



Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**Η ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
SPELTA ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ ΗΛΙΑ ΤΣΕΒΑ

A.M. : 2003028

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : Δρ. Ι. Ν. ΞΥΝΙΑΣ
Καθηγητής

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2013

Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Πτυχιακού Προγράμματος του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, Σχολή Τεχνολογίες Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Ανατέθηκε από τον καθηγητή κύριο Ιωάννη Ξυνιά, προϊστάμενο του Τμήματος.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κύριο Ιωάννη Ξυνιά που ανταποκρίνονταν πάντα και ακούραστα στις ανάγκες μου καθ' όλη τη διάρκεια αυτή της εκπόνησης και με έκανε να αγαπήσω ακόμα περισσότερο το χώρο της Γεωπονίας με το αμείωτο ενδιαφέρον του στις επιστημονικές μου αναζητήσεις.

Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω επίσης την οικογένεια μου. Θα ήθελα να εκφράσω ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη προς την αρραβωνιαστικιά μου Χρύσα, για τη διαχρονική υποστήριξη και αγάπη της σε ότι και να κάνω και να της αφιερώσω την πολύωρη ενέργεια που κατ'για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	8
1.1 Γενικά στοιχεία για το σιτάρι.....	8
1.2 Μορφολογικά στοιχεία του σιταριού	8
1.3 Κατεργασία εδάφους και σπορά	9
1.4 Άρδευση	10
1.5 Λίπανση.....	10
1.6 Καταπολέμηση ασθενειών του σιταριού.....	11
1.7 Αποθήκευση.....	13
1.7 Ποικιλίες σίτου	14
1.8.1 Το δίκοκκο σιτάρι	15
1.7.2 Το σιτάρι Spelta.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ SPELTA ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ	19
2.1 Κριτήρια ποιοτικών γνωρισμάτων του αλεύρου και του ψωμιού.....	19
2.2 Η σημασία του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού Spelta στην αρτοποιία και την αλευροποιία.....	22
2.3 Η σημασία του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού Spelta στην παραγωγή ζυμαρικών 24	
2.4 Άλλες χρήσεις.....	26
2.4.1 Άλλες χρήσεις του σιταριού spelta.....	26
2.4.2 Άλλες χρήσεις του δίκοκκου σιταριού	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ SPELTA ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ	27
3.1 Γενικά στοιχεία	27
3.2 Πρωτεΐνες.....	29
3.2.1 Γενικά στοιχεία	29

3.2.2	Γλουτένη.....	30
3.2.3	Ένζυμα	31
3.2.4	Οι πρωτεΐνες του σιταριού <i>spelta</i>	31
3.2.5	Οι πρωτεΐνες του δίκοκκου σιταριού	32
3.3	Μέταλλα.....	33
3.3.1	Σίδηρος και χαλκός.....	34
3.3.2	Μαγγάνιο και ψευδάργυρος	34
3.3.3	Νάτριο, κάλιο, ασβέστιο και μαγνήσιο	34
3.3.4	Τα μέταλλα του σιταριού <i>Triticum aestivum</i> spp. <i>spelta</i> και του δίκοκκου σιταριού (<i>Triticum turgidum</i> spp. <i>dicoccum</i>).....	35
3.4	Υδατάνθρακες.....	36
3.5	Βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ουσίες.....	38
3.5.1	Βιταμίνες.....	38
3.5.2	Αντιοξειδωτικές ουσίες.....	38
3.8	Λίπη	41
4.1	Γενικά στοιχεία	43
4.2	Η καταλληλότητα του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού <i>spelta</i> στην διατροφή ανθρώπων που αντιμετωπίζουν ασθένειες.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ		48
5.1	Συμπεράσματα-συζήτηση για το δίκοκκο σιτάρι.....	48
5.2	Συμπεράσματα συζήτηση για το σιτάρι <i>spelta</i>	49
5.3	Προτάσεις.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		53

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το δίκοκκο σιτάρι (*Triticum turgidum* spp. *dicoccum*) και το σιτάρι spelta (*Triticum turgidum* spp. *spelta*) προέρχονται γενεαλογικά από το άγριο δίκοκκο σιτάρι (*Triticum turgidum* spp. *dicocoides*) και αποτελούν δυο από τα παλαιότερα καλλιεργήσιμα είδη σιταριού. Το έντονο και αυξανόμενο ενδιαφέρον για την καλλιέργεια των σιταριών αυτών οφείλεται στις χαμηλές εισροές που απαιτούν και στην καταλληλότητά τους για αειφόρο καλλιέργεια. Επίσης διακρίνονται από μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορα περιβάλλοντα, έχουν χαμηλές λιπαντικές απαιτήσεις και επιπλέον έχουν ιδιαίτερα μορφολογικά γνωρίσματα που τους προσφέρουν προστασία από ζωικούς εχθρούς και ασθένειες. Η χρησιμοποίηση των σιταριών αυτών στη διατροφή του ανθρώπου είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς αποτελούν σημαντική πηγή πρωτεϊνών και υδατανθράκων. Η μορφή με την οποία παρέχονται τα σιτάρια αυτά στη διατροφή του ανθρώπου εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία τους. Τα σιτάρια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αρτοποιία και στην βιομηχανία ζυμαρικών αλλά επίσης έχουν και πολλές άλλες χρήσεις όπως για παράδειγμα στην παρασκευή γλυκισμάτων (το δίκοκκο σιτάρι) ή στην παρασκευή κάποιων αλκοολούχων ποτών (το σιτάρι spelta).

Αν και υπάρχουν θέματα υγείας που μπορεί να προκύψουν κατά την εισαγωγή τους στο πεπτικό σύστημα των ανθρώπων που είναι αλλεργικοί στη γλουτένη ή πάσχουν από τη νόσο κοιλιοκάκη, είναι σημαντικό να τονισθεί ότι τα δυο αυτά είδη σιταριού εκτός από πηγή αποθησαυριστικών ουσιών, αποτελούν και πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ευαισθητοποίηση του καταναλωτικού κοινού που έχει παρατηρηθεί κατά τα τελευταία χρόνια έχει συμβάλει σε μια αυξανόμενη ανάγκη για οικολογικά τρόφιμα. Τα σιτηρά του είδους που αφορούν την εργασία αυτή [*Triticum turgidum* spp. *dicocoides* L., *Triticum turgidum* spp. *dicocum* L., *Triticum aestivum* spp. *spelta* L. - Οικογένεια *Graminae/Poaceae*] καλύπτουν την ανάγκη αυτή γιατί έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα σε ζωικούς εχθρούς και ασθένειες και επομένως μπορούν να έχουν καλή παραγωγικότητα και χωρίς την εφαρμογή εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων. Επιπλέον, η συμβατότητα τους με αειφόρο και χαμηλών εισροών γεωργία και η προσαρμοστικότητα τους σε περιοχές όπου άλλες καλλιέργειες δεν μπορούν να ευδοκιμήσουν, καθιστούν την καλλιέργεια τους ελκυστική.

Η θρεπτική αξία του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού τύπου *spelta* μπορεί να έχει ένα σημαντικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου. Η εμφάνιση ολοένα και περισσότερων ασθενειών που προσβάλλουν τον άνθρωπο καθιστούν απαραίτητη μια υγιεινή διατροφή στην οποία τα προαναφερθέντα είδη σιταριού μπορούν να συμβάλλουν.

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό στην καταγραφή πληροφοριών σχετικά με τη χρησιμοποίηση του δίκοκκου σιταριού και το σιταριού τύπου *spelta* στη διατροφή του ανθρώπου. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται γενικά στοιχεία για το σιτάρι και για θέματα που αφορούν την καλλιέργεια των συγκεκριμένων ειδών. Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας, καταβάλλεται προσπάθεια να αποτυπωθούν οι τρόποι με τους οποίους χρησιμοποιείται το δίκοκκο σιτάρι και το σιτάρι τύπου *spelta* στη διατροφή του ανθρώπου. Επιπλέον, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο, δίνονται και πληροφορίες για τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά την παρασκευή τροφίμων που έχουν ως βάση αυτά τα είδη. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα ποιοτικά γνωρίσματα του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού τύπου *spelta* που επηρεάζουν την ποιότητα της διατροφής του ανθρώπου, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται πληροφορίες για τη σχέση των σιταριών αυτών με κάποιες συγκεκριμένες ασθένειες του ανθρώπου. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα προηγούμενα κεφάλαια και γίνονται προτάσεις για την περαιτέρω έρευνα που

μπορεί να οδηγήσει σε ωφέλιμες προτάσεις σχετικά με τη χρησιμοποίηση του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού τύπου spelta στη διατροφή του ανθρώπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

1.1 Γενικά στοιχεία για το σιτάρι

Ο Alvarez και ο Guzmán (2013) αναφέρουν ότι η καλλιέργεια σιταριού είναι μια από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες παγκοσμίως και ότι στην οικογένεια των σιταριών (*Gramineae*) ανήκουν διάφορα διπλοειδή ($2n=2x=14$, AA), τεραπλοειδή ($2n=4x=28$, AABB) και εξαπλοειδή είδη ($2n=6x=42$, AABBDD). Η ετήσια παραγωγή σιταριού ανέρχεται περίπου σε 660.000.000 τόνους ετησίως (Lachman κ.ά. 2012). Η ετήσια παραγωγή σκληρού σιταριού λέγεται ότι περίπου 35.300.000 τόνοι με κυριότερες ευρωπαϊκές παραγωγικές χώρες την Ελλάδα, την Ιταλία, τη Γαλλία και την Ισπανία (Μπαξεβάνος 2011).

Η πιο ευνοϊκή θερμοκρασία βλάστησης και φωτοσύνθεσης του σιταριού είναι περίπου στους 22°C και σε παγκόσμια κλίμακα καλλιεργείται σε περιοχές με εύρος βροχοπτώσεων από 270 mm έως 1750 mm (Παπακώστα 2008).

1.2 Μορφολογικά στοιχεία του σιταριού

Τα σιτηρά έχουν θυσανώδες ριζικό σύστημα που αποτελείται από εμβρυακές (ρίζες με καταβολές στο έμβρυο) και μόνιμες ρίζες. Ο βλαστός του σιταριού αποτελείται από ένα κυλινδρικό σωλήνα του οποίου το εσωτερικό είναι κενό. Τα φύλλα του, έχουν ζωηρό πράσινο χρώμα και τα περισσότερα στομάτια βρίσκονται στην άνω επιφάνεια τους (Δαλιάνης 1983, Σφήκας, 1995, Παπακώστα 2012). Η ταξιανθία του σιταριού είναι 'στάχυς'. Ο άξονας του στάχου ονομάζεται 'ράχη' και φέρει ποδίσκους – τα ραχίδια, στους οποίους υπάρχουν τα σταχύδια. Τα σταχύδια περιβάλλονται από λέπυρα (βράκτια) και σε καθένα από αυτά υπάρχουν από ένα έως εννέα άνθη, από τα οποία μόνο τα δυο ακριανά είναι γόνιμα (Γουλή-Βαβδινούδη και Κούτσικα Σωτηρίου 1989). Ο καρπός είναι καρύοψη και το ενδοσπέρμιο του συμφύεται με το περικάρπιο του (Σφήκας, 1995).

Ένα ιδιαίτερο μορφολογικό γνώρισμα του δίκοκκου σιταριού είναι το ύψος του. Το ύψος των φυτών του δίκοκκου σιταριού είναι μεγαλύτερο του μέσου όρου των υπολοίπων σιτηρών γενικότερα, γεγονός το οποίο συμβάλει σε μεγαλύτερη ανταγωνιστικότητα κατά των ζιζανίων της καλλιέργειας (Κοηναλίνα κ. ά., 2012).

Αντιστοίχως ιδιαίτερο μορφολογικό γνώρισμα του σιταριού *spelta* αποτελεί επίσης το ύψος που θεωρείται μεγαλύτερο από αυτό άλλων σιτηρών (εκτός φυσικά του δίκοκκου) και ο σχετικά αδύναμος βλαστός/καλάμι του (Neeson 2011).

1.3 Κατεργασία εδάφους και σπορά

Σύμφωνα με τον Σφήκα (1995), το είδος της κατεργασίας εδάφους που πρέπει να επιλεγεί για ένα αγροτεμάχιο σιταριού, εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας στο έδαφος, από την ύπαρξη ζιζανίων και από την προηγούμενη καλλιέργεια. Σε κάθε καλλιεργητικό έτος πρέπει να γίνονται 1-2 οργώματα. Το καλλιεργητικό έτος για το σιτάρι *emmer* στις μεσογειακές χώρες ξεκινάει τον Νοέμβριο και ολοκληρώνεται τον Ιούνιο (De Vita κ. ά. 2006). Όπως αναφέρει το Ινστιτούτο Σιτηρών (1991) για να διατηρηθεί η γονιμότητα των ελληνικών εδαφών, είναι καλό να γίνεται αναστροφή του εδάφους πριν από τη σπορά των σιτηρών και μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας. Με τον τρόπο αυτό ενσωματώνονται τα φυτικά υπολείμματα της προηγούμενης καλλιέργειας και αυξάνεται σταδιακά η οργανική ουσία στο έδαφος.

Κατά τον Φραγκιαδάκη (2012), για την καλλιέργεια του σιταριού 'Emmer' η κατεργασία εδάφους μπορεί να αποφευχθεί χρησιμοποιώντας τη μέθοδο *Fukuoka*, κάνοντας σπορά με σβόλους από αργιλόχωμα. Η έλλειψη αυτή της κατεργασίας εδάφους, σε συνδυασμό με την προστασία που προσφέρει στο σιτάρι η μέθοδος αυτή από έντομα, συμβάλλει στη μείωση του κόστους παραγωγής της καλλιέργειας. Για τη σπορά του σιταριού *emmer* συνήθως χρησιμοποιούνται 15Kg σπόρων ανά στρέμμα (με τα περιβλήματά τους). Το ποσό αυτό μπορεί να μεταφραστεί και ως σπορά που έχει αποτέλεσμα το φύτευμα 200 σταχυδίων/m² (Φραγκιαδάκης 2012). Το βάθος σποράς για το σιτάρι *spelta* πρέπει να είναι περίπου 4-6cm (Neeson 2011).

1.4 Άρδευση

Η σημασία του νερού στα φυτά κυρίως σχετίζεται με φυσιολογικές και τις βιοχημικές λειτουργίες τους αλλά και με το γεγονός ότι αποτελεί μεγάλο ποσοστό του σώματος των φυτών (Σώκος 2010). Η ξηρασία είναι ένας από τους κύριους κλιματολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών και αντιμετωπίζεται μέσω της άρδευσης. Οι καλλιέργειες που είναι ανθεκτικές στην ξηρασία έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να αποδώσουν ακόμα και κάτω από συνθήκες έλλειψης αρδευτικού νερού. Το άγριο Emmer (*Triticum turgidum* spp. *dicocoides*) ανήκει στην κατηγορία αυτή. Έχει μάλιστα αναφερθεί ότι ενδεχομένως, λόγω των γονιδίων του, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διασταυρώσεις για τη δημιουργία νέων ποικιλιών ανθεκτικών στην ξηρασία (Peleg κ.ά. 2008). Από την άλλη πλευρά το σιτάρι spelta αντέχει σε συνθήκες υπερβολικής υγρασίας ενώ δε φαίνεται να έχει ανθεκτικότητα στην ξηρασία μεγαλύτερη αυτής των κοινών χειμερινών σιτηρών (Neeson 2011).

1.5 Λίπανση

Οι χαμηλές λιπαντικές απαιτήσεις του δίκοκκου σιταριού σε συνδυασμό και με άλλες παραμέτρους, έχουν αυξήσει σήμερα το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια του. Οι απαιτήσεις του σε άζωτο είναι τόσο μικρές που μπορούν να καλυφθούν μέσω χλωρής λίπανσης (Φραγκιαδάκης 2012). Στο συμπέρασμα αυτό συνηγορεί και η έρευνα των Κοπβαλίνα κ.ά. (2012), με την οποία βρέθηκαν ενδείξεις πως το σιτάρι emmer μπορούσε να προσλάβει μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου και με πιο σταθερό ρυθμό από άλλες κοινές ποικιλίες σιταριού που προορίζονται για την παρασκευή ψωμιού. Όσον αφορά το σιτάρι spelta, ο Neeson (2011) αναφέρει ότι έχει επίσης μικρές απαιτήσεις σε άζωτο. Συγκεκριμένα, αναφέρει ότι θεωρείται πως αν το άζωτο ξεπερνά τα 20 mg/kg εδάφους τότε δεν απαιτείται η προσθήκη λιπασμάτων και εξηγεί ότι αυτό το γεγονός συμβάλλει στην καταλληλότητα του σιταριού spelta, σε σύγκριση με άλλα είδη κοινού σιταριού, για οργανική καλλιέργεια. Για τη λίπανση του σιταριού spelta, έχει αναφερθεί ότι είναι ωφέλιμη και η ζωική κοπριά σε ποσότητα 15 τόνων ανά εκτάριο (Sulewska κ. ά. 2010).

