

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ (ΟΛΙΚΗΣ &  
ΡΟΤΟΒΕΛΛΟ) ΣΤΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΨΩΜΙΟΥ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΚΕΒΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
Δρ. ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**Καλαμάτα  
2015**



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ (ΟΛΙΚΗΣ &  
PORTOBELLO) ΣΤΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΨΩΜΙΟΥ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΚΕΒΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**Καλαμάτα  
2015**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή καθηγητή «Μικροβιολογίας-Βιοχημείας» Δρ. Θεόδωρου Βαρζάκα, προϊστάμενου του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του Α.Τ.Ε.Ι Πελοποννήσου. Η ολοκλήρωση και η συγγραφή της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την επιστημονική επίβλεψη του κ. Θ. Βαρζάκα, τον οποίο ευχαριστώ ολόψυχα για την καθοδήγηση, την υποστήριξη, την υπομονή και την πίστη που έδειξε στις δυνάμεις μου καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κ. Μπάρλα Γεωργία για την πολύτιμη βοήθειά της στο πειραματικό μέρος της πτυχιακής μου εργασίας, καθώς και την κ. Σταυρούλα Τσαγκάρη για την πολύτιμη υποστήριξη της στο κομμάτι της παροχής όλων των αναγκαίων εργαστηριακών οργάνων και αντιδραστηρίων που αφορούσε το πειραματικό μέρος της εργασίας μου.

Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής η οποία αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή πτυχίου του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ Πελοποννήσου δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την στήριξη του οικογενειακού και φιλικού μου περιβάλλοντος. Και οι δυο, έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην περάτωση των σπουδών μου στηρίζοντάς με σε οποιαδήποτε δυσκολία με κάθε τρόπο, δείχνοντάς μου την εμπιστοσύνη τους, την στήριξή τους και την αγάπη τους. Σε αυτούς τους δύο παράγοντες οφείλω το μεγαλύτερο κομμάτι της πραγματοποίησης των ονείρων μου και τους ευχαριστώ θερμά για την αγάπη, τη συνεχή συμπαράσταση και την ενθάρρυνση που μου προσφέρουν σε κάθε βήμα καθώς και για την ηθική και υλική υποστήριξη και την ανεξάντλητη υπομονή τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο άνθρωπος καλλιεργεί τα δημητριακά σαν βασικό μέρος της διατροφής του εδώ και χιλιάδες χρόνια, ενώ μέχρι σήμερα αποτελούν τη βάση της διατροφής των περισσότερων λαών. Τα κυριότερα σιτηρά είναι το σιτάρι, το καλαμπόκι, η βρώμη, το ρύζι, το κριθάρι και η σίκαλη, ενώ ακολουθούν το κεχρί, και το σόργο και άλλα τα οποία μέσω της διαδικασίας της άλεσης οδηγούν και στις διάφορες ποικιλίες αλεύρων. Τα άλευρα χρησιμοποιούνται ως συστατικό σε πολλά τρόφιμα και απαντώνται σε διάφορους τύπους ανάλογα με το ποσοστό του καθαρισμένου και πλυμένου σιταριού, το οποίο μετατρέπεται σε αλεύρι. Οι τύποι των αλεύρων που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία είναι τα άλευρα Τύπου 70%, Τύπου 85%, Τύπου 90%, Κατηγορίας Π, Κατηγορίας Μ, Κατηγορίας Κ και ολικής άλεσης τα οποία χρησιμοποιούνται ανάλογα με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που είναι επιθυμητά για το κάθε είδος ζυμαριού και για τις ιδιότητες που τελικά θα έχει. Η διαμόρφωση αυτών των χαρακτηριστικών υποδηλώνεται κυρίως με παράγοντες που αφορούν την υφή, τη γεύση, και την εμφάνιση, παράμετροι που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην τελική εμφάνιση του αρτοσκευάσματος όσο και στην αποδοχή του από το καταναλωτικό κοινό. Κάποιες φορές κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη διάφορων ουσιών των οποίων η χρήση αποσκοπεί στο να αποκτήσουν τα άλευρα τις κατάλληλες τεχνολογικές ιδιότητες, που επιτρέπουν τη βελτίωση της παραγωγής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και επιφέρουν μεγαλύτερη σταθερότητα και συνεκτικότητα γνωστά και ως πρόσθετα αλεύρων. Οι φυσικές ή συνθετικές ουσίες που προστίθενται σκόπιμα μπορεί να είναι βελτιωτικά (ασκορβικό οξύ, κιτρικό οξύ), διογκωτικά (μαγιά, baking powder), συστατικά (αλάτι, νερό) κ.α., με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να είναι εμφανές ανώτερο τόσο ποιοτικά όσο και γευστικά.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν ποιοτικές αναλύσεις στους τύπους αλεύρων ολικής άλεσης, τύπου 70 % και τύπου Αμερικής στα οποία και ελέγχθηκαν τα κριτήρια ποιότητας όπως η οξύτητα ο προσδιορισμός της υγρασίας, ο προσδιορισμός της γλουτένης, η ικανότητα ενυδάτωσης καθώς και ο προσδιορισμός της ιζηματογένεσης Zeleny και των ρεολογικών ιδιοτήτων των ζυμαριών με τη χρήση του αλβεογράφου. Τέλος, πραγματοποιήθηκε η παρασκευή των άρτων ολικής άλεσης και portobello, με συνδυαστική χρήση διάφορων πρόσθετων, διογκωτικών και βελτιωτικών σε διαφορετικές ποσότητες, και μέσω

οργανοληπτικού ελέγχου βαθμολογήθηκαν τα κυριότερα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά η γεύση, η οσμή, το χρώμα της κόρας και της ψίχας, η κυψέλωση, η τραγανότητα και η διόγκωση.

### **Λέξεις-κλειδιά**

Αλεύρι ολικής άλεσης, αλεύρι τύπου 70%, αλεύρι τύπου Αμερικής, πρόσθετα αλεύρων, διογκωτικά αλεύρων, βελτιωτικά αλεύρων, αλβεογράφος.

## **Abstract**

Cereal's cultivation takes place for thousands years as a key part of the diet and forms the basis of the diet for many people. The main cereals are wheat, corn, oats, rice, barley and rye, followed by millet, and sorghum and others that through the grinding process lead to the different varieties of flour. Flour used as an ingredient in many foods and there are different types depending on the percentage of the cleaned and washed wheat, which is converted into flour. The types of flour used in bakery are 70% type, 85% type, 90% type, Class II, Class M, Class K and Whole Meal Flour the use of which depends on the organoleptic characteristics and the properties are desirable for every type of dough. The formation of these features is indicated mainly by factors relating to texture, taste, and appearance. These parameters are responsible for the final appearance of the product and the acceptance by the general public. Sometimes it is necessary to add several substances whose use is intended to obtain flour of suitable technological properties that allow the improvement of production lead to more stability and consistency. These substances are well known as flour additives. The natural or synthetic substance added deliberately can be improvers, thickeners, salt, fats etc. so the final product is evident superior in both quality and taste.

In the present work performed qualitative analyzes to the whole grain flour, flour 70 % and American type flour. The parameters were examined are acidity moisture, percentage of gluten, moisturizing ability and the sedimentation Zeleny. Also the rheological properties of doughs determined using the special measuring instrument alveografo di Chopin. Finally, a preparation of whole grain and portobello bread took place, with the combined use of various additives, extenders and enhancers in different amounts. The organoleptic inspection of bread was rated by the principal qualitative and organoleptic characteristics of the taste, the smell, the color of the crust and crumb, the crispness and the swelling.

## **Key-words**

Whole grain flour, 70% type flour, American type flour, flour additives, raising flour, flour improvement agents, Chopin alveograph.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	11
ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : Σιτηρά.....	14
1.1 Ιστορική Αναδρομή .....	14
1.2 Γενικά .....	17
1.3 Σιτάρι .....	19
1.4 Καλαμπόκι .....	20
1.5 Ρύζι .....	21
1.6 Κριθάρι .....	21
1.7 Σίκαλη και Τριτικάλε.....	21
1.8 Βρώμη.....	21
1.9 Σόργο και Κεχρί.....	22
1.10 Σημασία των σιτηρών για τη διατροφή .....	22
1.11 Τρόποι Αποθήκευσης Σιτηρών.....	23
1.12 Υγρασία κατά την αποθήκευση.....	25
1.13 Θερμοκρασία αποθήκευσης .....	25
1.14 Δομή των κόκκων των σιτηρών .....	26
1.14.1 Περικάλυμμα .....	26
1.14.2 Φύτρο .....	27
1.14.3 Ενδοσπέρμιο .....	27
1.15 Χημική σύσταση των σιτηρών .....	28
1.16 Άλεση σιταριού.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : Άλευρα .....	31
2.1 Αλεύρι.....	31
2.2 Τύποι αλεύρων.....	32
2.3 Χημική σύσταση αλεύρων .....	33
2.3.1 Υδατάνθρακες .....	33
2.3.2 Πρωτεΐνες .....	35
2.3.3 Ένζυμα.....	36
2.3.4 Λιπίδια .....	37
2.3.5 Βιταμίνες και ανόργανα άλατα.....	37
2.4 Αρτοποιήση .....	37

2.5 Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων .....	38
2.5.1 Υφή .....	39
2.5.2 Γεύση .....	40
2.5.3 Οσμή .....	40
2.6 Ποιοτικός έλεγχος αρτοσκευασμάτων .....	41
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Πρόσθετα.....</b>	<b>42</b>
3.1 Πρόσθετα αλεύρων.....	42
3.1.1 Αρχές προσθετικών υλών.....	43
3.1.2 Τα βελτιωτικά αλεύρων και τα συντηρητικά στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.....	43
3.1.3 Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) για τα πρόσθετα αλεύρων .....	44
3.2 Συστατικά .....	49
3.2.1 Ο ρόλος των συστατικών στα αρτοσκευάσματα.....	49
3.2.2 Αλάτι.....	49
3.2.3 Λίπη .....	49
3.2.4 Ζάχαρα.....	50
3.2.5 Γάλα.....	50
3.2.6 Αυγά .....	51
3.2.7 Νερό .....	51
3.3 Διογκωτικές ύλες.....	52
3.3.1 Μαγιά.....	53
3.3.2 Μπέικιν πάουντερ (Baking powder) .....	54
3.4 Βελτιωτικά αλεύρων.....	54
3.4.1 Μορφή βελτιωτικών .....	55
3.4.2 Κιτρικό οξύ.....	56
3.4.2.1 Κιτρικό οξύ σαν σύνεργο αντιοξειδωτικού.....	56
3.4.3 Ασκορβικό οξύ .....	57
3.4.3.1 Ασκορβικό οξύ ως αντιοξειδωτικό .....	58
3.4.4 Ανίχνευση κιτρικού και ασκορβικού οξέος .....	58
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Πειραματικό μέρος (Υλικά και Μέθοδοι - Αποτελέσματα) .....</b>	<b>59</b>
4.1 Ποιοτικές αναλύσεις αλεύρων .....	59
4.1.1 Προσδιορισμός Οξύτητας.....	60
4.1.2 Προσδιορισμός Υγρασίας.....	63



4.1.3 Προσδιορισμός Γλουτένης / Ικανότητα Ενυδάτωσης.....	65
4.1.4 Προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης Zeleny .....	68
4.1.5 Προσδιορισμός ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών με τη χρήση αλβεογράφου.....	70
4.2 Παρασκευή άρτου και οργανοληπτικός έλεγχος.....	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1:</b> Οικογένεια <i>Gamineae</i> .....
<b>Πίνακας 2:</b> Εκατοστιαία σύσταση των διαφόρων σιτηρών (επί ξηρού) .....
<b>Πίνακας 3:</b> Ποσοστό οξύτητας αλεύρων σε H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> % .....
<b>Πίνακας 4:</b> Μεταβολές βάρους αλεύρων κατά τη διαδικασία ξήρανσης ανά 15 min .....
<b>Πίνακας 5:</b> Ποσοστό υγρασίας επί της % για το άλευρο ολικής άλεσης .....
<b>Πίνακας 6:</b> Ποσοστό υγρασίας επί της % για το άλευρο τύπου 70% .....
<b>Πίνακας 7:</b> Ποσοστό υγρασίας επί της % για το άλευρο τύπου Αμερικής .....
<b>Πίνακας 8:</b> Καθαρό βάρος (g) και ποσοστό (%) της υγρής γλουτένης .....
<b>Πίνακας 9:</b> Καθαρό βάρος (g) της ξηρής γλουτένης .....
<b>Πίνακας 10:</b> Αποτελέσματα επί της % ικανότητας ενυδάτωσης της γλουτένης.....
<b>Πίνακας 11:</b> Βαθμός ιζηματογένεσης μετά από 10 min ανάπαυσης .....
<b>Πίνακας 12:</b> Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου Ολικής Άλεσης.....
<b>Πίνακας 13:</b> Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου 70% .....
<b>Πίνακας 14:</b> Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου Αμερικής .....
<b>Πίνακας 15:</b> ml νερού που καταναλώθηκαν στην παρασκευή άρτου με αλεύρι ολικής άλεσης (Μύλων Αγίου Γεωργίου) .....
<b>Πίνακας 16:</b> ml νερού που καταναλώθηκαν στην παρασκευή άρτου Portobello με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής .....
<b>Πίνακας 17:</b> Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων που έχουν παρασκευασθεί με αλεύρι ολικής άλεσης και διαφορετικές τιμές μαγιάς και baking powder.....
<b>Πίνακας 18:</b> Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων portobello που έχουν παρασκευασθεί με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και διαφορετικές τιμές μαγιάς και baking powder .....

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1:</b> 1)Σιτάρι, 2)Σίκαλη, 3)Κριθάρι, 4)Βρώμη, 5)Καλαμπόκι, 6)Ρύζι, 7)Μαυροσίταρο, 8)Κεχρί μακρύ, 9)Κεχρί κοντό .....
<b>Εικόνα 2:</b> Τα τρία βασικά μέρη ενός κόκκου .....
<b>Εικόνα 3:</b> Πολυμερή αμύλου (Κεφαλάς, 2009) .....
<b>Εικόνα 4:</b> Άλευρα, ολικής άλεσης (Μύλοι Αγίου Γεωργίου), τύπου 70% και τύπου Αμερικής κατηγορίας Π.....
<b>Εικόνα 5:</b> Τα μείγματα σε κατάσταση ηρεμίας .....
<b>Εικόνα 6:</b> Η τιτλοδότηση του δείγματος με ΚΟΗ 0.02 Ν ολοκληρώνεται όταν το δείγμα πάρει αυτήν την ανοιχτή ροζ απόχρωση .....
<b>Εικόνα 7:</b> Η κάψες πορσελάνης στις οποίες ζυγίζονται και ξηραίνονται σε κλίβανο τα άλευρα (Ολικής Άλεσης, Τύπου 70%, Τύπου Αμερικής).....
<b>Εικόνα 8:</b> Υγρή γλουτένη. (Ολικής Άλεσης, Τύπου 70%, Τύπου Αμερικής) .....
<b>Εικόνα 9:</b> Ξηρή γλουτένη. (Ολικής Άλεσης, Τύπου 70%, Τύπου Αμερικής) .....
<b>Εικόνα 10:</b> Bromophenol blue στον κύλινδρο δοκιμής .....
<b>Εικόνα 11:</b> Ο κύλινδρος δοκιμής σε κατάσταση ηρεμίας και για τα τρία άλευρα (ολικής άλεσης, τύπου 70%, τύπου Αμερικής).....
<b>Εικόνα 12:</b> Αλβεογράφος Chopin.....
<b>Εικόνα 13:</b> Η ζύμη (από αλεύρι τύπου 70%) πριν την διοχέτευση αέρα στο τμήμα διόγκωσης του αλβεογράφου.....
<b>Εικόνα 14:</b> Η ζύμη κατά τη διάρκεια της διοχέτευσης αέρα στο τμήμα διόγκωσης του αλβεογράφου. Διακρίνεται και ο θάλαμος σταθερής θερμοκρασίας στον οποίο αφήνονται τα δισκία ζυμαριού για 20 min.....
<b>Εικόνα 15:</b> Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από αλεύρι τύπου ολικής άλεσης.....
<b>Εικόνα 16:</b> Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από αλεύρι τύπου 70%.....
<b>Εικόνα 17:</b> Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από αλεύρι τύπου Αμερικής.....
<b>Εικόνα 18:</b> Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με μαγιά .....
<b>Εικόνα 19:</b> Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με μαγιά και ασκορβικό οξύ .....
<b>Εικόνα 20:</b> Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με μαγιά και κιτρικό οξύ.....
<b>Εικόνα 21:</b> Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g .....
<b>Εικόνα 22:</b> Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g .....

**Εικόνα 23:** Άρτος που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g .....

**Εικόνα 24:** Άρτος που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 3.5g .....

**Εικόνα 25:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με Baking Powder.....

**Εικόνα 26:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με Baking Powder και ασκορβικό οξύ...

**Εικόνα 27:** Άρτος που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g .....

**Εικόνα 28:** Άρτος που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g .....

**Εικόνα 29:** Άρτος που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10g .....

**Εικόνα 30:** Άρτος που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10g .....

**Εικόνα 31:** Υλικά παρασκευής άρτου Portobello με μαγιά .....

**Εικόνα 32:** Υλικά παρασκευής Portobello με Baking Powder .....

**Εικόνα 33:** Υλικά παρασκευής άρτου Portobello με μαγιά και ασκορβικό οξύ.....

**Εικόνα 34:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g .....

**Εικόνα 35:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g .....

**Εικόνα 36:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g .....

**Εικόνα 37:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g .....

**Εικόνα 38:** Άρτοι Portobello με περιεκτικότητες σε μαγιά (από αριστερά) 3,5g και 2,5g αντίστοιχα .....

**Εικόνα 39:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g.....

**Εικόνα 40:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g.....

**Εικόνα 41:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10g.....

**Εικόνα 42:** Άρτος Portobello που παρασκευάσθηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10g.....

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα σιτηρά είναι από τα πρώτα φυτά τα οποία καλλιέργησε ο άνθρωπος και τα ίχνη των περισσότερων από αυτά χάνονται στο βάθος της ιστορίας. Από τις αρχές της ανθρώπινης ιστορίας η σπουδαιότητα των σιτηρών για το ανθρώπινο γένος υπήρξε σημαντική. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι αρχαίοι πολιτισμοί ήκμασαν σε περιοχές όπου καλλιεργούνταν κάποιο σιτηρό. Έτσι, οι πολιτισμοί των Βαβυλωνίων και Αιγύπτων βασίστηκαν στο σιτάρι, των Κινέζων στο ρύζι, των Ίνκας, Μάγιας και Αζτέκων στον αραβόσιτο. Σήμερα, τα σιτηρά εξακολουθούν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια γεωργία και τα προϊόντα τους αποτελούν τη βάση της διατροφής του πληθυσμού του πλανήτη μας. Πλήθος προϊόντων διατροφής έχουν ως βάση κάποιο σιτηρό. Τα σιτηρά είναι υψηλής ενεργειακής και πρωτεϊνικής αξίας τροφές, και υπολογίζεται ότι οι καταναλισκόμενες από τον άνθρωπο, υπό την μια μορφή ή την άλλη, ποσότητες σιτηρών προμηθεύουν το 53% της ανθρώπινης ενέργειας, ενώ το 41% αυτής προέρχεται από το σιτάρι και το ρύζι (Παπακώστα, 1997). Σε όλο τον κόσμο τα σιτηρά καλλιεργούνται σε 7 περίπου δισεκατομμύρια στρέμματα κάθε χρόνο και καλύπτουν το 50% των καλλιεργουμένων εκτάσεων. Η παγκόσμια παραγωγή σιτηρών ανέρχεται σε 1270 περίπου εκατομμύρια τόννους με μια μέση στρεμματική απόδοση 180 χιλιογράμμων. (Δαλιάνης Κ., 1983). Η μεγάλη σημασία των σιτηρών παγκόσμια οφείλεται στο ότι σε εκτατικές συνθήκες καλλιέργειας παράγουν περισσότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών, παρουσιάζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος, αποτελούν την κυριότερη πηγή τροφίμων, αποθηκεύονται εύκολα γιατί περιέχουν μικρό ποσοστό υγρασίας, δεν απαιτούν μεγάλο χώρο αποθήκευσης γιατί είναι υψηλής συμπύκνωσης, η διαχείρισή τους γίνεται εύκολα με μηχανές και η καλλιέργειά τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. (Παπακώστα, 1997).

Η παρούσα πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει το θεωρητικό μέρος, το οποίο προέκυψε από βιβλιογραφική έρευνα και το πειραματικό μέρος το οποίο πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακή κλίμακα κατά το χρονικό διάστημα από τον Μάρτιο έως τον Ιούλιο του 2014. Στην εργασία αυτή διερευνούνται οι ποιοτικοί παράμετροι σε διάφορους τύπους αλεύρων με σκοπό τη μελέτη των χημικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Ακόμη εξετάζεται ο τρόπος παραγωγής ψωμιού από άλευρα ολικής άλεσης και Portobello, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους καθώς και ο τρόπος που επιδρούν τα άλευρα στο ζυμάρι.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Σιτηρά

### 1.1 Ιστορική Αναδρομή

Ο άνθρωπος καλλιεργεί τα δημητριακά σαν βασικό μέρος της διατροφής του εδώ και χιλιάδες χρόνια. Από τη λίθινη εποχή τα δημητριακά ήταν βασικός παράγοντας για την επιβίωση. Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη των δημητριακών ήταν η δυνατότητα αποθήκευσης μέσα στη χρονιά, γεγονός που επέτρεπε στην πρωτόγονη κοινότητα να παραμένει στον ίδιο τόπο και να καλλιεργεί τη σοδιά της, παρά να μετακινείται συνεχώς ψάχνοντας για νέους τόπους για κυνήγι. Δεν είναι τυχαίο, ότι οι πρώτοι αρχαίοι πολιτισμοί, αναπτύχθηκαν εκεί όπου μπορούσαν να τα καλλιεργήσουν (π.χ. οι Ίνκας, οι Μάγια και οι Αζτέκοι, στις ζώνες όπου μπορούσε να καλλιεργηθεί το καλαμπόκι, οι Βαβυλώνιοι και οι Αιγύπτιοι, εκεί όπου μπορούσε να καλλιεργηθεί το σιτάρι, οι Κινέζοι, εκεί όπου μπορούσε να καλλιεργηθεί το ρύζι κ.λπ.). Έτσι, η καλλιέργεια σιτηρών διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο. Όταν αναπτύχθηκε και η αρτοποιία, τα σιτηρά αποτέλεσαν όχι μόνο ένα βασικό τμήμα της διατροφής αλλά και ένα σημαντικό εμπορικό αγαθό το οποίο χρησιμοποιήθηκε ακόμη και ως νόμισμα.

Από όλα όμως τα σιτηρά, αυτό που καλλιεργείται σε μεγαλύτερες εκτάσεις και αποτελεί την βάση της διατροφής για ένα πολύ μεγάλο μέρος του πλανήτη, είναι το σιτάρι (*Triticum*). Η αρχή της καλλιέργειας του χάνεται στα βάθη της προϊστορίας. Πολύ πιθανόν να πρωτοκαλλιεργήθηκε στα 10.000 – 15.000 χρόνια π.Χ. στην Ν.Α. Ασία (Συρία, Παλαιστίνη, Μεσοποταμία και Αφγανιστάν).

Οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι πίστευαν ότι τα δημητριακά πρωτοεμφανιστήκαν χάρη στη θεά Ίσιδα ενώ οι Αρχαίοι Έλληνες πίστευαν ότι τα δημητριακά πρωτοεμφανιστήκαν χάρη στη θεά Δήμητρα, αρχαία θεά της γεωργίας από την οποία προήλθε και το όνομά τους.

Τα δημητριακά αποτελούσαν τη βάση της διατροφής των αρχαίων Ελλήνων, κατά τη μινωική, τη μυκηναϊκή και την κλασική περίοδο. Χαρακτηριστικό είναι πως η Αθήνα του Περικλή, αποτελούσε το μεγαλύτερο εισαγωγέα σιτηρών του αρχαίου κόσμου με τα φορτία που κατέφθαναν από τη Μαύρη Θάλασσα και τον Ελλήσποντο να ανέρχονταν κατά μέσο όρο σε 17.000 τόνους ετησίως. Κύρια προϊόντα ήταν το σκληρό σιτάρι (πύρος), η όλυρα (ζειά) και το κριθάρι (κριθαί) που ήδη από την ομηρική εποχή ήταν γνωστός ο τρόπος καλλιέργειάς τους.

Το σιτάρι μουσκευόταν προκειμένου να γίνει μαλακό και κατόπιν επεξεργαζόταν με δύο πιθανούς τρόπους: α) πρώτη περίπτωση ήταν το άλεσμά του προκειμένου να γίνει χυλός, ώστε να αποτελέσει συστατικό του λαπά. β) Η άλλη περίπτωση ήταν να μετατραπεί σε αλεύρι (αλείατα) από το οποίο προέκυπτε το ψωμί (άρτος) ή διάφορες πίτες, σκέτες ή γεμιστές με τυρί ή μέλι. Η μέθοδος «φουσκώματος» του ψωμιού ήταν γνωστή. Κατά τη ρωμαϊκή εποχή οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν κάποιο αλκαλικό συστατικό ή μαγιά σαν καταλύτη της διαδικασίας.

