

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ
ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΛΟΝΤΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2009

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ
ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΛΟΝΤΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον καθηγητή κ.Χρήστο Πασχαλίδη που με βοήθησε στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας και τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική τους υποστήριξη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.4
---------------	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

1.1 ΣΙΤΑΡΙ	σελ.5
1.2 ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	σελ.5
1.3 ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	σελ.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΒΟΤΑΝΙΚΗ, ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

2.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	σελ.14
2.1.1 Ποικιλίες.....	σελ.16
2.1.1.1 Ποικιλίες μαλακού σιταριού	σελ.17
2.1.1.2 Ποικιλίες σκληρού σιταριού	σελ.23
2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	σελ.25
2.2.1 Ο βλαστός.....	σελ.25
2.2.2 Αδέλφωμα.....	σελ.27
2.2.3 Φύλλα	σελ.27
2.2.4 Ριζικό σύστημα.....	σελ.28
2.2.5 Ταξιανθία.....	σελ.29
2.2.6 Σπόρος η καρύοψη	σελ.30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

3.1 ΚΛΙΜΑ.....	σελ.33
3.2 ΕΔΑΦΟΣ.....	σελ.34
3.3 ΝΕΡΟ.....	σελ.36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

4.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ.....	σελ.38
4.2 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	σελ.38
4.3 ΣΠΟΡΑ.....	σελ.39
4.4 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	σελ.40
4.5.ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ – ΕΝΤΟΜΑ.....	σελ.44
4.5.1 Ιοί.....	σελ.44
4.5.1.1 Κίτρινος νανισμός του κριθαριού.....	σελ.44
4.5.1.2 Ατρακτοειδές μωσαϊκό του σιταριού.....	σελ.44
4.5.1.3 Ραβδωτό μωσαϊκό του κριθαριού.....	σελ.45
4.5.2 Βακτήρια.....	σελ.45
4.5.2.1 Βακτηρίωση σιταριού.....	σελ.45
4.5.2.2 Βακτηρίωση – μελάνωση σιταριού.....	σελ.45
4.5.3 ΜΥΚΗΤΕΣ.....	σελ.46
4.5.3.1 Καφέ σκωρίαση.....	σελ.46
4.5.3.2 Μαύρη σκωρίαση.....	σελ.47
4.5.3.3 Κίτρινη σκωρίαση.....	σελ.48
4.5.3.4 Δαυλίτες.....	σελ.49
4.5.3.5 Γυμνός άνθρακας σίτου.....	σελ.49
4.5.3.6 Σεπτοριάσεις.....	σελ.50
4.5.3.7 Εργοτίαση.....	σελ.51
4.5.3.8 Σήψη λευκών στάχων.....	σελ.52
4.5.3.9 Ωίδιο των σιτηρών.....	σελ.53
4.5.3.10 Κίτρινη κηλίδωση των φύλλων σίτου.....	σελ.54
4.5.3.11 Ριζοκτονίαση.....	σελ.54
4.5.3.12 Ξερή σηψιρριζία.....	σελ.55
4.5.3.13 Κεφαλοσπορίωση.....	σελ.56
4.5.4 Εχθροί.....	σελ.57
4.5.4.1 Αφίδες.....	σελ.57
4.5.4.2 Θρίπας των σιτηρών.....	σελ.57
4.5.4.3 Σιδηροσκούληκα, συρματοσκούληκα.....	σελ.58

4.5.4.4	Μαρτζινάτα.....	σελ.59
4.5.4.5	Ντέλια.....	σελ.59
4.5.4.6	Σιτοδίπλωση	σελ.59
4.5.4.7	Ζάβρος των σιτηρών.....	σελ.60
4.5.4.8	Νηματώδεις που προκαλούν κύστες στα σιτηρά.....	σελ.60
4.6	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	σελ.61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

5.1	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ.....	σελ.62
5.2	Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ.....	σελ.64
5.3	Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	σελ.67
5.3.1	Αρνητικές επιπτώσεις της λίπανσης.....	σελ.69
5.3.2	Αζωτούχος λίπανση, έκπλυση νιτρικού αζώτου (NO_3-N), επιβάρυνση των υπόγειων νερών με νιτρικά (NO_3^-).....	σελ.70
5.3.3	Ευτροφισμός ως συνέπεια της νιτρορύπανσης	σελ.73
5.3.4	Αζωτούχος λίπανση, έκλυση αζώτου, επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με υποξείδιο του αζώτου (N_2O)	σελ.78
5.3.5	Νομοθεσία για τα νιτρικά στο νερό – έδαφος	σελ.81

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

6.1	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ.....	σελ.85
6.2	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ.....	σελ.87
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ.90
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.92

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας γίνεται αναφορά στο πρώτο κεφάλαιο στα ιστορικά και οικονομικά στοιχεία για την καλλιέργεια σιταριού στον κόσμο, στην ευρωπαϊκή ένωση και στην Ελλάδα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται η βοτανική, η μορφολογική ταξινόμηση και οι ποικιλίες που έχουν δημιουργηθεί από το ινσιτούτο σιτηρών Θεσσαλονίκης και χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα σήμερα.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθενται οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας του σιταριού όπως το κλίμα, το έδαφος και το νερό. Στο τέταρτο κεφάλαιο οι καλλιεργητικές φροντίδες που χρειάζονται για την ανάπτυξη του σιταριού όπως: η αμειψισπορά, η κατεργασία εδάφους, η σπορά, η λίπανση και η συγκομιδή και αποθήκευση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στο ρόλο του αζώτου, στην καλλιέργεια και στα προβλήματα που δημιουργούνται στο νερό, στο έδαφος και στον αέρα κατά την χρησιμοποίησή του, την σωστή χρησιμοποίησή του και τους κανονισμούς που το διέπουν για την προστασία του περιβάλλοντος.

Τέλος στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζεται η επίδραση της λίπανσης στην ποιότητα και αποδοτικότητα του σιταριού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΙΣΤΟΡΙΚΑ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

1.1 ΣΙΤΑΡΙ

Το σιτάρι είναι το σπουδαιότερο των σιτηρών, τα οποία και από οικονομικής και από βιολογικής άποψης αποτελούν τη σημαντικότερη ομάδα του φυτικού βασιλείου.

Οι ιστορίες της καλλιέργειας του σιταριού και του ανθρώπινου πολιτισμού εξελίσσονται παράλληλα εδώ και 10.000 χρόνια τουλάχιστον, από τότε δηλαδή που ο άνθρωπος επεχείρησε για πρώτη φορά με επιτυχία να παράξει τρόφιμα. Στην πορεία της εξημέρωσής του το σιτάρι έχασε την ικανότητα της διασποράς των σπόρων του (εύθραυστη ράχη) και του ληθάργου, με αποτέλεσμα η καλλιέργεια και η διατήρηση των ποικιλιών που έχουν δημιουργηθεί να εξαρτάται αποκλειστικά από τον άνθρωπο.

Σήμερα οι περισσότερες από 17.000 διαφορετικές ποικιλίες σιταριού που υπάρχουν, συνθέτουν μία τεράστια γενετική παραλλακτικότητα η οποία επιτρέπει στο φυτό αυτό να καλλιεργείται και να δίνει υψηλές αποδόσεις σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλόντων, από 67° γεωγραφικό πλάτος στο Βόρειο Ημισφαίριο (Νορβηγία, Φινλανδία, Ρωσία) μέχρι 45° στο Νότιο (Αργεντινή). Στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές, η καλλιέργεια του σιταριού περιορίζεται στα υψίπεδα γιατί το φυτό δεν αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες άνω των 30°C.

Οι σπουδαιότερες περιοχές παραγωγής σιταριού είναι κατά σειρά η Βόρεια και Κεντρική Ασία, η Νότια Ρωσία, οι κεντρικές πεδιάδες των Η.Π.Α. και οι παρακείμενες του Καναδά, η λεκάνη της Μεσογείου, η Ινδία και η Βορειοδυτική Αυστραλία (www.cerealinstitute.gr).

1.2 ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Η παγκόσμια παραγωγή σιτηρών για την χρονική περίοδο 2003-2007 εκτιμάται σε 1.523,18 εκατομμύρια τόνους. Ειδικότερα τα χειμερινά σιτηρά

καλλιεργούνται κάθε χρόνο σε έκταση μεγαλύτερη από 2.900 εκατομμύρια στρέμματα, σε περισσότερες από 120 χώρες. Κατά την παραγωγική περίοδο 2003-2004 (στοιχεία FAOStat) το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής του σιταριού προήλθε κυρίως από τις Ασιατικές χώρες και τα Ευρωπαϊκά κράτη.

Ο μέσος όρος της πενταετίας 2003-2007 ανέρχεται σε 596,98 εκατομμύρια τόνους παραγωγής και με ποσοστό επί του συνόλου των σιτηρών φτάνει το 39,19 %.

Ενδεικτικά αναφέρεται ο πίνακας 1 με την παγκόσμια παραγωγή σιτηρών της πενταετίας 2003-2007 (www.minagric.gr).

Πίνακας 1. 1: Παγκόσμια παραγωγή σιτηρών

Μέσοι Όροι πενταετίας 2003-2007

Προϊόντα	Παραγωγή σε εκατομμύρια τόνους	Ποσοστό επί του συνόλου
Σιτάρι	596,98	39,19
Αραβόσιτος	683,80	44,89
Κριθάρι	142,86	9,38
Σόργο	59,76	3,92
Βρώμη	24,80	1,63
Σίκαλη	14,98	0,98
Σύνολο	1.523,18	100,00

Η παραγωγή σιτηρών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Υπ.Α.Α.Τ) για την περίοδο 2003-2007, έφτασε τα 218 εκατομμύρια τόνους, αντιστοιχώντας σε 41.547 χιλιάδες εκτάρια. Στον παρακάτω πίνακα, είναι εμφανές ότι η πλειονότητα των καλλιεργούμενων εκτάσεων με σιτηρά σε επίπεδο Ε.Ε. καλύπτεται κυρίως από μαλακό σιτάρι και κριθάρι, τα οποία παρουσιάζουν και την υψηλότερη παραγωγή. Ακολουθούν ο αραβόσιτος, το σκληρό σιτάρι, η βρώμη, η σίκαλη και το σόργο τόσο σε έκταση όσο και σε όγκο παραγωγής (www.minagric.gr).

Πίνακας 1.2: Ευρωπαϊκή παραγωγή σιτηρών**Μέσοι Όροι πενταετίας 2003-2007**

Προϊόντα	έκταση (1.000 εκτ.)	απόδοση	παραγωγή (1.000 τον.)
Μαλακό σιτάρι	16.587,80	6,22	101.411,40
Κριθάρι	11.627,80	4,39	50.739,60
Αραβόσιτος	5.553,60	8,02	50.739,60
Σκληρό σιτάρι	3.684,40	2,49	9.502,20
Βρώμη	2.421,20	3,11	7.408,80
Σίκαλη	1.566,80	3,80	5.486,20
Σόργο	105,40	5,22	548,00
Σύνολο	41.547,00	-	218.324,80

Τέλος σύμφωνα με στοιχεία των COPA-COGECA (20.6.2008) η παραγωγή σιτηρών, συνολικά, αναμένεται να αυξηθεί στην ΕΕ-27 κατά 15% περίπου, με την μεγαλύτερη αύξηση να σημειώνεται στον αραβόσιτο (+25%), στο σκληρό σιτάρι (+19,7%), αλλά και στο μαλακό σιτάρι (17%), όπως φαίνεται και από τα στοιχεία του πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1.3: Προβλέψεις παραγωγής σιτηρών (σε εκατ. τόνους)

Παραγωγή	2007/08	2008/09	Διαφορά (%)
Μαλακό σιτάρι	111,4	130,4	17,1
Σκληρό	7,9	9,5	19,7
Αραβόσιτος	47,6	59,6	25,1
Κριθάρι	56,9	61,1	7,3
Σίκαλη	7,7	8,9	14,7
Λοιπά	23,4	23,8	
Σύνολο	254,9	293,3	15

Τα αποθέματα (αποθέματα τέλους - ending stocks) εκτιμώνται τον Ιούνιο του 2008 στο επίπεδο των 46 εκατ. τόνων, μειωμένα κατά 7% περίπου σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο, περιλαμβάνοντας, κυρίως, κοινό

σιτάρι (15,7 εκατ. τόνοι, -3,7%), αραβόσιτο (13,9 εκατ. τόνοι, -2,6%) και κριθάρι (11,9 εκατ. τόνοι, 0%) (www.kefaloniapress.gr).

1.3 ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα η παραγωγή μαλακού σιταριού έφτασε στα επίπεδα της αυτάρκειας τη δεκαετία του 1950 και προς τα τέλη του 1970 υπήρχε πλεόνασμα το οποίο διατηρήθηκε μέχρι το 1984. Έκτοτε αρχίζει ραγδαία μείωση της καλλιέργειας του μαλακού σιταριού η οποία συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση της καλλιέργειας του σκληρού με αποτέλεσμα από τότε η Ελλάδα να είναι ελλειμματική σε μαλακό σιτάρι και πλεονασματική σε σκληρό. Αυτό οφείλεται στην αλλαγή της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία έδωσε ισχυρά κίνητρα στους παραγωγούς σκληρού σιταριού το 1983, τα οποία παραμένουν σε ισχύ και σήμερα. Από 7.000.000 στρέμματα το 1980, η έκταση καλλιέργειας του μαλακού σιταριού έπεσε κάτω από τα 4.000.000 στρέμματα το 1990. Αντίθετα η έκταση καλλιέργειας του σκληρού σιταριού από 2.870.000 στρέμματα το 1980, αυξήθηκε σε 6.000.000 στρέμματα το 1990. Αυτή η ραγδαία ανατροπή συνοδεύθηκε από μετακίνηση του μαλακού σιταριού στα πιο άγονα και του σκληρού στα πιο γόνιμα εδάφη με αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του πρώτου και την υποβάθμιση της ποιότητας του δεύτερου. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων το 2003 η έκταση καλλιέργειας του μαλακού σιταριού ήταν 1.239.780 στρέμματα και του σκληρού 7.197.400 στρέμματα. Συνολικά η έκταση του σιταριού την τελευταία εικοσαετία έχει μειωθεί κατά 1.650.000 στρέμματα. Μεγάλο τμήμα αυτής της έκτασης βρίσκεται σε υποχρεωτική αγρανάπαυση ή έχει φυτευτεί με ορισμένα είδη δένδρων όπως ακακίες και καρυδιές, συνέπεια σχετικών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το μαλακό σιτάρι είναι ένα χειμωνιάτικο σιτηρό στο οποίο διακρίνουμε τρεις τύπους, ανάλογα με τις απαιτήσεις σε υγρό ψύχος ώστε να προκληθεί η εαρινοποίηση και ο σχηματισμός ανθοταξίας: το χειμερινό (απαιτεί πολλές ώρες υγρού ψύχους), τον ανοιξιάτικο (δεν απαιτείται εαρινοποίηση) και τον ενδιάμεσο ή εναλλακτικό.

Ο χειμερινός τύπος δεν καλλιεργείται στην Ελλάδα, γιατί ο χειμώνας είναι ήπιος, με αποτέλεσμα να καθυστερεί η εαρινοποίηση και ο σχηματισμός ανθοταξίας (όψιμο ξεστάχυσμα) και να μην ολοκληρώνεται η ωρίμανση. Οι ποικιλίες μαλακού σιταριού που καλλιεργούνται στη χώρα μας ανήκουν κατά κύριο λόγο στον ανοιξιότικο τύπο, σπέρνονται το φθινόπωρο, διανύουν ένα μέρος του βιολογικού τους κύκλου κάτω από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, ανθίζουν έγκαιρα την άνοιξη, καρποφορούν τον τελευταίο μήνα της και η συγκομιδή γίνεται τους πρώτους μήνες του καλοκαιριού. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί στο Ινστιτούτο Σιτηρών και ποικιλίες εναλλακτικού τύπου, που δίνουν πολύ υψηλές αποδόσεις στα υψίπεδα και στις βόρειες ψυχρές περιοχές της χώρας, όπως ο Νέστος και ο Αχέρων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανοιξιότικοι τύποι στην Ελλάδα μπορούν να σπαρούν νωρίς την άνοιξη (τέλη Φεβρουαρίου ως αρχές Μαρτίου) αλλά οι αποδόσεις θα είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με τις φθινοπωρινές σπορές (www.cerealinstitute.gr).

Το σκληρό σιτάρι χαρακτηρίζεται γενικά σαν ανοιξιότικο και σπέρνεται σ' όλο τον κόσμο συνήθως την άνοιξη. Στη χώρα μας όμως όπως και στις άλλες Μεσογειακές χώρες λόγω του ήπιου χειμώνα η σπορά γίνεται κατά κανόνα το Φθινόπωρο, όπως και στα μαλακά σιτάρια και μάλιστα πρωιμότερα από αυτά. Από το έτος 1931 μέχρι σήμερα έγιναν μεγάλες ανακατατάξεις στην καλλιεργούμενη έκταση σκληρού και μαλακού σιταριού στη χώρα μας. Έτσι στο έτος αυτό το σκληρό σιτάρι κάλυπτε το 66,6% της συνολικής σιτοκαλλιεργούμενης έκτασης (σκληρού και μαλακού σιταριού). Την εποχή αυτή καλλιεργούνταν οι ντόπιοι πληθυσμοί. Αυτοί ήταν μίγμα ποικιλιών που είχαν πολλές αδυναμίες. Ήταν όψιμες, ευπαθείς στις επιδημίες σκωριάσεων, επιρρεπείς στο πλάγιασμα με μακρύ και ευπαθές στέλεχος. Η δε μέση στρεμματική απόδοση δεν ξεπερνούσε τα 60 κιλά. Εξ' άλλου οι καλλιεργητικές φροντίδες ήταν πρωτόγονες και τα λιπάσματα άγνωστα. Η υπεροχή αυτή έπεσε σταδιακά το έτος 1947 (47,4% σκληρό σιτάρι). Οι αυξημένες όμως ανάγκες της χώρας σε σιτάρι (αρτοποιήσιμο) παρακίνησαν τους βελτιωτές όσο και τους καλλιεργητές να ρίξουν όλο το βάρος στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων μαλακού σιταριού. Οι ποικιλίες με υψηλές αποδόσεις και προσαρμοστικότητα στο χώρο και στο χρόνο προήλθαν από τη βελτιωτική προσπάθεια στο μαλακό σιτάρι. Η μέση στρεμματική απόδοση του μαλακού

σιταριού ήταν μεγαλύτερη. Αυτό είχε σαν συνέπεια το μαλακό σιτάρι να επεκταθεί σε βάρος του σκληρού.

Από τους ντόπιους πληθυσμούς σκληρού σιταριού στην περίοδο αυτή έφθασαν στην καλλιέργεια επτά διαλογές. Το 1957 η χώρα μας πέτυχε τη σιάρκεια με την ποικιλία μαλακού σιταριού Γ-38290 που δημιούργησε το Ινστιτούτο Σιτηρών. Στην περίοδο που ακολούθησε συνεχίστηκε η μείωση της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού με σταθμό το έτος 1976, που η υποχώρηση της έφθασε στο κατώτατο όριο (20,1%). Στη συνέχεια ακολούθησε ραγδαία ανοδική πορεία και σήμερα καλλιεργείται σε 7.000.000 στρ. περίπου. Τα σημερινά επίπεδα της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού (έκταση, παραγωγή, μέση στρεμματική απόδοση) θεωρούνται πολύ ψηλά. Μελλοντικός στόχος θα πρέπει να είναι ο περιορισμός της καλλιέργειας μόνο σε εδάφη και περιβάλλοντα που την ευνοούν, ποσοτικά και ποιοτικά.

Οι αποδόσεις του σκληρού σιταριού στη χώρα μας αυξήθηκαν θεαματικά στα μεταπολεμικά χρόνια. Αυτό όμως δε σημαίνει πως δεν υπάρχουν πια άλλα περιθώρια αύξησης των αποδόσεων. Αντίθετα μπορεί εύκολα και σύντομα να ξεπεραστούν τα 300 κιλά το στρέμμα που είναι ο μέσος όρος. Γι' αυτό πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή εκτός από την τεχνική καλλιέργειας στην επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας που ταιριάζει για κάθε περιοχή (www.cerealinstitute.gr).

Πίνακας 1.4. Εξέλιξη των καλλιεργειών μαλακού σιταριού και σκληρού σιταριού το χρονικό διάστημα 1980-2005

ΕΤΟΣ	ΜΑΛΑΚΟ ΣΙΤΑΡΙ		ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ	
	ΕΚΤΑΣΗ*	ΠΑΡΑΓΩΓΗ**	ΕΚΤΑΣΗ*	ΠΑΡΑΓΩΓΗ**
1980	7.300	2.274	2.200	550
1981	7.300	2.095	2.600	637
1982	7.700	2.248	2.800	644
1983	7.100	1.465	3.000	540
1984	6.060	1.717	3.100	775
1985	5.100	1.114	3.700	723
1986	4.400	1.283	4.400	1.144
1987	4.400	1.123	4.600	1.058
1988	4.300	1.156	4.900	1.127
1989	4.000	1.000	5.100	1.173
1990	4.000	1.120	6.000	1.560
1991	3.800	1.000	6.150	1.537
1992	3.600	995	6.190	1.671
1993	3.300	920	6.220	1.617
1994	3.000	900	6.290	1.761
1995	2.900	900	7.100	1.988
1996	2.850	878	7.130	1.996
1997	2.780	860	7.145	2.000
1998	2.740	850	7.100	1.988
1999	2.680	780	7.120	1.922
2000	2.100	630	7.100	1.917
2001	1.900	500	7.080	1.840
2002	1.603	428	7.160	1.648
2003	1.454	322	7.110	1.402
2004	1.310	350	7.208	1.711
2005	1.150	322	7.200	1.500

* χιλιάδες στρέμματα

** χιλιάδες τόνοι

Στο διάστημα της εξαετίας 2000-2005 οι καλλιεργούμενες με δημητριακά (σιτηρά) εκτάσεις υπολογίζονται, κατά μέσο όρο, σε 12 εκατ. στρέμματα περίπου, με μέση ετήσια παραγωγή 4.260.000 τόνων.

Το σκληρό σιτάρι καλύπτει το 60% της καλλιεργούμενης έκτασης και το 34% της παραγωγής. Ακολουθούν οι εκτάσεις με αραβόσιτο, με ποσοστό 19%, αλλά με μεγαλύτερη συμμετοχή στη συνολική παραγωγή (48%) και έπεται η καλλιέργεια μαλακού σίτου (11% της έκτασης και 8% της

παραγωγής). Σε μικρότερη αναλογία βρίσκονται οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με κριθάρι (8%) και με ρύζι (www.agronews.gr).

**Πίνακας 1.5 : Εγχώρια έκταση και παραγωγή σιτηρών
Μέσοι εξαετίας 2000- 2005**

Προϊόντα	Έκταση (στρέμματα)	Συνολική παραγωγή (τόνοι)
Σκληρό σιτάρι	7.241.945	1.456.667
Μαλακό σιτάρι	1.309.600	349.267
Κριθάρι	991.833	230.117
Αραβόσιτος	2.272.312	2.043.250
Ρύζι	227.562	179.846
Σύνολο	12.043.252	4.259.146

Τέλος σημαντική μείωση παρουσίασε τη διετία 2006-2007 η έκταση και παραγωγή σιτηρών στη χώρα μας, εξαιτίας των εξαιρετικά δυσμενών καιρικών συνθηκών που επικράτησαν. Μεγαλύτερη κάμψη παρουσίασε η συγκομιδή του σκληρού σίτου (κάτω του 1 εκατ. τόνων, έναντι του 1,6 εκατ. τόνων το 2005), αλλά και του καλαμποκιού (-40%). Η μείωση της παραγωγής, αλλά και η σημαντική άνοδος των τιμών, ιδιαίτερα έντονη το 2007, είχαν ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση των εισαγωγών σε ποσότητα και αξία. Οι εξαγωγές σιτηρών μειώθηκαν σημαντικά το 2007, κατά 48% περίπου, με αποτέλεσμα να επηρεαστεί αρνητικά το εμπορικό ισοζύγιο στο μαλακό σιτάρι, παρουσιάζοντας έλλειμμα της τάξεως των 990.000 τόνων. Περιορίστηκε επίσης σημαντικά το θετικό ισοζύγιο του σκληρού σίτου, μια και οι εξαγωγές του 2007 (94.000 τόνοι) μειώθηκαν κατά 54% σε σχέση με εκείνες του 2006 (www.paseges.gr).

Ύστερα από την παραπάνω αναφορά των στοιχείων είναι εμφανές, ότι η χώρα μας είναι ελλειμματική σε παραγωγή μαλακού σιταριού, κριθαριού και αραβοσίτου. Προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της εγχώριας αγοράς εισάγονται ποσότητες ύψους 1 εκατομμυρίων τόνων μαλακού σιταριού,

300.000 τόνων κριθαριού που προέρχονται κυρίως από Γερμανία και 527.000 τόνων αραβοσίτου οι οποίοι εισάγονται κυρίως από Γαλλία. Η παραγωγή ρυζιού υπερκαλύπτει τις ανάγκες του πληθυσμού της χώρας μας (www.minagric.gr).

**Πίνακας 1.6 : Ελληνικές εισαγωγές και εξαγωγές ανά προϊόν
Μέσοι όροι πενταετίας 2002-2006**

Προϊόντα	Εισαγωγές σε τόνους	Εξαγωγές σε τόνους
Σκληρό σιτάρι	52.027,10	166.507,86
Μαλακό σιτάρι	1.019.247,48	94.110,10
Κριθάρ	296.746,46	11.020,36
Αραβόσιτο	526.335,58	118.188,10
Ρύζι	20.029,86	53.116,60
Βρώμη	28.930,26	0,40
Σίκαλη	7.399,90	6.688,26
Σόργο	367,24	6,00

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΒΟΤΑΝΙΚΗ, ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

2.1 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum* της οικογένειας των Αγροστωδών (Gramineae). Το γένος *Triticum* περιλαμβάνει 11 είδη καλλιεργούμενα ή αυτοφυή. Όλα τα είδη του σιταριού κατατάσσονται σε τρεις ομάδες ανάλογα με το γονίωμά τους (Καραμάνος, 1992).

Οι τρεις κύριες ομάδες χρωμοσώμων είναι οι: A, B, D. Αναφέρεται όμως και μια τέταρτη ομάδα χρωμοσώμων η G, η οποία μοιάζει αρκετά με την B και προσδιορίστηκε στο είδος *Triticum timopheevi*, με γένωμα AAGG. Το *T. timopheevi* χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή κυτοπλασματικής ανδροστειρότητας και παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε ασθένειες όπως σκωριάσεις, ιώδιο, δαυλίτη κ.α. (Stoskopf, 1985)

Η ταξιανθία του σίτου είναι τυπικός στάχυς με ένα σταχύδιο σε κάθε άρθρωση και 1-9 άνθη στο κάθε σταχύδιο, από τα οποία μόνο το ένα είναι γόνιμο. Ο βασικός χρωμοσωμικός αριθμός του γένους είναι 7. Τα διάφορα είδη είναι διπλοειδή, τετραπλοειδή και εξαπλοειδή (Σφήκας, 1995).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη. Το *T durum* ή σκληρό σιτάρι που χρησιμοποιείται στη μακαρονοποιία και το *T. aestivum* ή μαλακό σιτάρι που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού (Παπακώστα, 1997).

Το είδος *Triticum durum* αποτελεί το κυρίως καλλιεργούμενο σκληρό σιτάρι. Υπάγεται στην κατηγορία των ανοιξιάτικων σιτηρών. Έχει συμπαγείς, συνήθως αγανοφόρους στάχους, με πλατυσμένες πλευρές και στενότερες όψεις. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-7 άνθη, από τα οποία παράγονται 2-4 σπόροι. Η τομή του κόκκου παρουσιάζει όψη γυαλιστερή λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε αλευρόκοκκους.

Αποτελεί το πλέον κοσμοπολιτικό είδος και καλλιεργείται κυρίως στην Β.Αμερική, Ρωσία, Ινδία, Παραμεσόγειες χώρες κλπ. Το αλεύρι του

χρησιμοποιείται για παρασκευή μακαρονιών, γλυκισμάτων και σε προσμίξεις (Σφήκας, 1995).