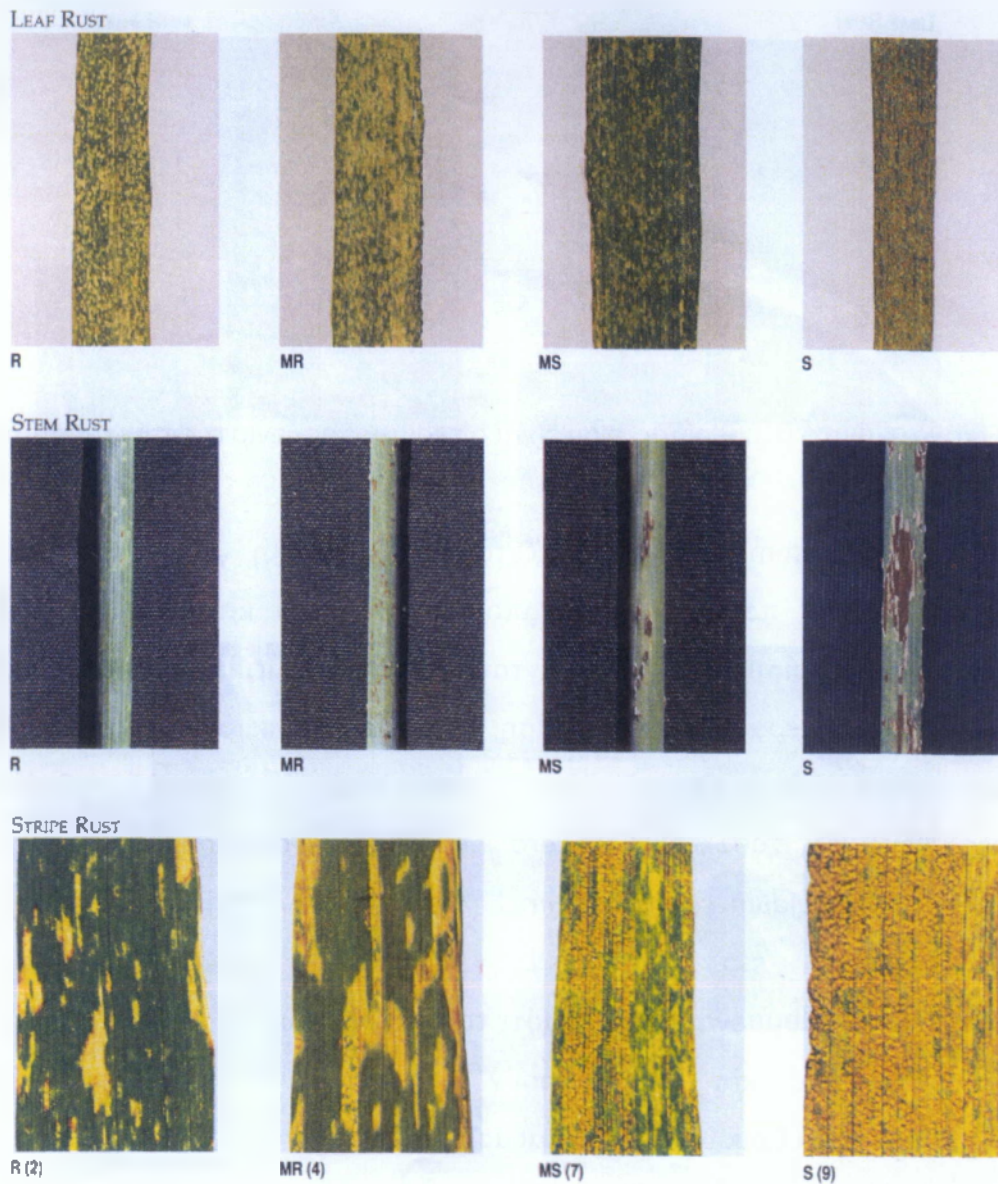
Όσον αφορά το φώσφορο, όπως διαπιστώθηκε έπειτα από μια σειρά ερευνών, η καλλιέργεια του σιταριού *spelta* σε εδάφη φτωχά στο στοιχείο αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη των φυτών και επομένως στην παραγωγή περισσότερης βιομάζας, χωρίς όμως να έχουν τα φυτά αυτά μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Επομένως μπορεί να υποτεθεί ότι η λίπανση με φώσφορο (δεδομένου ότι, ούτως ή άλλως, στο έδαφος υπάρχει κάποια ποσότητα φωσφόρου) δεν είναι απαραίτητη (Neeson 2011).

Τέλος, όσον αφορά τη λίπανση του σιταριού *spelta* με μέταλλα, αν και έχει βρεθεί να επιδρά θετικά στην απόδοση, δεν έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζει το εκατολιτρικό βάρος των σπόρων (Andruszczak κ.ά. 2011), ενώ παράλληλα μπορεί να αυξήσει την παρουσία ζιζανίων (Andruszczak κ.ά. 2012). Ωστόσο, κρίνεται απαραίτητο να σημειωθεί ότι το σιτάρι είναι ευαίσθητο στην τροφопενία μαγγανίου (Mn). Η τροφопενία μαγγανίου εκδηλώνεται με κάμψη του κορυφαίου τμήματος των ελασμάτων των φύλλων και με τη χλώρωση των φύλλων του σιταριού η οποία συνοδεύεται με υπόλευκες ραβδώσεις μεταξύ των νεύρων του φύλλου. Σε περιπτώσεις τροφопενίας μαγγανίου ενδείκνυται η προσθήκη θεικού μαγγανίου (3-10 kg/στρέμμα, η εφαρμογή θεικού μαγγανίου (0,2-0,5%) με ψεκάσμό στο φύλλωμα (Πολίτης 1998).

1.6 Καταπολέμηση ασθενειών του σιταριού

Μια από τις κυριότερες ασθένειες του σιταριού είναι οι σκωριάσεις [*Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (προσβάλλει το στέλεχος), *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (προσβάλλει τα φύλλα) και *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (προσβάλλει τα φύλλα), Εικόνα 1]. Η σκωρίαση των σιτηρών μπορεί να καταπολεμηθεί χημικά (με οργανικά μυκητοκτόνα), με απομάκρυνση των ενδιάμεσων ξενιστών σκωρίασης (βερβερίδα, Εικόνα 2), με χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών και με μείωση της αζωτούχου λίπανσης. Άλλες σημαντικές ασθένειες των σιτηρών είναι ο γυμνός (*Ustilago nuda*) και ο γραμμωτός άνθρακας του σιταριού (*Urocystis tritici*) και ο δαυλίτης του σιταριού (*Tilletia caries*, *Tilletia foetida*). Για την καταπολέμηση των ανθράκων και του δαυλίτη προτείνεται η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου και σε περίπτωση που οι μύκητες έχουν μολύνει το έδαφος, να χρησιμοποιούνται ανθεκτικές ποικιλίες και να εφαρμόζεται αμειψισπορά.

Σε περίπτωση που τα σιτηρά προσβληθούν από ωίδιο (*Erysiphe graminis*) συστήνεται η χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών και η καταπολέμηση του με διασυστηματικά μυκητοκτόνα. Οι προσβολές της βάσης των σιτηρών και το παρασιτικό πλάγιασμα των σιτηρών επίσης μπορούν να καταπολεμηθούν χημικά (Κλωνάρη 1998).



Εικόνα 1. Προσβολή σιτηρών από σκωρίαση των φύλλων (επάνω), στελέχους (μέσο) και κίτρινη (κάτω), ; όπου R τα ανθεκτικά φυτά, MR τα μετρίως ανθεκτικά, MS τα μετρίως ευαίσθητα και S τα ευαίσθητα.



Εικόνα 2. Φυτό βερβερίδας, που είναι ο ενδιάμεσος ξενιστής των σκωριάσεων.

Το σιτάρι 'emmer' χαρακτηρίζεται από μεγάλη ανθεκτικότητα στους διάφορους βιοτικούς παράγοντες καταπόνησης (έντομα και ασθένειες). Έτσι το μοναδικό αυτό γνώρισμα, το κάνει ανταγωνιστικό έναντι των υπολοίπων ειδών σιταριού καθώς σήμερα υπάρχει η τάση για αειφόρο γεωργία χαμηλών εισροών ενέργειας (Φραγκιαδάκης 2012). Το άγριο emmer είναι επίσης πολύ ανθεκτικό στις ασθένειες (Nevo κ.ά. 2002). Οι Caballero κ.ά. (2005) αναφέρουν ότι και το σιτάρι emmer [*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* L. ($2n=2x=28$, AABB)] και το σιτάρι spelta [*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. ($2n=2x=28$, AABBDD)], ονομάζονται 'επενδεδυμένα/κεκαλυμμένα σιτάρια' διότι τα λέπυρα τους παραμένουν στον καρπό μετά τον αλωνισμό και ότι μπορούν να καλλιεργηθούν χωρίς τη χρήση φυτοφαρμάκων κατά ζωικών εχθρών και ασθενειών.

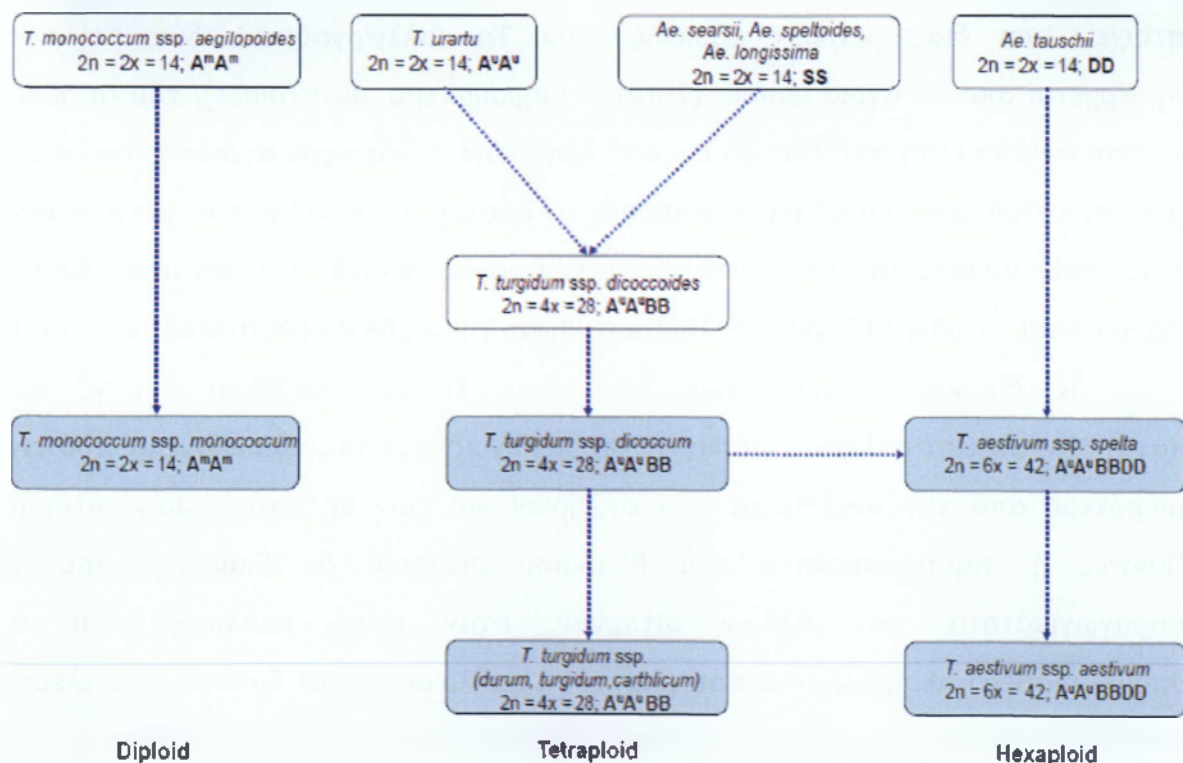
1.7 Αποθήκευση

Η αποθήκευση του δίκοκκου σιταριού είναι καλύτερα να γίνεται χωρίς να προηγηθεί αποφλοίωση του καρπού λόγω της προστασίας που παρέχουν τα λέπυρα στον καρπό. Σε αυτή την περίπτωση και σε αντίθεση με τους καρπούς του σιταριού που αποθηκεύονται χωρίς την εξωτερική τους επένδυση, η προσβολή του καρπού από

έντομα και ασθένειες παρεμποδίζεται σε μεγάλο βαθμό. Επιπλέον, ακόμα και στην περίπτωση προσβολής του καρπού από ασθένειες ή ζωικούς εχθρούς, η προσβολή αυτή στον τελικό καρπό είναι συγκριτικά μικρότερη από ότι θα ήταν σε αποφλοιωμένους καρπούς (Φραγκιαδάκης 2012). Μεγάλη ανθεκτικότητα λόγω του ‘κεκαλυμμένου’ καρπού έχει και το σιτάρι *spelta*, ενώ προτείνεται ότι κατά τη συγκομιδή και επομένως κατά την αποθήκευση, οι σπόροι δεν πρέπει να έχουν υγρασία μεγαλύτερη του 12% (Neeson 2011).

1.7 Ποικιλίες σίτου

Τα καλλιεργούμενα είδη σιταριού κατατάσσονται σε 2 κύριες κατηγορίες: τον εξαπλοειδή τύπο *Triticum aestivum* και τον τετραπλοειδή τύπο *Triticum turgidum*. Από αυτά τα είδη σιταριού, το πρώτο κατέχει περίπου το 95% της παγκόσμιας παραγωγής σιταριού (Peng κ.ά. 2011). Η εξελικτική πορεία του σιταριού και οι πρόγονοι του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού *spelta* παρουσιάζονται στην Εικόνα 3. Να σημειωθεί ότι όπως διευκρινίζουν οι Alvarez και Guzmán (2013), τα είδη σιταριού που γράφονται σε μπλε φόντο, ήταν ή είναι καλλιεργούμενα.



Εικόνα 1: Διάγραμμα εξέλιξης του σιταριού (Alvarez και Guzmán 2013).

1.8.1 Το δίκοκκο σιτάρι

Το δίκοκκο σιτάρι – γνωστό και ως *emmer* ή και ‘*farro*’ στην Ιταλία - καλλιεργείται από την αρχαιότητα και έχει καλή προσαρμοστικότητα σε συνθήκες που άλλα είδη σιταριού δεν μπορούν να προσαρμοσθούν. Έτσι μπορεί να καλλιεργηθεί ακόμα και σε εδάφη που δεν είναι γόνιμα ή και σε περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο (εώς και 1.500 m) όπου άλλα είδη σιταριού δε θα είχαν καλή απόδοση (Φραγκιαδάκης, 2012). Σήμερα καλλιεργείται σε πολύ μικρότερο βαθμό από ότι στο παρελθόν και η καλλιέργειά του επικεντρώνεται σε άνυδρα εδάφη ορεινών περιοχών. Το ανανεωμένο ενδιαφέρον των καλλιεργητών για το δίκοκκο σιτάρι οφείλεται στην ανθεκτικότητα του σε διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης και στην προσαρμοστικότητα του στα νέα και υποβαθμισμένα περιβάλλοντα (Konvalina κ. ά. 2012). Δυστυχώς όμως και παρά το γεγονός ότι το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια του δίκοκκου σιταριού έχει επανέλθει, οι βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν περιορίζονται κυρίως στα αγρομορφολογικά γνωρίσματά του (De Vita κ. ά. 2006). Η έλλειψη αυτή των απαραίτητων πληροφοριών, που θα οδηγούσαν σε μια ευεργετική συμμετοχή του δίκοκκου σιταριού στη διατροφή του ανθρώπου, σχετίζεται άμεσα με τα διατροφικά/θρεπτικά στοιχεία των διαφορετικών ποικιλιών του. Το καλλιεργούμενο δίκοκκο σιτάρι προέρχεται από το άγριο *emmer* (*Triticum turgidum* spp. *dicocoides*), του οποίου οι καρποί καλύπτονται από λέπυρα και από λεπυρίδια. Η ράχη του άγριου ‘*emmer*’ είναι αρκετά εύθραυστη, το στάχυ του αραιό, το κόστος συγκομιδής του μεγάλο και η διαδικασία συγκομιδής του επίπονη. Ως κέντρα καταγωγής του σιταριού ‘*emmer*’ θεωρούνται το Ιράν, τη Συρία, την Παλαιστίνη και την Ιορδανία (Φραγκιαδάκης 2012).

Το δίκοκκο σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum turgidum* και γι’ αυτό κατατάσσεται στα σκληρά σιτάρια. Η παραγωγικότητα της καλλιέργειας του είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των σκληρών και των αρτοποιήσιμων σιταριών. Πάντως η παραγωγικότητα του δίκοκκου σιταριού δε διαφέρει από την παραγωγικότητα των άλλων σιταριών, όταν αυτά καλλιεργούνται στα υποβαθμισμένα περιβάλλοντα που μπορεί να καλλιεργηθεί το δίκοκκο. Επιπλέον, η ποιότητα των σπόρων του δίκοκκου είναι καλύτερη (Marconi και Cubadda 2005).

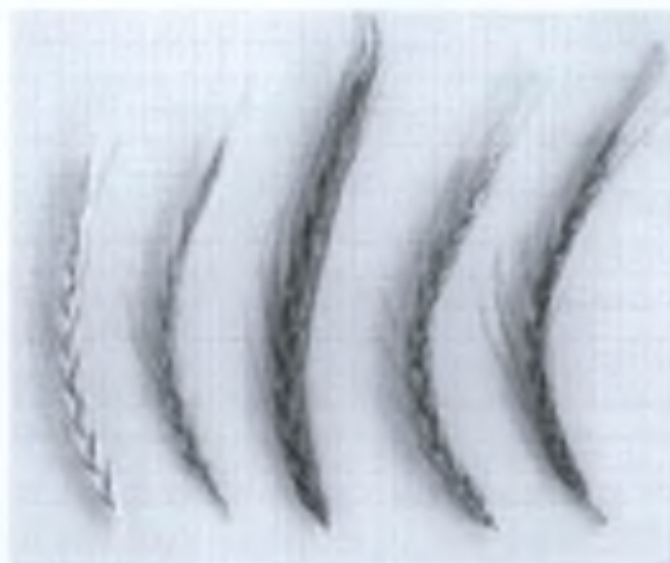
Υπάρχουν πολλές αναφορές ότι το άγριο emmer θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως δότης διαφόρων θετικών γνωρισμάτων σε άλλα είδη σιταριού. Κάποια από αυτά είναι η περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνες και μέταλλα και η ανθεκτικότητα του σε ασθένειες, αλατότητα εδάφους και ζιζανιοκτόνα (Nepo κ. ά., 2002).



Εικόνα 2: Ποικιλίες δίκοκκου σιταριού emmer (Caballero κ.ά., 2005)

1.7.2 Το σιτάρι Spelta

Η καλλιέργεια του σιταριού spelta στην Ευρώπη εντοπίζεται κυρίως στην Αυστρία, την Ισπανία, την Ιταλία, τη Βόρεια Αμερική το Βέλγιο, τη Γερμανία και την Ελβετία (Bonafaccia 2000, Ruibal-Mendieta 2005). Ωστόσο, υπάρχουν περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν πάρα πολύ την ποιότητα του σιταριού spelta, σε βαθμό που ίσως να υπερβαίνει και την επιρροή του γενετικού ελέγχου (Wilson κ.ά. 2008). Στην Αμερική, το σιτάρι spelta (Εικόνα 4) αποτελεί ουσιαστικά και το μοναδικό είδος ‘κεκαλυμμένου/επενδεδυμένου’ σιταριού που καλλιεργείται (Stallknecht κ.ά. 1996). Η καλλιέργεια του είναι ιδιαίτερης οικονομικής και περιβαλλοντολογικής σημασίας καθώς έχει μεγάλη ανθεκτικότητα σε ασθένειες (Neeson 2011).



Εικόνα 4: Ποικιλίες σιταριού spelta (Caballero κ.ά. 2005)

Κατά το παρελθόν, το ενδιαφέρον των γεωργών για την καλλιέργεια του σιταριού αυτού είχε μειωθεί εξαιτίας της χαμηλής αποδοτικότητας του, την τάση του για 'αδέλφωμα' και του υψηλού κόστους που απαιτείτο για την απαλλαγή σπόρων από τα λέπυρα πριν την άλεση του (Campbell κ. ά., 1997). Το ενδιαφέρον όμως για την καλλιέργεια του σιταριού spelta, που είναι ένα από τα παλαιότερα καλλιεργούμενα σιτηρά (Neeson, 2011), έχει ανανεωθεί σήμερα εξαιτίας της αντίληψης ότι είναι πιο 'υγιεινό', πιο 'φυσικό' και έχει υποστεί λιγότερους γενετικούς χειρισμούς από ότι τα νεώτερα είδη σιταριού (Schober κ. ά., 2006). Ωστόσο, και παρά το αυξημένο ενδιαφέρον των καλλιεργητών, λίγες ποικιλίες είναι διαθέσιμες για εμπορική καλλιέργεια (Ranhotra κ. ά., 1996).