Η ζύμη ψηνόταν στο σπίτι σε υπερωσμένους φούρνους από άργιλο (ίπνος). Μια απλούστερη μέθοδος προέβλεπε την τοποθέτηση αναμμένων κάρβουνων στο έδαφος και την κάλυψη του σκεύους με καπάκι σε σχήμα θόλου (πνιγεύς). Όταν το έδαφος ήταν αρκετά ζεστό, τα κάρβουνα απομακρύνονταν και στη θέση τους τοποθετούνταν η ζύμη, η οποία καλυπτόταν και πάλι από το καπάκι. Κατόπιν τα κάρβουνα αποθέτονταν πάνω ή γύρω από το καπάκι για διατήρηση της θερμοκρασίας. Οι πέτρινοι φούρνοι έκαναν την εμφάνισή τους κατά τη ρωμαϊκή πια περίοδο. Ο Σόλων, ο Αθηναίος, νομοθέτης του 6ου αιώνα π.Χ., όρισε πως το ψωμί από σιτάρι έπρεπε να καταναλώνεται μόνο κατά τις εορταστικές ημέρες. Από την κλασική εποχή και έπειτα, και μόνο για εκείνους που είχαν τα οικονομικά μέσα, το εν λόγω ψωμί ήταν διαθέσιμο καθημερινά στα αρτοποιεία.

Το κριθάρι ήταν απλούστερο στην παραγωγή, μα αρκετά πιο δύσχρηστο στην παραγωγή ψωμιού. Το ψωμί που προκύπτει από το κριθάρι είναι θρεπτικό αλλά και βαρύτερο. Συνεπώς συνήθως ψηνόταν προτού αλεστεί για να προκύψει αλεύρι (άλφιτα), το οποίο χρησίμευε στην παραγωγή (τις περισσότερες φορές άνευ ψησίματος καθώς οι σπόροι ήταν ήδη ψημένοι) του βασικού πιάτου της ελληνικής κουζίνας, που ονομαζόταν μᾶζα.

Γενικά το σιταρένιο ψωμί λεγόταν “άρτος”, το κριθαρένιο “άλφιτον”, το προερχόμενο με ζύμη που ψηνόταν σε χαμηλούς κλιβάνους (είδος γάστρας) λεγόταν “ζυμίτης”, ενώ το προερχόμενο χωρίς ζύμη που ψηνόταν σε ανθρακιά λεγόταν “άζυμος” και ιδιαίτερα “σποδίτης”. Οτιδήποτε τρώγονταν με ψωμί (προσφάγιο) λεγόταν “όψον”. Ο άρτος ή το άλφιτο που τρώγονταν βουτηγμένο σε άκρατο οίνο (ανέρωτο) λεγόταν “ακράτισμα” και τρώγονταν κυρίως το πρωί, εξ ου και το πρωινό γεύμα λέγονταν ομοίως ακράτισμα.

Χαρακτηριστικά οι Ρωμαίοι αποκαλούσαν τους Έλληνες «κριθαροφάγους», ενώ στην κωμωδία «Ειρήνη» ο Αριστοφάνης χρησιμοποιεί την έκφραση «ἔσθειν

κριθὰς μόνας», που μεταφράζεται «το να ζει κανείς μονάχα με κριθάρι» ή κατά τη νεοελληνική έκφραση «τη βγάζω με νερό και ψωμί». Στις μέρες μας επιβιώνουν διάφορες συνταγές για την παρασκευή μάζας. Σερβιριζόταν ψημένη ή ωμή, με τη μορφή χυλού ή ζυμαρικών ή ακόμη και πίτας. Επίσης μπορούσε να νοστιμίσει με τυρί ή μέλι.

Το ψωμί στην αρχαία Ελλάδα, είναι η πλέον συνηθισμένη τροφή και είχε σημαντικό ρόλο τόσο στην καθημερινή τους διατροφή όσο και στη θρησκεία τους.

Έτσι, από κείμενα γνωρίζουμε ότι οι αρχαίοι Έλληνες προσέφεραν άρτους (τους θειαγόνους άρτους) στη θεά Δήμητρα (προστάτιδα της γεωργίας) κατά τη διάρκεια του εορτασμού των θεσμοφορίων. Η τελετή γινόταν στο ναό της θεάς στην Ελευσίνα και λεγόταν και Μεγαλάρτια.

Επίσης έχουμε και αναφορές για άρτους που προσφέρονταν στον Ασκληπιό. Οι άρτοι αυτοί είχαν πάνω τους σφραγίδα που έγραφε ΥΓΕΙΑ ή ΖΩΗ ή και τα δύο. Ο άρτος λεγόταν Υγεία και γινόταν από κριθάρι και προσφερόταν στον θεό για ίαση.

Η λέξη ψωμί προέρχεται από το ρήμα ψάω που σημαίνει τρίβω και από το ψωμίον που σημαίνει μπουκιά.

Αρχικά το ψωμί παρασκευαζόταν αποκλειστικά στα σπίτια. Η ανάπτυξη της τέχνης της αρτοποιίας όμως ήταν ταχύτατη. Έχουμε αναφορές για 72 διαφορετικά είδη ψωμιού ενώ τον 2<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα αρχίζουν να εμφανίζονται και οι πρώτοι μικροί φούρνοι και οργανωμένα αρτοποιεία.

Μεγάλη φήμη, (ανάλογη με των Ηπειρωτών), είχαν οι Φοίνικες, οι Λυδοί και οι Καππαδόκες.

«Πάρε στο σπίτι σου ένα Φοίνικα ή Λυδό  
που θα ξέρει αληθινά  
κάθε μέρα να σου φτιάχνει  
οποιανής λογής ψωμιά,  
όπως θα τον διατάξεις.»(Αθήναιος, Γ 77)

Καλή φήμη είχαν και οι Αθηναίοι φουρνάρηδες αλλά κυρίως για τα γλυκίσματα και τις πίτες τους.

«Τα πλασμένα όπως ξέρουν, χέρια αθηναϊκά»  
διαφήμιζε ο κωμικός ποιητής της μέσης Αττικής κωμωδίας Αντιφάνης  
(Αθήναιος, Γ 76).



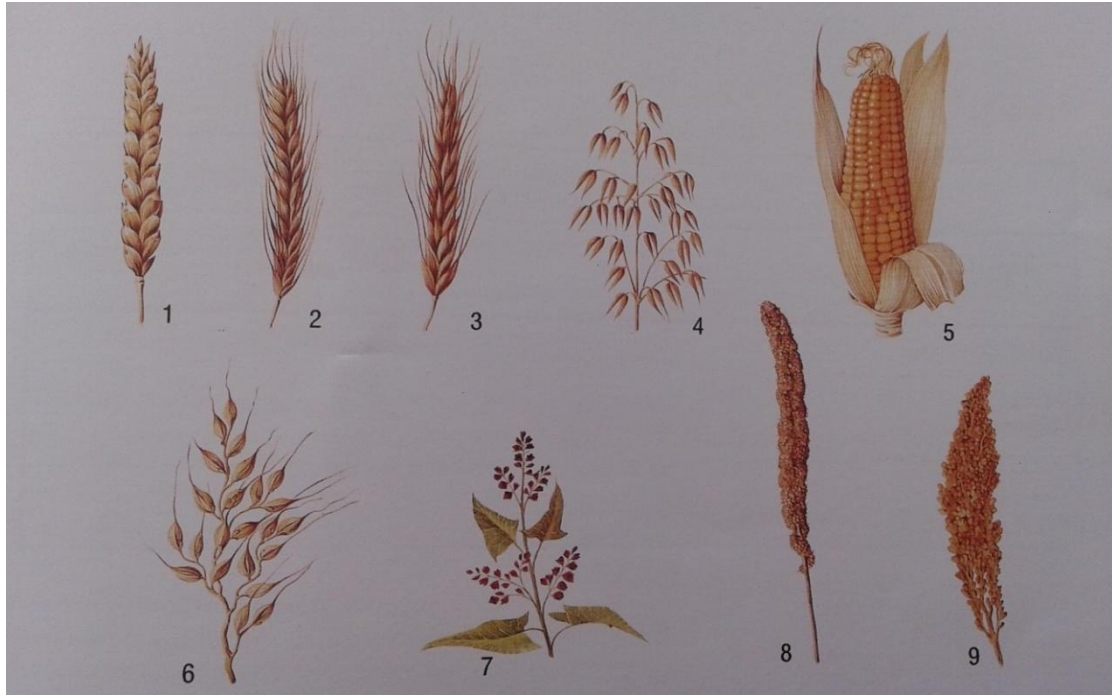
Από σημειώσεις του Ιπποκράτη (460 π.Χ.-377 π.Χ.) μαθαίνουμε ότι τότε υπήρχαν διάφορα είδη ψωμιού από σιταρένιο αλεύρι με προζύμι ή χωρίς, με πίτυρα, με μέλι, με τυρί, με λάδι, με σουσάμι κ.λπ. καθώς και από το έργο του “Δειπνοσοφισταί” του Αθηναίου.

Αθήναιος: 2ος μ.Χ. αι. Αρχαίος Έλληνας βιολόγος-γαστρονόμος-διαιτολόγος και ρήτορας. Κύριο έργο του ήταν το τριαντάτομο “Δειπνοσοφισταί”, στο οποίο περιγράφεται η ζωή, τα ήθη και τα έθιμα, η τέχνη και οι επιστημονικές γνώσεις των αρχαίων Ελλήνων.

## 1.2 Γενικά

Τα σιτηρά ή δημητριακά από βοτανικής άποψης είναι οι ώριμοι αποξηραμένοι καρποί ορισμένων καλλιεργούμενων φυτών, μελών της μονοκοτυλήδονης οικογένειας των αγροστωδών (*Gamineae*) (Δημόπουλος, 1987). Οι καρποί τους είναι ξηροί και περιέχουν ένα μόνο σπέρμα και συνήθως τους ονομάζουμε σπόρους, σπέρματα ή κόκκους. Οι καρποί αυτοί ανήκουν στον τύπο «καρύοψις». Καρύοψις είναι ο καρπός που περιέχει μόνο σπέρμα, παραμένει κλειστός κατά την ωρίμανση, το περικάρπιο συμφύεται με το περισπέρμιο και το ενδοσπέρμιο μαζί με το έμβρυο γεμίζουν εντελώς την κοιλότητα της ωοθήκης (Κεφάλας, 2009).

Τα κυριότερα σιτηρά είναι το σιτάρι, το καλαμπόκι, η βρώμη, το ρύζι, το κριθάρι, η σίκαλη, το κεχρί, και το σόργο (**Εικόνα 1**). Χρησιμοποιείται και η διασταύρωση σίτου και σίκαλης, το τριτικάλε. Το καθένα από τα παραπάνω αποτελεί ξεχωριστό γένος των αγροστωδών. Κάθε γένος υποδιαιρείται σε είδη και κάθε είδος σε ποικιλίες, π.χ. το σκληρό (*Triticum durum*) και το μαλακό (*Triticum aestivum* ή *Triticum vulgare*) σιτάρι είναι δύο είδη του αυτού γένους (Κεφάλας, 2009).



**Εικόνα 1:** 1) Σιτάρι, 2) Σίκαλη, 3) Κριθάρι, 4) Βρώμη, 5) Καλαμπόκι, 6) Ρύζι, 7) Μαυροσίταρο, 8) Κεχρί μακρύ, 9) Κεχρί κοντό (Κεφαλάς, 2009)

Το καλαμπόκι, το ρύζι και το σιτάρι καλύπτουν το 87% της παγκόσμιας παραγωγής δημητριακών. Τα δημητριακά ακόμα και σήμερα αποτελούν τη βάση της διατροφής των λαών. Οι δυτικές κοινωνίες παίρνουν περίπου το 25% των θερμίδων και των βασικών θρεπτικών συστατικών από τα δημητριακά, ενώ σε Ασία και Αφρική το ποσοστό ανέρχεται στο 70%. Οι βασικοί λόγοι που παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο στην διατροφή του ανθρώπου όπως θα δούμε και παρακάτω είναι ότι καλλιεργούνται εύκολα, είναι άφθονα, φτηνά, μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα και χρησιμοποιούνται σαν βάση για την παρασκευή μεγάλης ποικιλίας εύγευστων τροφίμων. Επίσης τα σιτηρά εκτός από την χρήση τους στην παρασκευή τροφίμων και ποτών χρησιμοποιούνται για πτηνοτροφές, ζωοτροφές καθώς και σε άλλες βιομηχανίες όπως υφαντουργία, χαρτοποιία κ.α. (Lorenzo *et al.*, 2009).

Όπως προαναφέρθηκε τα σιτηρά ή δημητριακά ανήκουν στην οικογένεια *Gamineae* η οποία υποδιαιρείται σε υποοικογένειες και φυλές (**Πίνακας 1**). Οι περισσότερες φυλές ανήκουν στις υποοικογένειες *Festucoideae* και *Panicoideae*. Υπάρχουν και άλλες τέσσερις υποοικογένειες (*Arundinoideae*, *Bambusoideae*, *Eragostideae* ή *Chloridoideae* και *Oryzoideae*) που όμως περιλαμβάνουν περιορισμένο αριθμό φυλών. Για λόγους ευκολίας οι φυλές που δεν περιλαμβάνονται στις δύο βασικές υποοικογένειες έχουν αποτελέσει μια ομάδα και χαρακτηρίζονται ως

«ενδιάμεσες». Η υποοικογένεια *Festucoideae* περιλαμβάνει είδη φυτών των εύκρατων κλιμάτων ενώ η υποοικογένεια *Panicoideae* περιλαμβάνει κυρίως φυτά των θερμών κλιμάτων.

**Πίνακας 1:** Οικογένεια *Gamineae*

<b>Οικογένεια <i>Gamineae</i></b>		
<b>Υποοικογένεια <i>Festucoideae</i> (εύκρατων χωρών)</b>	<b>Ενδιάμεσες Φυλές</b>	<b>Υποοικογένεια <i>Panicoideae</i> (θερμών χωρών)</b>
<b><u>Φυλές</u></b>	<b><u>Ενδιάμεσες Φυλές</u></b>	<b><u>Φυλές</u></b>
<i>Festuceae</i>	<i>Danthonieae</i>	<i>Paniceae</i> (κεχρί)
<i>Brachypodieae</i>	<i>Arundineae</i>	<i>Andropogoneae</i> (σόργο)
<i>Hordeae</i> (σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη)	<i>Chlorideae</i> (κεχρί: εν μέρει)	<i>Maydeae</i> (αραβόσιτος)
<i>Aveneae</i>	<i>Oryzeae</i> (ρύζι)	
<i>Phalarideae</i>	<i>Bambuseae</i>	
<i>Agostideae</i>		
<i>Nardeae</i>		

### 1.3 Σιτάρι

Το σιτάρι είναι το σπουδαιότερο από τα σιτηρά λόγω της ποικιλίας και της σπουδαιότητας των προϊόντων που παράγονται από αυτό (π.χ. ψωμί, είδη ζαχαροπλαστικής). Από το σιτάρι (γένος) είναι γνωστά 15 είδη από τα οποία μόνο τρία έχουν εμπορική σημασία:

α) Το μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum* ή *Triticum vulgare*) από τις ποικιλίες του οποίου λαμβάνεται το κοινό άσπρο αλεύρι αρτοποιίας. Έχει μαλακή δομή και σε τομή του κόκκου το ενδοσπέρμιο συνήθως είναι αλευρώδες. Ανάλογα με την ποικιλία το χρώμα του ακέραιου κόκκου μπορεί να έχει απόχρωση προς το άσπρο ή προς το κόκκινο (red). Οι αμερικάνικες Hard red ποικιλίες είναι περιζήτητες για την εξαιρετική αρτοποιητική ικανότητα των αλεύρων που παράγονται από αυτές. Στην

Ελλάδα τα σιτάρια αυτά χαρακτηρίζονται ως «ημίσκληρα» για να μη γίνεται σύγχυση με το «σκληρό» (*durum*) (Κεφαλάς, 2009).

β) Το σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) γνωστό διεθνώς ως «*durum*». Ανήκει στο γένος *Triticum* και είναι ένα μονοκοτυλήδοιο της οικογένειας *Gamineae*, της φυλής *Triticeae*, και της υποφυλής *Triticinae* (Fabriani *et. al*, 1988). Συγκαταλέγεται στα επονομαζόμενα χειμερινά σιτηρά και ανήκει στα αγρωστώδη (Βούτσιος, 2003). Από τις διάφορες ποικιλίες του λαμβάνονται σιμιγδάλια για την παρασκευή ζυμαρικών. Οι κόκκοι του είναι πολύ σκληροί και η τομή του ενδοσπερμίου υαλώδης. Χρησιμοποιούνται οι ποικιλίες των οποίων η απόχρωση των κόκκων είναι προς το άσπρο. Οι ποικιλίες με κόκκινη απόχρωση προορίζονται κυρίως για ζωοτροφές (Κεφαλάς, 2009).

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 αδύναμη γλουτένη. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν κατά το μάλλον ή ήττον να επιτευχθούν με κατάλληλους χειρισμούς στο αλεύρι από μαλακό σιτάρι και στη συνταγή του παρασκευάσματος, γι' αυτό η χρήση του είναι περιορισμένη. (Κεφαλάς, 2009).

#### **1.4 Καλαμπόκι**

Το καλαμπόκι (αραβόσιτος) είναι το δεύτερο σε σημασία σιτηρό λόγω του αραβοσιτέλαιου και του αμύλου που παράγονται βιομηχανικά από αυτό, της χρήσης του ως ζωοτροφής και της παραγωγής τροφίμων από το (χονδρόκοκκο) αλεύρι του. Στο καλαμπόκι έχουν σημασία οι ποικιλίες που δημιουργούνται τεχνητά συνήθως με διασταύρωση αλλά και με τη βοήθεια της γενετικής. Οι ποικιλίες αυτές, λόγω του τρόπου με τον οποίο δημιουργούνται, είναι υβρίδια. Τα απλά υβρίδια παράγονται με διασταύρωση καθαρών ποικιλιών που έχουν σταθεροποιηθεί με συνεχείς αυτογονιμοποιήσεις και προσεκτική επιλογή για αρκετές γενιές (5-8). Η επιλογή των καθαρών ποικιλιών που θα δώσουν τα υβρίδια, γίνεται με κριτήρια που αφορούν την προσαρμογή στις κλιματικές συνθήκες, την αντοχή στο πλάγιασμα, την αντίσταση στις ασθένειες, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και την απόδοση. Κάθε χρόνο πρέπει τα υβρίδια να αναπαράγονται από τις καθарές ποικιλίες από τις οποίες προέρχονται, γιατί εκφυλίζονται πολύ γρήγορα καθώς στο χωράφι διασταυρώνονται ανεξέλεγκτα.

Είναι χαρακτηριστικό ότι στο καλαμπόκι είναι δυνατόν να ποικίλει η αναλογία αμυλόζης – αμυλοπηκτικής σε αντίθεση με το σιτάρι όπου η αναλογία αυτή είναι σταθερή. Άλλη διαφορά από το σιτάρι είναι ότι μέσα στον ίδιο κόκκο βρίσκονται περιοχές υαλώδεις και περιοχές αλευρώδεις (Κεφαλάς, 2009).

### **1.5 Ρύζι**

Το ρύζι είναι το τρίτο σε σπουδαιότητα σιτηρό. Έρχεται πρώτο σε κατανάλωση στις χώρες της Ασίας. Μαζί με το κριθάρι και τη βρώμη ανήκει στα σιτηρά που τα προστατευτικά φύλλα του καρπού (λέπυρα) είναι κολλημένα επάνω του και δεν φεύγουν με το αλώνισμα. Στο ρύζι έχει σημασία το μέγεθος των κόκκων, γι' αυτό οι ποικιλίες ταξινομούνται σε μικρόκαρπες, μεσόκαρπες και μακρόκαρπες (Κεφαλάς, 2009).

### **1.6 Κριθάρι**

Ο κόκκος του κριθαριού έχει επάνω του κολλημένα τα λέπυρα, τα οποία αποχωρίζονται πολύ δύσκολα. Γι' αυτό δεν είναι συνηθισμένο το αλεύρι του κριθαριού, και η ευκολότερη χρήση του είναι ως ζωοτροφή. Επειδή όμως όταν φυτρώνει παράγει μεγάλες ποσότητες αμυλολυτικών ενζύμων που υδρολύουν το άμυλο σε ζυμώσιμα ζάχαρα, χρησιμοποιείται πολύ στις βιομηχανίες αλκοολικής ζύμωσης για παραγωγή μύρας και άλλων αλκοολούχων ποτών (Κεφαλάς, 2009).

### **1.7 Σίκαλη και Τριτικάλε**

Η σίκαλη και η διασταύρωσή της με το σιτάρι, το τριτικάλε, είναι τα μόνα σιτηρά εκτός από το σιτάρι από τα οποία είναι δυνατόν να γίνει έστω και λίγο διογκωμένο ψωμί. Από το σιτάρι, γίνεται πολύ καλό ψωμί, ενώ από τα υπόλοιπα σιτηρά δεν είναι δυνατόν να γίνει ψωμί που να διογκώνεται. Η σίκαλη είναι σιτηρό των ψυχρών κλιμάτων. Κινδυνεύει από τον μύκητα *Claviceps purpurea* ο οποίος παράγει την πολύ τοξική εργοτοξίνη που προκαλεί γάγγραινα. Η ασθένεια αυτή της σίκαλης ονομάζεται εργοτίαση (Κεφαλάς, 2009).

### **1.8 Βρώμη**

Στη βρώμη, όπως στο ρύζι και στο κριθάρι, τα λέπυρα είναι κολλημένα στον κόκκο. Χρησιμοποιείται κυρίως ως ζωοτροφή. Για ανθρώπινη χρήση είναι γνωστά τα φυλλίδια βρώμης που χρησιμοποιούνται σε διάφορα χυλώδη παρασκευάσματα. Στη

βρώμη υπάρχει μεγάλη δραστικότητα λιπολυτικών ενζύμων και τα λιπίδια της έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Κεφαλάς, 2009).

### **1.9 Σόργο και Κεχρί**

Χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές και πτηνοτροφές. Σε μερικές χώρες της Αφρικής παρασκευάζουν από αυτά επίπεδες πίτες που δεν διογκώνονται. Κανονικά οι πίτες αυτές θα έπρεπε να είναι σκληρές, αλλά επειδή είναι λεπτές και κατά το ψήσιμο εξατμίζεται απότομα το νερό που περιέχουν, δημιουργούνται ρήγματα που μειώνουν σημαντικά τη σκληρότητά τους (Κεφαλάς, 2009).

### **1.10 Σημασία των σιτηρών για τη διατροφή**

Τα σιτηρά αποτελούν τη σπουδαιότερη πηγή υδατανθράκων για τον άνθρωπο και πολύ σημαντική για τα ζώα και τα πουλερικά. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη περιεκτικότητά τους σε άμυλο (60-70%). Στο πεπτικό σύστημα το άμυλο υδρολύεται σε απλούστερα σάκχαρα που αποτελούν πολύ σημαντική πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Η υδρόλυση του αμύλου αξιοποιείται και σε βιομηχανική κλίμακα για να παραχθούν γλυκαντικές ύλες (γλυκόζη, φρουκτόζη) καθώς επίσης και αλκοολούχα ποτά (μπύρα, ουίσκι, σάκε).

Το δεύτερο σε αναλογία συστατικό των σιτηρών, η πρωτεΐνη, έχει εύλογα μεγάλη σημασία για τη διατροφή, υστερεί όμως από τις ζωικές πρωτεΐνες σε διατροφική αξία, γιατί περιέχει μικρότερα ποσοστά απαραίτητων αμινοξέων. Το ποσοστό της πρωτεΐνης κυμαίνεται μεταξύ 8% και 30% ανάλογα με το είδος και το γένος του σίτου και τις συνθήκες καλλιέργειάς του.

Εκτός από τα παραπάνω δύο κύρια συστατικά των σιτηρών (άμυλο και πρωτεΐνη) είναι και τα δευτερεύοντα συστατικά τους που έχουν μεγάλη σημασία. Για να γίνει αυτό κατανοητό, αρκεί να αναφερθεί ότι στα δευτερεύοντα συστατικά περιλαμβάνεται και το έλαιο των σιτηρών και ένα τέτοιο είναι το αραβοσιτέλαιο. Το έλαιο του σίτου, το σιτέλαιο, βρίσκει αξιοποίηση στη φαρμακευτική ως φορέας και διαλύτης της βιταμίνης E. Στην Ασία αξιοποιείται και το ρυζέλαιο. Μεγάλη σημασία έχουν οι βιταμίνες που βρίσκονται στα σιτηρά (κυρίως B, E, νιασίνη, φολικό οξύ). Επίσης σημασία έχει η κυτταρίνη, τόσο για τη διατροφή των φυτοφάγων ζώων (άχυρα, πίτυρα), όσο και για την καλή λειτουργία του ανθρώπινου πεπτικού συστήματος.

Η κυτταρίνη και οι βιταμίνες που υπάρχουν στα σιτηρά δεν περιέχονται στις ποσότητες που θα έπρεπε στα τρόφιμα που παράγονται από σιτηρά, γιατί αυτές βρίσκονται στο περικάλυμμα και στο φύτρο τα οποία συνήθως κατά την άλεση καταλήγουν στα υποπροϊόντα (πίτυρο, κτηνάλευρα, λέπυρα ρυζιού). Έτσι το λευκό αλεύρι και το αποφλοιωμένο ρύζι περιέχουν ελάχιστα ποσά βιταμινών και κυτταρίνης. Στο αλεύρι ολικής άλεσης περιέχονται τα παραπάνω συστατικά σε ποσοστά που για μερικά από αυτά πλησιάζουν τα ποσοστά με τα οποία βρίσκονται στον κόκκο. Επίσης το αλεύρι ολικής άλεσης προέρχεται σχεδόν από όλα τα μέρη του κόκκου. Το ρύζι που έχει υποστεί parboiling, ακόμα και αποφλοιωμένο (για την ακρίβεια αποπιτυρωμένο), περιέχει σημαντικό μέρος της βιταμίνης Β του περικαρπίου, διότι κατά τη διαβροχή των κόκκων, που αποτελεί το πρώτο στάδιο του parboiling, το νερό διέλυσε και μετέφερε συστατικά από τις στιβάδες του περικαλύμματος στο ενδοσπέρμιο. Εκτός από τα παραπάνω, τα σιτηρά έχουν και μερικά ακόμη πλεονεκτήματα που συντέλεσαν στη μεγάλη τους διάδοση. Αυτά είναι τα εξής:

α) Είναι εύκολη η καλλιέργειά τους.