Το είδος *Triticum aestivum* είναι από τα πιο παλιά σιτάρια, για το οποίο υπάρχουν ευρήματα σε λιμναίους οικισμούς. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-9 άνθη, που δίνουν 3-4 σπόρους. Αποτελεί το πιο διαδεδομένο μαλακό σιτάρι και έχει χιλιάδες ποικιλίες. Είναι το πλέον κατάλληλο για την αρτοποιία, λόγω της ποιότητας της γλοιίνης, που δίνουν οι πρωτεΐνες του εξωτερικού στρώματος του ενδοσπερμίου (Σφήκας, 1995).

Πίνακας 2.1. Κατάταξη των καλλιεργούμενων σιταριών και των στενών άγριων συγγενών ειδών

ΕΙΔΟΣ	ΓΕΝΩΜΑ	ΑΓΡΙΑ			ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ	
		Σπόροι με λέπτουρα	Σπόροι με λέπτουρα	Σπόροι χωρίς λέπτουρα		
ΔΙΠΛΟΕΙΔΗ (2n=14)						
<i>T. speltoides</i>	SS(=GG?)	Ναι	-	-		
<i>T. bicornis</i>	SbSb	Ναι	-	-		
<i>T. longissimum</i> (<i>Ae. squarrosa</i>)	S1S1	Ναι	-	-		
<i>T. monococcum</i>	AA	var. boeoticum (Άγριο eincorn)	var. monococcum (Καλ. eincorn)			
ΤΕΤΡΑΠΛΟΕΙΔΗ (2n=28)						
<i>T. timopheevii</i>	AAGG	var. araraticum			var. timopheevii	
<i>T. turgidum</i>	AABB	var. dicocoides (Άγριο emmer)			var. Dicocum (Καλ. emmer) var. Durum var. turgidum var. polonicum var. carthlicum	
ΕΞΑΠΛΟΕΙΔΗ (2n=42)						
<i>T. aestivum</i>	AABBDD	-			var. spelta var. macha var. vavilovii var. aestivum var. compactum var. spaerococcum	

(www.cerealinstitute.gr)

2.1.1 Ποικιλίες

Οι ποικιλίες του σιταριού διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά γνωρίσματά τους, τα κυριότερα των οποίων αναφέρονται κατωτέρω.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά. Τα στελέχη μπορεί να διαφέρουν στο ύψος, το πάχος, την αντοχή τους και το χρώμα. Τα φύλλα διαφέρουν πολύ λίγο στις ποικιλίες του αυτού είδους. Πιο σταθερές διαφορές υπάρχουν στα στάχυα και αφορούν το σχήμα, την πυκνότητα των σταχυδίων, το χρώμα και το σχήμα των λεπύρων, το μήκος των αγάνων, κ.ά. Επίσης διαφορές παρατηρούνται στους σπόρους μεταξύ των ποικιλιών, αλλά σημαντικές διαφορές υπάρχουν και στους σπόρους του ίδιου σταχυού (Σφήκας, 1995).

Φυσιολογικά γνωρίσματα. Ενδιαφέρει η πρωιμότητα της ποικιλίας επειδή εξασφαλίζει καλύτερα την παραγωγή (κίνδυνος λίβα, ξηρασίας, σκωριάσεων κλπ.). Επίσης ο αριθμός των αδελφών έχει μεγάλη γεωργική σημασία και είναι γνώρισμα της ποικιλίας αλλά επηρεάζεται σοβαρά από το περιβάλλον. Τέλος η ποιότητα του προϊόντος, η καταλληλότητα για αρτοποιήση, μακαρονοποιία, κλπ. είναι γνωρίσματα πρώτου ενδιαφέροντος για τον παραγωγό (Σφήκας, 1995).

Η παγκόσμια αύξηση της παραγωγής σιταριού οφείλεται κυρίως στην αύξηση των αποδόσεων και πολύ λίγο στην αύξηση των καλλιεργούμενων στρεμμάτων. Παρ' όλο που δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί ακριβώς το ποσοστό της αύξησης στην απόδοση που οφείλεται στη βελτίωση του γενοτύπου και εκείνο που οφείλεται στη βελτίωση της τεχνικής καλλιέργειας, η συμβολή της γενετικής βελτίωσης θεωρείται πολύ σημαντική.

Έχουν δημιουργηθεί νέες κοντόσωμες ποικιλίες που παρουσιάζουν σταθερότητα παραγωγής για πολλά εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα και πολλές από αυτές δίνουν μεγαλύτερη απόδοση από τις ποικιλίες που έχουν δημιουργηθεί για ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Η υπεροχή αυτών των ποικιλιών οφείλεται κυρίως στην αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση των διατιθεμένων πόρων και στην αντοχή τους στις ασθένειες (Παπακώστα, 1997). Χάρη στις ποικιλίες αυτές είναι δυνατή σήμερα η πλήρης αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων των λιπάνσεων χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος του πλαγιάσματος (Καραμάνος, 1992).

2.1.1.1 Ποικιλίες μαλακού σιταριού

Οι σημαντικότερες ποικιλίες μαλακού σιταριού που έχει δημιουργήσει το Ινστιτούτο Σιτηρών και καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι παρακάτω:

1) Αίγες 2) Αξίος 3) Αλφειός 4) Απολλωνία 5) Άραχθος 6) Αχέρων 7) Βεργίνα 8) Γεγκόρα Ε 9) Γενερόζο Ε 10) Γκόγκας 2 11) Γοργόνα 12) Δίο 13) Δοϊράνη 14) Δωδώνη 15) Έβρος 16) Ελισάβετ 17) Ευρώτας 18) Θύαμις 19) Λούρος 20) Λυδία 21) Μέλια 22) Νέστος 23) Ξένια 24) Ορφέας 25) Πηνειός 26) Σιέτε Σέρρος 27) Στρώμφωνας 28) Ωροπός

(Υπουργείο Γεωργίας, 1991)



Αίγες



Αξίος



Αλφειός



Απολλωνία



Άραχθος



Αχέρων



Βεργίνα



Γεγκόρα Ε



Γενερόζο Ε



Γοργόνα



Δίο



Δοϊράνη



Δωδώνη



Έβρος



Ελισάβετ



Ευρώτας

Θύαμις

Λούρος



Λυδία

Γκόγκας 2

Μέλια



Νέστος

Ξένια

Ορφέας



Πηνειός

Σιέτρε Σέρρος

Στρύμφωνας



Ωροπός

2.1.1.2 Ποικιλίες σκληρού σιταριού

Οι σημαντικότερες ποικιλίες σκληρού σιταριού που έχει δημιουργήσει το Ινστιτούτο Σιτηρών και καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι παρακάτω:

1) Αθως 2) Καλλιθέα 3) Μεξικάλι 81 4) Σέλλας 5) Σίφνος 6) Σκήτη
7) Σκύρος 8) Αίας 9) Πόντος 10) Παπαδάκης 11) Άννα
(Υπουργείο Γεωργίας, 1991)



Αθως



Καλλιθέα



Μεξικάλι



Σέλας



Σίφνος



Σκήτη



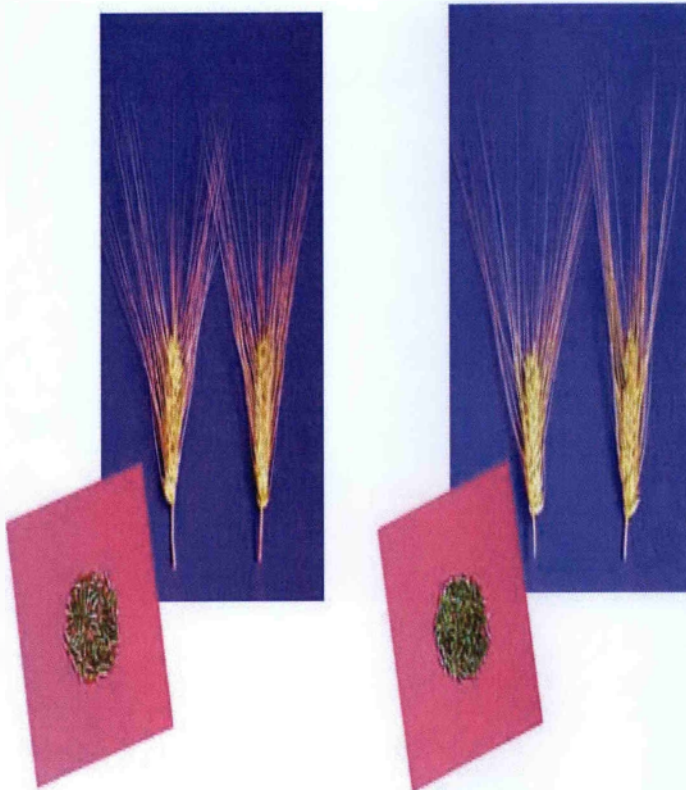
Σκύρος



Αίας



Πόντος



Παπαδάκης

Άννα

2.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

2.2.1 Ο βλαστός

Ο βλαστός του ώριμου σιταριού είναι κούφιος, αποτελείται από ενωμένους κυλίνδρους και έχει 3-6 μεσογονάτια διαστήματα και γόνατα. (www.plantprotection.hu).

Η μεταβατική ζώνη μεταξύ των ριζών και του στελέχους καλείται στεφάνη ή σταυρός.

Ο σταυρός αποτελείται από μεριστωματικούς ιστούς, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να παράγουν ρίζες και φύλλα, και για το λόγο αυτό αποτελεί και το πιο ευαίσθητο σημείο στα χειμερινά σιτηρά. Αν για οποιοδήποτε λόγο ζημιωθεί το σημείο αυτό, οι ιστοί καταστρέφονται και το φυτό ξεραίνεται (Μετζάκης, 1998).



Το σημείο του σταυρού βρίσκεται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και δεν επηρεάζεται από το βάθος σποράς. Φαίνεται όμως ότι ορισμένοι παράγοντες επηρεάζουν το σημείο δημιουργίας του. Ένας απ' αυτούς είναι η θερμοκρασία του εδάφους. Με υψηλή θερμοκρασία, γύρω στους 24°C, ο σταυρός σχηματίζεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ με χαμηλή θερμοκρασία (8°C) ο σταυρός σχηματίζεται κοντά στο σπόρο. Η θέση του σταυρού επηρεάζει την αντοχή του φυτού στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Όσο πιο ψηλά προς την επιφάνεια του εδάφους είναι ο σταυρός τόσο πιο ευαίσθητα είναι τα φυτά στις χαμηλές θερμοκρασίες. Πολλές φορές επίσης, κυρίως σε ξηρές περιοχές ή χρονιές, κατά τις οποίες ο παραγωγός αναγκάζεται να σπείρει βαθύτερα, εκεί όπου υπάρχει υγρασία, ο σταυρός είναι δυνατόν να σχηματιστεί σε περιοχή όπου δεν υπάρχει υγρασία. Στις περιπτώσεις αυτές, αν δεν πέσει βροχή γρήγορα, έχουμε σχηματισμό φτωχού ριζικού συστήματος με δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή, χωρίς να αποκλείεται επίσης το ενδεχόμενο της πλήρους καταστροφής της καλλιέργειας σε μεγάλες περιόδους ξηρασίας, ιδίως όταν συνοδεύονται και από χαμηλές θερμοκρασίες (Μετζάκης, 1998).

Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων αυξάνει από τη βάση προς τη κορυφή. Το υψηλότερο μεσογονάτιο διάστημα φέρει την ταξιανθία. Ο βλαστός των περισσότερων ποικιλιών είναι κούφιος στα μεσογονάτια διαστήματα και συμπαγής στα γόνατα. Ο βλαστός είναι λευκός προς το κίτρινο και μοβ σε μερικές ποικιλίες. Το μοβ χρώμα σε αυτές τις ποικιλίες εμφανίζεται μόνο σε συγκεκριμένο περιβάλλον. Είναι συνήθως πιο ευδιάκριτο στο ποδίσκο αλλά και πολλές φορές και στους κολεούς των κάτω φύλλων. Το συνολικό ύψος του φυτού (συμπεριλαμβανομένου και της ταξιανθίας) ποικίλει από 60,96 εκ. μέχρι 152,4 εκ. αλλά μπορεί να είναι και ποιο κοντό σε ξηρές περιοχές. Το σιτάρι μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις κατηγορίες, κοντό μέσου ύψους και ψηλό. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες τα σιτάρια με ύψος 30,48 - 91,44 εκ. μπορούν να χαρακτηριστούν ως κοντά, αυτά με ύψος 60,96 - 121,92 ως μέσου ύψους και αυτά με ύψος 91,44 - 152,4 ως ψηλά (www.plantprotection.hu).

2.2.2 Αδέλφωμα

Τα αδέλφια (παράλληλοι βλαστοί) αναπτύσσονται από μασχαλιαίους οφθαλμούς που είναι ενωμένοι με το σταυρό κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Ο δεύτερος η τρίτος οφθαλμός και μερικές φορές ο τέταρτος και ο πέμπτος εξελίσσονται σε αδέλφια (σύνολο 3 βλαστοί ανά φυτό) όταν το σιτάρι καλλιεργείται στον αγρό. Δευτερεύοντες βλαστοί μπορούν να δημιουργηθούν αργότερα από τα αδέλφια και ένα φυτό με αρκετό χώρο μπορεί να φτάσει να έχει 30-100 βλαστούς. Παρόλο που οι ποικιλίες διαφέρουν πολύ μεταξύ τους ο λεπτός σπόρος, η περίσσεια υγρασίας και το γόνιμο έδαφος ευνοούν το αδέλφωμα. Οι ποικιλίες του σιταριού με ασθενή ή λεπτό βλαστό μπορεί να πλαγιάσουν με την υπερβολική υγρασία, τους δυνατούς ανέμους και την υψηλή περιεκτικότητα αζώτου στο έδαφος (www.plantprotection.hu).



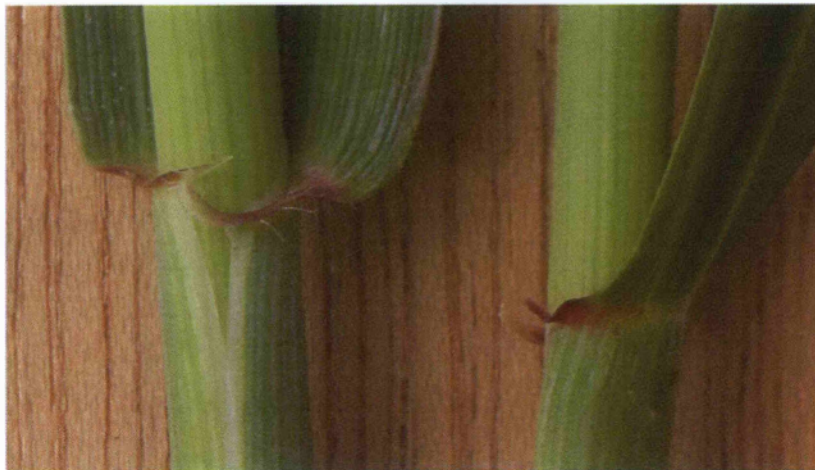
Εικ.2.1 Τρόπος αδελφώματος στα σιτηρά. Διακρίνονται τα αδέλφια, το εμβρυακό και το μόνιμο ριζικό σύστημα

2.2.3 Φύλλα

Τα φύλλα του σιταριού αποτελούνται από το κολεό τη λεπίδα το γλωσσίδιο και το ωτίδιο. Οι κολεοί των φύλλων συνήθως περιβάλλουν 2/3 του βλαστού και έχουν χρώμα άσπρο ή μοβ. Οι λεπίδες των άσπρων ποικιλιών ποικίλουν σημαντικά σε διαστάσεις, σε απόχρωση του πράσινου χρώματος και στη γωνία έκφυσης από το βλαστό. Καθώς το φυτό ωριμάζει οι λεπίδες στεγνώνουν και συνήθως σπάζουν. Οι λεπίδες μπορεί να είναι χνουδωτές ή λείες. Το χρώμα ποικίλει ανάλογα με την κατάσταση του φυτού και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία, και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Κατά κανόνα τα σκληρά κόκκινα χειμερινά σιτηρά έχουν σκούρες πράσινες λεπίδες ενώ όλες οι μαλακές ποικιλίες έχουν ανοιχτές

πράσινες λεπίδες. Το γλωσσίδιο το οποίο εκφύεται από την ένωση του κολεού και της λεπίδας αγκαλιάζει το βλαστό. Είναι μια λεπτή άχρωμη μεμβρανώδης κατασκευή με ακανόνιστο άκρο και περιφερειακά φέρει τρίχες (www.plantprotection.hu).

Τέλος στομάτια υπάρχουν πολλά και στις δύο επιφάνειες. Στο σιτάρι τα πιο πολλά στομάτια είναι στην άνω επιφάνεια. Γι' αυτό σε ξηρό καιρό συστρέφονται τα φύλλα για να μειωθεί η διαπνοή. Το χρώμα των φύλλων παρουσιάζει διαφορές. Στο σιτάρι επικρατεί το ζυηρό πράσινο (Σφήκας, 1995).



Εικ.2.2 Φύλλο σιταριού στο οποίο διακρίνονται η γλωσσίδα και τα τριχωτά ωτία

2.2.4 Ριζικό σύστημα

Το σιτάρι έχει θυσσανώδες ριζικό σύστημα, αποτελούμενο από έναν αριθμό ισοδιαμετρικών ριζών που ξεκινούν από το ίδιο περίπου σημείο του φυτού σε μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι ρίζες αυτές είναι δύο ειδών: οι εμβρυακές και οι μόνιμες (Σφήκας, 1995). Οι 5-7 εμβρυακές ρίζες λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του φυτού. Οι εμβρυακές ρίζες έχουν τις καταβολές τους στο έμβρυο. Στο σιτάρι αναπτύσσονται οι ρίζες, οι οποίες άλλοτε είναι πρόσκαιρες και άλλοτε διατηρούνται ενεργές σε όλη τη διάρκεια της ζωής του φυτού. Είναι λεπτές, έχουν ομοιόμορφη διάμετρο και η ανάπτυξή τους είναι ταχύτατη κάτω από ευνοϊκές συνθήκες (Δαλιάνης, 1983).

Οι κανονικές ρίζες εκφύονται από τα γόνατα του κυρίως βλαστού ή από τις διακλαδώσεις του κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Οι μόνιμες ρίζες βγαίνουν αργότερα, από ένα κόμβο του στελέχους που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Οι ρίζες αυτές είναι παχύτερες, σκληρότερες και ισχυρότερες σε σύγκριση με τις εμβρυακές. Στο σιτάρι εμφανίζονται στην αρχή οριζόντια, συνήθως μέχρι και 15 εκατοστά, και στη συνέχεια στρέφουν προς τα κάτω και στερεώνουν το φυτό σταθερά στο έδαφος (Μετζάκης, 1998).

Η έκταση και το βάθος του ριζικού συστήματος έχουν άμεση σχέση με την αντοχή των φυτών στην ξηρασία και την ικανότητά τους να αποδίδουν ικανοποιητικά σε φτωχά εδάφη. Το σιτάρι έχει λιγότερο εκτεταμένο ριζικό σύστημα σε σύγκριση με τα αδελφία αναπτύσσουν και αυτά τις δικές τους ρίζες (Δαλιάνης, 1983).

Το πλήρες ανάπτυξης ριζικό σύστημα συνήθως φτάνει σε βάθος 15,40-23,36 εκ. Τα χειμερινά σιτηρά(σιτάρι) συνήθως έχουν πιο αναπτυγμένο ριζικό σύστημα από τα εαρινά σιτηρά. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος επηρεάζεται επίσης από την δομή, τη γονιμότητα και την υγρασία του εδάφους (www.plantprotection.hu).

2.2.5 Ταξιανθία

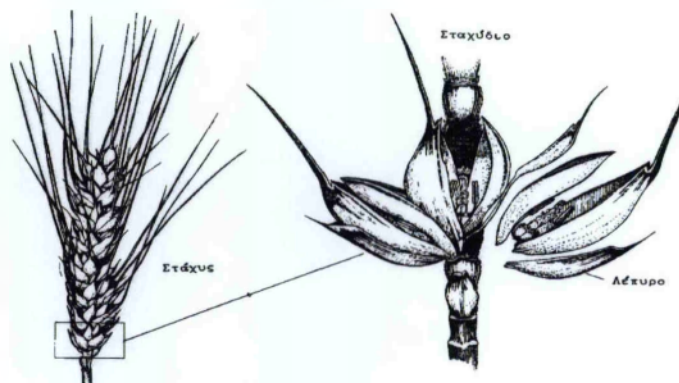


Η ταξιανθία του σιταριού αποτελείται από ένα στάχυ στην άκρη του φυτού με μήκος 76,20-101,6 mm (μπορεί να ποικίλει από 50,8-127mm). Τα σταχύδια μπορεί να είναι τοποθετημένα παράλληλα ή σε γωνία με το επίπεδο του στάχου. Έχουν σχήμα ατρακτοειδές, επίμηκες, ροπαλοειδές ή ελλειπτικό. Τα σταχύδια επίσης μπορεί να είναι αραιά, μέσου πυκνότητας ή και πυκνά τοποθετημένα επάνω στην ταξιανθία. Κάθε στάχους φέρει 10-30 σταχύδια τα οποία είναι τοποθετημένα σε αντικριστές σειρές σχηματίζοντας ζικ-ζακ. Κάθε μεσογονάτιο διάστημα του άξονα της ταξιανθίας είναι λεπτότερο στη βάση και πιο φαρδύ στη κορυφή. Η μία πλευρά του μεσογονατίου διαστήματος είναι κυρτή. Η πλευρά που αντικρίζει το σταχύδιο είναι επίπεδη ή κοίλη. Τα σταχύδια μπορεί να φέρουν ή να μην φέρουν άγανα.

Το άγανο είναι η κατάληξη του χιτώνα σε όλες τις ποικιλίες που φέρουν άγανα. Το σταχύδιο αποτελείται από 1-5 άνθη ή ανθύλλια που είναι τοποθετημένα αντικριστά στον άξονα της ταξιανθίας. Ένα ή περισσότερα από τα πάνω άνθη είναι άγωνα με αποτέλεσμα να ωριμάζουν μόνο δύο με τρεις σπόροι.

Το σταχύδιο επομένως αποτελείται και από δύο άδεια λέπυρα τα οποία

έχουν σχήμα καρίνας είναι άκαμπτα, με οξείες ή αμβλείες γωνίες. Ο κορυφή του λέπυρου μπορεί να φέρει μία μύτη που μοιάζει άγανο. Τα λέπυρα μπορεί να είναι άσπρα, κίτρινα, καφέ ή



μαύρα ανάλογα με τη ποικιλία. Το ανθύλλιο αποτελείται από το χιτώνα και τη λεπίδα η οποία περιβάλλει τα όργανα γονιμοποίησης – τρεις στήμονες και μία μονή ωοθήκη. Ο χιτώνας με σχήμα καρίνας ή στρογγυλεμένος στη ράχη φέρει συνήθως το άγανο. Η λεπίδα που βρίσκεται συνήθως απέναντι από το χιτώνα είναι μεμβρανώδης και δεν φέρει άγανο. Φέρει επίσης δύο καρίνες με αναδιπλωμένα περιθώρια (www.plantprotection.hu).

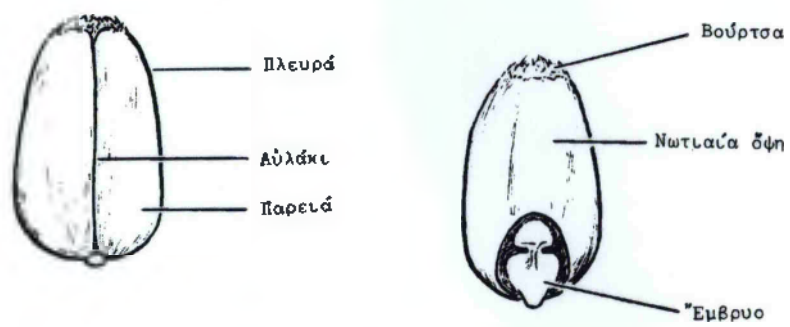
2.2.6 Σπόρος η καρύωση

Το σιτάρι είναι ένας ξηρός μονός καρπός ή καρύωση. Οι σπόροι διαφέρουν σε μέγεθος, χρώμα, υφή και σε πολλά άλλα χαρακτηριστικά. Ο σπόρος έχει περίπου το σχήμα του αυγού και ποικίλει από 4-10mm σε μήκος, ανάλογα με τη ποικιλία, την θέση στη ταξιανθία και στο σταχύδιο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Ένας καλά αναπτυγμένος καρπός είναι ελαφρώς καμπυλωτός στη κοιλιακή χώρα εκτός από τη βάση του περιβλήματος του καρπού (περικάρπιο) όπου και φέρει ρυτίδες(από κάτω βρίσκεται το έμβρυο). Στην πάνω πλευρά ο σπόρος έχει μία αυλάκωση ανάμεσα στους δύο λοβούς η οποία επεκτείνεται προς το κέντρο στις περισσότερες από τις καλλιεργούμενες ποικιλίες. Στη κορυφή του σπόρου υπάρχει μία βούρτσα που αποτελείται από πολλές τρίχες. Το χρώμα του σπόρου είναι συνήθως κόκκινο ή άσπρο. Οι λεγόμενοι άσπροι σπόροι μπορεί να έχουν αποχρώσεις από

άσπρο έως κίτρινο μέχρι κρεμώδες. Οι κόκκινοι σπόροι ποικίλουν σε αποχρώσεις από απαλό καφέ μέχρι σκούρο κόκκινο. Το κόκκινο χρώμα του σιταριού προέρχεται από το υλικό του περικαρπίου αλλά επηρεάζεται και από την υφή του ενδοσπερμίου και την φύση του περικαρπίου. Οι σπόροι ανάλογα με την υφή τους διακρίνονται σε σκληρούς, ημισκληρούς και μαλακούς. Ένας σπόρος με κανονική ανάπτυξη έχει μαλακό και μέσης περιεκτικότητας σε άμυλο ενδοσπέρμιο.

Ο ιστός του περικαρπίου σχηματίζει ένα λεπτό προστατευτικό στρώμα γύρω από το σπόρο. Το υπόλοιπο μέρος τους σπόρου αποτελείται από το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο (www.plantprotection.hu). Όπου το ενδοσπέρμιο συμφύεται με το περικάρπιο. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται από μεγάλα παρεγχυματικά κύτταρα, γεμάτα αμυλόκοκκους, εκτός από το εξωτερικό στρώμα όπου αφθονούν οι αλευρόκοκκοι. Αλευρόκοκκοι βρίσκονται και στο εσωτερικό του ενδοσπερμίου αλλά σε μικρότερη αναλογία (Σφήκας, 1995).

Οι αποθησαυριστικές ουσίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τις μη αζωτούχες (υδατάνθρακες, λίπη, έλαια) και τις αζωτούχες (πρωτεΐνες). Οι πρώτες βρίσκονται στους αμυλόκοκκους, ενώ οι αζωτούχες συγκεντρώνονται στους αλευρόκοκκους. Στο αμυλοφόρο στρώμα του ενδοσπερμίου οι αλευρόκοκκοι βρίσκονται ανάμεσα στους αμυλόκοκκους. Όταν οι αλευρόκοκκοι γεμίζουν εντελώς τα κενά διαστήματα, το ενδοσπέρμιο γίνεται σκληρό και διάφανο. Σε τομή παρουσιάζει γυαλιστερή όψη και χαρακτηρίζει τα σκληρά σιτάρια. Διαφορετικά ανάμεσα στους αμυλόκοκκους μένει αρκετός κενός χώρος, ο οποίος γεμίζει με αέρα. Σ' αυτή την περίπτωση το ενδοσπέρμιο γίνεται μαλακό (η τομή του σπόρου έχει όψη αλευρώδη). Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζει τα μαλακά σιτάρια. Το κενό που θα καλύψουν οι αλευρόκοκκοι δεν εξαρτάται μόνο από την ποικιλία (γενετικοί παράγοντες), αλλά και από το περιβάλλον. Η υφή του σπόρου επομένως, είναι δυνατόν να μεταβάλλεται κατά ένα ποσοστό από χρονιά σε χρονιά (Μετζάκης, 1998).



