υψηλή υγρασία και παρόλο που κατά την διάρκεια της συγκομιδής και της μεταφοράς των σπόρων χάνεται ένα μέρος της, η ξήρανση πριν την αποθήκευση θεωρείται απαραίτητη. Η ξήρανση γίνεται είτε σε μετακινούμενα ξηραντήρια που τοποθετούνται στην άκρη του αγρού, είτε στα μόνιμα ξηραντήρια των αποθηκευτικών χώρων στα οποία ο σπόρος μεταφέρεται (συνεταιρισμών, μύλων κ.ά.). Οι συνθήκες ξήρανσης (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) και η διάρκεια ξήρανσης επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την θραυστικότητα των κόκκων. Συνήθως, η χρησιμοποιούμενη θερμοκρασία ξήρανσης είναι 40-50°C για το ρύζι μύλου και 38-43°C για το ρύζι σπόρου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012). Μετά τον αλωνισμό και την ξήρανση, το αναποφλοιωτό ρύζι περνά από μια διαδικασία ώστε

να είναι έτοιμο για κατανάλωση. Η πρώτη διεργασία είναι η διέλευση του αναποφλοιώτου ρυζιού από ειδικά καθαριστήρια για την απομάκρυνση των ξένων υλών, όπως σπόροι ζιζανίων, τεμάχια φυτών κ.ά. Έπειτα αποφλοιώνεται, λευκαίνεται και τελικά γυαλίζεται πριν προωθηθεί για συσκευασία και πώληση.

2.10 Επεξεργασία

Το ρύζι συγκομίζεται από το χωράφι αναποφλοιώτο (Paddy rice) και ως την τελική μορφή διάθεσής του στην αγορά υφίσταται μια σειρά διεργασιών. Οι κόκκοι του ρυζιού αποθηκεύονται όταν η υγρασία είναι χαμηλότερη από 14%. Οι κόκκοι, κατά την είσοδο τους στον μύλο, διέρχονται από πολλαπλά κόσκινα στα οποία με τη βοήθεια ανεμιστήρων απομακρύνονται οι ξένες ύλες. Κατά το στάδιο της αποφλοιώσης, μέσω ειδικών μύλων γίνεται ο διαχωρισμός των λεπύρων από τον κόκκο και με ειδικούς ανεμιστήρες απομακρύνονται οι ατροφικοί και οι αναποφλοιώτοι κόκκοι. Το προερχόμενο από αυτή τη διαδικασία ρύζι ονομάζεται καφέ ή καστανό ρύζι (Brown rice). Το καστανό ρύζι, λόγω του περικαρπίου που το περιβάλλει, αποτελείται από τα επιφανειακά στρώματα, όπως το πίτουρο (6-7% του βάρους κόκκου), το ενδοσπέρμιο (90% του βάρους του κόκκου) και το έμβρυο (2-3%). Το λευκό ρύζι αναφέρεται ως αλεσμένο, γυαλισμένο ή λευκασμένο ρύζι, όταν το 8-10% της μάζας (κυρίως πίτουρο) έχει αφαιρεθεί από το καφέ ρύζι.

Κατά τη διαδικασία της λεύκανσης, αφαιρείται το περικάρπιο, το σπερματικό περίβλημα και το στρώμα της αλευρόνης. Έπειτα, ακολουθεί το στάδιο της στίλβωσης ή βούρτσισμα κατά το οποίο απομακρύνονται και τα τελευταία τμήματα του περικαρπίου που έχουν απομείνει και η διαδικασία ολοκληρώνεται με την επάλειψη των κόκκων με μείγμα γλυκόζης και τάλκης για καλύτερη εμφάνιση.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποφλοιώσης και λεύκανσης ένα ποσοστό των κόκκων θρυμματίζεται. Για τη μείωση αυτών των απωλειών εφαρμόζεται η μέθοδος της υγροθερμικής επεξεργασίας με τη χρήση ζεστού νερού ή ατμού, γνωστή και ως προβρασμός (parboiling) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

2.11 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κόκκου

Η ποιότητα του ρυζιού έχει μεγάλη σημασία για όλους τους ανθρώπους που εμπλέκονται στην παραγωγή, τη μεταποίηση και την κατανάλωσή του, διότι επηρεάζει τη θρεπτική και εμπορική αξία των κόκκων. Η ποιότητα των κόκκων βασίζεται σε υποκειμενικά και αντικειμενικά κριτήρια. Αυτά μπορεί να είναι η εμφάνιση, η ποιότητα άλεσης, η απόδοση στο μύλο, η συμπεριφορά στο μαγείρεμα, η επεξεργασία και η διατροφική ποιότητα ή αξία.

Η εμφάνιση του προϊόντος προσδιορίζεται κυρίως από το σχήμα του κόκκου το οποίο καθορίζεται από το μήκος, το πλάτος, την αναλογία μήκος/πλάτος και την κρυσταλλότητα του ενδοσπερμίου (Koutroubas et al., 2003). Η κρυσταλλότητα του κόκκου είναι χαρακτηριστικό ποιότητας με ιδιαίτερη σημασία για τις περισσότερες ποικιλίες. Η ύπαρξη μαργαρίτη (αδιαφανείς κηλίδες) σε ένα διαφανή κόκκο επηρεάζει αρνητικά την εμφάνιση και συνεπώς την ποιότητα του κόκκου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης αποτελεί και ο δείκτης απόδοσης στο μύλο. Η απόδοση της άλεσης καθορίζεται από την αναλογία ολόκληρων κόκκων και σπασμένων κόκκων που παράγονται κατά τη διάρκεια της άλεσης των ακατέργαστων ρυζιών (Koutroubas et al., 2003). Οι ποικιλίες ρυζιού που παρουσιάζουν μακρύ και λεπτό κόκκο απολαμβάνουν υψηλότερη τιμή στην αγορά σε σχέση με αυτές των οποίων οι κόκκοι είναι κοντοί και παχύτεροι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Άλλο ένα βασικό κριτήριο αξιολόγησης του ρυζιού είναι η συμπεριφορά στο μαγείρεμα και οι ιδιότητες επεξεργασίας που έχει. Οι δύο πιο σημαντικοί δείκτες ποιότητας γι' αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η περιεκτικότητα σε αμυλόζη (AC) και η θερμοκρασία ζελατινοποίησης (GT). Η περιεκτικότητα του επεξεργασμένου ρυζιού σε άμυλο αποτελεί περίπου το 90% του ξηρού βάρους του και οι φυσικοχημικές του ιδιότητες επιδρούν σημαντικά στην ποιότητα του μαγειρέματος και στη γεύση.

Η θρεπτική ποιότητα του ρυζιού καθορίζεται κυρίως από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του κόκκου. Μελέτες έχουν δείξει ότι η περιεκτικότητα πρωτεΐνης είναι ένα ποσοτικό γνώρισμα. Παράγοντες, όπως η καλλιεργητική εποχή, η τοποθεσία, η N (αζωτούχος) λίπανση, η διαχείριση των υδάτων και ο έλεγχος των ζιζανίων είναι μεταξύ των κύριων πηγών μεταβολής της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Η βελτίωση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη στο ρύζι θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της γενετικής βελτίωσης ποικιλιών με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ή μέσω διαχείρισης του περιβάλλοντος και των καλλιεργητικών πρακτικών (Koutroubas et al., 2003).



Εικόνα 2.17 Ξηραντήριο στον Δ. Δέλτα Αξιού

3. ΘΡΕΨΗ, ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

3.1 Θρέψη και λίπανση

Το ρύζι καλλιεργείται σε εδάφη τα οποία είναι συνήθως αλατούχα παθογενή. Ο τρόπος που γίνεται η κατάκλυση του ρυζιού έχει άμεση επίδραση στον τρόπο που συμπεριφέρονται τα θρεπτικά συστατικά στο έδαφος και στην περιεκτικότητα του εδάφους σε αυτά, με αποτέλεσμα την ανάγκη προσαρμογής του τρόπου διαχείρισης των λιπασμάτων για την καλύτερη δυνατή αξιοποίησή τους. Η λίπανση στις καλλιέργειες ρυζιού παρουσιάζει ιδιαιτερότητα γιατί το έδαφος βρίσκεται σε συνεχή, σχεδόν, κατάκλυση με νερό, με συνέπεια να δημιουργούνται συνθήκες που διευκολύνουν την έκπλυση και την απορροή των λιπαντικών στοιχείων. Παράλληλα, λόγω της μεγάλης ανάγκης για συνεχή ανανέωση του νερού επειδή πρέπει να απομακρύνονται τα άλατα του εδάφους ειδικά στα πρώτα και πιο ευαίσθητα στάδια της ανάπτυξης των φυτών, καταλήγει να υπάρχει μεγάλη απώλεια των λιπαντικών στοιχείων. Κατά την εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης χρησιμοποιούνται αρκετές φορές κοκκώδη λιπάσματα, τα οποία συνήθως διαλύονται με πιο αργό ρυθμό στο νερό και είναι διαθέσιμα στα φυτά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Για τη βελτίωση των αλατούχων εδαφών που καλλιεργούνται με ρύζι χρησιμοποιούνται συνήθως όξινα λιπάσματα και με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η μείωση του pH του εδάφους. Στην Ελλάδα, τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για το ρύζι είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το θείο και από τα ιχνοστοιχεία ο ψευδάργυρος (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012, Ντάνος, 1994).