Η καλλιέργεια του σιταριού spelta στην Ευρώπη επικεντρώνεται κυρίως στην Αυστρία, την Ισπανία, την Ιταλία, τη Βόρεια Αμερική το Βέλγιο, τη Γερμανία και την Ελβετία (Bonafaccia 2000, Ruibal-Mendieta 2005). Ωστόσο, το περιβάλλον επηρεάζει την ποιότητα του σιταριού spelta περισσότερο από τον γενότυπο των φυτών (Wilson κ. ά., 2008). Η δυνατότητα του σιταριού spelta να μπορεί να καλλιεργηθεί σε χαμηλής γονιμότητας εδάφη, το καθιστά κατάλληλο για οργανική καλλιέργεια, ενώ λόγω του εκτεταμένου ριζικού του συστήματος να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως 'εμπόδιο' κατά της διάβρωσης εδαφών (Neeson, 2011).

Τα δεδομένα που έχουν αποκτηθεί έως σήμερα περιορίζονται στην καλλιέργεια των χειμερινών ποικιλιών του σιταριού spelta και αφορούν κυρίως τη σημασία της επιλογής της κατάλληλης ποικιλίας και τα διάφορες ποιοτικά γνωρίσματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον (Ranhotra κ. ά. 1996 Ruibal-Mendieta κ. ά. 2004). Όπως επισημαίνουν οι Siemianowska κ. ά. (2011) δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα για τις εαρινές ποικιλίες του σιταριού spelta.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ SPELTA ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

2.1 Κριτήρια ποιοτικών γνωρισμάτων του αλεύρου και του ψωμιού

Το άλευρο, ένα από τα κύρια παράγωγα των σιταριών, έχει πολύ σπουδαίο ρόλο στη βιομηχανία τροφίμων και επομένως η εμπορία του έχει μεγάλες κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις (Logenz και Kulr 1991). Τα χαρακτηριστικά του σιταριού που καθορίζουν την ποιότητα του είναι το εκατολιτρικό βάρος, το βάρος χιλίων κόκκων, το ποσοστό των υαλωδών κόκκων (επηρεάζει την απόδοση του σιμιγδαλιού), οι προσβολές από έντομα, τα μαύρα στίγματα και οι ξένες ύλες που υπάρχουν στους σπόρους. Η χρησιμότητα του σιταριού στην αρτοποιία οφείλεται στην περιεκτικότητα του αλεύρου σε πρωτεΐνες (γλουτένη ως μείγμα γλοιαδίνης και γλουτενίνης) που του επιτρέπει να σχηματίζει ζυμάρι μετά από ανάμειξη του με νερό (Γεωργόπουλος 2010). Επίσης η γλουτένη αποτελεί παράγοντα που καθορίζει την ποιότητα των σιτηρούχων προϊόντων ως προς την ευθραυστότητα τους, τη συνεκτικότητα τους και το πόσο αφράτα είναι (Shuey 1975). Συνοπτικά, η επεξεργασία στην οποία υπόκεινται οι σπόροι σιταριού προκειμένου να παραχθεί αλεύρι περιλαμβάνει τον καθαρισμό των σπόρων, τη διαβροχή και την άλεση τους (Γεωργόπουλος 2010).

Σύμφωνα με το Ελληνικό Υπουργείο Ανάπτυξης (ΦΕΚ 1388/Β'/13-07-2009), υπάρχουν τρία είδη ψωμιού: το άσπρο (Τ.70% από μαλακό σιτάρι), το μαύρο (από άλευρα Τ.90% με την προσθήκη ξηράς γλουτένης σε αναλογία 3%) και το σύμμικτο (που προκύπτει από ανάμειξη σκληρού και μαλακού σιταριού). Ο Γεωργόπουλος (2010) εξηγεί ότι στο άλευρο αρτοποιίας Τ.70% υπάρχει 70% απόδοση, δηλαδή ότι 70Kg άλευρο παράγονται από 100Kg σιτάρι.

Για να αξιολογηθούν οι αρτοποιητικές ιδιότητες του ψωμιού κρίνεται απαραίτητο να δοθούν κάποιες πληροφορίες που αφορούν τα ποιοτικά γνωρίσματα του αλεύρου που χρησιμοποιείται. Έτσι έμμεσα κρίνονται και τα φυσικοχημικά

γνωρίσματα των σιταριών που χρησιμοποιούνται με σκοπό την παραγωγή αρτοποιημάτων. Η αξιολόγηση του αλεύρου, σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών του Ελληνικού Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2012), καθορίζεται από τις παρακάτω αναλύσεις:

- Προσδιορισμός ποιότητας και ποσότητας γλουτένης [Διεθνές Εμπορικό Επιμελητήριο (ICC) 155]: Ο προσδιορισμός της ποσότητας και της ποιότητας της γλουτένης είναι αποφασιστικός διότι κατά τη διαδικασία της αρτοποιίας η γλουτένη έχει την ικανότητα να δημιουργεί συνθήκες συγκράτησης των αερίων που παράγονται λόγω της ζύμωσης των σακχάρων.
- Προσδιορισμός τιμής καθίζησης (ICC 116/1): Η δοκιμή καθίζησης χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της δύναμης του σιταριού η οποία εξαρτάται από την ποιότητα και την ποσότητα της γλουτένης.
- Φαρινογραφία (ICC 115/1): Μετρά και καταγράφει την αντίσταση του ζυμαριού το οποίο δημιουργείται από αλεύρι και νερό.
- Εξτενσιογραφία (ICC 114/1): Μετρά την έκταση του ζυμαριού και τη δύναμη που απαιτείται για την έκταση αυτή. Η εξτενσιογραφία δίνει στοιχεία για την αρτοποιητική ικανότητα της αλεύρου.
- Αμυλογραφία (ICC 126/1): Καταγράφει το ιξώδες του αλεύρου όπως αυτό μεταβάλλεται μέσα στο χρόνο και με θερμοκρασιακές μεταβολές. Συγκεκριμένα, μετράται το μέγιστο ιξώδες και η θερμοκρασία ζελατινοποίησης. Ως αποτέλεσμα δίνονται πληροφορίες για την ζελατινοποίηση του αλεύρου.
- Προσδιορισμός χρόνου πτώσεως ή test Hagberg (ICC 107/1): Μέσα από τον προσδιορισμό του χρόνου πτώσεως εκτιμάται η δράση της α-αμυλάσης και η τυχόν ύπαρξη φυτρωμένων σπόρων. Μεγάλη τιμή χρόνου πτώσεως σημαίνει την ύπαρξη μικρού ποσού αμυλάσης, που στη συνέχεια σημαίνει την παρασκευή ψωμιού με στεγνή ψίχα που θρυμματίζεται εύκολα. Σε αντίθετη περίπτωση (μικρή τιμή χρόνου πτώσεως) το παραγόμενο ψωμί έχει κολλώδη και υγρή ψύχα.

Κατά τον Γεωργόπουλο (2010), το άλευρο καλής ποιότητας έχει ευχάριστη οσμή (νωπότητας) και γεύση (υπογλυκίζουσα και πικρή). Αντιστοίχως το ψωμί για να

χαρακτηρισθεί ως καλής ποιότητας θα πρέπει να είναι ψημένο καλά, να έχει κόρα χωρίς παρουσία ρηγμάτων και ομοιόμορφο χρώμα. Επίσης η ψίχα του ψωμιού θα πρέπει να έχει πόρους κανονικού μεγέθους, να μην έχει κενούς χώρους και συσσωματώματα αλεύρου. Επιπλέον, η ψίχα θα πρέπει να είναι ελαστική που σημαίνει ότι έπειτα από συμπίεση της πρέπει να παίρνει την αρχική της μορφή (Γεωργόπουλος 2010). Ο όγκος του ψωμιού κατά το τέλος της αρτοποιήσης και ο όγκος του ψωμιού που μπορεί να παρασκευαστεί από 100g αλεύρου και πρέπει να είναι όσο μεγαλύτερος γίνεται, θεωρούνται επίσης ως παράμετροι της ποιότητας του ψωμιού (Bojnanska και Francakona 2002). Ως άλευρο πολυτελείας θεωρείται το άσπρο άλευρο που δεν έχει στίγματα και του οποίου ένα πολύ μικρό ποσοστό πρωτεΐνης δεν είναι γλουτένη (Κεφαλάς 2003). Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι το άλευρο είναι άσπρο όταν λαμβάνεται από το εσωτερικό του ενδοσπερμίου και το χρώμα του σκουραίνει όταν στοιβάδες που βρίσκονται στην περιφέρεια των κόκκων του σιταριού περιλαμβάνονται στην αλευροποίηση (Κουτσούμπα 2011). Οι Bojnanska και Francakona (2002) αναφέρουν ότι η ποιότητα ψησίματος του ψωμιού επίσης συνδέεται άμεσα με την περιεκτικότητα της αλεύρου σε γλουτένη, η οποία θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 13% και το 'φούσκωμα' του ψωμιού τουλάχιστον 13 ml.

Η τεχνολογική ποιότητα της γλουτένης μπορεί να αξιολογηθεί μετρώντας τον δείκτη γλουτένης ο οποίος σχετίζεται και με την κατανομή των πρωτεϊνών στο σπόρο του σιταριού (Bodroza-Solarov κ. ά., 2009). Κατά τους Curic κ. ά. (2001) η μέτρηση του δείκτη γλουτένης για την αξιολόγηση της ποιότητας και της ποσότητας της γλουτένης θεωρείται ως σχετικά καινούρια μέθοδος. Όπως αναφέρεται σε διάφορες εργασίες ο δείκτης γλουτένης στα άλευρα που προορίζονται για αρτοποιία πρέπει να κυμαίνεται από 60 έως 90 και ότι πέρα από τα όρια αυτά τα άλευρα θεωρούνται πολύ αδύναμα ή πολύ δυνατά αντιστοίχως για την παρασκευή ψωμιού (Grootenboer 1989). Άλλοι όμως ερευνητές θεωρούν η τιμή του δείκτη γλουτένης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 75-90% (Curic κ. ά. 2011).

Η καταλληλότητα της μέτρησης του δείκτη γλουτένης ως μεθόδου αξιολόγησης της τεχνολογικής ποιότητας και ποσότητας της γλουτένης στα άλευρα προκύπτει από τη σημαντική συσχέτιση της μεθόδου αυτής με τις εξτενσιογραφικές μεθόδους. Έτσι για παράδειγμα, ο δείκτης γλουτένης έχει βρεθεί σημαντικά συσχετισμένος με την

ενέργεια της ζύμης και την ανθεκτικότητα της στην εκτατικότητα, ενώ αποτελεί μια γρήγορη μέθοδο (διαρκεί περίπου 7min), με μικρές απαιτήσεις σε ποσότητα αλεύρου για τις σχετικές μετρήσεις σε σύγκριση με άλλες μεθόδους. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής έναντι άλλων είναι ότι επιτρέπει την ταυτόχρονη μέτρηση της ποιότητας και της ποσότητας της γλουτένης στο άλευρο ή το σιμιγδάλι (Curić κ. ά., 2011). Από τα ποιοτικά αυτά τα χαρακτηριστικά του ψωμιού και του αλεύρου, γίνεται φανερή η σημασία της ποιότητας του σιταριού για τη παρασκευή τους.

2.2 Η σημασία του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού *Spelta* στην αρτοποιία και την αλευροποιία

Το αλεύρι που παράγεται από το σιτάρι *spelta* χρησιμοποιείται συχνά για την παραγωγή ψωμιού, ενώ το παραγόμενο ψωμί θεωρείται υψηλής ποιότητας λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης πρωτεϊνών που περιέχει το αλεύρι του σιταριού αυτού. Επίσης εκτός από τη συμμετοχή του ως βασικό συστατικό για την παραγωγή ψωμιού στην αρτοποιία χρησιμοποιείται και για την παραγωγή κουλουριών και παξιμαδιών (Neeson 2011). Η παραγωγή αλευριού από το σιτάρι *spelta* είναι πολύ πιο ακριβή σε σύγκριση με το συγγενές του *Triticum aestivum ssp. Vulgare*, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για το σκοπό αυτό. Το μεγάλο κόστος της παραγωγής αυτής οφείλεται κυρίως στη διαδικασία αποφλοιώσης που πρέπει να εφαρμοσθεί στο σιτάρι *spelta* πριν καταλήξει στην αλευροβιομηχανία (Piergiorganni και Volpe 2003).

Η θρεπτική αξία του σιταριού *spelta* (*Triticum aestivum ssp. spelta*) στην αρτοποιία θεωρείται ότι είναι μεγάλη. Η αξία αυτή οφείλεται στα λιπίδια, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα και τα μέταλλά που υπάρχουν σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του κοινού σιταριού (Ruibal-Mendieta κ.ά. 2005). Το ψωμί που έχει παρασκευασθεί από άλευρα 100% *Triticum aestivum ssp. spelta*, έχει πιο 'βαριά' και συνεκτική δομή από τα ψωμιά που έχουν παρασκευαστεί από άλλα είδη σιταριού (Miles κ.ά. 1977). Αυτό μπορεί να οφείλεται στη μέτριας ποιότητας γλουτένη του σιταριού *spelta* και στην υψηλή συγκέντρωση πρωτεϊνών και υγρής γλουτένης που

θεωρείται ότι έχουν (Schober κ.ά. 2006). Η ποιότητα της γλουτένης αναλύεται στο επόμενο Κεφάλαιο.

Σε μια πρόσφατη εργασία των Siemianowska κ.ά. (2011), αναφέρονται οι διάφορες φυσικές και χημικές ιδιότητες του αλεύρου που παρασκευάζεται από σιτάρι *spelta* αλλά και ψωμιού που προέρχεται από το άλευρο αυτό. Στη συγκεκριμένη έρευνα συγκρίθηκαν άλευρα και ψωμί των ποικιλιών του σιταριού *Triticum aestivum* ssp. *Spelta* με μια ποικιλία κοινού σιταριού (ποικιλία *Bombona*). Το σιτάρι *spelta*, συνέβαλλε στην παρασκευή αλεύρου με μεγαλύτερη οξύτητα και μεγαλύτερη περιεκτικότητα τέφρας (%) σε σύγκριση με την ποικιλία *Bombona*. Η καταλληλότητα ενός σιταριού για την παρασκευή ψωμιού εξαρτάται ιδιαίτερα από τον γενότυπο. Έτσι κάποιες ποικιλίες σιταριού *spelta* ή και δίκοκκου σιταριού είναι πιο κατάλληλες από κάποιες άλλες για αυτό το σκοπό. Στη συγκεκριμένη μελέτη, υπήρξαν για παράδειγμα έντονες διαφορές στη τιμή του χρόνου πτώσεως στο ολικής αλέσεως άλευρο που κυμαίνονταν περίπου μεταξύ 380 έως 427 sec. Παράλληλα, στην ίδια μελέτη αναφέρθηκε ότι η ευνοϊκή τιμή χρόνου πτώσεως θα πρέπει να είναι περίπου 200-400 sec και ότι όταν η τιμή αυτή ξεπερνάει τα 300 sec υποδηλώνει χαμηλή δραστηριότητα του ενζύμου α-αμυλάσης. Για το λόγο αυτό οι ερευνητές αυτοί προτείνουν ότι τα άλευρα χρόνο πτώσεως μεγαλύτερο των 300 sec θα πρέπει να αναμιγνύονται με άλλα άλευρα.

Οι Bodroza-Solarov (2009) κατέληξαν επίσης στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογική ποιότητα κάποιων ποικιλιών του σιταριού *spelta* μπορεί να είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των σιταριών που χρησιμοποιούνται συνήθως στην αρτοποιία. Συγκεκριμένα, στη μελέτη αυτή βρέθηκε ότι ο δείκτης γλουτένης της ποικιλίας του σιταριού *spelta* Ekö 10 ήταν 30%, της *Ostro* 47% και της *Nirvana* 85%. Έτσι σύμφωνα με τη θεωρία ότι ο δείκτης γλουτένης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 75-90% κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι δυο πρώτες ποικιλίες είναι χαμηλής τεχνολογικής ποιότητας σε αντίθεση με την ποικιλία *Nirvana*. Εκτός από αυτό το μειονέκτημα που βρέθηκε στις συγκεκριμένες ποικιλίες του σιταριού *spelta*, σε κάποιες άλλες αναφέρθηκε ως πρόβλημα ο μικρός όγκος του ψωμιού που παρασκευάστηκε από τα άλευρα τους (Wilson κ. ά., 2008). Για παράδειγμα, η ποικιλία δίκοκκου σιταριού *Schrank* που είναι ευρέως διαδεδομένη δεν αποτελεί την καταλληλότερη ποικιλία

δίκοκκου σιταριού για την αρτοποιία και προτείνεται η διασταύρωση της με σιτάρι τύπου 'durum' για τη δημιουργία νέων ποικιλιών πιο κατάλληλων για την παρασκευή ψωμιού (Galterio κ.ά. 2000). Την ακαταλληλότητα του σιταριού 'emmer' στην αρτοποιία, παρά την ευρεία χρήση που είχε κατά το παρελθόν, έχει δείξει και η έρευνα των Κορναλίνα κ.ά. (2013).

2.3 Η σημασία του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού Spelta στην παραγωγή ζυμαρικών

Το κύριο συστατικό των ζυμαρικών είναι το σιμιγδάλι ή το αλεύρι ολικής αλέσεως του σκληρού σιταριού. Το σιμιγδάλι χαρακτηρίζεται ως καλής ποιότητας όταν δεν έχει παθογόνους οργανισμούς και στίγματα, ενώ έχει φωτεινό κίτρινο χρώμα και μικρή περιεκτικότητα σε λιποξειδάση, η οποία επηρεάζει αρνητικά τις κίτρινες χρωστικές (Γεωργόπουλος 2010).

Επίσης, όπως στην περίπτωση της αρτοποιίας, έτσι και στην περίπτωση της παρασκευής ζυμαρικών, ο δείκτης γλουτένης μπορεί να αποτελέσει κριτήριο για την ποιότητα της γλουτένης και επομένως την ποιότητα του προϊόντος. Στην Παρασκευή ζυμαρικών, ο δείκτης γλουτένης συνήθως μετράται στο σιμιγδάλι (αντί για το άλευρο). Όταν ο δείκτης αυτός είναι μικρότερος του 30 η ποιότητα της γλουτένης του σιμιγδαλιού θεωρείται χαμηλή, ενώ όταν κυμαίνεται μεταξύ 30 και 60 θεωρείται επαρκής. Για να θεωρηθεί η ποιότητα της γλουτένης του σιμιγδαλιού πολύ καλή πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60 και 80, ενώ όταν ξεπερνάει το εύρος αυτό θεωρείται ότι είναι άριστη (De Vita κ. ά. 2006).

