

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Η Διατροφική Αξία Αλεύρων Ζέας Και  
Η Περιεκτικότητάς Τους Σε Γλουτένη”



Επιμέλεια

Μακρή Ρίτα

Επίβλεψη

Κυρανός Ευστράτιος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙ),  
Τμήμα Διατροφής και Διαιτολογίας

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για  
την απονομή του Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ  
Θεσσαλονίκης.

Ημερομηνία: Ιούνιος 2015

**Εισηγητής: Ευστράτιος Κυρανάς**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Στην κυρία Μαρία Παπαγεωργίου και στον κύριο Κόκκαλη Αθανάσιο οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες για την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Ευχαριστώ για το αμείωτο ενδιαφέρον, τη βοήθεια και το χρόνο τους τόσο κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους όσο και κατά τη συγγραφή του.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον κύριο Κυρανά Ευστράτιο για την πολύτιμη και συνεχή βοήθεια του σε όλη την διάρκεια της εργασίας και σε όλα τα επίπεδα, την υποστήριξη του και την καθοδήγηση του.

***Σας ευχαριστώ πολύ***

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα σε σχέση με τα ελληνικά σιτηρά, γενικά, αλλά και ειδικότερα της οικογένειας *triticum dicocum*.

Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν έχουν να κάνουν με τα μέρη και τα είδη του σιταριού, την μορφολογία, τις ιστορικές καταβολές και την ετοιμολογία της ζέας, την περιεκτικότητα των αλεύρων σίτου σε νερό, υγρασία, ανόργανα άλατα, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, βιταμίνες, λιπίδια, ένζυμα. Επίσης, περιέχονται πληροφορίες για την γλουτένη και για την νόσο κοιλιοκάκη.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι μέθοδοι ανάλυσης που εκπονήθηκαν. Αρχικά, αναφέρονται τα υλικά, τα όργανα και οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν. Στις αναλύσεις περιλαμβάνονται, ο αριθμός πτώσεως FN (falling number), ο προσδιορισμός της ξηρής και της υγρής γλουτένης και η ανάλυση της περιεκτικότητας των αλεύρων σε υγρασία, πρωτεΐνες, ανόργανα συστατικά.

Τέλος, παρατίθενται τα αποτελέσματα των αναλύσεων, η συζήτηση και τα συμπεράσματα που προκύπτουν.

## Πίνακας περιεχομένων

Κατάλογος Εικόνων .....	6
Κατάλογος Πινάκων .....	6
1. Εισαγωγή .....	7
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	9
2.1 Σιτάρι- Τα μέρη και τα είδη του .....	9
2.2 Ιστορία του Ζέα.....	10
2.2.1 Γενικά .....	10
2.2.2 Ιστορικές πηγές - Ετοιμολογία.....	12
2.3 Δομή Triticum .....	14
2.4 Γλουτένη.....	16
2.5 Κοιλιοκάκη .....	18
2.5.1 Γενικά .....	18
2.5.2 Η ελληνική εταιρία για την κοιλιοκάκη.....	19
2.6 Διατροφικά χαρακτηριστικά αλεύρων .....	20
2.6.1 Υδατάνθρακες.....	20
2.6.2 Πρωτεΐνες .....	20
2.6.3 Λιπίδια (λιπαρές ύλες) .....	21
2.6.4 Ανόργανα συστατικά .....	21
2.6.5 Τέφρα.....	22
2.6.6 Βιταμίνες .....	22
2.6.7 Υγρασία (νερό) .....	22
2.6.8 Ένζυμα.....	22
2.7 Διατροφικά χαρακτηριστικά δίκοκκου.....	22
3. Σκοπός της εργασίας.....	24
4. Υλικά και Μέθοδοι.....	25
4.1.1 Υλικά - Άλευρα.....	25
4.1.2 Αντιδραστήρια.....	25
4.1.3 Συσκευές - Όργανα.....	25

4.2 Μέθοδοι ανάλυσης.....	26
4.2.1 Υγρασία .....	26
4.2.2 Τέφρα.....	28
4.2.3 Πρωτεΐνη .....	29
4.2.4 Προσδιορισμός υγρής γλουτένης και δείκτη γλουτένης.....	31
4.2.5 Falling Number (FN) .....	33
5. Αποτελέσματα - Συζήτηση.....	35
6. Συμπεράσματα .....	39
Βιβλιογραφία .....	40
Ξένη βιβλιογραφία.....	40
Ελληνική βιβλιογραφία .....	40
Ηλεκτρονικές διευθύνσεις .....	42

### Κατάλογος εικόνων:

1. Σιτάρι γένους triticum αποφλοιωμένο
2. Σιτάρι γένους triticum αναποφλοιώτο
3. Πυριαντήριο
4. Ξηραντήρας
5. Φυγόκεντρος
6. Συσκευή απόσταξης Kjeldahl
7. Τοστιέρα εργαστηρίου που χρησιμοποιείται για την ξήρανση υγρής γλουτένης
8. Συσκευή για τον προσδιορισμό του FN

### Κατάλογος πινάκων:

- Πίνακας 1: Διάκριση μαλακού και σκληρού σιταριού.
- Πίνακας 2: Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν.
- Πίνακας 3: Η υγρασία των αλεύρων σε δείγμα 1g.
- Πίνακας 4: Η υγρασία % των αλεύρων.
- Πίνακας 5: Τα ανόργανα συστατικά των αλεύρων σε δείγμα 5g και % περιεκτικότητα.
- Πίνακας 6: Η υγρή γλουτένη των αλεύρων σε δείγμα 10g και %.
- Πίνακας 7: Η ένδειξη FN των αλεύρων.
- Πίνακας 8: Η υγρή και η ξηρή γλουτένη των αλεύρων σε δείγμα 1g.
- Πίνακας 9: Οι περιεκτικότητα % των αλεύρων σε πρωτεΐνες.
- Πίνακας 10: Μέσοι όροι ποιοτικών χαρακτηριστικών ποικιλιών μαλακού σίτου, εσοδεία 2010.

## 1. Εισαγωγή

Τελευταία, όλο και περισσότεροι φούρνοι παράγουν ψωμί, παξιμάδια, κουλούρια, ακόμα και ζυμαρικά από αλεύρι ζέας που πολλοί υποστηρίζουν ότι πρόκειται για ένα από τα αρχαιότερα δημητριακά γνωστά στον άνθρωπο. Αναφέρεται και ως Ζειά και ορισμένες φορές το ταυτίζουν με το γερμανικό Dinkel ή την σίκαλη, ακόμα και με το καλαμπόκι, αφού η λέξη ζέα (Zea mais) είναι η επιστημονική ονομασία του αραβοσίτου. ([www.iefimerida.gr](http://www.iefimerida.gr))

Λόγω της ευρείας διάδοσής του αλλά και λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων που ορισμένοι υποστηρίζουν ότι έχει, κρίναμε κατάλληλο να ασχοληθούμε με την ανάλυση του συγκεκριμένου σιταριού. Κατά καιρούς έχουν αποδοθεί στην κατανάλωσή του ιδιότητες σχετικές με την μείωση της χοληστερίνης, την πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων, του καρκίνου και του διαβήτη, την απώλεια βάρους, την ομαλή εμμηνόπαυση, την καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος κλπ. Δεν έχουν, όμως, καμία επιστημονική τεκμηρίωση. Επίσης αναφέρεται ότι η ζέα συμβάλλει στην καταπολέμηση χρόνιων φλεγμονών καθώς και ότι συμβάλλει στην προστασία από μετάσταση διαφόρων μορφών καρκίνου, και πάλι χωρίς να υπάρχει καμία επιστημονική τεκμηρίωση. Αναφέρεται επίσης ότι είναι ιδιαίτερα ευεργετική για την λειτουργία του εγκεφάλου.

([www.medlabgr.blogspot.com](http://www.medlabgr.blogspot.com))

Υπάρχει, ωστόσο, και μία υπόθεση που οι περισσότεροι δέχονται ως σωστή και αυτήν πρόκειται, κατά κύριο λόγο, να διερευνήσουμε. Έχει να κάνει με το αν και κατά πόσο άλευρα Ζέας και παρόμοιων καρπών του ίδιου γένους (*Triticum dicoccum*) έχουν γλουτένη. Έχει παρατηρηθεί ότι στα πλαίσια του marketing και της γνωριμίας του καταναλωτή με αυτό το παλιό, αλλά και νέο, ταυτόχρονα, τρόφιμο, η φράση «χωρίς γλουτένη» χρησιμοποιείται με άνευ προηγουμένου αυθαίρεσία. Είναι, όμως, έστω «χαμηλά σε γλουτένη»; Η ακριβής γνώση σε αυτόν τον τομέα είναι εξαιρετικά χρήσιμη για τα άτομα που πάσχουν από την ασθένεια κοιλιοκάκη, καθώς έστω και μικρή περιεκτικότητα γλουτένης σε τρόφιμο προς κατανάλωση, θα μπορούσε να έχει δυσάρεστες συνέπειες. Αντίθετα, άτομα με δυσανεξία στη γλουτένη μπορούν να ανεχθούν μικρή



ποσότητά της, χωρίς ιδιαίτερες παρενέργειες. Συνεπώς, μένει να διευκρινίσουμε αν κάποια από τις δύο ομάδες μπορεί να ωφεληθεί από την κυκλοφορία προϊόντων του συγκεκριμένου αλεύρου.

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Σιτάρι- Τα μέρη του καρπού και τα είδη του σιταριού

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι αυτοί που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του σιταριού, όπως είναι η υγρασία, το πρωτεϊνικό του περιεχόμενο και κατά συνέπεια, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αλεύρου που θα παραχθεί, γεγονός που μας ενδιαφέρει άμεσα γιατί έτσι εξασφαλίζονται οι αρτοποιητικές ικανότητες και διασφαλίζονται τα παραγόμενα προϊόντα μας. Οι σπόροι του σιταριού αποτελούνται από τρία κυρίως μέρη: ☐ Το εξωτερικό πίτυρο, το οποίο καλύπτει το 13-15% του κόκκου. ☐ Το εσωτερικό ενδοσπέρμιο, το οποίο καλύπτει το 82-83% και αποτελεί το κυρίως τμήμα του κόκκου και μας προσφέρει το αλεύρι. ☐ Το φύτρο από το οποίο θα προέλθει το νέο φυτό και καλύπτει το 1-3% του κόκκου. Βέβαια, υπάρχει και το γένη του σιταριού περιμετρικά (Κριτσαντώνης, 2006) .