Το άζωτο (N) αυξάνει το αδέλφωμα, τον αριθμό των φοβών, τον αριθμό των κόκκων ανά φόβη, το βάρος των κόκκων και, τελικά, την απόδοση. Ο φώσφορος (P) στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών προωθεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Στα μετέπειτα στάδια, επιταχύνει την άνθηση, την ωρίμανση και αυξάνει το βάρος των κόκκων. Το κάλιο (K) παίζει ρόλο στον καθορισμό του αριθμού των αδελφιών, τη σύνθεση και τη μεταφορά των υδατανθράκων, στο σχηματισμό και το γέμισμα των κόκκων. Επίσης, σκληραγωγεί τους ιστούς του φυτού και έτσι αυξάνει την αντοχή στις ασθένειες, στους εχθρούς, στις αντίξοες καιρικές συνθήκες και μειώνει το πλάγιασμα (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Η λίπανση που εφαρμόζεται είναι δύο ειδών, η βασική και η επιφανειακή. Η βασική λίπανση γίνεται πριν τη σπορά και κατά την εφαρμογή της ενσωματώνονται στο έδαφος το 40 με 50% της ποσότητας του αζώτου και ολόκληρη η ποσότητα φωσφόρου και καλίου. Η

βασική λίπανση προωθεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, τον αριθμό αδελφιών ανά φυτό, το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας και τον αριθμό των κόκκων στους στάχεις. Η επιφανειακή λίπανση γίνεται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας σε μία ή δύο δόσεις δίνοντας έμφαση κυρίως στο άζωτο και στο θείο. Με την επιφανειακή λίπανση ενισχύεται η ευρωστία της καλλιέργειας, η ανάπτυξη των φυτών, το βάρος των κόκκων και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά (www.yraithros.gr)



Εικόνα 3.1 Ψεκασμός ορυζώνα με λιπασματοδιανομέα

3.1.1 Άζωτο (N)

Το άζωτο είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για την μέγιστη απόδοση στην καλλιέργεια του ρυζιού. Η έλλειψή του ελαχιστοποιεί την απόδοση και η υπερεπάρκεια αυξάνει τον αριθμό των μη γόνιμων αδελφιών με αποτέλεσμα και πάλι τη μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας. Στην περίπτωση της υπερλίπανσης αυξάνονται οι απώλειες του αζώτου με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η διαθεσιμότητα του αζώτου στο έδαφος εξαρτάται από πολλές εδαφικές παραμέτρους, όπως είναι η οργανική ουσία, η μηχανική σύσταση, τα υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας, η καλλιέργεια που προηγήθηκε, ο ρυθμός ανοργανοποίησης του αζώτου, το pH, το ανθρακικό ασβέστιο, η μικροβιακή δραστηριότητα και η θερμοκρασία του εδάφους. Επίσης, η διαθεσιμότητα του αζώτου στο ρύζι επηρεάζεται από το ύψος του νερού στις λεκάνες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, διότι όταν δημιουργούνται αερόβιες συνθήκες στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, τα αμμωνιακά μετατρέπονται σε νιτρικά και στη συνέχεια χάνονται ως οξείδια του αζώτου αφού μετακινηθούν στο αναερόβιο στρώμα του εδάφους (Ιατρού και Καρυδάς, 2018).

Η ποσότητα του αζώτου που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από την καλλιεργούμενη ποικιλία, από την επάρκεια νερού άρδευσης και από την αμειψισπορά. Για μια ικανοποιητική απόδοση, που κυμαίνεται συνήθως στα 750-800 κιλά καρπού ανά στρέμμα, προτείνεται να χρησιμοποιούνται περίπου 14-16 κιλά αζώτου ανά στρέμμα. Μικρότερες ποσότητες αζώτου μπορούν να εφαρμοστούν σε πρώιμες ποικιλίες, καθώς και σε ποικιλίες που έχουν μεγάλη τάση για πλάγιασμα. Βέβαια, η ποσότητα του αζώτου εξαρτάται σημαντικά από την παρεχόμενη ποσότητα νερού, ενώ όταν παρατηρείται έλλειψη οι ποσότητες αζώτου που αξιοποιούνται από τα φυτά είναι μικρότερες. Σε περιπτώσεις όπου η καλλιέργεια του ρυζιού συμμετέχει σε συστήματα αμειψισποράς με μηδική, η οποία ως ψυχανθές επιτρέπει τον εμπλουτισμό του εδάφους με άζωτο, η ποσότητα του αζώτου που προστίθεται, καλό είναι να μην ξεπερνά τα 12 κιλά ανά στρέμμα. Επιπλέον, αυτός ο περιορισμός των ποσοτήτων αζωτούχων λιπασμάτων ευνοεί την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και την ανάπτυξη ευπαθών σε ασθένειες φυτών. Η εφαρμογή της λίπανσης γίνεται ακολουθώντας συνήθως ένα πλάνο κατά το οποίο το 40% περίπου της συνολικής ποσότητας αζώτου εφαρμόζεται κατά τη βασική λίπανση και η υπόλοιπη ποσότητα επιφανειακά σε δύο δόσεις, από τις οποίες η πρώτη, 40%, στο αδελφωμα (25-35 ημέρες μετά τη σπορά) και η δεύτερη, 20%, πριν από την έναρξη της φάσης της διόγκωσης (50-60 ημέρες μετά τη σπορά). Κατάλληλα λιπάσματα θεωρούνται τα αμμωνιακά, η απομάκρυνση των οποίων από το έδαφος γίνεται με πιο αργό ρυθμό (<http://www.gaiapedia.gr>).

Το ρύζι απορροφά άζωτο σε αμμωνιακή (NH_4^+) ή νιτρική (NO_3^-) μορφή και γι' αυτό πρέπει να μετατραπεί σε NH_4 ή NO_3 για να προσληφθεί από το ρύζι. Η έλλειψη O_2 στα κατακλυζόμενα εδάφη συντελεί στη σταθερότητα και στη συγκέντρωση του NH_4 , ενώ το NO_3 είναι ασταθές. Η απονιτροποίηση και οι μηχανισμοί εξαέρωσης και έκπλυσης της αμμωνίας προκαλούν απώλεια αζώτου στα εδάφη, πιθανώς κατά τη διάρκεια της φωτοαναπνοής. Επιπλέον, απομάκρυνση του αζώτου και των λοιπών θρεπτικών στοιχείων στα αλατούχα εδάφη γίνεται με την τακτική ανανέωση του νερού, η οποία είναι απαραίτητη, ιδίως στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Στις κατακλυζόμενες καλλιέργειες του ρυζιού προστίθεται άζωτο και με βιολογική δέσμευση, συμβιωτική ή μη συμβιωτική (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

Το περιδόφυτο *Azolla* εγκαθίσταται με εμβολιασμό στο έδαφος του ορυζώνα και μαζί με τα αυτοφυή κυανοφύκη που δεσμεύουν άζωτο, ενισχύουν την έκλυση αζώτου στο νερό του

ορυζώνα και βοηθούν την καλλιέργεια. Η απορρόφηση του αζώτου από το ρύζι είναι διαφορετική σε κάθε στάδιο της ανάπτυξής του. Οι Ntanos and Koutroubas (2002b), κατόπιν πειραμάτων στους αγρούς της Χαλάστρας Θεσσαλονίκης, συμπεραίνουν ότι η συσσώρευση ξηράς ουσίας και N στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ρυζιού είναι σημαντικοί παράγοντες για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα. Συνεπώς, για μέγιστη αύξηση και απόδοση, το ρύζι χρειάζεται επάρκεια αζώτου στο έδαφος για απορρόφηση στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (αδέλφωμα) (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

3.1.2 Φώσφορος (P)

Συνήθως απαιτούνται 4-8 κιλά φωσφόρου ανά στρέμμα. Η προσθήκη του P γίνεται κατά τη βασική λίπανση γιατί πρόκειται για ένα στοιχείο με μικρή κινητικότητα στο έδαφος, ενώ παράλληλα είναι απαραίτητο στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών καθώς ευνοεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (<http://www.gaiapedia.gr>). Η μέγιστη πρόσληψη P επιτυγχάνεται περίπου στην έκπτυξη της ταξιανθίας και η μετακίνησή του γίνεται από τους βλαστούς και τα φύλλα προς τις ταξιανθίες. Η ποσότητα P στον καρπό αντιστοιχεί στο 60-75% του προσλαμβανόμενου από το φυτό.