Εικ. 2.3 Εξωτερικά χαρακτηριστικά κόκκων σιταριού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

3.1 ΚΛΙΜΑ

Το σιτάρι δεν ευδοκιμεί στα θερμά ή υγρά κλίματα εκτός εάν διαθέτουν μια περίοδο σχετικά δροσερή που να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών και να επιβραδύνει τη δράση των παρασιτικών ασθενειών. Η κύρια καλλιέργεια του σιταριού βρίσκεται στην Εύκρατη ζώνη. Στην τροπική ζώνη μπορεί να καλλιεργηθεί μόνο σε μεγάλα υψόμετρα, στα δε βόρεια πλάτη ως εαρινή καλλιέργεια. Τη μεγαλύτερη αντοχή στο ψύχος έχει το μαλακό σιτάρι, που είναι και πιο διαδεδομένο. Τα σκληρά σιτάρια καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά την άνοιξη στις ψυχρές περιοχές (Σφήκας, 1995).

Το σκληρό σιτάρι καλλιεργείται κυρίως στις παραμεσόγειες χώρες, όπου φαίνεται να προσαρμόζεται στο ξηροθερμικό περιβάλλον. Η άριστη θερμοκρασία βλαστήσεως του σίτου είναι 20-22°C, η ελάχιστη 3-4°C και η μέγιστη 35°C. Στις υψηλές θερμοκρασίες το ενδοσπέρμιο υφίσταται αποσύνθεση από μικροβιακή δράση και το έμβρυο πεθαίνει (Σφήκας, 1995).

Οι εαρινές ποικιλίες αντέχουν στο ψύχος μέχρι -10°C, οι χειμερινές ως -20°C ή μετά από σκληραγώγηση ως -30°C και κάτω από χιόνι ως -40°C. Κυρίως ενδιαφέρει η θερμοκρασία στο βάθος του 1-3cm όπου βρίσκεται ο σταυρός, στον οποίο η ζημιά έχει τις σοβαρότερες επιπτώσεις. Άριστη θερμοκρασία για το αδελφωμα είναι η 14-18°C και για τη φωτοσύνθεση γύρω στους 22°C (Σφήκας, 1995).

Η ποικιλία, η γονιμότητα του εδάφους και το κλίμα επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του καρπού των σιτηρών. Όσον αφορά στο κλίμα, ο δριμύς χειμώνας που τον ακολουθεί δροσερή και ξηρή θερινή περίοδος ευνοεί την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Στέππες Ρωσίας, Β. και Κ. ΗΠΑ και Καναδάς). Σε περιοχές με ηπιότερο κλίμα (Α. ΗΠΑ και Δ. Ευρώπη) η πρωτεΐνη στο σιτάρι είναι λιγότερη. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με τη διάρκεια της περιόδου ωριμάνσεως του κόκκου. Στις ξηρές περιοχές η περίοδος αυτή

είναι μικρότερη, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και της ξηρασίας. Με ηπιότερες συνθήκες η περίοδος αυτή αυξάνει και προστίθενται σε αναλογία πιο πολλοί υδατάνθρακες στον καρπό, ώστε τελικά το ποσοστό πρωτεΐνης να είναι μικρότερο (Σφήκας, 1995).

Στην Ελλάδα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του μαλακού σιταριού που καλλιεργείται στη Μακεδονία (ιδίως στη Δυτική) και Θράκη είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη Ν. Ελλάδα καθώς και εκείνου που καλλιεργείται στο εσωτερικό της χώρας σε σύγκριση με τα παράλια. Για το σκληρό σιτάρι δεν φαίνεται να υπάρχουν αξιόλογες διαφορές μεταξύ των περιοχών της χώρας μας όπου καλλιεργείται, γενικά δε η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη είναι υψηλή (Σφήκας, 1995).

3.2 ΕΔΑΦΟΣ

Αν και καλλιεργείται σε ποικιλία εδαφών (από αμμώδη μέχρι βαρεία αργιλλώδη), το σιτάρι ευδοκμεί κυρίως σε εδάφη μέσης σύστασης μέχρι βαρεία (αμμοπηλώδη, πηλώδη, αργιλλώδη), βαθιά και καλά στραγγιζόμενα. Δεν ευδοκμεί σε εδάφη με υψηλό υδατικό ορίζοντα. Εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία δημιουργούν προδιάθεση για πλάγιασμα (Καραμάνος, 1992).

Οι μεγαλύτερες αποδόσεις επιτυγχάνονται στα γόνιμα ιλυοπηλώδη ή αργιλλοπηλώδη εδάφη, με επαρκή υγρασία και ελεύθερα ζιζανίων. Τα πολύ αμμώδη και τα κακώς στραγγιζόμενα δίνουν μικρές αποδόσεις. Ακατάλληλα για τη σιτοκαλλιέργεια είναι τα όξινα και τα ισχυρώς εκπλυθέντα εδάφη. Ως προς την υφή του εδάφους, ο σπουδαιότερος ρόλος της, που επηρεάζει τις αποδόσεις του σιταριού, είναι η συγκράτηση της υγρασίας, ιδίως κατά την περίοδο των αυξημένων αναγκών των φυτών (Σφήκας, 1995).

Η αποδοτικότητα του σιταριού αυξάνεται από 1000 σε 3000 kg/ha καθώς αυξάνεται το διαθέσιμο νερό στην καλλιέργεια από 220 σε 440 mm. Στις ημίξερές περιοχές η αγρανάπαυση θεωρείται απαραίτητη πρακτική για την αύξηση του αποθηκευμένου στο έδαφος νερού (Good and Smika, 1978).

Η απόδοση του σιταριού σχετίζεται θετικά και γραμμικά με το νερό του εδάφους που βρίσκεται ως απόθεμα για την καλλιέργεια και αυτή η σχέση είναι πιο σημαντική από τη σχέση με το εποχιακό νερό που χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια (Musick et al., 1994).

Η έρευνα των Musick et al είναι επεξηγηματική όσον αφορά στο ρόλο που παίζει η τροποποίηση του εδάφους στην αλλαγή της διαθεσιμότητας του νερού για τα φυτά. Η τροποποίηση της επιφάνειας του εδάφους οδηγεί σε αλλαγές στην ισορροπία του εδαφικού νερού, στα όρια της εξάτμισης του εδαφικού νερού και της διήθησης στην εδαφική κατανομή (Musick et al., 1994).

Οι πρακτικές διαχείρισης του εδάφους επιδρούν στο πόσο αποδοτικά οι καλλιέργειες χρησιμοποιούν το νερό της βροχής σαν εφόδιο. Υπάρχουν τέσσερις κύριοι παράγοντες που επιδρούν στην εξατμισοδιαπνοή μιας επιφάνειας για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Αυτοί περιλαμβάνουν την κλίση του εδάφους, την θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου, την ποσότητα του νερού που βρίσκεται στο έδαφος και την ικανότητα του φυτού να προσλαμβάνουν νερό από το έδαφος. Αυτοί οι παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλο και με τους κατάλληλους συνδυασμούς επιτυγχάνεται βελτίωση στην αποδοτικότητα της χρήσης του νερού (Musick et al., 1994).

Η απόδοση της καλλιέργειας του σιταριού αυξάνεται με αύξηση της αναλογίας σποράς και με μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών.

Η ικανότητα της χρήσης του νερού αυξάνεται όταν η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς μειώνεται από 36 σε 9 cm και η αναλογία σποράς αυξάνεται από 35 σε 140 kg/ha (Tompkins et al., 1991).

Η γονιμότητα του εδάφους και κυρίως η περιεκτικότητα σε άζωτο επηρεάζει την περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνη, για το λόγο ότι το N είναι συστατικό της πρωτεΐνης και εφόσον υπάρχει διαθέσιμο χρησιμοποιείται στη σύνθεσή της. Οι ανώτερες ποιότητες σιταριού παράγονται στις Μεγάλες Πεδιάδες των ΗΠΑ, στον Καναδά και τις στέπες της Ρωσίας, όπου τα εδάφη είναι πλούσια σε οργανική ουσία.

Τα σιτάρια αυτά, παρόλο που είναι μαλακά, παρουσιάζουν την εμφάνιση σκληρών σιταριών (τομή κόκκων υαλώδης) λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (Σφήκας, 1995).

Η πρωτεΐνη που περιέχεται στους κόκκους του σιταριού επηρεάζεται από τη διαχείριση του αζώτου και την ικανότητα χρήσης του αζώτου, που ορίζεται ως kg N ανά ha που ανακτάται ως άζωτο του κόκκου για κάθε 10 kg N ανά ha που εφαρμόζεται ως λίπασμα. Η ικανότητα χρήσης του αζώτου είναι μέγιστη στα χαμηλά επίπεδα εφαρμογής του και μειώνεται γρήγορα σε

αυξανόμενη ποσότητα εφαρμογής του. Η διαχείριση της εφαρμογής του αζώτου στην καλλιέργεια του σιταριού μπορεί να επηρεάσει την απόδοση και την ποιότητα των κόκκων (Fowler et al., 1990).

3.3 ΝΕΡΟ

Το σιτάρι καλλιεργείται παγκοσμίως σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 270 έως 1750 mm αλλά συνήθως (στο 75% της συνολικής έκτασης) σε περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση είναι 375-775mm H_2O (ημίξηρες μέχρι ύφυγρες περιοχές) (Peterson, 1965).

Σημασία έχει η κατανομή της βροχόπτωσης σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία. Περισσότερο νερό (το 70% των αναγκών του) χρειάζεται το σιτάρι στην περίοδο μεταξύ καλαμώματος και ανθήσεως. Στο προηγούμενο του καλαμώματος διάστημα καταναλίσκεται μόνο 10% του νερού και από το ξεστάχουσα ως την ωρίμανση 20%. Από την πλευρά αυτή η κατανομή της βροχής στην Ελλάδα είναι δυσμενής επειδή το πιο πολύ νερό πέφτει το χειμώνα και επιπλέον η κατανομή την άνοιξη είναι ακανόνιστη. Για το λόγο αυτό η άρδευση του σιταριού είναι πολλές φορές χρήσιμη μέχρι πολύ αποτελεσματική (Σφήκας, 1995).

Στις φθινοπωρινές καλλιέργειες έλλειψη βροχών μετά τη σπορά και το φύτευμα δημιουργεί πιθανότητες αποτυχίας της καλλιέργειας, λόγω κακού φυτρώματος και καθυστέρησης της ανάδυσης (μείωση καλλιεργητικής περιόδου).

Συνήθως οι βροχές του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου ξεπερνούν τις ανάγκες των φυτών, γίνεται αποθήκευση στο έδαφος και χρησιμοποίηση της υγρασίας αργότερα.

Οι βροχές της άνοιξης είναι ευεργετικές λόγω σύμπτωσης τους με την κρίσιμη περίοδο όπου τα φυτά έχουν ένα μέγιστο αναγκών σε νερό και θρεπτικά συστατικά.

Όψιμες βροχές (κατά το γέμισμα) είναι χωρίς ουσιαστικό αποτέλεσμα και συνήθως ανεπιθύμητες γιατί ευνοούν το όψιμο πλάγιασμα, προσβολές από σκωριάσεις, ενώ καθυστερούν και την ωρίμανση των καρπών (Καραμάνος, 1992).

Η ολική ετήσια υδατοκατανάλωση ανέρχεται σε 400mm περίπου για ξηρικές καλλιέργειες και μεσογειακό περιβάλλον, αλλά μπορεί να είναι και διπλάσια υπό αρδευόμενες συνθήκες (Καραμάνος, 1992).

Συνοψίζοντας το σιτάρι έχει την μεγαλύτερη ανάγκη σε νερό (70% επί του συνόλου) την χρονική περίοδο μεταξύ καλαμώματος και άνθησης. Η περίοδος αυτή αρχίζει περίπου στα μέσα Μαρτίου και τελειώνει στα μέσα Μάιου, είναι δε για τη χώρα μας η περίοδος με τις λιγότερες βροχοπτώσεις, τουλάχιστον στα κεντρικά και νότια διαμερίσματα. Σ' αυτές τις περιοχές τα χειμερινά σιτηρά σπάνια ωριμάζουν φυσιολογικά. Συνήθως ο βιολογικός κύκλος των φυτών, σ' αυτές τις περιοχές, κλείνει βίαια κάτω από τις ξηροθερμικές συνθήκες των μηνών Μαρτίου, Απριλίου και Μάιου. Αυτός είναι ο λόγος που σε αυτές τις περιοχές οι πρώιμες ποικιλίες αποδίδουν καλύτερα. Στις βορειοανατολικές περιοχές της χώρας (ένα μέρος της Θεσσαλίας, Μακεδονίας και Θράκης) οι συνθήκες είναι καλύτερες και οι κίνδυνοι από την ξηρασία μικρότεροι. Παρ' όλα αυτά όμως και εδώ υπάρχει ο κίνδυνος κάποιας υδατικής στέρησης. Για τους λόγους αυτούς και για τον προσθετό λόγο ότι οι νέες ποικιλίες που σήμερα καλλιεργούμε στη χώρα μας έχουν υψηλό δυναμικό απόδοσης, ένα τουλάχιστον πότισμα στο μαλακό και στο σκληρό κοντά στο ξεστάχυσμα, εφ' όσον υπάρχει ανάγκη και δυνατότητα εφαρμογής, πρέπει να δίνεται αφού το κόστος εφαρμογής του υπερκαλύπτεται από την αυξημένη απόδοση.

Προσοχή χρειάζεται στην περίπτωση του σκληρού σιταριού, γιατί το πότισμα στο στάδιο της ωρίμανσης υποβαθμίζει την ποιότητα αυξάνοντας το ποσοστό των μαλακών κόκκων (Υπουργείο Γεωργίας, 1991).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

4.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Συντελεί στη συντήρηση και πληρέστερη εκμετάλλευση της γονιμότητας του εδάφους και την καταπολέμηση των παρασίτων και ζιζανίων των φυτών. Μονοκαλλιέργεια σιτηρού μπορεί να εφαρμοστεί για αρκετά έτη (5-10) σε γόνιμα, ελεύθερα από ζιζάνια και ασθένειες χωράφια. Σε πολύ φτωχά εδάφη θα μπορούσε να εφαρμοστεί το εκτατικό σύστημα αγρανάπαυση-σιτηρό. Σε χώρες με ελάχιστη βροχόπτωση εφαρμόζεται το σύστημα αγρανάπαυση-σιτηρό, με το οποίο γίνεται εκμετάλλευση της βροχόπτωσης δύο ετών σε μία εσοδεία. Το επωφελέστερο για το σιτάρι σύστημα είναι το τριετές: ψυχανθές-σκαλιστικό-σιτάρι (Σφήκας, 1995).

Από τους εχθρούς του σιταριού που ελέγχονται αποτελεσματικά με την αμειψισπορά αναφέρονται το κολεόπτερο *Zabrus gibbus* και το δίπτερο *Phytophaga destructor* (Καραμάνος, 1992).

4.2 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο αριθμός και το βάθος των όργωμάτων, καθώς και η εποχή που γίνονται αυτά, με σκοπό την προετοιμασία του εδάφους για σπορά, καθορίζονται από την προηγούμενη καλλιέργεια, την ύπαρξη ζιζανίων και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους (Σφήκας, 1995).

Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές και είναι ελαφρύ αν προηγήθηκε χειμερινό σιτηρό και βαθύτερο μετά από καλαμπόκι για πληρέστερο παράχωμα των στελεχών. Μπορεί στη συνέχεια να γίνει ένα ενδιάμεσο όργωμα ή μόνο το όργωμα της σποράς, επίσης δισκοσβάρνισμα αν χρειάζεται, και ακολουθεί η σπορά (Σφήκας, 1995).

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που έχει σχέση με την προετοιμασία του εδάφους για σπορά, τη διατήρηση της γονιμότητας, της υφής και της συνοχής των Ελληνικών εδαφών είναι ο χειρισμός των υπολειμμάτων του θεριζοαλωνισμού, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου το σιτηρό διαδέχεται σιτηρό επί σειρά ετών. Συνιστάται μέτρια αναστροφή του εδάφους για

ενσωμάτωση των υπολειμμάτων που παρέμειναν στον αγρό μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας και καταστροφή των ζιζανίων (Ινστιτούτο Σιτηρών, 1991).

Τα υπολείμματα των αροτραίων καλλιεργειών με σωστή διαχείριση μπορούν να προσφέρουν προστασία στο χωράφι από την διάβρωση και να εμπλουτίσουν το έδαφος με οργανική ουσία. Τα Ελληνικά εδάφη είναι πολύ φτωχά σε οργανική ουσία, που αποτελεί το πιο βασικό συστατικό της γονιμότητας των εδαφών. Η εύκολη πρακτική του καψίματος της καλαμιάς στερεί το έδαφος από οργανική ουσία, και από τα άλλα πλεονεκτήματα που προαναφέρθηκαν. Η ωφέλεια στο έδαφος από την συγκράτηση περισσότερου βρόχινου νερού και από τη μείωση της εξάτμισης από αυτό, συνδέεται άμεσα με το καλό φύτρωμα των σπόρων. Η συγκράτηση της υγρασίας είναι τόσο καλύτερη όσο καλύτερη είναι η κάλυψη του εδάφους από τα φυτικά υπολείμματα. Για τους λόγους αυτούς το κάψιμο τις καλαμιάς θα πρέπει να αποφεύγεται.

4.3 ΣΠΟΡΑ

Γίνεται επιλογή κατάλληλης για την περιοχή ποικιλίας. Ακολουθεί η επιλογή του σπόρου, από τον οποίο εξαρτάται το γρήγορο και κανονικό φύτρωμα, η πρώτη ανάπτυξη των φυτών, η καθαρότητα και ομοιογένεια της καλλιέργειας (Σφήκας, 1995).

Για τους λόγους αυτούς θα πρέπει ο σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Να ανήκει στην ποικιλία που επιλέξαμε να καλλιεργήσουμε.
- Να είναι καθαρός δηλαδή απαλλαγμένος από σπόρους ζιζανίων η άλλων ποικιλιών
- Να είναι απαλλαγμένος από ασθένειες και έντομα.
- Να είναι απολυμασμένος.
- Να μην περιέχει σπασμένους σπόρους η σπασμένα έμβρυα.
- Να είναι ομοιόμορφος, κατά το δυνατόν, σε μέγεθος και γεμάτος.
- Να έχει υψηλή φυτρωτική ικανότητα και βλαστική δύναμη (Υπουργείο Γεωργίας, 1991)

Η ποσότητα του σπόρου που σπέρνεται στο στρέμμα κυμαίνεται πάρα πολύ ανάλογα με την ποιότητά του (βλαστικότητα, βάρος) και τις συνθήκες σποράς (εδαφικές, κλιματικές, υγρασιακές, εποχή σποράς, ενδεχόμενοι κίνδυνοι κλπ.). Συνιστώνται ποσότητες από 6 ως 15 kg σπόρου ανά στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία. Το σιτάρι στη χώρα μας σπέρνεται κατά κανόνα το φθινόπωρο τους μήνες Οκτώβριο – Νοέμβριο (Σφήκας, 1995).

Για μια πολύ καλή απόδοση απαιτείται η παρουσία 500.000 φυτών στο στρέμμα περίπου. Εάν γνωρίζουμε το βάρος 1000 σπορών της ποικιλίας με την απλή μέθοδο των τριών βρίσκουμε την ποσότητα σπόρου που θα πρέπει να σπείρουμε στο ένα στρέμμα. Έστω π.χ ότι η ποικιλία έχει βάρος χιλίων σπορών 40 γραμμάρια. Για να έχουμε 500.000 φυτά στο στρέμμα χρειαζόμαστε $X = (500.000 \times 40) / 1000 = 20.000.000 / 1000 = 20.000$ γραμ. = 20 κιλά σπόρο. Εάν δεν αδελφώνει καλά πρέπει να αυξήσουμε την ποσότητα αυτή μέχρι να αποκτήσουμε 600.000 φυτά/στρέμμα. Επίσης πρέπει να αυξήσουμε την ποσότητα σπόρου/στρέμμα εάν οι συνθήκες σποράς δεν είναι ευνοϊκές και αναμένονται απώλειες από κατανομή σπόρου σε μεγάλα βάθη η από πούλια και τρωκτικά (Υπουργείο Γεωργίας, 1991).

Η σπορά γίνεται σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους από 14 έως 20cm και οι αποστάσεις επί της γραμμής κυμαίνονται από 2,5 έως 5 cm. Το σύνηθες βάθος σποράς είναι 2,5-5 cm. Το μεγαλύτερο βάθος εφαρμόζεται σε ελαφρά χωράφια, πρώιμη σπορά και συνθήκες ελλείψεως υγρασίας. Οι γραμμές σποράς θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν παράλληλες με την κίνηση του ήλιου και κάθετες προς τους επικρατέστερους ανέμους της περιοχής για να εξασφαλιστούν αφ' ενός πλουσιότερος φωτισμός και αφ' ετέρου να μειωθούν οι επιπτώσεις από το ψύχος (Ινστιτούτο Σιτηρών, 1991).

4.4 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η απορρόφηση του αζώτου είναι συνεχείς σχεδόν μέχρι την ωρίμανση. Μέχρι το ξεστάχασμα το άζωτο είναι συγκεντρωμένο κυρίως στα φύλλα, ενώ στους καρπούς αυξάνει συνεχώς μέχρι την ωρίμανση. Η πτώση που παρατηρείται στα φύλλα και τα στελέχη μετά την άνθηση υποδηλώνει και σημαντική διακίνηση από τα όργανα αυτά προς τους καρπούς. Η

απορρόφηση γίνεται κυρίως υπό την μορφή των νιτρικών. Ο ρυθμός απορρόφησης παρουσιάζει δυο κύριες αιχμές, μια κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης και μια δεύτερη λίγο πριν την άνθηση. Οι αιχμές αυτές αντιπροσωπεύουν και τις κρίσιμες περιόδους απαιτήσεων για το άζωτο.

Η επάρκεια αζώτου έχει άμεσες επιπτώσεις στην παραγωγικότητα και την ποιότητα του προϊόντος. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συσχετίζεται στενά με την περιεκτικότητα των φυλών σε άζωτο η οποία επηρεάζει τόσο την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες όσο και τη δραστηριότητα της καρβοξυλάσης της διφωσφοριβουλόζης που παίζει αποφασιστικό ρόλο στη δέσμευση του O_2 . Παράλληλα, υπάρχει στενή συσχέτιση ανάμεσα στην παραγόμενη βιομάζα και την περιεκτικότητα των φυτών σε άζωτο. Από τις συνιστώσες της τελικής απόδοσης, το άζωτο αυξάνει τον αριθμό στάχων/επιφάνεια εδάφους και τον αριθμό καρπών/στάχυ, ενώ οι επιδράσεις του στο μέσο βάρος των καρπών δεν είναι τόσο εντυπωσιακές. Οι επιδράσεις σε ποιοτικά χαρακτηριστικά αφορούν κυρίως στην περιεκτικότητα των καρπών σε πρωτεΐνες. Το σιτάρι αντιδρά συνήθως θεαματικά στην προσθήκη αζώτου μέχρι το σημείο εκείνο, πέρα από το οποίο το άζωτο προκαλεί πλάγιασμα. Ο βαθμός αντίδρασης όμως εξαρτάται **1)** από την στάθμη των νιτρικών στο έδαφος και **2)** από την εδαφική υγρασία κατά την σπορά.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η εφαρμογή του αζωτούχου λιπάσματος γίνεται σε δυο δόσεις, μια πριν η κατά τη σπορά μαζί με τα φωσφοροκαλιούχα και μια επιφανειακή λίπανση στις αρχές τις άνοιξης. Έτσι εξασφαλίζεται η επάρκεια του στοιχείου στην πρώτη ανάπτυξη και λίγο πριν το ξεστάχιασμα, δηλαδή στις κρίσιμες περιόδους (Καραμάνος, 2008).

Επάρκεια φωσφόρου στο σιτάρι επιταχύνει την ανάπτυξη και προωμίζει την καλλιέργεια. Επάρκεια φωσφόρου συσχετίζεται, αλλά όχι πολύ στενά, με μεγαλύτερο τελικό βάρος καρπών. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι επάρκεια φωσφόρου αυξάνει την αντοχή του σιταριού στις χαμηλές θερμοκρασίες, σε αντίθεση με την επάρκεια αζώτου που την μειώνει (Καραμάνος, 2008).

Το κάλιο παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση σακχάρων και αμύλου, στην διακίνηση των υδατανθράκων, στην ανάγωση των νιτρικών σε μεριστωματικούς ιστούς, κλπ. Επομένως, επάρκεια του στοιχείου εξασφαλίζει ευρωστία στα φυτά. Ειδικά για το σιτάρι επάρκεια καλίου βελτιώνει τη χρησιμοποίηση του νερού για παραγωγή ξηρής ουσίας, ευνοεί το καλό

γέμισμα των καρπών, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της φωτοσύνθεσης, την αντοχή των φυτών σε ορισμένες ασθένειες και την αντοχή στο πλάγιασμα επειδή δημιουργεί ανθεκτικότερο στέλεχος και αυξάνει τις ρίζες του λαιμού. Επίσης θεωρείται ότι αυξάνει την αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες όπως ο φωσφόρος (Καραμάνος, 2008).

Από πειράματα που έχουν γίνει στο Ινστιτούτο Σιτηρών ο καλύτερος λιπαντικός συνδυασμός για το μαλακό σιτάρι είναι ο (9+9)-8-8, που σημαίνει 9 κιλά αζώτου ανά στρέμμα στη σπορά και άλλα 9 στο αδελφωμα και 8 κιλά φωσφόρου και 8 κιλά καλίου ανά στρέμμα κατά τη σπορά. Ειδικότερα για τις ποικιλίες Βεργίνα και Γεκόρα ο καλύτερος λιπαντικός συνδυασμός είναι (6+6)-8-8 και (9+9)-8-8 αντίστοιχα.

Η εφαρμογή της λίπανσης όπως αναφέρθηκε πριν γίνεται σε δυο δόσεις εκ των οποίων η μια σπορά με την οποία χορηγείται όλος ο φωσφόρος και το μισό άζωτο και η άλλη στο αδελφωμα με την οποία χορηγείται το άλλο μισό του αζώτου.

Σε περιπτώσεις όπου το έδαφος έχει όξινο pH το επιφανειακό άζωτο πρέπει να χορηγείται με τη μορφή της ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας. Η επιφανειακή λίπανση θα πρέπει να συνοδεύεται από συνθήκες υγρασίας ευνοϊκές για τη διαλυτοποίηση και διήθηση του αζώτου στο έδαφος (βροχή ή άρδευση).

Το κάλιο χορηγείται επίσης στη σπορά γιατί είναι δυσδιάλυτο και απαιτούνται οι βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα για την διαλυτοποίηση. Τα εδάφη είναι πλούσια σε κάλιο και σπάνια χρειάζεται η προσθήκη του. Συνήθως είναι η έλλειψη της απαραίτητης υγρασίας στο έδαφος οδηγεί στην εκδήλωση φαινομένων έλλειψης καλίου στα φυτά.

Για το σκληρό σιτάρι προτείνεται η λίπανση με 12-16 μονάδες αζώτου και 3-4 μονάδες φωσφόρου στο στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία, την προηγούμενη καλλιέργεια και το συγκεκριμένο χωράφι. Η ποσότητα του αζώτου και όλος ο φωσφόρος δίνονται το φθινόπωρο στη σπορά. Το υπόλοιπο άζωτο την άνοιξη επιφανειακά σε 1-2 δόσεις ανάλογα με την εμφάνιση της καλλιέργειας και τις συνθήκες υγρασίας. Με μια μικρή δόση αζώτου 2-3 μονάδες στο στρέμμα λίγο πριν το ξεστάχασμα, βελτιώνεται πολύ η ποιότητα. Όσον αφορά το κάλιο χρησιμοποιείται εκεί όπου έχει

διαπιστωθεί η έλλειψη του απο εδαφολογικές αναλύσεις (www.cerealinstitute.gr).