β) Μπορούν να αποθηκευτούν σε συνθήκες περιβάλλοντος, χωρίς να αλλοιωθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, με ορισμένες μόνο προφυλάξεις ως προς τα ανώτατα όρια υγρασίας και θερμοκρασίας.

γ) Μπορούν να μεταφερθούν και να αποθηκευτούν χύμα.

δ) Μπορούν εύκολα να παρασκευαστούν από αυτά προϊόντα εύγεστα, εύπεπτα και φθηνά (Δημόπουλος, 1987).

Αν για διατροφικούς, τεχνολογικούς ή άλλους λόγους μας ενδιαφέρει η περιεκτικότητα κάποιου συστατικού των σιτηρών μπορούμε να την προσδιορίσουμε με κάποια από τις επίσημες μεθόδους ανάλυσης (είτε του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών είτε κάποιου διεθνούς οργανισμού, π.χ. AOAC, AACC, ICC) (Κεφαλάς, 2009).

### **1.11 Τρόποι Αποθήκευσης Σιτηρών**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ένα από τα πλεονεκτήματα των σιτηρών είναι η δυνατότητα μακρόχρονης αποθήκευσή τους, εφόσον τηρηθούν ορισμένες προϋποθέσεις.

Ένας πρόχειρος τρόπος αποθήκευσης, για μικρό χρονικό διάστημα είναι η δημιουργία σωρού. Λόγω του περίπου κωνικού σχήματος του σωρού το νερό της βροχής ρέει εξωτερικά χωρίς να εισέρχεται στο εσωτερικό του σωρού παρά μόνο σε βάθος μέχρι 5 cm από την επιφάνειά του. Για περισσότερη προστασία οι σωροί αυτοί σκεπάζονται με άχυρα δημιουργώντας τις γνωστές θημωνιές.

Οι εγκαταστάσεις της μόνιμης αποθήκευσης των σιτηρών πρέπει να παρέχουν προστασία από τις υψηλές θερμοκρασίες, από τις μεταβολές της θερμοκρασίας και από την υγρασία του περιβάλλοντος. Ο αρχαιότερος τρόπος μόνιμης αποθήκευσης ήταν σε κλειστούς υπόγειους χώρους. Τέτοιοι χώροι προστατεύουν τα σιτηρά από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, είτε ημερήσιες, είτε εποχιακές και εφόσον είναι ξηροί από την υγρασία. Λόγω της αναπνοής των φύτρων παράγεται CO<sub>2</sub> που, στον κλειστό χώρο, φθάνει σε συγκεντρώσεις στις οποίες έντομα και τρωκτικά δεν μπορούν να επιβιώσουν. Οι σύγχρονες αποθήκες είναι σιλό από μπετόν ή χάλυβα (τα μικρότερα και από ξύλο) με μηχανισμούς φόρτωσης, εκφόρτωσης και μεταφοράς από το ένα σιλό στο άλλο.

Τα σιλό μπορούν να είναι στενά και με μεγάλο ύψος, γιατί σημαντικό μέρος του βάρους των κόκκων συγκρατείται από τα πλευρικά τοιχώματα. Αυτό οφείλεται στην δυνατότητα των κόκκων να ρέουν και συνεπώς να συμπεριφέρονται εν μέρει ως υγρά και εν μέρει ως στερεά. Η πίεση στα τοιχώματα των σιλό είναι περίπου από 0,3 έως 0,6 της πίεσης που δέχεται ο πυθμένας. Ο πυθμένας έχει σχήμα ανεστραμμένου κώνου για να μπορεί να αδειάζει το σιλό χωρίς να μένει υλικό στις γωνίες. Όταν γεμίζει το σιλό από πάνω, οι βαρύτεροι κόκκοι πέφτουν πιο γρήγορα από τις ελαφρότερες ξένες ύλες και για το λόγο αυτό δημιουργείται μια ανομοιογένεια στο περιεχόμενο του σιλό. Όταν το σιλό αδειάζει από κάτω, πρώτα ρέουν οι κόκκοι που βρίσκονται ακριβώς πάνω από το άνοιγμα συμπαρασύροντας και τους κόκκους που βρίσκονται από πάνω τους κ.ο.κ. ώστε, προς την έξοδο του σιλό, μετακινείται μία στήλη κόκκων που διευρύνεται σε ύψος μέχρι την ελεύθερη επιφάνειά τους. Έτσι δημιουργείται ένας ανεστραμμένος κώνος από κόκκους που ρέουν, ο οποίος τροφοδοτείται από τους κόκκους της επιφάνειας που αδειάζουν πρώτοι. Αν πρόκειται για αλεσμένα σιτηρά (αλεύρι, σιμιγδάλι), επειδή έχουν την τάση να συσσωματώνονται, ο πυθμένας του σιλό έχει τη δυνατότητα να δονείται για διασπώνται τα συσσωματώματα.



Άλλος τρόπος αποθήκευσης των κόκκων και των αλεύρων των σιτηρών είναι τα σακιά. Αυτά αποθηκεύονται οπουδήποτε, αρκεί να μην υπάρχει υγρασία και υψηλή θερμοκρασία, και μεταφέρονται εύκολα αν πρόκειται για μικρές ποσότητες (50-5000 kg) χωρίς ειδικό εξοπλισμό. Απαιτούν όμως εργατικά χέρια.

Τα σιτηρά είναι άριστη τροφή για τα τρωκτικά, έντομα και μικροοργανισμούς. Με κατάλληλα στεγανή κατασκευή της αποθήκης μπορούν να αποκλειστούν τα τρωκτικά και τα έντομα, εφόσον το εισερχόμενο σιτηρό είναι απαλλαγμένο από αυτά (Κεφαλάς, 2009).

### **1.12 Υγρασία κατά την αποθήκευση**

Η υγρασία είναι ο σπουδαιότερος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την αποθήκευση των σιτηρών και των προϊόντων τους. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης η υγρασία στο αποθηκευμένο προϊόν πρέπει να μην ξεπερνά ορισμένες τιμές, λαμβάνοντας υπόψη και τη θερμοκρασία, για να μην συμβούν ανεπιθύμητες αλλοιώσεις και ανάπτυξη μυκήτων και μικροοργανισμών σ' αυτό. Για τους κόκκους των σιτηρών και τα άλευρα αυτών, λεπτόκοκκα (κυρίως άλευρα) ή χονδρόκοκκα (σιμιγδάλια) η ασφαλής υγρασία στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας είναι κάτω του 13%. Ειδικά για το ρύζι είναι λίγο χαμηλότερη (12%). Επιπρόσθετα για το σιτάρι είναι ανεκτή η υγρασία 14% για αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες (το χειμώνα, ή στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης) (Κεφαλάς, 2009).

### **1.13 Θερμοκρασία αποθήκευσης**

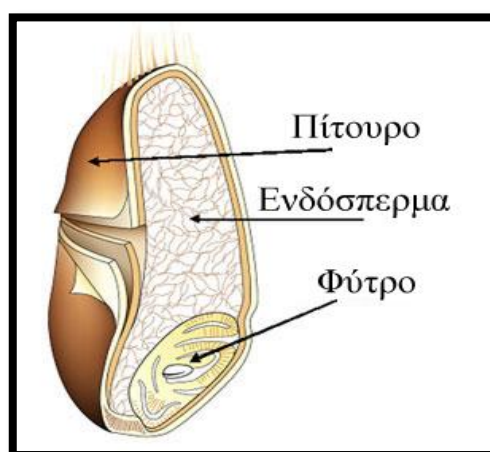
Ο επόμενος σημαντικός παράγοντας για την ασφαλή αποθήκευση των σιτηρών είναι η θερμοκρασία. Σε θερμοκρασίες κατώτερες των 17°C παρεμποδίζεται η αναπαραγωγή των εντόμων. Οι μικροβιολογικές προσβολές επίσης επηρεάζονται από τη θερμοκρασία. Σιτηρά αποθηκευμένα σε σιλό υφίστανται την επίδραση της μεταβολής της θερμοκρασίας των τοιχωμάτων τα οποία πάλι επηρεάζονται από τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στα μεταλλικά σιλό. Η θερμοκρασία των κόκκων παρακολουθείται με θερμομέτρα τοποθετημένα στα τοιχώματα. Οι κόκκοι από καιρό εις καιρό μεταφέρονται σε άλλο σιλό ή άλλη κυσέλη του ίδιου συγκροτήματος σιλό ώστε να «αεριστούν» και να μειωθεί έτσι η θερμοκρασία τους. Επιπλέον με τη μεταφορά οι θερμότεροι κόκκοι αναμειγνύονται

με ψυχρότερους και επέρχεται ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

Για παρόμοιους με τους παραπάνω λόγους επίπεδες αποθήκες που δεν είναι σιλό και περιέχουν σιτηρά χύμα ή προϊόντα τους (πίτυρα, άλευρα) σε σάκους πρέπει να αερίζονται. Ο αερισμός αυτός βοηθά στην απομάκρυνση τυχόν θερμότητας και υδρατμών που μπορούν να δημιουργηθούν τοπικά και να επηρεάσουν γειτονικές ποσότητες προϊόντος (Κεφαλάς, 2009).

### 1.14 Δομή των κόκκων των σιτηρών

Ο σκοπός των κόκκων των σιτηρών είναι να δώσουν νέα φυτά όταν βρεθούν στις κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας. Σε μια κάθετη τομή ενός κόκκου του σιταριού διακρίνουμε τρία βασικά μέρη: 1) το περικάλυμμα, 2) το φύτρο, 3) το ενδοσπέρμιο (**Εικόνα 2**). Κάθε κόκκος περιβάλλεται από το περικάλυμμα. Οι εξωτερικές στιβάδες του περικαλύμματος προστατεύουν τον κόκκο από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος, μέχρι αυτός να βρεθεί σε συνθήκες ευνοϊκές για τη βλάστηση. Μέσα στον κόκκο υπάρχει το έμβρυο του νέου φυτού και αποθηκευμένη έτοιμη τροφή για να τη χρησιμοποιήσει μέχρι να αναπτυχθεί αρκετά και να μπορεί να τραφεί μόνο του (Κεφαλάς, 2009).



**Εικόνα 2:** Τα τρία βασικά μέρη ενός κόκκου

#### 1.14.1 Περικάλυμμα

Εξωτερικά του κόκκου υπάρχει ένα περίβλημα που αποτελεί το 13% - 15% και δίνει κατά την άλεση το πίτυρο (Βαρζάκας, 2012). Σε τομές κόκκων παρατηρούμε ότι το περικάλυμμα αποτελείται από τρεις κύριες στιβάδες αρχίζοντας από έξω προς τα μέσα: το περικάρπιο, το επισπέρμιο και τη στιβάδα αλευρόνης. Η στιβάδα της

αλευρόνης αποτελείται από μεγάλα παχύτοιχα κύτταρα και διακρίνεται εύκολα στο μικροσκόπιο καθώς παρουσιάζει εικόνα οδοντοστοιχίας (Κεφαλάς, 2009).

#### **1.14.2 Φύτρο**

Το φύτρο ή έμβρυο καταλαμβάνει τη μία άκρη του κόκκου. Σε όλα τα σιτηρά, εκτός από το καλαμπόκι, καταλαμβάνει μικρό ποσοστό του κόκκου (π.χ. στο σιτάρι και στο κριθάρι είναι 1,5-3%). Στο καλαμπόκι έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες στις οποίες το φύτρο καλύπτει μέχρι και το 12% του κόκκου. Οι ποικιλίες αυτές χρησιμοποιούνται για τη παραλαβή από το φύτρο του αραβοσιτέλαιου.

Από το φύτρο θα προέλθει το νέο φυτό. Το φύτρο χωρίζεται από τον υπόλοιπο κόκκο με μια μεμβράνη, το ασπίδιο. Στο φύτρο και στο ασπίδιο είναι συγκεντρωμένα ένζυμα που θα χρειαστεί το νέο φυτό κατά την έναρξη της βλάστησης. Στο φύτρο περιέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό ελαίου του κόκκου καθώς και λιποδιαλυτές βιταμίνες (κυρίως βιταμίνη Ε).

Κατά την άλεση το φύτρο αποχωρίζεται από τον υπόλοιπο κόκκο. Το φύτρο του καλαμποκιού χρησιμοποιείται για την παραλαβή αραβοσιτέλαιου, ενώ τα φύτρα των άλλων δημητριακών τις περισσότερες φορές οδηγούνται μαζί με τα πίτυρα για ζωοτροφή. Αυτή η μη αξιοποίηση για ανθρώπινη κατανάλωση ενός πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά και βιταμίνες μέρους του κόκκου, οφείλεται στο ότι κατά τη διαδικασία της άλεσης σπάζουν οι κυτταρικές μεμβράνες του φύτρου. Όταν σπάσουν οι κυτταρικές μεμβράνες, διαχέονται το έλαιο και τα ένζυμα που το υδρολύουν ή το οξειδώνουν (Κεφαλάς, 2009).

#### **1.14.3 Ενδοσπέρμιο**

Το ενδοσπέρμιο είναι το εσωτερικό του κόκκου. Πιο συγκεκριμένα είναι το μέρος του κόκκου που βρίσκεται κάτω από τη στιβάδα της αλευρόνης, και περικλείεται από αυτήν και το ασπίδιο. Ορισμένοι βοτανολόγοι περιλαμβάνουν στο ενδοσπέρμιο και τη στιβάδα της αλευρόνης, έχει όμως επικρατήσει ο όρος ενδοσπέρμιο να αναφέρεται μόνο στο αμυλώδες ενδοσπέρμιο (*starchy endosperm*) χωρίς τη στιβάδα της αλευρόνης. Ο λόγος είναι ότι η στιβάδα αυτή κατά την άλεση πηγαίνει στο πίτυρο, ενώ όλο το αμυλώδες ενδοσπέρμιο στο αλεύρι ή το σιμιγδάλι.

Το ενδοσπέρμιο περιέχει το σύνολο του αμύλου του κόκκου, το οποίο αποτελεί και την κύρια αποθηκευμένη έτοιμη τροφή του φύτρου. Περιέχει επίσης πρωτεΐνη που και αυτή είναι αποθηκευμένη τροφή για το νέο φυτό, αλλά επιπλέον αποτελεί το

υλικό με το οποίο συνδέεται το άμυλο και σχηματίζεται η συνεκτική δομή του ενδοσπερμίου. Ένα πολύ μεγάλο κλάσμα (περίπου 85%) αυτής της πρωτεΐνης είναι η γλουτένη η οποία στο σιτάρι προσδίδει τις αρτοποιητικές του ικανότητες.

Τα υπόλοιπα συστατικά του ενδοσπερμίου βρίσκονται σε πολύ μικρά ποσοστά και τα κυριότερα είναι ανόργανα άλατα, λιπίδια, ένζυμα, πεντοζάνες και απλά ζάχαρα (Κεφαλάς, 2009).

### 1.15 Χημική σύσταση των σιτηρών

Τα σιτηρά περιέχουν: υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, ανόργανα άλατα, νερό καθώς και μικρές ποσότητες βιταμινών, ενζύμων και διάφορες άλλες ουσίες μεταξύ των οποίων μερικές πολύ σημαντικές για τη διατροφή μας. Οι υδατάνθρακες είναι το κύριο συστατικό με ποσοστό 75-87% σε ξηρή βάση. Ο βασικός υδατάνθρακας είναι το άμυλο, για το οποίο θα αναφερθούμε με λεπτομέρειες παρακάτω. Παράλληλα όμως υπάρχει και η κυτταρίνη που ανήκει στην κατηγορία των ακατέργαστων ινών ("*crude fibre*"). Οι ακατέργαστες ίνες αν και δεν έχουν καμία θρεπτική αξία για τον άνθρωπο, είναι εντελώς απαραίτητες στο διαιτολόγιο, καθώς βοηθούν στην καλή λειτουργία του εντέρου. Η πρωτεΐνη του σιταριού είναι η γλουτένη της οποίας η περιεχόμενη ποσότητα στο σιτάρι καθορίζει και την αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου που θα πάρουμε. (Martini and Herrera, 2000).

Το ρύζι έχει το μικρότερο πρωτεϊνικό περιεχόμενο. Το καλαμπόκι, η βρώμη και το κεχρί έχουν τα περισσότερα λιπίδια (περίπου 5%). Η βρώμη, το κριθάρι και το αναποφλοϊώτο ρύζι είναι τα πλουσιότερα σιτηρά σε ανόργανα συστατικά. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) δίνεται ενδεικτικά η χημική σύσταση των κύριων σιτηρών.

**Πίνακας 2:** Εκατοστιαία σύσταση των διαφόρων σιτηρών (επί ξηρού)

ΣΙΤΗΡΟ	ΑΜΥΛΟ	ΠΡΩΤΕΪΝΗ	ΕΛΑΙΟ	ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΑΛΑΤΑ
Σιτάρι	78	12	2,5	2,5	1,8
Καλαμπόκι	81	10,8	4,7	2,2	1,6
Ρύζι (λευκό)	89	9,5	0,5	0,3	0,6
Σίκαλη	79,7	13,8	1,4	2,6	2,2
Βρώμη (αποφλοιωμένο)	74,6	14,9	7	1,6	2,1
Κριθάρι (αποφλοιωμένο)	87,8	9,7	1,1	0,9	1,3
Σόργο	97,7	12,4	3,6	2,7	1,7
Κεχρί	77,9	13,6	5,4	1,3	1,8

Η χημική σύσταση των σιτηρών μεταβάλλεται κατά τις διάφορες επεξεργασίες τους από διάφορες αιτίες, κυρίως μηχανικές, και ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας και άλεσης που υφίσταται ο κόκκος, απομακρύνονται τα διάφορα θρεπτικά του συστατικά (Lurano, 2003).

### **1.16 Άλεση σιταριού**

Η τεχνολογική πρόκληση του αποτελεσματικού διαχωρισμού των τριών κύριων μερών του καρπού του σίτου (ενδοσπέρμιο, φύτρο και πίτυρο) είναι αρκετά περίπλοκη λόγω του σχήματος του πυρήνα και του στρώματος αλευρόνης (η αλευρόνη θεωρείται βοτανικά ως ενδοσπέρμιο, αλλά είναι δύσκολο να διαχωριστεί από το πίτυρο). Πρωταρχικός σκοπός της άλεσης, είναι ο διαχωρισμός των κύριων τμημάτων του καρπού του σιτηρού. Το εξωτερικό τμήμα του σπόρου, συμπεριλαμβανομένων του φύτρου και του στρώματος αλευρόνης, απομακρύνονται. Αυτό δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί, δεδομένου ότι ο αύλακας του σπόρου και η ανισότητα μεγέθους των κυττάρων της αλευρόνης στα σιτηρά δε διευκολύνουν την απλή αποφλοιώση. Γι' αυτό πρέπει να γίνει προσεκτική θραύση του σπόρου, τα επιμέρους τμήματα να διαχωριστούν και να ταξινομηθούν κατά μέγεθος και μόνο τότε να διασπαστούν περαιτέρω (Belitz *et al.*, 2004).

Το πρώτο στάδιο της άλεσης είναι ο καθαρισμός των σπόρων από τυχόν ακαθαρσίες, όπως σπόροι ζιζανίων, γαιώδεις προσμίξεις, σκόνη κλπ., και βασίζεται στο μέγεθος του κόκκου των σιτηρών και το ειδικό βάρος. Ο καθαρός σπόρος στη συνέχεια οδηγείται στη διαδικασία του «κοντισιοναρίσματος». Η διεργασία αυτή περιλαμβάνει εμποτισμό των σπόρων σε νερό, η οποία ακολουθείται από μία περίοδο θέρμανσής του (σε θερμοκρασία έως 65 °C), επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο στο νερό να εισέλθει στους σπόρους του σιτηρού. Το «κοντισιονάρισμα», συμβάλλει στον αποτελεσματικότερο διαχωρισμό του πιτύρου από το ενδοσπέρμιο. Πιο συγκεκριμένα, το πίτυρο γίνεται πολύ σκληρό, αποτρέποντας με αυτό τον τρόπο την άλεσή του, και άρα την ύπαρξή του στο λευκό αλεύρι. Παράλληλα, η σκληρότητα του ενδοσπερμίου μειώνεται και ευνοείται η άλεσή του. Η επίτευξη του βέλτιστου επιπέδου υγρασίας για την άλεση είναι κρίσιμο σημείο. Από τη μια πλευρά, η πολύ μεγάλη υγρασία μειώνει την απόδοση θερμικής κατεργασίας του αλεύρου, καθώς είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί πλήρης διαχωρισμός του πιτύρου από το ενδοσπέρμιο, και επίσης μειώνεται η αποτελεσματικότητα του κοσκινίσματος. Ωστόσο, το μικρό επίπεδο υγρασίας κατά το «κοντισιονάρισμα» οδηγεί σε άλεση και

του πιτύρου, το οποίο θα «επιμολύνει» το αλεύρι. Η βέλτιστη υγρασία εξαρτάται επίσης και από τον τύπο του σιταριού, καθώς το μαλακό σιτάρι απαιτεί χαμηλότερη υγρασία σε σχέση με το σκληρό. Σε επόμενο στάδιο, οι κόκκοι περνούν από τους κυλίνδρους άλεσης. Οι σύγχρονοι κύλινδροι άλεσης είναι σιδερένιοι κύλινδροι (iron rollers), ενώ παλαιότερα χρησιμοποιούνταν οι μυλόπετρες (ginding stones). Μετά από κάθε πέρασμα ελαττώνεται το μέγεθος των σωματιδίων μέσω πίεσης και διατμητικών δυνάμεων και ακολουθεί διαχωρισμός του αλεύρου ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων με τη χρήση κόσκινων. Οι κύλινδροι ρυθμίζονται ανάλογα με το προϊόν που πρόκειται να παραχθεί. Οι παράγοντες που μπορούν να ρυθμιστούν είναι το μέγεθος των κυλίνδρων, οι αύλακες που φέρουν στην επιφάνεια, η ταχύτητα περιστροφής τους και το διάκενο μεταξύ του ζεύγους των κυλίνδρων που κινούνται σε αντίθετη φορά με διαφορετικές ταχύτητες (Dexter & Sarkar, 2004, Posner & Hibbs, 2005).

Ο τελικός διαχωρισμός των προϊόντων άλεσης γίνεται με βάση το μέγεθος ή τη διάμετρο των σωματιδίων. Τα άλευρα που έχουν διαχωριστεί με διαφορετικό τρόπο, διαφοροποιούνται σημαντικά στην ποιότητα αρτοποιήσης. Σε αυτή τη διαφοροποίηση συμβάλλει και η καλλιεργούμενη ποικιλία. Επιπλέον, η ποιότητα εξαρτάται από το εάν η άλεση προέρχεται από το εσωτερικό ή το εξωτερικό τμήμα του ενδοσπερμίου. Η χημική σύσταση των αλεύρων εξαρτάται από το βαθμό άλεσης. Με αύξηση του βαθμού άλεσης ελαττώνεται το ποσοστό του αμύλου και αυξάνονται τα συστατικά που υπάρχουν στον φλοιό (ανόργανα συστατικά, αδιάλυτες ίνες, βιταμίνες) (Belitz *et al.*, 2004).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Άλευρα

### 2.1 Αλεύρι

Το αλεύρι είναι μια λεπτή σκόνη που γίνεται από τα δημητριακά ή άλλα αμυλούχα φυτά. Χρησιμοποιείται ως συστατικό σε πολλά τρόφιμα. Συνηθέστερα παράγεται από το σιτάρι, αλλά και το καλαμπόκι, τη σίκαλη, το κριθάρι, και το ρύζι (Κεφαλάς, 2009).

Ως «άλυρο σίτου» ή απλώς «άλυρο» ορίζεται αποκλειστικά και μόνο το προϊόν της άλεσης υγιούς σίτου, βιομηχανικά καθαρισμένου από κάθε ανόργανη ή οργανική ουσία (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009).

Οποιοδήποτε άλυρο, το οποίο προέρχεται από άλλο δημητριακό πέραν του σίτου κατατάσσεται στην κατηγορία «Λοιπά άλευρα δημητριακών» και ορίζεται από το άρθρο 109, του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών ως εξής: « Ως «λοιπά άλευρα δημητριακών» νοούνται τα προϊόντα που λαμβάνονται από την άλεση υγιών σπερμάτων, των δημητριακών εκτός του σίτου, που έχουν καθαριστεί βιομηχανικά από κάθε ξένη ουσία. Τα άλευρα δημητριακών που διατίθενται στην κατανάλωση πρέπει στη συσκευασία τους να φέρουν επιγραφή, με ευκρινή κεφαλαία γράμματα, που να δηλώνει σαφώς το είδος του δημητριακού από το οποίο παρήχθησαν π.χ. «ΑΛΕΥΡΟ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ» ή «ΡΥΖΑΛΕΥΡΟ» κ.λπ. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση φανταστικών ή παραπλανητικών επωνυμιών (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009).

Το αλεύρι είναι το κύριο συστατικό του ψωμιού, το οποίο είναι βασικό τρόφιμο σε πολλές χώρες, και επομένως η διαθεσιμότητα και επάρκεια του αλευριού είναι συχνά ένα σημαντικό οικονομικό και πολιτικό ζήτημα. Το αλεύρι μπορεί επίσης να παραχθεί από τα όσπρια, όπως και τη σόγια, τα φιστίκια, τα αμύγδαλα και καρπούς δέντρων (Lorenz & Kulp, 1991).

Σπουδαιότητα έχουν κυρίως τα καλούμενα άλευρα της αρτοποιίας, δηλαδή τα άλευρα σιταριού και σίκαλης, γιατί μόνο αυτά δίνουν ψωμί πορώδες και εύγευστο. Το αλεύρι ανήκει στις πρώτες ύλες, οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή, καθώς το ψωμί συγκαταλέγεται ανάμεσα στα πιο σημαντικά παράγωγά του (Lorenz & Kulp, 1991).