Η κατάκλυση έχει αποδειχτεί ότι αυξάνει τη διαθεσιμότητα των φωσφορικών για τα φυτά σε σύγκριση με μη κατακλυζόμενο έδαφος. Στο αναγωγικό εδαφικό περιβάλλον της κατάκλυσης, τα αδιάλυτα άλατα του τρισθενούς σιδήρου μετατρέπονται στα αντίστοιχα διαλυτά του δισθενούς σιδήρου και παρατηρείται υδρόλυση των φωσφορικών αλάτων του σιδήρου και του αργιλίου. Έτσι, συχνά δεν παρατηρείται σημαντική αντίδραση του κατακλυζόμενου ρυζιού στη φωσφορική λίπανση (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

3.1.3 Κάλιο (K)

Οι ανάγκες των φυτών σε κάλιο ακολουθούν περίπου το μοντέλο αναγκών σε άζωτο. Έτσι, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και κατά το αδέλφωμα επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των αδελφιών που θα σχηματιστούν. Στα επόμενα στάδια ανάπτυξης των φυτών ευνοεί τόσο την αντοχή στο πλάγιασμα, όσο και τη σύνθεση και μεταφορά υδατανθράκων καθώς και το σχηματισμό των κόκκων και την αύξηση του βάρους τους. Τέλος, φαίνεται να έχει ευνοϊκή επίδραση στην ανάπτυξη φυτών με αντοχή σε μη ευνοϊκές συνθήκες. Οι απαραίτητες ποσότητες καλίου κυμαίνονται στα 6-10 κιλά ανά στρέμμα. Συνήθως η απαιτούμενη ποσότητα προστίθεται στο έδαφος κατά τη βασική λίπανση, αλλά

σε εδάφη με μικρή περιεκτικότητα σε κάλιο προτείνεται η μισή ποσότητα πρέπει να ενσωματώνεται στο έδαφος με τη βασική λίπανση και η άλλη μισή πρέπει να προστίθεται όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο του αδελφώματος (<http://www.gaiapedia.gr>). Η απορρόφηση του K ξεκινά με υψηλές τιμές στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και σταδιακά μειώνεται μέχρι περίπου το 20% του καλίου που έχει απορροφηθεί από τα βλαστικά τμήματα να μεταφέρεται στη φόβη και το υπόλοιπο να παραμένει στα βλαστικά τμήματα κατά την ωρίμανση. Στα περισσότερα εδάφη που καλλιεργείται το ρύζι υπάρχει επάρκεια καλίου, οπότε η αντίδραση του ρυζιού στην καλιούχο λίπανση είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με την αζωτούχο και τη φωσφορική. Όπως και για τον P, στα κατακλυζόμενα εδάφη, αυξάνεται η διαθεσιμότητα του καλίου λόγω εκμετάλλευσης του μη ανταλλάξιμου καλίου (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012).

3.1.4 Θείο (S)

Το θείο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη του ρυζιού και συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής και στη βελτίωση της ποιότητας. Σε περίπτωση που η έλλειψη S δεν διορθωθεί έγκαιρα μπορεί να καθυστερήσει η ωρίμανση του ρυζιού. Η καλλιέργεια του ρυζιού δεν χρειάζεται μεγάλη ποσότητα θείου και η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων που περιέχουν θείο καλύπτει τις ανάγκες των φυτών (Παπακώστα –Τασοπούλου, 2012). Η προσθήκη φωσφορικής αμμωνίας, νιτροθειικής αμμωνίας και θειικού καλίου στο έδαφος αυξάνει την κάλυψη των αναγκών των φυτών ρυζιού σε θείο (<http://www.gaiapedia.gr>).

3.1.5 Ψευδάργυρος (Zn)

Στη χώρα μας έχει αναφερθεί έλλειψη ψευδαργύρου σε εδάφη με υψηλό pH γιατί μπορεί να δεσμευθεί σε οργανικά σύμπλοκα. Γενικά, αναφέρεται ότι η διαθεσιμότητα του Zn στο έδαφος και η πρόσληψή του από το ρύζι ρυθμίζεται από αρκετές χημικές ιδιότητες του εδάφους και από αλληλεπιδράσεις εντός της ριζόσφαιρας. Η έλλειψη Zn μειώνει την ανάπτυξη του ρυζιού περισσότερο από όλα τα άλλα μικροστοιχεία και συνήθως παρουσιάζεται νωρίς και αν αντιμετωπιστεί έγκαιρα η επίπτωση στην απόδοση είναι περιορισμένη (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Επιπρόσθετα, όταν υπάρχει υψηλή συγκέντρωση φωσφόρου στο έδαφος μπορεί, επίσης, να ελαττώσει τη διαθεσιμότητά του. Σε περίπτωση έλλειψής του, μπορεί να γίνει εφαρμογή του πριν τη σπορά (βασική λίπανση) ή 2-3 εβδομάδες μετά τη σπορά. Σε αλατούχα εδάφη, η εφαρμογή γύψου μειώνει το pH του

εδάφους και επομένως συντελεί στη βελτίωση της κατάστασης σε ότι αφορά στη διαθεσιμότητα του ψευδαργύρου (<http://www.gaiapedia.gr>).

3.2 Παράδειγμα εδαφοανάλυσης στην περιοχή μελέτης

Κατά τη διάρκεια συγκέντρωσης πληροφοριών, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας στον Δήμο Δέλτα για την καλλιέργεια ρυζιού, το Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων (Σίνδος Θεσσαλονίκης) του ΕΛΓΟ Δήμητρα έδωσε, ενδεικτικά, τη δυνατότητα πρόσβασης στο δελτίο αποτελεσμάτων ανάλυσης εδάφους ενός παραγωγού ρυζοκαλλιεργητή στην τοποθεσία Σπάϊτσα. Στο δελτίο εδαφικής ανάλυσης παρουσιάζονται τα εξής αποτελέσματα:

Αναλύσεις χαρακτηρισμού

pH (1:2 H₂O): 7,4

Άμμος (%): 31,2

Οργανική ουσία(%): 2,4

Ιλύς(%): 48,4

Ολικό CaCO₃ (%): 5,1

Άργιλος (%): 20,4

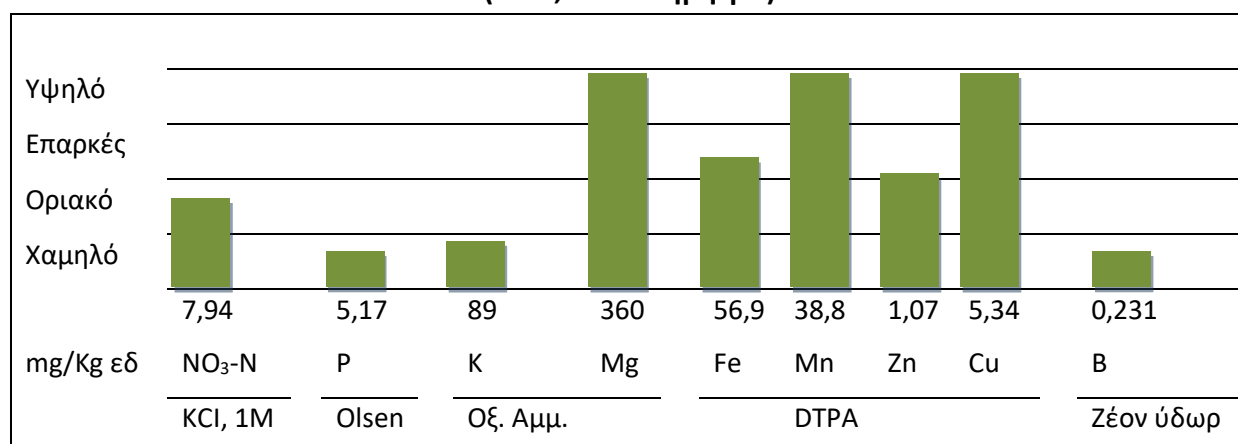
I.A.K. (NaAc, pH 8,2) (meq/100g)

Χαρακτηρισμός: Πηλώδες

Αναλύσεις στο νερό κορεσμού

Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα: 0,723

Πίνακας 3.1 Επίπεδα αφομοιώσιμων μορφών θρεπτικών σε καλλιέργεια ενός παραγωγού (ΙΕΥΠ, ΕΛΓΟ Δήμητρα)



Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι το pH του εδάφους δεν δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα στο ρύζι. Υπάρχει η πιθανότητα τροφοπενιών Zn και Cu, ενώ χρήσιμοι θα ήταν διαφυλλικοί ψεκασμοί με Zn εφόσον η ανάλυση του εδάφους έδειξε οριακά επίπεδα. Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η παρουσία CaCO₃ αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων με Zn και Cu. Κατά τη μέτρηση της

ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαπιστώθηκε ότι η αλατότητα δεν δημιουργεί προβλήματα στο ρύζι. Το έδαφος είναι μέσης συστάσεως, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα για το ρύζι.