Η μαγειρική ποιότητα των μακαρονιών μπορεί να βρεθεί μετρώντας τη συνολική οργανική ουσία (total organic matter) η οποία ουσιαστικά είναι το υλικό που απελευθερώνεται από την επιφάνεια των μαγειρεμένων ζυμαρικών στο νερό της έκπλυσης. Όταν η συνολική οργανική ουσία είναι μεγαλύτερη των 2,1g/100g η μαγειρική ποιότητα των μακαρονιών είναι χαμηλή, όταν είναι μικρότερη των 2,1g/100g αλλά μεγαλύτερη των 1,4g/100g είναι καλή και όταν είναι μικρότερη των 1,4g/100g θεωρείται ότι είναι πολύ καλή (De Vita κ. ά. 2006, D'Egidio και Nardi 1996).

Συνοπτικά, η διαδικασία παρασκευής ζυμαρικών περιλαμβάνει την ανάμιξη σιμιγδαλιού ή αλεύρου ολικής αλέσεως με νερό, μάλαξη σε ζυμωτήρια και ξήρανση σε ειδικούς θαλάμους. Το σιμιγδάλι που προορίζεται για την παρασκευή ζυμαρικών πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά: Γλουτένη<26%, τέφρα<0,8%, υγρασία<13,5%, οξύτητα σε θειικό οξύ <0,07%, υπολείμματα τετραχλωράνθρακα<0,015% και πίτυρα <0,8% (Γεωργόπουλος 2010).

Μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης η Ιταλία κατέχει την πρώτη θέση στην κατά κεφαλή κατανάλωση ζυμαρικών. Η Ελλάδα κατέχει τη δεύτερη θέση στην κατανάλωση ζυμαρικών. Η αιτία της αυξημένης κατανάλωσης ζυμαρικών σε σύγκριση με άλλες τροφές, πιστεύεται πως είναι η γεύση τους, ο μικρός χρόνος που απαιτείται για την προετοιμασία τους, η χαμηλή τιμή τους αλλά και η ποικιλία γεύσεων που μπορεί να αποκτήσουν λόγω των ποικίλων τροφών με τα οποία μπορούν να συνδυαστούν (Αγγελή 2008).

Το σιτάρι *spelta* χρησιμοποιείται ευρέως στην παραγωγή ζυμαρικών (Neeson 2011, Stallknecht κ.ά. 1996). Επιπρόσθετα, το δίκοκκο σιτάρι, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε πρωτεΐνες, μπορεί κάτω από έντονες συνθήκες (υψηλής θερμοκρασίας) αποξήρανσης του να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ζυμαρικών υψηλής οργανοληπτικής ποιότητας (Konvalina κ.ά. 2013, De Vita κ.ά. 2006). Όπως και στην περίπτωση χρησιμοποίησης δίκοκκου σιταριού στην αρτοποιία έτσι και για την παρασκευή ζυμαρικών, υπάρχουν κάποιες ποικιλίες που είναι πιο κατάλληλες από κάποιες άλλες. Και σε αυτήν την περίπτωση, όπως και στην περίπτωση της αρτοποιίας, μια πολύ δημοφιλής ποικιλία δίκοκκου σιταριού –η *Triticum turgidum* spp. *Schrank* - δεν αποτελεί την πλέον κατάλληλη ποικιλία για να χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή ζυμαρικών (Galterio κ.ά. 2000). Η παρασκευή ποιοτικών ζυμαρικών εξαρτάται από την ποιότητα του σιμιγδαλιού. Επειδή η ποιότητα του σιμιγδαλιού που προέρχεται από δίκοκκο σιτάρι δεν είναι καλή (De Vita κ. ά. 2006) και τα παραγόμενα από αυτό ζυμαρικά δεν είναι καλής ποιότητας.

Γενικά, στην παραγωγή ζυμαρικών χρησιμοποιούνται άλευρα από σιτάρια τα οποία, σε αντίθεση με αυτά που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία, δε 'φουσκώνουν' πολύ έντονα. Το γνώρισμα αυτό εξαρτάται από την ποιότητα και ποσότητα της γλουτένης (Bojnanska και Francakova 2002).

2.4 Άλλες χρήσεις

2.4.1 Άλλες χρήσεις του σιταριού *spelta*

Εκτός από την αρτοποιία και την παραγωγή ζυμαρικών, το σιτάρι *spelta* έχει και άλλες χρήσεις όπως για παράδειγμα την παραγωγή ζωοτροφών (αντί της βρώμης που έχει παρόμοια διατροφική αξία). Επιπλέον, στην Ευρώπη έχει χρησιμοποιηθεί και στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών και συγκεκριμένα μπύρας, βότκας και τζιν. Στη διατροφή του ανθρώπου έχει χρησιμοποιηθεί επίσης ως συστατικό σε μίγματα κρύων και ζεστών δημητριακών που προσφέρονται για την πρωινή διατροφή του ανθρώπου και στη ζαχαροπλαστική (Neeson 2011, Stallknecht κ.ά. 1996). Επίσης στην Ευρώπη χρησιμοποιείται και για την παρασκευή σούπας ή φαγητών που παρασκευάζονται σε κατσαρόλα – γιαχνί (Wilson κ.ά. 2008). Όταν οι σπόροι του σιταριού *spelta* είναι αποφλωμενοί και έχουν λειανθεί πωλούνται και ως κόκκοι ρυζιού *spelta* (Neeson 2011).

2.4.2 Άλλες χρήσεις του δίκοκκου σιταριού

Η ποιότητα της γλουτένης του σιταριού *emmer* επηρεάζει τη ρεολογική ποιότητα του σιμιγδαλιού και επομένως περιορίζει τη χρήση του σιταριού αυτού σε τρόφιμα. Έτσι οι άλλες χρήσεις του εκτός των προαναφερθέντων αφορούν κυρίως την παρασκευή μπισκότων και παραδοσιακών γλυκισμάτων (Galterio κ.ά. 1998, De Vita κ.ά. 2006). Η πιο ευρέως καλλιεργούμενη ποικιλία *emmer* – η ποικιλία *Schrank* - έχει προταθεί ότι είναι κατάλληλη μόνο για την παρασκευή σούπας και μπισκότων (Galterio κ.ά. 2000). Άλλη μια μελέτη προτείνει ότι το ‘*emmer*’ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως κύριο συστατικό για μούσλι και για χυλό (Konvalina κ.ά. 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ SPELTA ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

3.1 Γενικά στοιχεία

Οι θρεπτικές ουσίες είναι συστατικά απαραίτητα για τη ρύθμιση διαφόρων λειτουργιών, την κατασκευή διαφόρων ιστών και τη σύνθεση άλλων ουσιών απαραίτητων για το ανθρώπινο σώμα. Οι υδατάνθρακες, οι βιταμίνες και οι πρωτεΐνες περιλαμβάνονται στις θρεπτικές ουσίες της διατροφής του ανθρώπου (Αναστασιάδου 2011).

Η κυτταρίνη και οι βιταμίνες των σιτηρών βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες στα άλευρα ολικής αλέσεως γιατί βρίσκονται στο περικάλυμμα των κόκκων, το οποίο απομακρύνεται όταν πρόκειται για την παρασκευή λευκού αλεύρου (Κεφαλάς 2003).

Η θρεπτική αξία του δίκοκκου σιταριού βασίζεται στη υψηλή συγκέντρωση, υδατανθράκων και β-συμπλόκων βιταμινών, ενώ αποτελεί και πλούσια πηγή φυτικών ινών (Stallknecht κ.ά. 1996, Galterio κ.ά. 2003). Επίσης τα θρεπτικά συστατικά του δίκοκκου σιταριού είναι υψηλής υδατοδιαλυτότητας και για το λόγο αυτό απορροφώνται εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό (Stefanini κ.ά. 2008).

Όσον αφορά το σιτάρι spelta, οι πρωτεΐνες που μπορεί να προσφέρει είναι περισσότερες από τις πρωτεΐνες που μπορούν να προσφέρουν σιτάρια που προορίζονται για την αρτοποιία (Bodroza-Solarogon 2009). Στοιχεία σχετικά με τα θρεπτικά συστατικά του αλεύρου από σιτάρι spelta και η σύγκριση τους με το άλευρο που προέρχεται από κοινό σιτάρι που χρησιμοποιείται στην αρτοποιία, δίνονται στον παρακάτω πίνακα 1. Φυσικά, ο πίνακας αυτός αναφέρεται σε συγκεκριμένες ποικιλίες και επομένως πιθανότατα οι τιμές αυτές μπορεί να διαφέρουν σε άλλες ποικιλίες. Εν συντομία, σύμφωνα με τον πίνακα αυτό, από άποψη θερμίδων το άλευρο από σιτάρι spelta είναι προτιμότερο για δίαιτα από το αντίστοιχο του κοινού σιταριού. Επίσης έχει και περισσότερες βιταμίνες.

Τα θρεπτικά στοιχεία του σιταριού αναλύονται με πιο πολλές λεπτομέρειες στα επόμενα υποκεφάλαια.

Πίνακας 1: Σύγκριση θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν σε 38g κοινού αλεύρου ολικής άλεσης και σε αντίστοιχα g αλεύρου από σιτάρι *Triticum aestivum* spp. *Spelta*. Τα 38g αντιστοιχούν στην ποσότητα αλεύρου σε μια φέτα ψωμιού (Food Processor Version 7.5, 2000 όπως δίνεται από τους Miles κ.ά. 1977).

Σιταρένιο άλευρο ολικής άλεσης		Άλευρο <i>spelta</i> ολικής άλεσης	
Θερμίδες	140.83	Θερμίδες	126.00
Πρωτεΐνες	5,42 g	Πρωτεΐνες	5,04 g
Υδατάνθρακες	27,08 g	Υδατάνθρακες	26,46 g
Φυτικές ίνες	4,33 g	Φυτικές ίνες	2,52 g
Άλλοι υδατάνθρακες	22,75 g	Άλλοι υδατάνθρακες	23,94 g
Λίπη-συνολικά	0,54 g	Λίπη-συνολικά	1,26 g
Μονο-ακόρεστα λίπη	-	Μονο-ακόρεστα λίπη	0,28 g
Πολυ-ακόρεστα λίπη	-	Πολυ-ακόρεστα λίπη	0,98 g
Κορεσμένα λίπη	0 g	Κορεσμένα λίπη	0 g
Νερό	3,91 g	Νερό	4,32 g
Βιταμίνες		Βιταμίνες	
Θειαμίνη –B ₁	0,16 mg	Θειαμίνη –B ₁	0,25 mg
Ριβοφλαβίνη –B ₂	0,07 mg	Ριβοφλαβίνη –B ₂	0,87 mg
Νιασίνη – B ₃	1,73 mg	Νιασίνη – B ₃	3,20 mg
Ισοδύναμα νιασίνης	1,73 mg	Ισοδύναμα νιασίνης	4,33 mg
Μέταλλα		Μέταλλα	
Ασβέστιο	21,67 mg	Ασβέστιο	0 mg
Χαλκός	- mg	Χαλκός	0,23 mg
Σίδηρος	1,17 mg	Σίδηρος	1,36 mg
Μαγγάνιο	- mg	Μαγγάνιο	0,83 mg
Κάλιο	140, 83 mg	Κάλιο	145,53 mg
Ψευδάργυρος	- mg	Ψευδάργυρος	1, 29 mg

Αντίστοιχα, οι γενικές πληροφορίες για το δίκοκκο σιτάρι δίνονται στον Πίνακα 2. Εν συντομία, σύμφωνα με τον Πίνακα αυτό το σιτάρι emmer (δίκοκκο σιτάρι) έχει

λιγότερες πρωτεΐνες και περισσότερους υδατάνθρακες και λίπη σε σύγκριση με άλλα δημοφιλή είδη σιταριών.

Πίνακας 2: Σύγκριση των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ δίκοκκου σιταριού- emmer (*Triticum turgidum* spp. *dicoccum*), durum σιταριού (*Triticum turgidum* spp. *durum*) και κοινών (*Triticum aestivum*) σκληρών και μαλακών σιταριών (Preedy κ.ά. 2011 όπως το υιοθέτησαν από το FAO- Food and Agricultural Organization).

	Emmer	Durum	Κοινό σκληρό σιτάρι	Κοινό μαλακό σιτάρι
Πρωτεΐνες (g)	12,5	12,8	14,8	13,9
Λίπη (g)	2,4	1,6	1,7	1,6
Υδατάνθρακες (g)	71	69,5	69,7	70,7
Φυτικές ίνες (g)	2,7	2,4	2,6	2,5
Τέφρα (g)	1,8	2,1	1,6	1,5
Ασβέστιο (g)	38	48	55	54
Φώσφορος (g)	360	300	317	275
Σίδηρος (mg)	4,7	-	8,2	6,5
Υγρασία (g)	12,7	14	12,2	12,3

3.2 Πρωτεΐνες

3.2.1 Γενικά στοιχεία

Για την ανάπτυξη και συντήρηση του ανθρώπινου οργανισμού είναι απαραίτητη η παρουσία αμινοξέων τα οποία είναι συστατικά των πρωτεϊνών. Για να θεωρηθεί μια πρωτεΐνη ως υψηλής βιολογικής αξίας πρέπει να περιέχει τα απαραίτητα αμινοξέα στις κατάλληλες αναλογίες για το ανθρώπινο οργανισμό. Οι πρωτεΐνες μπορεί να χρησιμεύσουν στο ανθρώπινο οργανισμό ως γαλακτωματοποιητές, ως αντισώματα, ως καταλύτες ή και ως μέσα θρόμβωσης (Αναστασιάδου 2011). Τα απαραίτητα αμινοξέα που περιέχονται στο σιτάρι είναι τα εξής: αργινίνη, ιστιδίνη,

ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, τρυπτοφάνη και βαλίνη (Pomeranz και Schellenberger 1971).

Γενικά, η περιεκτικότητα ενός σιταριού σε πρωτεΐνες εξαρτάται από τις καλλιεργητικές φροντίδες, την ποικιλία, τη λίπανση, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη θερμοκρασία στην οποία αναπτύσσονται και το προσλαμβανόμενο νερό από αυτά (Καραμάνος 1992).

Οι πρωτεΐνες που βρίσκονται στο σιτάρι μπορούν να διακριθούν σε αλβουμίνες, γλοβουλίνες, γλουτενίνες και γλοιαδίνες. Η γλουτένη αποτελείται από γλουτενίνες και γλοιαδίνες (Michalson κ.ά. 2012). Οι αλβουμίνες και οι γλοβουλίνες αποτελούν δομικές πρωτεΐνες με ενζυματική δραστηριότητα, ενώ οι γλουτενίνες και οι γλοιαδίνες είναι αποθηκευτικές πρωτεΐνες (Waga κ. ά. 2004). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση πρωτεϊνών στο σιτάρι απαντάται στο έμβρυο και μειώνεται ανάλογα με την απόσταση της περιοχής του κόκκου η οποία μελετάται, από το κέντρο του ενδοσπερμίου (Αντωνίου 2004).

3.2.2 Γλουτένη

Η γλουτένη αποτελεί την κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη του σιταριού και είναι αυτή που προσφέρει στο ζυμάρι τις ελαστικές του ιδιότητες και τη συνεκτικότητα του (Day κ.ά. 2006). Αξιοσημείωτο είναι ότι ενώ η γλουτένη είναι μια πρωτεΐνη αδιάλυτη στο νερό, μπορεί να το απορροφά και η ιδιότητα αυτή της επιτρέπει να διογκώνεται και να συνδέεται με τα υπόλοιπα συστατικά της ζύμης (Pomeranz 1988). Η συνεκτικότητα της ζύμης αυξάνεται κάτω από συνθήκες ψήσιματος λόγω της μετουσίωσης της γλουτένης (Shuey 1975). Ο Κεφαλάς (2003) αναφέρει ότι η ρεολογικές ιδιότητες της ζύμης δεν επηρεάζονται μόνο από την ποιότητα της γλουτένης αλλά και από το ποσοστό αυτής στο άλευρο αν και σημειώνει ότι η ποσότητα της γλουτένης δεν αποτελεί μέτρο της ποιότητας της. Συχνά μάλιστα, προστίθεται γλουτένη στα τρόφιμα διότι βελτιώνει την ικανότητα απορρόφησης νερού από τα άλευρα και επομένως και το χρόνο ζωής των προϊόντων που παράγονται από αυτά (Lorenz και Kulp 1991). Η ξηρή γλουτένη είναι αυτή που είναι απαλλαγμένη από το άμυλο και συνήθως χρησιμοποιείται στην αρτοποιία ως προσθετική βελτιωτική ουσία (Grace 1989). Οι αποθηκευτικές πρωτεΐνες του σιταριού

αποτελούν γνώρισμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αναγνώριση και ταυτοποίηση των διαφόρων ποικιλιών (Χυγίας κ. ά. 2007).

3.2.3 Ένζυμα

Τα ένζυμα ρυθμίζουν στον ανθρώπινο οργανισμό τις διάφορες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη λειτουργία του. Κάποιες από αυτές είναι ο μεταβολισμός, η πέψη και οι εκκρίσεις (Αναστασιάδου 2011). Σύμφωνα με τον Κεφαλά (2003) τα κύρια ένζυμα που περιέχονται στο σιτάρι είναι οι αμυλάσες, οι πρωτεάσες και οι λιπάσες. Οι λιπάσες συμμετέχουν σε υδρολύσεις, αμινολύσεις και εστεροποιήσεις (Sharma κ. ά. 2001). Η δραστηριότητα των αμυλολυτικών ενζύμων μπορεί να δώσει έμμεσα πληροφορίες για την καταλληλότητα ενός αλεύρου για αρτοποιία. Τα στοιχεία αυτά δίνονται έμμεσα, από την τιμή του αριθμού πτώσεως για τον οποίο υπάρχουν ενδείξεις ότι επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους. Έτσι σε 'βαριά' εδάφη η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από ότι σε 'μέσης' σύστασης εδάφη (Siemianowska κ. ά. 2011). Όταν η δραστηριότητα των αμυλολυτικών ενζύμων είναι περιορισμένη μπορεί να αυξηθεί προσθέτοντας τα αντίστοιχα ένζυμα (Bojnanska και Francakova 2002).

Στο σιτάρι spelta, σύμφωνα με τους Ruibal-Mendieta κ. ά. (2005) τα ένζυμα βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από ότι άλλα σιτάρια κατά 10%. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα αυτό λόγω της γρηγορότερης αποικοδόμησης τριγλυκεριδίων του σιταριού spelta σε ελεύθερα λιπαρά οξέα κατά την αποθήκευση αλεύρου ολικής άλεσης.

3.2.4 Οι πρωτεΐνες του σιταριού spelta

Έχει βρεθεί ότι οι πρωτεΐνες του σιταριού spelta, τουλάχιστον σε κάποιες ποικιλίες, εμπεριέχονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από ότι οι πρωτεΐνες άλλων σιταριών που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία και ότι η περιεκτικότητα αυτή εξαρτάται από την ποικιλία του σίτου και από τον τύπο του αλεύρου. Αντιθέτως, έχει ειπωθεί ότι η περιεκτικότητα πρωτεϊνών στο σιτάρι spelta δεν εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους στο οποίο αναπτύχθηκαν (Siemianowska κ.ά. 2011).