Από τεχνολογική άποψη ο μετασχηματισμός του σιταριού σε ψωμί περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια: άλεση σιταριού και παραγωγή αλεύρου, ανακάτεμα και ζύμωμα αλεύρου, νερού, αλατιού και μαγιάς, ωρίμανση ζυμαριού και

ανάπτυξη ιδιοτήτων μαγιάς, και τελικά τη διαδικασία αρτοποιήσης. Το ενδιαφέρον στην όλη διαδικασία είναι, ότι το αλεύρι και το ψωμί δεν διαφέρουν σημαντικά ως προς τη χημική τους σύσταση, με εξαίρεση το περιεχόμενό τους σε νερό. Η κύρια διαφορά τους έγκειται στη δομή τους (Matz, 1989).

Το αλεύρι είναι το βασικό συστατικό της ζύμης. Η πρωτεΐνη στο αλεύρι έχει την ιδιότητα όταν ενυδατώνεται να δίνει συνεκτική και ελαστική μάζα. Η μοναδική αυτή ιδιότητα της πρωτεΐνης του αλεύρου, να αποδίδει δηλαδή στο ζυμάρι συνεκτικότητα και ελαστικότητα αποδίδεται στη γλουτένη, η οποία είναι και η κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη του αλεύρου (Κεφαλάς, 2003).

Η εκτατότητα της γλουτένης καθώς και το ποσοστό της σχηματιζόμενης γλουτένης καθορίζουν εάν το προϊόν θα είναι εύθρυπτο, με μια τάση να είναι συνεκτικό και σκληρό ή αν θα είναι μαλακό και αφράτο. Όταν η ζύμη κατεργάζεται και ψήνεται, η γλουτένη μετουσιώνεται λόγω της θερμοκρασίας, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση της συνεκτικότητας (Shuey, 1975).

Άλευρα με υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης αποδίδουν περισσότερη γλουτένη με αποτέλεσμα να παράγουν ζύμη μεγαλύτερης συνεκτικότητας σε αντίθεση με άλευρα χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη ή απλά άλευρα που δεν μπορούν να διατηρήσουν το σχήμα τους (Macrae *et al.* 1993).

## 2.2 Τύποι Αλεύρων

Ο όρος 'τύπος αλεύρου' εκφράζει το ποσοστό του καθαρισμένου και πλυμένου σιταριού, το οποίο μετατρέπεται σε αλεύρι κατά τη διαδικασία της άλεσης. Συνήθως εκφράζεται ως επί τοις % ποσοστό του αλεύρου, είτε της πρώτης ύλης, είτε των τελικών προϊόντων. Έτσι ανάλογα με το βαθμό άλεσης έχουμε και τον τύπο κάθε αλεύρου (Βαρζάκας, 2012).

Οι τύποι αλεύρου που σύμφωνα με τον ΚΤΠ (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών) επιτρέπεται να παραχθούν είναι:

- 1) Τύπου 70%
- 2) Τύπου 85%
- 3) Τύπου 90%
- 4) Κατηγορίας Π
- 5) Κατηγορίας Μ
- 6) Κατηγορίας Κ
- 7) Ολικής άλεσης



## 2.3 Χημική σύσταση αλεύρων

Η χημική σύσταση του αλεύρου καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τις τεχνολογικές ιδιότητες και τη θρεπτική του αξία. Η αναλογία των συστατικών εξαρτάται από τη χημική σύσταση του καρπού, το βαθμό άλεσης και τη διαδικασία άλεσης. Έτσι η χημική σύσταση των διάφορων κατηγοριών αλεύρου που προέρχεται από το ίδιο σιτάρι, διαφέρει. Αυτό συμβαίνει γιατί διαφορετικά ποσά τμημάτων του καρπού, που διαφέρουν σημαντικά ως προς τη χημική τους σύσταση, εισέρχονται στα άλευρα κατά τη διάρκεια της άλεσης (Βαρζάκας, 2012). Τα κύρια συστατικά του αλεύρου είναι:

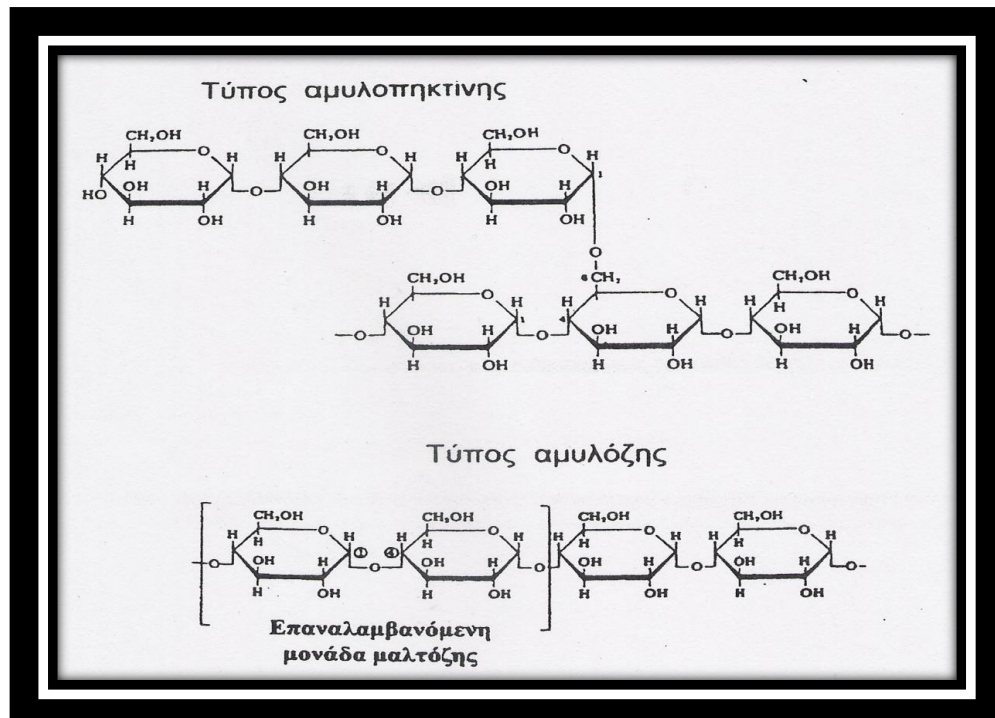
### 2.3.1 Υδατάνθρακες

Το άλευρο του σιταριού αποτελείται κυρίως από υδατάνθρακες (σάκχαρα) (Βαρζάκας, 2012). Το μεγαλύτερο ποσοστό ανάμεσα στους υδατάνθρακες καταλαμβάνει το άμυλο (70%), καθώς και διάφορα διαλυτά σάκχαρα, κυτταρίνη και πεντοζάνες. Σε γενικές γραμμές δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του αλεύρου, επηρεάζουν όμως το σχηματισμό της κόρας του ψωμιού, τη διόγκωση, την δέσμευση του νερού και το μαγιάτεμα του ψωμιού λόγω της αναδιάταξης του αμύλου (Δημόπουλος, 1987).

Τα κυριότερα σάκχαρα αναλυτικότερα είναι:

1) Άμυλο. Το άμυλο είναι το κύριο σάκχαρο του σιταριού και του αλεύρου (Δημόπουλος, 1987). Στο αλεύρι αποτελεί το κύριο συστατικό με ποσοστό 76-80%. Αποτελείται από δύο είδη κόκκων, τους μικροσφαιρικούς και τους μεγαλύτερους στενόμακρους. Και τα δύο είδη είναι αποτελούνται από αμυλόζη, αμυλοπηκτίνη, πολυμερή και τα δύο της D- γλυκόζης (Βαρζάκας, 2012). Το περιεχόμενο της αμυλόζης είναι περίπου 25% ενώ της αμυλοπηκτίνης είναι περίπου 75% (Δημόπουλος, 1987). Το άμυλο αν και είναι το κυριότερο συστατικό των αλεύρων δεν παίζει αποφασιστικό ρόλο στην ποιότητα και στις λειτουργικές ιδιότητες αυτών.

Το άμυλο αποτελείται από δύο συστατικά, την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη (Εικόνα 3).



**Εικόνα 3:** Πολυμερή αμύλου (Κεφαλάς, 2009)

Η αμυλόζη είναι γραμμικό πολυμερές της γλυκόζης. Τα μόρια της γλυκόζης ενώνονται μεταξύ τους με  $\alpha$ -1,4 γλυκοζιτικούς δεσμούς σε μια μακριά αλυσίδα χωρίς διακλαδώσεις.

Η αμυλοπηκτική είναι και αυτή πολυμερές της γλυκόζης. Τα μόρια της γλυκόζης στην αμυλοπηκτική σχηματίζουν διακλαδισμένη αλυσίδα, η οποία παίρνει σχήμα δέντρου. Στα ευθύγραμμα τμήματα της αλυσίδας, τα μόρια της γλυκόζης ενώνονται μεταξύ τους με  $\alpha$ -1,4 γλυκοζιτικούς δεσμούς, ενώ στα σημεία των διακλαδώσεων υπάρχουν επιπλέον και  $\alpha$ -1,6 γλυκοζιτικοί δεσμοί. (Κεφαλάς, 2009).

2) Κυτταρίνη. Είναι το κύριο συστατικό του φύτρου στον κόκκο του σιταριού, η οποία όμως απομακρύνεται κατά την άλεση.

3) Πεντοζάνες. Είναι πολυσακχαρίτες που περιέχουν πεντόζες, αραβινόζη, ξυλόζη και γλυκοπρωτεΐνες. Υπάγονται στις ημικυτταρίνες και αποτελούν το 2-3% του λευκού αλευριού. Υπάρχουν δύο είδη πεντοζανών, οι διαλυτές στο νερό και οι αδιάλυτες στο νερό. Οι διαλυτές είναι μικρού μοριακού βάρους και παίζουν σημαντικό ρόλο στις ρεολογικές ιδιότητες στην αρτομάζα.

4) Δεξτρίνες και απλά σάκχαρα. Η μαλτόζη αποτελεί το κυριότερο σάκχαρο ενώ σε μικρότερο ποσοστό υπάρχουν η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη (Βαρζάκας, 2012).

### 2.3.2 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες του αλεύρου και κυρίως το κλάσμα που αποτελεί τη γλουτένη, είναι το πιο σημαντικό λειτουργικό συστατικό που σχετίζεται με το σχηματισμό του ζυμαριού και τη διόγκωσή του κατά τη ζύμωση. Το ποσοστό της πρωτεΐνης των αλεύρων κυμαίνεται από 8 έως 16% και εξαρτάται από τον τύπο του αλεύρου. Το ποσοστό είναι μεγαλύτερο στα άλευρα ολικής άλεσης σε σύγκριση με τα λευκά άλευρα. Επίσης ανάλογα με την προέλευση του αλεύρου (από το κέντρο των κόκκων ή τα εξωτερικά στρώματα), έχουμε διαφορετική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (Βαρζάκας, 2012).

Οι πρωτεΐνες των αλεύρων χωρίζονται σε διαλυτές (αλβουμίνες και γλοβουλίνες) και σε αδιάλυτες (γλιαδίνες σε ποσοστό 70% και γλουτενίνες σε ποσοστό 30% που μαζί ονομάζονται γλουτένη) (Βαρζάκας, 2012). Η γλοιαδίνη και η γλουτενίνη περιλαμβάνουν περίπου το 80% της πρωτεΐνης που περιέχεται σε σπόρους σίτου (Zaidel *et al.*, 2007).

Γλουτένη ονομάζεται η υγρή, πλαστική και ελαστική μάζα που μένει στο χέρι μας ή στη κατάλληλη συσκευή μετά από ξέπλυμα και συνεχής μάλαξη ενός ζυμαριού κάτω από το τρεχούμενο νερό βρύσης. Κατά την έκπλυση φεύγει το άμυλο, το πίτυρο και ένα μικρό μέρος υδατοδιαλυτό της ολικής πρωτεΐνης (Βαρζάκας, 2012).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η γλουτένη είναι μια πηγή πρωτεΐνης, τόσο στα τρόφιμα που παρασκευάζονται άμεσα από τις πηγές που το περιέχουν, όσο και ως πρόσθετο σε τρόφιμα με χαμηλή πρωτεΐνη (Zaidel *et al.*, 2007). Επίσης, η γλουτένη είναι αδιάλυτη στο νερό, έχει όμως την ικανότητα να απορροφά νερό στο διπλάσιο του βάρους της και να διογκώνεται δημιουργώντας το σκελετικό πλέγμα στα ζυμάρια, συνδέοντας τα συστατικά του ζυμαριού μεταξύ τους μαζί με την προσθήκη των παραγόμενων αερίων (Masci *et al.*, 1995). Η αρτοποιητική ικανότητα των σιτάλευρων καθορίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την ποσότητα και την ποιότητα των πρωτεϊνών του και κυρίως από τη γλουτένη (Caballero *et al.*, 2006).

Ειδικότερα όσον αφορά την πρωτεΐνη ενδιαφέρει η ποσότητα και η ποιότητα της γλουτένης. Οι ιδιότητες της γλουτένης, με βάση τις οποίες χαρακτηρίζεται η ποιότητά της, καθώς και το ποσοστό αυτής στο αλεύρι έχουν άμεση σχέση με τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού που θα προκύψει. Οι ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού επηρεάζουν τη συμπεριφορά του κατά την αρτοποιητική διαδικασία και αυτές οι ιδιότητες είναι δυνατόν να μελετηθούν με ειδικά όργανα που είναι ο φαρινογράφος και δύο τύποι εξτενσιογράφου (εξτενσιογράφος Brabender και

αλβεογράφος Chorin). Επίσης γίνονται και κάποιες άλλες αναλύσεις όπως ο προσδιορισμός υγρής γλουτένης από την οποία υπολογίζεται και η ποιότητα της γλουτένης (δείκτης γλουτένης – gluten index), καθώς και το τεστ τιμής καθίζησης (zeleny test) το οποίο δείχνει, την ικανότητα ενυδάτωσης της γλουτένης (Κεφαλάς, 2003).

Οι αλβουμίνες αποτελούνται από 11 πρωτεΐνες η περιεκτικότητα των οποίων κυμαίνεται από 6-12% της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε τρυπτοφάνη ενώ επιδρά θετικά στην αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου λόγω των πεντοζανών που περιέχουν.

Οι γλοβουλίνες αντιπροσωπεύουν το 5-12% των πρωτεϊνών του αλεύρου. Χαρακτηρίζονται από χαμηλή περιεκτικότητα σε τρυπτοφάνη και υψηλή σε αργινίνη χωρίς όμως να συνεισφέρουν στην αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου (Βαρζάκας, 2012).

### 2.3.3 Ένζυμα

Τα σημαντικότερα ένζυμα που συναντάμε στα άλευρα είναι:

- 1) Αμυλολυτικά ένζυμα (αμυλάσες α, β)
- 2) Πρωτεολυτικά ένζυμα (πρωτεάσες)
- 3) Λιπολυτικά ένζυμα (λιπάσες)
- 4) Οξειδάσες
- 5) Πρωτεϊνάσες

Παρόλο που η ποσότητά τους κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα έχουν σημαντικό ρόλο στις ιδιότητες των αλεύρων και των προϊόντων τους, καθώς και στη διεξαγωγή χημικών αντιδράσεων (Κριτσαντώνης, 2006). Η α- αμυλάση παράγει δεξτρίνες που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων της αρτομάζας στην αρτοποιία.

Οι λιπάσες σπάνε τους εστεροδεσμούς στα γλυκερίδια ελευθερώνοντας λιπαρά οξέα ενώ από τις οξειδάσες, η λιποξειδάση, καταλύει την υπεροξειδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων (Βαρζάκας, 2012).

### **2.3.4 Λιπίδια**

Τα λιπίδια αποτελούν το 1-2% του ενδοσπέρματος. Βρίσκονται είτε ως «ελεύθερα» λιπίδια που εκχυλίζονται εύκολα με πετρελαϊκό αιθέρα, είτε «συζευγμένα» με άμυλο ή πρωτεΐνες που απαιτούν πολικά συστήματα διαλυτών όπως μείγματα χλωροφθορίου/ μεθανόλης/ νερού (Βαρζάκας, 2012).

Τα σκουρόχρωμα άλευρα περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα λιπαρών σε σχέση με τα λευκά άλευρα. Λόγω της διακύμανσης της περιεκτικότητας των αλεύρων σε λιπαρά, δεν υπάρχει ιδιαίτερη επίδραση στις αρτοποιητικές ικανότητες τους. Είναι γεγονός όμως ότι επιδρούν θετικά ως προς την ελαστικότητα της γλουτένης (Κριτσαντώνης, 2006).

### **2.3.5 Βιταμίνες και ανόργανα άλατα**

Το σιτάρι είναι πλούσιο σε βιταμίνες E και B. Περιέχει ικανοποιητικό αριθμό βιταμινών κυρίως στο φύτρο και πίτυρο του καρπού. Για αυτό και όσο πιο λευκό είναι το αλεύρι τόσο πιο φτωχό σε βιταμίνες (Κριτσαντώνης, 2006).

Η συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών στο αλεύρι είναι χαμηλή. Τα κυριότερα στοιχεία είναι P, K, MG, CA και σε ίχνη βρίσκουμε FE, AL, S. Τα ανόργανα συστατικά τα βρίσκουμε κυρίως στο πίτυρο. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε τέφρα αποτελεί δείκτη του τύπου και του βαθμού άλεσής του. Αυξάνοντας ο βαθμός άλεσης αυξάνει και το ποσοστό της τέφρας καθώς και το ποσοστό των βιταμινών και ανόργανων αλάτων (Βαρζάκας, 2012).

## **2.4 Αρτοποιήση**

Η αρτοποιήση είναι μια τέχνη που υπάρχει εδώ και χιλιάδες χρόνια, η εξέλιξη της οποίας έχει προχωρήσει μέσα από πολλές δοκιμές. Ένα ευρύ φάσμα προϊόντων έχει αναπτυχθεί ανά τον κόσμο. Ο εκσυγχρονισμός της αρτοποιίας είναι προϊόν των τελευταίων 50 χρόνων, στα οποία υπάρχει και μία τάση για μείωση της χρήσης χημικών και προσθέτων που χρησιμοποιούνταν για να προσδώσουν επιθυμητές ιδιότητες στα αρτοσκευάσματα. Αυτή η τάση έχει δημιουργήσει ένα μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων των συστατικών και των μεθόδων επεξεργασίας των αρτοσκευασμάτων. Η κατανόηση αυτή οδηγεί όλο και σε περισσότερες αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία (Owens, 2001).

Βασικός σκοπός της αρτοποιήσης είναι να μεταβάλλει το αλεύρι σε φαγώσιμη, εύπεπτη και ελκυστική μορφή, που είναι το ψωμί (Κριτσαντώνης, 2006). Η

αρτοποιητική αξία ενός αλεύρου είναι εκείνη που καθορίζει τις τεχνολογικές του ιδιότητες. Επιπλέον, αντιπροσωπεύει τις ικανότητές του να δώσει ένα ωραίο και νόστιμο ψωμί κάτω από άριστες συνθήκες εργασίας και απόδοσης και δεν μπορεί να καθοριστεί παρά μόνο με τη δοκιμή αρτοποιήσης. Ωστόσο, εξαρτάται από δύο παράγοντες οι οποίοι έμμεσα μας επιτρέπουν να την αξιολογήσουμε:

- 1) Η αρτοποιητική δύναμη του αλεύρου, η οποία σχετίζεται με τον πλούτο και την ποιότητα των πρωτεϊνών και της γλουτένης που απορρέουν.
- 2) Οι ζυμωτικές ικανότητες του ζυμαριού που εξαρτώνται κυρίως από τη διαστασική του δύναμη και τον πλούτο του σε σάκχαρα (Παπαεμμανουήλ, 2006).

Ως "αρτοσκευάσματα" νοούνται τα προϊόντα τα οποία παρασκευάζονται κατά ανάλογο τρόπο με τον άρτο με απλό ή διπλό κλιβανισμό, διαφέρουν όμως από αυτόν προς την μακροσκοπική υφή και τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες. Εκτός από τις πρώτες ύλες που επιτρέπονται για την παρασκευή του άρτου, για την παρασκευή των αρτοσκευασμάτων, επιτρέπεται η χρήση και άλλων πρώτων υλών από τις επιτρεπόμενες από τον παρόντα Κώδικα, όπως γάλα και τα από αυτό προϊόντα, αυγά, φυσικές γλυκαντικές ύλες, γλεύκος, λιπαρές ύλες, αρτυματικές ύλες κ.λπ. (Κ.Τ.Π., 2009).

## **2.5 Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων**

Η ποιότητα κάθε τροφίμου είναι συνάρτηση των ποσοτικών, των αφανών και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Στη διαμόρφωση των ποιοτικών αυτών χαρακτηριστικών συμμετέχουν πολλοί παράγοντες και πρωταρχικά φυτοτεχνικοί και ζωοτεχνικοί που ρυθμίζουν τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των παραγόμενων γεωργοκτηνοτροφικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες σε βιομηχανίες τροφίμων. Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η ποιότητα του τελικού προϊόντος εξαρτάται σε πρώτη φάση από την ποιότητα της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης, γιατί σπάνια αλλάζει κατά την επεξεργασία της στο τελικό προϊόν (Καζάζης, 1998).

Υπάρχουν περιπτώσεις, όπως κατά την αξιολόγηση των ιδιοτήτων της γεύσης και της οσμής, όπου είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν αντικειμενικές μετρήσεις με την χρήση οργάνων. Ως εκ τούτου θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι οργανοληπτικές μέθοδοι. Οι οργανοληπτικές μέθοδοι έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα των μεθόδων αυτών είναι:

- 1) μπορούν να εφαρμοστούν για όλα τα προϊόντα.
- 2) σε πάρα πολλές περιπτώσεις το δείγμα δεν καταστρέφεται.
- 3) δεν απαιτούνται οργανωμένα εργαστήρια, δαπανηρά όργανα και αντιδραστήρια.
- 4) τα κριτήρια της αξιολόγησης είναι ίδια με εκείνα που χρησιμοποιούν οι καταναλωτές προκειμένου να κάνουν αποδεκτό ή όχι ένα προϊόν.

Τα βασικότερα μειονεκτήματα των μεθόδων αυτών είναι τα εξής:

- 1) η δυσκολία της τυποποίησης τους.
- 2) τα αποτελέσματα επηρεάζονται από την προσωπικότητα του δοκιμαστή (ψυχολογικοί λόγοι, εμπειρία, φυσική ικανότητα) και για το λόγο αυτό είναι υποκειμενικά.

Για την απομάκρυνση του κινδύνου της υποκειμενικής αξιολόγησης των τροφίμων, κατά την οργανοληπτική εξέταση, αποφεύγεται η χρησιμοποίηση ενός δοκιμαστή και προτιμάται η επιλογή ομάδας δοκιμαστών (Αρβανιτογιάννης κ.α., 2008).

### **2.5.1 Υφή**

Ο όρος υφή είναι δύσκολο να περιγραφεί. Η υφή ενός τροφίμου είναι το άθροισμα αυτών των ιδιοτήτων του οι οποίες προκύπτουν από τα δομικά στοιχεία και τον τρόπο με τον οποίο αυτά επιδρούν στα αισθητήρια όργανα. Ουσιώδη στοιχεία της υφής είναι:

- 1) επιδρά ποιοτικά στα αισθητήρια όργανα
- 2) απορρέει από τη δομή των τροφίμων (μοριακή, μικροσκοπική, μακροσκοπική)
- 3) περιλαμβάνει ένα άθροισμα από αρκετές ιδιότητες.

Η υφή είναι μία ιδιότητα της ποιότητας που αξιολογείται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές και ως εκ τούτου επηρεάζει το πόσο αποδεκτό θα γίνει ένα προϊόν. Έχει διαπιστωθεί ότι η υφή είναι ένα ευδιάκριτο χαρακτηριστικό των προϊόντων και ότι για μερικά προϊόντα μπορεί να είναι περισσότερο σημαντικό από την οσμή και την γεύση. Τα χαρακτηριστικά της υφής που είναι περισσότερο αρεστά εξαρτώνται από

το είδος του τροφίμου, την ώρα που δοκιμάζεται το τρόφιμο, το τι περιμένει ο καταναλωτής και τέλος από ψυχολογικούς παράγοντες.

Γενικά αρεστά χαρακτηριστικά της υφής είναι:

- 1) η τρυφερότητα
- 2) η συνεκτικότητα
- 3) η τραγανότητα και
- 4) το εύθραυστο (Αρβανιτογιάννης κ.α., 2008)

### **2.5.2 Γεύση**

Γενικά είναι αποδεκτό ότι γεύση είναι ένα αίσθημα τετραδιάστατο που περιλαμβάνει το «γλυκό», το «ξινό», το «αλμυρό» και το «πικρό». Η ιδιότητα της γεύσης συνολικά δεν προσδιορίζεται με όργανα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται υποκειμενικές μέθοδοι. Η γλυκύτητα μπορεί να μετρηθεί με επιτυχία με τη χρήση οργάνων, όπως τα πυκνόμετρα και τα διαθλασίμετρα σε Brix. Η ιδιότητα του ξινού μπορεί να μετρηθεί με όργανα σε σχετικά αραιά διαλύματα, με τον προσδιορισμό της συμπύκνωσης ιόντων υδρογόνου (pH). Η μέτρηση όμως του pH στα τρόφιμα τα οποία αποτελούν πολύπλοκα συστήματα, δεν είναι τόσο επιτυχημένη και για αυτό συχνά γίνεται ο προσδιορισμός της ογκομετρούμενης οξύτητας. Η αλμυρότητα μπορεί να προσδιοριστεί με την μέτρηση του χλωρίου ή πολύ ταχύτερα με τη μέτρηση του νατρίου. Η γεύση του πικρού δεν μπορεί να προσδιοριστεί με καμία γενική μέθοδο (Αρβανιτογιάννης κ.α., 2008).