Οι απαιτήσεις στα μακροστοιχεία είναι γενικά μικρότερες από εκείνες για Ν, Ρ και Κ. Στα ελληνικά εδάφη δεν υπάρχουν συνήθως προβλήματα από έλλειψη ασβεστίου, ενώ σημαντικά ποσά θείου προστίθενται με τα αμμωνιακά και φωσφορικά λιπάσματα. Οι απαιτήσεις του σιταριού σε μακροστοιχεία μπορούν να εκτιμηθούν από χημικές αναλύσεις των φυτών κατά την ανάπτυξη τους. Στον πίνακα φαίνεται η ολική περιεκτικότητα των φυτών σε διάφορα ανόργανα θρεπτικά συστατικά καθώς και η περιεκτικότητα μόνο των στάχτων. Προκύπτει ότι σημαντικά ποσά ορισμένων στοιχείων παραμένουν στα βλαστικά όργανα των φυτών και επομένως επιστρέφουν στο έδαφος μετά τη συγκομιδή. Αντίθετα η μεγάλη μάζα του αζώτου και του φωσφόρου συσσωρεύεται στους καρπούς (Καραμάνος, 2008).

Πίνακας 4.1.: Περιεκτικότητα (kg/στρέμμα)

Θρεπτικό στοιχείο	Ολική	Στάχτων
Ασβέστιο	2.7	0.3
Μαγνήσιο	1.1	0.6
Θείο	1.9	0.3
Νάτριο	0.4	0.1

Η λίπανση αποτελεί τη βάση αυτής της υποστήριξης και θα πρέπει να δίδεται στον κατάλληλο χρόνο και με τις ευνοϊκότερες δυνατές συνθήκες αξιοποίησης. Με τη λίπανση αυξάνει η απόδοση, αλλά μέχρι ενός ορίου πέρα από το οποίο η αύξηση της απόδοσης δεν καλύπτει την αξία του επί πλέον λιπάσματος (νόμος της μη αναλόγου απόδοσης). Η χρησιμοποίηση αυξημένων ποσοτήτων λιπασμάτων, πέρα από τη ζημιά που μπορεί να προκαλέσει στην καλλιέργεια (κυρίως σε ξηροθερμική άνοιξη) αποτελεί και απειλή για το περιβάλλον (www.cerealinstitute.gr).

4.5.ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ - ENTOMA

4.5.1 Ιοί

4.5.1.1 Κίτρινος νανισμός του κριθαριού

Παθογόνο αίτιο: *Barley yellow dwarf virus* (BYDV)

Ο ιός BYDV ανήκει στο γένος *Luteovirus* που περιέχει πολλά συγγενικά είδη. Τα διάφορα είδη του BYDV διαφέρουν ορολογικά, σε μολυσματικότητα, εύρος ξενιστών, και σε



εξειδίκευση φορέων. Ο ιός μεταδίδεται με τις αφίδες και είναι ο πιο ευρέως διαδεδομένος και καταστρεπτικός ιός στο κόσμο

Ξενιστές: Σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, ρύζι, καλαμπόκι και σίκαλη.

Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια απαντάται σε όλο τον κόσμο εκτός από τις τροπικές περιοχές. Η ασθένεια προκαλεί μειωμένο ριζικό σύστημα, μεταχρωματισμό των φύλλων και νανισμό. Τα φύλλα των μολυσμένων φυτών είναι σκληρά και όρθια σε αντίθεση με τα υγιή φύλλα που είναι ελαφρώς κυρτά.

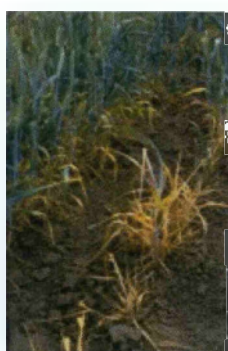


Οι πρώιμες μολύνσεις μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα απώλεια παραγωγής της τάξης του 20% μπορεί και

παραπάνω (www.plantprotection.hu/modulok/gorog/barley/index.htm).

4.5.1.2 Ατρακτοειδές μωσαϊκό του σιταριού

Παθογόνο αίτιο: Ο WSSMV αποτελείται από νηματοειδή ιοσωμάτια.



Μεταδίδεται με χυμό και στο έδαφος με το μύκητα *Plyxyma graminis*.

Ξενιστές: Ο ιός προσβάλλει κυρίως τα χειμερινά σιτηρά.

Διάδοση και σημασία: Ο WSSMV απαντάται στον Καναδά(Οντάριο), στις Βόρειες πολιτείες των Η.Π.Α. στην Ινδία, τη Γαλλία, την Ιαπωνία και την υπόλοιπη Ευρώπη. Ο ιός καταστρέφει τα φυτά τα οποία μένουν συνήθως κοντά. Τα

φυτά είναι ομοιόμορφα μολυσμένα σε όλο το χωράφι λόγω της ομοιόμορφης κατανομής του μύκητα. Το υγρό έδαφος ευνοεί την ασθένεια.

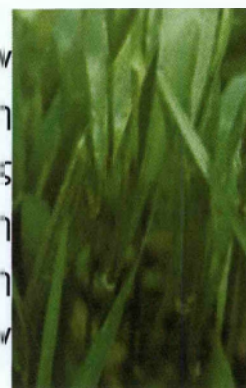
(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/barleymosaic_wheat.htm)

4.5.1.3 Ραβδωτό μωσαϊκό του κριθαριού

Παθογόνο αίτιο: BSMV, ο οποίος είναι ένας πολυσύνθετος ιός. Μεταδίδεται με το σπόρο σε ποσοστό 90% μπορεί και 100%. Ο ιός μεταδίδεται επίσης με τη γύρη και μολύνει τα γονιμοποιούμενα φυτά.

Ξενιστές: Ο ιός προσβάλλει κυρίως το σιτάρι και το κριθάρι.

Διάδοση και σημασία: Ο BSMV απαντάται σε όλο τον κόσμο. Η σημασία του μύκητα ποικίλει ανάλογα με τη μολυσματικότητα της φυλής του μύκητα και το χρόνο της προσβολής. Τα συμπτώματα εμφανίζονται κυρίως με τη μορφή χλωρωτικού μωσαϊκού αποτελούμενο από κηλίδες η λωρίδες κίτρινου χρώματος. Τα μολυσμένα φυτά εμφανίζουν νανισμό και ωριμάζουν αργότερα από τα υγιή φυτά.



(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/barleymosaic_wheat.htm)

4.5.2 Βακτήρια

4.5.2.1 Βακτηρίωση σιταριού

Παθογόνο αίτιο: *Pseudomonas syringae* pv. *Atrofaciens* (McCulloch) Young et al.



Ξενιστές: Σιτάρι, κριθάρι, μικρόκοκκα δημητριακά.

Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια απαντάται στη Ρωσία, την Ευρώπη, και την Αμερική. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι δημιουργεί καφέ κηλίδες επάνω στα φύλλα, στο βλαστό, τους κολεούς, στα λέπυρα και σε άλλα εναέρια μέρη του φυτού προκαλώντας τελικά μερική καταστροφή τους.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/basal_wheat.htm

htm)

4.5.2.2 Βακτηρίωση – μελάνωση σιταριού

Παθογόνο αίτιο: *Xanthomonas campestris* pv. *Translucens* (Jones et al.) Dye

Το βακτήριο είναι αερόβιο, αρνητικό κατά gram, έχει σχήμα ράβδου, είναι αρνητικό κατά οξυδάση και θετικό κατά καταλάση.

Ξενιστές: Σιτάρι και πολλά δημητριακά (Κριθάρι, βρώμη, σίκαλη, triticale) και αγρωστώδη.

Διάδοση και σημασία: Ο ιός αυτός υπάρχει παντού στη Βόρεια Ευρώπη, τη Ρωσία, τη Ρουμανία και την Αμερική. Γενικά προτιμά τα



υγρά κλίματα. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι προκαλεί μαύρισμα των λεπύρων. Τα λέπυρα δηλαδή έχουν πάνω τους μαύρες περιοχές και ελαφρώς βαθουλωμένες λωρίδες στο πάνω και εξωτερικό μέρος. Σε έντονες προσβολές ο σπόρος συρρικνώνεται. Οι υδατώδης κηλίδες και οι λωρίδες πάνω στα φύλλα και το βλαστό γίνονται ημιδιαφανής, καφέ και στεγνώνουν. (www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/blackchaff_wheat.htm)

4.5.3 ΜΥΚΗΤΕΣ

4.5.3.1 Καφέ σκωρίαση

Παθογόνο αίτιο: *Puccinia recondita* (συν. *P. Rubigo-vera* Winter, *P.triticina* Eriksson)



Είναι ένα ασθενές παράσιτο και στο σιτάρι και στη σίκαλη οι ουρεοδοσοροί βρίσκονται διασκορπισμένοι πάνω στο φυτό, έχουν σχήμα επίμηκες και μήκος 2mm. Το πιο ευδιάκριτο σημάδι της προσβολής από την ασθένεια είναι οι κόκκινο-πορτοκαλί σωροί των σπορίων του μύκητα που βρίσκονται πάνω στη επιφάνεια των φύλλων. Αυτοί οι σωροί σπορίων ονομάζονται φλύκταινες. Συνήθως πολύ λίγοι σωροί είναι

ορατοί ακόμα και στις πιο ευπαθείς ποικιλίες.

Οι φλύκταινες εμφανίζονται αρχικά στο πάνω μέρος της επιφάνειας του φύλλου, στους κολεούς, στα άνθη και σπάνια στο βλαστό.

Ξενιστές: Σιτάρι

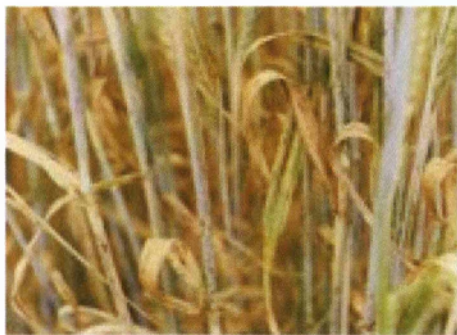
Διάδοση και σημασία: Η καφέ σκωρίαση είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Είναι πιο συνηθισμένη στην κεντρική, δυτική, βόρεια και ανατολική Ευρώπη αλλά απαντάται και στην Ισπανία, την Ολλανδία, την Αγγλία και την Αμερική. Η ασθένεια συνήθως προσβάλλει ολόκληρο το χωράφι. Στα μέρη που διαχειμάζει, η προσβολή είναι πολύ έντονη στα κάτω φύλλα. Όταν μεταδίδεται με τον αέρα από γειτονικά χωράφια η προσβολή είναι πιο έντονη στα πάνω φύλλα. Οι έντονες πρώιμες προσβολές προκαλούν μείωση του αριθμού των σπόρων ανά στάχυ, υποβάθμιση ποιότητας και συνεπώς μείωση της παραγωγής.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/leafrust_wheat.htm)

4.5.3.2 Μαύρη σκωρίαση

Παθογόνο αίτιο: *Puccinia graminis Pers f.sp. Tritici Eriks & Henn.*

Είναι γνωστές πολλές φυλές του μύκητα. Όπως οι περισσότεροι μύκητες που



προκαλούν σκωρίαση έτσι και αυτός απαιτεί δύο ταξινομικά διαφορετικούς ξενιστές για να ολοκληρώσει το βιολογικό του κύκλο.

Τα ουρεοδοσπόρια του μύκητα είναι μαύρα προς σκούρα καφέ και μεταφέρονται με τον αέρα. Προσβάλλουν και τις δύο πλευρές των φύλλων και ειδικότερα τα χαμηλότερα

αλλά τις περισσότερες φορές τα συναντάμε στους βλαστούς.

Ο μύκητας προσβάλλει επίσης τις ταξιανθίες, και ειδικά τους στάχους του σιταριού και της σίκαλης. Τα σιτηρά τότε μοιάζουν σαν να κήκαν από φωτιά.

Ένας περιοριστικός περιβαλλοντικός παράγοντας είναι η ύπαρξη ελεύθερης υγρασίας στο ξενιστή. Η προσβολή είναι πιο έντονη όταν ο ξενιστής είναι ευπαθής στην ασθένεια και τότε η ωρίμανσή του καθυστερείται.

Ξενιστές: Έχει βρεθεί στο σιτάρι, στο κριθάρι, στη βρώμη, στη σίκαλη και σε ένα μεγάλο αριθμό αγρωστωδών.

Ο *P. Graminis* είναι ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα του φαινόμενο της εναλλαγής ξενιστών. Ολοκληρώνει την αγενή του φάση του βιολογικού του κύκλου σε διάφορα φυτά και τον εγγενή του κύκλο σε είδη του γένους *Berberis* και *Mahonia*.

Διάδοση και σημασία: Ο μύκητας *P. Graminis* απαντάται σε όλο τον κόσμο που καλλιεργούνται ευπαθή σε αυτόν είδη. Μπορούμε να τον βρούμε σε κοίτες ποταμών της αλπικής ζώνης, στη μεσόγειο, το Ισραήλ, το Μαρόκο, την Αγγλία, τη Σουηδία, και την Αμερική. Στα σιτηρά ο μύκητας διαταράζει την κανονική σχέση δεξαμενής-πηγής και λειτουργεί σαν μία ισχυρή δεξαμενή. Επίσης στερεί από του σπόρους τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης. Η καταστροφή της επιδερμίδας του φυτού έχει ως αποτέλεσμα ο εξασθενημένος βλαστός να μην μπορεί να θρέψει το στάχυ. Έτσι το φυτό ωριμάζει πρόωρα και παράγονται λιγότεροι και μικρότεροι σπόροι.



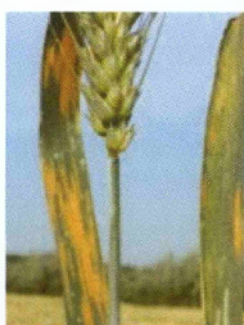
Ο βλαστός μπορεί να σπάσει σε σημεία που υπάρχουν πολλές κηλίδες. Κάτω από ιδανικές για το μύκητα συνθήκες η παραγωγή μπορεί να καταστραφεί ολοσχερώς.

Η μαύρη σκωρίαση εμφανίζεται στο χωράφι σε κηλίδες διαμέτρου 0.5-5μ μέσα στις οποίες τα φυτά παίρνουν κόκκινη απόχρωση που σιγά-σιγά γίνεται καφέ.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/blackrust_wheat.htm)

4.5.3.3 Κίτρινη σκωρίαση

Παθογόνο αίτιο: *Puccinia striiformis Westend.*



Η σκωρίαση αυτή είναι αυτόοικη. Προκαλεί κηλίδες ή λωρίδες με φλύκταινες (0.1-0.2mm) που σχηματίζουν αλυσίδες ανάμεσα στα νεύρα του φύλλου. Οι φλύκταινες έχουν χρώμα κίτρινο ή πορτοκαλί και αργότερα αποκτούν μαύρες κηλίδες. Στα φύλλα δημιουργούνται νεκρωτικές ή χλωρωτικές κηλίδες.
Ξενιστές: Σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, triticale, και πολλά καλλιεργούμενα και μη αγρωστώδη.

Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια απαντάται στο Δυτικό μέρος των Η.Π.Α. και τις κρύες περιοχές της Αργεντινής, της Ευρώπης, της Κίνας, της Ιαπωνίας, της Ινδίας, της Νέας Ζηλανδίας, της Ολλανδίας, και της Μαύρης Θάλασσας στη Ρουμανία. Ο μύκητας προκαλεί ζημίες στα σποριόφυτα, στα φύλλα, στο βλαστό, στους κολεούς και στη ταξιανθία. Η προσβολή σε νεαρό στάδιο προκαλεί μείωση της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος και του βλαστού.

Παρατηρείται επίσης μείωση του μεγέθους και του αριθμού των στάχων. Οι πρώιμες προσβολές εξασθενούν το ριζικό σύστημα με αποτέλεσμα το φυτό αργότερα να μην αντέχει στον δυνατό αέρα. Οι όψιμες προσβολές καταστρέφουν το φύλλωμα.

Σε έντονες προσβολές τα φυτά μαραίνονται και το χωράφι έχει τα ίδια συμπτώματα που θα είχε μετά από ξηρασία. Τα ρούχα μετά την είσοδο στο χωράφι αποκτούν κίτρινο-καφέ χρώμα από τα κολλώδη ουρεοδοσπώρια. Το έδαφος αποκτά κίτρινο χρώμα από τα σπώρια.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/yellowrust_wheat.htm)

4.5.3.4 Δαυλίτες

Παθογόνο αίτιο: *T. Tritici* (Bjerk) Wolf [συν. *T. Caries* (DC) Tul] και *T. laevis kühn* [συν. *T. Foetida* (Wallr) Liro].



Τα δύο αυτά είδη μπερδεύονται μεταξύ τους, έχουν όμοια παθολογία και αντιμετωπίζονται από κοινού. Η ασθένεια είναι ολέθρια για το σιτάρι από τότε που πρωτοκαλλιεργήθηκε.

Ξενιστές: Σιτάρι, σικάλη, triticale (πιο σπάνια) και άλλα αγρωστώδη.

Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια υπάρχει σε όλο τον κόσμο.

Το παθογόνο προκαλεί μείωση της ποιότητας και της σοδειάς των σιτηρών. Επίσης τα φυτά αποκτούν το μισό ύψος από το κανονικό. (www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/stinking_wheat.htm)

4.5.3.5 Γυμνός άνθρακας σίτου

Παθογόνο αίτιο: *Ustilago tritici*

Το παθογόνο έχει τη μοναδική ιδιότητα να εισέρχεται στον αναπτυσσόμενο σπόρο και να διατηρείται μέσα στο έμβρυο. Τα φυτά που δημιουργούνται από μολυσμένους σπόρους δίνουν μαύρους και με εμφάνιση καπνιάς στάχους.

Η παραγωγή μειώνεται αναλογικά με τον αριθμό των προσβεβλημένων στάχων αφού αυτοί δεν δίνουν σπόρους. Το μέγεθος της προσβολής ποικίλει από χρόνο σε χρόνο και εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες την διάρκεια της άνθησης. Κρύος και υγρός καιρός σε



συνδυασμό με βροχή ή με πολύ δροσιά είναι πολύ ευνοϊκός για την ασθένεια. Κάτω από ευνοϊκές για την ασθένεια συνθήκες, το σιτάρι που παράγεται από στάχυσ με 1% προσβολή έχει 10% προσβεβλημένους σπόρους.

Ξενιστές: Σιτάρι, σίκαλη και triticale.

Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια είναι εξαπλωμένη σε όλο τον κόσμο. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι οι προσβεβλημένοι στάχυσ ωριμάζουν πιο γρήγορα από τους υγιείς και εξέρχονται νωρίτερα από το κολεό. Σε μερικές περιπτώσεις τα φυτά εμφανίζουν νανισμό με μικρό ποσοστό αδελφώματος.

Οι απώλειες στη παραγωγή συνήθως είναι κάτω από 1% αλλά μπορεί να φτάσουν και το 27% σε μερικά χωράφια.

Οι μολυσμένοι σπόροι πριν χρησιμοποιηθούν για σπορά θα πρέπει πρώτα να απολυμαίνονται.

(www.fao.org/DOCREP/006/Y4011E/y4011e16.jpg)

4.5.3.6 Σεπτοριάσεις

Παθογόνο αίτιο: *M. Graminicola (fuckel) Schröter & L. Nodorum E. Müller.*

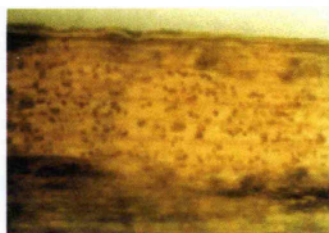
Αυτές οι ασθένειες είναι από τις πιο συνηθισμένες και τις πιο καταστροφικές ασθένειες του φυλλώματος του σιταριού. Σε ευπαθείς ποικιλίες έχουν προκληθεί απώλειες της τάξης του 15% αλλά έχουν αναφερθεί και μεγαλύτερες απώλειες σε άλλες περιοχές του κόσμου.

Ξενιστές: Σιτάρι, triticale, σίκαλη, κριθάρι, φυτά που παράγουν μικρούς σπόρους και πολλά αγρωστώδη.

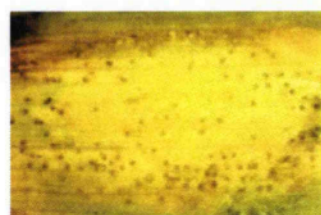
Διάδοση και σημασία: Η ασθένειες αυτές απαντώνται σε όλο τον κόσμο. Οι δροσερές και υγρές κλιματικές συνθήκες τις περιορίζουν. Προκαλεί κίτρινες και καφέ κηλίδες στο φυτό και τελικά το νεκρώνει. Ο μαρasmus και η απώλεια βάρους που προκαλούν μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την μεγάλη απώλεια παραγωγής αν η προσβολή είναι έντονη.

(plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/septoria_wheat.htm)

Septoria nodorum



Septoria tritici



4.5.3.7 Εργασία

Παθογόνο αίτιο: *Claviceps purpurea* (Fr) Tul.

Είναι ένας ασκομύκητας που σχηματίζει σκληρώτια, ασκοσπόρια και κονίδια. Τα σκληρώτια ποικίλουν σε μέγεθος (2-20mm μήκος) ανάλογα με το ξενιστή, έχουν χρώμα μοβ-μαύρο και είναι επιμήκη (λογχοειδή) με άσπρο κέντρο.

Ξενιστές: Σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, triticale, βρώμη, πολλά αγρωστώδη, ζιζάνια

Διάδοση και σημασία: Ο *C Purpurea* απαντάται στην Ευρώπη και την Αμερική.

Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι ο μύκητας διαχειμάζει με τη μορφή μαύρων σκληρωτίων. Επίσης τα μολυσμένα άνθη παράγουν σκληρώτια αντί για σπόρους με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής.

Το χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι τα μαύρα σκληρώτια αντικαθιστούν τους κόκκους του μολυσμένου στάχυ. Οι στάχυς μπορεί να έχουν ένα ή περισσότερα σκληρώτια. Ένα

κεχριμπαρένιο υγρό μπορεί να εμφανιστεί στα άνθη πριν την εμφάνιση των σκληρωτίων.



Τα σκληρώτια είναι δηλητηριώδη. Τα αλκαλοειδή που περιέχουν είναι πολύ τοξικά για τον άνθρωπο και τα ζώα Έχουν εντοπιστεί σε αλεύρι και δημητριακά που προορίζονταν για κατανάλωση καθώς επίσης και σε ζωτροφές.

(www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Secalis/Secalis_Claviceps_purpurea)

4.5.3.8 Σήψη λευκών στάχων

Παθογόνο αίτιο: *Ophiobolus graminis* Sacc.

Το πιο χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι το δίκτυο των καφέ υφών που δημιουργούνται πάνω στην επιφάνεια της ρίζας.

Ο μύκητας διατηρείται από χρονιά σε χρονιά στα υπολείμματα τις καλλιέργειας του σιταριού, του κριθαριού και στα αγρωστώδη ζιζάνια. Η μόλυνση του σιταριού γίνεται το φθινόπωρο / νωρίς το χειμώνα καθώς οι ρίζες του σιταριού έρχονται σε επαφή με τα μολυσμένα υπολείμματα. Τα συμπτώματα εμφανίζονται συνήθως σε μεμονωμένα φυτά αλλά και σε μικρές ομάδες φυτών ανάλογα με τη ποσότητα μόλυνσης του εδάφους.



Ξενιστές: Σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, triticale, βρώμη, ρύζι και καλλιεργούμενα και μη αγρωστώδη.

Η ασθένεια ευνοείται από υγρά και δροσερά εδάφη με θερμοκρασία από 12^ο - 20^οC. Η ασθένεια είναι πιο έντονη σε αλκαλικά, με κακή στράγγιση συμπιεσμένα εδάφη.



Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια απαντάται σε όλο τον κόσμο σε περιοχές που γίνεται εντατική καλλιέργεια δημητριακών. Είναι πολύ χαρακτηριστικό το γεγονός ότι οι ρίζες των μολυσμένων φυτών γίνονται σκούρες καφέ προς γυαλιστερές μαύρες και σαπίζουν τόσο πολύ που τα φυτά ξεριζώνονται με το χέρι πολύ εύκολα. Αυτός ο μαύρος γυαλιστερός μεταχρωματισμός μπορεί να εμφανιστεί και στο βλαστό. Σε έντονη προσβολή τα φυτά εμφανίζουν νανισμό και οι στάχυς είναι άδειοι και έχουν άσπρο χρώμα. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται μέσα στον αγρό σε κηλίδες.

Η σήψη των λευκών στάχων είναι πολύ έντονη αν στο ίδιο χωράφι καλλιεργείται μόνο σιτάρι για 3 ή 4 χρόνια. Οι μικρές προσβολές συνήθως περνούν απαρατήρητες γιατί τα μολυσμένα φυτά δεν εμφανίζουν συμπτώματα. Σε μεγάλη προσβολή, η απώλεια στη παραγωγή μπορεί να φτάσει και πάνω από 60%. Η διάδοση της ασθένειας γίνεται από φυτό σε φυτό με σταθερό ρυθμό.

(www.agrarfotodesign.de/getreide/schwarzbeinigkei)

4.5.3.9 Ωίδιο των σιτηρών

Παθογόνο αίτιο: *Erysiphe graminis DC. F. Sp. Tritici*

Ο μύκητας αυτός προκαλεί μεγάλες ζημιές με τις εξάρσεις που παρουσιάζει λίγο πριν ή κατά τη διάρκεια της άνθησης. Οι πρώιμες χειμωνιάτικες προσβολές μπορούν επίσης να μειώσουν την παραγωγή. Η πυκνή σπορά και τα υψηλά επίπεδα αζώτου ευνοούν το μύκητα.



Ξενιστές: Σιτάρι και φεστούκα. Ο μύκητας παρουσιάζει μεγάλο βαθμό εξειδίκευσης όσον αφορά τους ξενιστές του. Προσβάλλει αποκλειστικά το σιτάρι.

Διάδοση και σημασία: Το ωίδιο απαντάται σε δροσερές, υγρές περιοχές με βροχόπτωση 25-50mm το χρόνο. Ο μύκητας προσβάλλει κυρίως τα φύλλα αλλά επηρεάζονται επίσης οι βλαστοί και οι στάχυς. Ο μύκητας εγκαθίσταται στην επιφάνεια των φύλλων και τρέφεται από το πράσινο ιστό. Μικρές άσπρες ή γκρι κηλίδες εμφανίζονται στα φύλλα νωρίς τη καλλιεργητική περίοδο. Ο ιστός στην απέναντι πλευρά γίνεται ωχρός πράσινος ή κίτρινος. Οι κηλίδες του μύκητα μεγαλώνουν, ενώνονται και γίνονται κοκκινωπές προς καφέ. Αργότερα ο μύκητας αποκτά μαύρα στίγματα. Αυτά είναι τα εγγενή αναπαραγωγικά του όργανα, με τα οποία επιβιώνει ανάμεσα από τις καλλιεργητικές περιόδους. Η ζημιά που προκαλεί προέρχεται από τη μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα που είναι αποτέλεσμα της καλυμμένης πράσινης επιφάνειας του φυτού, και της απώλειας θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας.

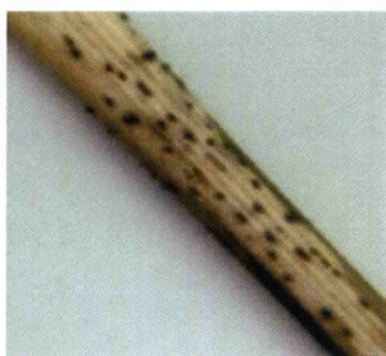
Η σοδειά μπορεί να μειωθεί κατά 20% ή και περισσότερο.

Τα μολυσμένα φυτά έχουν λιγότερα αδέρφια και σπόρους ανά φυτό. Οι σπόροι επίσης δεν έχουν καλό γέμισμα. Η προσβολή είναι μεγαλύτερη στα χειμερινά σιτηρά. Η απώλειες είναι μεγάλες όταν προσβάλλεται το φύλλο σημαία και το 2^ο φύλλο.

(www.pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1190.htm)

4.5.3.10 Κίτρινη κηλίδωση των φύλλων σίτου

Παθογόνο αίτιο: *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechsler (syn. *P. trichostoma* (Fr) Fuckel; anamorph *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem



Ο μύκητας προκαλεί κίτρινες κηλίδες στα φύλλα και μπορεί επίσης να προσβάλει και τους σπόρους προκαλώντας ροζ λεκέδες και μαύρα στίγματα. Μεγάλη μείωση της ποιότητας μπορεί να παρατηρηθεί σε έντονες προσβολές.