Η γλουτένη του σιταριού spelta βρίσκεται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα και να είναι λιγότερο ελαστική αλλά με μεγαλύτερη εκτατότητα από τη γλουτένη άλλων σιταριών (Abdel-Aal κ.ά. 1997, Ranhotra κ.ά. 1995, Siemianowska κ.ά. 2011). Η

εκτατότητα και η ελαστικότητα της γλουτένης αποτελούν κριτήρια της ποιότητας της (Curic κ.ά. 2001). Υπάρχουν διάφορες έρευνες που επισημαίνουν ότι η περιεκτικότητα του σιταριού spelta σε γλουτένη είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με το κοινό σιτάρι (Bonafaccia κ.ά. 2000, Campbell 1997) αλλά και ότι η ποιότητά της είναι καλύτερη (Siemianowska 2011).

Σε μια έρευνα όπου μελετήθηκε η ποσότητα της γλουτένης σε άλευρα παρασκευασμένα από επτά ποικιλίες σιταριού spelta, βρέθηκε να κυμαίνεται από 25% έως 47.6% (Schober κ.ά. 2006). Στην ίδια έρευνα, βρέθηκε ότι η οι γλιαδίνες αποτελούσαν περίπου 38-46,6% του συνόλου των πρωτεϊνών ενώ το άθροισμα των αλβουμινών και γλοβουλινών περίπου το 9.9-15,8%. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η περιεκτικότητα του σιταριού spelta διαφέρει πολύ από ποικιλία σε ποικιλία. Σε μια άλλη έρευνα βρέθηκε ότι το κλάσμα γλουτενινών : γλιαδινών στο σιτάρι spelta είναι 1:1 (Abdel-Aal 1995).

3.2.5 Οι πρωτεΐνες του δίκοκκου σιταριού

Οι Stallknecht κ.ά. (1996), αναφέρουν ότι η συγκέντρωση πρωτεϊνών στο δίκοκκο σιτάρι κυμαίνεται στο 18,5-21,5% και συνεισφέρει σημαντικά στη θρεπτική του αξία. Σε ένα πολύ πρόσφατο άρθρο (Konvalina κ.ά. 2013), όπου μεταξύ άλλων ερευνήθηκε και η συγκέντρωση ακατέργαστων πρωτεϊνών στο δίκοκκο σιτάρι και το σιτάρι spelta, βρέθηκε ότι η συγκέντρωση πρωτεϊνών στο δίκοκκο σιτάρι ήταν κατά μέσο όρο 16,33% και στο σιτάρι spelta, 16,13%. Επειδή η έρευνα αυτή αφορούσε σιτάρι βιολογικής καλλιέργειας πιθανότατα η συγκέντρωση των πρωτεϊνών να είναι μειωμένη συγκριτικά με το αν είχαν καλλιεργηθεί συμβατικά, λόγω χαμηλότερων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Επίσης, παρά το γεγονός ότι στη μελέτη αυτή, η συγκέντρωση πρωτεϊνών του δίκοκκου σιταριού ήταν μεγαλύτερη αυτής του spelta, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν σημαντικές. Σε μια προηγούμενη μελέτη των Konvalina κ. ά. (2012) είχε βρεθεί ότι το πλεονέκτημα του δίκοκκου σιταριού έναντι μαλακών σιταριών που προορίζονται για αρτοποιία (*Triticum aestivum* L.) είναι η μεγαλύτερη περιεκτικότητα του σε ακατέργαστες πρωτεΐνες (17,91% έναντι 13,73% στο κοινό σιτάρι).

Οι πρωτεΐνες του σιταριού emmer έχουν βρεθεί να βρίσκονται σε μεγαλύτερη ποσότητα από την αντίστοιχη των πρωτεϊνών άλλων σιταριών που χρησιμοποιούνται

πιο συχνά στην αρτοποιία. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι είναι κατώτερης τεχνολογικής ποιότητας, ενώ έχουν χαμηλότερο δείκτη γλουτένης και τιμή καθίζησης (Konvalina κ.ά. 2013a, Konvalina κ.ά. 2013b). Αυτό σημαίνει ότι βάσει της τεχνολογικής ποιότητας της γλουτένης του σιταριού emmer, η ζύμη που προκύπτει από άλευρα του σιταριού αυτού είναι κολλώδης, δύσκολη στη μάλαξη/ζύμωμα και καταλήγει στην παρασκευή ψωμιού μικρού όγκου (Abdel-Aal κ.ά. 1997, Corbellini κ.ά. 1999).

Πίνακας 3: Βιοχημική ανάλυση (πρωτεΐνες, αμυλόζη) δέκα ποικιλιών δίκοκκου σιταριού - *Triticum turgidum* spp. *dicoccum* με άγανα ή χωρίς (Galterio κ.ά. 2000).

Population	Protein ^a	Amylose ^a
Molise selezione Colli	11.8	23.20
Agnone	11.2	22.45
Sant'Angelo del Pesco	12,8	24,47
Garfagnana (awned)	13.7	20.03
Garfagnana (semi-awnless)	12.2	23.03
Garfagnana (awnless)	12.1	22.43
Farretta	13.0	23.81
Leonessa	15.1	20.83
Todiano	14.8	20.62
Mutico della Valnerina	14.7	21.10

^a in percentage dry matter.

Η χαμηλής ποιότητας γλουτένη στο δίκοκκο σιτάρι πιστεύεται πως οφείλεται στη μειωμένη σύνθεση γλουτενινών οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τις ρεολογικές ιδιότητες του σιμιγδαλιού (Galterio κ.ά. 1998). Αντιθέτως η τεχνολογική ποιότητα του σιταριού spelta έχει βρεθεί να είναι παρόμοιας ποιότητας με την αντίστοιχη των σιτηρών που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία (Konvalina κ.ά. 2013b). Στον παραπάνω πίνακα 3, δίνονται πληροφορίες για την περιεκτικότητα του δίκοκκου σιταριού σε πρωτεΐνες.

3.3 Μέταλλα

Τα μέταλλα είναι ανόργανα στοιχεία απαραίτητα στη διατροφή του ανθρώπου. Αν και στις σωστές αναλογίες μπορούν να έχουν ευνοϊκές επιδράσεις στον ανθρώπινο

οργανισμό, όταν βρίσκονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τις προτεινόμενες, μπορεί να προκαλέσουν τοξικότητες (Soetan κ.ά. 2010).

3.3.1 Σίδηρος και χαλκός

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (Food and Agricultural Organisation of United Nations) η σημασία του σιδήρου (Fe) για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι μεγάλη, γιατί είναι μεταφορέας οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος μέσω της αιμογλοβίνης. Ταυτόχρονα ο σίδηρος έχει σημαντικό ρόλο και σε συστήματα ενζύμων σε διάφορους ιστούς. Επίσης εμπεριέχεται στη μυογλοβίνη (πρωτεΐνη αποθήκευσης) και στα κυτοχρώματα (ένζυμα) τα οποία μεταξύ άλλων μεταφέρουν ενέργεια στα μιτοχόνδρια και στη σύνθεση στεροειδών. Ο μεταβολισμός του σιδήρου στον άνθρωπο επηρεάζεται από το χαλκό ένα άλλο σημαντικό ιχνοστοιχείο και μέταλλο για την διατροφή του ανθρώπου, το οποίο βρίσκεται και στο σιτάρι. Ο χαλκός, είναι επίσης συστατικό ενζύμων και πρωτεϊνών του σώματος και συμβάλει στην καλή λειτουργία του ανοσοποιητικού και καρδιαγγειακού συστήματος αλλά και στην υγεία των οστών (Gibney κ.ά. 2007).

3.3.2 Μαγγάνιο και ψευδάργυρος

Το μαγγάνιο (μέταλλο που βρίσκεται στο σιτάρι) ανήκει στα ιχνοστοιχεία που είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η σημασία του έγκειται στην ιδιότητα του να σχηματίζει σύμπλοκα με πρωτεΐνες και στην καταλυτική του επίδραση στη δραστηριότητα των ενζύμων (Καλογερόπουλος 2006). Από τη άλλη πλευρά, η έλλειψη ψευδάργυρου (Zn) μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το ανοσοποιητικό και το πεπτικό σύστημα του ανθρώπου και την ανάπτυξη των παιδιών, ενώ μπορεί να έχει και αρνητικές επιδράσεις στο δέρμα και τα μαλλιά του ανθρώπου (Μόρτογλου και Μόρτογλου 2002).

3.3.3 Νάτριο, κάλιο, ασβέστιο και μαγνήσιο

Στη διδακτική ύλη του Πανεπιστημίου 'NorthWestern' αναφέρεται ότι το ελαφρύ μέταλλο Νάτριο (Na) αποτελεί τον κύριο ηλεκτρολύτη που ρυθμίζει τα

εξωκυτταρικά υγρά του ανθρώπινου σώματος. Το νάτριο είναι απαραίτητο για την ενυδάτωση, διότι αντλεί νερό μέσα στο κύτταρο. Από την άλλη πλευρά, το κάλιο επηρεάζει τη μεταφορά των υπο-προϊόντων των κυτταρικών διεργασιών έξω από το κύτταρο. Ο Τζιόμαλος (2011) αναφέρει ότι η έλλειψη καλίου στο αίμα – γνωστή και ως υποκαλιαιμία- μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μυϊκή αδυναμία και αρρυθμίες.

Ένα άλλο ελαφρύ μέταλλο – το ασβέστιο (Ca) – έχει επιπτώσεις σε πολλές φυσικές λειτουργίες του ανθρώπου (σύσπαση σκελετικών, αγγειακών και καρδιακών μυϊκών ινών). Επιπρόσθετα, έχει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία νευρικών ερεθισμάτων και συσχετίζεται (με αντίστροφο τρόπο) με την υπέρταση και την ινσουλινική αντίσταση (Ποικιλίδου κ.α. 2006). Το μαγνήσιο (Mg), βρίσκεται στους μαλακούς ιστούς και στα οστά του ανθρώπινου σώματος και σε περίπτωση έλλειψης αυτού, υπάρχουν επιπτώσεις στο καρδιαγγειακό και στο νευρομυϊκό σύστημα (Λαμπαδιάρη 2012).

3.3.4 Τα μέταλλα του σιταριού *Triticum aestivum* spp. *spelta* και του δίκοκκου σιταριού (*Triticum turgidum* spp. *dicoccum*)

Οι συγκεντρώσεις σε μέταλλα που έχουν βρεθεί σε άλευρα παρασκευασμένα από σιτάρι *spelta* δίνονται στον παρακάτω πίνακα 4. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα αυτό, η περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο στο σιτάρι *spelta* ήταν 60% μεγαλύτερη από ότι στο κοινό σιτάρι. Η περιεκτικότητα του σιδήρου και του μαγνήσιου ήταν μεγαλύτερη στο σιτάρι *spelta* από ότι στο κοινό σιτάρι κατά 43% και 32% αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα του σιταριού *spelta* σε νάτριο, κάλιο και μαγγάνιο βρέθηκε να είναι συγκριτικά παρόμοια με αυτή του κοινού σιταριού, ενώ η περιεκτικότητά του σε ασβέστιο ήταν 13% μικρότερη, αλλά η διαφορά αυτή δεν κρίθηκε σημαντική (Ruibal-Mendieta κ.ά. 2005). Η συγκέντρωση μετάλλων σε άλευρα του σιταριού *spelta*, έχει βρεθεί ότι εξαρτάται και από την ποικιλία αλλά και από τον τύπο αλεύρου. Έτσι έχει βρεθεί, ότι κάποιες ποικιλίες σιταριού *spelta* είχαν από 30 έως 60% υψηλότερη συγκέντρωση μετάλλων από ότι κάποιες ποικιλίες χειμερινών σιταριών που προορίζονται για αρτοποιία (Siemianowska κ.ά., 2011).

Πίνακας 4: Τέφρα και συγκέντρωση μετάλλων σε αλεύρι ολικής αλέσεως από 9 ποικιλίες σπόρων σιταριού *Triticum aestivum* ssp. *spelta* και 5 ποικιλίες *Triticum aestivum* spp. *vulgare* (Ruibal- Mendieta κ.ά. 2005).

	ash, g·100 g ⁻¹ , fb	mg·100 g ⁻¹ , fb ^a							
		Cu	Fe	Mn	Zn	Na	K	Ca	Mg
		Spelt							
LR 140 ^b	1.67	<1	3.47	3.19	3.09	6.10	310	27.73	127.50
Béryl	1.81	<1	3.07	2.85	2.97	6.46	382	24.09	133.31
Oberkulmer	1.94	<1	2.84	2.68	2.97	9.22	403	31.56	132.23
Ebners Rotkorn	1.94	<1	3.65	2.78	3.17	8.93	391	39.31	129.86
Redouté	1.81	<1	2.85	2.91	3.19	10.92	368	30.06	130.32
Rouquin	1.85	<1	2.88	2.92	2.98	7.46	383	26.51	125.60
LR 260.1	1.96	<1	3.80	2.82	3.51	7.07	366	29.83	129.56
line 115.11	1.68	<1	2.79	2.60	2.58	8.30	358	23.55	118.81
line 115.6.2	1.76	<1	2.64	2.80	2.98	11.89	385	22.61	119.52
av	1.83	na ^c	3.11	2.84	3.05	8.48	372	28.36	127.41
SD ^d	0.11	na	0.42	0.17	0.25	1.97	27	5.17	5.20
		Winter Wheat							
Elephant	1.38	<1	2.48	2.87	1.68	8.47	365	29.36	91.14
Estica	1.46	<1	2.04	2.44	1.67	6.15	372	28.82	92.31
Pajero	1.50	<1	1.89	3.01	2.16	14.11	356	32.58	98.26
Rialto	1.53	<1	2.46	2.61	1.88	9.10	394	33.93	97.62
Corbeil	1.56	<1	2.04	2.80	2.19	8.10	379	35.39	102.24
av	1.49	na	2.18	2.75	1.92	9.19	373	32.01	96.31
SD	0.07	na	0.27	0.22	0.25	2.96	14	2.86	4.57
signif, P	<0.005	na	<0.005	ns ^e	<0.005	ns	ns	ns	<0.005

^a Fresh basis. ^b Belgian landrace. ^c Not applicable. ^d Standard deviation. ^e Not significant, $P > 0.05$

Όσον αφορά το δίκοκκο σιτάρι, σύμφωνα με τον Πίνακα 2, φαίνεται να έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φώσφορο και μικρότερη συγκέντρωση σε σίδηρο και σε ασβέστιο, συγκριτικά με άλλα δημοφιλή είδη σιταριού.

3.4 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αποτελούν βασική πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο και διακρίνονται σε μονοσακχαρίτες, σε δισακχαρίτες και σε πολυσακχαρίτες. Στους μονοσακχαρίτες υπάγονται οι γλυκόζη, η φρουκτόζη και η γαλακτόζη, στους δισακχαρίτες η σακχαρόζη, η λακτόζη και η μαλτόζη και στους πολυσακχαρίτες οι αμυλοπηκτίνες και το άμυλο. Από αυτά, το άμυλο και τα σάκχαρα αποτελούν πηγή ενέργειας για τον ανθρώπινο οργανισμό (Αναστασιάδου 2011). Το άμυλο στο σιτάρι, απαντάται κυρίως ως αμυλόζη και διασπάται από την α- και β-αμυλάση (Αντωνίου

2004). Το σιτάρι αποτελεί ιδιαίτερης σημασίας πηγή υδατανθράκων για τη διατροφή του ανθρώπου, οι οποίοι στο πεπτικό σύστημα του ανθρώπου διασπώνται σε μονάδες που δίνουν στον ανθρώπινο οργανισμό ενέργεια – τα σάκχαρα (Κεφαλάς 2003).

Ο κύριος υδατάνθρακας, από άποψη περιεκτικότητας, σε ζυμάρι παρασκευασμένο από σιτάρι είναι το άμυλο, ενώ σε μικρότερες ποσότητες υπάρχουν και πεντοζάνες, σάκχαρα και κυτταρίνη. Οι δευτερεύοντες υδατάνθρακες του σιταριού επηρεάζουν τη διαδικασία της αρτοποιήσης καθώς έχουν επίδραση στο μπαγιάτεμα του ψωμιού και στη δημιουργία της κόρας (Pomerganz 1988). Η κυτταρίνη συμβάλλει στην καλή λειτουργία του ανθρώπινου πεπτικού συστήματος (Κεφαλάς 2003). Επίσης, η κυτταρίνη ανήκει στις φυτικές ίνες και επομένως έχει ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία του ανθρώπου. Για παράδειγμα, οι φυτικές ίνες συμβάλουν στην καλή λειτουργία του εντέρου, στην πρόληψη του καρκίνου του εντέρου αλλά και μειώνουν τον κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου (Αναστασιάδου 2011).

Οι ιδιότητες του αμύλου καθορίζονται από την περιεκτικότητα του σε αμυλόζη, από τη θερμοκρασία ζελατινοποίησης, τα μεγέθη των κόκκων και τις κολλώδεις ιδιότητες. Η περιεκτικότητα σε αμυλόζη στο σιτάρι *spelta* έχει βρεθεί να είναι μεγαλύτερη κατά 2-21% έναντι άλλων χειμερινών σιτηρών (Wilson κ.ά. 2008). Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι η περιεκτικότητα ενός αλεύρου από σιτάρι *spelta* σε άμυλο, εξαρτάται από την ποικιλία του σιταριού που έχει χρησιμοποιηθεί προς αλευροποίηση, από τον τύπο του αλεύρου που παρασκευάζεται και από τον τύπο του εδάφους στον οποίο αναπτύχθηκε το σιτάρι (Siemianowska κ.ά. 2011).

Στην περίπτωση του δίκοκκου σιταριού η περιεκτικότητα σε αμυλόζη διαφόρων ποικιλιών φαίνεται στον Πίνακα 3. Οι Galterio κ.ά. (2000), υποστηρίζουν ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της αμυλόζης τόσο μεγαλύτερη είναι και η περιεκτικότητα σε ανθεκτικό άμυλο το οποίο διευκολύνει τη σύνθεση κάποιων λιπαρών οξέων που είναι σημαντική πηγή ενέργειας για το επιθήλιο. Η σύνθεση αυτή των λιπαρών οξέων μπορεί να σημαίνει αυξημένη προστασία κατά του καρκίνου του εντέρου. Επιπλέον, αξιοσημείωτο είναι ότι το ανθεκτικό άμυλο παρεμποδίζει ασθένειες που προκαλούνται από αυξημένα επίπεδα απορρόφησης γλυκόζης από τον οργανισμό καθώς και την απόκριση ινσουλίνης (Akerberg κ.ά. 1998).