Το σιτάρι είναι το σπουδαιότερο από τα σιτηρά λόγω της ποικιλίας και της σπουδαιότητας των προϊόντων που παράγονται από αυτά (π.χ. ψωμί, είδη ζαχαροπλαστικής). Από το σιτάρι είναι γνωστά 15 είδη από τα οποία μόνο τρία έχουν εμπορική σημασία: α) το μαλακό σιτάρι από τις ποικιλίες του οποίου λαμβάνεται το κοινό άσπρο αλεύρι αρτοποιίας. Έχει μαλακή δομή και σε τομή του κόκκου το ενδοσπέρμιο είναι συνήθως αλευρώδες. Ανάλογα με την ποικιλία το χρώμα του ακέραιου κόκκου μπορεί να έχει απόχρωση προς το άσπρο ή προς το κόκκινο β) το σκληρό σιτάρι. Από τις ποικιλίες του λαμβάνονται σιμιγδάλια για την παρασκευή ζυμαρικών. Οι κόκκοι του είναι πολύ σκληροί και η τομή του ενδοσπερμίου του είναι υαλώδης. Χρησιμοποιούνται οι ποικιλίες των οποίων η απόχρωση των κόκκων είναι προς το άσπρο. Οι ποικιλίες με κόκκινη απόχρωση προορίζονται συνήθως για ζωοτροφές. γ) το είδος *Triticum compactum*. Έχει μαλακή δομή και χαμηλότερο από τα άλλα πρωτεϊνικό περιεχόμενο. Το αλεύρι του χρησιμοποιείται για ορισμένα μόνο παρασκευάσματα για τα οποία απαιτείται πολύ χαμηλό ποσοστό πρωτεΐνης και αδύνατη γλουτένη. (Κεφαλάς, 2003)

Πίνακας 1: Διάκριση μαλακού και σκληρού σιταριού.

Χαρακτηριστικά	Σκληρό σιτάρι	Μαλακό σιτάρι
Άγανα	μεγάλου μήκους	όταν υπάρχουν, μικρού μήκους
Όψη στάχυ	στενότερη της πλευράς	μεγαλύτερη ή ίση της πλευράς
Πλευρά στάχυ	πλατύτερη της όψης	μικρότερη ή ίση της όψης
Καρπός	επιμήκης, σκληρός	ωοειδής, συνήθως μαλακός
Εσωτερικό καρπού (ενδοσπέρμιο)	υαλώδες	αλευρώδες

(Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, 2007)

Η σκληρή ή η μαλακή δομή του ενδοσπερμίου και το κατά πόσον αυτό είναι αλευρώδες ή υαλώδες εξαρτώνται από το πόσο σφιχτά είναι δομημένοι οι αμυλόκοκκοι μέσα στο εσωτερικό του κόκκου (Κεφαλάς, 2003).

## 2.2 Ιστορία του Ζέα

### 2.2.1 Γενικά

Μεγάλη αναστάτωση παρατηρείται τον τελευταίο καιρό σχετικά με την καλλιέργεια της «Ζέας» ή «Ζειάς». Πολλά έχουν γραφεί και αναρτηθεί ιδιαίτερα στο διαδίκτυο, ανώνυμα και επώνυμα. Σήμερα, η κυρίαρχη άποψη που κυκλοφορεί στο διαδίκτυο είναι ότι η Ζέα, το δημητριακό που καλλιεργούνταν στην αρχαία Ελλάδα, δεν είναι άλλο από το *Triticum dicoccum*, από το οποίο μάλιστα απουσιάζει η γλουτένη. Η σύγχυση πολλαπλασιάζεται όταν σε πολλές αναρτήσεις δίνονται ως συνώνυμα της Ζειάς, η βρίζα, η όλυρα, το emmer, το dinkel.

Οι απόψεις που παρουσιάζονται στο διαδίκτυο σχετικά με την περιεκτικότητα των σιτηρών σε γλουτένη προκαλούν μόνο σύγχυση, μια και τις περισσότερες φορές προκύπτουν μετά από ανόμοιες συγκρίσεις (διαφορετικής επεξεργασίας αλεύρια). Τα ελλιπή δεδομένα μπορούν πολύ εύκολα να οδηγήσουν σε λανθασμένα

συμπεράσματα. Φρόνιμο θα ήταν να τηρηθεί μια πιο επιφυλακτική στάση, ωστόσο οι αρμόδιοι επιστήμονες δημοσιεύσουν διαφωτιστικά αποτελέσματα.

Η αύξηση της ζήτησης για παραδοσιακά και φυσικά τρόφιμα που καταγράφεται τα πρόσφατα χρόνια, ανανέωσε το ενδιαφέρον για τη ζειά. Έτσι, την τελευταία δεκαετία παρουσιάζεται ομάδα σύγχρονων αγροτών που αναγνώρισε σαν ζειά το δίκοκκο σιτάρι (*Triticum dicocum*), ενώ μια δεύτερη το σιτάρι σπέλτα (*Triticum spelta*). Πιθανώς, ακολουθώντας την πορεία της αγοράς που δημιουργήθηκε στη γειτονική Ιταλία με το σιτάρι farro. Το farro είναι ένα συλλογικό όνομα για τρία ντυμένα σιτάρια, το farro piccolo (μονόκοκκο σιτάρι), το farro medio (δίκοκκο σιτάρι) και το farro grande (σπέλτα). (Padulosi et al., 1996)

Καθώς παρουσιάζεται αύξηση του εμπορικού ενδιαφέροντος για τα προϊόντα από farro, οι Ιταλοί παραγωγοί πέτυχαν την κατοχύρωση της ετικέτας Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ). Εύλογα βέβαια ανακύπτει το ερώτημα, για την απουσία του μονόκοκκου σιταριού από τις προτιμήσεις των Ελλήνων παραγωγών. Η ποικιλία του μονόκοκκου σιταριού «Καπλουτζάς» αποτελεί το μοναδικό ντόπιο γενετικό υλικό που έχει επιβιώσει στο χρόνο στον ελλαδικό χώρο. Τα τελευταία εκατό χρόνια η βελτιωτική προσπάθεια των σιταριών είχε στραφεί προς τη δημιουργία ποικιλιών μαλακού (*T. aestivum* L. Em. Thell) και σκληρού σιταριού (*T. turgidum* var. durum) με βελτιωμένη απόδοση, ποιότητα αλλά και προσαρμοστικότητα, σε συνδυασμό με αντοχή σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες. Αντίθετα, το διπλοειδές μονόκοκκο σιτάρι, το τετραπλοειδές δίκοκκο και το εξαπλοειδές *T. spelta* δεν ακολούθησαν ανάλογη βελτιωτική πορεία, μια και οι «ντυμένοι» σπόροι τους απαιτούν επιπλέον επεξεργασία για την απομάκρυνση των λεπύρων. Η επαναφορά τους στην καλλιέργεια ενεργοποιεί εκ νέου το ενδιαφέρον για την καταλληλότητά τους στην ανθρώπινη διατροφή και στρέφει την έρευνα προς νέους στόχους.

### 2.2.2 Ιστορικές Πηγές - Ετοιμολογία

Ανατρέχοντας σε παλαιότερα συγγράμματα φαίνεται να υπάρχει σύγχυση σχετικά με ποιο φυτό είναι η «Ζέα» ή «Ζειά». Ο κάθε συγγραφέας, μελετώντας με τη σειρά του κείμενα που μπορεί φτάνουν μέχρι και την αρχαιότητα, βγάζει τα δικά του συμπεράσματα.

Σχεδόν πάντα στα αρχαία κείμενα συναντάται στον πληθυντικό αριθμό. Ο Θεόφραστος και ο Διοσκουρίδης αναφέρουν δυο διαφορετικά σιτηρά, τη Ζειά και την όλυρα, τα οποία καλλιεργούνταν από τους αρχαίους Έλληνες. Ο Όμηρος στην Ιλιάδα, σε δύο σημεία αναμιγνύει την όλυρα με λευκό κριθάρι για τη διατροφή των αλόγων. Στην Οδύσσεια όμως, αντί της όλυρας χρησιμοποιεί τη Ζειά, η οποία καλλιεργούνταν στη Λακωνία για τον ίδιο ακριβώς σκοπό. Ο Ηρόδοτος διαβεβαιώνει για την ταυτοσημία της Ζειάς με την όλυρα, λέγοντας ότι οι Αιγύπτιοι παρασκεύαζαν άρτο από όλυρα, που μεταγενέστερα την ονόμαζαν Ζειά. Σύμφωνα με τον Ησύχιο, η Ζειά είναι είτε είδος σιταριού, είτε όλυρα, ενώ ο Γαληνός αναφέρει ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν κάποιο γυμνοκρίθαρο, το οποίο ήταν ανάμεσα σε Ζέα και σιτάρι. Ο Πλίνιος ενώ δίνει στην όλυρα τα ονόματα far, alica και zea, σε κάποιο άλλο σημείο τα διαφοροποιεί. Alica ονομάζει το σπόρο της όλυρας, ενώ alica fit e zea το αλεύρι της. Το 1833, ο Γρηγόριος Παλαιολόγος γράφει ότι ούτε η Ζειά, ούτε η όλυρα, υπάρχουν, ούτε σαν ονόματα, αλλά ούτε και σαν φυτά την εποχή εκείνη. Σύμφωνα με το συγγραφέα του πρώτου γεωπονικού πονήματος στη νεότερη Ελλάδα, η Ζειά είναι το *T. spelta*, το οποίο στη Γαλλία ονομάζεται *erautre* και ο κόκκος του είναι κολλημένος σε διπλή φλούδα, έχει μεγάλο και βαρύ κόκκο, ενώ το αλεύρι του είναι πολύ άσπρο και πολύ καλό για αρτοποιία. Τότε το φυτό αυτό καλλιεργούνταν στην Ευρώπη και ιδιαίτερα στη Γερμανία. Το 1957, ο Αλέξανδρος Λέτσας, στηριζόμενος στον Ηρόδοτο, ταυτίζει τη Ζειά με την όλυρα και γράφει ότι είναι ένα από τα τέσσερα γένη δημητριακών που καλλιεργούσαν οι αρχαίοι Έλληνες. Τα άλλα τρία ήταν ο πυρός (σιτάρι), η κριθή (κριθάρι) και ο κέγχρος (κεχρί). Πιθανολογεί ότι είναι το ασπροσίτι, ο φάρος (*far* στα λατινικά). Περιγράφει τον κόκκο της Ζέας ως επιμήκη, τριγωνικό, αιχμηρό, με ευθύ αυλάκι, που μοιάζει πολύ με τον κόκκο που εικονίζεται στα νομίσματα της Κύμης. Γράφει επίσης ότι, σύμφωνα με τον άγιο Ιερώνυμο (4ος μ.Χ. αι.), η Ζειά είναι το *T. spelta*, το οποίο στην Αίγυπτο και στην Ιταλία έδινε αλεύρι πολύ καλύτερο από τα σκληρά σιτάρια για

πολλά χρόνια και του οποίου η καλλιέργεια εγκαταλείφθηκε όταν δημιουργήθηκαν καλύτερα αμυλώδη σιτάρια.