Ξενοστές: Το παθογόνο μπορεί να προσβάλει το σιτάρι και άλλα αγρωστώδη. Το triticale, το κριθάρι και η σίκαλη προσβάλλονται πιο σπάνια

Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια απαντάται στην Αυστραλία, την Ευρώπη και την Αμερική. Οι έντονες προσβολές προκαλούν πρόωμη νέκρωση των φύλλων και επομένως μείωση της σοδειάς και παραγωγή συρρικνωμένων σπόρων. Με την υιοθέτηση του νέου συστήματος του μη οργώματος των χωραφιών, κατά την οποία όλα τα υπολείμματα μένουν στο χωράφι αυτός ο μύκητας έχει γίνει πολύ σημαντικός. Ο μύκητας προκαλεί μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας του φυτού και επομένως μειωμένο γέμισμα των σπόρων και χαμηλή παραγωγή. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο όταν προσβληθούν τα δύο κορυφαία φύλλα. Η απώλεια παραγωγής μπορεί να φτάσει το 30-40% αλλά συνήθως κυμαίνεται στο 5 – 15%.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/tan_wheat.htm)

4.5.3.11 Ριζοκτονίαση

Παθογόνο αίτιο: *R. Solani Kühn*, *R. Ceralis*

Ο μύκητας αυτός απαντάται στις εύκρατες περιοχές σε όλο το κόσμο και μπορεί και προσβάλει πολλά είδη αγρωστωδών φυτών. Ο μύκητας

δημιουργεί χαρακτηριστικές κηλίδες στο κάτω μέρος του βλαστού. Οι κηλίδες αυτές έχουν ευδιάκριτα περιθώρια και φακοειδές σχήμα. Μπορεί να συναντήσουμε δύο είδη κηλίδων: αυτές με το ευδιάκριτο και πιο σκούρο περιθώριο και αυτές χωρίς περιθώριο. Οι κηλίδες με το ευδιάκριτο περιθώριο έχουν πιο επιφανειακό μυκήλιο στο κέντρο το οποίο μπορεί να ξυθεί με το χέρι.

Ξενιστές: σιτάρι, και μια μεγάλη γκάμα από καλλιεργούμενα φυτά.

Είναι ένας πολύ διαδεδομένος μύκητας που βρίσκεται σχεδόν παντού στο έδαφος και στα υπολείμματα καλλιεργειών

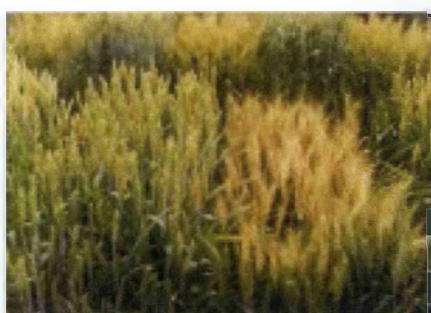
Διάδοση και σημασία: Είναι μία πολύ συνηθισμένη ασθένεια στη Νότια Αμερική και σε ευρωπαϊκές χώρες (Αγγλία, Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία κλπ.). Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι τα μολυσμένα φυτά εξασθενούν ή νεκρώνονται αλλά τις περισσότερες φορές επανέρχονται με καθυστερημένη ωριμότητα και χαμηλή παραγωγή.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/sharp_wheat.htm)



4.5.3.12 Ξερή σηψιρριζία

Παθογόνο αίτιο: *Gibbrella zeae* (Schwein.) Petch



Κατά τη διάρκεια της ασθένειας δεν παρατηρείται παραγωγή μικροκονιδίων και χλαμυδοσπορίων. Μακροκονίδια και περιθήκια υπάρχουν και παίζουν σημαντικό ρόλο στο βιολογικό κύκλο της ασθένειας.

Ξενιστές: Το *G. Zeae* είναι ένας πολύ σημαντικός μύκητας για το κριθάρι, το

καλαμπόκι, το ρύζι, τη βρώμη και το κριθάρι.

Διάδοση και σημασία: Ο *G.zeae* απαντάται σε όλο τον κόσμο και συνήθως στα θερμά κλίματα. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι τα μολυσμένα φυτά παράγουν λιγότερους σπόρους. Επίσης ο θερισμός γίνεται πολύ δύσκολα λόγω του πλαγιάσματος και οι σπόροι έχουν μικρό μέγεθος. Η ασθένεια καταστρέφει τις ρίζες, το σταυρό και άλλα υπόγεια μέρη του φυτού. Τα

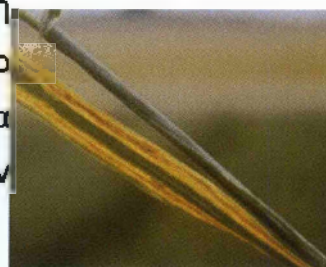
συμπτώματα είναι πολύ εμφανή στο διάστημα κάτω από το σταυρό και στη κολεοπτίλη και λιγότερο στο σταυρό και τις ρίζες.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/scab_wheat.htm)

4.5.3.13 Κεφαλοσπορίωση

Παθογόνο αίτιο: *Cephalosporium gramineum* Nisikado & ikata

Το παθογόνο εισέρχεται στο φυτό κατά τη βλάστηση ή από εγκοπές των ριζών. Ο μύκητας προσβάλλει το αγγειακό σύστημα του φυτού. Το μυκήλιο τα σπόρια και τα εξωκυτταρικά πολυσακχαρίδια παρεμποδίζουν την λειτουργία των ξυλωδών αγγείων.



Συνήθως προσβάλλονται ένα με δύο γειτονικά ξυλώδη αγγεία.

Ξενιστές: Το *Cephalosporium gramineum* προσβάλλει τα περισσότερα χειμερινά δημητριακά αλλά ειδικά το χειμερινό σιτάρι. Επίσης προσβάλλει διάφορα αγρωστωδή του γένους *Bromus*, *Dactylis* και *Poa*.

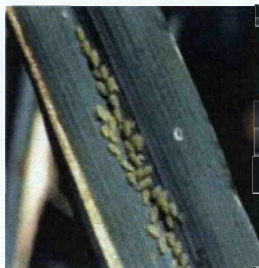
Διάδοση και σημασία: Η ασθένεια εμφανίζεται στη Βόρεια Αμερική, Ιαπωνία και Ευρώπη (Αγγλία κλπ.). Όλοι οι ιστοί που τροφοδοτούνται από το μολυσμένο ηθμαγγειώδη σωλήνα μολύνονται. Λωρίδες εμφανίζονται κατά μήκος των γονάτων και επάνω στα φύλλα. Αν κάνουμε μία τομή επάνω στο γόνατο μπορούμε να δούμε καθαρά τον μεταχρωματισμό των αγγείων. Τα μολυσμένα φυτά έχουν χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης, εμφανίζουν νανισμό και ωριμάζουν πρόωρα. Οι παραγόμενοι στάχυς έχουν άσπρο χρώμα και οι σπόροι τους είναι μικροί.

Ο μύκητας εισέρχεται στα φυτά από ουλές στο ριζικό σύστημα. Αυτές γίνονται συνήθως με μηχανικό τρόπο (όργωμα, κυλίνδρισμα, μετακίνηση του τρακτέρ κατά το ψεκασμό) αλλά και από έντομα ή παγωνιά.

(www.chaos.bibul.slu.se/sll/slu/vaxtskyddsnotiser/VSN82-1/VSN82-1G.HTM)

4.5.4 Εχθροί

4.5.4.1 Αφίδες



Όνομα ασθένειας: Αφίδες (*Sitobion avenae*, *Sitobion fragariae*, *Rhopalosiphum maidis*, *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum insectrum*, *Homoptera*).

Ξενιστές: Τα παραπάνω είδη προσβάλλουν συνήθως τα δημητριακά σε όλο τον κόσμο.

Διάδοση και σημασία: Οι αφίδες υπάρχουν παντού όπου καλλιεργούνται δημητριακά. Οι αφίδες είναι πολύ σημαντικά και ευρέως διαδεδομένα έντομα. Όταν ο πληθυσμός τους είναι μεγάλος μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές. Η ζημιά που προκαλούν οι αφίδες γίνεται με την εκμύζηση του χυμού κατά τη διάρκεια της τροφικής τους δραστηριότητας. Προκαλούν ζημιές σε ρίζες, βλαστούς, φύλλα, καρπούς στα οποία δημιουργούνται παραμορφώσεις, μαραίνονται και τα άνθη πέφτουν.

Μερικά είδη εκχέουν τοξίνες στα φυτά οι οποίες προκαλούν μεταχρωματισμούς και κηλίδες. Μερικά είδη επίσης μεταφέρουν ιούς.

(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/aphids_wheat.htm)

4.5.4.2 Θρίπας των σιτηρών

Όνομα εντόμου: *Limothrips cerealium*, *Thysanoptera*

Ξενιστές: Σιτάρι, φυτά της οικογένειας gramineae, βρώμη, κριθάρι, καλαμπόκι.



Διάδοση και σημασία: Τα είδη αυτά τρέφονται με δημητριακά στις Η.Π.Α., στο Καναδά, στο Μεξικό, και λιγότερο στην Ευρώπη. Ενήλικα και ανήλικα τρέφονται ξύνοντας την επιφάνεια των φύλλων, κολεών και στάχων μετά σιλέτα τους και μυζώντας το χυμό που βγαίνει από την τραυματισμένη περιοχή. Η τροφική τους δραστηριότητα προκαλεί παραμόρφωση των φύλλων και των κορυφών μαζί με παρασημένιο μεταχρωματισμό και / ή δημιουργία κηλίδων. Οι κορυφές των φύλλων συνήθως συστρέφονται, μαραίνονται και ξεραίνονται. Οι θρίπες μπορούν επίσης να μεταδώσουν ιούς. Οι θρίπες υπάρχουν σχεδόν

πάντα στο χωράφι. Με ξηρό καιρό ο πληθυσμός των θριπών αυξάνεται και τα φυτά αναπτύσσονται αργά.

Οι θρίπες προκαλούν ζημιές νωρίς την καλλιεργητική περίοδο και ειδικά με ξηρό καιρό. Κάτω από τέτοιες συνθήκες παρατηρείται μεταχρωματισμός και μάρανση των φυτών.

(www.discoverlife.org/nh/tx/Insecta/Thysanoptera/images/Limothrips_cerealium.300.html)

4.5.4.3 Σιδηροσκούληκα, συρματοσκούληκα

Όνομα εντόμου: *Agriotes obscurus*, *Agriotes lineatus*.

Ζουν στο έδαφος και τρέφονται με σπόρους ρίζες και οργανική ύλη. Η μεγαλύτερη ζημιά προκαλείται από τις προνύμφες την άνοιξη. Εκείνη την περίοδο αναπτύσσονται και προτιμούν να τρέφονται με σπόρους λόγω της υψηλής θρεπτικής τους αξίας. Οι προνύμφες του σιδηροσκούληκα εντοπίζουν τους σπόρους από το CO₂ που παράγουν κατά τη διάρκεια της βλάστησης. Μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη ζημιά στα μικρά φυτά την άνοιξη.



Ξενιστές: Σιτάρι, άλλα δημητριακά, αγρωστώδη, καλαμπόκι, μπιζέλια, αγγουράκια, καρότα, ρίζα τσίνσεγκ, μαρούλι, πατάτα, φράουλα, λαχανικά και άλλα κονδυλώδη φυτά. Τα σιδηροσκούληκα είναι πολύφαγα. Μπορούν να τραφούν με ένα μεγάλο φάσμα φυτών ιδιαίτερα σε υγρές περιοχές.

Το *Agriotes lineatus* έχει ως ξενιστές: όσπρια, *Solanum tuberosum* (άσπρη πατάτα) *Zea mays* (καλαμπόκι), *Pocacea* (αγρωστώδη), *Dacus carota* (καρότο), *Lycopersicum esculentum* (τομάτα), *Alium cera* (κρεμμύδι) κλπ.



Διάδοση και σημασία: Το έντομο αυτό είναι συνηθισμένο στην Αμερική και στις Ευρωπαϊκές χώρες. Η προνύμφη προτιμά να τρέφεται με ρίζες και σπόρους αγρωστωδών. Τα πιο ιδανικά οικοσυστήματα είναι τα λιβάδια οι χλοοτάπητες και τα βοσκοτόπια.

(www.insect.cz/details.php?image_id=1340&sessionid=b10652c313ef9ca688e32ec4e39a50df&l=greek)

4.5.4.4 Μαρτζινάτα

Όνομα εντόμου: *Haplodiplosis marginata*

Ξενιστές: Σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, και βρώμη.



Διάδοση και σημασία: Το έντομο αυτό είναι διαδεδομένο σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες και αναφέρθηκε για πρώτη φορά στο Άλφορντ της Αγγλίας. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι αυτό το έντομο προσβάλλει το βλαστό των σιτηρών και οι παραγόμενοι σπόροι είναι ατροφικοί.

(<http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6hapmar.htm>)

4.5.4.5 Ντέλια

Όνομα εντόμου: *Delia coarctata*

Ξενιστές: Σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι, και πολλά αγρωστώδη.

Διάδοση και σημασία: Το *Delia coarctata* (Diptera, Anthomyiidae) είναι ένα σημαντικός εχθρός των χειμερινών σιτηρών στην ανατολική Αγγλία και στη Βόρεια και Ανατολική Ευρώπη. Η πιο σημαντική ζημιά που προκαλεί γίνεται από την προνύμφη η οποία εισέρχεται μέσα στον βλαστόκαταστρέφοντας τον με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής.



Το ύψος της ζημιάς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Ο αριθμός των προνυμφών και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού σε συνδυασμό με τις καιρικές συνθήκες τη γονιμότητα και τη συνεκτικότητα του εδάφους είναι μερικοί από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζημιά.

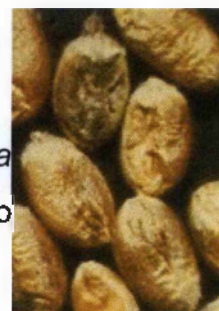
(www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/bulbfly_wheat.htm)

4.5.4.6 Σιτοδίπλωση

Όνομα εντόμου: *Sitodiplosis mosellana*(Géhin)

Ξενιστές: Σιτάρι, σίκαλη, κριθάρι και βρώμη.

Διάδοση και σημασία: Το *Sitodiplosis mosellana* απαντάται σε όλη την Ευρώπη την Ασία, και τη Βόρεια



Αμερική. Η προνύμφη του εντόμου τρέφεται από το καρπό καθώς αυτός μεγαλώνει από τον Ιούλιο ως τον Αύγουστο προκαλώντας βαθουλώματα στο κάλυμμα του σπόρου το οποίο συνήθως σπάζει κατά την ωρίμανση. Η προνύμφη εκχύει τοξίνες οι οποίες διαλύουν το φυτικό ιστό και κατόπιν τρέφεται από το παραγόμενο διάλυμα. Οι προσβεβλημένοι σπόροι είναι μικρότεροι σε μέγεθος και το αλεύρι που παράγεται από αυτούς κατώτερης ποιότητας.

(www.agrireseau.qc.ca/lab/navigation.aspx?sid=1203)

4.5.4.7 Ζάβρος των σιτηρών

Όνομα εντόμου: *Zabrus tenebrionides*

Ξενιστές: Σιτάρι.

Διάδοση και σημασία: Είναι πολύ συνηθισμένο έντομο στις μεσογειακές χώρες. Τα έντομο κόβει τις ρίζες και το βλαστό των φυτών. Άμεσα ή έμμεσα προκαλεί μεγάλη μείωση στη σοδειά.



Συμπτώματα: Με προσεκτική εξέταση του αγρού μπορούμε να δούμε στο έδαφος πολλούς κομμένους βλαστούς και φύλλα.

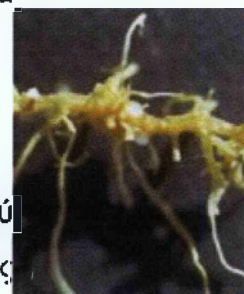
(www.kaefer-der-welt.de/zabrus_tenebrionides.htm)

4.5.4.8 Νηματώδεις που προκαλούν κύστες στα σιτηρά

Όνομα εντόμου: *Heterodera avenae* Wollenweber

Ξενιστές: Σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, καλαμπόκι.

Διάδοση και σημασία: Ο νηματώδης είναι πολύ συνηθισμένος στην Ιρλανδία, Αγγλία, σε πολλές Βόρειες ευρωπαϊκές χώρες, Ιταλία, Ισραήλ, Ινδία, Αυστραλία και Βόρειο Αμερική. Προσβάλλει τις ρίζες και προκαλεί κιτρίνισμα των φυτών αλλά και μείωση της παραγωγής τους. Το μέγεθος της προσβολής από το νηματώδη επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες αλλά και από το τύπο του εδάφους.



(www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6hetave.htm)

4.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Το σιτάρι θερίζεται όταν το ενδοσπέρμιο είναι σκληρό και έχει υγρασία 25-35%. Σύγχρονος θεριζοαλωνισμός γίνεται 6-10 ημέρες αργότερα, ώστε να περιορισθεί το ποσοστό της υγρασίας, που δυσκολεύει τον αλωνισμό.

Η αποθήκευση γίνεται με υγρασία καρπού κάτω του 14%, σε ξηρές και δροσερές αποθήκες μέσα σε μεταλλικά δοχεία ή σάκκους ή χύμα, καθώς και σε μεγάλα σιλό. Ο ρυθμός αναπνοής του σπόρου με υγρασία κάτω του 14% και θερμοκρασία κάτω των 20°C είναι βραδύς ώστε να μην διατρέχει κίνδυνο να ανάψει. Στην υγρασία των 8-10% και θερμοκρασία 4°C σταματά και η δραστηριότητα των εντόμων στην αποθήκη (Σφήκας, 1995).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

5.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Το *N* περιγράφηκε το 1772. Είναι το τέταρτο πιο συχνά απαντώμενο στοιχείο. Ο Desaussure μελέτησε την απορρόφηση και χρησιμότητα του το 1804 και απέδειξε ότι είναι απαραίτητο. Ο Liebig πίστευε ότι τα φυτά προσλαμβάνουν όλο το *N* που χρειάζονται από τον αέρα. Άλλοι, συμπεριλαμβανόμενων των Lawes και Gilbert, έδειξαν ότι το περισσότερο *N* απορροφάται από το υπόστρωμα. Η αναλογία προς το *Mo*: 1000000:1, είναι μακροκατιόν, μακροανιόν. Συνδέεται με πρωτείνες, 1-4 % ξ.β εξαρτώμενο από το είδος του ιστού και τις συνθήκες.

Αν και το ελεύθερο άζωτο αποτελεί το 78% του ατμοσφαιρικού αέρα, τα φυτά δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν για τις ανάγκες τους. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως αμμωνιακή η νιτρική μορφή. Κύριες πηγές αζώτου για τα φυτά είναι οι νιτρικές ενώσεις $NaNO_3$, KNO_3 , NH_4NO_3 και $Ca(NO_3)_2$ καθώς και μερικά αμμωνιακά άλατα. Και στις δυο περιπτώσεις τα άλατα αυτά για να μεταβολιστούν πρέπει να αναχθούν σε NH_3 .



Επειδή όμως η NH_3 είναι τοξική για τα φυτικά κύτταρα, δεσμεύεται με αναγωγική αμίνωση των α-κετονοξέων και σχηματίζει τελικά αμινοξέα η αμίδια (Καραμπέτσος, 2003).

Ο κορυφαίος ρόλος του αζώτου (*N*) στη φυτική παραγωγή οφείλεται στο συνδυασμό δυο χαρακτηριστικών: πρώτον, το *N* ασκεί τη μεγαλύτερη αυξητική επίδραση στην ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Δεύτερον, σε σύγκριση με όλα τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία το *N* αποβαίνει περιοριστικός παράγων της γεωργικής παραγωγής συχνότερα και ισχυρότερα.

Από απόψεως φυσιολογίας το *N* υπεισέρχεται ως βασικό δομικό συστατικό όλων των μεταβολικών συστημάτων, εξαιρέσει των υδατανθράκων για την αξιοποίηση όμως των οποίων μέσα στο φυτό είναι εξίσου απαραίτητο.

Στα γεωργικά εδάφη, ειδικότερα δε στα ελληνικά εδάφη, το N απαντάται σε περιεκτικότητες κυμαινόμενες μεταξύ 0,03 και 0,3%, με συνηθέστερη μέση διακύμανση 0,05% έως 0,15%. Λόγω των επικρατούσων αγροοικονομικών συνθηκών της Ελλάδας όπως και της ευρύτερης Παραμεσόγειου ζώνης στην οποία η στάθμη του εδαφικού N είναι γενικά χαμηλότερη σε σύγκριση με την εύκρατη ζώνη της κεντροδυτικής Ευρώπης (Αναλογίδης, 2000).

Ο φυσιολογικός ρόλος του αζώτου είναι:

- δημιουργία χηλικών δεσμών στη χλωροφύλλη, κυτοχρώματα, αιμογλοβίνη κλπ.
- Φορέας ηλεκτρικών φορτίων στο NAD, NADP, FAD, FMN, κλπ.
- Αποτελεί τη σπονδυλική στήλη των πρωτεϊνών μέσω των πεπτιδίων δεσμών.
- Συμμετέχει στη δημιουργία ετεροκυκλικών ενώσεων, όπως αδενίνη και νικοτίνη.
- Σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου στη διπλή έλικα του DNA και την τριτοταγή δομή της πρωτεΐνης.

Σε περίπτωση έλλειψης παρατηρείται:

- ❖ αναστολή αύξησης ή περιορισμένη αύξηση με χλώρωση ή απώλεια των φύλλων σε σοβαρές περιπτώσεις
- ❖ κυανέρυθρος χρωματισμός σε μίσχους και κατά μήκος των νεύρων του ελάσματος των φύλλων οφειλόμενος στη συγκέντρωση ανθοκυανίνων
- ❖ επηρεασμός ολόκληρου του φυτού, αλλά περισσότερο των παλαιότερων φύλλων αναστολή της αύξησης των πλευρικών κλάδων λόγω αδρανοποίηση των πλευρικών οφθαλμών. Αντίθετα, αύξηση της ποσότητας του αζώτου συνεπάγεται εντονότερη αύξηση του βλαστού και των φύλλων, βράχυνση όμως της ρίζας (Καραμπέτσος, 2003).

5.2 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Το άζωτο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό των πρωτεϊνών. Εν τούτοις, αν και αφθονεί στην ατμόσφαιρα (78%) με τη μοριακή του μορφή, είναι χημικά αδρανές και δεν μπορεί να διασπαστεί εύκολα από τους οργανισμούς. Οι περισσότεροι παραγωγικοί οργανισμοί μπορούν να απορροφήσουν μόνον τις δεσμευμένες μορφές του αμμωνιακού και του νιτρικού αζώτου.

Έτσι, αν και το ατμοσφαιρικό N_2 αποτελεί τεράστιο ταμείυμα, ο κύκλος του και μαζί με αυτόν η διαδικασία της ζωής στον πλανήτη περιορίζονται από την ταχύτητα μετατροπής του ατμοσφαιρικού N_2 στις χρησιμοποιήσιμες δεσμευμένες μορφές του.

Οι παραγωγικοί οργανισμοί ενσωματώνουν το άζωτο στις πρωτεΐνες. Απ' αυτούς εφοδιάζονται με το αναγκαίο οργανικό άζωτο όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί, ενώ διάφοροι ειδικευμένοι αποσυνθέτες διασπούν τις αζωτούχες ενώσεις της νεκρής οργανικής ύλης. Το μεγαλύτερο μέρος απ' αυτό το άζωτο παραμένει στο έδαφος ή στο νερό με μορφή νιτρικών ή αμμωνιακών αλάτων και ξαναχρησιμοποιείται από τα φυτά. Ένα μικρότερο μέρος ελευθερώνεται ως αέριο N_2 στην ατμόσφαιρα και κλείνει τον κύκλο. Κάποιες μικρές ποσότητες N_2 βγαίνουν από τον κύκλο, διότι καταλήγουν ως ιζήματα στο βυθό των ωκεανών. Υπάρχει εξάλλου μικρός εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας με N_2 από την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Οι κύριες γραμμές του κύκλου του αζώτου είναι:

- Η **δέσμευση**, δηλαδή η μετατροπή του μοριακού N_2 στις χρησιμοποιήσιμες μορφές αμμωνιακού N_2 και νιτρικών. Φυσική δέσμευση πραγματοποιείται είτε με την επίδραση ηλεκτρικών εκκενώσεων των καταιγίδων, είτε με βιολογικές διεργασίες από μικροοργανισμούς, όπως το βακτήριο που αναπτύσσεται στις ρίζες των ψυχανθών και δεσμεύει N_2 . Τεχνητή δέσμευση πραγματοποιείται κυρίως με τη βιομηχανική παραγωγή λιπασμάτων, που είναι σήμερα της ίδιας τάξης μεγέθους με τη βιολογική δέσμευση. Τεχνητή δέσμευση προκαλείται επίσης από δραστηριότητες που εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα οξειδία του αζώτου. Αυτά, αφενός μεν αποτελούν σοβαρό ατμοσφαιρικό ρύπο, αφετέρου δε οξειδώνονται σε νιτρικά και καταλήγουν στα νερά ή στο έδαφος (Γκαντίδης, 1989).

- Η **αμμωνιοποίηση**: Μεγάλο μέρος του εδαφικού αζώτου προέρχεται από νεκρές οργανικές ύλες υπό την μορφή σύνθετων οργανικών ενώσεων, όπως οι πρωτεΐνες, τα αμινοξέα, τα νουκλεϊνικά οξέα και τα νουκλεοτίδια. Αυτές οι αζωτούχες ενώσεις συνήθως αποσυντίθενται γρήγορα σε απλούστερες από σαπροφυτικά βακτήρια εδάφους και διάφορους μυκήτες. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χρησιμοποιούν την πρωτεΐνη και τα αμινοξέα για το σχηματισμό των δικών τους πρωτεϊνών και ελευθερώνουν την περίσσεια αζώτου υπό μορφή ιόντων αμμωνίου (NH_4^+) με μια διαδικασία γνωστή ως αμμωνιοποίηση (Καραμπέτσος, 2003).
- Η **νιτροποίηση**: Το αμμωνιακό N το οποίο απελευθερώνεται κατά τη διάσπαση των αζωτούχων ενώσεων μόνο μερικά ακινητοποιείται εκ νέου στην εδαφική βιομάζα. Έλλειψη ανθρακούχων ενώσεων πλούσιων σε ενέργεια, που αποτελεί συνηθέστατη συνθήκη των γεωργικών εδαφών, το NH_4^+ οξειδώνεται ταχύτατα σε NO_3^- , διαδικασία η οποία αποκαλείται νιτροποίηση. Η νιτροποίηση η οποία αποτελεί ένα βασικό υποσύστημα του κύκλου του αζώτου, είναι ύψιστης σημασίας τόσο για την οικονομία του εδαφικού N όσο και για την πρωτογενή παραγωγικότητα των φυτικών οικοσυστημάτων. Η νιτροποίηση λαμβάνει χώρα στο έδαφος, πρακτικός παντού όπου υπάρχει ως υπόστρωμα το NH_4^+ και οι συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, Ρh και αερισμού είναι ευνοϊκές (Αναλογίδης, 2000).
- Η **απονιτροποίηση** είναι μια βιολογική διαδικασία όπου γίνεται η αναγωγή από μικροοργανισμούς των νιτρικών σε αέριο άζωτο, το οποίο επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, κλείνοντας τον κύκλο. Χωρίς την απονιτροποίηση, όλο το άζωτο της ατμόσφαιρας θα είχε, στη διάρκεια των γεωλογικών περιόδων, δεσμευθεί στην ξηρά και στη θάλασσα, με τη μορφή νιτρικών (Γκαντίδης, 1989).

Εκτός από τις διαδικασίες βιολογικής απονιτροποίησης του εδάφους υπάρχουν και απώλειες αερίων μορφών N οφειλόμενες σε καθαρά χημικές δράσεις, μολονότι η σημασία τους είναι συνήθως πολύ υποδεέστερη. Οι εν λόγω απώλειες σχετίζονται με τη συσσώρευση του NO_2^- στο έδαφος, μόνο δε κάτω από ειδικές συνθήκες ενδέχεται να αποβούν σημαντικές. Οι απώλειες αυτές περιγράφονται με τον όρο «χημική απονιτροποίηση».