Ακόμα, το ΙΕΥΠ παρείχε πληροφορίες συμβουλευτικής λίπανσης στον ρυζοκαλλιεργητή. Προτείνουν την εφαρμογή 14-16 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα. Η μισή ποσότητα να εφαρμόζεται στη βασική λίπανση με ενσωμάτωση σε μικρό βάθος (10-20 εκ) υπό μορφή θειικής αμμωνίας (κοκκώδους) ή άλλου απλού ή σύνθετου λιπάσματος κοκκώδους (π.χ. ουρία ή 11-15-15). Το υπόλοιπο του αζώτου επιφανειακά σε δύο δόσεις, μία στο αδέλφωμα και μία πριν από την έναρξη της διόγκωσης (50-60 μέρες από τη σπορά). Αυτή η δόση αζωτούχου λιπάσματος αφορά παραγωγή 700-800 κιλά ανά στρέμμα. Αν αναμένεται μικρότερη παραγωγή, πρέπει να μειωθεί το άζωτο αναλογικά. Αν έχει προηγηθεί αμειψισπορά με ψυχανθές να ελαττωθεί το άζωτο κατά 4-5 μονάδες. Επίσης, ως προς τη βασική λίπανση, συμβούλευσαν την προσθήκη 6-8 μονάδων φωσφόρου ανά στρέμμα και 12-14 μονάδες καλίου σε μορφή θειικού καλίου, η μισή ποσότητα στη βασική λίπανση και η άλλη μισή επιφανειακά, από το αδέλφωμα μέχρι το στάδιο της διογκώσεως. Δεν απαιτείται λίπανση με μαγνήσιο για μία ή δύο καλλιεργητικές περιόδους. Ο σίδηρος, το μαγγάνιο και ο χαλκός είναι σε επάρκεια. Χρειάζεται να εφαρμοστούν προληπτικά 0,2-0,5kg ψευδαργύρου στο στρέμμα (1-2kg θειικού ψευδαργύρου), ενώ είναι χρήσιμοι οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με ψευδάργυρο. Τέλος, συνέστησαν τη προσθήκη 2-3 kg βόρακα στο στρέμμα στη βασική λίπανση, η δόση να μην ξεπερνά τη συνιστώμενη και η εφαρμογή του βορίου να επαναληφθεί την επόμενη χρονιά.

3.3 Προτάσεις για λύσεις στο πρόβλημα της θρέψης

Η πρόταση για επίλυση αυτού του ζητήματος βρίσκεται σε μια αναπτυσσόμενη τεχνική, τη λίπανση ακριβείας. Τα τελευταία λίγα χρόνια στη χώρα μας δραστηριοποιούνται εταιρείες που προσφέρουν με τη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας και συγκεκριμένα με τη μέθοδο της τηλεπισκόπησης, υπηρεσίες βελτίωσης της ρυζοκαλλιέργειας. Κατά τη μέθοδο αυτή λαμβάνονται και αξιοποιούνται δορυφορικές εικόνες μέσα από τις οποίες καταγράφονται οι ελλείψεις και οι υπερλιπάνσεις των καλλιεργειών, σε συνδυασμό με αναλύσεις εδαφικών δειγμάτων και στη συνέχεια υπολογίζονται οι δοσολογίες των λιπασμάτων που απαιτούνται για τη μέγιστη απόδοση, τη μικρότερη οικονομική σπατάλη και τη λιγότερη περιβαλλοντική ρύπανση.

Το 2017 στη Χαλάστρα Θεσσαλονίκης οργανώθηκε ένα πείραμα, του οποίου τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν τον Ιανουάριο του 2018 στο διεθνές περιοδικό *Agricultural Economics Review*. Συντελεστές της έρευνας ήταν οι Μ. Ιατρού, Χ. Καρυδάς, Γ. Ιατρού, Ζ. Ζαρταλούδης, Κ. Κράββας και Σ. Μουρελάτος. Στόχος της έρευνας ήταν να αξιολογήσει τη σχέση μεταξύ της απόδοσης του ρυζιού και των ιδιοτήτων του εδάφους για τη βελτίωση των προτάσεων για λίπανση.

Πιο συγκεκριμένα, το αγρόκτημα στο οποίο διενεργήθηκε η σχετική έρευνα ανήκει σε έναν μόνο παραγωγό ρυζιού, βρίσκεται στη Χαλάστρα του Δήμου Δέλτα, μια περιοχή μονοκαλλιέργειας στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης. Ο ορυζώνας κάλυψε έκταση 1148 στρεμμάτων το 2017, μοιρασμένη σε 38 λεκάνες ρυζιού, με περίπου το μισό της έκτασης (560 στρέμματα) να συγκεντρώνεται σε 17 παρακείμενα χωράφια που βρίσκονται στο κέντρο της περιοχής. Μια ποικιλία μακριού και μεσαίου κόκκου (Thai Bonnet και Ronaldo, αντίστοιχα) σπάρθηκαν σε νερό από τις 9 έως τις 21 Μαΐου 2017. Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, ο καλλιεργητής προσπάθησε να διατηρήσει βάθος λεκάνης 10 cm με εξαίρεση δύο εβδομάδες που για λόγους ελέγχων ζιζανίων, οι λεκάνες αποστραγγίστηκαν. Αυτό το βάθος νερού συνήθως δεν παραμένει σταθερό συνεχώς στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του νερού από το συλλογικό σύστημα άρδευσης της πεδιάδας, γεγονός που συμβάλλει ουσιαστικά στις απώλειες αζώτου.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω της εφαρμογής μιας νέας μεθοδολογίας της γεωργίας ακριβείας στην έκταση που προαναφέρθηκε. Στη μεθοδολογία περιλαμβάνεται η χρήση πολυφασματικών δορυφορικών εικόνων, οι οποίες αποκτήθηκαν κατά την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο για την οριοθέτηση προκαταρκτικών ζωνών, εντός των οποίων εξαγονται και αναλύονται αντιπροσωπευτικά δείγματα εδάφους και διατυπώνονται συστάσεις για λίπασμα ανά ζώνη. Η χωρική κατανομή των επιδόσεων καταγράφηκε με έναν χαρτογράφο τοποθετημένο σε θεριζοαλωνιστική μηχανή. Ως αποτέλεσμα των εφαρμογών με βάση τις ζώνες και την καλλιεργητική περίοδο του 2017, ο καλλιεργητής σημείωσε αύξηση 15% στην απόδοση σε σύγκριση με τον μέσο όρο των αποδόσεων της προηγούμενης δεκαετίας, ενώ η χρήση λιπασμάτων μειώθηκε κατά 20%. Επιπλέον, φάνηκε ότι το άζωτο που προστέθηκε με τη βασική λίπανση μαζί με το μαγνήσιο του εδάφους ήταν οι κύριοι παράγοντες που συνέβαλλαν στις διαφορές της απόδοσης, ενώ οι ανάγκες σε φώσφορο και κάλιο καλύφθηκαν με τη βασική λίπανση. Εκτός των άλλων, συγκεντρώθηκαν πληροφορίες

μέσω του συστήματος εικόνων για κρίσιμες παραμέτρους, όπως η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, η βιομάζα και η περιεκτικότητα σε νερό. Μετά τη χαρτογράφηση και την κατάτμηση του ορυζώνα σε ζώνες, ελήφθησαν 83 δείγματα από βάθος 30 cm. Τα εδαφικά δείγματα υποβλήθηκαν σε πλήρη ανάλυση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους, στο ΙΕΥΠ του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ.

Η ανάλυση δεν έδειξε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των περισσότερων ιδιοτήτων του εδάφους και της απόδοσης της καλλιέργειας. Αυτή η έλλειψη σχέσης επιβεβαιώνει τα δεδομένα που παρουσιάζονται από άλλους ερευνητές, οι οποίοι δείχνουν ότι οι ιδιότητες του εδάφους από μόνες τους δεν μπορούν να εξηγήσουν τις μεταβολές στην απόδοση. Το σύστημα ανάλυσης Principal Component Analysis (PCA) ορίζει ποιες εδαφικές παράμετροι είναι κρίσιμες για την απόδοση του ρυζιού, χρησιμοποιώντας άλλη μεθοδολογία από τη συνήθη. Η ανάλυση αυτή έδειξε ότι στον ορυζώνα της Χαλάστρας τέσσερα κύρια συστατικά εξηγούν το 70,4% της παραλλακτικότητας και ότι τα υπόλοιπα στοιχεία θεωρήθηκαν λιγότερο σημαντικά.