Ο Παναγιώτης Γεννάδιος, στο φυτολογικό Λεξικό που πρωτοεκδόθηκε το 1914, διαχωρίζει τη Ζειά από την όλυρα και αναφέρει ότι οι άλλοι συγγραφείς ερμηνεύοντας τους αρχαιότερους οδηγούνται στο ότι η Ζειά ή Ζέα ταυτίζεται με το *T. spelta*, ενώ η όλυρα με το *T. monococcum* ή τη βρίζα, δηλαδή τη σίκαλη (*Secale cereale*). Ο ίδιος γράφει ότι το *T. spelta* δεν ευδοκίμει, ούτε καλλιεργείται σε περιοχές τόσο θερμές όσο η Αίγυπτος και η Αραβία. Ο Στράβωνας αναφέρει ότι με Ζειά τρέφονταν οι Ρωμαίοι στην πορεία τους από Λευκή Κώμη σε Νέγρانا. Στον άνυδρο αυτό τόπο, όπως γράφει ο Π. Γεννάδιος δε φυτρώνει άλλο σιτηρό εκτός του σόργου (*Sorghum*). Είδος σόργου γράφει ότι ήταν και η Ζειά που αναφέρει ο Στράβωνας ότι χρησιμοποιούσαν για αρτοποιία και καλλιεργούσαν επί διετία στα γόνιμα χωράφια της κεντρικής Ιταλίας. Ενισχύει την άποψή του αυτή με την ομοιότητα που παρατηρείται μεταξύ των σανσκριτικών και νεοινδικών ονομάτων των σόργων (*Juar, Joar και Jowari*) και του ελληνικού Ζειά.

Κάποιοι μελετητές υποστηρίζουν ότι η λέξη Ζειά προέρχεται από τα σανσκριτικά και καθορίζει τα πρώτα γνωστά δημητριακά. Σύμφωνα με το Γ. Μπαμπινιώτη (2002) συνδέεται ετυμολογικά με τις σανσκριτικές λέξεις *gana, ganai* που σημαίνουν σιτάρι. Από εδώ μάλλον προέρχεται και το όνομα της θεάς Δήμητρας (Δημήτηρ), αλλά και το συνώνυμό του Δηώ, όπως και το ομηρικό επίθετο «ζείδωρος».

Σαν συμπέρασμα όλων αυτών προκύπτει ότι η Ζέα ή Ζειά, φυτό που καλλιεργούνταν στην αρχαία Ελλάδα, δεν έχει καμία σχέση με το *T. dicoccum*, όπως πολλοί υποστηρίζουν. Πιθανόν με το όνομα Ζέα ή Ζειά, στην αρχαία Ελλάδα να καλούσαν την όλυρα ή το σόργο ή ίσως τα «ντυμένα» σιτάρια.

Φυσικά, η Ζέα δεν έχει καμία σχέση με το καλαμπόκι, το οποίο ήρθε στην Ελλάδα το 1600. Το μόνο κοινό μεταξύ τους είναι ή λέξη Ζέα μια και το επιστημονικό όνομα του καλαμποκιού είναι *Zea mays* L. Αυτό όμως είναι αρκετό, ώστε σύμφωνα με τους κανονισμούς ονοματοδοσίας ποικιλιών σιτηρών να μην μπορεί να δοθεί το όνομα Ζέα σε ποικιλία οποιουδήποτε σιτηρού. Σχετικά με την καλλιέργεια του δίκοκκου σιταριού στην Ελλάδα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό απουσίαζε από τα ελληνικά εδάφη τουλάχιστον για τα τελευταία εκατό χρόνια όπως προκύπτει από τους

μελετητές των σιτηρών.

Ο Μ. Δαμανάκης (1983) στον «Κατάλογο των Αγρωστωδών της Ελλάδας» δεν το αναφέρει, παρόλο που στο γένος *Triticum* περιλαμβάνει 17 είδη. Ο Ι. Παπαδάκης (1929), ιδρυτής του σημερινού Ινστιτούτου Σιτηρών, ενώ περιγράφει όλα τα καλλιεργούμενα κατά την εποχή είδη σιταριού και τις ποικιλίες τους, δεν αναφέρει πουθενά την ποικιλία «Ζέα» ή κάποια ποικιλία ή και είδος σιταριού με παρόμοιο όνομα. Σημειώνει δε ο συγγραφέας, ότι δε συνάντησε ούτε ένα φυτό του *T. dicoccum* στην Ελλάδα. Το ίδιο βέβαια ισχύει και για το *T. spelta*, το οποίο σύμφωνα με τον Ι. Παπαδάκη (1929) και το Μ. Δαμανάκη (1983) απουσιάζει από τους ελληνικούς αγρούς. Ο Α. Η. R. Buller (1919) γράφει ότι στις αρχές του 20ου αιώνα η καλλιέργεια των «ντυμένων σιταριών» μειώνεται συνέχεια και συνεχίζεται μόνο στα Πυρηναία όρη στην Ισπανία, στη Βαυαρία, στη Σερβία και στην Περσία γιυί καρπό και στη Ρωσία και ΗΠΑ σαν σανοδοτικά φυτά.

(Κορπέτης, 2013)

### **2.3 Δομή *Triticum***

Σύμφωνα με τη βοτανική κατάταξη των ειδών του γένους *Triticum*, στα διπλοειδή σιτάρια ανήκει το *T. monococcum* (*einkorn*, *engrain*, μονόκοκκο σιτάρι με μοναδικό εκπρόσωπο στην Ελλάδα τον «Καπλουτζά»), στα τετραπλοειδή ανήκει το *T. dicoccum* (*emmer*, *farro*, *amidonnier*, δίκκοκο σιτάρι, χωρίς παρουσία στην Ελλάδα) και στα εξαπλοειδή το *T. spelta* (*spelt*, *spelz*, *dinkel*, *epautre*, χωρίς παρουσία στην Ελλάδα). Από τα δύο καλλιεργούμενα και ευρέως διαδεδομένα σιτάρια, το μαλακό σιτάρι [*T. aestivum* L. Em. Thell) είναι εξαπλοειδές και το σκληρό σιτάρι (*T. turgidum* var. *durum*) τετραπλοειδές.

Το μονόκοκκο σιτάρι έχει λέπυρα κίτρινα προς ελαφρό κόκκινο και λαμπερό. Η ράχη του σπάει κατά τον αλωνισμό, όπως και του δικόκκου. Μόνο ένα άνθος είναι συνήθως γόνιμο ανά σταχύδιο. Ο στάχυς έχει άγανα και το μήκος του είναι περί τα 5 εκατοστά. Έχει μεγάλη αντοχή στο ψύχος και τις σκωριάσεις (Παπαδάκης, 1929).

Το δίκκοκο σιτάρι έχει αγανοφόρους στάχεις, με δύο ως τέσσερα άνθη ανά σταχύδιο, παράγει όμως μόνο δύο κόκκους. Στον αλωνισμό οι σπόροι συγκροτούν τα λέπυρα και μέρος της ράχης. Επομένως, κι αυτό είναι «ντυμένο», όπως και το προηγούμενο. (Χρησιτίδης, 1963)



Εικόνα 1: Σιτάρι γένους *Triticum* αποφλοιωμένο.

Στο τρίτο «ντυμένο» είδος, το *T. spelta*, το κομμάτι της ράχης μένει στο πάνω μέρος του κόκκου και ανήκει στο προηγούμενο σταχύδιο, ενώ στα δύο πρώτα η ράχη βρίσκεται στο κάτω μέρος. Τα στάχια μπορεί να έχουν ή να μην έχουν άγανα. Τα σταχύδια είναι αραιά και κυρτωμένα προς την εσωτερική τους πλευρά. Σχηματίζουν τρία με τέσσερα άνθη και δυο συνήθως κόκκους (ή και τρεις). Είναι ανθεκτικό στο ψύχος, στο δαυλίτη, τον άνθρακα και τις σκωριάσεις. (Χρηστίδης, 1963)

Ο Gaston Bonnier (1911) στο «*Flore complète illustrée de France, Suisse et Belgique*», ως συνώνυμο του *T. spelta* δίνει το *Triticum zeae* Host.



Εικόνα 2: Σιτάρι γένους *Triticum* αναποφλοϊώτο.



## 2.4 Γλουτένη

Η γλουτένη στην οποία οφείλεται στο «φούσκωμα» του ζυμαριού του ψωμιού, είναι ενυδατωμένη πρωτεΐνη (αδιάλυτη στο νερό) και αποτελείται κυρίως από δυο πρωτεϊνικά κλάσματα, τη γλοιαδίνη (διαλυτή σε αλκοόλη) και τη γλουτενίνη (αδιάλυτη σε αλκοόλη και διαλυτή σε οξέα και αλκάλια). Έχει την ικανότητα να σχηματίζει κυψελωτό πλέγμα κατά τη διάρκεια της αρτοποιήσης και να συγκρατεί τα αέρια που παράγονται με την αλκοολική ζύμωση των σακχάρων. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από τις μηχανικές ιδιότητες της γλουτένης (ελαστικότητα και αντοχή στην έκταση). Η ποσότητα και η ποιότητα της γλουτένης προσδιορίζονται με το Glutomatic System.

Το σιτάρι έχει στενή σχέση με κάποια άλλα δημητριακά, ιδιαίτερα τη σίκαλη, τη βρώμη και το κριθάρι, και συνεπώς και αυτοί οι σπόροι περιέχουν γλουτένη. (Κάζης,2007)

Ουσιαστικά, γλουτένη είναι η υγρή, κολλώδης και ελαστική μάζα που μένει στα χέρια (ή σε κατάλληλη συσκευή), μετά από το ξέπλυμα και τη συνεχή μάλαξη ζυμαριού (αλεύρι και νερό) κάτω από το τρεχούμενο νερό της βρύσης. Επομένως, γλουτένη είναι μόνο τα αδιάλυτα στο νερό, φυτικά λευκώματα του αλεύρου και έχουν την ιδιότητα να πήζουν. (Σαραντόπουλος, 1962)

Κατά την έκπλυση φεύγει το άμυλο, το πίτυρο και ένα μέρος (υδατοδιαλυτό) της ολικής πρωτεΐνης. Το 80% της πρωτεΐνης συμμετέχει στο σχηματισμό της γλουτένης. Κατά την προσθήκη νερού η γλοιαδίνη γίνεται κολλώδης, ενώ η γλουτενίνη συνεκτική. Η γλουτένη έχει την ιδιότητα να προσροφά νερό και να διογκώνεται. Η ικανότητα του ζυμαριού να συγκρατεί διοξείδιο του άνθρακα εξαρτάται από την ποιότητα της γλουτένης που καθορίζεται γενετικά. (Γεωργόπουλος, 2008)

Τα άλευρα, ανάλογα με την αρτοποιητική τους ικανότητα που έχει σχέση με την ποιότητα και ποσότητα της γλουτένης, διακρίνονται σε: ☒ Δυνατά άλευρα, που έχουν καλή αρτοποιητική ικανότητα και χρησιμοποιούνται για αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά. ☒ Αδύνατα άλευρα, που δεν έχουν καλή αρτοποιητική ικανότητα και χρησιμοποιούνται για βουτήματα, μπισκότα, κέικ. Τα δυνατά άλευρα έχουν ισχυρή γλουτένη, μεγάλη ποσότητα γλουτένης, μεγάλη απορρόφηση του

νερού και δίνουν πολύ πιο αφράτο προϊόν από τα αδύνατα αλεύρα.