### **2.5.3 Οσμή**

Οι παράγοντες που χαρακτηρίζουν την οσμή είναι πάρα πολλοί. Τα όργανα που κατασκευάζονται για τον προσδιορισμό της οσμής μετρούν ποιοτικά και ποσοτικά όλες εκείνες τις ουσίες που είναι υπεύθυνες για συγκεκριμένες οσμές. Οι πτητικές ουσίες που είναι υπεύθυνες για την οσμή βρίσκονται σε πάρα πολύ μικρές ποσότητες, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με τις κλασικές χημικές μεθόδους. Μία από τις σημαντικές μεθόδους που χρησιμοποιείται στον τομέα της οσμής είναι η αέρια-υγρή-χρωματογραφία (Αρβανιτογιάννης κ.α., 2008).



## 2.6 Ποιοτικός έλεγχος αρτοσκευασμάτων

Η υφή, η εμφάνιση και η γεύση είναι οι τρεις βασικοί παράγοντες που καθιστούν ένα τρόφιμο αποδεκτό. Από πολύ παλιά ξεκίνησαν οι προσπάθειες για την μέτρηση της υφής με οργανοληπτικές μεθόδους και συγκεκριμένα ο Lipowitz (1961) ήταν ο πρώτος που τις ξεκίνησε. Αργότερα ο Szczesniak (1963) έκανε έναν διαχωρισμό των οργανοληπτικών μετρήσεων στις εξής κατηγορίες:

1. **Βασικές δοκιμές:** Είναι μετρήσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως από μηχανικούς και περιλαμβάνουν: την αντοχή, το λόγο Poissons και διάφορες άλλες μετρήσεις όπως το μέτρο ελαστικότητας, το συντελεστή ελαστικότητας Young και το μέτρο διάτμησης. Αυτές οι δοκιμές γίνονται για να μετρηθούν οι θεμελιώδεις και βασικές ιδιότητες των τροφίμων και σχετίζονται με την οργανοληπτική αξιολόγηση της υφής των τροφίμων. Με αυτές τις δοκιμές γίνεται προσπάθεια να κατασκευασθούν τροφές οι οποίες να μην είναι πολύ σκληρές για το στόμα αλλά αντιθέτως, η δομή τους να είναι τέτοια ώστε με την μικρή δύναμη που ασκείται από το στόμα να επέρχεται εύκολα η αποδόμηση τους.
2. **Εμπειρικές δοκιμές:** Αυτές οι δοκιμές συμπεριλαμβάνουν διάφορα τεστ μέτρησης χαρακτηριστικών όπως η διάτμηση, η εξώθηση και άλλες παρόμοιες παραμέτρους. Οι δοκιμές αυτές αναπτύχθηκαν για να συσχετίσουν την οργανοληπτική αξιολόγηση με την υφή.
3. **Μιμητικά τεστ:** Είναι τα τεστ που κάνουν ορισμένα μηχανήματα δημιουργώντας μια προσομοίωση τους στις συνθήκες που αντιμετωπίζουν τα τρόφιμα στο στόμα μας ή στο πιάτο. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και το Texture Profile Analysis (TPA), δηλαδή το τεστ ανάλυσης της υφής (Bourne, 1978).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Πρόσθετα

### 3.1 Πρόσθετα αλεύρων

Τα πρόσθετα τροφίμων είναι φυσικές ή συνθετικές ουσίες που προστίθενται σκόπιμα στα τρόφιμα για να εκτελέσουν ορισμένες τεχνολογικές λειτουργίες. Η προσθήκη τους έχει σαν σκοπό:

1. Την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών
2. Τη σταθερότητα
3. Τη συντήρηση των τροφίμων

Η προσθήκη κάποιου προσθέτου π.χ. κάποιου συντηρητικού εμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τροφική δηλητηρίαση, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η διάρκεια συντήρησης του τροφίμου. Η προσθήκη ενισχυτικού γεύσης βελτιώνει την γεύση ή την εμφάνιση του τροφίμου. Πολλά πρόσθετα υπάρχουν στη φύση ενώ άλλα παρασκευάζονται συνθετικά.

Σύμφωνα με τη κοινοτική νομοθεσία «πρόσθετο τροφίμων» είναι οποιαδήποτε ουσία που είτε έχει θρεπτική αξία είτε όχι, δεν καταναλώνεται από μόνη της ως τρόφιμο ούτε χρησιμοποιείται ως χαρακτηριστικό συστατικό τροφίμων αλλά η προσθήκη της παίζει σημαντικό τεχνολογικό σκοπό κατά τη κατασκευή, τη μεταποίηση, τη παρασκευή, τη κατεργασία, τη συσκευασία, τη μεταφορά ή την αποθήκευση.

Πιο συγκεκριμένα, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι διακυμάνσεις των τεχνολογικών χαρακτηριστικών των αλεύρων, χρησιμοποιούνται διάφορες ουσίες όπως ένζυμα, συντηρητικά κ.α.. Η προσθήκη τους είναι σαν αποτέλεσμα να βελτιώσουν τις ιδιότητες των αλεύρων κατά τη διαδικασία παραγωγής, τη ποιότητα των τελικών προϊόντων αλλά και την ικανότητα συντήρησης χωρίς να αλλοιώνεται η σύσταση και η γεύση τους.

Το είδος και η συγκέντρωση των χρησιμοποιούμενων ουσιών ρυθμίζεται νομοθετικά από κάθε χώρα. Προστίθενται στο αλεύρι ή διαλύονται στο νερό που χρησιμοποιείται για τη παρασκευή του ζυμαριού αλλά και κατά τη διάρκεια του ζυμώματος. Αλεύρι που δεν έχει επαρκή ικανότητα παραγωγής ζυμαριού λόγω ελλείψεων των συστατικών, μπορεί να βελτιωθεί με ουσίες ικανές να αυξήσουν την απορροφητικότητα σε νερό (Βαρζάκας, 2012).

### **3.1.1 Αργές προσθετικών υλών**

1. Ένα πρόσθετο τροφίμων πρέπει να είναι τεχνολογικά αποτελεσματικό.
2. Να είναι ασφαλές στη χρήση του.
3. Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε ποσότητα μεγαλύτερη από όση απαιτείται για να είναι τεχνολογικά αποτελεσματικό.
4. Ένα πρόσθετο δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιείται με σκοπό την παραπλάνηση του καταναλωτή, όσον αφορά τη φύση και την ποιότητα του τροφίμου
5. Η χρήση θρεπτικών προσθέτων πρέπει να περιορίζεται στην ελάχιστη δυνατή ποσότητα. (Ζώτος, 1998)

### **3.1.2 Τα βελτιωτικά αλεύρων και τα συντηρητικά στον Κώδικα τροφίμων και Ποτών**

Ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) έχει ειδικό άρθρο (άρθρο 34) για τα πρόσθετα αλεύρων. Τα πρόσθετα που περιλαμβάνονται στο άρθρο αυτό είναι τα μόνα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στους διάφορους τύπους αλεύρων που καθορίζονται από τον ΚΤΠ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα και άλλες επιτρεπόμενες ουσίες, αλλά τότε το αλεύρι θα θεωρηθεί υποχρεωτικά ως «ειδικό άλευρο» και όχι ως ανήκον σε έναν από τους εγκεκριμένους τύπους.

Τα βελτιωτικά και τα συντηρητικά που περιλαμβάνονται στο άρθρο 34 είναι αυτά που θα αναφερθούν παρακάτω. Περιλαμβάνονται, επιπλέον, οι διογκωτικές ύλες και η κυστεΐνη. Τα ένζυμα και οι γαλακτωματοποιητές που επιτρέπονται αναφέρονται περιοριστικά. Για πολλά πρόσθετα αναγράφεται και η μέγιστη δόση τους (Κεφαλάς, 2009).

### 3.1.3 Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) για τα πρόσθετα αλεύρων

#### Άρθρο 34<sup>(1)</sup>

#### Πρόσθετα αλεύρων

1. Οι ουσίες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα των αλεύρων διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

2. Βελτιωτικά αλεύρων

Ως «βελτιωτικά αλεύρων» χαρακτηρίζονται οι ουσίες των οποίων η χρήση αποσκοπεί στο να αποκτήσουν τα άλευρα τις κατάλληλες τεχνολογικές ιδιότητες, που επιτρέπουν τη βελτίωση της παραγωγής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων. Ως τέτοιες ουσίες θεωρούνται και επιτρέπονται οι εξής:

α) L-ασκορβικό οξύ (E300): μέγιστο ποσοστό χρήσης 0,3‰ στο αλεύρι.

β) Κιτρικό οξύ (E330) ή Τρυγικό οξύ (E334): μέγιστο ποσοστό χρήσης 1‰ στο αλεύρι.

γ) Λεκιθίνη (E332): μέγιστο ποσοστό χρήσης 2‰ στο αλεύρι.

δ) Κυστεΐνη (E920)

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον ως παράγων επεξεργασίας του αλεύρου.<sup>(5)</sup>

Ειδικά κριτήρια καθαρότητας της υδροχλωρικής L-κυστεΐνης:

- Περιεκτικότητα: όχι μικρότερη από 98% και όχι μεγαλύτερη από 102% σε  $C_3H_7NO_2S \cdot HCl$  υπολογιζόμενη επί ξηράς ουσίας.
- Υδροχλωρικό οξύ: όχι λιγότερο από 22% και όχι περισσότερο από 23,5%, υπολογιζόμενο επί ξηράς ουσίας.
- Ειδική στροφική ικανότητα:  $[\alpha]_D^{20} +5^\circ - +8^\circ$ , υπολογιζόμενη επί ξηράς ουσίας και προσδιοριζόμενη σε διάλυμα 8g ξηρής ουσίας σε 100ml κανονικού διαλύματος υδροχλωρικού οξέος.
- Απώλεια κατά την ξήρανση: όχι λιγότερη από 9% και όχι περισσότερη από 12%, υπολογιζόμενη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια 24 ωρών και σε πίεση όχι μεγαλύτερη από 5mm υδραργύρου.
- Τέφρα: όχι μεγαλύτερη από 0,1% σε θερμοκρασία  $800^\circ \pm 25^\circ C$ .
- Μέγιστη περιεκτικότητα σε επικίνδυνα μέταλλα: Αρσενικό, 3mg/kg, Μόλυβδος 10mg/kg, σε λοιπά (σε μόλυβδο) 20mg/kg.

ε) Ορθοφωσφορικό μονοασβέστιο (E341 i): μέγιστο ποσοστό χρήσης 2,5‰ στο αλεύρι.

### 3. Ένζυμα

α) α- αμυλάση (FUNGAL A-AMYLASE, από ASPERGILLUS NIGER ή ASPERGILLUS ORYZAE). Χρησιμοποιείται σε ποσότητες που καθορίζονται από την καλή παραγωγική πρακτική.

β) Πρωτεολυτικά ένζυμα (από ASPERGILLUS ORYZAE ή BACILLUS SUPTILIS). Χρησιμοποιείται σε προϊόντα μπισκοτοποιίας, κράκερς, κ.λπ, σε ποσότητες που καθορίζονται από την καλή παραγωγική πρακτική.

### 4. Ουσίες που δεν θεωρούνται μεν ως πρόσθετα αλεύρων, των οποίων όμως η χρησιμοποίηση συντελεί στη βελτίωση των ιδιοτήτων τους.

α) Γλουτένη εξαιρετικής ποιότητας.

Χρησιμοποιείται σε ποσότητες που καθορίζονται από την καλή παραγωγική πρακτική.

β) Βυνάλευρα (διαστατική βύνη).<sup>(3)</sup>

γ) Εκχυλίσματα βυναλεύρων, σε σκόνη ή σιρόπια.

Χρησιμοποιούνται σε ποσότητες που καθορίζονται από την καλή παραγωγική πρακτική.

δ) Άλευρο βρώσιμου λαθουριού (φάβας). Μέγιστο ποσοστό χρήσης 2% στο αλεύρι.<sup>(2)</sup>

### 5. Διογκωτικά

Για τη χημική διόγκωση αλεύρων που προορίζονται κυρίως για την παραγωγή προϊόντων ζαχαροπλαστικής (κέικ, βουτήματα, διάφορα γλυκά κ.ά.) επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται οι παρακάτω χημικές ουσίες:

α) Χημικές ουσίες βασικού χαρακτήρα που παρέχουν CO<sub>2</sub> ή NH<sub>3</sub>:

- Όξινο ανθρακικό νάτριο (σόδα αρτοποιίας) NaHCO<sub>3</sub>
- Όξινο ανθρακικό αμμώνιο NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>
- Ουδέτερο ανθρακικό αμμώνιο (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- Οι παραπάνω χημικές ουσίες πρέπει να είναι φαρμακευτικής καθαρότητας.

β) Μίγματα διογκωτικών ουσιών (BAKING POWDERS):

Επιτρέπεται η παραγωγή και διάθεση στην κατανάλωση κατάλληλων μιγμάτων σε σκόνη, όξινου ανθρακικού νατρίου NaHCO<sub>3</sub> με τις παρακάτω χημικές ουσίες όξινου χαρακτήρα, μαζί και με αδρανή συστατικά

(αραιωτικά), όπως αλεύρα, άμυλα, γαλακτικό ασβέστιο και ανθρακικό ασβέστιο:

- Τρυγικό οξύ (E334)
- Όξινο τρυγικό κάλιο [κρεμόριο ή κρεμοτάρταρο(E 336i)]
- Φωσφορικά άλατα E339, E340, E341, E343, E450, E451, E452 του παραρτήματος IV του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων και προσθήκη των αριθμών E327 στο γαλακτικό ασβέστιο και E170 στο ανθρακικό ασβέστιο.<sup>(4)(5)</sup>

6. α) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του παραρτήματος I του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων, σύμφωνα με την αρχή του *quantum satis*.

β) Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του παραρτήματος IV του ίδιου άρθρου φωσφορικά E338, E339, E340, E341, E343, E450, E451, E452 σε μέγιστο ποσοστό 2,5 g/kg στο αλεύρι και 20g/Kg στο αυτοδιογκούμενο αλεύρι. Επίσης μπορεί να περιέχονται πρόσθετα που επιτρέπονται στο προϊόν για το οποίο προορίζεται να χρησιμοποιηθεί το αλεύρι σύμφωνα, κατά περίπτωση, με τους αντίστοιχους όρους.<sup>(4)(5)</sup>

7. Επιτρέπεται η χρήση προσθέτων του παραρτήματος III, Συντηρητικά και αντιοξειδωτικά του άρθρου 33 του Κώδικα Τροφίμων, σύμφωνα με τους όρους του εν λόγω παραρτήματος:

α) Σορβικά E200, E202, E203, σε προσσκευασμένο ψωμί σε φέτες και ψωμί σικάλεως, μερικώς ψημένα, προσσκευασμένα αρτοσκευάσματα για λιανική πώληση, εκλεκτά αρτοσκευάσματα με ενεργότητα νερού μεγαλύτερη από 0,65, παναρίσματα,

β) Σορβικά E200, E202, E203, βενζοϊκά E210, E211, E212, E213, παραυδροξυ-βενζοϊκά E214, E215, E216, E217, E218, E219, σε είδη ζαχαροπλαστικής (εκτός από σοκολάτα),

γ) Προπιονικά E280, E281, E282, E283, σε προσσκευασμένο ψωμί σε φέτες και ψωμί σικάλεως, ψωμί μειωμένων θερμίδων μερικώς ψημένο, προσσκευασμένο ψωμί, προσσκευασμένα εκλεκτά αρτοσκευάσματα (συμπεριλαμβανομένων των αρτοσκευασμάτων ζαχαροπλαστικής) με ενεργότητα νερού άνω του 0,65, προσσκευασμένα Rolls, buns, Christmas pudding, προσσκευασμένο ψωμί, polsebrod, boller, dansk flutes.<sup>(4)(5)</sup>

8. Μίγματα προσθέτων αλεύρων.

Επιτρέπεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση μιγμάτων αποτελούμενων από τα πρόσθετα αλεύρων που περιλαμβάνονται στο παρόν άρθρο, μαζί και με πρόσθετα ή και άλλα τρόφιμα, από τα επιτρεπόμενα για τα προϊόντα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής, στα ειδικά για αυτά επί μέρους άρθρα του Κώδικα Τροφίμων.

Οι όροι που πρέπει να πληρούν τα μίγματα προσθέτων αλεύρων που διατίθενται στο εμπόριο καθορίζονται στην επόμενη παράγραφο.

9. Όροι διάθεσης στο εμπόριο των προσθέτων αλεύρων, και των μιγμάτων τούτων.

α) Τα πρόσθετα αλεύρων και τα μίγματα τούτων, όταν διατίθενται στο εμπόριο για χονδρική πώληση, όχι απ' ευθείας στον τελικό καταναλωτή, πρέπει να φέρουν στη συσκευασία τους τις παρακάτω ενδείξεις, οι οποίες πρέπει να είναι ευδιάκριτες, ευανάγνωστες και ανεξίτηλες.

β) Την ονομασία αυτού, όταν διατίθενται μεμονωμένα ή την ονομασία κάθε συστατικού, όταν διατίθενται σε μίγματα, όπως αυτή καθορίζεται στο άρθρο αυτό, καθώς και με τον αριθμό ΕΟΚ, κατά φθίνουσα σειρά της κατά βάρος αναλογίας κάθε συστατικού στο σύνολο.

Η παρουσία άλλων ουσιών ή συστατικών τροφίμων στις απόλυτα αναγκαίες ποσότητες για τη διευκόλυνση της τυποποίησης, διάλυσης, αραίωσης κ.λπ., δεν επηρεάζει την ονομασία του προϊόντος, αλλά πρέπει και αυτά να δηλώνονται στα μίγματα κατά φθίνουσα σειρά της κατά βάρος αναλογίας κάθε συστατικού στο σύνολο.

γ) Συγκεκριμένη αναφορά για το είδος του προϊόντος αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής για το οποίο προορίζεται.

δ) Τις τυχόν ειδικές συνθήκες εναποθήκευσης.

ε) Οδηγίες και αναλογία χρήσης.

στ) Αναγνωριστικό αριθμό ομάδας (BATCH) ή παρτίδας (LOT).

ζ) Ένδειξη για την εκατοστιαία αναλογία κάθε συστατικού που υπόκειται σε ποσοτικό περιορισμό όταν περιέχεται στο τελικό προϊόν ή επαρκή στοιχεία για τη σύνθεση του μίγματος, ώστε ο αγοραστής να είναι σε θέση να συμμορφώνεται με τις διατάξεις που ισχύουν για το τελικό τρόφιμο.

Όταν ο ίδιος ποσοτικός περιορισμός ισχύει και για ομάδα συστατικών που χρησιμοποιείται μόνη της ή σε συνδυασμό, η εκατοστιαία αναλογία του συνδυασμού μπορεί να αποδίδεται με μία μόνο τιμή.

η) Το όνομα ή την εμπορική επωνυμία και τη διεύθυνση του παρασκευαστή ή του συσκευαστή ή ενός υπεύθυνου για την πώληση προϊόντος.

θ) Την καθαρή ονομαστική ποσότητα σε μονάδες βάρους ή όγκου.

ι) Κατά παρέκκλιση από την παρ. α, οι ενδείξεις ε), ζ) και θ) μπορούν να περιέχονται στα σχετικά εμπορικά έγγραφα που αφορούν στην αποστολή και που προσκομίζονται πριν ή κατά την παραλαβή, με την προϋπόθεση ότι θα αναγράφεται σε εμφανή θέση επάνω στη συσκευασία ή στα δοχεία που περιέχουν το προϊόν η ένδειξη «για παραγωγή τροφίμων, όχι για λιανική πώληση».

ια) Τα πρόσθετα αλεύρων και τα μίγματα τούτων, όταν διατίθενται στο εμπόριο για λιανική πώληση απ' ευθείας στον τελικό καταναλωτή, πρέπει να φέρουν στην επισήμανσή τους, όλες τις προηγούμενες ενδείξεις, πλην της στ) και ζ), ως και την χρονολογία ελάχιστης διατηρησιμότητας αυτού, σύμφωνα με την 2206/85 απ. ΑΧΣ (ΦΕΚ 49/Β/19.2.86).

#### **Παραπομπές**

- (1) Απόφαση ΑΧΣ 679/86 ΦΕΚ 249/Β/87 «Έγκριση για τα βελτιωτικά αλεύρων-Πρόσθετα για την αρτοποιία και ζαχαροπλαστική-Σκευάσματα τούτων».
- (2) Απόφαση ΑΧΣ 1797/87 ΦΕΚ 739/Β/87 «Συμπλήρωση του άρθρου 34 παρ. 4 και του άρθρου 104 παρ. 6 εδ. Γ του Κ.Τ.».
- (3) Απόφαση ΑΧΣ 583/93 ΦΕΚ 962/Β/93 «Τροποποίηση του άρθρου 34 του Κ.Τ.».
- (4) Απόφαση ΑΧΣ 145/96 ΦΕΚ 485/Β/25.6.96 «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 95/2/Ε.Κ. του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου για τα πρόσθετα τροφίμων πλην χρωστικών και γλυκαντικών».
- (5) Απόφαση ΑΧΣ 412/99 ΦΕΚ 194/Β/1.11.99, «Τροποποίηση διατάξεων του Κ.Τ. σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 98/72/Ε.Κ.».



## **3.2 Συστατικά**

### **3.2.1 Ο ρόλος των συστατικών στα αρτοσκευάσματα**

Οι συνταγές των διαφόρων αρτοσκευασμάτων περιέχουν μερικά επιπλέον συστατικά, που ο κύριος σκοπός τους είναι να δώσουν γεύση και άρωμα στο τελικό προϊόν. Τα συστατικά αυτά επιδρούν και στην υφή των προϊόντων με διάφορους τρόπους, συνήθως επηρεάζοντας τη γλουτένη. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα λίπη, τα ζάχαρα, το γάλα, τα αυγά αλλά και το αλάτι παρόλο που αυτό είναι και το βασικό συστατικό των ζυμαριών (Κεφαλάς, 2009).

### **3.2.2 Αλάτι**

Το αλάτι είναι το πιο σημαντικό συστατικό που δίνει γεύση και επηρεάζει την υφή. Για το λόγο αυτό έχει γίνει απαραίτητο σε κάθε αρτοσκεύασμα, τόσο που θεωρείται συστατικό της βασικής συνταγής. Προστίθεται σε ποσοστό 1-2% του βάρους του αλεύρου. Εκτός από την αλμυρή γεύση που συνεισφέρει, ενισχύει και τη γεύση των άλλων συστατικών (π.χ. της ζάχαρης) λόγω της αντίθεσης που προκαλείται π.χ. η γλυκιά γεύση ενισχύεται λόγω της αντίθεσής της με την αλμυρή.

Το αλάτι επηρεάζει την υφή με δύο τρόπους:

- Ισχυροποιεί τη γλουτένη, επειδή συμβάλλει στη σταθεροποίηση των ηλεκτρικών φορτίων που υπάρχουν στις πολυπεπτιδικές αλυσίδες.
- Επηρεάζει με τα ωσμωτικά φαινόμενα την ταχύτητα ανάπτυξης και τη δράση της μαγιάς.

Εκτός από όσα αναφέρθηκαν, το αλάτι δρα, περιοριστικά όμως, και ως συντηρητικό παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη ορισμένων βακτηριδίων (Κεφαλάς, 2009).

### **3.2.3 Λίπη**

Τα λίπη είναι πολύ σημαντικά συστατικά στα παρασκευάσματα από άλευρα σιτηρών, ανεξάρτητα αν τα παρασκευάσματα αυτά διογκώνονται με μαγιά ή με άλλον τρόπο ή δεν διογκώνονται. Ο βασικός τους ρόλος είναι ότι προσδίδουν ευχάριστη αίσθηση του παρασκευάσματος στο στόμα. Η επίδρασή τους μέσα στο ζυμάρι είναι μεγάλη, γιατί δημιουργούν λεπτά υμένια που παρεμβάλλονται μεταξύ των μορίων της πρωτεΐνης, μεταξύ των μορίων του αμύλου και μεταξύ των μορίων και των δύο. Καθώς τα λίπη είναι υδρόφοβα, τα υμένια αυτά παρεμποδίζουν την κίνηση του νερού

και την ενυδάτωση των συστατικών που περιβάλλουν. Αποτέλεσμα αυτής της παρεμπόδισης της ενυδάτωσης είναι η μη πλήρης ανάπτυξη της γλουτένης, η καθυστέρηση της ζελατινοποίησης του αμύλου και η καθυστέρηση της αναδιάταξης του αμύλου. Εξαιτίας των παραπάνω μετριάζεται η συνεκτικότητα της γλουτένης και της πηκτής του αμύλου, και το παρασκεύασμα έχει μαλακή υφή, η οποία παραμένει μαλακή περισσότερο χρόνο λόγω της καθυστέρησης της αναδιάταξης. Έτσι το παρασκεύασμα αποκτά μεγαλύτερη διατηρησιμότητα (Κεφαλάς, 2009).

### **3.2.4 Ζάχαρα**

Τα ζάχαρα έχουν τριπλή σπουδαιότητα για τα αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά. Η πρώτη αναφέρεται στη γεύση και η δεύτερη στη διατηρησιμότητα. Οι δύο αυτές ιδιότητες έχουν σημασία για όλα τα αμυλούχα παρασκευάσματα. Η τρίτη όμως αναφέρεται ειδικά σε όσα διογκώνονται με μαγιά και συνίσταται στο ότι τα ζάχαρα μπορούν να χρησιμεύσουν ως τροφή της μαγιάς και ως υπόστρωμα για την αλκοολική ζύμωση. Στη περίπτωση αυτή έχουμε διαφορές ανάλογα με τα ζάχαρα. Τα απλά ζάχαρα ζυμώνονται όλα και είναι υπεύθυνα για την αντίδραση Maillard στην οποία οφείλεται το χρώμα της κόρας, για την καραμελοποίηση, για τη δημιουργία αρώματος (κυρίως στην κόρα) από τη διάσπασή τους σε πτητικά οξέα και αλδεΐδες, και για τη βελτίωση της υφής με την ιδιότητα που έχουν να κατακρατούν νερό. Από τους διζαχαρίτες η ζάχαρη και η μαλτόζη ζυμώνονται αφού η μαγιά παράγει ένζυμα που τα υδρολύουν. Η ημβερτάση για την υδρόλυση της ζάχαρης παράγεται άμεσα και είναι πολύ ισχυρή. Η μαλτάση χρειάζεται κάποιο χρόνο. Η λακτόζη δεν ζυμώνεται από τη συνηθισμένη μαγιά. Οι πολυζαχαρίτες πρέπει να υδρολυθούν σε απλά ζάχαρα ή τουλάχιστον σε ζυμώσιμους διζαχαρίτες (π.χ. μαλτόζη) (Κεφαλάς, 2009).