Η περιεκτικότητα σε άργιλο, άζωτο (που χρησιμοποιήθηκε στη βασική λίπανση), ολικό άζωτο, οργανική ύλη, κάλιο, μαγγάνιο και χαλκό, όπως επίσης το pH και η περιεκτικότητα σε CaCO_3 , συσχετίστηκαν θετικά με την απόδοση. Η περιεκτικότητα σε άργιλο είχε σημαντική επίδραση στην απόδοση επειδή τα αργιλώδη εδάφη έχουν μικρότερη ικανότητα διείσδυσης του νερού και έτσι εξοικονομείται περισσότερο άζωτο σε σύγκριση με τα αμμώδη εδάφη. Επιπλέον, όσο περισσότερο άζωτο χορηγείται κατά τη μεταφύτευση, τόσο μεγαλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται κατά τη συγκομιδή. Επίσης, φαίνεται ότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ του pH, του CaCO_3 και της απόδοσης, παρά το γεγονός ότι είναι γνωστό πως η διαθεσιμότητα φωσφόρου και μικροθρεπτικών συστατικών μειώνεται σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ασβεστόχα. Ωστόσο, αυτή η συσχέτιση μπορεί να εξηγηθεί από την υψηλότερη διαθεσιμότητα μαγνησίου σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο. Η οργανική ύλη βοήθησε επίσης, όπως ήταν αναμενόμενο, στην απόδοση. Πρόσθετα, η πυκνότητα και η περιεκτικότητα σε άμμο είχαν αρνητικό αντίκτυπο στην απόδοση, επειδή παρατηρήθηκε αποστράγγιση νερού από εδάφη με αυξημένη περιεκτικότητα σε άμμο, η οποία συντέλεσε στην έκπλυση αζώτου σε βάθη εδάφους που δεν ήταν προσβάσιμα από τις ρίζες των φυτών. Η ποικιλία Ronaldo είχε σημαντικά μεγαλύτερη απόδοση σε σύγκριση με την Thai Bonnet.

Η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) συνδέθηκε με χαμηλότερη απόδοση, κάτι που είναι αναμενόμενο για την καλλιέργεια ρυζιού σε αυτή την περιοχή, καθώς η EC παρουσιάζει υψηλή μεταβλητότητα. Η προσθήκη καλίου βρέθηκε ότι μειώνει την περιεκτικότητα σε νάτριο στον ιστό του ρυζιού σε αλατούχα εδάφη και αυξάνει την απόδοση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εδαφολογικής ανάλυσης στην περιοχή, διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν πολλές ζώνες με σχετικά υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας, κάτι που είναι κοινό χαρακτηριστικό της περιοχής ρυζοκαλλιέργειας του Δήμου Δέλτα και αυτός ήταν πιθανώς ένας ακόμη λόγος για τη θετική συσχέτιση μεταξύ καλίου και απόδοσης.

Το άζωτο είναι το πιο σημαντικό στοιχείο για την καλλιέργεια του ρυζιού, η υπερλίπανση με άζωτο ή η έλλειψή του, οδηγούν σε μειωμένες αποδόσεις. Συνήθως, οι Έλληνες παραγωγοί ρυζιού τείνουν να προμηθεύονται μεγάλες ποσότητες αζώτου για να πετύχουν τις μέγιστες δυνατές αποδόσεις και να αποφύγουν τις απώλειες σε παραγωγή ρυζιού. Εάν η απόδοση μειωθεί, λόγω μειωμένης λίπανσης, τότε η εξοικονόμηση λόγω του μειωμένου κόστους των λιπασμάτων δεν μπορεί να αντισταθμίσει την οικονομική απώλεια που προκαλείται από τη μείωση της απόδοσης του ορυζώνα. Για το λόγο αυτό, οι καλλιεργητές συχνά υπερβάλλουν στη λίπανση με άζωτο. Αυτό προκαλεί μια σειρά προβλημάτων, όπως το αυξημένο κόστος παραγωγής και οι περιβαλλοντικές προεκτάσεις της περίσσειας γεωργικών φαρμάκων. Εκτός από την έλλειψη αζώτου, σε μειωμένη απόδοση μπορεί να οδηγήσει και η υπερβολική εφαρμογή του, επειδή προκαλεί στειρότητα των σταχυώνων σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τα επίπεδα νιτρικού-αζώτου ($\text{NO}_3\text{-N}$) παρουσίασαν αρνητική συσχέτιση με την απόδοση. Αυτό συνέβη επειδή τα επίπεδα νιτρικών αλάτων αυξάνονται πριν από τη σπορά τον Μάιο (όταν πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία εδάφους) σε εδάφη με χαμηλά επίπεδα αργίλου. Αυτό συμβαίνει επειδή ο αυξημένος αερισμός του εδάφους προάγει την ανοργανοποίηση του αζώτου. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα εδάφη με χαμηλά επίπεδα αργίλου παρήγαγαν μικρότερη απόδοση λόγω αυξημένων απωλειών αζώτου.

Ο φώσφορος είχε αναμενόμενα αρνητική επίδραση στην απόδοση, εφόσον υπήρξαν ζώνες εντός της πειραματικής περιοχής όπου έφτασε σε επίπεδα τοξικότητας λόγω της λίπανσης των προηγούμενων ετών. Η ετήσια εφαρμογή του φωσφόρου είναι απαραίτητη για τις καλλιέργειες δημητριακών, ιδιαίτερα για τα ασβεστούχα εδάφη, επειδή η περιεκτικότητα των εδαφών σε φώσφορο έχει την τάση να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, λόγω των προϊόντων αντίδρασης που σχηματίζονται στο έδαφος. Ωστόσο, όταν τα επίπεδα φωσφόρου

είναι υψηλά στο έδαφος, μπορεί να υπάρξει μεταβολή στην απόδοση, λόγω της μειωμένης διαθεσιμότητας μικροθρεπτικών συστατικών στον φυτικό ιστό.

Παρά το γεγονός ότι το κάλιο ήταν επαρκές σε πολλές ζώνες, η εφαρμογή του είχε θετικό αντίκτυπο στην απόδοση και ως εκ τούτου θα πρέπει να προστίθεται σε συγκεκριμένες ζώνες με υψηλότερους ρυθμούς σε σύγκριση με την τρέχουσα πρακτική για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών. Η επάρκεια μαγγανίου και χαλκού στο έδαφος είχε ως αποτέλεσμα την υψηλότερη απόδοση, και έτσι, συνέστησαν ο χαλκός και το μαγγάνιο να εφαρμοστούν στο επόμενο έτος.

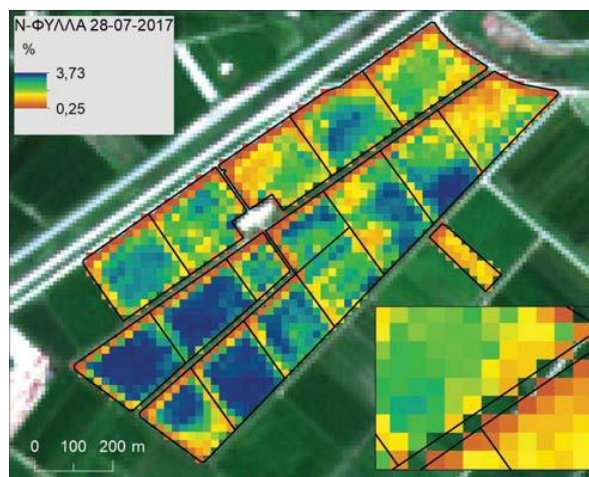
Ένα άλλο ζήτημα που επηρεάζει την ποιότητα της απόδοσης είναι ότι οι καλλιεργητές συχνά χρησιμοποιούν το λίπασμα NPK 32-5-5 (που περιέχει κυρίως άζωτο και χαμηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου και καλίου) λόγω της ικανότητάς του να παρέχει κάλιο σε πολλά εδάφη και της αυξημένης του περιεκτικότητας σε φώσφορο σε συνθήκες πλημμύρας. Η εφαρμογή του αζώτου χρησιμοποιώντας βασικά υλικά, όπως το λίπασμα NPK 32-5-5, οδηγεί σε ακατάλληλη λίπανση της καλλιέργειας με κάλιο και φώσφορο. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική ποσότητα αζώτου που παρέχεται από τη βασική και την επιφανειακή εφαρμογή αζώτου είναι υψηλή, η μη ισορροπημένη θρέψη του ρυζιού οδηγεί σε χαμηλή αποτελεσματικότητα του αζώτου προκαλώντας περιβαλλοντικά προβλήματα.