(Γεωργόπουλος, 2008)

Σε ορισμένα αρτοποιήματα χρειάζεται η προσθήκη επιπλέον γλουτένης. Η ποιότητα της προστιθέμενης γλουτένης εξαρτάται από : ☐ Την ποιότητα των σιταριών από τα οποία προέρχεται. ☐ Τις καιρικές συνθήκες της καλλιέργειας των σιταριών. ☐ Τις συνθήκες επεξεργασίας των αλεύρων ώστε να γίνεται σωστός διαχωρισμός του αμύλου από τη γλουτένη. Την παρουσία ή μη πιτύρου στην παραγόμενη γλουτένη. (Γεωργόπουλος, 2008)

Οι πρωτεΐνες γλουτένης δημιουργούν ισχυρά συνεκτική και βισκοελαστική «πάστα» (ζύμη) κατά την ανάμειξη και μηχανική ζύμωση, παρουσία νερού και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στην ουσία αποτελεί ένα δίκτυο που «συγκρατεί» τα υπόλοιπα στοιχεία του αλεύρου. (Κάζης, 2007)

Η γλουτένη (glut) και η γλοιαδίνη (gli), εμφανίζουν μικρή διαλυτότητα σε ουδέτερο pH, λόγω του υψηλού τους μοριακού βάρους και του μικρού αριθμού πολικών αμινοξέων. Επίσης το μεγάλο ποσοστό της γλουταμίνης (33%), και των αμινοξέων με -OH (Ser, Thr, Tyr) στην γλουτένη, της δίνει τη δυνατότητα σχηματισμού μεγάλου αριθμού δεσμών -OH που σταθεροποιούν τη δομή της, όπως και ο μεγάλος αριθμός μη πολικών, υδρόφοβων αμινοξέων σε αυτή, συντελεί σε τάση για πρωτεϊνικούς (Π-Π) δεσμούς και δεσμούς με λιπαρά, που και αυτοί σταθεροποιούν τη δομή της. Τέλος η δομή της γλουτένης σταθεροποιείται από την ιδιαίτερα μεγάλη ικανότητα σχηματισμού δισουλφιδικών δεσμών (δεσμοί μεταξύ ατόμων θείου S-S) Για να έχουμε βέλτιστη αρτοποιητική ικανότητα πρέπει να έχει το άλευρο τη σωστή αναλογία γλοιαδίνης-γλουτένης. ( Ταούκη & Ωραιοπούλου, 2006)

$$Glut / Gli \approx \frac{\text{ελαστικότητα, συνοχή}}{\text{εκτατικότητα, ρευστότητα}}$$

Για τους περισσότερους ανθρώπους η γλουτένη είναι μια κανονική πρωτεΐνη η οποία αφομοιώνεται εύκολα από το γαστρεντερικό σωλήνα, παρόλα αυτά ένα μικρό μέρος του πληθυσμού δεν μπορεί να αφομοιώσει τη γλουτένη. Αυτοί οι άνθρωποι έχουν δυσανεξία στη γλουτένη, η οποία συνήθως αναφέρεται ως ασθένεια κοιλιοκάκη. Η γλουτένη είναι ένα μίγμα από μια σειρά πρωτεϊνών που κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες, τις προλαμίνες και τις γλουτελίνες. Η κύρια πρωτεΐνη στην κατηγορία των προλαμινών, η γλοιαδίνη φαίνεται να δημιουργεί το

μεγαλύτερο πρόβλημα στη δυσανεξία στη γλουτένη. Αντισώματα γλοιαδίνης βρίσκονται συχνά στα ανοσοποιητικά συμπλέγματα που σχετίζονται με την ασθένεια κοιλιοκάκη (celiac disease). (Κάζης, 2007)

## **2.5 Κοιλιοκάκη**

### **2.5.1 Γενικά**

Η κοιλιοκάκη είναι μια γενετική αυτοάνοση εντεροπάθεια που προκαλείται από μια μόνιμη ευαισθησία στην γλουτένη. Σε άτομα με τέτοια ευαισθησία η πρόσληψη τροφίμων σίκαλης, κριθαριού, βρώμης και σιταριού, στα οποία συναντάμε γλουτένη, οδηγεί σε φλεγμονώδη βλάβη στο βλεννογόνο του λεπτού εντέρου. Ο κατεστραμμένος βλεννογόνος ή «επίπεδος» αδυνατεί να απορροφήσει κ άλλα θρεπτικά συστατικά. (Shoenlechner et al., 2009)

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για τη συχνότητα εμφάνισης της κοιλιοκάκης, λόγω έλλειψης επίσημης στατιστικής πληροφόρησης και της δυσκολίας διάγνωσής της. Πιθανολογείται ότι παρατηρείται σε 1/2.000-3.000 κατοίκους. Σε άλλες χώρες το ποσοστό κυμαίνεται από 1/150-300 στην Ιρλανδία και τις ΗΠΑ, έως 1/10.000-20.000 σε χώρες της Ασίας. ([www.celiac.gr](http://www.celiac.gr))

Μερικές φορές, μια ιογενής λοίμωξη μπορεί να είναι ο εκλυτικός παράγοντας. Η εντερική βλάβη μπορεί να αναπτυχθεί μέσα σε μερικούς μήνες μετά την έκθεση στη γλουτένη ή να αναβληθεί για μερικά έτη.

Στα παιδιά με κοιλιοκάκη είναι μειωμένος ο αριθμός των ερυθρών αιμοσφαιρίων, ως αποτέλεσμα της έλλειψης σιδήρου και βιταμινών. Πέρα από την αναιμία διαπιστώνεται, επίσης, οστεοπενία κάνοντας ακτινογραφία των οστών. Συνεπώς, η ανάπτυξη των οστών επιβραδύνεται, το ύψος είναι μικρότερο από το φυσιολογικό και η αδαμαντίνη των δοντιών εξασθενεί. Η στασιμότητα της ανάπτυξης μπορεί να είναι το μοναδικό σύμπτωμα της κοιλιοκάκης. Αν και συνήθως τα παιδιά με κοιλιοκάκη δεν έχουν προφανή κοιλιακό πόνο, γίνονται απαθή και οξύθυμα. Παρατηρείται η εξής κλινική εικόνα: απώλεια βάρους (λόγω διάρροιας), σωματικού λίπους και μυϊκού ιστού, διογκωμένη κοιλιά, πολύ αδύνατα άκρα, επίπεδοι γλουτοί. (Καραγκιόζογλου, 2009)

Η κοιλιοκάκη εκδηλώνεται και στην ενήλικη ζωή. Τα ευρήματα που οδηγούν στη διάγνωση είναι παρόμοια με αυτά της παιδικής ηλικίας, αλλά πολύ συχνά άτυπα

ευρήματα, όπως: σιδηροπενία, οστεοπόρωση, άνοδος των τρανσαμινασών στο αίμα, ακόμα και ψυχιατρική συμπτωματολογία, είναι δυνατόν να καταλήξουν σε διάγνωση κοιλιοκάκης. Μία κλινική ένδειξη για τους ενήλικους είναι η «ερπητοειδής δερματίτιδα», μια φλεγμονή του δέρματος που προκαλεί φαγούρα και εξανθήματα στους αγκώνες, τα γόνατα και τους γλουτούς. Η διάγνωση της νόσου βασίζεται στη βιοψία του λεπτού εντέρου όπου διαπιστώνεται η ατροφία των λαχνών. Η καθολική απομάκρυνση της γλουτένης από το διαιτολόγιο οδηγεί σε εξαφάνιση των συμπτωμάτων της νόσου. (Καραγκιόζογλου, 2009)

### **2.5.2 Η Ελληνική Εταιρεία για την Κοιλιοκάκη**

Στην Ελλάδα, ιδρύθηκε το 1987 η Ελληνική Εταιρεία για την Κοιλιοκάκη, ο πανελλήνιος σύλλογος πασχόντων από Κοιλιοκάκη. Σκοπός τους ήταν η επίλυση ζωτικών θεμάτων που αφορούσαν τους πάσχοντες από Κοιλιοκάκη, με κυρίαρχο στόχο να έρθουν στην ελληνική αγορά ένα αλεύρι ελεύθερο γλουτένης και ένα κοφτό μακαρόνι, αφού μέχρι εκείνη τη στιγμή δεν υπήρχε κανένα προϊόν που να εξυπηρετεί τις ανάγκες των πασχόντων. Σήμερα πλέον έχουμε τη ευχέρεια να επιλέξουμε από μια μεγάλη γκάμα προϊόντων ελεύθερων γλουτένης, η οποία συνεχώς εμπλουτίζεται.

Ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα του συλλόγου ήταν η ψήφιση του νομοσχεδίου για την κάλυψη των δαπανών για την αγορά των ειδικών σκευασμάτων ελεύθερων γλουτένης, μέσω των ασφαλιστικών ταμείων.

Σημερινός σκοπός του συλλόγου είναι η ενημέρωση των πασχόντων από Κοιλιοκάκη για ζητήματα που αφορούν στη δίαιτα ελεύθερη γλουτένης, στις παροχές των ασφαλιστικών φορέων, ενώ παραμένει έντονος ο συμβουλευτικός χαρακτήρας προς τα μέλη προκειμένου να διασφαλιστεί η καθημερινότητά τους από τυχόν προβλήματα που σχετίζονται με τη δίαιτα.

Ανάμεσα στις σημερινές δραστηριότητες του Συλλόγου παραμένει η ανανέωση του καταλόγου των προϊόντων που κυκλοφορούν στο εμπόριο και έχει ελεγχθεί η περιεκτικότητα τους σε γλουτένη, η ταχυδρομική αποστολή οποιασδήποτε νέας ενημέρωσης σε όλα τα μέλη, καθώς και η δυνατότητα τηλεφωνικής και ηλεκτρονικής επικοινωνίας για οποιαδήποτε πληροφορία, διευκρίνιση ή άλλη ανάγκη που προκύπτει στα μέλη μας. ([www.coeliac.gr](http://www.coeliac.gr))

## **2.6 Διατροφικά Χαρακτηριστικά Αλεύρων**

Το αλεύρι από πλευρά σύστασης ,αποτελείται από υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπαρές ύλες, ανόργανα συστατικά, βιταμίνες, υγρασία και ενζυμα.