### **3.2.5 Γάλα**

Το υγρό γάλα αντικαθιστά μέρος του νερού που προστίθεται στο αλεύρι για να γίνει το ζυμάρι. Όταν χρησιμοποιείται γάλα σκόνη κατευθείαν στο ζυμωτήριο πρέπει να υπολογιστεί και το νερό που θα δεσμευτεί για την ενυδάτωση των συστατικών του (λακτόζης, πρωτεϊνών) και δεν θα είναι διαθέσιμο για την ενυδάτωση της γλουτένης. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος και η λακτόζη έχουν την ιδιότητα να συγκρατούν νερό και έτσι η δομή του παρασκευάσματος γίνεται πιο αφράτη και αυξάνει τη

διατηρησιμότητά του. Ανάλογα με το αν είναι πλήρες ή αποβουτυρωμένο το γάλα επιδρά διαφορετικά στη γλουτένη:

- Το πλήρες γάλα, λόγω του λίπους που περιέχει, μειώνει την αντίσταση της γλουτένης (όπως αυτή μετριέται στο ζυμάρι με τον εξτενσιογράφο) και μαλακώνει την υφή, ενώ παράλληλα δίνει στο προϊόν άρωμα και γεύση.
- Το αποβουτυρωμένο γάλα, λόγω των πρωτεϊνών του, ενισχύει το πλέγμα της γλουτένης χωρίς να σκληραίνει το αρτοσκεύασμα, εξαιτίας της λακτόζης της οποίας ο ρόλος αναφέρθηκε πιο πάνω (Κεφαλάς, 2009).

### **3.2.6 Αυγά**

Τα αυγά συνεισφέρουν στην υφή και στη γεύση του τελικού προϊόντος. Η επίδρασή τους στην υφή εξαρτάται από το αν χρησιμοποιείται το ασπράδι ή ο κρόκος ή και τα δύο.

Το ασπράδι, λόγω των πρωτεϊνών που περιέχει, ενισχύει τη δομή του πλέγματος της γλουτένης και έχει επίσης την ιδιότητα, κατά την ταχεία ανάδευση (χτύπημα), να εγκλωβίζει φυσαλίδες αέρος και να κάνει αφρό. Ο συνδυασμός των δύο αυτών σε αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά, οδηγεί σε πλήθος κυψελίδων με λεπτά τοιχώματα που ξηραίνονται γρήγορα. Για να εμποδιστεί η ξήρανση αυτή, προστίθεται και ο κρόκος που περιέχει λίπος το οποίο, ως υδρόφοβο υλικό, εμποδίζει την κίνηση του νερού. Ο κρόκος λόγω του λίπους του μειώνει την αντίσταση της γλουτένης και μαλακώνει την υφή, ενώ η περιεχόμενη σε αυτόν λεκιθίνη, ως γαλακτωματοποιητής, ενισχύει τη συνεκτικότητα του ζυμαριού. Σε πολλά παρασκευάσματα που δεν έχουν μαγιά, οι αφριστικές ιδιότητες του ασπραδιού παίζουν πρωτεύοντα ρόλο για τη διόγκωσή τους (Κεφαλάς, 2009).

### **3.2.7 Νερό**

Έχει πολύ μεγάλη σημασία η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για την δημιουργία του ζυμαριού. Όταν η ποσότητα του νερού είναι σχετικά μικρή, δεν πετυχαίνεται στον κλιβανισμό η αναγκαία μετατροπή του αμύλου σε ζελατίνα, με αποτέλεσμα η ψίχα να ξηραίνεται εύκολα και να μπαγιατεύει γρηγορότερα. Αντίθετα, όταν χρησιμοποιηθεί νερό περισσότερο από όσο πρέπει, δεν δεσμεύεται όλο από το άμυλο κατά την ζελατινοποίηση και παραμένει ένα μέρος ελεύθερο. Αυτό το ελεύθερο νερό κάνει την ψίχα υγρή και κολλώδη (Hui, 2006).

### 3.3 Διογκωτικές Ύλες

Διογκωτικές ύλες είναι η μαγιά, το μπέικιν πάουντερ (baking powder), το όξινο ανθρακικό νάτριο και το ανθρακικό αμμώνιο. Όλα αυτά παράγουν CO<sub>2</sub> (το ανθρακικό αμμώνιο απελευθερώνει και αμμωνία) το οποίο μένει στο ζυμάρι με μορφή φυσαλίδων διασκορπισμένων στη μάζα του, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο μαλακό. Έτσι το παρασκεύασμα γίνεται αφράτο και με μαλακή υφή (Κεφαλάς, 2009)

Διόγκωση έχουμε κατά την ανάμειξη των συστατικών, την ωρίμανση και το ψήσιμο της ζύμης όποτε και δημιουργείται ο όγκος, η δομή και η υφή των αρτοσκευασμάτων. Οι διογκωτικές ουσίες προστίθενται στα διάφορα αρτοσκευάσματα διότι προκαλούν διόγκωση, δηλαδή, φούσκωμα του ζυμαριού παράγοντας ένα πορώδες προϊόν που επιτυγχάνεται με την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα και τη παγίδευσή του από το πλέγμα της γλουτένης. Με τη διόγκωση τα αρτοσκευάσματα γίνονται ελαφρά και πορώδη με αποτελέσματα τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά να βελτιώνονται, το χρώμα τους να γίνεται πιο ανοιχτό και η γεύση του να βελτιώνεται. Η εκλογή του διογκωτικού μέσου εξαρτάται από τον τύπο, το είδος και τα χαρακτηριστικά του αρτοσκευάσματος που θέλουμε να παρασκευάσουμε.

Η διόγκωση των αρτοσκευασμάτων γίνεται με τρεις τρόπους:

1) Βιολογικά. Η διόγκωση με βιολογική δράση, αναφέρεται στη μικροβιακή ζύμωση των σακχάρων του ζυμαριού με την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και άλλων προϊόντων που συντελείται κυρίως από ζύμες και βακτήρια. Ο ρόλος της ζύμης αρτοποιίας εκτός της τροποποίησης που φέρει στο ζυμάρι, συμβάλει στο άρωμα και στη γεύση του ψωμιού καθώς και στη θρεπτική του αξία. Με τη βιολογική δράση ελαττώνεται η μάζα του αλεύρου κατά 1-2% επειδή τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα που τελικά χάνονται.

2) Μηχανικά. Η μηχανική διόγκωση επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση αέρα στο ζυμάρι κατά το ψήσιμο με τη προσθήκη αυγών, γαλακτοκομικών λιπών και σταθεροποιητών. Αυτή η διόγκωση χρησιμοποιείται περισσότερο για τη διόγκωση κέικ και άλλων γλυκών.

3) Χημικά. Είναι μίγματα χημικών ουσιών, αβλαβών για τον άνθρωπο, που απελευθερώνουν, κατά τη παρασκευή του ζυμαριού ή το ψήσιμό του, διοξείδιο του άνθρακα ή αμμωνία. Χρησιμοποιούνται σε πολλά αρτοσκευάσματα όπως στα κέικ

όπου η μαγιά δεν μπορεί να δράσει. Το όξινο ανθρακικό νάτριο είναι μια τέτοια χημική διογκωτική ουσία που παράγει CO<sub>2</sub> και λειτουργεί ως διογκωτικό αέριο. Εκτός από τις απλές χημικές ουσίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και μίγματα διογκωτικών ουσιών. Είναι γνωστά με το όνομα baking powder που περιέχουν CO<sub>2</sub> και όξινα συστατικά.

Οι ουσίες αυτές θα πρέπει να είναι λεπτοαλεσμένες για να διαλύονται εύκολα και η ανάμειξή τους στο ζυμάρι είναι ιδιαίτερης σημασίας ώστε η διόγκωση να είναι ομοιόμορφη (Βαρζάκας, 2012).

### 3.3.1 Μαγιά

Αποτελεί απαραίτητο συστατικό στην παρασκευή αρτοποιημάτων. Η μαγιά συντελεί στην διόγκωση, προσδίδει χαρακτηριστική γεύση και άρωμα και η έκλυση CO<sub>2</sub> μπορεί να διατηρηθεί για περισσότερο χρόνο. Η ποιότητα της μαγιάς σχετίζεται αντίστροφα προς το χρόνο ζυμώσεως και τη θερμοκρασία του ζυμαριού. Μεγαλύτερος χρόνος ζυμώσεως απαιτεί χαμηλότερες θερμοκρασίες και μικρότερες ποσότητες μαγιάς (Hui, 2006).

Τα είδη μαγιάς χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

#### – Νωπή Μαγιά

Η μαγιά αρτοποιίας είναι ένας μύκητας της οικογένειας *Saccharomyces Cerevisiae*. Παράγεται βιομηχανικά και προκύπτει από καλλιέργεια που εξασφαλίζεται από το μούστο της μελάσας, που είναι υποπροϊόν της παραγωγής ζάχαρης και ο οποίος αποτελεί το βασικό συστατικό για την παραγωγή της. Ο ρόλος της στην αρτοποίηση συνιστάται στο να προκαλεί τη ζύμωση που παράγει διοξείδιο του άνθρακα, δημιουργώντας ταυτόχρονα εσωτερική κυψέλωση και διόγκωση του ζυμαριού.

Η παραδοσιακή μαγιά, γνωστή με το όνομα «φρέσκια νωπή μαγιά», έχει όψη όπως τα υποπροϊόντα του ζυμαριού, χρώματος υπόλευκου, αρκετά στερεή και ομοιογενής και είναι συσκευασμένη σε καλούπια των 500 g. Σε ποσοστό μέχρι 2,5%, η γεύση της μαγιάς δεν φαίνεται στο ψωμί (Βαρζάκας, 2012).

#### – Ξηρή Στιγμαία Μαγιά

Εμφανίζεται υπό τη μορφή κόκκων με 4% υγρασία. Προέρχεται από τη φρέσκια μαγιά, η οποία ξηραίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία. Συσκευάζεται υπό κενό αέρος, έχει το πλεονέκτημα να διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα (έως 2 χρόνια) και να συμπεριφέρεται όπως η φρέσκια μαγιά, όταν προηγουμένως έχει αναμιχθεί με το αλεύρι, κατά τη διάρκεια του ζυμώματος. Όσον αφορά τη γεύση, είναι πιο διακριτική από τη φρέσκια μαγιά και σε ποσοστό έως 2% το άρωμα της δεν εκδηλώνεται (Βαρζάκας, 2012).

#### 3.3.2 Μπέικιν Πάουντερ (Baking Powder)

Γνωστά με το όνομα baking powder είναι μίγματα διογκωτικών ουσιών που περιέχουν CO<sub>2</sub> και όξινα συστατικά. Η διάδοση του baking powder βασίζεται στο χαμηλό κόστος του, στην έλλειψη τοξικότητας, στην ευκολία χειρισμού του και στο μεγάλο βαθμό καθαρότητας των εμπορικών σκευασμάτων του όπως επίσης και στο ότι είναι λιγότερο αλκαλικά σε σύγκριση με τα ανθρακικά άλατα (Βαρζάκας, 2012).

#### 3.4 Βελτιωτικά αλεύρων

Ως «βελτιωτικά αλεύρων» χαρακτηρίζονται οι ουσίες των οποίων η χρήση αποσκοπεί στο να αποκτήσουν τα αλεύρα τις κατάλληλες τεχνολογικές ιδιότητες που έχουν σαν στόχο τη βελτίωση της παραγωγής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων. Είναι χημικοί παράγοντες που επιδρούν επί των ιδιοτήτων των αλεύρων βελτιώνοντας τη ποιότητα τους και αυξάνοντας το χρόνο ζωής των τελικών προϊόντων. Αυτές οι ουσίες επιδρούν και τροποποιούν τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού. Η χρήση τους βοηθά στη συγκράτηση των αερίων, μειώνει το χρόνο ωρίμανσης του ζυμαριού και αυξάνει τον όγκο του ψωμιού βελτιώνοντας τη ποιότητά του (Βαρζάκας, 2012).

Κατά τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, σαν βελτιωτικά αλεύρων χαρακτηρίζονται ανόργανες ή οργανικές ουσίες, που προστίθενται στα διάφορα είδη αλεύρων, για την βελτίωση της παραγωγής και των οργανοληπτικών χαρακτήρων των τελικών προϊόντων (Ηλιόπουλος, 1993).

Σ' αυτά περιλαμβάνονται:

- L- Ασκορβικό οξύ
- Κιτρικό οξύ
- Τρυγικό οξύ
- Λεκιθίνη
- L- Κυστεΐνη
- A- Αμυλάση (ένζυμο, το οποίο χρησιμοποιείται ως βελτιωτικό)

### **3.4.1 Μορφή των βελτιωτικών**

Όλα τα βελτιωτικά που αναφέρθηκαν προστίθενται συνήθως στο αλεύρι και αναμειγνύονται με αυτό, μπορούν όμως να προστεθούν και από τον αρτοποιό κατευθείαν στο ζυμωτήριο. Όταν πρόκειται να αναμειχθούν με το αλεύρι πρέπει να είναι σε στερεά μορφή, να ρέουν εύκολα και να μην κολλάνε. Τα δύο τελευταία ισχύουν για τους γαλακτωματοποιητές που έχουν την τάση να συσσωματώνονται. Όταν είναι να προστεθούν στο ζυμωτήριο οι παραπάνω προδιαγραφές δεν είναι απαραίτητες, αρκεί να είναι εύκολος ο χειρισμός τους.

Η ανάμειξη των βελτιωτικών με το αλεύρι παρουσιάζει τις δυσκολίες ομογενοποίησης του μείγματος που εμφανίζονται κατά την ανάμειξη στερεών. Για να διευκολυνθεί η ροή και να αποκλεισθεί ο κίνδυνος δημιουργίας συσσωματωμάτων, πρέπει το μέγεθος των κόκκων του βελτιωτικού να μην είναι πολύ μικρό. Στερεά σώματα με μέγεθος κόκκων ίσο ή μικρότερο από το μέγεθος των κόκκων του αλεύρου (δηλαδή, μικρότερο από 160 μm) έχουν τη τάση να συσσωματώνονται. Αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό με τη δοκιμή Peckar κατά την οποία προκαλείται συσσωμάτωμα του αλεύρου πάνω σε ξύλινη σπάτουλα. Αν το μέγεθος των κόκκων είναι μεγαλύτερο, σε επίπεδα σιμιγδαλιού, η τάση για συσσωμάτωση μειώνεται. Ένα βολικό μέγεθος κόκκων είναι μεταξύ 300-500 μm. Οι γαλακτωματοποιητές όμως, λόγω της λιπώδους υφής τους έχουν πάντα τάση για συσσωμάτωση και θέλουν προσοχή, ακόμα και όταν περιέχουν βελτιωτικά ροής και ουσίες που αποτρέπουν τη συσσωμάτωση (Κεφαλάς, 2009).

### 3.4.2 Κιτρικό οξύ

Το κιτρικό οξύ απαντάται ευρέως στη φύση, ιδιαίτερα στα εσπεριδοειδή φρούτα. Οι κύριες χρήσεις του στα τρόφιμα είναι σαν: οξύ, ρυθμιστής οξύτητας, αντιοξειδωτικό και ρυθμιστικό συνέχειας (ADM, Μάιος 2005).

Η προσθήκη κιτρικού οξέος είναι συνηθισμένη μέθοδος στην Ελλάδα για τη βελτίωση των ιδιοτήτων της γλουτένης. Η μέγιστη δόση σύμφωνα με τον Κώδικα τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) είναι 1‰ στο αλεύρι. Η δράση του οφείλεται κυρίως στη μείωση του pH του ζυμαριού σε επίπεδα που να μηδενίζεται σχεδόν η δραστηριότητα της πρωτεάσης των πεντατομιτών.

Το κιτρικό οξύ και τα μετά νατρίου και καλίου άλατα του συγκαταλέγονται στον πίνακα των GAS προσθέτων του FDA. Η ευρεία χρήση του οξέος στα τρόφιμα οφείλεται κυρίως σε τρεις λόγους:

- Τη μεγάλη διαλυτότητα στο νερό
- Την ευεργετική του επίδραση στη γεύση και την οσμή
- Την ικανότητα να σχηματίζει σύμπλοκα με τα διάφορα μεταλλικά ιόντα (Ηλιόπουλος, 1993)

Το αποτέλεσμα είναι πολύ καλό σε ελληνικά σιτάρια με μαλακή γλουτένη, ακόμα και όταν δεν φαίνεται να υπάρχει προσβολή από πεντατομίτη ούτε με την οπτική εξέταση των κόκκων, ούτε με τις δοκιμές της καθίζησης ή του φαρινογραφήματος. Σε πολλές ποικιλίες ιδιαίτερα της Κεντρικής Ευρώπης και της Αμερικής, εφόσον είναι υγιείς, τα οξέα αυτά δεν φέρνουν αποτελέσματα.

#### 3.4.2.1 Κιτρικό οξύ σαν Σύνεργο Αντιοξειδωτικό

Μερικές οργανικές ουσίες, κατά το πλείστο οργανικά οξέα, ενισχύουν την αντιοξειδωτική ικανότητα των αντιοξειδωτικών όταν προστίθεται μαζί με τα τελευταία στις λιπαρές ύλες. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται σύνεργα αντιοξειδωτικών. Η ευεργετική αυτή επίδραση των σύνεργων αποδίδεται σε δυο κυρίως λόγους:

- Στο ότι τα σύνεργα οργανικά οξέα δεσμεύουν, υπό μορφή συμπλόκων, τα μεταλλοκατιόντα τα οποία ευνοούν την αυτοξείδωση των λιπαρών υλών.
- Στην ικανότητα αυτών, να ανάγουν, την οξειδωμένη ανενεργό μορφή των αντιοξειδωτικών προς την ενεργό τοιαύτη (Ηλιόπουλος, 1993).



### 3.4.3 Ασκορβικό οξύ

Είναι λευκή σκόνη. Είναι το μοναδικό αναγνωρισμένο βελτιωτικό που δεν είναι οξειδωτική ουσία. Στις κλασσικές μεθόδους προστίθεται σε αναλογία 10-20 ppm. Ενώ στη μέθοδο Chorleywood ή στη Do-Maker χρειάζεται πολύ περισσότερο (60-150 ppm με βάση το αλεύρι) (Τσιάρας, 1994).

Το ασκορβικό οξύ είναι το μόνο βελτιωτικό με οξειδωτική δράση στο αλεύρι σίτου που επιτρέπεται στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) η ανώτατη επιτρεπόμενη δόση είναι 0,3% στο αλεύρι. Κανονικά το ασκορβικό οξύ είναι αναγωγική ουσία, αλλά στο ζυμωτήριο, μόλις το αλεύρι έρθει σε επαφή με το νερό, δρα το ένζυμο οξειδάση του ασκορβικού οξέος το οποίο οξειδώνει το ασκορβικό οξύ σε δεϋδροασκορβικό οξύ. Αυτό στη συνέχεια οξειδώνει τη γλουτένη του ζυμαριού και ανάγεται σε ασκορβικό οξύ.

Η επίδραση οξειδωτικών ουσιών στη γλουτένη προκαλεί την απόσπαση υδρογόνου από σουλφυδρυλικές ομάδες (-SH) κυστεϊνών και ένωση των ατόμων του θείου ανά δύο σε δισουλφιδικό δεσμό (-S-S-). Με την επίδραση του ασκορβικού οξέος ως οξειδωτικού, το ζυμάρι γίνεται πιο ανθεκτικό και συνεκτικό αλλά όχι ιδιαίτερα ελαστικό. Στις μεγαλύτερες δόσεις ασκορβικού η ελαστικότητα μειώνεται σημαντικά και το αποτέλεσμα θυμίζει αποτέλεσμα θερμού κοντισιοναρίσματος.

Ήπιο οξειδωτικό αποτέλεσμα από το οξυγόνο της ατμόσφαιρας προκύπτει κατά την παραμονή του αλεύρου σε αεριζόμενη αποθήκη για κάποιο χρονικό διάστημα. Πριν γενικευθεί η χρήση των βελτιωτικών, η αποθήκευση των αλεύρων για κάποιο χρονικό διάστημα για να «παλαιώσουν» ήταν πολύ συνηθισμένος τρόπος βελτίωσης των αρτοποιητικών τους ιδιοτήτων.

Το κρυσταλλικό ασκορβικό οξύ είναι σταθερό για 36 μήνες. Είναι ένα ισχυρό αναγωγικό μέσο και αποσυντίθεται σταδιακά με τη παρουσία νερού και υγρασίας. Η διαδικασία της οξείδωσης καταλύεται από το φως και μερικά μεταλλικά ιόντα π.χ. σίδηρο και χαλκό. Οι οξειδωτικοί παράγοντες και οι αλκαλικές ουσίες προκαλούν ταχεία αποσύνθεση. Υδατώδη διαλύματα είναι πιο σταθερά σε pH 4-6.

Το ασκορβικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από μόνο του όσο και με προσμίξεις. Στο αλεύρι προστίθεται για να βελτιώσει τις ιδιότητες ψήσιματος και την ποιότητα των προϊόντων που ψήνονται με αυτό (αναλογία περίπου 20-80 mg/Kg) (BASF, Μάιος 2005).

#### **3.4.3.1 Ασκορβικό οξύ ως Αντιοξειδωτικό**

Το ασκορβικό οξύ είναι το πλέον διαδεδομένο φυσικό αντιοξειδωτικό σε υδάτινα συστατικά που βρίσκονται στα τρόφιμα. Το μισό περίπου ποσοστό της σύνθεσης παραγωγής του χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, από αυτό ένα μικρό τμήμα ως προσθήκη στη διατροφή, ενώ το υπόλοιπο καταναλώνεται ως δραστικό αντιοξειδωτικό, δηλαδή, βοηθητικό προϊόν. Η χρήση του για τεχνολογικούς σκοπούς γνωρίζει όλο και μεγαλύτερη ζήτηση ενώ, καθαρό και ακίνδυνο, προστίθεται αποτελεσματικά στα τρόφιμα. Στο αλεύρι χρησιμοποιείται ως μέσο σκλήρυνσης της ζύμης.

Για να προσδιοριστεί η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του ασκορβικού οξέος, έχει εξεταστεί ένας μεγάλος αριθμός πολυφαινόλων φυτικής προελεύσεως (σε φωσφορικό οξύ, ρυθμιστικό διάλυμα σε pH=7,4 και θερμοκρασία 37°C) και έχει παρατηρηθεί υπερβολικά ισχυρή δραστικότητα.

Την ανάπτυξη της καταστροφικής επενέργειας, δεν είναι σε θέση, να ανασταλεί ούτε η προσθήκη αντιοξειδωτικών η συμπλοκομετρικών ενώσεων, όπως είναι το κιτρικό οξύ και το DATA (Φουρτουνόπουλος, 1986).

#### **3.4.4 Ανίχνευση κιτρικού και ασκορβικού οξέος**

Κάνουμε ένα “Peckar” και το βουτάμε για λίγα δευτερόλεπτα μέσα σε υδατικό διάλυμα 2,6-διχλωρο-φαινόλο-ινδοφαινόλης ( $\approx 0,05\%$ ) (δείκτης οξέος - βάσεως) τότε, στη μπλε επιφάνεια του Peckar, στις θέσεις που βρίσκονται τα κοκκία του ασκορβικού οξέος ανάγεται ο δείκτης και σχηματίζονται λευκά στίγματα, ενώ τα κοκκία του κιτρικού οξέος δίνουν κοκκινωπά στίγματα. Αν θέλουμε να ανιχνεύσουμε μόνο το ασκορβικό, μπορούμε να βουτήξουμε το Peckar σε υδατικό διάλυμα ιωδίου ( $\approx 0,05\%$ ), τα κοκκία του ασκορβικού οξέος ανάγουν το ιώδιο και στις θέσεις τους εμφανίζονται λευκά στίγματα πάνω στη μπλε (σύμπλοκο αμύλου - ιωδίου) επιφάνεια του Peckar (Δημόπουλος, 1987).

Πρέπει να σημειώσουμε ότι ακριβής ποσοτικός προσδιορισμός του ασκορβικού οξέος και του κιτρικού οξέος είναι πολύπλοκος και επίπονος (Τσιάρας, 1994).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Πειραματικό Μέρος (ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ)

Η πειραματική μελέτη που πραγματοποιήθηκε αφορούσε στην επίδραση των διάφορων προσθέτων, διογκωτικών (μαγιά και μπέικιν πάουντερ) και βελτιωτικών (ασκορβικό και κιτρικό οξύ) καθώς και στην επίδραση των διάφορων αλεύρων (ολικής άλεσης, τύπου 70% και τύπου Αμερικής) στην παρασκευή άρτου.

### 4.1 Ποιοτικές αναλύσεις αλεύρων

Τα άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν για τις ποιοτικές αναλύσεις αλλά και για την παρασκευή άρτου ήταν τύπου ολικής άλεσης (Μύλοι Αγίου Γεωργίου), τύπου 70% και τύπου Αμερικής κατηγορίας Π (**Εικόνα 4**). Οι ποιοτικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν και που θα δούμε αναλυτικότερα παρακάτω είναι: 1) ο προσδιορισμός της οξύτητας, 2) ο προσδιορισμός της υγρασίας, 3) ο προσδιορισμός της υγρής γλουτένης, της ξηρής γλουτένης καθώς και της ικανότητας ενυδάτωσης, 4) ο προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης Zeleny και 5) ο προσδιορισμός ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών με τη χρήση αλβεογράφου.