Ωστόσο, οι καλλιεργητές θα παρείχαν ισορροπημένη θρέψη στις καλλιέργειές τους, συμπεριλαμβανομένων των αυξημένων επιπέδων καλίου και φωσφόρου και, συνεπώς, θα αποδέχονταν μια αύξηση στο κόστος λίπανσης, εάν είχαν τη βεβαιότητα ότι θα έχουν αυξημένες αποδόσεις στην καλλιέργειά τους. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να εφαρμοστεί ειδική διαχείριση για την εξασφάλιση ισορροπημένης θρέψης με κάλιο. Με βάση αυτές τις ανάγκες προέκυψε μια νέα προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την παροχή βελτιστοποιημένης σύστασης λιπασμάτων για τους καλλιεργητές ρυζιού με βάση την τηλεπισκόπηση και τα δεδομένα απόδοσης που χαρτογραφούνται (yield map data). Ο στόχος αυτής της έρευνας ήταν να αξιολογήσει τη σχέση μεταξύ της απόδοσης της καλλιέργειας και των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους σε καλλιέργειες ρυζιού, με σκοπό τη βελτίωση των συστάσεων για χρήση λιπασμάτων με αυξημένες αποδόσεις και χαμηλότερο κόστος χρήσης γεωργικών φαρμάκων.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε αρνητική σχέση μεταξύ ψευδαργύρου και απόδοσης, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι η διαθεσιμότητα ψευδαργύρου αυξάνεται σε εδάφη με χαμηλά επίπεδα CaCO_3 και σε σχετικά χαμηλό pH. Ωστόσο, αυτά τα εδάφη είχαν χαμηλότερη

απόδοση λόγω της χαμηλότερης διαθεσιμότητας μαγνησίου και, επομένως, τα επίπεδα ψευδαργύρου στο έδαφος σχετίζονται έμμεσα με χαμηλότερες αποδόσεις.

Συμπερασματικά, ως προς την τελευταία έρευνα στο Δήμο Δέλτα Αξιού, παρατηρήθηκε πως η εφαρμογή της ανάλυσης PCA των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και της απόδοσης του ρυζιού ήταν απαραίτητη για να ξεκαθαριστεί ποιες από τις ιδιότητες είναι καθοριστικές για τη μεταβλητότητα της απόδοσης στην περιοχή. Όπως φάνηκε, οι παράμετροι του εδάφους που συνέβαλαν σημαντικά στην απόδοση ήταν κυρίως η περιεκτικότητα σε άργιλο, το άζωτο που χρησιμοποιείται στην βασική λίπανση, το pH, το CaCO_3 , το συνολικό άζωτο που εφαρμόζεται, η οργανική ύλη, το κάλιο, το μαγγάνιο, η ιλύς και ο χαλκός. Αποδείχθηκε, επίσης, ότι το μαγνήσιο σχετίστηκε σε μεγάλο βαθμό με την απόδοση όταν ξεπερνούσε τα 100 ppm στο έδαφος, επίπεδα τα οποία θεωρήθηκαν επαρκή για την ανάπτυξη του ρυζιού στο παρελθόν (και επομένως δεν συμπεριλήφθηκαν ποτέ στα σχέδια λίπανσης σε αυτήν την περιοχή). Κατά συνέπεια, το όριο επάρκειας των επιπέδων μαγνησίου για την ανάπτυξη του ρυζιού επαναφέρθηκε στα 300 ppm στις προτάσεις λίπανσης για το 2018 (Iatrou et al., 2018). Επιπρόσθετα, την επόμενη καλλιεργητική χρονιά χρησιμοποιήθηκαν γεωργικά μηχανήματα εξοπλισμένα με τα τελευταία συστήματα γεωργίας ακριβείας, τα οποία εκτέλεσαν με μεγάλη ακρίβεια (2,5 εκατοστά) τις προγραμματισμένες καλλιεργητικές εργασίες που βασίστηκαν στους χάρτες που δημιουργήθηκαν μετά από την χαρτογράφηση και τις μελέτες των χωραφιών και της καλλιέργειας ρυζιού στις συνθήκες της περιοχής. Καθώς σε κάθε τμήμα του χωραφιού απαιτείται συγκεκριμένη ποσότητα λιπάσματος, οι χάρτες λίπανσης οδηγούν στην αύξηση της παραγωγής ποιοτικά και ποσοτικά.



Εικόνα 3.2 Χάρτης απορρόφησης Αζώτου για το κτήμα Κράββα στις 28/07/17



Εικόνα 3.3 Αξιοποίηση χάρτη για σωστή κατανομή λιπάσματος

Σε μελέτη τους, οι Ασχονίτης και Χατζηνικολάου (2020) αντλώντας στοιχεία από το πείραμα της λίπανσης ακριβείας, προτείνουν τρόπους βελτίωσης της ανταποδοτικότητας και της βιωσιμότητας του οικοσυστήματος του Δέλτα Αξιού μέσω της βελτίωσης των βασικών πρωτοκόλλων που διέπουν τις γεωργικές πρακτικές και τη διαχείριση των εδαφοϋδατικών πόρων. Καθοριστικό ρόλο για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου μπορεί να παίξει η Γεωργία Ακριβείας, και αυτό απεδείχθη από την πρώτη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή της στην πεδιάδα Θεσσαλονίκης από την εταιρεία ΟΙΚΟΑΝΑΠΤΥΞΗ Α.Ε, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εφαρμογής ανέδειξαν τα σημαντικά επιμέρους προβλήματα παθογένειας και θρέψης ανά αγροτεμάχιο με στοχευμένες προτάσεις για βελτίωση των γεωργικών πρακτικών ανά παραγωγό, οι οποίες στην πλειονότητά τους οδήγησαν σε δραστική μείωση των λιπασμάτων και αύξηση του γεωργικού εισοδήματος. Ταυτόχρονα όμως, ανέδειξαν και προβλήματα τα οποία αφορούν την πεδιάδα στο σύνολό της. Τα δύο βασικότερα προβλήματα/ευρήματα που διαπιστώθηκαν είναι τα εξής:

α) το 63% των μελετώμενων αγροτεμαχίων παρουσίασε ταυτόχρονη έλλειψη των ιχνοστοιχείων ψευδαργύρου, μαγγανίου και βορίου, με τις επιμέρους ελλείψεις να αγγίζουν ή και να ξεπερνούν το 80% και

β) πάνω από το 25% των αγροτεμαχίων παρουσίασαν τιμές οργανικής ουσίας εδάφους κάτω από το οριακό ποσοστό του 2%.

Το πρώτο συμπέρασμα αποτελεί βασική ένδειξη εξάντλησης του εδάφους, η οποία όταν δεν εντοπίζεται για να αντιμετωπιστεί κατάλληλα, οδηγεί τους παραγωγούς στη σταδιακή αύξηση των αζωτοφωσφορικών λιπασμάτων προκειμένου να διατηρηθούν οι αποδόσεις. Η εφαρμογή της συγκεκριμένης πρακτικής μετά από ένα εύλογο διάστημα οδηγεί στη σταδιακή μείωση των αποδόσεων με ταυτόχρονη αύξηση των απωλειών αζώτου στα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Είναι ενδεικτικό ότι η εφαρμοζόμενη αζωτούχος λίπανση του ρυζιού στην περιοχή έχει ήδη φτάσει στις 30 μονάδες το στρέμμα. Το δεύτερο συμπέρασμα σχετίζεται με το πρώτο και αποτελεί βασική ένδειξη ανισοσκελούς ανακύκλωσης θρεπτικών, καθώς η οργανική ουσία αποτελεί τη βασική δεξαμενή δέσμευσης και επανατροφοδοσίας ιχνοστοιχείων, ενώ παράλληλα αποτελεί και ποιοτικό δείκτη των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη από την πολιτεία, η οποία πρέπει να παρέμβει προκειμένου να αποφευχθούν καταστάσεις, όπως αυτή των ορυζώνων του Νείλου, οι οποίοι αφού έσπασαν το 2006 το παγκόσμιο ρεκόρ αποδόσεων (1 τόνο ανά στρέμμα σε εθνικό επίπεδο), στη συνέχεια άρχισαν να παρουσιάζουν σταθερή πτώση απόδοσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, είναι επιτακτική η ανάγκη αναθεώρησης των γεωργικών πρακτικών και της διαχείρισης των εδαφοϋδατικών πόρων της περιοχής υπό νέα βάση, με τη Γεωργία Ακριβείας να αποτελεί βασικό υποστηρικτικό εργαλείο. Τα πρώτα βήματα που έχουν γίνει είναι πολύ ενθαρρυντικά, αλλά η εφαρμογή μεγάλης κλίμακας απαιτεί συμμετοχή και αυστηρή συμμόρφωση από μεγάλο ποσοστό παραγωγών, συμμετοχή και συνέργεια ιδιωτών που εμπλέκονται έμμεσα στη διαδικασία (π.χ. βιομηχανίες λιπασμάτων, έμποροι γεωργικών μηχανημάτων και έμποροι/πάροχοι ψηφιακής τεχνολογίας), συμμετοχή κρατικών και ιδιωτικών εργαστηρίων εδαφολογικών αναλύσεων κάτω από μια κοινή ομπρέλα λειτουργίας και ελέγχου για την εξυπηρέτηση του τεράστιου αριθμού ανάλυσης εδαφικών δειγμάτων και, επίσης, δυναμική εμπλοκή των φορέων διαχείρισης (Περιφέρεια, Δήμοι, ΤΟΕΒ-ΓΟΕΒ, Πάρκο Δέλτα κ.λπ.) με στόχο τον πολλαπλό έλεγχο και υποστήριξη τέτοιων δράσεων.