3.5 Βιταμίνες και αντιοξειδωτικές ουσίες

3.5.1 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες είναι συστατικά απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό, τα οποία συμβάλουν στο μεταβολισμό άλλων ουσιών και διακρίνονται σε υδατοδιαλυτές και λιποδιαλυτές. Στις λιποδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνονται οι βιταμίνες K, D, A και E. Στις υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνεται η θειαμίνη, η ριβοφλαβίνη, η νιασίνη, το ασκορβικό οξύ, η βιοτίνη, το παντοθενικό οξύ, το φολικό οξύ και οι βιταμίνες B₆ και B₁₂. Επειδή ο ρόλος τους είναι καταλυτικός και καθώς δεν μπορούν να συντεθούν εξ' ολοκλήρου από το ανθρώπινο σώμα, απαιτείται η απορρόφησή τους στον ανθρώπινο οργανισμό σε μικρές ποσότητες μέσω της διατροφής. Ευνόητο είναι επίσης ότι η πρόσληψη των απαιτούμενων βιταμινών του ανθρώπου δεν μπορεί να καλυφθεί εξ' ολοκλήρου από μια τροφή, αλλά από ένα συνδυασμό (Αναστασιάδου 2011).

Το σιτάρι περιέχει διάφορες βιταμίνες, ενώ σε μεγαλύτερες ποσότητες υπάρχουν οι E, B₁, B₂ και B₆ που βρίσκονται κυρίως στα φύτρα και στα πίτυρα των σπόρων και λέγεται ότι όσο πιο σκουρόχρωμο είναι το σιτάρι τόσο πιο πλούσιο σε είναι βιταμίνες (Macrae κ.ά. 1993). Κατά τον Κεφαλά (2003) υπάρχουν και άλλες βιταμίνες στα σιτηρά, όπως είναι η βιταμίνη B₃ (νιασίνη) και B₉ (φολικό οξύ), οι οποίες στα άλευρα ολικής άλεσης βρίσκονται σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες από ότι στα υπόλοιπα άλευρα. Η Αντωνίου (2004) αναφέρει την έλλειψη βιταμίνης A, D, K και C και ενώ σημειώνει ότι το έμβρυο του σιταριού είναι πλούσια πηγή βιταμίνης E, επεξηγεί ότι η βιταμίνη E απομακρύνεται κατά την παρασκευή αλεύρου και συγκεκριμένα με το άλεσμα στους κυλινδρόμυλους. Κάποιες από τις ευεργετικές επιδράσεις της βιταμίνης E στον ανθρώπινο οργανισμό, σχετίζονται με την προστασία που παρέχει σε άλλες βιταμίνες που οξειδώνονται εύκολα, με την αντιοξειδωτική της δράση στις κυτταρικές μεμβράνες και την ενεργοποίηση του μεταβολισμού των δερματικών κυττάρων (Πύρτσιου 2008).

3.5.2 Αντιοξειδωτικές ουσίες

Σύμφωνα με τους Zhu κ.ά. (2004), η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του σιταριού συσχετίζεται κυρίως με την ύπαρξη διαφόρων υδρόφιλων και λιπόφιλων

ουσιών όπως είναι οι πολυφαινόλες, οι φυτοστερόλες, τα καροτενοειδή και το σελήνιο:

- **Φυτοστερόλες:** είναι δομικά στοιχεία των φυτών και έχουν την ιδιότητα να μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερίνης στο αίμα και επομένως έχουν πολύ ευεργετικές επιδράσεις στο ανθρώπινο οργανισμό (Saji κ.ά. 2007).
- **Πολυφαινόλες:** είναι αντιοξειδωτικές ουσίες που παράγονται κατά το δευτερογενή μεταβολισμό των φυτών. Οι ευεργετικές επιδράσεις των πολυφαινολών σχετίζονται με τη αντιοξειδωτική τους δράση, τη συμβολή τους στην πέψη μακρο-στοιχείων, στην αντιμικροβιακή, αντιβακτηριδιακή και αντικαρκινική τους δράση και με την επίδραση τους στην απορρόφηση μεταλλικών κατιόντων. Επίσης, οι πολυφαινόλες παρέχουν προστασία στα επιθηλιακά κύτταρα του αναπνευστικού συστήματος, στο DNA από ενδοκυτταρικές προσβολές και έχουν αντιαλλεργικές ιδιότητες και αγγειοδιασταλτική δράση. Τέλος, οι πολυφαινόλες μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης και σακχάρου στο αίμα (Συρίμπεη 2006).
- **Καροτενοειδή:** είναι αντιοξειδωτικές ουσίες οι οποίες έχουν πολύ ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό καθώς τον προστατεύουν από διάφορες χρόνιες νόσους συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών νόσων και του καρκίνου (Ραίνα και Russell 1999). Το σιτάρι *spelta* έχει βρεθεί να είναι πλούσιο στο β-καροτένιο (Abdel-Aal κ.ά. 1995).
- Το σελήνιο είναι αντιοξειδωτική ουσία με επιπρόσθετες αντι-ιολογικές ιδιότητες και είναι απαραίτητο για τον ανθρώπινο μεταβολισμό (Arthur 1999). Επίσης, προστατεύει τις μεμβράνες από την υπεροξείδωση των λιπιδίων, επιβραδύνει τη γήρανση των ιστών και συσχετίζεται ανάστροφα με την ύπαρξη καρδιαγγειακών προβλημάτων και τη ρευματοειδή αρθρίτιδα. Επιπρόσθετα, συμβάλλει στην παραγωγή αντισωμάτων και στην σύνθεση πρωτεϊνών και ενδεχομένως να έχει αντι-καρκινογόνο δράση και να μπορεί να μειώσει τις αρνητικές συνέπειες που μπορεί να προκληθούν από πρόσληψη ουσιών όπως είναι το αλκοόλ, το κάπνισμα ή και τα βαρέα μέταλλα (Περράκη 2009).

Το δίκοκκο σιτάρι συστήνεται ως πηγή θρεπτικών συστατικών υψηλής διατροφικής αξίας, επειδή είναι πλούσιο σε υδρόφιλες αντιοξειδωτικές ουσίες. Πιο

συγκεκριμένα έχει αποδειχθεί ότι εμπεριέχει ελεύθερο φερουλικό οξύ και συνολικές πολυφαινόλες σε υψηλές συγκεντρώσεις (Lachman κ.ά. 2012). Η συγκέντρωση φερουλικού οξέος πιστεύεται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης του συνόλου των αντιοξειδωτικών ουσιών αυτού (Zhu κ.ά. 2004). Οι συγκεντρώσεις αυτών των ουσιών στο δίκοκκο σιτάρι έχουν βρεθεί ότι είναι σημαντικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες στο μονόκοκκο σιτάρι 'Einkorn' (*Triticum monococcum* L.) και στο *Triticum aestivum* L. (Lachman κ.α. 2012). Ο λόγος που το φερουλικό οξύ είναι τόσο σημαντικό στην ελεύθερη μορφή του οφείλεται στην καλή βιο-διαθεσιμότητα του (Anson κ.α. 2009). Η απορρόφηση του διαλυτού φερουλικού οξέος γίνεται κυρίως από το λεπτό έντερο (Kern κ.ά. 2003).

Τόσο στο δίκοκκο σιτάρι όσο και στο σιτάρι spelta έχουν βρεθεί διάφορα φαινορικά οξέα μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνεται το φερουλικό, το ρ-κουμαρικό, το βανιλικό, το συριγγικό, το ρ-υδροξυβενζοϊκό και το καφεϊκό. Το φερουλικό οξύ ήταν και στις δυο περιπτώσεις σε μεγαλύτερη αφθονία από τα υπόλοιπα φαινορικά οξέα. Επιπλέον, τα φαινορικά οξέα βρίσκονται ως επί το πλείστον στα πίτυρα και στα φύτρα και σπάνια συναντώνται στο ενδοσπέρμιο των σπόρων. Επίσης, έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ πολυφαινολών-φαινολικών οξέων και αντιοξειδωτικής δραστηριότητας των φαινολικών οξέων (Brandolini κ.ά. 2013).

Το σελήνιο βρίσκεται επίσης σε μεγαλύτερη ποσότητα στο σιτάρι spelta από ότι στα κοινά είδη σιταριού που προορίζονται για αρτοποιία (Achremowicz κ. ά. 1999). Αντίθετα οι τοκοφερόλες που έχουν δράση ανάλογη με αυτή της βιταμίνης E, βρίσκονται σε μικρότερη ποσότητα στο σιτάρι spelta (Ruibal-Mendieta 2005). Η αντιοξειδωτική δραστηριότητα των πρωτεϊνών σε συνδυασμό με τις υψηλές συγκεντρώσεις του δίκοκκου σιταριού (εκτός από πρωτεΐνες) σε τοκοφερόλες, καρροτενοειδή και πολυφαινόλες, συγκριτικά με τους ανοιζιάτικους τύπους του μαλακού σιταριού, το καθιστούν ως σιτηρό υψηλής διατροφικής αξίας (Lachman κ. ά. 2007).

Τέλος, είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι η συγκέντρωση των ολικών αντιοξειδωτικών ουσιών στα σιτηρά, αυξάνεται μέσω της πέψης, καθώς κατά τη

διάρκεια αυτής της διαδικασίας υδρολύονται διάφορες φαινολικές ουσίες (Liyana-Pathirana και Shahidi 2005).

3.8 Λίπη

Τα λίπη είναι οργανικές ουσίες που αποτελούν πηγή ενέργειας για τον ανθρώπινο οργανισμό και προσφέρουν προστασία στα όργανα του ανθρώπινου σώματος. Θεωρούνται μάλιστα ότι είναι πιο αδρή μορφή ενέργειας από τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες. Η διατροφή που είναι πλούσια σε λιπαρά συνδέεται με την παχυσαρκία η οποία έχει συσχετισθεί με διάφορους τύπους καρκίνου. Τα λίπη διακρίνονται σε ακόρεστα (μονοακόρεστα και πολυακόρεστα) και σε κορεσμένα. Τα κορεσμένα λίπη έχουν σημαντικές επιδράσεις στην ολική χοληστερόλη η οποία είναι δομικός λίθος των μεμβρανών του κυττάρου και η οποία όταν βρίσκεται σε αυξημένα επίπεδα με το αίμα συσχετίζεται με καρδιαγγειακά νοσήματα. Σε αντίθεση, τα μονοακόρεστα λιπαρά λέγεται ότι έχουν θετικές επιδράσεις σε ασθένειες της καρδιάς. Τα πολυακόρεστα λιπαρά προστατεύουν έμμεσα το καρδιαγγειακό σύστημα, ενώ παράλληλα συμβάλλουν και στην πήξη του αίματος και στην αποκατάσταση των φλεγμονών (Αναστασιάδου 2011).

Τα λιπαρά έχουν θετική επίδραση στην ποιότητα και συγκεκριμένα στην ελαστικότητα της γλουτένης και βρίσκονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα μαύρα άλευρα από ότι στα άσπρα (Matz 1989). Το σιτάρι spelta έχει βρεθεί ότι περιέχει περισσότερα λίπη από το σιτάρι που χρησιμοποιείται στην αρτοποιία (Abdel-Aal κ.ά. 1995), ενώ σε ορισμένες ποικιλίες σιταριού spelta έχει βρεθεί να υπάρχουν περίπου στη διπλάσια ποσότητα από αυτή του σιταριού που χρησιμοποιείται στην αρτοποιία (Ranhotra κ.ά., 1996).

Στον Πίνακα 5, δίνονται πληροφορίες σχετικά με τις συγκεντρώσεις λιπιδίων και λιπαρών οξέων στο σιτάρι spelta. Από τον πίνακα αυτό είναι εμφανές πως το σιτάρι spelta έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπίδια από ότι οι χειμερινές ποικιλίες μαλακού σιταριού όπως επίσης και μεγαλύτερη αναλογία ακόρεστων λιπαρών οξέων/παλμιτικό οξύ εξαιτίας της αυξημένης συγκέντρωσης σε ελαϊκό οξύ (Ruibal – Mendieta κ.ά. 2005).

Πίνακας 5: Ολικά λιπίδια, κλάσμα ελεύθερων προς ολικών λιπιδίων και συγκέντρωση λιπαρών οξέων σε εννέα αποφλοιωμένες ποικιλίες σιταριού *spelta* και πέντε ποικιλίες χειμερινών ποικιλιών μαλακού σίτου (Ruibal –Mendieta κ.ά. 2005).

	Ολικά λιπίδια g * 100 g ⁻¹ (σε νωπή βάση)	Ελεύθερα/ ολικά λιπίδια	Λιπαρά οξέα 9 g * 100 g ⁻¹			
			Παλμιτικό οξύ	Ελαϊκό οξύ	Λινελαϊκό οξύ	Α-λινελαϊκό οξύ
<i>Triticum aestivum</i> spp. <i>spelta</i>						
LR 140	2,57	0,64	0,45	0,32	1,64	0,11
Beryl	2,81	0,68	0,48	0,40	1,77	0,10
Oberkulmer	3,07	0,74	0,48	0,58	1,83	0,11
Ebners Rotkorn	3,03	0,73	0,49	0,54	1,83	0,10
Redoute	2,78	0,67	0,46	0,45	1,69	0,12
Rouquin	3,03	0,70	0,49	0,48	1,87	0,12
LR 260.1	3,01	0,69	0,50	0,52	1,81	0,12
line 115.11	2,91	0,68	0,50	0,42	1,83	0,11
line 115.6.2	3,01	0,68	0,52	0,43	1,94	0,12
Μέσος όρος	2,92	0,69	0,48	0,46	1,80	0,11
Τυπική απόκλιση	0,17	0,03	0,02	0,08	0,09	0,01
Χειμερινά σιτάρια						
Elephant	2.24	0,66	0,41	0,21	1,45	0,13
Estica	2.40	0,67	0,45	0,27	1,51	0,13
Pajero	2.58	0,65	0,49	0,23	1,67	0,14
Rialto	2.57	0,68	0,52	0,27	1,62	0,12
Corbeil	2.61	0,67	0,51	0,31	1,63	0,12
Μέσος όρος	2,48	0,67	0,47	0,26	1,57	0,13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ SPELTA ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΟΥΝ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

4.1 Γενικά στοιχεία

Για να αποσαφηνισθεί η καταλληλότητα των τροφίμων που προέρχονται από τα σιτηρά που μελετώνται στην παρούσα εργασία για τη διατροφή του ανθρώπου πρέπει να διευκρινισθούν τα ιδιαίτερα γνωρίσματα τους τα καθιστούν ελκυστικά στους καταναλωτές από άποψη υγιεινής διατροφής. Έτσι για παράδειγμα η παχυσαρκία που τα τελευταία χρόνια αντιμετωπίζεται ως ασθένεια καθώς επηρεάζει πολλές ζωτικές λειτουργίες του ανθρώπου, σχετίζεται άμεσα με την ενεργειακή αξία του τροφίμου. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τον Πίνακα 1 του κεφαλαίου 3.1, το άλευρο από σιτάρι spelta έχει μικρότερη ενεργειακή αξία από ότι τα άλευρα κοινών σιταριών και επομένως είναι πιο κατάλληλα για κατανάλωση από παχύσαρκους ανθρώπους.

Στο παράρτημα του Κανονισμού 1924/2006 όπως δίνεται από την εφημερίδα της κυβερνήσεως, αναγράφονται οι ισχυρισμοί επί θεμάτων διατροφής καθώς επίσης και οι προϋποθέσεις χρήσης τους. Σύμφωνα με τον κανονισμό αυτό ως ισχυρισμός ορίζεται "κάθε μήνυμα ή απεικόνιση, η οποία δεν είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την κοινοτική ή εθνική νομοθεσία, συμπεριλαμβανομένης τυχόν εικαστικής, γραφικής ή συμβολικής απεικόνισης, υπό οποιαδήποτε μορφή, η οποία δηλώνει, υπονοεί ή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το τρόφιμο έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά". Οι ισχυρισμοί αυτοί, που αναγράφονται παρακάτω, αναφέρονται στις ευεργετικές ιδιότητες των τροφίμων.

Ισχυρισμοί επί θεμάτων διατροφής

- Χαμηλή ενεργειακή αξία
- Χαμηλά περιεκτικότητα σε σάκχαρα
- Μειωμένη ενεργειακή αξία
- Χωρίς σάκχαρα
- Χωρίς ενεργειακή αξία
- Χωρίς πρόσθετα σάκχαρα
- Χαμηλά λιπαρά
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο/αλάτι
- Χωρίς λιπαρά
- Πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε

- Χαμηλά κορεσμένα λιπαρά νάτριο/αλάτι
- Χωρίς κορεσμένα λιπαρά • Χωρίς νάτριο ή αλάτι
- Πηγή πρωτεϊνών • Υψηλή περιεκτικότητα σε [όνομα βιταμίνης/ών] ή/και [όνομα ανόργανου άλατος/ων]
- Υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες • Περιέχει [όνομα της θρεπτικής ή άλλης ουσίας]
- Πηγή εδωδιμων ινών • Μειωμένων θερμίδων (light)
- Υψηλή περιεκτικότητα σε εδωδιμες ίνες • Πηγή [όνομα βιταμίνης/ών] ή/και [όνομα ανόργανου άλατος/ων]
- Μειωμένη περιεκτικότητα [ονομασία της θρεπτικής ουσίας] • Αυξημένη περιεκτικότητα [ονομασία της θρεπτικής ουσίας]
- Εκ φύσεως/φυσικό

Επιπλέον, οδηγίες/συμβουλές προς τους καταναλωτές δίνονται και μέσω των ετικετών στις συσκευασίες των τροφίμων όπου αναγράφονται οι Ενδεικτικές Ημερήσιες Προσλήψεις, γνωστές και ως 'GDAs' (Guideline Daily Amounts). Η γνώση των τιμών αυτών σε συνδυασμό με τη γνώση των αντίστοιχων τιμών των διατροφικών στοιχείων, μπορούν να διευκολύνουν τον καταναλωτή να αποφασίσει την καταλληλότητα μιας τροφής.

Πίνακας 6: Ενδεικτικές Ημερήσιες Προσλήψεις Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πληροφόρησης για τα Τρόφιμα (www.eufic.org).

Ενδεικτικές Ημερήσιες Προσλήψεις (GDAs)			
Παράμετρος	Γυναίκες	Άντρες	Παιδιά έως 10 ετών
Ενέργεια	2.000kcal	2.500kcal	1.800kcal
Πρωτεΐνες	45g	55g	24g
Υδατάνθρακες	230g	300g	220g
Σάκχαρα	90g	120g	85g
Λίπη	70g	95g	70g
Κορεσμένα Λίπη	20g	30g	20g
Φυτικές Ίνες	24g	24g	15g
Αλάτι	6g	6g	4g

Στις Ενδεικτικές Ημερήσιες Προσλήψεις περιλαμβάνονται πληροφορίες για τις θερμίδες που πρέπει να καταναλώνονται ημερησίως και για τα θρεπτικά συστατικά που ενδεχομένως όταν παρέχονται μέσω της διατροφής στον άνθρωπο, μπορεί να του προκαλέσουν νοσήματα. Έτσι σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πληροφόρησης για τα Τρόφιμα [European Food Information Council (EUFIC)], τα GDAs για ενήλικες άντρες, γυναίκες και παιδιά έχουν οριστεί όπως φαίνονται στον παραπάνω Πίνακα.