**2.6.1 Υδατάνθρακες:** Το μεγαλύτερο ποσοστό ανάμεσα στους υδατάνθρακες καταλαμβάνει το άμυλο (περίπου 70%), καθώς επίσης και διάφορα διαλυτά σάκχαρα, κυτταρίνη και πεντοζάνες. Σε γενικές γραμμές δεν παίζουν σημαντικό ρολό στην ποιότητα του αλεύρου, επηρεάζουν όμως το σχηματισμό κόρας του ψωμιού, τη διόγκωση, την απορρόφηση- δέσμευση νερού και το μπαγιάτεμα του ψωμιού λόγω της αναδιάταξης του αμύλου. (Pomeranz, 1988)

Το σπασμένο άμυλο δημιουργείται κατά τη διάρκεια της άλεσης. Τα πιο καταστραμμένα επίπεδα αμύλου αυξάνουν την απορρόφηση και το ποσοστό ζύμωσης της ζύμης. Το ποσοστό του σπασμένου αμύλου στο αλεύρι εκφράζεται σε γραμμάρια αμύλου ευαίσθητα στην υδρόλυση από την α - αμυλάση ανά 100 γραμμάρια αλεύρου σε μια βάση υγρασίας 14 %. Τα χαρακτηριστικά καταστραμμένα επίπεδα αμύλου στα άλευρα ψωμιού κυμαίνονται από 5 έως 10 % . (Pomeranz, 1988)

**2.6.2 Πρωτεΐνες:** Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο είναι αυτό που επηρεάζει όσο τίποτε άλλο τις αρτοποιητικές ικανότητες του αλεύρου. Οι πρωτεΐνες αποτελούνται κυρίως από τη γλουτένη, η οποία καθορίζει τις ικανότητες του κάθε αλεύρου. Η γλουτένη είναι αδιάλυτη στο νερό, έχει όμως την ικανότητα να απορροφά νερό τουλάχιστον στο διπλάσιο του βάρους της και να διογκώνεται δημιουργώντας έτσι το πλέγμα ,τον ιστό των ζυμαριών, συνδέοντας τα συστατικά του ζυμαριού μεταξύ τους και εγκλωβίζοντας τα παραγόμενα αέρια. Η ποσότητα και η ποιότητα της γλουτένης είναι αυτή που χαρακτηρίζει ένα άλευρο ως "δυνατό" ή "αδύνατο" . (Pomeranz, 1988)

Η πρωτεϊνική ποσότητα υπολογίζεται από την περιεκτικότητα σε άζωτο που καθορίζεται με τη μέθοδο kjeldahl ή την μέθοδο φασματοσκοπίας Near Infrared Reflectance (NIR). Επηρεάζεται πρώτιστα από τις συνθήκες ανάπτυξης σίτου. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του αλεύρου είναι περίπου 1 % λιγότερο από το σίτο

από τον οποίο αλέστηκε και περίπου 1% χαμηλότερη για τα άλευρα διαλογής απ' ό,τι για τα άλευρα μετά την διαλογή. Τα χαρακτηριστικά πρωτεϊνικά επίπεδα αλεύρου για προϊόντα ψωμιού κυμαίνεται από 11% έως 15%. (Pomeranz, 1988)

Η πρωτεϊνική ποιότητα μετριέται έμμεσα σε μια συσκευή δοκιμής ζύμης που ονομάζεται φαρινογράφος. Επηρεάζεται πρώτιστα από την ποικιλία σίτου, η οποία καθορίζει τα χαρακτηριστικά της γλουτενίνης και γλοιαδίνης, μερών της γλουτένης, τα οποία αποτελούν περίπου 85 % της πρωτεΐνης του αλεύρου. Το συστατικό του αλευρού που συμβάλει περισσότερο στην συνεκτικότητα της ζύμης είναι οι πρωτεΐνες και μάλιστα η γλουτένη. Τα δυο βασικά είδη των πρωτεϊνών του αλεύρου είναι η μη-γλουτένη (15%, δεν σχηματίζει ζυμάρι) και η γλουτένη (85%, σχηματίζει ζυμάρι). Αλβουμίνες (60%), σφαιρίνες (40%) και αμινοξέα απαρτίζουν τη μη-γλουτένη, ενώ γλοιαδίνες (χαμηλού μοριακού βάρους, 25.000-100.000) και γλουτενίνες (υψηλού μοριακού βάρους, >100.000) συναποτελούν την γλουτένη. (Pomeranz, 1988)

Η απορρόφηση μετριέται από τον φαρινογράφο ως ένδειξη της ικανότητας του αλεύρου να κρατήσει το νερό διατηρώντας την συνεκτικότητα. Τα υψηλά πρωτεϊνικά και καταστραμμένα επίπεδα αμύλου δίνουν την υψηλή απορρόφηση, η οποία είναι καλή για την εκτέλεση ψησίματος επειδή αυξάνει την παραγωγή ολοκληρωμένων προϊόντων και βελτιώνει τη ζωή του προϊόντος στο ράφι. Χαρακτηριστικά επίπεδα απορρόφησης για τα άλευρα ψωμιού είναι 58 έως 66%. (Hoseney, 1986)

**2.6.3 Λιπίδια(λιπαρές ύλες):** Τα σκουρόχρωμα άλευρα περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα λιπαρών σε σχέση με τα λευκά άλευρα. Λόγω της διακύμανσης της περιεκτικότητας σε λιπαρά, δεν έχουμε ιδιαίτερη επίδραση στις αρτοποιητικές ικανότητες του. Είναι όμως γεγονός ότι επιδρούν θετικά ως προς την ελαστικότητα της γλουτένης. (Matz, 1989)

**2.6.4 Ανόργανα συστατικά:** Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε ανόργανα συστατικά διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία του σταριού, την κάθε σοδειά και τον τρόπο αποθήκευσης. Έχουν θετική επίδραση πάνω στην γλουτένη ιδιαίτερα κατά το ψήσιμο. ( Matz, 1989)

**2.6.5 Τέφρα:** είναι η ανόργανη ουσία που παραμένει αφότου έχει αποτεφρωθεί η οργανική ουσία. Το πίτυρο σίτου περιέχει περισσότερη ανόργανη ουσία από το ενδοσπέρμιο, έτσι η περιεκτικότητα σε τέφρα συσχετίζεται κατά προσέγγιση με τον τύπο αλεύρου. Τα χαρακτηριστικά επίπεδα τέφρας είναι 0,4 έως 0,45 % για τα άλευρα πολυτελείας (διαλογής), 0,45 έως 0,5 % για τα άλευρα άνευ διαλογής, και περίπου 0,6 % για τα άλευρα μετά την διαλογή (Matz, 1989).

**2.6.6 Βιταμίνες:** Το σιτάρι είναι πλούσιο σε βιταμίνη E και B (B1, B2, B6). Περιέχει ικανοποιητικό αριθμό βιταμινών κυρίως στο φύτρο και το πίτυρο του καρπού, γιατί όσο πιο λευκό είναι ένα αλεύρι τόσο πιο φτωχό είναι σε βιταμίνες. (Macrae et al. 1993)

**2.6.7 Υγρασία (νερό):** Η περιεχομένη υγρασία του σιταριού και κατά συνέπεια του αλεύρου, προκειμένου να μην προκαλέσει προβλήματα δε θα πρέπει να ξεπερνά το 15%. Με μεγαλύτερη υγρασία έχουμε ανάπτυξη μυκήτων, δυσάρεστων οσμών, προσέλκυση εντομών, ταχεία αποσύνθεση της γλουτένης και μικρότερη απορρόφηση νερού από το ζυμάρι. (Pomeranz, 1988)

**2.6.8 Ένζυμα:** Τα ένζυμα βοηθούν στη διεξαγωγή αντιδράσεων. Τα κυριότερα ένζυμα που περιέχονται είναι τα αμυλολυτικά (αμυλάσες), τα πρωτεολυτικά (πρωτεάσες) και τα λιπολυτικά (λιπάσες). (Κεφαλάς, 2003)

Η ενζυμική δραστηριότητα αμυλάσης μετριέται από τις δοκιμές ιξώδους όπως είναι ο αμυλογράφος του Brabender. Επηρεάζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης του σίτου όπως επίσης και από το κοσκίνισμα του σίτου στο μύλο και είναι σημαντική σε απλές ζύμες γρήγορης ζύμωσης, όπου επηρεάζει την ποσότητα της ζύμωσης που προκαλεί η μαγιά. Οι χαρακτηριστικές αμυλογραφικές τιμές για το κοσκινισμένο αλεύρι ψωμιού είναι 450 έως 550 μονάδες (BU). (D'Arrolonia, 1996)

## **2.7 Διατροφικά Χαρακτηριστικά Δίκοκκου**

Οι αναφορές που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, καταγράφουν ότι ενώ δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στη χημική σύσταση μεταξύ των σύγχρονων γυμνόσπερμων σιταριών (μαλακό και σκληρό σιτάρι) και των τριών ντυμένων (μονόκοκκο σιτάρι, δίκοκκο σιτάρι και σιτάρι σπέλτα), η δεύτερη ομάδα

παρουσιάζει χαμηλότερες αποδόσεις της πρώτης.

Αδιαμφισβήτητο παραμένει το γεγονός ότι, τα γυμνόσπερμα σιτάρια έχουν περάσει από διάφορα στάδια βελτίωσης, κάτι που δεν έχει γίνει με τα ντυμένα σιτάρια. Αν η έρευνα στραφεί στη σταθεροποίηση της απόδοσής τους και στην απομάκρυνση των ισχυρά προσκολλημένων λεπύρων στους σπόρους των ντυμένων σιταριών θα πραγματοποιηθεί ένα βήμα το οποίο θα διευκολύνει την επεξεργασία του τελικού προϊόντος. Η επίτευξη των προηγούμενων στόχων θα κάνει εφικτή τη χρήση κάποιων ίσως ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που βρίσκονται σ' αυτά, όπως για παράδειγμα ασυνήθιστα χρώματα στις εξωτερικές στιβάδες των σπόρων. Μπορούν επίσης να προωθηθούν για πιο συγκεκριμένες εφαρμογές. Έτσι, το μονόκοκκο σιτάρι με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και κίτρινες χρωστικές ενδοσπερμίου που δίνει κολλώδη ζυμάρια με αδύνατη γλουτένη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κέικ και άλλα είδη ζαχαροπλαστικής. Το δίκοκκο σιτάρι και το σπέλτα με μέτρια αρτοποιητική ικανότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ψωμιών με χαμηλό όγκο, καθώς επίσης και στην παρασκευή ζυμαρικών. Το σπέλτα μπορεί να είναι κατώτερο όσο αφορά στη δύναμη της γλουτένης του, αποδίδει όμως ένα μοναδικό άρωμα και μια χαρακτηριστική υφή, έτσι ώστε να μπορεί να καταναλωθεί ως δημητριακό για πρωινό.

Τα τρία «ντυμένα» σιτάρια (μονόκοκκο σιτάρι, δίκοκκο σιτάρι, σιτάρι σπέλτα) δεν υπερέχουν από τα σύγχρονα ως προς τη χημική σύστασή τους, ενώ υστερούν σε αποδόσεις, με αποτέλεσμα να ενδείκνυται κυρίως η χρήση τους ως εναλλακτικές παρά ως πλούσιες πηγές θρεπτικών συστατικών. Για να είναι σε θέση να συναγωνιστούν τα σύγχρονα σιτάρια, απαιτείται περαιτέρω βελτίωσή τους μέσα από προγράμματα βελτίωσης των φυτών. ([www.cerealinstitute.gr](http://www.cerealinstitute.gr))



### **3. Σκοπός της εργασίας**

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να γίνει αξιολόγηση τόσο της διατροφικής αξίας των αλεύρων ζέας, όσο και της καταλληλότητάς τους για άτομα που ανήκουν σε ειδικές διατροφικές ομάδες.

## 4. Υλικά και Μέθοδοι

### 4.1.1 Υλικά - Άλευρα

Στο πειραματικό μέρος που ακολουθεί χρησιμοποιήθηκε αλεύρι προερχόμενο από περιοχές της Ελλάδας, και πιο συγκεκριμένα, από το Δίλοφο Φαρσάλων, την Κατερίνη και την Κοζάνη, για τα επτά από τα δείγματα και ένα από την Γερμανία. Τα δείγματα 7, 8 παραλήφθηκαν σε μορφή αναποφλοιώτου σπόρου, οπότε και έγινε αποφλοιώσή τους με το χέρι και άλεση σε μύλο.

Πίνακας 2: Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν.