Τέλος, η ένταξη ενός οικοπεριβαλλοντικού συστήματος τέτοιας κλίμακας στα οικολογικά προγράμματα της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής θα λύσει και το πρόβλημα της χρηματοδότησης που απαιτεί μία τέτοια προσπάθεια, για τη διατήρηση της βιωσιμότητας των Ελλήνων ρυζοκαλλιεργητών (www.agro24.gr).

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΔΗΜΟΥ ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ

Η ποσότητα ρυζιού που παράγεται στο Δήμο Δέλτα, καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό εγχώριων αναγκών σε ρύζι και εξάγεται με πολύ σημαντικά έσοδα για τη χώρα. Οι ποικιλίες που παράγονται στην περιοχή είναι κυρίως Japonica, Indica και Καρολίνα. Σύμφωνα με τον πρόεδρο του Αγροτικού Συνεταιρισμού Β' Χαλάστρας, κ. Αχιλλέα Καμπούρη, σχεδόν 200.000 στρέμματα αφορούν στην καλλιέργεια ρυζιού, που αποτελεί και το 80% της συνολικής παραγωγής στη χώρα, ενώ 20.000 παραγωγοί ασχολούνται με το αντικείμενο, προσφέροντας στην εθνική οικονομία 100 εκατ. ευρώ ετησίως σε συνάλλαγμα (www.makthes.gr).

Την περασμένη καλλιεργητική χρονιά, υπήρξε μείωση της παραγωγής λόγω των απωλειών από τις βροχές, όμως η Αγροτική Εταιρική Σύμπραξη Θεσσαλονίκης (ΕΑΣΘ) αποθήκευσε περίπου 11 χιλιάδες τόνους (www.agrotypos.gr).

Το ρύζι αφού θεριστεί, μέρος του μεταφέρεται σε σιλό των Αγροτικών Συνεταιρισμών που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Δέλτα, με δυναμική αποθήκευσης πάνω από 150.000 τόνους. Η υπόλοιπη ποσότητα αποθηκεύεται είτε σε αποθηκευτικούς χώρους των παραγωγών, είτε σε σιλό των Ορυζόμυλων.

Σήμερα, η Ελλάδα είναι η 4η χώρα σε ευρωπαϊκό επίπεδο αναφορικά με τον όγκο παραγωγής ρυζιού, με ποσοστό συμμετοχής 6,1% (πρώτη είναι η Ιταλία, που παράγει το 54,4% της ευρωπαϊκής παραγωγής, ακολουθεί η Ισπανία με 28,9%, τρίτη η Πορτογαλία με 6,2% και πέμπτη η Γαλλία με 4,4%) (www.fao.org).

Φέτος, ανακοινώθηκε η συμμετοχή των αγροτικών συνεταιρισμών ρυζιού Χαλάστρας Α, Β και Αγίου Αθανασίου, στο πρόγραμμα χρήσης της τεχνολογίας blockchain που υλοποιείται από το ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ και το ερευνητικό ίδρυμα ΕΚΕΤΑ. Το ψηφιακό εργαλείο blockchain χρησιμεύει στη διασφάλιση της ποιότητας του ρυζιού σε επίπεδο ιχνηλασιμότητας σε όλα τα στάδια παραγωγής και μεταποίησης, δίνοντας πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες του ρυζιού. Μέσω του barcode της συσκευασίας προβάλλονται στοιχεία του παραγωγού, της ποικιλίας, των διατροφικών χαρακτηριστικών, της σποράς και της συγκομιδής. Οι πληροφορίες αυτές είναι πολύ σημαντικές για την ποιότητα και την ασφάλεια του προϊόντος.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα επίσημα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για την παραγωγή ρυζιού στο Νομό Θεσσαλονίκης (Δήμο Δέλτα), με πιο πρόσφατα στοιχεία αυτά του 2019.

**Πίνακας 4.1 Έκταση καλλιέργειας ρυζιού και παραγωγή στην Π.Ε. Θεσσαλονίκης
(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)**

Έτος ρυζοκαλλιέργειας	Έκταση σε στρέμματα	Παραγωγή σε τόνους
2019	173.733	152.809
2018	178.399	160.446
2017	180.314	171.255
2016	196.452	186.994
2015	189.755	186.27

2014	172.391	156.930
------	---------	---------

Από τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας από τους ΤΟΕΒ που διαχειρίζονται τις επιμέρους περιοχές του Δήμου Δέλτα παρατηρούμε ότι το 2017 ήταν η πιο δυναμική χρονιά για την παραγωγή ρυζιού. Στη συνέχεια ακολούθησε μείωση των καλλιεργειών και το 2021 αυξήθηκε και πάλι αισθητά η έκταση της ρυζοκαλλιέργειας.

Πίνακας 4.2 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα στον ΤΟΕΒ Κυμίνων-Ν. Μαλαγάρων

Έτος	Καλλιέργεια ρυζιού
2021	34.051 στρέμματα
2020	32.590 στρέμματα
2019	29.840 στρέμματα
2018	30.970 στρέμματα
2017	36.465 στρέμματα

Τα στοιχεία του ΤΟΕΒ Αγίου Αθανασίου δείχνουν σχετικά σταθερή την έκταση των καλλιεργειών την τελευταία πενταετία. Σύμφωνα με την ίδια πηγή, το νερό που χρησιμοποιήθηκε ήταν 1.300-1.400 κυβικά νερού ανά στρέμμα σε κάθε καλλιεργητική περίοδο, με σύνολο στρεμμάτων που εξυπηρετεί το αρδευτικό δίκτυο τα 50.309 στρέμματα.

Πίνακας 4.3 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα στον ΤΟΕΒ Αγίου Αθανασίου

Αγρόκτημα	2017	2018	2019	2020	2021
Ανατολικό	2.844	2.778	2.850	2.684	2.715
Χαλάστρα	5.430	4.754	4.615	4.475	4.476
Σίνδος	13.457	12.960	14.125	13.923	13.868
Σύνολο	21.731	20.4492	21.590	21.082	21.059

Αντίστοιχα, τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τον ΤΟΕΒ Βραχιάς δείχνουν την καλλιεργητική έκταση ρυζιού ανά περιοχή του ΤΟΕΒ. Είναι εμφανές πως υπήρξε μείωση της έκτασης της ρυζοκαλλιέργειας κατά 0,15% περίπου 3.000 στρέμματα. Ο ΤΟΕΒ Βραχιάς εξυπηρετεί σύνολο αρδευτικού δικτύου 50.259,493 στρεμμάτων. Το νερό που χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση όλων των καλλιεργειών τον Μάιο και τον Ιούνιο του 2022 ήταν 100.000.000 κυβικά.

Πίνακας 4.4 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα στον ΤΟΕΒ Βραχιάς

Αγρόκτημα	2017	2018	2019	2020	2021
Χαλάστρα	10.927	10.088	9.568	8.982	8.740
Βραχιά	4.426	4.137	4.001	4.334	4.993
Ανατολικό	9.455	8.658	8.493	8.038	7.599
Κύμια	711	778	693	660	779
Σύνολο	25.519	23.661	22.755	22.014	22.111

Τέλος, από τα στοιχεία που παραχωρήθηκαν από τον ΤΟΕΒ Χαλάστρας – Καλοχωρίου διαπιστώνεται ότι οι ορυζώνες της περιοχής καταλαμβάνουν, σε σύνολο, τα περισσότερα στρέμματα καλλιέργειας, με τη μεγαλύτερη δυναμική να συγκεντρώνεται στη Χαλάστρα, όπου αξιοποιούνται περίπου 40.000 στρέμματα ετησίως. Από το 2017 ως το 2021 παρατηρούμε πως υπάρχει μείωση των καλλιεργούμενων στρεμμάτων η οποία σύμφωνα με τη καταγραφή του ΤΟΕΒ οφείλεται στην εναλλαγή καλλιεργειών, καθώς όσο μειώνονται τα στρέμματα ρυζοκαλλιέργειας τόσο καταγράφεται αύξηση των καλλιεργειών σε καλαμπόκι, βαμβάκι και τριφύλλι. Η άρδευση της περιοχής γίνεται με επιφανειακές μεθόδους άρδευσης, με νερό από τον Αξίο ποταμό και η καθαρή αρδευόμενη έκταση υπολογίζεται περίπου σε 63.000 στρέμματα.