4.2 Η καταλληλότητα του δίκοκκου σιταριού και του σιταριού spelta στην διατροφή ανθρώπων που αντιμετωπίζουν ασθένειες

Η ολοένα αυξανόμενη εμφάνιση ασθενειών και προβλημάτων που σχετίζονται με διατροφικά προβλήματα, όπως αυτό της παχυσαρκίας, έχει κάνει επιτακτική την ανάγκη για μια πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση των καταναλωτών σχετικά με τη διατροφή. Η πληροφόρηση αυτή μπορεί να τους επιτρέψει μια καλύτερη αξιολόγηση των τροφών που εισέρχονται στο πεπτικό τους σύστημα και την επιλογή να στραφούν σε πιο υγιεινά και κατάλληλα για αυτούς τρόφιμα.

Ενώ το σιτάρι αποτελεί σημαντικό μέρος της διατροφής εκατομμυρίων ανθρώπων, κάποια προϊόντα του μπορούν να προκαλέσουν μέσω της διατροφής αλλεργίες (Larré κ. ά. 2011). Για παράδειγμα, ενώ η γλουτένη επηρεάζει θετικά τη δομή του ψωμιού, τα τρόφιμα που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε γλουτένη μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα πέψης στον άνθρωπο (Michalcová κ. ά. 2012). Η γλουτένη του σιταριού πρώτα θεωρήθηκε υπεύθυνη για τη νόσο κοιλιοκάκη και έπειτα για διάφορες αλλεργίες που προκαλούνται από τρόφιμα (Larré κ. ά. 2011). Η νόσος κοιλιοκάκη μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια φλεγμονώδης ασθένεια του λεπτού εντέρου η οποία προκαλείται από τις πρωτεΐνες αποθήκευσης του σιταριού, του κριθαριού και ενδεχομένως και της βρώμης (Gessendorfer κ. ά. 2010). Σε αντίθεση με το σιτάρι, όπου η γλουτένη είναι το επιζήμιο το συστατικό για τους ασθενείς που έχουν δυσανεξία σε αυτή, στη βρώμη το επιζήμιο συστατικό είναι οι χορδεΐνες και στη σίκαλη οι σικαλίνες, ενώ ακόμα υπάρχουν αμφιβολίες για τις αβενίνες της βρώμης

(Wieser και Koehler 2008). Το κλάσμα της γλουτένης που συνδέεται με τη νόσο κοιλιοκάκη είναι οι γλοιαδίνες (Rahotra κ. ά. 1996).

Το σιτάρι *spelta* θεωρείται ότι είναι το ίδιο επιζήμιο για τους ασθενείς που έχουν δυσανεξία στη γλουτένη, με τα πιο καινούργια σιτάρια (Kasarda και D'Ovidio 1999). Ωστόσο, έχει υποστηριχθεί ότι ενδεχομένως η πέψη της γλουτένης του σιταριού *spelta* να είναι ευκολότερη από ότι σε άλλα είδη σιταριού που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό (Rahotra κ. ά. 1995). Επίσης, αν και επικρατεί από πολλούς η αντίληψη ότι το αλεύρι από σιτάρι *spelta* μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατροφή ανθρώπων που έχουν δυσανεξία στη γλουτένη, δεν υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα που να στηρίζουν την άποψη αυτή (Schober κ. ά. 2006). Η καταλληλότητα του σιταριού *spelta* για τη διατροφή του ανθρώπου οφείλεται στις αντικαρκινικές του ιδιότητες και στη συμβολή του στην καλύτερη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (Campbell 1997).

Οι Galterio κ. ά. (2000) παραπέμπουν σε μια προηγούμενη μελέτη των Stehlow κ. ά. (1994) και αναφέρουν τα διάφορα χαρακτηριστικά της θρεπτικής σύστασης ποικιλίας δίκοκκου σιταριού Schrank και τη συμβολή τους στη διατροφή των ανθρώπων. Πιο αναλυτικά, υποστηρίζουν ότι το συγκεκριμένο δίκοκκο σιτάρι έχει μέτριας ποσότητας πρωτεΐνες, χαμηλή ποσότητα λιπών και άμυλο, φυτικές ίνες και μεταλλικά άλατα σε υψηλές συγκεντρώσεις. Οι μελετητές καταλήγουν ότι τα χαρακτηριστικά αυτά του *Triticum turgidum* spp. *dicocum* καθιστούν τη χρήση του ευεργετική σε δίαιτες και θεραπείες αλλεργιών, κολίτιδας και παθολογιών που σχετίζονται με ισχυρή χολιστερόλη.

Παρ' όλα αυτά πρόσφατες μελέτες δίνουν ελπίδες για την αντιμετώπιση της νόσου κοιλιοκάκης μέσω ενζύμων που αποσυνθέτουν/αλλοιώνουν τη γλουτένη (Gessendorfer κ. ά. 2011). Κατά τους Hartmann κ. ά. (2006), ο ρόλος των αποθηκευτικών πρωτεϊνών είναι να παρέχουν στο έμβryo το σπόρων των σιτηρών άζωτο και αμινοξέα κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρπών. Επομένως, θεωρητικά οι ενδογενείς πρωτεάσες των σιτηρών που συντίθενται κατά το φύτεμα των σπόρων, θα μπορούσαν ενδεχομένως να υδρολύσουν τις πρωτεΐνες αυτές. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Michalcová κ. ά. (2012). Πιο συγκεκριμένα, οι πεπτιδάσες αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν θεραπευτικά για την απο-τοξικοποίηση των

τροφίμων που περιέχουν γλουτένη και πιθανότατα και για τους ασθενείς που πάσχουν από τη νόσο κοιλιοκάκη. Επίσης, για το σκοπό αυτό της απο-τοξικοποίησης, θεωρείται ότι οι συγκεκριμένες πεπτιδάσες είναι πιο κατάλληλες από τις πεπτιδάσες που προέρχονται από μύκητες ή από βακτήρια (Gessendorfer κ. ά. 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Συμπεράσματα-συζήτηση για το δίκοκκο σιτάρι

Το άγριο δίκοκκο σιτάρι *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* αποτελεί τον πρόγονο του *Triticum turgidum* spp. *dicoccum*. Ενδεχομένως να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση σημαντικών παραμέτρων άλλων ειδών σιταριού μέσω διασταυρώσεων. Μια τέτοια σημαντική παράμετρος είναι και η ανθεκτικότητα του άγριου δίκοκκου σιταριού στην ξηρασία, που έχει βρεθεί ότι είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του σκληρού σιταριού (Peleg κ. ά. 2008), η ανθεκτικότητα σε ασθένειες και ζιζανιοκτόνα και η υψηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα και πρωτεΐνες (Nevo κ. ά. 2002, Peleg κ. ά. 2008).

Το σιτάρι *emmer* είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικές ουσίες και ανθεκτικό άμυλο και επίσης έχει υψηλή ποσότητα υγρής γλουτένης και ακατέργαστων πρωτεϊνών (Galterio κ. ά. 2003, Konvalina κ. ά. 2013a). Παρ' όλα αυτά, κατά τους Galterio κ. ά. (1998), οι δυνατές χρήσεις του δίκοκκου σιταριού είναι περιορισμένες εξαιτίας της φτωχής τεχνολογικής ποιότητας της γλουτένης που περιέχει και που οφείλονται στη μειωμένη σύνθεση γλουτενινών. Σε μια άλλη έρευνα οι Galterio κ. ά. (2000) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ποικιλία Schrank του δίκοκκου σιταριού μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για την παρασκευή σούπας και μπισκότων. Επιπλέον, ενώ το σιτάρι *Triticum turgidum* spp. *dicoccum* δεν αποτελεί το πλέον κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί στην αρτοποιία, έχουν βρεθεί κάποιες ποικιλίες δίκοκκου σιταριού οι οποίες κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία ζυμαρικών για την παρασκευή καλής οργανοληπτικής ποιότητας μακαρονιών (De Vita κ. ά. 2006). Σε αντίθεση, οι Galterio κ. ά. (2000) που μελέτησαν την ποικιλία δίκοκκου σιταριού Schrank, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για να δυνατό να χρησιμοποιηθεί η ποικιλία αυτή στην παρασκευή ψωμιού και ζυμαρικών θα πρέπει να διασταυρωθεί με ποικιλίες του σκληρού σιταριού. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι το σιτάρι *emmer* χρησιμοποιείτο κατά στην αρχαιότητα σε μεγάλο βαθμό. Επίσης, το σιτάρι *emmer* έχει θεωρηθεί και ως πολύτιμο συστατικό για την παρασκευή μπισκότων, χυλού ή ακόμα και για να παραχθεί μούσλι και γενικότερα για

την παρασκευή προϊόντων που δεν περιέχουν μαγιά (Konvalina κ. ά. 2013a). Η περιεκτικότητα των θρεπτικών συστατικών που εμπεριέχονται στο σπόρο του σιταριού emmer ποικίλουν, ανάλογα με την ποικιλία και το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσονται, συμπεριλαμβανομένων των εδαφικών και κλιματικών συνθηκών. Έτσι είναι δυνατό να ειπωθεί ότι το σιτάρι emmer πιθανότατα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταξύ άλλων και στην αρτοποιία και στη μακαρονοποιία. Το ενδεχόμενο αυτό εξαρτάται από την ποικιλία που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και από άλλους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης. Η σημασία του δίκοκκου σιταριού στη διατροφή του ανθρώπου είναι μεγάλη, κυρίως εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του σπόρου του σε πρωτεΐνες, υδατανθράκες, φυτικές ίνες αλλά και αντιοξειδωτικών ουσιών. Η καλλιέργεια του είναι σημαντική και εξαιτίας της καταλληλότητας του για αειφόρο και χαμηλών εισροών γεωργία και της προσαρμοστικότητας του σε περιβάλλοντα όπου τα υπόλοιπα σιτηρά δεν έχουν καλή αποδοτικότητα. Τέλος, η περιεκτικότητα του δίκοκκου σιταριού σε γλουτένη, κατά την άποψη αρκετών ερευνητών, το καθιστά επικίνδυνο για βρώση σε ανθρώπους που πάσχουν από τη νόσο κοιλιοκάκη ή έχουν δυσανεξία στη γλουτένη.

5.2 Συμπεράσματα συζήτηση για το σιτάρι spelta

Το σιτάρι *Triticum aestivum* spp. *spelta* είναι ένα 'κεκαλυμμένο' είδος σιταριού το οποίο πρέπει να αποφλοιωθεί προτού να υποστεί επεξεργασία. Αν και αυτό το χαρακτηριστικό του έχει το μειονέκτημα μιας ακριβής επεξεργασίας, έχει και το πλεονέκτημα της προστασίας του σπόρου από ασθένειες και ζωικούς εχθρούς (Neeson 2011). Η ζύμη που προέρχεται από το σιτάρι αυτό, έχει μικρότερη ελαστικότητα και μεγαλύτερη εκτατικότητα από ότι το σιτάρι που προέρχεται από άλλα είδη σιταριού (Abdel-Aal κ. ά. 1997, Schober κ. ά. 2002). Η περιεκτικότητα του σιταριού *spelta* σε πρωτεΐνες είναι μεγαλύτερη, ενώ η αντίστοιχη σε λίπη και φυτικές ίνες είναι μικρότερη απ' ότι στα κοινά είδη σιταριού (Bonafaccia κ. ά. 2000, Ranhotra κ. ά. 1996), ενώ η ποιότητα της γλουτένης του μπορεί να χαρακτηριστεί ως μέτρια (Schober κ. ά. 2006).

Όσον αφορά τις ρεολογικές ιδιότητες της γλουτένης του σιταριού *spelta* και επομένως την καταλληλότητα του για χρήση στην αρτοποιία και τη βιομηχανία ζυμαρικών, αυτές εξαρτώνται από την τοποθεσία στην οποία αναπτύσσεται, από την ποικιλία και από την αλληλεπίδραση των παραμέτρων αυτών (Schoberg κ. ά. 2006). Οι Siemianowska κ. ά. (2011) έπειτα από έρευνα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το σιτάρι *spelta* μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρτοποιία και μάλιστα να δώσει υψηλής ποιότητας προϊόντα, αλλά αυτό μπορεί να συμβεί μόνο σε περίπτωση που επιλεγεί η κατάλληλη ποικιλία. Επίσης, οι ίδιοι ερευνητές τονίζουν ότι κάποιες φυσικοχημικές ιδιότητες του συγκεκριμένου σιταριού επηρεάζονται πιο ευεργετικά, όταν αυτό αναπτύσσεται σε μεσαία εδάφη από ότι αν αναπτυχθεί σε βαριά εδάφη.

Επίσης, όπως και στην περίπτωση του δίκοκκου σιταριού, έτσι και στην περίπτωση του σιταριού *spelta*, υπάρχει κίνδυνος κατά την κατανάλωση του σε ασθενείς με πάσχουν από τη νόσο Κοιλιοκάκη. Φυσικά, η διατροφική του αξία δε μειώνεται όταν χρησιμοποιείται στη διατροφή άλλων ανθρώπων που δεν έχουν δυσανεξία στη γλουτένη, καθώς είναι σιτάρι πλούσιο σε πρωτεΐνες, αντιοξειδωτικές ουσίες και φυτικές ίνες.

5.3 Προτάσεις

Το σιτάρι *spelta* και ιδίως το δίκοκκο σιτάρι αποτελούν δυο είδη σιταριού για την καλλιέργεια των οποίων κατά τα τελευταία χρόνια, με την τάση κατανάλωσης υγιεινών τροφών που έχει διαμορφωθεί, έχει δημιουργηθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Παρ' όλα αυτά, οι πληροφορίες που αφορούν την καλλιέργεια τους, το βιοχημική τους σύσταση και τη σχέση τους με αλλεργιογόνες δράσεις στον άνθρωπο είναι ακόμα ανεπαρκείς. Για το λόγο αυτό, γίνονται οι παρακάτω προτάσεις:

- Για να γίνουν διασταυρώσεις σιταριών με δίκοκκο σιτάρι ή σιτάρι *spelta* προκειμένου να δημιουργηθούν νέες ποικιλίες, απαραίτητο είναι να αποκτηθούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα αγρονομικά χαρακτηριστικά των υπάρχουσών ποικιλιών. Οι πληροφορίες αυτές θα βοηθήσουν και στη δημιουργία νέων ποικιλιών σιταριού που θα χρησιμοποιούν καλύτερα το διαθέσιμο στην καλλιέργεια νερό, θα είναι ανθεκτικές στην

ξηρασία και επιπλέον θα μπορούν να καλλιεργηθούν σε εδάφη που δε θα μπορούσαν να είναι εκμεταλλεύσιμα για άλλες καλλιέργειες.

- Σύμφωνα με τους Ranhotra κ. ά. (1996) η περιεκτικότητα του σιταριού spelta σε πρωτεΐνες εξαρτάται έντονα από την περιοχή στην οποία μεγαλώνουν. Επομένως, είναι αναγκαίο, προτού μια ποικιλία του σιταριού αυτού καλλιεργηθεί σε μια περιοχή, να έχουν γίνει οι απαραίτητες δοκιμές οι οποίες θα δώσουν πληροφορίες σχετικά με την αναμενόμενη ποιότητα.
- Ελάχιστες είναι οι πληροφορίες για τον πραγματικό αριθμό των ποικιλιών του σιταριού spelta και επομένως υπάρχει κάποιος βαθμός δυσκολίας στην ανάκτηση πληροφοριών σχετικά με τη θρεπτική του αξία (Ranhotra κ. ά. 1996). Επομένως, είναι απαραίτητο να συλλεχθούν οι πληροφορίες αυτές έτσι ώστε να γίνει περισσότερο αντιληπτό ποιες ποικιλίες είναι κατάλληλες για χρήση στην αρτοποιία, ποιες για χρήση στη βιομηχανία ζυμαρικών και ποιες για άλλες χρήσεις.
- Κατά τους Andruszczak κ. ά. (2011) υπάρχει έλλειψη πληροφοριών σχετικά με το πως η σοδειά των σιταριών spelta επηρεάζεται από λίπανση που συμπεριλαμβάνει μεταλλικά στοιχεία. Επομένως καλό θα ήταν να διευκρινιστούν καλύτερα οι απαραίτητες σχετικές πληροφορίες.
- Σύμφωνα με τους Siemianowska κ. ά. (2011) η έρευνες που έχουν γίνει και αφορούν τα χειμερινά σιτάρια spelta είναι περισσότερες από αυτές που αφορούν τις εαρινές ποικιλίες. Επομένως συστήνεται να γίνουν περισσότερες μελέτες που θα αφορούν τις εαρινές ποικιλίες του σιταριού spelta.
- Το άγριο emmer σήμερα απειλείται να εξαφανισθεί εξαιτίας των κλιματικών μεταβολών από την εποχή που πρωτοεμφανίσθηκε αλλά και της επίδρασης του ανθρώπου στο περιβάλλον (Peleg κ. ά. 2008). Ως εκ τούτου, η προστασία του άγριου δίκοκκου σιταριού από τον άνθρωπο κρίνεται απαραίτητη.
- Περισσότερα πειραματικά δεδομένα πρέπει να αποκτηθούν προκειμένου να διευκρινιστούν οι αλλεργιογόνες δράσεις του σιταριού spelta και του δίκοκκου σιταριού.

- Θα πρέπει να γίνει έρευνα για την πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν οι πεπτιδάσες της γλουτένης για τη θεραπεία ανθρώπων που έχουν αλλεργία σε αυτή ή πάσχουν από την ασθένεια κοιλιοκάκη.
- Χρειάζεται να διευκρινιστεί ποιες ποικιλίες δίκοκκου σιταριού και σιταριού spelta είναι οι πιο παραγωγικές, δεδομένου ότι και τα δυο είδη σιταριού έχουν μειωμένη παραγωγικότητα σε σύγκριση με άλλα είδη σιταριού.
- Η πιο ολοκληρωμένη πληροφοριοδότηση πάνω στη βιοχημική σύσταση των σιταριών αυτών θα επιτρέπει και τη σωστή επισήμανση τους πάνω στις ετικέτες των τροφίμων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Abdel-Aal, E.-S.M., Hucl, P. and Sosulski F.W. 1995. Compositional and Nutritional Characteristics of Spring Einkorn and Spelt Wheats, *Cereal Chem.*, 72, 621-624.
- Abdel-Aal, E.-S.M., Hucl, P., Sosulski, F.W. and Bhirud, P.R. 1997. Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *Journal of Cereal Science* 26, 363-370.
- Achremowicz, B., Kulpa, D. and Mazurkiewicz, J. 1999. Technological evaluation of spelt wheat grain. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Tech. Żyw.* 360, 11-17.
- Akerberg, A., Liljeberg, h. and Bjorch, I. 1998. Effects of amylase/amylopectine ratio and baking conditions on resistant starch formation and glycaemic indices. *J. Cereal Science*, 28, 71-80.
- Alvarez, J. B. and Guzmán, C. 2013. Spanish Ancient Wheats: A Genetic Resource for Wheat Quality Breeding. *Advances in Crop Science and Technology*, 1 (1), doi:10.4172/acst.1000101.
- Andruszczak, S., Kwiecińska-Poppe, E., Kraska, P. and Pałys, E. 2011. Yield of winter cultivars of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivated under diversified conditions of mineral fertilization and chemical protection. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4), 5-14.
- Andruszczak, S., Kwiecińska-Poppe, E., Kraska, P. and Pałys, E. 2012. Weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivars grown under different conditions of mineral fertilization and chemical plant protection. *Acta Agrobotanica*, Vol. 65 (3): 109-118.
- Anson, N.M., van den Berg, R., Havenaar, R., Bast, A. and Haenen, G.R.M.M. 2009. Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility. *Journal of Cereal Science*, 49: 238-247.
- Arthur, J.R. 1999. Functional indicators of iodine and selenium status. *Proc. Nutr. Soc.* 58: 507-512.
- Bodroza-Solarov, M., Mastilovic, J., Filipcev, B., and Simurina, O. 2009. *Triticum aestivum* spp. *spelta*- The potential for the organic wheat production. *Journal on processing and energy in agriculture*, Vol. 13 (2), 128-131.