1 <sup>ο</sup> δείγμα	dinkel - λευκό
2 <sup>ο</sup> δείγμα	«Όλα ΒΙΟ» ντίνκελ, λευκό 1050 για ζαχαροπλαστική-αρτοποιήματα- γλυκά
3 <sup>ο</sup> δείγμα	«Όλα ΒΙΟ» ολικής άλεσης για ψωμί-πίτες
4 <sup>ο</sup> δείγμα	«Αντωνόπουλου» αλεύρι ζέας ολικής άλεσης βιολογικό
5 <sup>ο</sup> δείγμα	«Αντωνόπουλου» αλεύρι ντίνκελ ολικής άλεσης βιολογικό
6 <sup>ο</sup> δείγμα	Emmer Diccocum - λευκό
7 <sup>ο</sup> δείγμα	ντίνκελ ολικής (από περιοχή Κοζάνης)
8 <sup>ο</sup> δείγμα	ντίνκελ ολικής (από περιοχή Κατερίνης)

### 4.1.2 Αντιδραστήρια

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη ερευνητική δραστηριότητα ήταν αναλυτικής καθαρότητας (AR).

- αποσταγμένο H<sub>2</sub>O
- πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 97%
- διάλυμα NaOH 40% w/w
- διάλυμα H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> 20% w/w
- διάλυμα HCl 0,1% w/w
- δείκτης ερυθρού του μεθυλενίου - κυανού του μεθυλενίου

### 4.1.3 Συσκευές - Όργανα

- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας 0,001g
- Γουδί ανάδευσης με γουδοχέρι, πορσελάνινα
- Διάταξη καύσης Kjeldahl
- Ηλεκτρικό μάτι θέρμανσης
- Καταλύτες Kjeltabs: 3,5g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,2g Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5H<sub>2</sub>O
- Κάψες πορσελάνης
- Κλίβανος

- Κόσκινο
- Κωνικές φιάλες 250ml
- Λαβίδες
- Μύλος αλέσματος
- Ξηραντήρας
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 50ml
- Προχοΐδα διαβαθμίσεων 0,05ml
- Πυριαντήριο
- Σπάτουλα
- Σιφώνια πλήρωσης των 10, 20 και 50ml
- Συσκευή απόσταξης Kjeldahl
- Τοστιέρα εργαστηρίου στρογγυλή
- Τρυβλία με καπάκι, μεταλλικά
- Υποδοχείς δειγμάτων, ελεύθεροι αζώτου
- Φιάλες BUCHI 500ml
- Φυγόκεντρος

## 4.2 Μέθοδοι ανάλυσης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

**Υγρασία:** ICC Draft Standard No. 109/1

**Τέφρα:** ICC Draft Standard No. 104/1

**Πρωτεΐνες:** ICC Draft Standard No. 105/2

**Υγρή γλουτένη-Δείκτης γλουτένης:** ICC Draft Standard No. 155

**Αριθμός πτώσεως, FN:** ICC Draft Standard No. 107/1

([www.icc.or.at/standard\\_methods](http://www.icc.or.at/standard_methods))

### 4.2.1 Υγρασία

Καθώς τα περισσότερα υλικά έχουν έμφυτη περιεκτικότητα σε υγρασία, η τελική σύσταση ενός μίγματος ή η ποιότητά του, περιέχει ένα ποσοστό σφάλματος το οποίο προέρχεται από ανακρίβεια στην ανάλυση του κάθε συστατικού. Επειδή αυτού του τύπου τα σφάλματα είναι δυναμικά (π.χ. μεταβολή λόγω υγροσκοπικότητας), η διαδικασία προσδιορισμού μιγμάτων απαιτεί τον έλεγχο της

υγρασίας. Παραδείγματα προβλημάτων που μπορεί να εμφανιστούν περιλαμβάνουν, την ικανότητα αποθήκευσης, τη συμπεριφορά στη ροή (π.χ. κατά την κοσκίνισμα), τις διαδικασίες πλήρωσης και διάφορες άλλες παραγωγικές διαδικασίες. Παρόμοια η ποιότητα των τελικών προϊόντων απαιτεί σωστά επίπεδα υγρασίας για τη διατήρηση της κατάλληλης διάρκειας ζωής, της σωστής δομής, αρώματος και βάρους. Σήμερα δεν υπάρχει ακόμα το τέλειο σύστημα μέτρησης υγρασίας και πρέπει να γίνει συμβιβασμός στην ποιότητα, τιμή ή τις ιδιαίτερες ανάγκες καθενός από αυτά. ([www.process.gr](http://www.process.gr))

Μέθοδος της ξήρανσης μέχρι σταθερού βάρους Η βασική μέθοδος είναι η μέθοδος της ξήρανσης σε πυριαντήριο στους 105°C μέχρι σταθερού βάρους. Η μέθοδος εφαρμόζεται σε αλεσμένα σιτηρά, οπότε για να εφαρμοστεί σε κόκκους πρέπει πρώτα αυτοί να αλεστούν. Η άλεση γίνεται σε μύλο ολικής άλεσης που να μην αναπτύσσει μεγάλη θερμότητα για να μη συμβεί απώλεια υγρασίας κατά την άλεση. Επίσης δεν μπορούν να αλεστούν υλικά με υγρασία μεγαλύτερη από περίπου 16%. Οι λόγοι είναι ότι θα συμβεί απώλεια υγρασίας κατά την άλεση και ότι υπάρχει κίνδυνος να συσσωματωθεί το αλεσμένο υγρό προϊόν και να βουλώσει ο μύλος. Στην περίπτωση αυτή οι κόκκοι ζυγίζονται και τοποθετούνται σε πυριαντήριο (κατά προτίμηση χαμηλότερης θερμοκρασίας) για λίγο χρονικό διάστημα μέχρι να αποκτήσουν υγρασία μικρότερη από 16%. Αφήνονται να ψηχθούν, ζυγίζονται και υπολογίζεται η απώλεια υγρασίας. Στη συνέχεια οι κόκκοι αυτοί αλέθονται και γίνεται προσδιορισμός της υγρασίας.

Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της είναι ο παρακάτω:

$$\text{Υγρασία } 100\% = \frac{\text{απώλεια βάρους σε g}}{\text{αρχικό βάρος της ουσίας σε g}}$$

Τα δείγματα φυλάσσονται σε γυάλινα στεγανά δοχεία. (Κεφαλάς, 2003)

#### 4.2.2 Τέφρα

Ο προσδιορισμός της τέφρας πραγματοποιήθηκε σε πυριαντήριο που λειτουργεί στους 900°C. Αρχικά ζυγίστηκε η κάψα πορσελάνης στην οποία τοποθετήθηκαν τα 2g του αλεύρου με ακρίβεια 0,0001g. Η κάψα με το άλευρο στην αρχή τοποθετείται σε ηλεκτρικό μάτι με ήπια θέρμανση μέχρι να απανθρακωθεί κ στη συνέχεια τοποθετείται στο πυριαντήριο στους 900°C για 2 ώρες. Μετά από 2 ώρες, απομακρύνονται από το πυριαντήριο και τοποθετούνται σε ξηραντήρα, μέχρις ότου η θερμοκρασία τους φτάσει την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ακολουθεί η ζύγισή τους με ακρίβεια 0,0001g. Ο υπολογισμός της τέφρας % γίνεται ως εξής:

$$Τέφρα\% = 100 * \frac{b - a}{M} * \frac{100}{100 - F}$$

Όπου a: βάρος κάψας σε g,

b: βάρος κάψας και αλεύρου σε g

M: βάρος αλεύρου g

F: υγρασία του δείγματος

Η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι ένα μέτρο του συνολικού ποσού των ανόργανων αλάτων που υπάρχουν σε ένα τρόφιμο. Ο προσδιορισμός της τέφρας είναι σημαντικός επειδή η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα έχει επιπτώσεις στις φυσικοχημικές ιδιότητες των τροφίμων κατά την επεξεργασία τους. Η συγκέντρωση των ανόργανων αλάτων επηρεάζει, επίσης, την ποιότητα των τροφίμων ως προς την υφή, την γεύση, την εμφάνιση, αλλά και τη μικροβιολογική τους σταθερότητα έναντι ορισμένων μικροοργανισμών.



Εικόνα 3: Πυριαντήριο



Εικόνα 4: Ξηραντήρας

#### 4.2.3 Πρωτεΐνη

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών έγινε με τη μέθοδο Kjeldahl. Για κάθε δείγμα έγιναν δύο επαναλήψεις. Ζυγίστηκε με ακρίβεια 1g από το κάθε δείγμα και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν με προσοχή μέσα σε ειδική φιάλη ΒUCHI. Σε κάθε φιάλη προστέθηκε από μία ταμπλέτα καταλύτη και 20ml πυκνού θειικού οξέος έχοντας

ως σκοπό να προκληθεί διάσπαση στο δείγμα. Με την πάροδο περίπου τεσσάρων ωρών, ολοκληρώνεται η καύση και τα διαλύματα είναι πλέον διαυγή και προστίθενται σε κάθε φιάλη 50ml αποσταγμένο νερό. Έπειτα, τοποθετούνται οι φιάλες BUCHI στη συσκευή απόσταξης και προστίθενται 70ml NaOH (καυστικό νάτριο). Συλλέγεται το απόσταγμα μέσα σε μία κωνική φιάλη που περιέχει 60ml βορικό οξύ. Έτσι, η αμμωνία δεσμεύεται ως βορικό αμμώνιο. Τέλος, προστίθενται στην κωνική φιάλη με το βορικό αμμώνιο 2-3 σταγόνες δείκτη sher (methyl orange - methyl blue) και το δείγμα ογκομετρείται με HCl (υδροχλωρικό οξύ) 0,1N. Ο δείκτης από πράσινο χρώμα, αλλάζει σε γαλάζιο στο κρίσιμο σημείο και η ογκομέτρηση σταματάει όταν το χρώμα γίνει καφέ-γκρι.

Ο υπολογισμός της πρωτεΐνης % έγινε με τον εξής τύπο:

$$\text{Πρωτεΐνη \%} = \frac{V * N * 1,4 * \text{Συντελεστής Kjeldahl}}{\text{Βάρος δείγματος (g)}}$$

Όπου V: τα καταναλωθέντα ml θειικού οξέος

N: η κανονικότητα του διαλ/τος θειικού οξέος

Συντελεστής Kjeldahl: 5,7



Εικόνα 5: Συσκευή απόσταξης Kjeldahl

#### 4.2.4 Προσδιορισμός Υγρής Γλουτένης και Δείκτη Γλουτένης

##### (Gluten Index)

###### Γενική αρχή

Γλουτένη λέγεται η υφυγρή πλαστική και ελαστική μάζα που μένει μετά την έκπλυση του ζυμαριού σε κατάλληλη συσκευή. (Ρουσοπούλου, 2001)

Αποτελείται από αδιάλυτη στο νερό ενυδατωμένη πρωτεΐνη. Το πήξιμο της πρωτεΐνης προς σχηματισμό γλουτένης οφείλεται σ' ένα μύκητα της στοιβάδας της αλευρόνης που κατά την ανάμειξη νερού με αλεύρι, εκκρίνει ένα ένζυμο τη γλουτενάση που προκαλεί το πήξιμο. (Ρουσοπούλου, 2001)

Κατά την έκπλυση φεύγει το άμυλο, το πίτυρο και ένα μικρό μόνο μέρος (υδατοδιαλυτό) της όλης πρωτεΐνης. Η γλουτένη αποτελείται βασικά από δύο πρωτεϊνικά κλάσματα, τη γλοιαδίνη (~70%) και τη γλουτενίνη (~30%).