**Εικόνα 4:** Άλευρα, ολικής άλεσης (Μύλοι Αγίου Γεωργίου), τύπου 70% και τύπου Αμερικής κατηγορίας Π

#### 4.1.1 Προσδιορισμός οξύτητας αλεύρων

Τα ένζυμα λιπάση και λιποξειδάση είναι υπεύθυνα για την τάγγιση των σιτηρών κι έχουν προφανείς δυσμενείς επιπτώσεις. Η λιπάση υδρολύει τα τριγλυκερίδια σε γλυκερόλη και λιπαρά οξέα κι έτσι τα δεύτερα υφίστανται πολύ γρήγορα οξειδωτική τάγγιση από ότι αν ήταν ενωμένα με την γλυκερόλη. Η λιποξειδάση με την βοήθεια του οξυγόνου, οξειδώνει πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του τελικού προϊόντος. Η λιποξειδάση μπορεί να οξειδώσει και να καταστρέψει τις κίτρινες χρωστικές του σίτου κάτι το οποίο είναι επιθυμητό στα ζυμάρια που προορίζονται για την παραγωγή άσπρου ψωμιού, καθώς και να ενισχύσει την συνεκτικότητα της γλουτένης. Ωστόσο τα μειονεκτήματα της είναι σημαντικότερα από τα πλεονεκτήματά της κι έτσι την καθιστούν ανεπιθύμητη.

Με τον προσδιορισμό της οξύτητας του αλεύρου αναφερόμαστε πρακτικά στον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του αλεύρου σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (Κεφαλάς, 2009).

Σκοπός του προσδιορισμού της οξύτητας είναι το τάγγισμα να ανιχνευτεί πριν γίνει αντιληπτό οργανοληπτικά. Η οξύτητα σε θειικό οξύ δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,08% (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009).

#### Πειραματική διαδικασία

Ζυγίζονται 5 g δείγματος αλεύρου και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη με εσφυρισμένο πώμα. Προστίθενται 25 ml αλκοόλης η οποία πρωτίστως έχει εξουδετερωθεί με KOH 0,02 N παρουσία δείκτη φαινολοφθαλείνης. Το μείγμα αφήνεται σε κατάσταση ηρεμίας (**Εικόνα 5**) και ανακινείται σε τακτά χρονικά διαστήματα έως το πέρας τεσσάρων ωρών. Από το υπερκείμενο λαμβάνονται 10 ml, και τιτλοδοτούνται με KOH 0,02 N έως ότου αλλαγής χρώματος (**Εικόνα 6**). Πολλαπλασιάζονται τα καταναλωθέντα ml KOH 0.02 N με τον συντελεστή 0,049 και το παραγόμενο αποτέλεσμα είναι η οξύτητα του αλεύρου εκφρασμένη σε H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>% (θειικό οξύ επί τοις εκατό) (Βαρζάκας, 2012).



**Εικόνα 5:** Τα μείγματα σε κατάσταση ηρεμίας.



**Εικόνα 6:** Η τιτλοδότηση του δείγματος με KOH 0.02 N ολοκληρώνεται όταν το δείγμα πάρει αυτήν την ανοιχτή ροζ απόχρωση.

### Αποτελέσματα

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα ποσοστά οξύτητας των αλεύρων (ολικής άλεσης, τύπου 70% και τύπου Αμερικής) σε H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>%.

**Πίνακας 3:** Ποσοστό οξύτητας αλεύρων σε H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>%

ΤΥΠΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ	Ολικής Άλεσης	Τύπου 70%	Τύπου Αμερικής
ΑΡΧΙΚΗ ΕΝΔΕΙΞΗ	3,8	6,5	9,1
ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΔΕΙΞΗ	6,5	9,1	10,7
ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΑΝ (ml)	2,7	2,6	1,6
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %	2,7*0,049 = 0,1323%	2,6*0,049 = 0,1274%	1,6*0,049 = 0,0784%

#### 4.1.2 Προσδιορισμός Υγρασίας

Ένας καθοριστικός παράγοντας στην ποιότητα των αλεύρων είναι η υγρασία. Παίζει μεγάλο ρόλο στην ασφαλή αποθήκευση των σιτηρών και των προϊόντων τους καθώς επίσης είναι και ένας παράγοντας οικονομικής σημασίας. Η υγρασία στο αποθηκευμένο προϊόν πρέπει να είναι εντός ορίων ώστε να αποφευχθεί κάθε ανεπιθύμητη αλλοίωση ( π.χ. μούχλα) και ανάπτυξη μυκήτων και μικροοργανισμών σε αυτό. Η ασφαλής υγρασία, με βάση και το κλίμα της Ελλάδας, είναι κάτω του 13%. Ως οικονομικός παράγοντας επηρεάζει το αλεύρι ως εξής: ακόμη και μια μικρή διακύμανση της υγρασίας μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά το βάρος του αλεύρου και αυτό μεταφράζεται σε σημαντικές χρηματικές διαφορές (Κεφάλας, 2009).

#### Πειραματική διαδικασία

Ζυγίζεται η κάψα πορσελάνης (**Εικόνα 7**) κι έπειτα ζυγίζονται 20 g αλεύρου σε αυτή. Τοποθετείται η κάψα πορσελάνης με το αλεύρι στον κλίβανο στους 105 °C μέχρι να αποκτήσει σταθερό βάρος, ελέγχοντάς το ανά 15 min (Βαρζάκας, 2012).

Το βάρος κάθε πορσελάνινης κάψας είναι 11,2 g.



**Εικόνα 7:** Η κάψες πορσελάνης στις οποίες ζυγίζονται και ξηραίνονται σε κλίβανο τα άλευρα (Ολικής Άλεσης, Τύπου 70%, Τύπου Αμερικής)

## Αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται οι μεταβολές του βάρους των αλεύρων κατά τη διαδικασία της ξήρανσης καθώς και τα ποσοστά υγρασίας επί της % για το κάθε άλευρο.

**Πίνακας 4:** Μεταβολές βάρους αλεύρων κατά τη διαδικασία ξήρανσης ανά 15 min.

Τύποι Αλεύρων	Ολικής Αλέσεως	Τύπου 70%	Αμερικής
Αρχικό Καθαρό Βάρος	20 g	20 g	20g
15 sec	19,5 g	19,7 g	19,6 g
30 sec	19 g	19,1 g	19,1 g
45 sec	18,6 g	18,5 g	18,6 g
60 sec	18,3 g	18,2 g	18,3 g
75 sec	18,1 g	17,9 g	18,1 g
90 sec	18 g	17,7 g	18 g
105 sec	18 g	17,7 g	18 g

**Πίνακας 5:** Ποσοστό υγρασίας επί της % για το άλευρο ολικής άλεσης

Ολικής Άλεσης
Στα 20 g αλεύρου 2 g υγρασίας Στα 100 g αλεύρου x; g υγρασίας x = 10% υγρασία

**Πίνακας 6:** Ποσοστό υγρασίας επί της % για το άλευρο τύπου 70%

Τύπου 70%
Στα 20 g αλεύρου 2,3 g υγρασίας Στα 100 g αλεύρου x; g υγρασίας x = 11,5% υγρασία

**Πίνακας 7:** Ποσοστό υγρασίας επί της % για το άλευρο τύπου Αμερικής

Τύπου Αμερικής
Στα 20 g αλεύρου 2 g υγρασίας Στα 100 g αλεύρου x; g υγρασίας x = 10% υγρασία



### 4.1.3 Προσδιορισμός Γλουτένης / Ικανότητα Ενυδάτωσης

Το σημαντικότερο από τα συστατικά του σίτου είναι η πρωτεΐνη του διότι έχει την μοναδική ιδιότητα όταν ενυδατωθεί να δώσει συνεκτική κι ελαστική μάζα. Έτσι και το ζυμάρι που θα παραχθεί αν αναμειχθεί το αλεύρι σίτου με νερό, μπορεί να έχει τις ίδιες ιδιότητες. Την ιδιότητα αυτή την οφείλει η πρωτεΐνη στην γλουτένη η οποία είναι η κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη του κόκκου σιταριού. Η γλουτένη αποτελεί το 80% της πρωτεΐνης του σίτου και αποτελείται κυρίως από δυο πρωτεϊνικά κλάσματα, τη γλοιοαδίνη (διαλυτή σε αλκοόλη, σε αυτήν οφείλεται η ελαστικότητα της γλουτένης) και τη γλουτενίνη (αδιάλυτη σε αλκοόλη και διαλυτή σε οξέα και αλκάλια, σε αυτήν οφείλεται η αντίσταση της γλουτένης όταν αυτή εκτείνεται). Γλουτένη λέγεται η υγρή, πλαστική και ελαστική μάζα που μένει στο χέρι μας ή στην κατάλληλη συσκευή μετά από ξέπλυμα και συνεχής μάλαξη ενός ζυμαριού κάτω από το τρεχούμενο νερό βρύσης. Κατά την έκπλυση φεύγει το άμυλο, το πίτυρο και ένα μικρό υδατοδιαλυτό της ολικής πρωτεΐνης. Η λαμβανόμενη υγρή γλουτένη ζυγίζεται και κατόπιν ελέγχονται οι ιδιότητές της, όπως το χρώμα και η ελαστικότητα. Στη συνέχεια ξηραίνεται και ζυγίζεται οπότε προσδιορίζεται η ξηρή γλουτένη. Οι δύο παραπάνω ζυγίσεις μας δίνουν την ικανότητα ενυδάτωσης της γλουτένης (Βαρζάκας, 2012).

Η ικανότητα ενυδάτωσης (E) της γλουτένης κυμαίνεται μεταξύ 60-70% και αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της γιατί όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα συγκρατήσεως νερού από το ζυμάρι με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη απόδοση σε ψωμί καλύτερης ποιότητας (Γρεβενιώτη – Μπαμπατζιμοπούλου, 1982, Αρβανιτογιάννης κ.α. 2008).

### Πειραματική διαδικασία

Ζυγίζονται 20 g αλεύρου και προστίθενται μαζί με 10 ml νερό βρύσης σε γουδί, ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της μάλαξης και να παρασκευασθεί τελικώς μια ομοιογενής σφαίρα ζύμης. Έπειτα τοποθετείται κάτω από την βρύση ηθμός ώστε να κομμάτια της ζύμης που θα αποκολλούνται από αυτήν κατά την διάρκεια της μάλαξης κάτω από το τρεχούμενο νερό, να προσκολλούνται στην αρχική ζύμη και να μαλάσσονται έως ότου το νερό να μην είναι γαλακτώδες και η ζύμη να είναι ελαστική και κολλώδης (**Εικόνα 8**). Κατά την έκπλυση φεύγει το άμυλο, το πίτυρο και ένα μικρό μόνο μέρος (υδατοδιαλυτό) της όλης πρωτεΐνης. Αμέσως μετά ζυγίζεται η υγρή

γλουτένη, καταγράφεται το βάρος της ώστε να γίνουν οι αντίστοιχοι υπολογισμοί και η ζύμη θερμαίνεται στους 155 °C για 30 min και ζυγίζεται ξανά ώστε να υπολογιστεί και η ξηρή γλουτένη (**Εικόνα 9**) (Βαρζάκας, 2012).



**Εικόνα 8:** Υγρή γλουτένη. (Ολικής Άλεσης, Τύπου 70%, Τύπου Αμερικής)



**Εικόνα 9:** Ξηρή γλουτένη. (Ολικής Άλεσης, Τύπου 70%, Τύπου Αμερικής)

## Αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται, το καθαρό βάρος (g) και το ποσοστό (%) της υγρής γλουτένης, το καθαρό βάρος (g) της ξηρής γλουτένης και τα αποτελέσματα επί της % ικανότητας ενυδάτωσης της γλουτένης.

## Προσδιορισμός Υγρής Γλουτένης

**Πίνακας 8:** Καθαρό βάρος (g) και ποσοστό (%) της υγρής γλουτένης

Τύποι Αλεύρων	Καθαρό Βάρος		
Ολικής Αλέσεως	9,7 g	x5	48,5%
Τύπου 70%	7,0 g	x5	35%
Αμερικής	12,6 g	x5	63%

## Προσδιορισμός Ξηρής Γλουτένης

**Πίνακας 9:** Καθαρό βάρος (g) της ξηρής γλουτένης

Τύποι Αλεύρων	Καθαρό Βάρος
Ολικής Αλέσεως	7,5 g
Τύπου 70%	4,9 g
Αμερικής	9,7 g

## Ικανότητα Ενυδάτωσης Γλουτένης (E) (%)

**Πίνακας 10:** Αποτελέσματα επί της % ικανότητας ενυδάτωσης της γλουτένης

$$E = \frac{ΥΓ - ΞΓ}{ΥΓ} \times 100$$

Τύποι Αλεύρων	Ικανότητα Ενυδάτωσης Γλουτένης (%)
Ολικής Άλεσης	$E = \frac{ΥΓ - ΞΓ}{ΥΓ} \times 100 = 22,68\%$
Τύπου 70%	$E = \frac{ΥΓ - ΞΓ}{ΥΓ} \times 100 = 30\%$
Τύπου Αμερικής	$E = \frac{ΥΓ - ΞΓ}{ΥΓ} \times 100 = 23,01\%$

#### 4.1.4 Προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης Zeleny

Η αρχή της μέτρησης βασίζεται στην ικανότητα της πρωτεΐνης του αλεύρου να διογκώνεται σε όξινο περιβάλλον. Τα άλευρα που θα δοκιμαστούν είναι σε έτοιμη τυποποιημένη μορφή και δεν χρειάζονται κάποια άλεση στα πλαίσια της επιστημονικής έρευνας που διεξάγεται. Αναμιγνύονται με τα αντιδραστήρια.

Μετά την ανάδευση και το χρόνο αναπαύσεως του δείγματος, ο όγκος του ιζήματος που παρατηρείται, ανταποκρίνεται στην ιζηματογένεση των σωματιδίων του αλεύρου (Βαρζάκας, 2012).

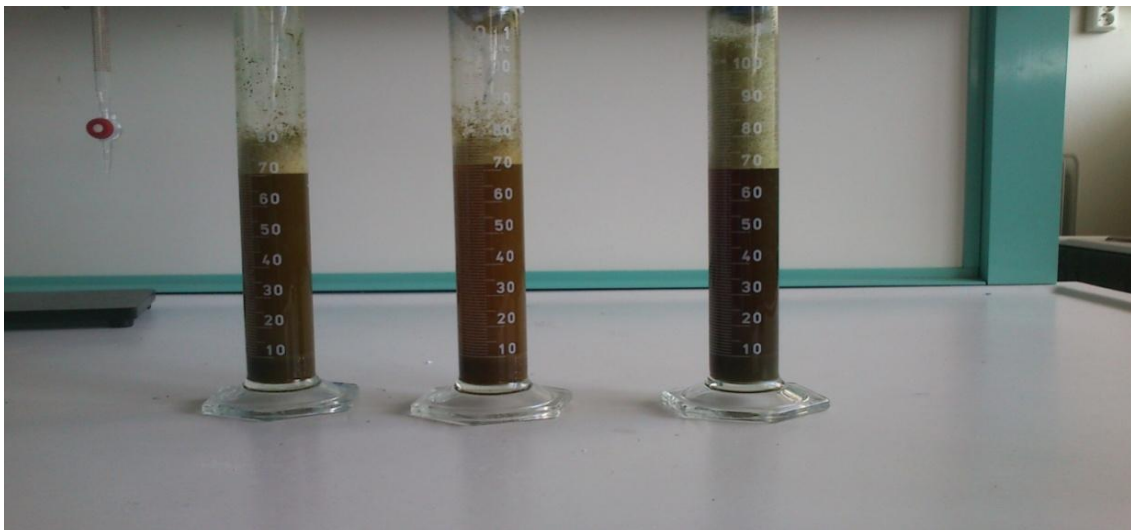
Όσο περισσότερη και καλύτερη είναι η γλουτένη, τόσο περισσότερο θα είναι το ίζημα. Αν όμως υπάρχουν πρωτεολυτικά ένζυμα στο χρονικό αυτό διάστημα, θα υδρολύσουν μέρος της γλουτένης και όταν θα προστεθεί το γαλακτικό οξύ, το ίζημα θα είναι λιγότερο. Συνεπώς με την εφαρμογή του τεστ σε δύο φάσεις έχουμε πολύ καλή ένδειξη για την ποσότητα και την ποιότητα της γλουτένης για πολλά δείγματα συγχρόνως και σε μικρό χρονικό διάστημα (Κεφαλάς, 2009).

#### **Πειραματική διαδικασία**

Ζυγίζεται το δείγμα και τοποθετείται σε κύλινδρο 100 ml. Προστίθενται 50 ml διαλύματος bromophenol blue στον κύλινδρο δοκιμής (**Εικόνα 10**). Κλείνει ο κύλινδρος με το γυάλινο πώμα, τοποθετείται σε οριζόντια θέση και αναταράσσεται κατά μήκος, από αριστερά προς τα δεξιά, 12 φορές για 5 min. Ο κύλινδρος τοποθετείται στον αναδευτήρα και ενεργοποιείται το χρονόμετρο. Μετά από 5min βγαίνει ο κύλινδρος και προστίθενται 25 ml διαλύματος γαλακτικού οξέος. Τοποθετείται πάλι στον αναδευτήρα ο κύλινδρος και αναδεύεται για 5 min, με ολικό χρόνο ανάδευσης 10 min. Τοποθετείται ξανά ο κύλινδρος σε όρθια θέση για 5min να ηρεμήσει (**Εικόνα 11**) και παρατηρείται ο όγκος του ιζήματος που έχει σχηματιστεί. Η ένδειξη προσδιορίζει το βαθμό ιζηματογένεσης Zeleny (Βαρζάκας, 2012).



**Εικόνα 10:**Βromophenol blue στον κύλινδρο δοκιμής



**Εικόνα 11:** Ο κύλινδρος δοκιμής σε κατάσταση ηρεμίας και για τα τρία άλευρα (ολικής άλεσης, τύπου 70%, τύπου Αμερικής)

### **Αποτελέσματα**

Στον πίνακα 11 αναγράφεται ο βαθμός ιζηματογένεσης Zeleny

### **Μέτρηση Τιμής Ιζηματογένεσης Zeleny**

**Πίνακας 11:** Βαθμός ιζηματογένεσης μετά από 10 min ανάπαυσης

<b>Τύποι Αλεύρων</b>	
Ολικής Αλέσεως	10,5
Τύπου 70%	10,5
Αμερικής	10

#### **4.1.5 Προσδιορισμός ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών με τη χρήση αλβεογράφου**

Στην παρούσα μελέτη για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς των ζυμαριών, όπως προαναφέρθηκε, έγινε χρήση του αλβεογράφου Chopin. Ο αλβεογράφος είναι ένα είδος εξτενσιογράφου. Στην αλβεογραφία όπως και στην εξτενσιογραφία οι μετρήσεις περί ενέργειας, αντίστασης στο μέγιστο (P) και εκτατότητας (L) είναι κοινές. Η μόνη διαφορά που υπάρχει είναι ότι στην αλβεογραφία η έκταση του ζυμαριού πραγματοποιείται σε δύο διαστάσεις κάτω από την πίεση αέρος για να σχηματισθεί κυψελίδα, ενώ στην εξτενσιογραφία εκτείνεται ένα κυλινδρικό δοκίμιο κατά μία μόνο διάσταση. Η αλβεογραφία έχει το πλεονέκτημα ότι ολοκληρώνεται πολύ πιο γρήγορα από την εξτενσιογραφία δηλαδή σε μισή ώρα περίπου έναντι 2 ½ ωρών. Αυτό όμως αποτελεί και μειονέκτημα, γιατί δεν λαμβάνονται πληροφορίες για το πως θα συμπεριληφθεί το ζυμάρι ύστερα από 2 ώρες, που μπορεί να διαρκέσει η παρασκευή κάποιου αρτοσκευάσματος μέχρι αυτό να μπει στο φούρνο. Παρόλα τα μειονεκτήματά της η αλβεογραφία είναι πολύ βολική αν πρόκειται να συγκριθούν σιτάρια που δεν έχουν προσβληθεί από πεντατομίτες, γιατί είναι πολύ πιο σύντομη από την εξτενσιογραφία και δίνει και αυτή επαναλήψιμα αποτελέσματα (Κεφαλάς, 2009).

#### **Πειραματική διαδικασία**

Η μέτρηση των αρτοποιητικών ιδιοτήτων των αλεύρων με βάση εμπειρικές παρατηρήσεις κατά τη χρήση ενός προτύπου οργάνου γίνεται σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο Chopin (Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης, 2007).

Ο αλβεογράφος αποτελείται από τρία βασικά μέρη (**Εικόνα 12**):

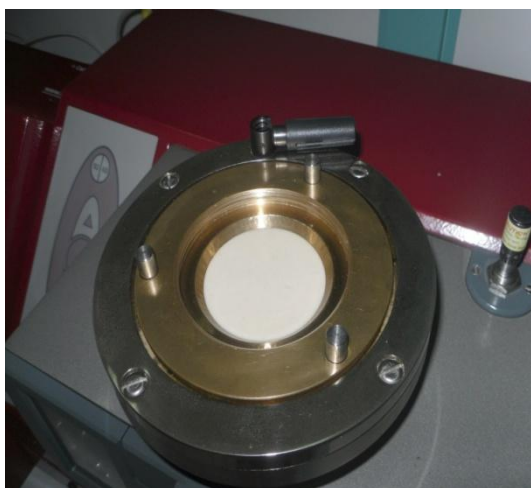
- 1) Το ζυμωτήριο,
- 2) Το καταγραφικό μανόμετρο.
- 3) Το τμήμα διογκώσεως της αρτομάζας



**Εικόνα 12:** Αλβεογράφος Chorin.

Τα δύο πρώτα τμήματα διατηρούνται σε θερμοκρασία 25 °C με την κυκλοφορία θερμού νερού του οποίου η θερμοκρασία ρυθμίζεται με θερμοστάτη.

Η αρτομάζα παρασκευάζεται μέσα στο ζυμωτήριο από 250 g αλεύρι και νερό που περιέχει 2,5% αλάτι. Η ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί ρυθμίζεται έτσι ώστε η αρτομάζα να περιέχει 50% νερό. Η μάλαξη της αρτομάζας διαρκεί 7 min. Αφού τελειώσει η μάλαξη το ζυμάρι εξωθείται με μορφή λωρίδας πάνω σε μια χαλύβδινη πλάκα της οποίας η επιφάνεια έχει αλείφει με παραφινέλαιο. Η λωρίδα του ζυμαριού κόβεται σε κομμάτια και κάθε κομμάτι σχηματίζεται σε ένα δίσκο ορισμένου πάχους και διαμέτρου με τη βοήθεια ενός ανοξειδωτού κυλίνδρου. Οι δίσκοι του ζυμαριού οι οποίοι αποτελούν τα δοκίμια τοποθετούνται για 20 min περίπου σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας (25 °C). Μετά από 20 min κάθε ένας δίσκος τοποθετείται στο τμήμα εκείνο του αλβεογράφου όπου διογκώνεται η αρτομάζα (**Εικόνα 13**) και γίνεται η διόγκωσή του με αέρα (**Εικόνα 14**). Κατά την διόγκωση το καταγραφικό όργανο χαράσσει ένα διάγραμμα σύμφωνο με τη μεταβολή της πίεσης (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982).



**Εικόνα 13:** Η ζύμη (από αλεύρι τύπου 70%) πριν την διοχέτευση αέρα στο τμήμα διόγκωσης του αλβεογράφου.



**Εικόνα 14:** Η ζύμη κατά τη διάρκεια της διοχέτευσης αέρα στο τμήμα διόγκωσης του αλβεογράφου. Διακρίνεται και ο θάλαμος σταθερής θερμοκρασίας στον οποίο αφήνονται τα δισκία ζυμαριού για 20 min.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται και για τα υπόλοιπα κομμάτια του ζυμαριού και το διάγραμμα χαράσσεται στην ίδια ταινία αρχίζοντας πάντα από το μηδέν. Οι μετρήσεις που γίνονται στην καμπύλη είναι οι εξής:

1) Το μέγιστο ύψος (P) που μετρείται σε χιλιοστά του μέτρου (mm) και εκφράζει την αντοχή του ζυμαριού

2) Το μήκος (L) που μετρείται σε χιλιοστά του μέτρου (mm) και χαρακτηρίζει την εκτατότητα του ζυμαριού και

3) Το εμβαδόν της επιφάνειας (W) που περικλείεται από την καμπύλη, μετρείται με εμβαδόμετρο σε cm και αποτελεί μέτρο της αρτοποιητικής ικανότητας του αλεύρου. Τα δυνατά αλεύρα έχουν μεγάλο έργο (W), ενώ τα αδύνατα μικρότερο.

4) Το λόγο P/L (αριθμός που προκύπτει από τη διαίρεση του ύψους με το μήκος) και αποτελεί ένα χαρακτηριστικό κριτήριο για κάθε αλεύρι. Έχει βρεθεί ότι σε μία τιμή του λόγου P/L ίση με 1,2 δίνει αλεύρι με καλά χαρακτηριστικά γλουτένης (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982).

Κατά την πειραματική διαδικασία του αλβεογράφου δοκιμάστηκαν 5 δείγματα ζυμαριού από το κάθε άλευρο, τα οποία μας έδωσαν 5 καμπύλες από τις οποίες υπολογίστηκε ο μέσος όρος (M.O.) και η τυπική απόκλιση.