- Bojnanska, T. and Francakova, H. 2002. The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rostlinna Vyroba*, 48 (4), 141-147.
- Bonafaccia, G., Galli, V., Francisci, R., Mair, V., Skrabanja, V. and Kreft, I. 2000. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based products. *Food Chem.*, 68, 437-441.
- Brandolini, A., Castoldi, P., Plizzari, L. and Hidalgo, A. 2013. Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-years evaluation. *Journal of Cereal Science*, Volume 58, Issue 1, 123–131.
- Caballero, L., Martin, L.M. and Alvarez, J.B. 2005. Collection and Characterisation of Populations of Spelt and Emmer in Asturias (Spain). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 41, 175-178.
- Campbell, K.G. 1997. Spelt: agronomy, genetics, and breeding. *Plant Breeding Reviews* 15, 187–213.
- Corbellini, M., Empilli, S., Vaccino, P., Brandolini, A., Borghi, B., Heun, M. and Salamini, F., 1999. Einkorn characterization for bread and cookie production in relation to protein subunit composition, *Cereal Chem.*, vol. 76, pp. 727–733.
- Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B. and Dugum, J. 2001. Gluten as a Standard of Wheat Flour Quality. *Food Technol. Biotechnol.* 39 (4) 353–361
- Day, L., Augustin, M.A., Batey, I.L. and Wrigley, C.W. 2006. Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 82-90.
- De Vita, P., Riefolo, C., Codianni, P., Cattivelli, L. and C. Fares, C. 2006. Agronomic and qualitative traits of *T. turgidum* ssp. *dicoccum* genotypes cultivated in Italy. *Euphytica*, 150: 195–205
- D'Egidio, M.G. and Nardi, S. 1996. Textural measurement of cooked spaghetti. In: Kruger, J.E., R.B. Matsuo & J.W. Dick, (eds.) *Pasta and Noodles Technology*. AACC: St. Paul, MN, 133–156.
- Food and agricultural Organisation of the United Nations. FAO Corporate Document Repository. Chapter 13. Iron. Online access: <http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809eoj.htm#bm19.1>

- Food Processor Version 7.50. June 2000. ESHA Research, Salem, OR. (όπως γίνεται αναφορά από τους Miles κ.ά. 1977).
- Galterio, G., Codianni, P., Novembre, G., Saponaro, C., Di Fonzo, N. and Pogna, N.E. 1998. Storage-protein composition and technological characteristics of F6 lines from the cross *Triticum turgidum* ssp. *durum* × *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*. In: Slinkard AE (eds.) Proc 9th Int Wheat Genet Symp., University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, vol. 4, 148–150.
- Galterio, G., Hartings, H., Nardi, S. and Motto, M. 2000. Biochemical and phylogenetic analysis of the major *T. turgidum* ssp *dicoccum* Schrank populations cultivated in Italy. *Journal Of Genetics και Breeding*. 54(4), 303-309.
- Galterio, G., Codianni P., Giusti A.M., Pezzarossa B. and Cannella C. 2003. Assessment of the agronomical and technological characteristics of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* Schrank and *T. Spelta* L. *Nahrung/Food* 47, 54–59.
- Gessendorfer, B., Hartmann, G and Wieser, H. 2011. Determination of celiac diseasespecific peptidase activity of germinated cereals. *Eur Food Res Technol*. 232, 205-209.
- Gibney, M.J., Vorster, H.H. and Kok, F.J. 2007. Εισαγωγή στη διατροφή του ανθρώπου. Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.
- Grootenboer, I. 1989. Le Gluten Index: Report de Stage, L'Institut Technique des Cereales et des Fourrages, Paris, France.
- Grace, G. 1989. Preperation of vital wheat gluten. In *Proceeding of the World Congress on Vegetable Proteins*, ADCS, 21, 114.
- Hartmann, G., Koehler, P. and Wieser, H. 2006. Rapid degradation of gliadin peptides toxic for coeliac disease patients by protease from germinating cereals. In *Journal of Cereal Science*, 44, 368-371.
- Kasarda, D.D. and D'Ovidio, R. 1999. Deduced amino acid sequence of an a-gliadin gene from spelt wheat (*spelta*) includes sequences active in celiac disease. *Cereal Chemistry* 76, 548–551.
- Kern, S.M., Bennett, R.N., Mellon, F.A., Kroon, P.A. and Garcia-Conesa, M.T. 2003. Absorption of hydroxycinnamates in humans after high-bran cereal consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6050–6055.

- Konvalina, P., Capouchová, I., Stehno, Z. and Jan Moudrý, J. 2012. Differences in yield parameters of emmer in comparison with old and new varieties of bread wheat. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(6), 986-992.
- Konvalina, P., Bradová, J., Capouchová, I., Stehno, Z. and Jan Moudrý, J. 2013a. Baking quality and high molecular weight glutenin subunit composition of emmer wheat, old and new varieties of bread wheat. *Romanian Agricultural Research*, NO. 30.
- Konvalina, P., Capouchová, I. and Stehno, Z. 2013b. Baking Quality of Hulled Wheat Species in Organic Farming. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 78, 105-108.
- Lachman, J., Musilová, J., Kotíková, Z., Hejtmánková, K., Orsák, M. and Příbyl, J. 2012. Spring, einkorn and emmer wheat species – potential rich sources of free ferulic acid and other phenolic compounds. *Plant Soil Environ.*, 58, 347–353.
- Larré, C, Lupí, R., Gombaudo, G., Brossard, C, Branlard, G., Moneret-Vautrin, D. A., Rogniaux, H. and Denery-Papini, S. 2011. Assessment of allergenicity of diploid and hexaploid wheat genotypes: identification of allergens in the albumin/globulin fraction. *Journal of proteomics*. 74, 1279-89.
- Liyana-Pathirana, C.M. and Shahidi, F. 2005. Antioxidant activity of commercial soft and hard wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by gastric pH conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2433–2440.
- Lorenz, K.J. and Kulp, K. 1991. *Handbook of Cereal Science and Technology*, Marcel Dekker.
- Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. 1993. Pastry Products. In *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press, London, 5, 3464.
- Marconi, M. and Cubadda, R. 2005. *Emmer Wheat*. In: Abdel-Aal, E-S.M., Wood, P. (eds), *Speciality Grains for Food and Feed*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul: 63-108.
- Matz, S.A. 1989. *Bakery Technology*. Elsevier Science Publishers Ltd.
- Michalcová, E., Potocká, E., Daniela Chmelová, D. and Ondrejovič, M. 2012. Study of wheat protein degradation during germination. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1, 1439-1447.

- Miles, C. A., Alleman, D. G. and Butkus, S. N. 1977. Washington State University Publications: <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/eb1977/eb1977.pdf>
- Neeson, R. 2011 Organic spelt production. Industry and Investment department of NSW Government.
http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0003/380784/Organic-spelt-production.pdf
- Nevo, E., Korol, A.B., Beiles, A. and Fahima, T. 2002. Evolution of wild emmer and wheat improvement: population genetics, genetic resources, and genome organization of wheat's progenitor, *Triticum dicoccoides*. Springer-Verlag, Berlin.
- Northwestern University. Sodium. Access online:
<http://web.archive.org/web/20110823114818/http://nuinfo-proto4.northwestern.edu/nutrition/factsheets/sodium.pdf>
- Paiva, S. and Russell, R. 1999. Beta carotene and other carotenoids as antioxidants. *J Am Coll, Nutr* 18, 426–33.
- Peleg, Z, Fahima, T. and Saranga, Y. 2008. Drought resistance in wild emmer wheat: Physiology, ecology, and genetics. *Israel Journal of Plant Sciences* Vol. 55, 289–296.
- Peng, J., Sun D. and Nevo, E. 2011. Wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*, occupies a pivotal position in wheat domestication process. *Australian Journal of Crop Science*, 5, 1127-1143
- Piergiovanni, A. R. and Volpe, N. 2003. Capillary electrophoresis of gliadins as a tool in the discrimination and characterization of hulled wheats (*Triticum dicoccon* Schrank and *T. spelta* L.). *Cereal Chem.* 80, 269-273.
- Pomeranz, Y. 1988. *Wheat: Chemistry and Technology*, Vol I, II, A.A.C.C., USA.
- Pomeranz, Y. and Shellenberger, J. A. 1971. *Bread Science and Technology*. The AVI Publishing Company, Westport, Connecticut.
- Preedy, V. R., Watson, R. R. and Patel, V. B. 2011. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. Academic Press; 1 edition. p 76.
- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K. and Lorenz, K.J. 1995. Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample. *Lebensmittel- Wissenschaft und-Technologie* 28, 118–122.

- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K. and Stallknecht, G.F. 1996. Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations. *Cereal Chem.*, 73, 533-535.
- Ruibal-Mendieta, N.L., Rozenberg, R., Delacroix, D.L., Petitjean, G., Dekeyser, A., Baccelli, C., Marques, C., Delzenne, N.M., Meurens, M., Habib-Jiwan, J.L., and Quetin-Leclercq, J. 2004. Spelt (*Triticum spelta* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) wholemeals have similar sterol profiles, as determined by quantitative liquid chromatography and mass spectrometry analysis., *J. Agr. Food Chem.*, 52, 4802-4807.
- Ruibal-Mendieta, N.L., Delacroix, D.L, Mignolet, E., Pycke, J.M., Marques, C., Rozenberg, R., Petitjean, G., Habib-Jiwan, J.L., Meurens, M., Quetin-leclercq, J., Delzenne, N. M. and Larondelle, Y. 2005. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *Journal of agricultural and food Chemistry*, 53, 2751-2759.
- Saji, J., Sorokin A. V. and Thompson, P.D. 2007. Phytosterols and vascular disease. *Curr Opin Lipidol* 18, 35–40.
- Schober, T. J., Bean, S. R. and Kuhn, M. 2006. Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study. *Journal of Cereal Science* 44, 161–173.
- Sharma, R., Chisti, Y. and Banerjee, U. 2001. Production, purification, characterization, and applications of lipases. *Biotechnology Advances*, vol. 19, 627–662
- Stehlow, W., Hertzka, G. and Weuffen W. 1994. Le caratteristiche dietetiche del faro nel trattamento di malattie croniche. Il faro, un cereal della salute. Ed. Perrino, Semerano & Laghetti CNR Bari. 52-66.
- Shuey, W. C. 1975. Practical Instruments for Rheological Measurements on Wheat Products. *Cereal Chemistry*, 52, 43.
- Siemianowska, E., Skibniewska, K.A., Warechowska, M., Jędrzejczak, M.F. and Tyburski, J. 2011. Flour and Bread Quality of Spring Spelt. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 59, 170-175.

- Soetan, K.O., Olaiyea, C.O. and Oyewole O.E. 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science* Vol. 4, 200-222
- Stallknecht, G.F., Gilberston, K.M. and Ranny, J.E. 1996. Alternative wheat cereals as food grains: Eikorn, emmer, spelt, karnut and triticale. pp.156-170 In: J. Janick (Ed.), *Progress in new crop* ASHS Press, Alexandria, VA.
- Stefanini, S., Alpi A. and Guglielminetti, L. 2008. Identification of a commercial emmer (*Triticum dicoccum* Schübl.) by a proteomic approach *Quad. Mus. St. Nat. Livorno*, 21, 15-20.
- Sulewska, H., Koziara, W., Szymańska, G., Panasiewicz, K., Piekarczyk, J. 2010. Reaction of winter spelt varieties to manure fertilization. *J. Res. Appl. Agric. Engin.* 55, 126-130.
- Waga, J. 2004. Structure and allergenicity of wheat gluten proteins – a review. In *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, vol. 13, 327-338.
- Wieser, H. and Koehler, P. 2008. The biochemical basis of Coeliac disease. *Journal of Cereal Chemistry*, 85, 1-13.
- Wilson, J. D., Bechtel, D. B., Wilson, G. W. T. and Seib, P. A. 2008. Bread Quality of Spelt Wheat and Its Starch. *Cereal Chem.* 85, 629–638.
- Xynias, I. N., Kozub, N., Sozinov, I. and Sozinov, A. 2007. Biochemical Markers in Wheat Breeding. *International Journal of Plant breeding.* 1, 1-9.
- Zhou, K.Q., Su, L. and Yu, L.L. 2004. Phytochemicals and antioxidant properties in wheat bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6108–6114.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αγγελή, Σ. 2008. Προμελέτη σκοπιμότητας ίδρυσης μονάδας παραγωγής παραδοσιακών ζυμαρικών. (ΜΔΕ-ΟΠ/0601). Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Αναστασιάδου, Γ. 2011. Ο ρόλος του εδεσματολογίου των εστιατορίων ως εργαλείου ενημέρωσης σε θέματα διατροφής και ποιότητας. Μεταπτυχιακή διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.
- Αντωνίου, Θ. 2004. Η επίδραση του κλίματος και του εδάφους στην παραγωγικότητα του μαλακού και σκληρού σιταριού. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

- Γεωργόπουλος, Θ. 2010. Εργαστηριακές ασκήσεις τεχνολογίας και ποιοτικού ελέγχου σιτηρών και αρτοσκευασμάτων. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα τεχνολογίας Τροφίμων.
- Γουλη-Βαβδινουδη, Ε. και Κουτσικα-Σωτηριου, Μ. 1989. Τα όργανα αναπαραγωγής και η τεχνική των διασταυρώσεων στα καλλιεργούμενα φυτά. Θεσσαλονίκη, 138 σελ.
- Δαλιάνης, Κ. 1983. «Χειμερινά Σιτηρά», σσ 24-26, Αθήνα Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.
- Ινστιτούτο Σιτηρών - Υπουργείο Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2012. <http://www.cereal institute.gr/index.php/el/antikeimena/texnologia-sitiron/36-analysies-tech>
- Καλογερόπουλος, Α. Ν. 2006. Βαρέα μέταλλα. Σημειώσεις μαθήματος Διατροφή και Περιβάλλον του Προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών Εφαρμοσμένη Διαιτολογία και Διατροφή. Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας- Διατροφής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα: 1-29.
- Καραμάνος, Α. 1992. Τα σιτηρά των Εύκρατων Κλιμάτων. Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών.
- Κεφαλάς, Π.Σ. 2003. Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας σιτηρών, Α.Τ.Ε.Ι.Θ.
- Κλωνάρη, Κ. 1998. Οδηγός Αντιμετώπισης ασθενειών των φυτών. Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία. Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ.16-23.
- Κουτσούμπα, Μ. 2011. Αξιολόγηση της Προσθήκης Ξηρής Γλουτένης σε Αλεύρι Μαλακού Σταριού. Πτυχιακή εργασία. Αλεξάνδρειο Ανώτατο Τεχνολογικό Λαμπαδιάρη, Β. Α. 2012. Μαγνήσιο: Οι δράσεις του είναι πλειοτροπικές. Ελληνικά Διαβητολογικά Χρονικά 25, 98-105.
- Μετζάκης, Δ. 1998. Ειδική Γεωργία Ι-Σιτηρά, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τ.Ε.Ι.Ηπείρου, Άρτα.
- Μόρτογλου, Τ. και Μόρτογλου, Κ. 2002 Μεταλλικά άλατα και ιχνοστοιχεία. Στο: Διατροφή από το σήμερα για το αύριο. Τόμος Ι. Αθήνα: Εκδόσεις Γιαλλέλη, 61-68.
- Μπαξεβάνος, Δ. 2011. Συνθήκες για την παραγωγή σκληρού σιταριού υψηλής ποιότητας. Έκδοση: Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Τεύχος 43, σελ. 17-19.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ. 2012. Ειδική Γεωργία Ι : Σιτηρά και ψυχανθή(εαρινά). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. 760 σελ.

- Περράκη, Α. 2009. Το σελήνιο – εφαρμογή της τεχνολογίας της φυτοεξυγίανσης. Μεταπτυχιακή διπλωματική διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Ποικιλίδου, Μ. Ι., Σαραφίδης, Π. Α. και Λαζαρίδης, Α. Ν. 2006. Ο ρόλος του ασβεστίου στην αρτηριακή πίεση και στην αντίσταση στην ινσουλίνη. *Αρτηριακή Υπέρταση*, 15, 53-61.
- Πολίτης, Δ. Ι. 1998. Οδηγός Αντιμετώπισης ασθενειών των φυτών. Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία. Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ.17.
- Πύρτσιου, Ε. 2008. Αμυγδαλέλαιο, σιτέλαιο και λάδι χοχόμπα. Συστατικά και ιδιότητες. Αλεξάνδρειο τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.
- Συρίμπεη, Χ. 2006. Μεταβολές στο αντιοξειδωτικό περιεχόμενο και στην αντιοξειδωτική δράση ελληνικών λευκών κρασιών κατά την ωρίμανση. Πτυχιακή διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Σφήκας, Α. 1995. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά. Α.Π.Θ., Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Σώκος, Κ. Α. 2010. Αντίδραση τεσσάρων ποικιλιών σκληρού σιταριού [*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.] στην έλλειψη νερού και αζώτου. Μεταπτυχιακή διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Τζιόμαλος, Κ., (2011) Διαταραχές ισοζυγίου του καλίου. Ιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
http://www.med.auth.gr/depts/bpp/lessons/Diataraxes_isoziou.pdf
- Υπουργείο Ανάπτυξης (ΦΕΚ 1388/Β'/13-07-2009). ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Αρτοποιία-Πρατήρια άρτου- Ψωμί – Αρτοσκευάσματα- Λοιπά προϊόντα αρτοποιίας.
- Υπουργείο Γεωργίας και Ινστιτούτο Σιτηρών. 1991. «Οι Ελληνικές ποικιλίες σιτηρών και η καλλιέργειά τους», Αθήνα.
- ΦΕΚ 496/Β/93, ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΧΣ 359/93: Τροποποίηση του Κ.Τ. με αντικατάσταση του άρθρου 115.
- Φραγκιαδάκης, Μ. 2012. Το δίκοκκο σιτάρι. Γεωργία και Κτηνοτροφία. Τεύχος 7, σελ. 56-59.