(Ρουσοπούλου, 2001)

Ζυγίστηκαν 10g αλεύρι και τοποθετήθηκαν σε γουδί από πορσελάνη.

Προστέθηκε 5 ml ψυχρό νερό (15-20°C) και ζυμώθηκε έως ότου σχηματιστεί ένα σφαιρικό ζυμαράκι. Το ζυμάρι παραλήφθηκε και έγινε με τα χέρια σφαιρικό.

Αφήνεται σε ηρεμία για 15 min. Στη συνέχεια πλύθηκε για 5 min σε διάλυμα χλωριούχου νατρίου 2% (διαλύθηκαν 200g χλωριούχο νάτριο σε 10 lit νερό, η θερμοκρασία διαλύματος χλωριούχου νατρίου πρέπει να είναι 15-20 °C) και ακολούθησε ξανά πλύση σε νερό βρύσης για άλλα 5 min. Η έκπλυση έγινε με την βοήθεια ενός ειδικού πλυντηρίου γλουτένης (Κεφαλάς, 2003).

Αφότου ολοκληρώθηκε ο κύκλος πλύσης ακολούθησε η φυγοκέντριση της γλουτένης. Η γλουτένη που απομονώθηκε χωρίστηκε σε δύο ίσα μέρη και τοποθετήθηκε σε δύο υποδοχείς της συσκευής φυγοκέντρισης των οποίων ο πυθμένας είναι διάτρητος. Οι υποδοχείς αυτοί τοποθετούνται αντικριστά (για να υπάρχει ζυγοστάθμιση) μέσα στη συσκευή φυγοκέντρισης και φυγοκεντρούνται για 30 sec. Το ποσοστό της υγρής γλουτένης που παραμένει στο κόσκινο μετά τη φυγοκέντριση ορίζεται ως δείκτης γλουτένης (gluten index, GI). Εάν η γλουτένη είναι πολύ αδύνατη, όλη η ποσότητα της γλουτένης διέρχεται από το κόσκινο και ο δείκτης γλουτένης είναι 0. Όταν διέρχεται μηδενική ποσότητα γλουτένης από το κόσκινο, ο δείκτης είναι 100. Μετά το πέρας της φυγοκέντρισης παραλαμβάνονται οι υποδοχείς και ζυγίζεται χωριστά η γλουτένη που δεν πέρασε



από τις οπές του πυθμένα (τμήμα Α) και χωριστά η γλουτένη που πέρασε (τμήμα Β). Ο λόγος  $A/A+B$  αποτελεί μέτρο της ποιότητας της γλουτένης και εκφράζεται είτε ως δεκαδικός είτε επί τοις %.

$$\text{Gluten Index} = A / A+B * 100\%$$

Το άθροισμα (Α+Β) δίνει το συνολικό ποσό της υγρής γλουτένης και αποτελεί μέτρο της ποιότητας της γλουτένης και εκφράζεται επί τοις % του βάρους του αλεύρου (Κεφαλάς, 2003).

$$\text{Υγρή Γλουτένη} = (A+B)*100\%$$

Στο πείραμα που ακολουθεί υπολογίστηκαν ο δείκτης γλουτένης (gluten index, GI), ο οποίος καθορίζει την ποιότητα της γλουτένης και συνεπώς την ποιότητα του αλεύρου καθώς και η ποσότητα της υγρής γλουτένης επί τοις εκατό (%).



Εικόνα 6: Φυγόκεντρος

Επίσης, υπολογίστηκε η ξηρή γλουτένη που προκύπτει από  $\approx 1\text{g}$  υγρής γλουτένης όταν αυτή ξηραθεί σε ειδική τοστιέρα εργαστηρίου.



Εικόνα 7: Τοστιέρα εργαστηρίου που χρησιμοποιείται για την ξήρανση υγρής γλουτένης

#### 4.2.5 Falling Number (FN)

Με τη μέθοδο Falling Number (ή μέθοδο για τη μέτρηση του δείκτη Hagberg) προσδιορίζεται η δραστικότητα της  $\alpha$ -αμυλάσης στο δείγμα, το άμυλο του οποίου χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα. Η μέθοδος βασίζεται στην ταχεία ζελατινοποίηση αιωρήματος αλεύρου (λευκού ή ολικής άλεσης) στη θερμοκρασία βρασμού του νερού και την επακόλουθη μέτρηση του ιξώδους του ζελατινοποιημένου αμύλου. Το ιξώδες θα είναι τόσο μικρότερο όσο μεγαλύτερη είναι η δραστικότητα της  $\alpha$ -αμυλάσης που προέρχεται από σιτηρά ή βακτηρίδια. Οι μυκητιακές  $\alpha$ -αμυλάσες ανενεργοποιούνται από την υψηλή θερμοκρασία πριν προλάβουν να δράσουν. Επίσης, πολύ νωρίς ανενεργοποιείται και η  $\beta$ -αμυλάση. Για τα σιτάρια και τα άλευρα που προορίζονται για αρτοποιία συνιστάται ο χρόνος να οριστεί στα 200-250sec με ανοχή μέχρι τα 300sec και η θερμοκρασία στους  $100^{\circ}\text{C}$ . (Κεφαλάς, 2003)



Εικόνα 8: Συσκευή για τον προσδιορισμό του FN

Προετοιμασία: Σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετούνται 7g αλεύρου και 25ml αποσταγμένου νερού. Στη συνέχεια, πωματίζονται με ειδικούς φελλούς και ανακινούνται δυνατά (περίπου 10 ανακινήσεις), έως ότου σχηματισθεί ένα ομογενές αιώρημα. Κατόπιν, αφαιρείται ο φελλός από τον κάθε σωλήνα και αντ' αυτού πωματίζονται με ειδικό τάρρακτο. Τέλος, τοποθετούνται στη συσκευή.

Ενδεικτικές Τιμές Falling Number:

- <150: σιτάρι φυτρωμένο, μεγάλη αμυλασική δράση, μεγάλη πιθανότητα η ψίχα του ψωμιού να είναι κολλώδης, το δε χρώμα της κόρας σκούρο
- 200 - 250: σιτάρι μη φυτρωμένο, φυσιολογική αμυλασική δράση
- >300: μη φυτρωμένο σιτάρι, πολύ μικρή αμυλασική δράση, μεγάλη πιθανότητα ο όγκος του ψωμιού να είναι μικρός, η ψίχα στεγνή και το χρώμα της κόρας ανοιχτό

## 5. Αποτελέσματα – Συζήτηση

### Υγρασία

Πίνακας 3: Η υγρασία των αλεύρων σε δείγμα 5g.

Δείγματα (g) Επαναλήψεις	1 <sup>ο</sup>	2 <sup>ο</sup>	3 <sup>ο</sup>	4 <sup>ο</sup>	5 <sup>ο</sup>	6 <sup>ο</sup>	7 <sup>ο</sup>	8 <sup>ο</sup>
1 <sup>η</sup>	0,6735	0,6110	0,6272	0,5710	0,5783	0,5647	0,4541	0,4898
2 <sup>η</sup>	0,6666	0,6073	0,6280	0,5853	0,5576	0,5746	0,5014	0,5126
M.O.	0,67005	0,60915	0,6276	0,57815	0,56795	0,56965	0,47775	0,5012

Πίνακας 4: Η υγρασία % των αλεύρων.

Δείγματα	1 <sup>ο</sup>	2 <sup>ο</sup>	3 <sup>ο</sup>	4 <sup>ο</sup>	5 <sup>ο</sup>	6 <sup>ο</sup>	7 <sup>ο</sup>	8 <sup>ο</sup>
υγρασία %	13,4	12,18	12,55	11,56	11,36	11,39	9,56	10,02

Η υγρασία στα άλευρα που εξετάστηκαν κυμαίνεται μεταξύ 9,55-13,4%. Οι τιμές που αναφέρονται είναι ο M.O. δύο μετρήσεων.

### Τέφρα

Πίνακας 5: Τα ανόργανα συστατικά των αλεύρων σε δείγμα 5g και % περιεκτικότητα.

Δείγματα	1 <sup>ο</sup>	2 <sup>ο</sup>	3 <sup>ο</sup>	4 <sup>ο</sup>	5 <sup>ο</sup>	6 <sup>ο</sup>	7 <sup>ο</sup>	8 <sup>ο</sup>
Τέφρα(g)	0,0327	0,0817	0,0860	0,0908	0,0688	0,0888	0,0769	0,0947
Τέφρα %	0,65	1,63	1,72	1,82	1,38	1,78	1,54	1,89

Συγκρίνοντας την τέφρα % των δειγμάτων μας με αυτήν της Γεκώρας, παρατηρούμε ότι το «dinkel-λευκό» έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα, εφόσον η τέφρα % που προκύπτει είναι κατά πολύ μικρότερη της αντίστοιχης τιμής της Γεκώρας. Τα υπόλοιπα δείγματα παρουσιάζουν τιμές κοντινότερες σε αυτήν της Γεκώρας και άρα είναι πιο πλούσια σε ανόργανα άλατα. Παρ' όλα αυτά, ακόμα και η τιμή του «dinkel-λευκού» αλεύρου δεν πρέπει να μας παραξενεύει, καθώς οι τιμές που θεωρούνται φυσιολογικές για άλευρα σίτου κυμαίνονται μεταξύ 0,5-2%. ([www.cerealinstitute.gr](http://www.cerealinstitute.gr))

## Φυγοκέντριση

Πίνακας 6: Η υγρή γλουτένη των αλεύρων σε δείγμα 10g και %.

Δείγματα	Επαναλήψεις	A(g)	B(g)	Σύνολο(g)	μ.ο. (A+B)g	υγρή γλουτένη %	δείκτης γλουτένης GI
1 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	1,040	2,7284	3,7693	3,37459	33,75	27
	2 <sup>η</sup>	0,8020	2,9205	3,7225			
2 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	1,9718	2,0699	4,0417	3,99905	39,99	42
	2 <sup>η</sup>	1,3884	2,5680	3,9564			
3 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	2,3264	0,1371	2,4635	2,74825	27,48	94
	2 <sup>η</sup>	2,8318	0,2012	3,0330			
4 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	0,4730	2,0375	2,5105	2,52975	25,3	19
	2 <sup>η</sup>	0,4684	2,0814	2,5490			
5 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	0,5325	2,0970	2,6295	2,66525	26,65	20
	2 <sup>η</sup>	0,5178	2,1832	2,7010			
6 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	0,3223	1,1728	1,4951	1,50855	15,09	18
	2 <sup>η</sup>	0,2005	1,3215	1,5220			
7 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	0,1263	3,1610	3,2373	3,3246	33,25	4
	2 <sup>η</sup>	0,1145	3,2974	3,4119			
8 <sup>ο</sup>	1 <sup>η</sup>	2,0892	0,4119	2,5011	2,37795	23,78	76
	2 <sup>η</sup>	1,5478	0,7070	2,2548			

Παρατηρώντας τον δείκτη γλουτένης, GI των δειγμάτων, διαπιστώνουμε ότι οι τιμές καλύπτουν σχεδόν όλο το φάσμα το οποίο εκτείνεται από 0 έως 100. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει κάποιος κανόνας για το αν η γλουτένη των αλεύρων ζέα είναι αδύνατη ή όχι. Π.χ. το αλεύρι «Όλα ΒΙΟ, ολικής άλεσης για ψωμί-πίτες» έχει “δυνατή” γλουτένη, η οποία, κατά την φυγοκέντριση, πέρασε σε πολύ μικρό βαθμό από την πλευρά Α στην πλευρά Β. Αντίθετα, το αλεύρι «ντίγκελ ολικής (από περιοχή Κοζάνης)» πέρασε στο μεγαλύτερο μέρος του στην πλευρά Β.