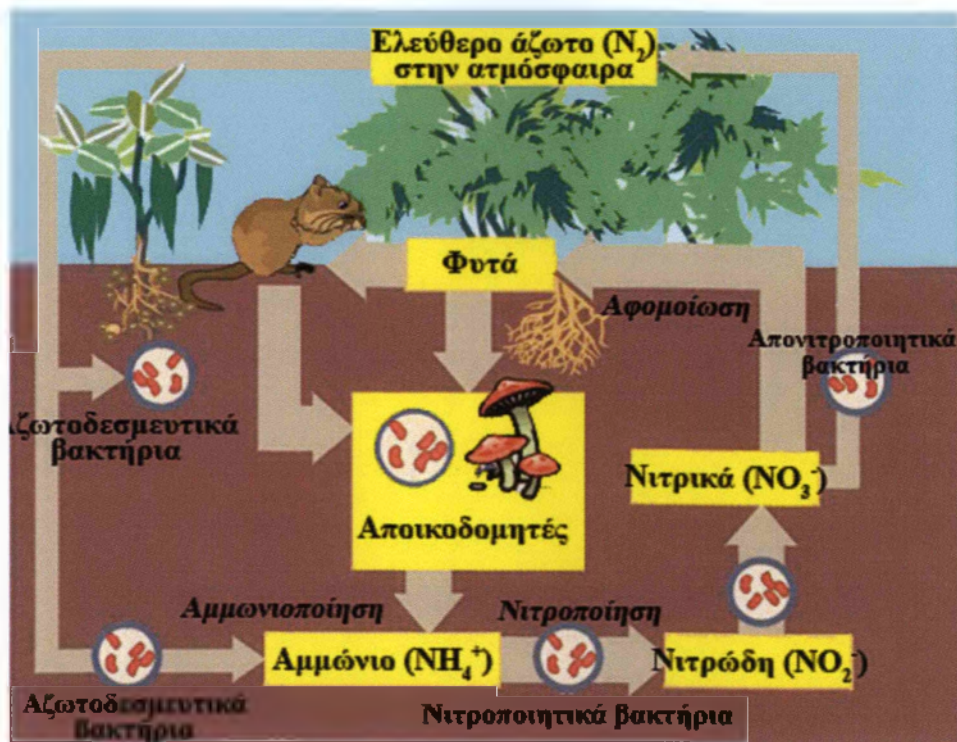
Το NO_2^- έχει την τάση να αντιδρά με συστατικά του εδάφους και να παράγει αέριες μορφές αζώτου όπως N_2 και τα οξείδια που αναφέρονται με

το συμβολισμό « NO_x » και περιλαμβάνουν τα N_2O , NO και NO_2 . Ας σημειωθεί ότι τα NO_x τα οποία παράγονται με αντιδράσεις ανόργανων μορφών N στα εδάφη αποτελούν περιβαλλοντική επιβάρυνση διότι συμβάλλουν στην καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος (Αναλογίδης, 2000).

Η διαταραχή του κύκλου του αζώτου από τον άνθρωπο συνίσταται στο ότι η ταχύτητα της συνολικής δέσμευσης είναι σήμερα σημαντικά μεγαλύτερη από την ταχύτητα της συνολικής απονιτροποίησης. Έτσι το έδαφος και τα νερά, σε τοπική κλίμακα, συγκεντρώνουν κάθε χρόνο ένα περίσσειμα δεσμευμένου αζώτου, με τις εξής συνέπειες:

- τον ευτροφισμό των υδάτινων οικοσυστημάτων που έχουν ως περιοριστικό παράγοντα το άζωτο
- την επιβάρυνση υδάτινων σωμάτων (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα, υπόγεια νερά) με νιτρικά ή με αμμωνία, τα οποία έχουν τοξικότητα
- την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με οξειδία του αζώτου, τα οποία είναι τοξικά, συντελούν στη δημιουργία όξινης βροχής και εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η αντιμετώπιση αυτής της διαταραχής απαιτεί την αποκατάσταση μιας ομαλότερης λειτουργίας του κύκλου του αζώτου, δηλαδή τη μείωση της τεχνητής δέσμευσης και την προστασία ή ενίσχυση των διεργασιών απονιτροποίησης, ένα μέρος από τις οποίες πραγματοποιείται σε υγροτόπους (Γκαντίδης, 1989).



Σχήμα 5.1. κύκλος αζώτου

5.3 Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η λίπανση των καλλιεργειών, πέρα από την τεράστια συμβολή της στην αύξηση της παραγωγής, μπορεί να δημιουργήσει και ορισμένα προβλήματα στο περιβάλλον που ανάγονται κυρίως στα θρεπτικά στοιχεία, άζωτο και φώσφορο και στις αυξημένες απώλειές τους από το γεωργικό έδαφος. Οι απώλειές τους δεν προέρχονται μόνο από τα ανόργανα λιπάσματα. Αυξάνουν όμως σε ανησυχητικό βαθμό με την υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, την εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγής και την αυξημένη διάβρωση των επικλινών εκτάσεων. Κάτω από τις συνθήκες αυτές:

- τα νιτρικά (NO_3^-) μπορούν να φτάσουν σε υψηλές συγκεντρώσεις στα υπόγεια νερά και να τα καταστήσουν ακατάλληλα για ύδρευση
- το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) που παράγεται κατά τη διαδικασία της απονιτροποίησης των νιτρικών, μπορεί να συμβάλλει στην καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας με δυσμενείς συνέπειες

- ο φώσφορος να φτάσει μέχρι τα επιφανειακά νερά (λίμνες, ρεύματα βραδείας ροής) και να επιταχύνει τη διαδικασία του ευτροφισμού, που καθιστά τα νερά ακατάλληλα για πολλές χρήσεις.

Στη σύγχρονη εντατικοποιημένη μορφή γεωργίας, οι απώλειες θρεπτικών από το έδαφος και κατ' επέκταση οι αρνητικές επιπτώσεις των λιπασμάτων στο περιβάλλον δεν είναι εύκολο να αποφευχθούν. Μπορούν όμως να περιοριστούν σημαντικά, με την αντιμετώπιση της διάβρωσης, την παραγωγή και χρήση λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης αζώτου και την εφαρμογή μιας λιπαντικής τακτικής που να ανταποκρίνεται καλύτερα στις εκάστοτε πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών, τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και το είδος του εδάφους (Γκαντίδης, κ.ά., 1989).

Στη διαρκή προσπάθεια για αύξηση της παραγωγής και βελτίωση του γεωργικού εισοδήματος, η λίπανση παίζει ρόλο κυρίαρχο και αποφασιστικό. Ενώ οι δαπάνες για την λίπανση συμμετέχουν με ποσοστό περίπου 10% στις ολικές δαπάνες του παραγωγού, τα λιπάσματα αυξάνουν την παραγωγή κατά 40 μέχρι 300 ή 400%. Είναι φανερό, ότι χωρίς τη βοήθειά τους δεν θα μπορούσαν ούτε αρκετά τρόφιμα να παραχθούν ή πρώτες ύλες για τη βιομηχανία, ούτε να βρει ο καταναλωτής είδη διατροφής και μάλιστα υψηλής ποιότητας, σε προσιτές τιμές. Πρέπει να θεωρείται βέβαιο, ότι η πλήρης κατάργησή τους, θα δημιουργούσε σήμερα τεράστιο επισιτιστικό πρόβλημα σε όλη την ανθρωπότητα (Γκαντίδης, 1986).

Πέρα από αυτό δεν θα ήταν καθόλου υπερβολή να λέγαμε, ότι τα λιβάδια και τα δάση, πολλές λίμνες και λιμνοθάλασσες, θα είχαν προ πολλού εκλείψει από αρκετές χώρες, που διαθέτουν περιορισμένη γεωργική γη, εάν τα λιπάσματα και τα άλλα μέσα, που χρησιμοποιεί η σύγχρονη γεωργία δεν παρείχαν τη δυνατότητα ικανοποίησης των βιοτικών αναγκών του ανθρώπου από τις υπάρχουσες γεωργικές εκτάσεις. Με αυτή την έννοια, η συμβολή των λιπασμάτων στη διατήρηση του πολυποίκιλου τοπίου της υπαίθρου, που τόσο ανάγκη έχει σήμερα ο άνθρωπος, αλλά και πολλά είδη της άγριας ζωής, είναι σημαντικότερη.

5.3.1 Αρνητικές επιπτώσεις της λίπανσης

Τα λιπάσματα περιέχουν κυρίως άζωτο, φωσφόρο και κάλιο. Λόγω της υπερβολικής χρήσης, κάποιες σημαντικές ποσότητες ενώσεων των στοιχείων αυτών που δεν μπορούν να συγκρατηθούν από το έδαφος, παρασύρονται από τα νερά διήθησης και απορροής, παράλληλα με τη διάβρωση των επικλινών εκτάσεων, και συσσωρεύονται στα επιφανειακά νερά. Έχει αναφερθεί πως τα σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι) αξιοποιούν κατά μέσο όρο μόνο το 30% της αζωτούχου λίπανσης. Ιδιαίτερα ανησυχητική είναι η κατείσδυση αζώτου με τη μορφή των νιτρικών αλάτων προς τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι εφοδιάζουν μέσω γεωτρήσεων με πόσιμο νερό ανθρώπινες κοινωνίες. Κάθε χρόνο η χρήση λιπασμάτων αυξάνεται ολοένα και περισσότερο, καθώς η αύξηση στις αποδόσεις των αγρών περιορίζεται συνεχώς. Αυτό το γεγονός συντελεί ώστε το 25% των λιπασμάτων που καταναλώνονται στην Ευρώπη και τη Β. Αμερική να μη χρησιμοποιείται καθόλου από τα φυτά, αλλά να τροφοδοτεί απευθείας τα υπόγεια νερά. Τα νιτρικά μπορεί να φθάσουν σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις, μεγαλύτερες των 50mg/l που θεωρείται το ασφαλές ανώτατο όριο για την ύδρευση, και να τα καταστήσουν ακατάλληλα. Η συγκέντρωση των νιτρικών που ανιχνεύεται στα υπόγεια νερά αυξάνει συνέχεια. Σύμφωνα με τη θεωρία πως η κατείσδυση του νερού που τα περιέχει διαρκεί αρκετά χρόνια, ώσπου το νερό αυτό να φτάσει στους υπόγειους ορίζοντες, πρέπει να αναμένεται περαιτέρω αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών, αφού οι ποσότητες που ανιχνεύονται σήμερα αντιστοιχούν στις απορροές από τα καλλιεργούμενα χωράφια των δεκαετιών του '70 και του '80, όταν η γεωργία ήταν λιγότερο εντατική. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα της εντατικής κτηνοτροφίας: μια αγελάδα παράγει ετησίως περίπου 16m³ κοπριά η οποία περιέχει 50kg νιτρικών (theriver.bio.auth.gr).

Όσον αφορά την υγεία του ανθρώπου τα νιτρικά μέσα στο σώμα μετατρέπονται σε νιτρώδη, και αυτά σε νιτροζαμίνες που εντάσσονται στις καρκινογόνες ενώσεις. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση μπορεί να δημιουργήσει συσσώρευση νιτρικών κυρίως στα φυλλώδη λαχανικά, αλλά και στα κονδυλόρριζα, σε βαθμό τέτοιο, που γίνονται επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία.

Το 20-30% των νιτρικών μπορεί να εισέλθει στον ανθρώπινο οργανισμό με το πόσιμο νερό. Το υπόλοιπο 70-80% εισέρχεται με την κατανάλωση λαχανικών και κρέατος (το οποίο έχει υποστεί επεξεργασία με συντηρητικές ουσίες που περιέχουν νιτρικά. Τα νιτρικά άλατα καθώς και τα νιτρώδη χρησιμοποιούνται για την αντιβακτηριακή τους δράση ως πρόσθετα στα αλλαντικά, με τα σύμβολα **E-249** και **E-252** αντίστοιχα) (theiver.bio.auth.gr). Γι' αυτό το λόγο η συγκέντρωση νιτρικών στο σπανάκι δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1/3 του γραμμαρίου ανά κιλό, σε νωπή βάση, όταν προορίζεται για παιδιά και 1 γραμμάριο ανά κιλό όταν πρόκειται να καταναλωθεί από ενήλικες.

Δυσμενείς επιπτώσεις από την υπερβολική λίπανση παρατηρούνται και στο έδαφος. Η μακροχρόνια λίπανση με αζωτούχα λιπάσματα κάνει τα εδάφη πιο όξινα. Οι μεταβολές της οξύτητας του εδάφους επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους προς τα φυτά. Επηρεάζουν επίσης τη δράση μικροοργανισμών που δρουν μέσα στο έδαφος, όπως είναι τα βακτήρια και οι μύκητες, και κατ' επέκταση τις λειτουργίες των φυτών που στηρίζονται στη συμβίωση με τους μικροοργανισμούς αυτούς. Τα λιπάσματα με την εφαρμογή τους στο έδαφος μπορούν να αυξήσουν και τη συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα (theiver.bio.auth.gr).

Επίσης πιστεύεται, πως το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), που εκλύεται στην ατμόσφαιρα και το οποίο κατά ένα ποσοστό προέρχεται από την απονιτροποίηση των αζωτούχων λιπασμάτων, ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος της στρατόσφαιρας και ότι συμβάλλει στη διαταραχή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη.

5.3.2 Αζωτούχος λίπανση, έκπλυση νιτρικού αζώτου (NO_3-N), επιβάρυνση των υπόγειων νερών με νιτρικά (NO_3^-)

Τη σημαντικότερη πηγή νιτρορύπανσης αποτελούν οι πάσης φύσεως αγροτικές δραστηριότητες, γεωργικές και κτηνοτροφικές. Η υπέρμετρη χρήση αζωτούχων σκευασμάτων με σκοπό τη βελτίωση και προστασία της παραγωγής έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών ενώσεων στο υπέδαφος (www.technicalreview.gr).

Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών ενώσεων στο υπέδαφος γίνεται με έκπλυση. Η έκπλυση αφορά στην απομάκρυνση με το εδαφικό ύδωρ του NO_3^- και δευτερευόντως του NH_4^+ , είτε κατά βάθος είτε και πλευρικός. Όμως συγκριτικά η έκπλυση του NH_4^+ είναι πολύ μικρότερη και μπορεί να αποβεί υπολογίσιμη μόνο σε εδάφη αμμώδη, προορισμένης ΙΑΚ. Από το άλλο μέρος η έκπλυση του NO_3^- συχνά αποβαίνει η σοβαρότερη διαδικασία απομάκρυνσης του αζώτου από το έδαφος, δεύτερη κατά σειρά σε ποσοτική σημασία μετά από την πρόσληψη του αζώτου από τα φυτά.

Προκειμένου να λάβει χώρα έκπλυση μεγάλης έκτασης του NO_3^- πρέπει να ικανοποιούνται 2 βασικές προϋποθέσεις: πρώτο, υψηλή συγκέντρωση του NO_3^- στο έδαφος και δεύτερο, έντονη κίνηση εδαφικού ύδατος. Αμφότερες οι προϋποθέσεις αυτές απαντώνται συχνά στη σύγχρονη γεωργική πράξη όπου η έκπλυση του νιτρικού N αποβαίνει συνήθως κύριο αίτιο της μειωμένης αποτελεσματικότητας της αζωτούχου λίπανσης και βασικός συντελεστής των ρυπογόνων επιπτώσεων της γεωργικής παραγωγής στο οικολογικό περιβάλλον.

Τα προβλήματα περιβάλλοντος που συνδέονται με την αζωτούχο λίπανση, ανάγονται στις αυξημένες απώλειες αζώτου από το γεωργικό έδαφος, οι οποίες εξαρτώνται κυρίως από:

- I. το ύψος της παρεχόμενης λίπανσης
- II. τις κλιματολογικές συνθήκες και το είδος του εδάφους
- III. το είδος της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, και
- IV. τις έντονες χημικές και βιοχημικές μετατροπές που υφίσταται το άζωτο στο έδαφος.

Είναι γνωστό πως το άζωτο, κυρίως το νιτρικό ιόν, διακινείται πολύ εύκολα στο έδαφος, γι' αυτό και η έκπλυσή του γενικά είναι μεγάλη. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι απώλειες του αζώτου με την έκπλυση κυμαίνονται συνήθως από 1-10 kg $N/στρ/$ έτος και η συγκέντρωση νιτρικών στα υπόγεια νερά από ελάχιστα mg μέχρι 100 mg/lit NO_3 και πάνω. Η μεγαλύτερη έκπλυση νιτρικών παρατηρείται σε εδάφη που βρίσκονται σε αγρανάπαιυση, καθώς και κατά την εποχή που το έδαφος μένει ακάλυπτο από τα φυτά. Στην περίοδο του χειμώνα και νωρίς την άνοιξη, όταν το έδαφος καλύπτεται ελάχιστα ή παραμένει εντελώς ακάλυπτο από βλάστηση, οι απώλειες λόγω έκπλυσης αποτελούν κατά μέσο όρο τα 2/3 μέχρι τα 3/4 της

ολικής ποσότητας που εκπλύνεται σε όλη τη διάρκεια του έτους. Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι το άζωτο που χορηγείται το φθινόπωρο με τη βασική λίπανση, μπορεί εφόσον επικρατήσουν άφθονες βροχοπτώσεις, να εκπλυθεί σε ποσοστό μέχρι 50%.

Ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα μεγάλος σε εδάφη με μικρή προσροφητική ικανότητα. Τα παραπάνω παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη χώρα μας, γιατί οι φθινοπωρινές καλλιέργειες απορροφούν το 55% περίπου της ολικής κατανάλωσης λιπασμάτων της χώρας και η κατανάλωση των αζωτούχων λιπασμάτων αυξάνει τους μήνες Δεκέμβριο και Φεβρουάριο (Παπακωνσταντίνου, 1989). Αν λάβουμε υπόψη, ότι τα σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι) αξιοποιούν, κατά μέσο όρο, μόνο το 30% της αζωτούχου λίπανσης, όπως σχετικά πειράματα επί σειρά ετών, μας έδειξαν (Σιμώνης και Κουκουλάκης 1989), τότε έχουμε να κάνουμε όχι μόνο με σπατάλη αζωτούχων λιπασμάτων και με σημαντικές απώλειες αζώτου από τα εδάφη μας, αλλά συγχρόνως διατρέχουμε και τον κίνδυνο να κατηγορηθούμε ότι συμβάλλουμε και στην υποβάθμιση των φυσικών πόρων, είτε με έκπλυση NO_3-N , είτε με την απονιτροποίηση του, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Από μια σειρά πειραματικών στο εξωτερικό, προκύπτει ότι η υπερβολική λίπανση των καλλιεργειών αυξάνει και την έκπλυση των νιτρικών από το έδαφος (Γκαντίδης κ.ά., 1989) και ότι κάθε αζωτούχος λίπανση που δίδεται πέρα από τις ανάγκες των φυτών, μπορεί να εκπλυθεί σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50%. Έτσι, σε ελαφρά εδάφη της Ολλανδίας οι απώλειες αζώτου με την έκπλυση έφτασαν τα 7,5 kg/στρ/έτος και στη Γερμανία στις συνήθεις γεωργικές εκτάσεις 7 kg/στρ/έτος και από τα εντατικά καλλιεργούμενα εδάφη 18 kg N/στρ/έτος. Εδώ πρόκειται για καλλιέργειες λαχανικών, πατάτας, ζαχαροτεύλων, λυκίσκου και αμπέλου, με ετήσια χορήγηση αζώτου 40-60 kg το στρέμμα και νερό διήθησης μέχρι 300 mm. Η συγκέντρωση νιτρικών στο υπόγειο νερό των περιοχών με τις παραπάνω καλλιέργειες, κυμαίνεται κατά περιοχή από 70-160, 200-300 και 200-400 mg NO_3 /lt.

Το γεγονός ότι σε ορισμένες χώρες με εντατική γεωργία (Δανία, Γερμανία, Ολλανδία) έχει προκύψει πρόβλημα ρύπανσης των υπόγειων νερών με νιτρικά, που προέρχονται τόσο από την ανόργανη, όσο και από την

οργανική λίπανση, συνετέλεσε στο να επιβάλλονται περιορισμοί στη χρήση τους και ιδιαίτερα σε περιοχές απ' όπου αντλείται πόσιμο νερό.

Η σχέση της εντατικοποίησης της γεωργίας με την αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών στα υπόγεια νερά, φαίνεται και από τις μακροχρόνιες έρευνες του Μουρκίδη και των συνεργατών του στην περιοχή του Λαγκαδά (Μουρκίδης και Μενκισόγλου, 1981, 1982). Σε ορισμένα χωριά της περιοχής αυτής, η συγκέντρωση του NO_3-N στο νερό των γεωτρήσεων, που προορίζεται για ύδρευση των κατοίκων, έχει με τα χρόνια υπερβεί τα επιτρεπτά όρια, πράγμα που δεν μπορεί να αποδοθεί στην εντατικοποίηση της ζωικής παραγωγής, όπως συμβαίνει σε άλλα χωριά.

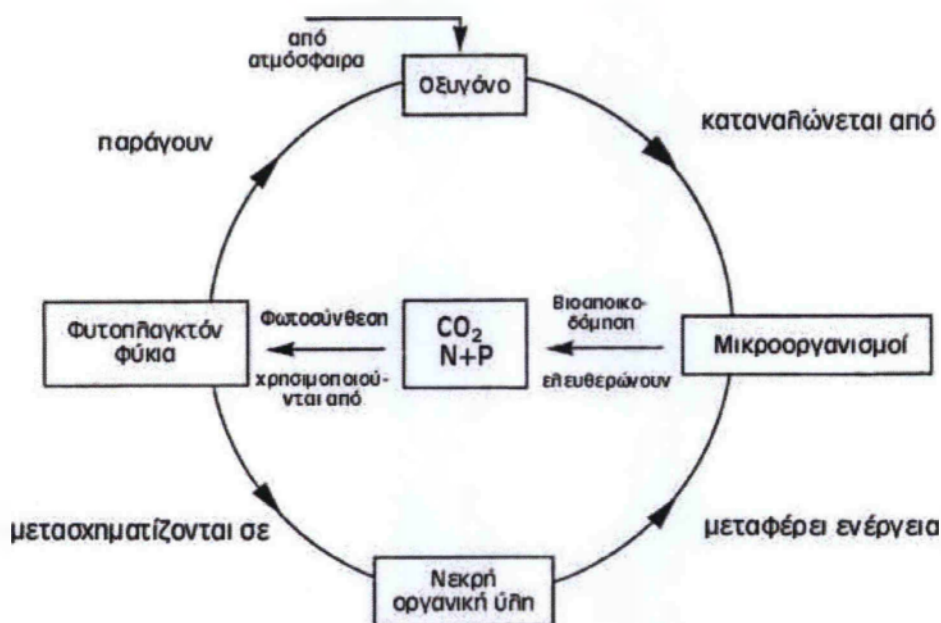
Σε πολλές περιπτώσεις όμως, το NO_3-N που απαντάται στα υπόγεια νερά δεν προέρχεται, στο μεγαλύτερο ποσοστό, από τα ανόργανα λιπάσματα, αλλά από την οργανική λίπανση και κυρίως από την ανοργανοποίηση του χούμου (Welte, 1979). Το ποσοστό αυτό, όπως σχετικά πειράματα σε διάφορα είδη εδαφών έδειξαν, μπορεί να ανέλθει σε 50-90% περίπου (Kolenbrander, 1969; Ohlendorf, 1976).

Το παραπάνω δεν πρέπει να μας εντυπωσιάζει, γιατί είναι γνωστό, πως το γεωργικό έδαφος, ανάλογα με την οργανική του ουσία, περιέχει 100-1000 kg ολικό άζωτο στο στρέμμα που σχεδόν εξολοκλήρου (98%) απαντάται με τη μορφή των οργανικών του ενώσεων (αμινοξέα, αμινοσάκχαρα, ασπαραγίνη, γλουταμίνη, κινόνες, πουρίνες, πυραμιδίνες κ.ά.). Απ' αυτό, ανοργανοποιείται από τους μικροοργανισμούς κάθε χρόνο, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και το είδος του εδάφους, ποσοστό 1-35 % καταρχήν σε αμμωνιακό (NH_4^+), που στη συνέχεια μετατρέπεται μέσα σε λίγες μέρες ή εβδομάδες σε νιτρικό (NO_3^-). Αυτό, καθώς είναι ευδιάλυτο και παρουσιάζει μεγάλη κινητικότητα, μπορεί εύκολα να εκπλυθεί είτε εν μέρει, είτε εξολοκλήρου (Jung *et al.*, 1974, Vomel, 1974).

5.3.3 Ευτροφισμός ως συνέπεια της νιτρορύπανσης

Η ανεξέλεγκτη αύξηση της συγκέντρωσης νιτρικών συμβάλλει μαζί με αύξηση των φωσφορικών ιόντων στο φαινόμενο του ευτροφισμού το οποίο έχει ήδη διαταράξει σε σοβαρό βαθμό την οικολογική ισορροπία των υδατικών συστημάτων (ποταμών – λιμνών - θαλασσών) της γης.

Ο ευτροφισμός οφείλεται στην αύξηση, πέραν ενός ορίου συγκέντρωσης των θρεπτικών ιόντων στα υδατικά συστήματα που προκαλεί τη μαζική και κατακόρυφη αύξηση πληθυσμών των φωτοσυνθετικών μονοκύτταρων φύκων (φυτοπλακτού) (alga). Ο ευτροφισμός εξαιτίας της απορρόφησης φωτισμού και οξυγόνου που προκαλεί οδηγεί σε εξαφάνιση μακροφυτικής υδρόβιας βλάστησης και τελικά στη θανάτωση των ενάλιων ζωικών πληθυσμών. Μετά μια «έκρηξη» ανάπτυξης φυτοπλακτού ακολουθεί νέκρωση και αποσύνθεση της τεράστιας αυτής βιομάζας η οποία δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες. Το ακραίο τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι ένας απολύτως «νεκρός» υδατικός σχηματισμός. Επιπλέον μερικά είδη (περί τα 25) φυκιών είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα ζώα (Αναλογίδης, 2000).



Εικόνα 5.2. Απλοστευμένο διάγραμμα αλληλεπίδρασης οργανισμών μέσα στο νερό. Τα προβλήματα ευτροφισμού αρχίζουν όταν αυξηθούν υπέρμετρα τα θρεπτικά *N* και *P*.

Οι πηγές θρεπτικών(νιτρικών και φωσφορικών) είναι:

- 1) τα λιπάσματα, λόγω την ποσοτήτων αζώτου, φωσφόρου και καλίου που περιέχουν,
- 2) τα απορρυπαντικά, λόγω των ποσοτήτων φωσφόρου, και

3) οι οργανικές ύλες των αστικών λυμάτων και των κτηνοτροφικών αποβλήτων. Οι οργανικές αυτές ύλες (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες κλπ), οξειδούμενες από μικροοργανισμούς των γλυκών νερών, μετατρέπουν τον άνθρακα σε CO_2 , τον φωσφόρο σε PO_4^- , το θείο σε SO_4^- και το άζωτο σε NO_3^- (www.geocities.com).