Πίνακας 4.5 Ρυζοκαλλιέργεια σε στρέμματα στον ΤΟΕΒ Χαλάστρας-Καλοχωρίου

Αγρόκτημα	2017	2018	2019	2020	2021
Χαλάστρα	40.420	38.442	35.867	36.910	36.962
Καλοχώρι	8.925	8.925	8.570	9.546	9.134

Σίνδος	6.950	6.800	6.755	6.910	6.906
Ανατολικό	40	80	40	40	40
Μάλαγα	196	196	196	196	196
Σύνολο	56.531	54.443	51.428	53.602	53.238

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ρύζι αποτελεί ένα πολύ ειδικό προϊόν γεωργίας, λόγω της καλλιέργειάς του σε κατάκλυση και λόγω της προσφοράς του στη διατροφή της ανθρωπότητας. Χρησιμοποιείται ως μέσο έκπλυσης των αλατούχων εδαφών, μετατρέποντας ερημικές και άγονες περιοχές σε γεωργικές εκτάσεις και υδροβιότοπους. Ο τρόπος λίπανσης του ρυζιού και οι ποσότητες λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται χρειάζονται συνεχή έλεγχο και μελέτη, καθώς η υπερλίπανση οδηγεί σε ρύπανση του τελικού προϊόντος που θα καταναλωθεί, αλλά και σε ρύπανση των γύρω εδαφών, των νερών και, σε συνέχεια, της θάλασσας που θα δεχτεί τον όγκο νερού.

Η τεχνολογία προσφέρει νέους τρόπους ελέγχου και μελέτης των ρυζοκαλλιεργειών με τη συμβολή πολλών ειδικοτήτων της επιστημονικής κοινότητας. Σε συνδυασμό με το σεβασμό προς τη φύση και τη διαρκή εκπαίδευση των καλλιεργητών ρυζοπαραγωγών είναι δυνατή η

επαγωγή εξαιρετικών αποτελεσμάτων τόσο σε ότι αφορά στις ιδανικές ποσότητες και ποιότητες γεωργικών λιπασμάτων, μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων, όσο και στην ορθολογική χρήση του αρδευτικού νερού και στη μικρότερη δυνατή οικονομική σπατάλη με στόχο μια ποιοτική καλλιέργεια σε επίπεδο εργασίας και απόδοσης.

Στο Δήμο Δέλτα της Π.Ε. Θεσσαλονίκης, οι ρυζοκαλλιέργειες αποτελούν τρόπο συνεχούς έκπλυσης των αλατούχων εδαφών και το κύριο εμπόδιο επαναεισχώρησης του θαλασσινού νερού. Επιπλέον, λόγω της ισοπέδωσης των εδαφών και της χρήσης αναχωμάτων στις περιοχές άρδευσης, προστατεύουν τις απότομες αλλαγές στο Δέλτα και στον πυθμένα του Θερμαϊκού κόλπου. Η περιοχή έχει ανακηρυχτεί εθνικό πάρκο και φιλοξενεί είδη πουλιών, θηλαστικών και φυτών μεγάλης σπουδαιότητας. Τέλος, αποτελεί πηγή εσόδων για πολλούς καλλιεργητές της περιοχής και προσφέρει εποχική εργασία σε πολλούς εργαζόμενους στον γεωργικό τομέα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ιατρού, Μ. Καρυδάς, Χ. 2018. Αξιοποίηση της τηλεπισκόπησης για λίπανση ακριβείας στους ορυζώνες της Θεσσαλονίκης. Αγροτικά Θέματα.
- Iatrou, M, Karydas, C. 2018. Optimization of fertilization recommendation in Greek rice fields using precision agriculture. Agricultural Economics Review.
- Κατσαντώνης, Δ, 2014. Νέες τεχνολογίες στην καλλιέργεια του ρυζιού. Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης & Φυτογενετικών Πόρων. Θεσσαλονίκη
- Κουκουλάκης, Π. 2007. Τα προβληματικά εδάφη και η βελτίωσή τους. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα
- Κουτρούμπας, Σ. Δαμαλάς, Χ. 2014. Καλλιέργεια του ρυζιού υπό κατάκλυση. Αφιέρωμα Ρύζι. Γεωργία-Τεχνολογία, τεύχος 10/2014, σελ 106-111.

- Κουτρούμπας, Σ. Δαμαλάς, Α, 2018. Δημητρός Εγκώμιον, τιμητικό αφιέρωμα στον καθηγητή Ανδρέα Ι. Καραμάνο, Διαμόρφωση της απόδοσης στα σιτηρά: Η περίπτωση του ρυζιού-αφιέρωμα. σελ 141, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.
- Koutroubas, S.D. and D.A. Ntanos. 2003. Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research* 83, 251–260.
- Koutroubas, S.D., F. Mazzini, B. Pons and D.A. Ntanos. 2004. Grain quality variation and relationships with morpho-physiological traits in rice (*Oryza sativa* L.) genetic resources in Europe. *Field Crops Research* 86, 115–130.
- Μήτσιου, Α. 2004. Βελτίωση των αλατούχων-νατριωμένων και νατριωμένων εδαφών της πεδιάδας Θεσσαλονίκης με τη χρήση φωσφογύψου. Διεύθυνση Υδάτινων Πόρων και Εγγείων Βελτιώσεων, Θεσσαλονίκη.
- Μισοπολινός, Ν. 1991. Προβληματικά εδάφη μελέτη πρόληψη βελτίωση. Εκδόσεις Γιαχουδή, Θεσσαλονίκη.
- Ντάνος, Δ. 1994. Λίπανση ρυζιού. Γεωργική τεχνολογία. Αφιέρωμα Λίπανση-Θρέψη. σελ 161-163.
- Ntanos, D. 1997. Rice production and research in Greece, CIHEAM, Cahier Options Méditerranéennes n.24: p.128-133.
- Ntanos, D. 2001. Strategies for rice production and research in Greece, CIHEAM, Cahier Options Méditerranéennes n.50: p.115-122.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2012. Ειδική γεωργία. Σιτηρά & Ψυχανθή. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Παπαστυλιανού, Π. Θ. Μπιλάλης, Δ. Τραυλός, Η. Παπαθεοχάρη, Α. 2015. Ειδική Γεωργία II Εαρινά σιτηρά-βιομηχανικά-ελαιούχα φυτά και εαρινά ζιζάνια. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών kallipos, Αθήνα.
- Χατζηγιαννάκης, Ε. 2005. Διαχρονική παρακολούθηση της αλάτωσης-νατρίωσης των αρδευόμενων εδαφών της περιοχής αρμοδιότητας του Τ.Ο.Ε.Β Χαλάστρας-Καλοχωρίου. Θεσσαλονίκη.
- Χατζηγιαννάκης, Ε. Ηλίας, Α. Πανώρας, Α. 2012. Οδηγός για την αντιμετώπιση της απομείωσης της οργανικής ουσίας, της αλάτωσης, της οξίνισης και της διάβρωσης των αγροτικών εδαφών. Θεσσαλονίκη.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

agroecosystem.gr/καλλιέργειες/η-καλλιέργεια-του-ρυζιού
amfictyon.blogspot.com/2021/09/blog-post.html
www.agro24.gr/agrotika/kainotomia/kalliergitikes-praktikes/i-proti-elliniki-protasi-gia-oikologiko-programmaeco?fbclid=IwAR2CxdsRGxtKT2308fsYRIDyPr2n67YhaYV2h9b51HoX7LYgnQEPutAOhE
www.axiosdelta.gr
www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Λίπανση_ρυζιού
www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Τα_κυριότερα_ζιζάνια_της_καλλιέργειας_του_ρυζιού_κατά_σειρά_σπουδαιότητας
www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Μέθοδοι_βελτίωσης_προβληματικών_εδαφών
www.fao.org
www.ypaithros.gr/imerologio-threpsis-ryzi/
wikifarmer.com/el

ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΑΦΗ

Βασάκου Αλεξάνδρα, Αν. Προϊσταμένη Τμήματος Περιβάλλοντος και Πρασίνου,
Δήμος Δέλτα.

Βασιλακάκης Βασίλης, ΤΟΕΒ Αγίου Αθανασίου,

Κανάκας Κώστας, ΤΟΕΒ Χαλάστρας-Καλοχωρίου,

Μπέκας Δημήτρης, ΤΟΕΒ Βραχιάς,

Πετρίδου Νικολέτα, ΤΟΕΒ Κυμίνων-Νέων Μαλγάρων,

Χατζηγιαννάκης Ευάγγελος, Κύριος Ερευνητής του ΙΕΥΠ-ΕΛΓΟ 'ΔΗΜΗΤΡΑ'.