## Προς Ξήρανση:

Πίνακας 7: Η υγρή και η ξηρή γλουτένη των αλεύρων σε δείγμα ≈1g.

Δείγμα α (g)	1 <sup>ο</sup>		2 <sup>ο</sup>		3 <sup>ο</sup>		4 <sup>ο</sup>		5 <sup>ο</sup>		6 <sup>ο</sup>		7 <sup>ο</sup>		8 <sup>ο</sup>	
	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)	υγρή γλουτένη (g)	ξηρή γλουτένη (g)
1 <sup>η</sup>	0,9 925	0,374 7	1,0 165	0,3 616	1,004 2	0,4 261	1,0 308	0,402 8	1,067 4	0,403 5	0,950 4	0,445 4	0,950 4	0,339 1	1,065 5	0,39 57
2 <sup>η</sup>	1,0 367	0,384 7	1,0 353	0,4 201	1,025 0	0,4 169	1,0 980	0,425 5	1,085 0	0,417 5	0,997 4	0,465 8	0,997 4	0,344 8	1,081 9	0,41 26
Μ.Ο.	1,0 146	0,379 7	1,0 259	0,3 985	1,014 6	0,4 43	1,0 644	0,414 15	1,076 2	0,410 5	0,973 9	0,455 6	0,973 9	0,341 95	1,073 7	0,40 15

FN (falling number)

Πίνακας 8: Η ένδειξη FN των αλεύρων.

Δείγματα	1 <sup>ο</sup>	2 <sup>ο</sup>	3 <sup>ο</sup>	4 <sup>ο</sup>	5 <sup>ο</sup>	6 <sup>ο</sup>	7 <sup>ο</sup>	8 <sup>ο</sup>
1 <sup>η</sup> τιμή	425	412	328	652	427	532	386	481
2 <sup>η</sup> τιμή	383	397	338	X	440	509	377	495
M.O.	404	404,5	333	652	433,5	520,5	381,5	488

Με μία γρήγορη ματιά, βλέπουμε ότι όλες οι τιμές FN των δειγμάτων είναι >300. Συνεπώς, αμυλασική δράση είναι μικρή και άρα υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο όγκος του ψωμιού να είναι μικρός, η ψίχα στεγνή και το χρώμα της κόρας ανοιχτό. Εξαιτίας αυτού, προτείνεται η προσθήκη αμυλασικών ενζύμων κατά την αρτοποιία.

### Πρωτεΐνες

ζυγίστηκε 1g αλεύρου για το κάθε δείγμα, εις διπλούν

Πίνακας 9: Οι περιεκτικότητα % των αλεύρων σε πρωτεΐνες.

δείγματα →	1 <sup>ο</sup>	2 <sup>ο</sup>	3 <sup>ο</sup>	4 <sup>ο</sup>	5 <sup>ο</sup>	6 <sup>ο</sup>	7 <sup>ο</sup>	8 <sup>ο</sup>
κατανάλωση HCl 0,1N (ml)	17,0	16,7	15,5	16,2	16,1	17,5	15,0	15,0
(δύο επαναλήψεις)	16,8	17,0	15,7	16,5	16,2	17,7	14,9	14,9
πρωτεΐνες % επί ξηρού	13,4862	13,4463	12,4488	13,0473	12,8877	14,0448	13,2069	11,9301

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των δειγμάτων μας σε πρωτεΐνες, είναι αξιοσημείωτο ότι η χαμηλότερη τιμή, που ανήκει στο «ντίνκελ ολικής (από περιοχή Κατερίνης)», και πάλι είναι υψηλή, δεδομένου ότι είναι πολύ κοντινή στην αντίστοιχη της Γεκόρας. Όπως διαπιστώνουμε από τον παρακάτω πίνακα, η Γεκόρα έχει το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεϊνών, συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες ποικιλίες μαλακού σίτου. Συνεπώς, τα άλευρα τύπου ζέα μπορούν να αποτελέσουν μια καλή πηγή πρωτεϊνών φυτικής προέλευσης με ποσοστό έως και ≈14%.

Πίνακας 10: Μέσοι όροι ποιοτικών χαρακτηριστικών ποικιλιών μαλακού σίτου, εσοδεία 2010

Ποικιλία	Πρωτεΐνες % επί ξηρού	Τέφρα % επί ξηρού	Υγρή Γλουτένη %	Δείκτης γλουτένης GI	F.N. sec
<b>Γεκόρα</b>	<b>11,98</b>	<b>1,50</b>	<b>20,7</b>	<b>99</b>	<b>327</b>
Δίο	10,19	1,83	25,4	55	295
Βεργίνα	10,14	1,73	18,9	90	331
Centauro	10,07	1,67	17,1	92	309
Moro	10,91	1,56	22,7	93	246
Αχελώος	10,40	1,74	22,7	95	303
Bilancia	9,48	1,79	23,9	83	271
Tigre	9,19	1,49	12,4	95	260

(Δελτίο ποιότητας σκληρού και μαλακού σιταριού εσοδείας 2010, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων - Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα»)

\*Τα δείγματα θα συγκρίθηκαν με την Γεκόρα, καθώς έχει από τις καλύτερες αρτοποιητικές ικανότητες.

## **6. Συμπεράσματα**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος παρατηρείται, μετά την ανάλυση των αλεύρων, ότι υπάρχει υπολογίσιμη ποσότητα γλουτένης. Συνεπώς, τα άλευρα αυτά κρίνονται ακατάλληλα για τα άτομα που πάσχουν από τη νόσο κοιλιοκάκη. Ωστόσο, μπορούν να φανούν χρήσιμα για την παρασκευή προϊόντων που θα καταναλωθούν από άτομα που έχουν δυσανεξία στη γλουτένη, δηλαδή παρουσιάζουν κάποια δυσάρεστα συμπτώματα μετά την πρόσληψή της, όπως φούσκωμα, κοιλιακό άλγος κλπ.



## **Βιβλιογραφία**

### **Ξένη βιβλιογραφία**

Padulosi, S. (1996). «Rocket: a Mediterranean crop for the world; Report of a workshop», Legnaro (Padova) , Italy. Held during the celebrations for the 50th anniversary of the establishment of the Faculty of Agriculture of the University of Padova (1946-96) (English)

Shoenlechner et al., (2009). «A review: understanding gluten free bread development for reaching quality and nutritional balance». Institute of Agrochemistry and Food Technology 8 (IATA-CSIC). Valencia, Spain.

Pomeranz Y. (1988). «Wheat, Chemistry and Technology». Vol I and II. American Association of Cereal Chemists. St. Paul-Minnesota, USA.

Hoseney, R. C. (1986). «Principles of Cereal Science and Technology». American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul-Minnesota, USA.

Macrae et al. (1993) «Functions of Plant Secondary Metabolites and Their Exploitation in Biotechnology», Annual Plant Reviews, Vol. III

Matz, S. (1989) «Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed», New York, USA.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

Αέτσας, Α. (1957). «Μυθολογία της Γεωργίας». Τόμος III, Θεσσαλονίκη.

Γεννάδιος, Π. (1959). «Φυτολογικόν Λεξικόν», Αθήνα.

Γεωργόπουλος, Θ. (2008). «Ο ρόλος της γλουτένης στα προϊόντα αρτοποιίας - Ο αρτοποιός και η δουλεία του»

Δαμανάκης, Μ., (1983). «Κατάλογος των Αγρωστωδών της Ελλάδας». Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Αθήνα.

Κάζης, Α. (2007). «Γλουτένη, διατροφική προσέγγιση»

- Καραγκιόζογλου-Λαμπούδη, Θ. (2009). «Διαιτητικές παρεμβάσεις σε νοσήματα του πεπτικού στα παιδιά», Θεσσαλονίκη.
- Κεφαλάς, Π. (2003). «Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας σιτηρών», Εργαστηριακές σημειώσεις Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Κορπέτης, Ε. (2013). «Η ζειά από την αρχαιότητα έως σήμερα»
- Κριτσαντώνης, Α. (2006). «Σιτάρι, αλεύρι και ψωμί»
- Μπόσκου Δ. (1997). «Χημεία Τροφίμων», Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
- Σαραντόπουλος, Δ. (1962). «Αλευρουργία», Βόλος.
- Μπαμπινιώτης, Γ. (2002). «Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας». Κέντρο Λεξικολογίας ΕΠΕ. Αθήνα.
- Παλαιολόγος, Γ. (1833). «Γεωργική και Οικιακή Οικονομία». Τόμος Α. Ναύπλιο.
- Παπαδάκης, Ι. (1929). «Ελληνικοί τύποι σίτου». Επιστημονικό Δελτίο του «Ειδικού Σταθμού Καλλιτερεύσεως Φυτών εν Θεσσαλονίκη». Θεσσαλονίκη.
- Παπαεμμανουήλ, Δ. (2006). «Οι διάφοροι τύποι αλεύρων».
- Ρουσοπούλου, Π. (2001). «Εργαστηριακές σημειώσεις τεχνολογίας και ελέγχου ποιότητας σιτηρών», Α.Τ.Ε.Ι.Θ
- Σπύρος, Α. (2005). Επ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης, Μάθημα: «Τεχνικές Ανάλυσης Τροφίμων», Σημειώσεις για το κεφάλαιο «Προσδιορισμός υγρασίας»,
- Ταούκη Π. - Ωραιοπούλου Β. (2006). «Εφαρμοσμένη Μικροβιολογία , Χημεία και Μηχανική Διεργασιών Τροφίμων», Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ
- Χρηστίδης, Β. (1963) «Χειμωνιάτικα σιτηρά», Θεσσαλονίκη.

## Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

[www.iefimerida.gr](http://www.iefimerida.gr), [iefimerida](http://iefimerida.gr) > ΕΛΛΑΔΑ

[www.cerealinstitute.gr](http://www.cerealinstitute.gr) , Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων - Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «Δήμητρα»

[www.process.gr](http://www.process.gr), P.E.S. Process Engineering Solutions

[www.celiac.gr](http://www.celiac.gr), Εταιρεία Νόσου Κουλιοκάκης

[www.icc.or.at](http://www.icc.or.at), International Association for Cereal Science and Technology

[www.medlabgr.blogspot.com](http://www.medlabgr.blogspot.com), [medlabnews.gr](http://medlabnews.gr) / ΙΑΤΡΙΚΑ ΝΕΑ

[www.chemistry.uoc.gr](http://www.chemistry.uoc.gr) , Πανεπιστήμιο Κρήτης - Τμήμα Χημείας