Έτσι με τη μείωση του οξυγόνου από τους σε υδάτινο περιβάλλον διαβιούντες οργανισμούς, τα ψάρια έχουν την υψηλότερη ανάγκη σε οξυγόνο απαιτώντας ελάχιστη συγκέντρωση 6 ppm, ενώ τα βακτηρίδια τη χαμηλότερη. Στη Δανία από τις αρχές της δεκαετίας του '80 η μείωση του οξυγόνου στις παράκτιες περιοχές άρχισε να γίνεται σύνηθες φαινόμενο. Τα τελευταία τριάντα χρόνια, η μέση ετήσια συγκέντρωση οξυγόνου κατά το φθινόπωρο στο βυθό της θάλασσας του Kattegat έχει μειωθεί από 4 mg/l σε 3 mg/l. Οι βόρειες θάλασσες και ο Ατλαντικός ωκεανός δεν έχουν επηρεαστεί από αύξηση θρεπτικών και ευτροφισμού, αλλά άλλες, πιο κλειστές θάλασσες όπως η Βαλτική ή η Βόρεια θάλασσα, η παρουσία θρεπτικών και ο ευτροφισμός αποτελούν πρόβλημα. Στη Βαλτική πολλά είναι τα παραδείγματα ευτροφισμού. Η αυξημένη παραγωγή φυτοπλαγκτού ακολουθείται από μείωση του οξυγόνου στα βαθύτερα στρώματα. Νηματοειδή άλγη καλύπτουν το βυθό στις ρηχές περιοχές και επηρεάζουν τη χλωρίδα και τα ψάρια της περιοχής. Στη Βόρεια θάλασσα επίσης οι περιπτώσεις ευτροφισμού συνδέονται με τη μεταφορά θρεπτικών από τα μεγάλα ποτάμια της ηπειρωτικής Ευρώπης και επηρεάζουν τις ακτές από το Βέλγιο μέχρι τη Β. Δανία, προκαλώντας συχνά άνθιση φυτοπλαγκτού, όπως του είδους *Phaeocystis*. Η Μεσόγειος αν και είναι φτωχή σε θρεπτικά συστατικά παρουσιάζει περιπτώσεις ευτροφισμού σε ακτές κοντά σε πυκνοκατοικημένες περιοχές που επιβαρύνονται κυρίως από αστικά και βιομηχανικά λύματα. Η Μαύρη Θάλασσα παρουσιάζει έντονα προβλήματα ευτροφισμού μια και δέχεται θρεπτικά συστατικά από μια μεγάλη λεκάνη απορροής και ο ρυθμός ανταλλαγής νερών με τη Μεσόγειο είναι μικρός. Οι αποδείξεις ευτροφισμού είναι πολλές, άνθιση αλγών, θολερότητα, μείωση των αποθεμάτων ψαριών, μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο.

Στη Ελλάδα και στη λίμνη του Μητρικού Ροδόπης το 1980, ο ευτροφισμός προκάλεσε μια τεράστια αύξηση των κυανοφυκών, η σήψη των οποίων δημιούργησε αναερόβιες και τοξικές συνθήκες (έλλειψη οξυγόνου,

παραγωγή υδρόθειου, αμμωνίας και μεθανίου) κατά τις οποίες διαπιστώθηκε ο θάνατος 18 τόνων εμπορεύσιμων ψαριών (γριβάδια, χέλια, κέφαλοι), αλλά και πολλών τόνων μη εμπορεύσιμων ψαριών με αποτέλεσμα τον αποδεκατισμό του ιχθυοπληθυσμού της λίμνης (Γεωργόπουλος, 1998).

Στη λίμνη του Αγ. Βασιλείου (του Λαγκαδά) εμφανίζεται συχνά το φαινόμενο της ανοξίας, ιδιαίτερα κατά το καλοκαίρι, όταν η περιεκτικότητα οξυγόνου σε βάθος μεγαλύτερο των 2,5 μέτρων μειώνεται κάτω του 1ppm, γίνεται δηλαδή πολύ μικρότερη από την περιεκτικότητα την αναγκαία για τη ζωή των ψαριών. Αυτό αποδίδεται στη μεταφορά ανεπεξέργαστων οικιακών και κτηνοτροφικών λυμάτων καθώς και υπολειμμάτων λιπασμάτων από τις γύρω περιοχές. Περιφερειακά της λίμνης υπάρχουν επίσης ρυπογόνες βιομηχανικές μονάδες (π.χ. βαφεία υφασμάτων) που ο ρόλος τους είναι επίσης επιβαρυντικός για τη λίμνη. Πάντως κάποια από τα εργοστάσια (π.χ. η γαλακτοκομία ΑΓΝΟ) διαθέτουν βιολογικό καθαρισμό των αποβλήτων τους, ο έλεγχος όμως της ορθής λειτουργίας τους είναι αμφίβολος. Γενικά, η λίμνη "πεθαίνει" και ήδη είναι υπό συζήτηση η τεχνητή τροφοδότησή της με νερά των ποταμών του κάμπου της Θεσσαλονίκης, μια παρέμβαση που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Το ίδιο φαινόμενο ανοξίας εμφανίζεται περιοδικά και στον ποταμό Λουδία και αποδίδεται στα οργανικά φορτία από τις βιομηχανικές επεξεργασίες φρούτων και λαχανικών της περιοχής (www.geocities.com).

Συχνά, η ευτροφική κατάσταση που οφείλεται σε αύξηση δινομαστιγωτών έχει τέτοια ένταση, ώστε να χρωματίζεται η θάλασσα (κόκκινη, καφέ ή κίτρινη) γι' αυτό ονομάζεται και κόκκινη παλίρροια. Αποτελείται από δινομαστιγωτά του είδους *Gymnodinium*, τα οποία παράγουν δηλητηριώδη νευροτοξίνη. Αυτή συσσωρεύεται στους θαλάσσιους οργανισμούς και καταλήγει μέσω της τροφικής αλυσίδας στα ψάρια, τα πουλιά και τον άνθρωπο.

Επίσης άνθιση του φυτοπλαγκτού (alga bloom) *Prymnesium parvum* σε ρηχά και υφάλμυρα νερά, παράγει μια τοξίνη που είναι πολύ δραστική για τα ψάρια και έχουν σημειωθεί σημαντικές καταστροφές σε εμπορεύσιμα ψάρια στο Ισραήλ και την Αγγλία.

Τοξίνες που παράγονται από κυανοβακτήρια μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την πανίδα ενός οικοσυστήματος, αλλά και την ανθρώπινη υγεία.

Είδη όπως τα *Microcystis*, *Aphanizomenon* και *Anabaena* παράγουν ισχυρά δηλητήρια που προκαλούν σε μικρές ποσότητες γρήγορη καταστροφή στο συκώτι και σε μεγαλύτερες μπορούν να προκαλέσουν παράλυση και θάνατο σε λίγα λεπτά. Δεν έχουν αναφερθεί θάνατοι σε ανθρώπους, αλλά τέτοιες τοξίνες ευθύνονται για ασθένειες σε ανθρώπους και θανάτους σε οικόσιτα και άγρια ζώα.

Ανάλογα προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν και από το βακτήριο *Clostridium botulinum*, το οποίο αναπτύσσεται σε ρηχές, ευτροφικές λίμνες και απελευθερώνει τοξίνες σε περιόδους ζέστης. Ιδιαίτερα ευαίσθητα είναι τα πουλιά και έχουν αναφερθεί σημαντικές απώλειες περιοδικά, κυρίως στις Η.Π.Α. (Mason, 1996).

Παράλληλα με τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλεί το φαινόμενο του ευτροφισμού σε ένα οικοσύστημα, σημαντικά προβλήματα μπορούν να προκληθούν και στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που ασκούνται σε αυτό. Τα προβλήματα μπορεί να σχετίζονται:

- 1) με την καθαρότητα και τη δυνατότητα κατανάλωσης του νερού,
- 2) με την αισθητική αξία και τις δυνατότητες για αναψυχή και
- 3) με τη διαχείριση του υδάτινου αποδέκτη.

Η αύξηση του φυτοπλαγκτού προκαλεί σημαντικά προβλήματα στην καθαρότητα του νερού (χρώμα, θολερότητα, οσμή κ.τ.λ.) και είναι πιθανό να κριθεί ακατάλληλο ή και επικίνδυνο για πόση και για χρήση από τους κατοίκους.

Η αισθητική αξία επίσης ευτροφικών νερών μειώνεται. Η υπέρμετρη ανάπτυξη υδρόβιων φυτών μπορεί να αποκλείσει την άσκηση ασχολιών όπως το κολύμπι, το ψάρεμα, η ιστιοπλοΐα, αλλά και να εμποδίσει το διάπλου πλοίων σε λίμνες, ποτάμια και κανάλια. Οι δυσάρεστες οσμές λόγω των ανοξογονικών συνθηκών και τα έντομα που συχνά συγκεντρώνονται σε ευτροφικά νερά μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα και στην τουριστική ανάπτυξη της περιοχής.

Τέλος, συχνά παρουσιάζονται μαζικοί θάνατοι ψαριών και οστρακοειδών με αποτέλεσμα την καταστροφή της αλιείας και των επαγγελματιών της περιοχής (www.geocities.com).

Συνέπειες και προβλήματα ευτροφισμού

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ

1. πιθανότητα ανάπτυξης ανοξογονικών συνθηκών
2. αλλαγή και μείωση βιοποικιλότητας του οικοσυστήματος
3. αύξηση θολερότητας
4. αύξηση φυτικής και ζωικής βιομάζας
5. αύξηση ιζηματογένεσης και μείωση ζωής υδάτινου αποδέκτη

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ

1. ακατάλληλο για χρήση νερό
2. νερό επικίνδυνο για την υγεία
3. καταστροφή βιολογικής και αισθητικής αξίας οικοσυστήματος
4. καταστροφή εμπορεύσιμων ειδών (ψάρια, όστρακα κλπ)
5. παρεμπόδιση διάπλευσης υδάτινου αποδέκτη (www.geocities.com).

5.3.4 Αζωτούχος λίπανση, έκλυση αζώτου, επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με υποξείδιο του αζώτου (N_2O)

Η λίπανση των καλλιεργειών συνδέεται και με μεγάλες απώλειες αζώτου, που εκλύεται με τη μορφή αερίων. Τα αέρια αυτά είναι κυρίως στοιχειακό άζωτο και υποξείδιο του αζώτου (N_2 , N_2O), που προέρχονται από βακτηριακή απονιτροποίηση των νιτρικών. Η απονιτροποίηση αναστέλλεται σε όξινα εδάφη (pH 5,5) και σε θερμοκρασία χαμηλότερη από 5°C (Bailey, 1976).

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι απώλειες αζώτου από τα χημικά λιπάσματα λόγω απονιτροποίησης, είναι συχνά μεγαλύτερες από αυτές που προκαλούνται με την έκπλυση. 59 πειραματικά λίπανσης κυρίως με σιτηρά σε εδάφη της Σοβιετικής Ένωσης, όπου χρησιμοποιήθηκε $15N$ (ισότοπο του N), οι απώλειες N που προέκυψαν από την απονιτροποίηση, ήταν κατά μέσο όρο 27 (11-67)% και σε 11 πειραματικά λίπανσης με άσπαρτα πειραματικά τεμάχια 52 (23-89)%, επειδή βέβαια εδώ εξέλειπε η πρόσληψη από τα φυτά. Εξίσου σημαντικές ήταν και οι απώλειες του αζώτου υπό μορφή αερίων σε παρόμοια πειράματα στη Γερμανία (Ohlendorf, 1976). Ένα αξιόλογο ποσοστό του αζώτου από την χημική λίπανση παραμένει στο έδαφος και οι απώλειες λόγω έκλυσης του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι

μεγαλύτερες από τις απώλειες λόγω έκπλυσης στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Ιδιαίτερα υψηλές μπορούν να είναι οι απώλειες υπό μορφή αερίων στις λιπαινόμενες λιβαδικές εκτάσεις. Σε πενταετή πειράματα λίπανσης με 200 kg N/ha/έτος, οι απώλειες του αζώτου από τα λιπάσματα, λόγω απονιτροποίησης, ήταν 50% στα τεχνητά λιβάδια και 70% στα φυσικά (Rower, 1980).

Γενικά, οι απώλειες αζώτου, υπό μορφή αερίων, είναι σημαντικές και δεν είναι εύκολο να αποφευχθούν. Η χρήση διαφόρων μέσων, που αναστέλλουν τη νιτροποίησή του (π.χ. N-Serve), φαίνεται ότι έχουν επιτυχία μόνο στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών (Fink, 1977).

Συνήθως, οι απώλειες λόγω απονιτροποίησης λαμβάνουν χώρα τους μήνες με αρκετή υγρασία και αυξημένη θερμοκρασία εδάφους, στους οποίους η προσφορά νιτρικών (NO_3^-) από το έδαφος και τα λιπάσματα υπερκαλύπτει τις ανάγκες των καλλιεργειών. Έτσι, και από περιβαλλοντική σκοπιά θεωρείται απαραίτητο να παρέχεται η N-λίπανση σε δόσεις, προσαρμοσμένες καλά στις εκάστοτε πραγματικές ανάγκες των φυτών. Υψηλές απώλειες αζώτου μπορούν να προκύψουν και από έκλυση αμμωνίας (NH_3). Οι απώλειες αυτές φτάνουν μέχρι το 25% του ολικού αμμωνιακού αζώτου (NH_4-N) και λαμβάνουν χώρα σε αλκαλικά εδάφη με μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, καθώς και σε εδάφη στην επιφάνεια των οποίων αποικοδομείται πλούσια σε N-οργανική ύλη (Scheffer, 1966; Terman, 1979).

Οι απώλειες αμμωνίας αυξάνουν με την ξηρασία και την υψηλή θερμοκρασία του εδάφους. Από σχετικά πειράματα με κοπριά, προκύπτει ότι όταν αυτή δεν ενσωματώνεται στο έδαφος χάνει με τη μορφή της αμμωνίας, το 60-100% του NH_4-N που περιέχει σε διάστημα 5-25 ημέρες, ανάλογα με το ρυθμό αποξήρανσής της (Lauer, 1976).

Επίσης, οι απώλειες NH_3 από επιφανειακή παροχή ουρίας σε αλκαλικά αλλά και όξινα ακόμη εδάφη, μπορούν να φτάσουν το 70-75% (Rashid, 1977). Στους ορυζώνες που κατακλύζονται με νερό, σημαντικό ρόλο για τις απώλειες της αμμωνίας παίζει το pH του νερού, το οποίο δεν εξαρτάται τόσο από το pH του εδάφους, όσο από το ρυθμό ανάπτυξης των φυτικών.

Έτσι, οι απώλειες από τη θειική αμμωνία μπορούν να φτάσουν το 20% και από την ουρία μέχρι 50% (Vlek, 1979).

Σε παγκόσμια κλίμακα, οι απώλειες του αζώτου από τα εδάφη με τη μορφή της αμμωνίας (91 – 186 * 106 t) κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα με τις απώλειες που προκύπτουν από την απονιτροποίηση. Κατά 70% όμως η αμμωνία επιστρέφει με τις βροχοπτώσεις πάλι στη γη (Soderlund and Swensson, 1976).

Ειδικότερα για την Ελλάδα τα μεγέθη εκπομπών με την μορφή αμμωνίας που αναφέρει η μελέτη της ECETOC είναι (σε kt): κτηνοτροφία 57, λιπάσματα 19, διάφορες πηγές 22, σύνολο 98 (Αναλογίδης, 2000).

Το ενδιαφέρον των επιστημόνων εστιάζεται στο N_2O που προέρχεται από την απονιτροποίηση των νιτρικών του εδάφους και των λιπασμάτων. Υποστηρίζεται, ότι εκτός από τους χλωριοφθοριωμένους υδρογονάνθρακες, δηλαδή τα αέρια των σπρέι, καταστροφική επίδραση στη στοιβάδα του όζοντος της στρατόσφαιρας, που βρίσκεται σε ύψος 20-50 χλμ. από τη γη, ασκεί και το N_2O . Ακόμη, εκφράζονται φόβοι, ότι το N_2O συμμετέχει, μαζί με τους παραπάνω υδρογονάνθρακες, το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, στη δημιουργία του «φαινομένου του θερμοκηπίου» στην τροπόσφαιρα, που απειλεί να μεταβάλλει το κλίμα της γης (Hahn, 1979). Το αέριο αυτό είναι γνωστό πως είναι πάνω από 200 φορές δραστικότερο του διοξειδίου του άνθρακα, στην απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που θεωρείται υπεύθυνο για την παγκόσμια αύξηση των επιπέδων θερμοκρασίας (www.pandoiko.gr).

Το πρόβλημα ξεκινά από τη μεγάλη διάρκεια ζωής του N_2O , η οποία κυμαίνεται γύρω στα 10 χρόνια (Heinemeyer, 1981). Η ιδιότητά του αυτή του επιτρέπει να φτάσει μέχρι τη στρατόσφαιρα, όπου δρα σαν καταλύτης στη διαδικασία καταστροφής του όζοντος. Η καταστροφή του όζοντος, ως γνωστόν, οδηγεί στην αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας στη γη και κατά συνέπεια στην αύξηση των καρκίνων του δέρματος και στη μείωση της φωτοσύνθεσης στα φυτά.

Από έρευνες στην Αμερική, Ευρώπη και Αυστραλία (Heinemeyer, 1981), προκύπτει ότι η ποσότητα του N_2O που παράγεται κατά την απονιτροποίηση των νιτρικών εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, το είδος του εδάφους, το ύψος της *N*-λίπανσης και το είδος της καλλιέργειας.

Γενικά, γίνεται παραδεκτό, ότι σήμερα σε παγκόσμια κλίμακα εκλύεται κατά μέσο όρο 1 kg N_2O /ha/έτος (Heinemeyer, 1981). Πιστεύεται όμως, ότι η

αυξημένη χρησιμοποίηση των αζωτούχων λιπασμάτων, θα αυξήσει και την ποσότητα του παραγόμενου N_2O . Μια τέτοια αύξηση θα μπορούσε στις προσεχείς δεκαετίες να συμβάλλει σε μια πιθανή μείωση της στοιβάδας του όζοντος μέχρι 30% (Mc Elroy *et al.*, 1976).

Όσον αφορά στη συμβολή του N_2O στη δημιουργία του «φαινομένου του θερμοκηπίου», που κατά 50% σήμερα οφείλεται στο CO_2 υπολογίζεται ότι η συμμετοχή της *N*-λίπανσης έως το 2050 δεν θα υπερβεί το 10% (Hahn, 1979).

5.3.5 Νομοθεσία για τα νιτρικά στο νερό – έδαφος

Το έδαφος αποτελεί θεμελιώδες συστατικό στοιχείο του γήινου περιβάλλοντος και, για τον λόγο αυτό, η κατάσταση της διατήρησής του καθορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ποιότητα ζωής των ευρωπαϊών πολιτών. Επιπλέον, το έδαφος εμφανίζει ένα χαρακτηριστικό που το διαφοροποιεί από τις άλλες δύο μεγάλες υποδιαιρέσεις του γήινου περιβάλλοντος (τον αέρα και το νερό): την αντοχή του. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι διεργασίες υποβάθμισης που λαμβάνουν χώρα, συνεπεία των ασκούμενων πιέσεων, να μη γίνονται αντιληπτές αμέσως, αλλά μόνον μετά το πέρας κάποιου χρονικού διαστήματος. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι κατά το παρελθόν οι δράσεις για την προστασία του περιβάλλοντος επικεντρώθηκαν καταρχάς στην προστασία των υδάτων και του αέρα, όπου οι ενδείξεις υποβάθμισης εμφανίσθηκαν νωρίτερα (www.europa1.europa.eu).

Έτσι το «νερό» είναι το πιο σφαιρικά νομοθετημένο αντικείμενο στον τομέα της νομοθεσίας του περιβάλλοντος. Ήδη από την δεκαετία του 1970, η τότε ΕΟΚ και νυν Ευρωπαϊκή Ένωση άρχισε να δημιουργεί ένα ευρύ κανονιστικό πλαίσιο για τα ύδατα υιοθετώντας προγράμματα, πολιτικές και νομοθεσία. Ο πρώτος νομοθετικός κύκλος άρχισε με την οδηγία 75/440 για τα επιφανειακά ύδατα (*surface water directive*) και ολοκληρώθηκε με την οδηγία 80/778 για το πόσιμο ύδωρ (*drinking water directive*). Η πρώτη αυτή ομάδα συμπεριέλαβε νομοθετήματα που έθεταν ποιοτικά κριτήρια για τις διάφορες κατηγορίες υδάτων, όπως η οδηγία 76/160 για τα ύδατα κολύμβησης (*bathing waters directive*), η οδηγία 78/659 για τα γλυκά ύδατα όπου ζουν ψάρια (*fish waters directive*), η οδηγία 79/923 για τα ύδατα για οστρακοειδή (*shellfish*

waters directive) και η οδηγία 80/68 για τα υπόγεια ύδατα (groundwater directive). Η οδηγία 76/464 για τις επικίνδυνες ουσίες (dangerous substances directive) και οι επόμενες οδηγίες (1982-1986) σχετικά με διάφορες κατηγορίες ουσιών υιοθετήθηκαν στο πλαίσιο της νομοθεσίας για την οριοθέτηση των εκπομπών. Το πρώτο αυτό κύμα νομοθεσίας ακολουθεί την προσέγγιση του ποιοτικού στόχου για τα ύδατα (*Water Quality Objective approach -WQO*), βάσει της οποίας ορίζονται τα ελάχιστα ποιοτικά επίπεδα του ύδατος προκειμένου να περιοριστούν οι επιπτώσεις από τις εκπομπές και την απελευθέρωση ουσιών από κάθε είδους πηγή. Η προσέγγιση αυτή εστιάζει στην εξασφάλιση ενός συγκεκριμένου ποιοτικού επιπέδου των υδάτων που δεν βλάπτει το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Μετά από αποτίμηση της εφαρμογής του πρώτου νομοθετικού κύκλου και τον εντοπισμό κενών και αναγκαίων βελτιώσεων, ακολούθησε δεύτερος νομοθετικός κύκλος, με διαφορετική ωστόσο αφετηριακή προσέγγιση: τη φορά αυτή υιοθετήθηκε η προσέγγιση της οριακής τιμής εκπομπών (*Emission Limit Value approach -ELV*), η οποία εστιάζει στις ανώτατες επιτρεπτές ποσότητες ρύπων που μπορούν να ελευθερωθούν από συγκεκριμένη πηγή στο υδάτινο περιβάλλον. Η προσέγγιση αυτή εξετάζει το τελικό αποτέλεσμα μια διαδικασίας (διαχείριση λυμάτων, απορρίψεις από τη βιομηχανία, επιπτώσεις της γεωργίας στην ποιότητα των υδάτων) ή την ποσότητα των ρύπων που καταλήγουν στο νερό. Στη δεύτερη αυτή ομάδα νομοθετημάτων, κυρίως κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1990, υιοθετήθηκαν η οδηγία 91/271 για τη διαχείριση αστικών λυμάτων, η οδηγία 91/676 για τα νιτρικά και η οδηγία 96/61 για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης από μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, η αναθεώρηση των οδηγιών για το πόσιμο νερό και τα ύδατα κολύμβησης καθώς και η ανάπτυξη ενός προγράμματος δράσης για τα υπόγεια ύδατα (www.nomosphysis.org.gr).

Την περίοδο αυτή, μετά από εκτενείς συζητήσεις σε επίπεδο Κρατών Μελών και Κοινότητας, είχε γίνει σαφές ότι η αποτελεσματική προστασία του νερού απαιτούσε νομοθεσία τόσο για τις τιμές των ορίων εκπομπής καθώς και νομοθεσία για τα πρότυπα ποιότητας του νερού, δηλαδή μία συνδυασμένη προσέγγιση. Η συνδυασμένη προσέγγιση είναι σύμφωνη και με τις αρχές που υιοθετήθηκαν στην συνθήκη, την αρχή της πρόληψης, την αρχή ότι η περιβαλλοντική βλάβη πρέπει κατά προτεραιότητα να διορθώνεται στην

πηγή καθώς και την αρχή ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Παρακάτω γίνεται αναφορά των οδηγιών:

Η Οδηγία **91/676/EEC** αφορά την προστασία των νερών από τα νιτρικά που προέρχονται από γεωργικές χρήσεις, συμπληρώνοντας την Οδηγία για τα Αστικά Απόβλητα. Στοχεύει στην μείωση της διείσδυσης στο νερό των νιτρικών που προέρχονται από πηγές όπως τα λιπάσματα και ζωικά απόβλητα προκειμένου να εμποδίσει την μόλυνση των πηγών του πόσιμου νερού και τον ευτροφισμό των γλυκών και θαλασσινών νερών.

Η Οδηγία απαιτεί από τα Κράτη Μέλη να δώσουν ένα κώδικα καλής αγροτικής πρακτικής και να τον προωθήσουν σε όλους του αγρότες της χώρας. Τα μέτρα ενός τέτοιου κώδικα δεν είναι υποχρεωτικά. Με βάση τα αποτελέσματα από τα δίκτυα παρακολούθησης που ορίζονται στην Οδηγία πρέπει να προσδιοριστούν οι ζώνες που κινδυνεύουν από τις γεωργικές χρήσεις. Στις ζώνες αυτές πρέπει να εφαρμοστούν προγράμματα δράσης που θα περιλαμβάνουν υποχρεωτικά μέτρα και ο κώδικας καλής αγροτικής πρακτικής θα είναι υποχρεωτικός. Τα Κράτη Μέλη μπορεί να αποφασίσουν να εφαρμόσουν τα προστατευτικά μέτρα σε όλη την επικράτεια οπότε φυσικά δεν απαιτείται ο εντοπισμός επικίνδυνων ζωνών.

Η εφαρμογή των παραπάνω συνεπάγεται ότι τα Κράτη Μέλη πρέπει:

1. να εκτιμήσουν αν θα προσδιορίσουν απειλούμενες ζώνες (λαμβάνοντας υπόψη την σχετική επιστημονική και τεχνική προσπάθεια και κόστος) ή θα εφαρμόσουν αυστηρά περιοριστικά μέτρα σε ολόκληρη την επικράτεια,
2. να ιδρύσουν συστήματα εποπτείας και μετρήσεων των επιφανειακών και υπόγειων νερών καθορίζοντας παράλληλα και τις υπεύθυνες Αρχές για την υλοποίησή τους,
3. να ορίσουν κώδικες καλής αγροτικής πρακτικής και να εκπαιδεύσουν τους αγρότες σε αυτούς,
4. να σχεδιάσουν και εφαρμόσουν προγράμματα δράσης για τις απειλούμενες ζώνες ή όλη την επικράτεια,
5. να επανεκτιμούν περιοδικά την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων δράσης (www.deyar.gr).

Στη συνέχεια έχουμε τροποποίηση των οδηγιών. Για σκοπούς μερικής εναρμόνισης με την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Κοινότητας 91/676/ΕΟΚ του

1991 για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης, το Υπουργικό Συμβούλιο, έκδωσε τους ακόλουθους Κανονισμούς που έχουν την ονομασία οι Περί Ελέγχου της Ρύπανσης του Νερών και του Εδάφους (Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης) Κανονισμοί του 2002. Οι Κανονισμοί τέθηκαν σε ισχύ (εξαιρουμένων κάποιων διατάξεων που θα τεθούν σε ισχύ αργότερα), στις 8 Νοεμβρίου 2002, ημερομηνία δημοσίευσής τους στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας (www.cyprus.gov.cy).

Έπειτα με την ΑΠΟΦΑΣΗ αριθ. 2455/2001/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20ης Νοεμβρίου 2001 η Οδηγία 2000/60/ΕΚ τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με τη θέσπιση του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας στον τομέα του νερού. Η Απόφαση ουσιαστικά ορίζει ένα κατάλογο 33 ενώσεων ή ομάδων ενώσεων που θεωρούνται ιδιαίτερα τοξικές για το περιβάλλον και ειδικότερα για τον άνθρωπο και αναθεωρεί ή συμπληρώνει το σχετικό πίνακα I της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ (www.deyap.gr).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

6.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Οι Τσιπρόπουλος κ.ά. (1990) μελέτησαν την επίδραση του *N* στην ποιότητα του σιταριού χρησιμοποιώντας πολυετή πειράματα και διαφορετικά επίπεδα *N* στην ποικιλία σκληρού σιταριού Μεξικάλι και μαλακού σιταριού Βεργίνα. Από την εργασία αυτή βρέθηκε ότι η αζωτούχος λίπανση αύξησε την πρωτεΐνη του καρπού του σιταριού 9,9-13,7% για το μαλακό σιτάρι και 11,1-15,1 για το σκληρό σιτάρι. Επιπλέον, αύξησε τα κλάσματα της πρωτεΐνης: αλβουμίνη, γλοβουλίνη, προλαμίνη και γλουτελίνη και τα αμινοξέα γλουταμινικό οξύ, ασπαραγινικό οξύ, αλανίνη και προλίνη. Αντίθετα, η αζωτούχος λίπανση μείωσε τα αμινοξέα της πρωτεΐνης του καρπού λυσίνη, θρεονίνη, βαλίνη και την περιεκτικότητα σε άμυλο και κελλουλόζη του καρπού. Η σχέση της πρωτεΐνης του καρπού με τις ποσότητες της λυσίνης του καρπού ανά μονάδα πρωτεΐνης, ήταν αρνητική, ενώ με τις ποσότητες της λυσίνης ανά μονάδα απόδοσης πρωτεΐνης ήταν θετική.

Οι Καραγιάννη κ. ά. (1994) μελέτησαν την επίδραση του *N* και *P* στην ποιότητα του σίτου και τον βαθμό αξιοποίησεως αζωτούχων λιπασμάτων με την χρήση N^{75} στα διάφορα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας της ποικιλίας Careiti σε 5 επίπεδα *N* και 4 επίπεδα *P*. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι αυξημένες δόσεις αζωτούχου λιπάσματος αύξησαν την περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη. Αντίστοιχα αυξημένες δόσεις φωσφορικού λιπάσματος μείωσαν την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη. Ο βαθμός αξιοποίησεως αζωτούχων λιπασμάτων θα αναλυθεί παρακάτω (ενότητα 6.2).

Οι Χάρδας κ. ά. (1999) μελέτησαν την επίδραση της *N*, *P*, *K*-ούχου χημικής λίπανσης στην ποιότητα του σιταριού. Μελετήθηκαν γνωρίσματα της ποικιλίας Careity, σε πολυετή πειράματα που έγιναν στο Ινστιτούτο Σιτηρών.

Οι μετρήσεις έγιναν στα γνωρίσματα βάρους 100 κόκκων, % ποσοστό των υαλωδών κόκκων καθώς και % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν τα εξής:

1. Το βάρος των 100 κόκκων δεν συσχετίζεται με τη λίπανση του σίτου.
2. Οι υαλώδεις κόκκοι έχουν στενή συναρτησιακή σχέση με το % ποσοστό της πρωτεΐνης του.
3. Η Ν-ούχος λίπανση είναι απαραίτητη στην καλλιέργεια του σίτου, σε ποσότητες κυμαινόμενες από 12 ως 20kg/στρ. Η Ρ-ική λίπανση παρότι μειώνει την % περιεκτικότητα του σίτου σε πρωτεΐνη αλληλεπιδρά θετικά με την αζωτούχο και αυξάνει συνολικά την παραγωγή της ολικής πρωτεΐνης. Μάλιστα υπολόγισαν ότι η συνιστώμενη δόση θα πρέπει να κυμαίνεται στις 6 gk P_2O_5 /στρ.(5). Η Κ-ούχος λίπανση δε διαφοροποιεί τα ποιοτικά γνωρίσματα, ούτε και την απόδοση του σίτου, γι' αυτό και δεν συνιστάται η χρήση της.

Τέλος, ο Ντάλιας αξιολόγησε την ενσωμάτωση ιλύος και άχυρου στο έδαφος ως προς την παραγωγή και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σπόρου του σιταριού. Ο ερευνητής αυτός παρουσίασε τα προκαταρκτικά αποτελέσματα από τον πρώτο χρόνο μελετών για την συγκριτική αξιολόγηση των καλλιεργητικών πρακτικών που στοχεύουν στη βελτίωση της γονιμότητας και παραγωγικότητας των εδαφών στην Κύπρο. Από τα δεδομένα της εργασίας αυτής προέκυψε ότι μεγαλύτερη παραγωγή σπόρου και άχυρου έδωσε η μεταχείριση της ιλύος και μικρότερη αυτή της ενσωμάτωσης άχυρου. Αντίστοιχη κατάταξη μεταξύ των μεταχειρίσεων παρουσίασε και η διαθεσιμότητα ανόργανου Ν στο έδαφος κατά τους δύο πρώτους μήνες της βλαστικής περιόδου. Αν και τους τελευταίους μήνες πριν το θερισμό δεν παρουσιάστηκε καμία διαφορά στη συγκέντρωση ανόργανου Ν στο έδαφος, η διαθεσιμότητα του εδαφικού ανόργανου Ν επέδρασε θετικά στην συγκέντρωση της συνολικής πρωτεΐνης και γλουτένης του σπόρου, όσο και στην αρτοποιητική ικανότητα του αλευριού που παρήχθη. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αλευριού που παρήχθη στη μεταχείριση του άχυρου, έτσι όπως δίνονται από την ανάλυση φαρινογραφήματος ήταν καλύτερα από αυτά που αναμένονταν, λαμβάνοντας υπόψη τη μικρότερη συγκέντρωση συνολικής πρωτεΐνης και γλουτένης.

6.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Οι Στρατηλάκης κ.ά. (1990) μελέτησαν και αξιολόγησαν την αποδοτικότητα και σταθερότητα της απόδοσης ποικιλιών μαλακού σιταριού, χρησιμοποιώντας την μέθοδο της ανάλυσης της συμμεταβολής, που προτάθηκε από τον Johnson κ.α. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα πειραμάτων έδειξαν ότι η ποικιλία Ευρώτας είναι γενικής προσαρμοστικότητας και μέσης σταθερότητας με υψηλές αποδόσεις σε όλα τα περιβάλλοντα. Οι ποικιλίες Αλφειός και Αχελώος επιδεικνύουν ειδική προσαρμοστικότητα στα πλούσια περιβάλλοντα και χαρακτηρίζονται από σταθερές αποδόσεις σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες που επιδεικνύουν μέση σταθερότητα. Όσο για την ποικιλία Έβρος, που είναι χαμηλότερης απόδοσης από τις άλλες, εμφανίζεται καλύτερη από τις ποικιλίες Αλφειός και Αχελώος σε φτωχά περιβάλλοντα (ποικιλίες με ειδική προσαρμοστικότητα σε φτωχά περιβάλλοντα). Επίσης από τις ποικιλίες Ευρώτας και Έβρος, αν και είναι της ίδιας περίπτωσης παραγωγικότητας και μέσης σταθερότητας απόδοσης, πρέπει να προτιμάται η ποικιλία Ευρώτα, γιατί παρουσιάζεται με τη μικρότερη τιμή λ (ακρίβεια εκτίμησης της σταθερότητας απόδοσης).

Οι Γκόγκας κ.ά. (1990) προσπάθησαν και ανέλυσαν με την χρησιμοποίηση των συντελεστών b s^2 a της μεταβολής των αποδόσεων των ποικιλιών μαλακού σιταριού Βεργίνα και Yecora <<E>>. Οι ερευνητές αυτοί χρησιμοποιώντας αποτελέσματα πειραματικών με διαφορετικούς λιπαντικούς συνδυασμούς και τρόπους εφαρμογής, έβγαλαν το γενικό συμπέρασμα ότι η εφ' άπαξ επιφανειακή λίπανση με N , στην περίπτωση της ποικιλίας Βεργίνα πλεονεκτεί έναντι της εφ' άπαξ κατά τη σπορά χορήγησης (βασική λίπανση), γιατί οδηγεί σε υψηλότερες και σταθερότερες αποδόσεις (μεγαλύτεροι Μ. Ο. απόδοσης). Στην ποικιλία αυτή η χορήγηση του N σε δύο δόσεις δεν έχει καμία καλύτερη επίδραση στους Μ.Ο. και στη σταθερότητα των αποδόσεων.

Στην περίπτωση της ποικιλίας Yecora «E» η εφ' άπαξ επιφανειακή λίπανση με N πλεονεκτεί έναντι της εφ' άπαξ στη σπορά λίπανσης μόνο στη διαμόρφωση υψηλών Μ.Ο. απόδοσης. Αντίθετα, η εφαρμογή αυτή μειονεκτεί

όσον αφορά τη σταθερότητα απόδοσης. Η χορήγηση του *N* σε δύο δόσεις ασκεί μικρή επίδραση στην παραπέρα βελτίωση των αποδόσεων της ποικιλίας αυτής, αλλά βελτιώνει πάρα πολύ τη σταθερότητά τους (τιμές *b* κοντά στη μονάδα και μικρότερα $s^2 \cdot a$).

Και στις δυο ποικιλίες η προσθήκη φωσφόρου και καλίου έδωσε κάποια καλύτερα αποτελέσματα μόνο στις υψηλότερες δόσεις. Ο καλύτερος λιπαντικός συνδυασμός και για τις δύο ποικιλίες ήταν ο (9+9)-8-8 που στην περίπτωση της ποικιλίας Yecora «E» είναι και ο πιο οικονομικός. Στην περίπτωση της ποικιλίας Βεργίνα ο πιο οικονομικός λιπαντικός συνδυασμός είναι ο (6+6)-8-8.

Σε μια άλλη εργασία οι Σιμώνης κ.ά. (1990) μελέτησαν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης του NO_3-N του εδάφους ως δείκτη καθορισμού της άριστης *N*-ούχου λίπανσης του σιταριού με βάση την επίδραση των βροχοπτώσεων Νοεμβρίου – Ιανουαρίου, στις μεταβολές του NO_3-N στο έδαφος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα πειραμάτων λίπανσης *N* που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο Σιτηρών κατά την χρονική περίοδο 1952-1969. Από τις συσχετίσεις που έγιναν αποδείχθηκε ότι οι βροχοπτώσεις αποτελούν ρυθμιστικό παράγοντα του επιπέδου των νιτρικών στο έδαφος και επομένως της αντίδρασης του σιταριού στην επιφανειακή λίπανση με *N* που διενεργείται κατά την αρχή της άνοιξης.

Τα επίπεδα του NO_3-N προσδιορίστηκαν από δείγματα εδάφους που πήραν από τον μάρτυρα ($N=0$ kg/στρ) και από βάθος 0-90cm. Τα δείγματα αυτά λαμβάνονταν στις αρχές Φεβρουαρίου κάθε καλλιεργητικής περιόδου. Στη συνέχεια προσδιόρισαν τα οικονομικώς άριστα επίπεδα *N* από την καμπύλη αντίδρασης του σιταριού στα εφαρμοσθέντα επίπεδα *N*-ούχου λιπάσματος και την αξία του λιπάσματος. Τα επίπεδα *N* που βρήκαν συσχετίστηκαν με τα αντίστοιχα επίπεδα NO_3-N του μάρτυρα ($N=0$ kg/στρ). Η αρνητική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση που προέκυψε από τη μελέτη αυτή παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού της άριστης *N*-ούχου λίπανσης του σιταριού με βάση το NO_3-N του εδάφους, στις αρχές του Φεβρουαρίου σε βάθος 0-90cm. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή αναμένεται να αποτελέσει τη βάση για την εφαρμογή ορθολογικής λίπανσης του σιταριού στα πλαίσια ενός Εθνικού Προγράμματος συμβουλευτικής λίπανσης.

Οι Καραγιάννη κ.ά. (1994) μελέτησαν την επίδραση του N και P στην απόδοση του σιταριού και τον βαθμό αξιοποίησής των αζωτούχων λιπασμάτων με τη χρήση N^{15} στα διάφορα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας της ποικιλίας *Capeiti* σε 5 επίπεδα N και 4 επίπεδα P . Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι οι αυξημένες δόσεις του αζωτούχου λιπάσματος αύξησαν σημαντικά την απόδοση του σιταριού καθώς και το ποσοστό N του καρπού που προήλθε από το λίπασμα (% $Ndff$). Αντίστοιχα, οι αυξημένες δόσεις φωσφορικού λιπάσματος αύξησαν σημαντικά την απόδοση σε καρπό του σιταριού, ενώ δεν επηρέασαν το ποσοστό % N του καρπού που προήλθε από το λίπασμα (% $Ndff$). Επίσης, από τη μελέτη των δεδομένων της εργασίας αυτής, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στην επίδραση των επιπέδων λιπάνσεως N και P στον συντελεστή χρησιμοποίησής του N της θειικής αμμωνίας (κατά μ.ο. 18,9%). Αντίθετα, παρατηρήθηκε μειωμένη χρησιμοποίηση του N της νιτρικής αμμωνίας στις υψηλότερες δόσεις N . Επί πλέον, η παρουσία του P αύξησε σημαντικά το συντελεστή χρησιμοποίησής N της νιτρικής αμμωνίας.

Τέλος, οι Τσακελίδου κ.ά. (2006) μελέτησαν την επίδραση της λίπανσης του αζώτου και του καλίου στην απόδοση των σιτηρών σε όξινα εδάφη που ασβεστώθηκαν (2-3 έτη πριν) και στο δείκτη συγκομιδής. Τα πειράματα διενεργήθηκαν στον αγρό και σε δοχεία σε δυο βλαστικές περιόδους. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που συνέλεξαν την 1^η καλλιεργητική περίοδο στον αγρό έδειξαν μια σημαντική αύξηση της απόδοσης σε άχυρο με την προσθήκη καλίου, ενώ το άζωτο δεν επέφερε σημαντικές αλλαγές στην απόδοση. Αντίστοιχα, ο δείκτης συγκομιδής μειώθηκε με το N και αυξήθηκε με το K . Όμως, οι διαφοροποιήσεις αυτές δεν ήταν σημαντικές. Στη 2^η καλλιεργητική περίοδο τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια, όπου όμως το N μείωσε σημαντικά το δείκτη συγκομιδής, ενώ η αύξηση που επέφερε το K δεν ήταν σημαντική. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων στα δοχεία και στις δυο καλλιεργητικές περιόδους έδειξαν ότι το K μείωσε, ενώ το N αύξησε σημαντικά την απόδοση σε καρπό και άχυρο, αλλά δεν επηρέασαν σημαντικά το δείκτη συγκομιδής. Ο δείκτης συγκομιδής επηρεάστηκε πολύ από τις συνθήκες ανάπτυξης και συσχετίστηκε σημαντικά με την απόδοση σε καρπό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η καλλιέργεια σιταριού, είναι η σπουδαιότερη από τα σιτηρά και για την διατροφή του ανθρώπου, αυτό αποδειχεται με την γενετική παραλλακτικότητα, επιτρέπει να καλλιεργείται σε ένα μεγάλο εύρος περιβαλλόντων από το 67° γεωγραφικό πλάτος στο βόριο ημισφαίριο μέχρι το 45° στο νότο. Η παγκόσμια παραγωγή την χρονική περίοδο 2003-2007 εκτιμάται σε 1.523,18 εκατομμύρια τόνους σε έκταση μεγαλύτερη από 2.900 εκατομμύρια στρέμματα σε περισσότερες από 120 χώρες.
- Καλλιεργείται σε ποικιλία εδαφών, από αμμώδη μέχρι βαριά αργιλώδη, ευδοκίμει κυρίως σε εδάφη μέσης σύστασης μέχρι βαριά, βαθιά και καλά στραγγιζόμενα.
- Με την λίπανση επιτυγχάνεται η προσθήκη αζώτου, που είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία στην θρέψη του σιταριού, ακολουθούν ο φωσφόρος και το κάλιο. Η απορρόφηση του αζώτου είναι συνεχής σχεδόν μέχρι την ωρίμανση. Προσλαμβάνεται σε αμμωνιακή ή νιτρική μορφή. Κύριες πηγές είναι οι νιτρικές ενώσεις και τα αμμωνιακά άλατα. Η επάρκεια αζώτου έχει άμεσες επιπτώσεις στην παραγωγικότητα και την ποιότητα του προϊόντος. Όπως επηρεάζει τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης, την δραστηριότητα της καρβοξυλάσης της διφωσφοριβουλόζης που παίζει σημαντικό ρόλο στην δέσμευση του οξυγόνου, έχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στην παραγόμενη βιομάζα και την περιεκτικότητα σε άζωτο. Αυξάνει τον αριθμό στάχων/επιφάνεια και τον αριθμό καρπών/στάχυ. Οι επιδράσεις στην ποιότητα αφορούν στην περιεκτικότητα των καρπών σε πρωτεΐνες.
- Από πειράματα που έχουν γίνει στο Ινστιτούτο Σιτηρών ο καλύτερος λιπαντικός συνδυασμός για το μαλακό σιτάρι είναι ο (9+9)-8-8, που σημαίνει 9 κιλά αζώτου ανά στρέμμα στη σπορά και άλλα 9 στο αδελφωμα και 8 κιλά φωσφόρου και 8 κιλά καλίου ανά στρέμμα κατά τη σπορά. Για το σκληρό σιτάρι προτείνεται η λίπανση με 12-16 μονάδες αζώτου και 3-4 μονάδες φωσφόρου στο στρέμμα, ανάλογα με την ποικιλία, την προηγούμενη καλλιέργεια και το συγκεκριμένο χωράφι.

- Η χρήση της λίπανσης πλέον δημιουργεί πρόβλημα όταν γίνεται υπερβολική η χρήση της, κυρίως αζώτου και φωσφόρου . Το άζωτο και ο φώσφορος με την έκπλυση διεισδύουν προς τα κάτω μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα, εκτός από το έδαφος και τα επιφανειακά ύδατα, με αποτέλεσμα να απειλείται η υγεία του ανθρώπου, που συνήθως είναι με την μορφή νιτρικών. Επίσης με την έκπλυση αζώτου γίνεται επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με υποξείδιο αζώτου. Μεγάλες ποσότητες αερίων εκλύονται, τα αέρια συνήθως είναι κυρίως το αμμωνιακό άζωτο και το υποξείδιο του αζώτου (N_2 , N_2O).
- Απόρροια της ανεξέλεγκτης συγκέντρωσης νιτρικών συμβάλλει μαζί με αύξηση των φωσφορικών ιόντων στο φαινόμενο του ευτροφισμού. Αυτό έχει διαταράξει σε μεγάλο βαθμό την οικολογική ισορροπία υδατικών συστημάτων της γης. Οφείλεται στην αύξηση πέραν ενός ορίου συγκέντρωσης των θρεπτικών ιόντων που προκαλεί τη μαζική κατακόρυφη αύξηση πληθυσμών, των φωτοσυνθετικών μονοκύτταρων φύκων (φυτοπλακτού-algae).
- Η επίδραση της αζωτούχο λίπανσης στην ποιότητα επιδρά αυξητικά στην πρωτεΐνη του καρπού του σιταριού. Η φωσφορική λίπανση μειώνει την περιεκτικότητα, αντίθετα η αζωτούχος μαζί με τη φωσφορική λίπανση αυξάνει συνολικά την ολική παραγωγή πρωτεΐνης. Η ποιότητα σχετίζεται με την αύξηση της πρωτεΐνης.
- Τέλος η επίδραση της λίπανσης στην αποδοτικότητα είναι θετική γιατί οι αυξημένες δόσεις των αζωτούχων λιπασμάτων αυξάνουν σημαντικά την απόδοση του σιταριού και το ποσοστό του N του καρπού που προήλθαν από τα λιπάσματα. Δηλαδή οδηγεί σε υψηλότερες και σταθερές αποδόσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωση

- 1) Bailey, L. (1976) *Effects of temperature and root on denitrification in soil*, Can. J. Soil Science 56: 79-87.
- 2) Fink, A. (1977) *Praxis und Forschung: Der muhevollste Weg zu Weizenhochsterträgen*.
- 3) Fowler D.B., Brydon J., Darroch B.A., Entz M.H, and Johnston A.M., (1990), «*Environment and genotype influence on grain protein concentration of wheat and rye*», Agron. J. 82: 655–664.
- 4) Good L.C., and Smika D.E., (1978), «*Chemical fallow for soil and water conservation in the Great Plains*», J. Soil Water Conserv. 33: 89-90.
- 5) Hahn, J. (1979) *Man-made perurbation of the nitrogen cycle and its possible impact on climate*, In *Man's impact on climate*, pp: 193-213.
- 6) Hrsg. Von W. Bach, J. Pankrath, W. Kellogg. *Developments in Atmospheric Science 10*, Amsterdam, Oxford, New York, Elsevier Scientific Publ. Co.
- 7) Heinemeyer, O. (1981) *Die Abgabe von Distickstoffoxid (N₂O)-Abgaben aus Landw. Boden*, Berichte über Landw, 197: 241-246.
- 8) Jung, J., S. Jurgens-Geschwind (1974) *Die Stickstoffbilanz des Bodens dargestellt an Lysimeterversuchn*, Landwirtschaftl Forschung 30/II. Sonderheft: 57-77.
- 9) Kolenbrander, J. (1969) *Nitrate content and nitrogen loss in drainwater*, Neth. J. Agric. Science, 17: 246-255.
- 10) Lauer, D. (1976) *Ammonia volatilization from dairy manure spread on the soil surface*, J. Envir. Wual., 5: 195-208.
- 11) Mason, C. (1996) *Biology of freshwater pollution*, Longman Group, UK.
- 12) Mc Elroy, M.B., J.W. Elkins, S.C. Wofsy, Yuk Ling Yung (1976) *Sources and sinks for atmospheric N₂O*, Rev. of Geophys. Vol. 14:143-150.
- 13) Musick J.T., Jones O.R, B.A. Stewart, and Dusek D.A., (1994), «*Water–yield relationships for irrigated and dryland wheat in the U.S. Southern Plains*». Agron. J.86: 980–986.
- 14) Ohlendorf, W. (1976) *Lysimeteruntersuchungen über den Verbleib der*

1. *Düngemährstoffe insbesondere des mit 15 N-markierten Stickstoffs, Giesen.*
- 15) Peterson R.F., (1965), «*Wheat*», Leonard Hill Books, London.
- 16) Rashid, G. (1977) *The volatilization losses of nitrogen from added urea in some soils of Bangladesh*, Plant and Soil 48: 549-556.
- 17) Rower, J. (1980) *Response of semiarid grassland sites to nitrogen fertilization II, Fertilizer recovery*, Soil Science Soc. Am. J., 44: 550-555.
100
- 18) Scheffer, S. (1966) *Lehrbuch für Bodenkunde*, pp. 294.
- 19) Soderlund, R. and Swensson, B. (1976) *The global nitrogen cycle*, In Swensson, B. and Soderlund, R. Nitrogen, Phosphorus and Sulfur global cycles, SCOPE Report No 7, Ecol. Bull. (Stockholm) 22: 23-74.
- 20) Stoskopf N.C., (1985), «*Cereal grain crops*», Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia.
- 21) Terman, G. (1979) *Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surfaceapplied fertilizers, organic amendments and crops residues*, Adv. In Agronomy 31: 189-223. 101
- 22) Tompkins, D.K., Fowler D.B., and Wright A.T., (1991), «*Water use by no-till winter wheat influence of seed rate and row spacing*». Agron. J. 83: 766–769.
- 23) Vlek, P. (1979) *Effect of nitrogen source and management on ammonia volatilization losses from flooded rice soil systems*, Soil Sci. Soc. Amer. J. 43: 352-358.
- 24) Vomel, A. (1974) *Der Nährstoffumsatz in Boden und Pflanze auf Lysimeteruntersuchungen*, Fortschritte im Acker und Pflanzenbau, 3.
- 25) Welte, E. (1979) *Dungen wir richting im Blick auf die Reinhalttund des Wassers Landwirtsch, Forschung, Kongressband, 1978, Sonderheft 35: 133-151.*

Ελληνική

- 1) Αναλογίδης, (2000) «*Έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή*» Δημήτριος Α. Αναλογίδης, Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε, Αθήνα

- 2) Γκαντίδης, Ν., Α. Σιμώνης, Π. Κουκουλάκης (1989) «Η περιβαλλοντική διάσταση της λίπανσης των καλλιεργειών, Προστασία περιβάλλοντος και γεωργική παραγωγή», Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Θεσσαλονίκη, Α: 67-73.
- 3) Γκαντίδης, Ν., Α. Σιμώνης, Π. Κουκουλάκης (1989) «Οι επιπτώσεις από τη χρήση των λιπασμάτων στο περιβάλλον, Τα χημικά λιπάσματα παρόν και μέλλον», Θεσσαλονίκη, Πρακτικά Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρίας.
- 4) Γκαντίδης, Ν. (1986) Βιολογική Γεωργία, «Τα αγροτικά», τεύχος 28, σελ.: 22-23.
- 5) Γεωργόπουλος, Α. (1998) «Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», Gutenberg, Αθήνα.
- 6) Δαλιάνης Κ., (1983), «Χειμερινά Σιτηρά», σσ 24-26, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.
- 7) Καραμάνος, (2008) «Τα Σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων Ανδρέα Ι. Καραμάνου , εκδόσεις Παπαζήση», Αθήνα
- 8) Καραμπέτσος, (2003) «Θρέψη Φυτών (Σημειώσεις) Ιωάννης Χ. Καραμπέτσος επίκουρος καθηγητής» Καλαμάτα
- 9) Καραμάνος Α., (1992), «Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων», Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, Αθήνα
- 10) Μουρκίδης, Γ. και Μενκισόγλου, Ο. (1981) «Η γεωργοχημική ρύπανση της επαρχίας Λαγκαδά III, Το ανόργανο άζωτο στα πόσιμα νερά την πενταετία 1977-1981», Επιστ. Επετ. Γ.Δ. Σχολής Α.Π.Θ. 24.
- 11) Μουρκίδης Γ. και Μενκισόγλου, Ο. (1982) «Η γεωργοχημική ρύπανση της επαρχίας Λαγκαδά IV, Το άζωτο στα πόσιμα νερά του Δήμου Λαγκαδά», Επιστ. Επετ. Γ.Δ. Σχολής Α.Π.Θ. 25.
- 12) Μετζάκης Δ., (1998), «Ειδική Γεωργία Ι - Σιτηρά», Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα.
- 13) Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Έρευνας, (1990). Φυτική Παραγωγή, τόμος Α, Θεσσαλονίκη.
- 14) 5^ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο (1994). Τόμος Β, Ξάνθη.
- 15) 11^ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο (2006). Άρτα.

- 16) 12^ο Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο (2008). Πύργος.
- 17) Παπακωνσταντίνου, Ν. (1989) «Εξέλιξη της κατανάλωσης των χημικών λιπασμάτων στην Ελλάδα, Τα χημικά λιπάσματα παρόν και μέλλον», Θεσσαλονίκη, Πρακτικά Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρίας.
- 18) Παπακώστα Δ., (1997), «Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά», Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- 19) Σιμώνης, Α. και Κουκουλάκης, Π. (1989) «Το πρόβλημα της ορθολογικής λίπανσης των καλλιεργειών στην Ελλάδα, Τα χημικά λιπάσματα παρόν και μέλλον», Θεσσαλονίκη, Πρακτικά Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρίας.
- 20) Σφήκας Α., (1995), «Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά», Α.Π.Θ., Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- 21) Υπουργείο γεωργίας, (1991), «Υπουργείο γεωργίας και ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε-Ινστιτούτο Σιτηρών», Αθήνα.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. http://www.minagric.gr/greek/EPAA/ODHGOS_POIK
2. http://kefaloniapress.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1811&Itemid=42
3. <http://www.cerealinstitute.gr/home.html>
4. <http://www.agronews.gr/content/view/37678/121/lang,el/>
5. <http://www.paseges.gr/portal/cl/tn/Opinion/co/40a68809-f312-4aef-a0c4-f2996654ef54>
6. http://www.minagric.gr/greek/enhm_fyladia_fytikhs/SITHRA.pdf
7. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/morf_wheat.htm
8. <http://theriver.bio.auth.gr/theory/unit4/chapter5.htm#5.6>
9. http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=540
10. <http://plantprotection.hu/modulok/gorog/barley/index.htm>
11. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/barleymosaic_wheat.htm

12. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/barleymosaic_wheat.htm
13. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/basal_wheat.htm.htm
14. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/blackchaff_wheat.htm
15. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/leafrust_wheat.htm
16. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/blackrust_wheat.htm
17. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/yellowrust_wheat.htm
18. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/stinking_wheat.htm
19. <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4011E/y4011e16.jpg>
20. http://plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/septoria_wheat.htm
21. http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Secalis/Secalis_Claviceps_purpurea/
22. <http://www.agrarfotodesign.de/getreide/schwarzbeinigkei/>
23. <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1190.htm>
24. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/tan_wheat.htm
25. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/sharp_wheat.htm
26. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/scab_wheat.htm
27. <http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/vaxtskyddsnotiser/VSN82-1/VSN82-1G.HTM>
28. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/aphids_wheat.htm
29. http://www.discoverlife.org/nh/tx/Insecta/Thysanoptera/images/Limothrips_cerealium.300.html
30. http://www.insect.cz/details.php?image_id=1340&sessionid=b10652c313ef9ca688e32ec4e39a50df&l=greek
31. <http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6hapmar.htm>
32. http://www.plantprotection.hu/modulok/gorog/wheat/bulbfly_wheat.htm
33. <http://www.agrireseau.qc.ca/lab/navigation.aspx?sid=1203>
34. http://www.kaefer-der-welt.de/zabrus_tenebrionides.htm
35. <http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6hetave.htm>
36. <http://www.pandoiko.gr>
37. <http://www.geocities.com>
38. <http://www.europarl.europa.eu>
39. <http://www.nomosphysis.org.gr>
40. <http://www.deyap.gr>
41. <http://www.cyprus.gov.cy>