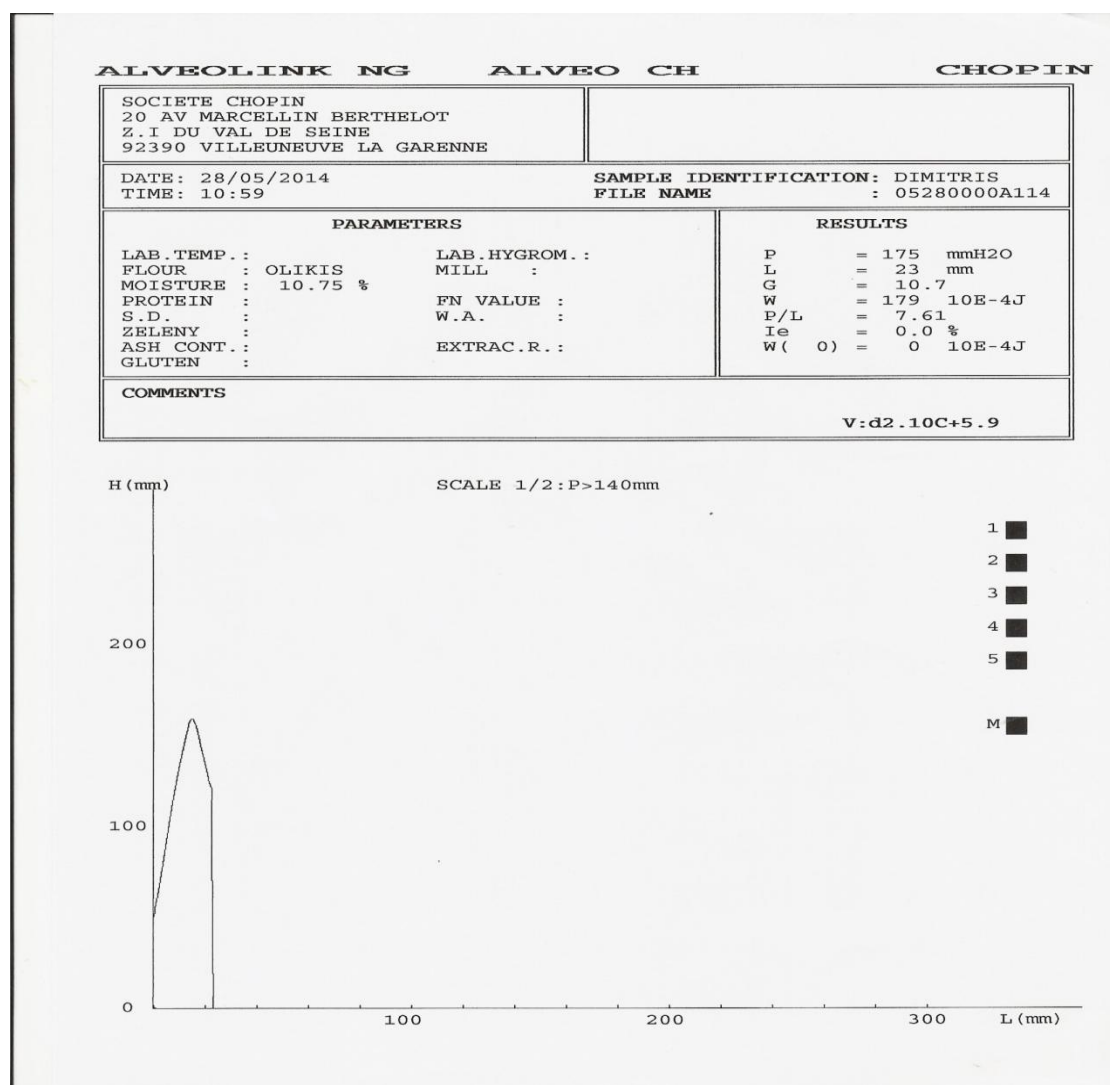


## Αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες και εικόνες εμφανίζονται ο μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου ολικής άλεσης, τύπου 70% και τύπου Αμερικής καθώς και τα αλβεογραφήματα ζύμης που προέκυψαν από τα αντίστοιχα άλευρα.

**Πίνακας 12:** Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου Ολικής Άλεσης

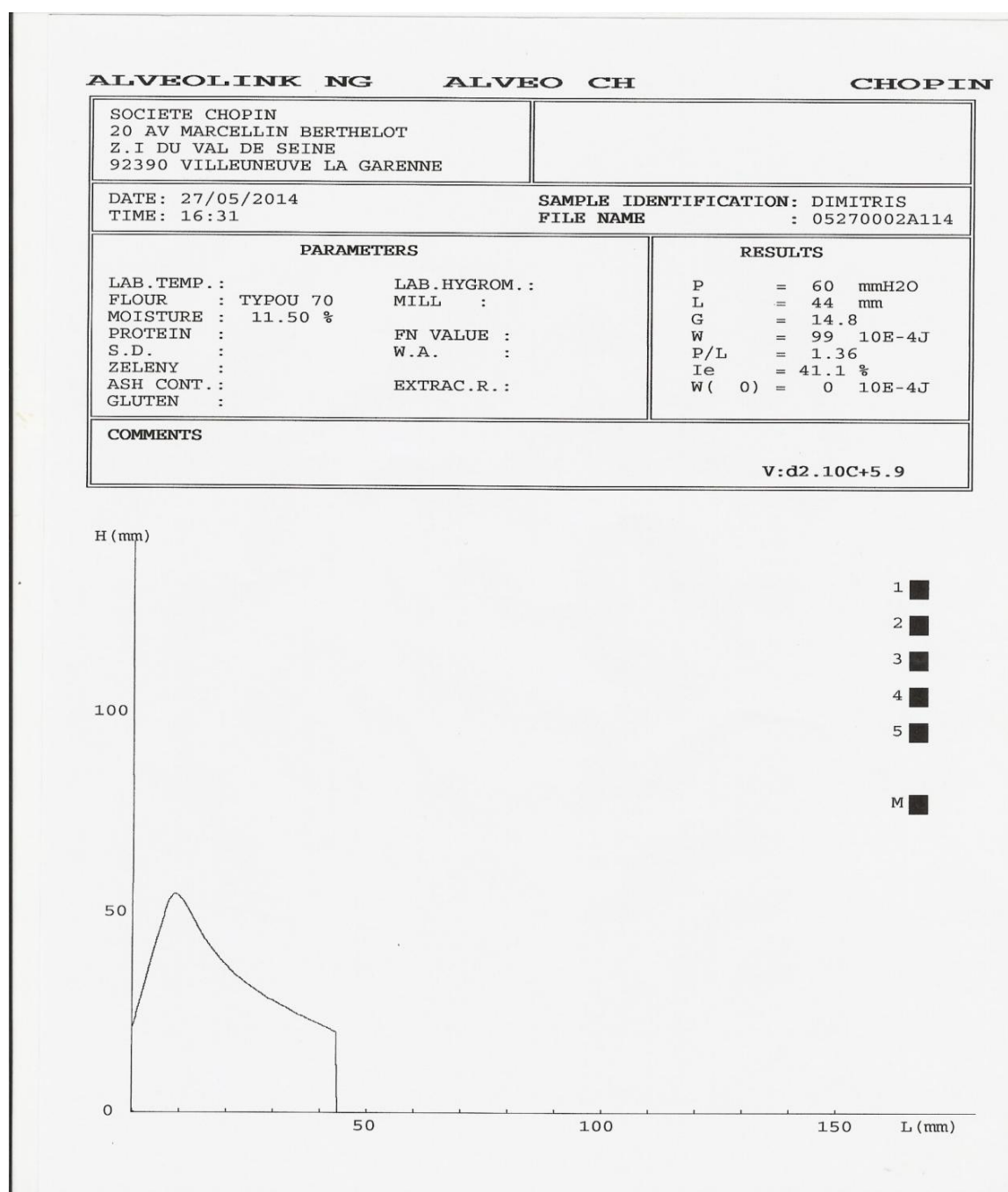
Ολικής Άλεσης	M.O.	Τυπική Απόκλιση
P (mm H <sub>2</sub> O)	175,8	7,46
L (mm)	23,6	1,52
G	10,78	0,36
W (10e-4J)	183,2	14,80
P/L	7,472	0,55
Ie %	0	0
W<0> (10e-4J)	0	0



**Εικόνα 15:** Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από αλεύρι τύπου ολικής άλεσης

**Πίνακας 13:** Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου 70%

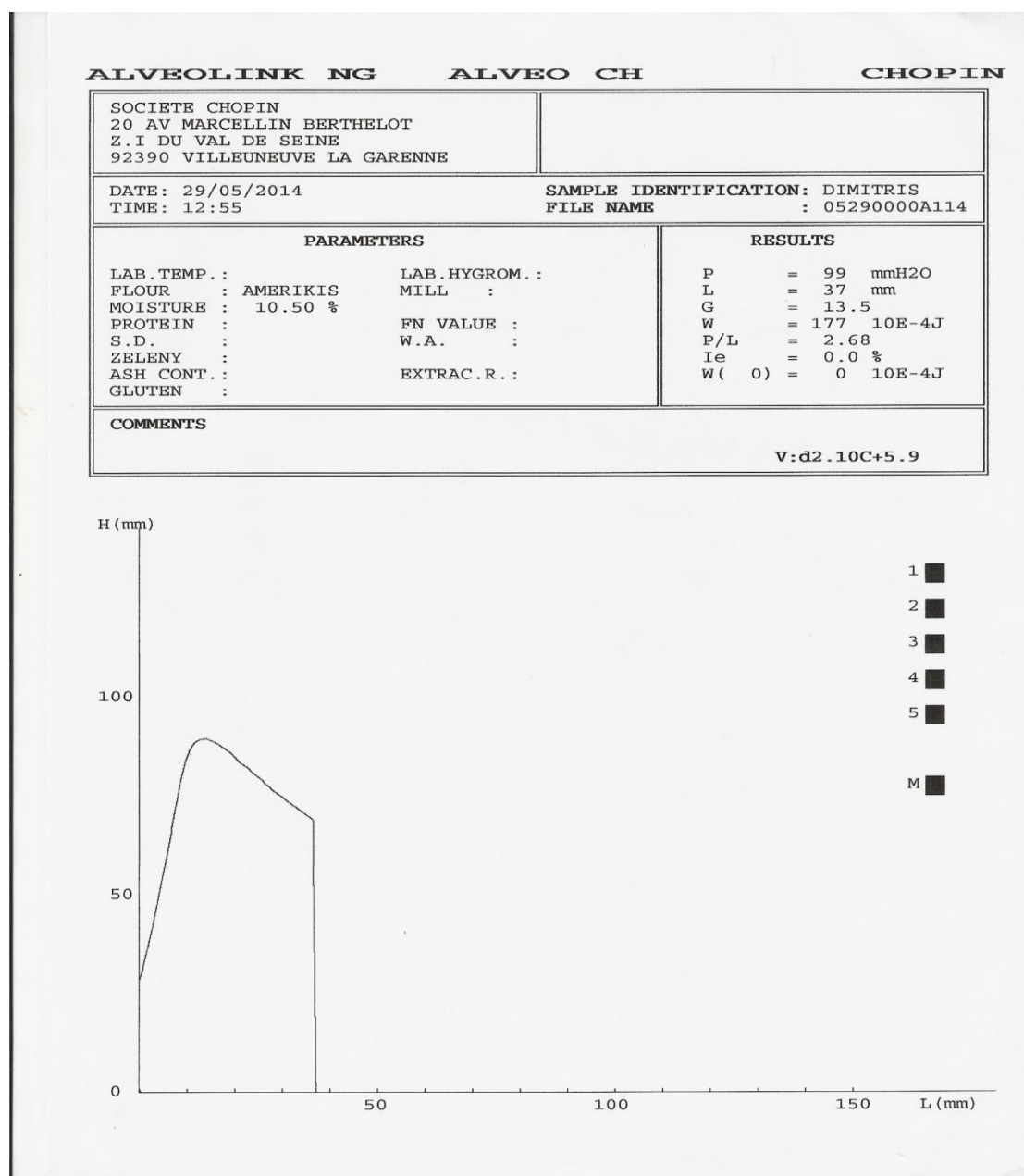
Τύπου 70%	M.O.	Τυπική Απόκλιση
P (mm H <sub>2</sub> O)	60,2	0,84
L (mm)	44,8	7,12
G	14,86	1,19
W (10e-4J)	100	10,77
P/L	1,37	0,19
Ie %	25,58	23,36
W<0> (10e-4J)	0	0



**Εικόνα 16:** Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από αλεύρι τύπου 70%

**Πίνακας 14:** Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου Αμερικής

Τύπου Αμερικής	M.O.	Τυπική Απόκλιση
P (mm H <sub>2</sub> O)	98,8	10,66
L (mm)	36,8	17,05
G	13,24	3,00
W (10e-4J)	175,6	75,49
P/L	3,144	1,25
Ie %	0	0
W<0> (10e-4J)	0	0



**Εικόνα 17:** Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από αλεύρι τύπου Αμερικής

## 4.2 Παρασκευή άρτου και οργανοληπτικός έλεγχος

Η παρασκευή των άρτων με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης έγινε με βάση την απλή συνταγή που περιέχει 1 kg αλεύρι, 10 g ξηρή μαγιά, 5,5 g αλάτι και νερό όσο χρειαστεί, στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται τα ml νερού που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε άρτο (**Πίνακας 15**). Να σημειωθεί εδώ πως έγινε χρήση 250 g αλεύρου, 1,375 g αλατιού και διαφορετικές τιμές g για τη μαγιά (2,5g & 3,5g) ή το μπέικιν πάουντερ (5g & 10g) όπως και για το ασκορβικό (0,05g & 0,075g) ή το κιτρικό οξύ (0,05g & 0,075g).

Η παρασκευή των άρτων portobello με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής έγινε με βάση την συνταγή που περιέχει 4000 g αλεύρι τύπου 70%, 1000 g αλεύρι τύπου Αμερικής, 100 g αλάτι και νερό όσο χρειαστεί, στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται τα ml νερού που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε άρτο (**Πίνακας 16**). Να σημειωθεί εδώ πως έγινε χρήση 200 g αλεύρου τύπου 70% και 50 g αλεύρου τύπου Αμερικής, 5 g αλατιού και διαφορετικές τιμές g για τη μαγιά (2,5g & 3,5g) ή το μπέικιν πάουντερ (5g & 10g) όπως και για το ασκορβικό (0,05g & 0,075g) ή το κιτρικό οξύ (0,05g & 0,075g) μιας και το περιεχόμενο της πτυχιακής είναι να μελετήσουμε την επίδραση των προσθέτων αυτών στη παρασκευή άρτων ολικής άλεσης και portobello.

**Πίνακας 15:** ml νερού που καταναλώθηκαν στην παρασκευή άρτου με αλεύρι ολικής άλεσης (Μύλων Αγίου Γεωργίου)

Άρτος Ολικής Άλεσης	ml H <sub>2</sub> O
Με 2,5g μαγιά	122
Με 3,5g μαγιά	152
Με 5g Baking Powder	140
Με 10g Baking Powder	130

**Πίνακας 16:** ml νερού που καταναλώθηκαν στην παρασκευή άρτου Portobello με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής

Άρτος Portobello	ml H <sub>2</sub> O
Με 2,5g μαγιά	152
Με 3,5g μαγιά	165
Με 5g Baking Powder	170
Με 10g Baking Powder	155

Η καταλληλότητα ενός αλεύρου που προορίζεται για αρτοποιία δίνεται τελικώς από την πειραματική αρτοποιία, ιδίως όταν τα αποτελέσματα των άλλων εξετάσεων είναι στο όριο των προδιαγραφών που ορίζονται από τις διάφορες βιβλιογραφίες. Το σημαντικότερο στην πειραματική αρτοποιία είναι να τηρούνται οι ίδιες συνθήκες παρασκευής και ειδικά οι ίδιες σταθερές θερμοκρασίες για να είναι δυνατή η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων.

Στον άρτο που παράχθηκε εξετάστηκαν οι εξής παράμετροι:

- 1) Η γεύση
- 2) Η οσμή
- 3) Η διόγκωση
- 4) Η τραγανότητα
- 5) Η κυψέλωση
- 6) Το χρώμα της κόρας και της ψίχας

Θα έπρεπε να εξετασθούν δύο ακόμη βασικοί παράγοντες, ο όγκος και η απόδοση του αλεύρου σε ψωμί κάτι το οποίο δεν κατέστη τελικά δυνατό κατά την εκπόνηση της πειραματικής μελέτης.

Ζητήθηκε σε δέκα άτομα να αξιολογήσουν ως προς την γεύση, την οσμή, το χρώμα της κόρας και της ψίχας, η τραγανότητα καθώς και το πορώδες της ψίχας σε μια κλίμακα από το 1 έως το 5, όπου στο 1 είναι «εξαιρετικό», στο 2 είναι «αρκετά καλό», στο 3 είναι «μέτριο», στο 4 είναι «λιγότερα καλό» και στο 5 «δυσάρεστο». Ο μέσος όρος των βαθμολογιών τους παρουσιάζεται στους πιο κάτω πίνακες (**Πίνακες 17-18**).

Να σημειωθεί ωστόσο πως το νερό σε σπάνιες περιπτώσεις επιδρά στην τελική γεύση του ψωμιού (Βαρζάκας, 2012).

## Αποτελέσματα

Στους πίνακες 17 και 18 καταγράφονται τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου άρτων ολικής άλεσης και Portobello με διαφορετικές τιμές μαγιάς και baking powder.

**Πίνακας 17:** Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων που έχουν παρασκευασθεί με αλεύρι ολικής άλεσης και διαφορετικές τιμές μαγιάς και baking powder.

	Ολικής Άλεσης 2,5 g Μαγιάς	Ολικής Άλεσης 3,5 g Μαγιάς	Ολικής Άλεσης 5 g Baking Powder	Ολικής Άλεσης 10 g Baking Powder
ΓΕΥΣΗ	1,6	1,5	3	2
ΟΣΜΗ	1,7	1,8	3,3	2
ΔΙΟΓΚΩΣΗ	1,6	1	3,3	3,3
ΤΡΑΓΑΝΟΤΗΤΑ	1,9	2	1,6	1,7
ΚΥΨΕΛΩΣΗ	1,7	1,9	3,5	3,8
ΧΡΩΜΑ ΚΟΡΑΣ	1,2	1	2,2	1,7
ΧΡΩΜΑ ΨΙΧΑΣ	1,2	1,1	2,1	1,5

**Πίνακας 18:** Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων portobello που έχουν παρασκευασθεί με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και διαφορετικές τιμές μαγιάς και baking powder.

	PORTOBELLO 2,5 g Μαγιάς	PORTOBELLO 3,5 g Μαγιάς	PORTOBELLO 5 g Baking Powder	PORTOBELLO 10 g Baking Powder
ΓΕΥΣΗ	1,3	1,4	2	3
ΟΣΜΗ	1,4	1,8	2	3,3
ΔΙΟΓΚΩΣΗ	1,3	1	3	3,3
ΤΡΑΓΑΝΟΤΗΤΑ	1,4	1,9	1,6	1,7
ΚΥΨΕΛΩΣΗ	1,5	1,9	3,6	3,9
ΧΡΩΜΑ ΚΟΡΑΣ	1,2	1	2,1	1,7
ΧΡΩΜΑ ΨΙΧΑΣ	1,1	1,2	2	1,5

Παρακάτω παρουσιάζονται οι άρτοι που παρασκευάστηκαν από τον συνδυασμό των διαφόρων τιμών μαγιάς, baking powder, ασκορβικού και κιτρικού οξέος.



**Εικόνα 18:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με μαγιά



**Εικόνα 19:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με μαγιά και ασκορβικό οξύ



**Εικόνα 20:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με μαγιά και κιτρικό οξύ





**Εικόνα 21:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g



**Εικόνα 22:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g





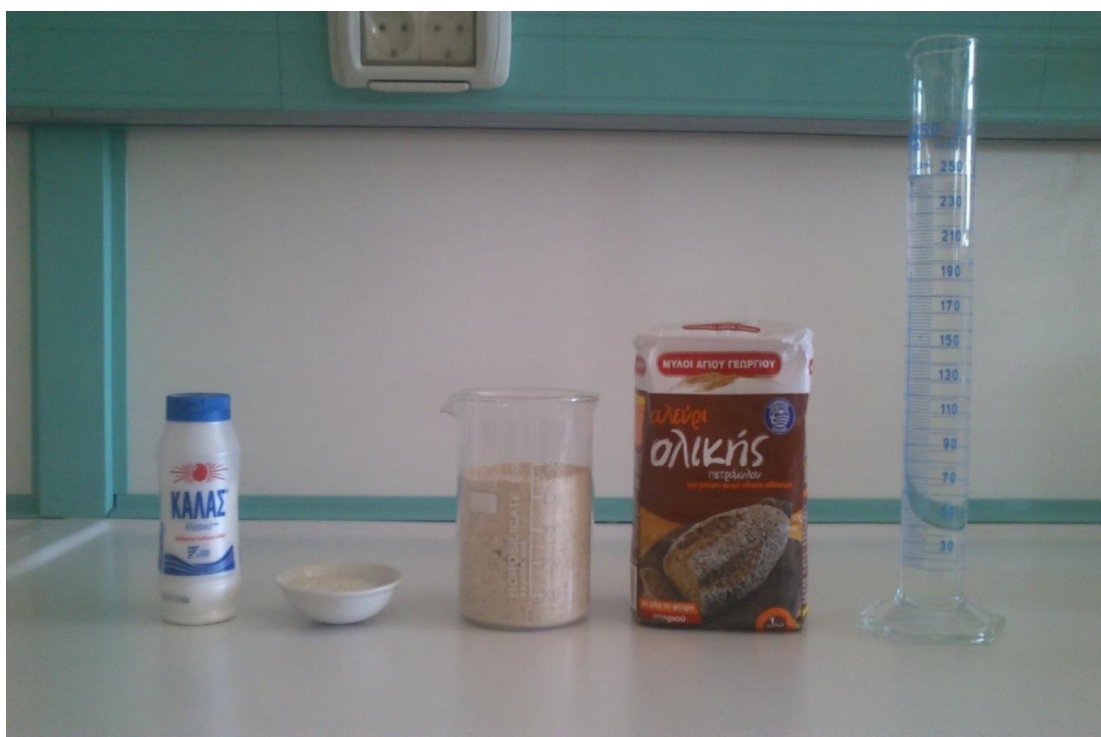
**Εικόνα 23:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g



**Εικόνα 24:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g



**Εικόνα 25:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με Baking Powder



**Εικόνα 26:** Υλικά παρασκευής άρτου ολικής άλεσης με Baking Powder και ασκορβικό οξύ



**Εικόνα 27:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g



**Εικόνα 28:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g

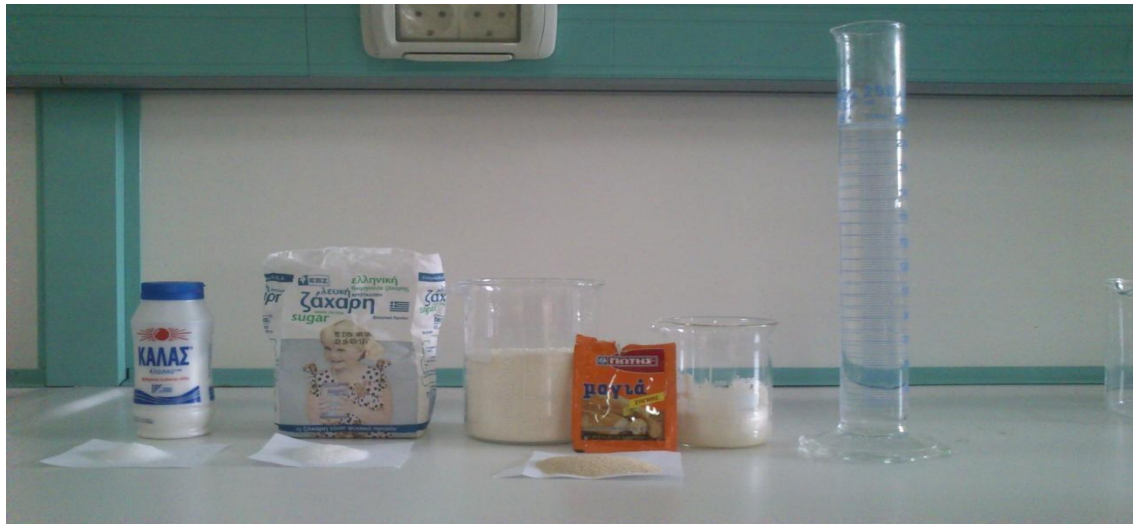




**Εικόνα 29:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10 g



**Εικόνα 30:** Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου ολικής άλεσης και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10 g



**Εικόνα 31:** Υλικά παρασκευής άρτου Portobello με μαγιά



**Εικόνα 32:** Υλικά παρασκευής άρτου Portobello με Baking Powder



**Εικόνα 33:** Υλικά παρασκευής άρτου Portobello με μαγιά και ασκορβικό οξύ



**Εικόνα 34:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g



**Εικόνα 35:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 2,5g





**Εικόνα 36:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g



**Εικόνα 37:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70% και τύπου Αμερικής και μαγιά σε περιεκτικότητα 3,5g



**Εικόνα 38:** Άρτοι Portobello με περιεκτικότητες σε μαγιά (από αριστερά) 2,5g και 3,5g αντίστοιχα.





**Εικόνα 39:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g



**Εικόνα 40:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 5g



**Εικόνα 41:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10g



**Εικόνα 42:** Άρτος Portobello που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου 70%, τύπου Αμερικής και Baking Powder σε περιεκτικότητα 10g

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναλύοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις διάφορες αναλύσεις των τριών τύπων αλεύρου (ολικής άλεσης, τύπου 70%, τύπου Αμερικής) που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα, ελήφθησαν πολύτιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά τους. Σχετικά με την οξύτητα τους παρατηρήθηκε πως τα δύο πρώτα (ολικής άλεσης και τύπου 70%) ήταν εκτός των ορίων και μόνο το άλευρο τύπου Αμερικής ήταν εντός των ορίων του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, δηλαδή 0,08 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>%, με το αλεύρι τύπου «ολικής άλεσης» να έχει 0,1323% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, το αλεύρι «τύπου 70%» να έχει 0,1274% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ενώ το αλεύρι «τύπου Αμερικής» να έχει 0,0784% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Πίνακας 3). Η υγρασία και των τριών τύπων αλεύρου ήταν μέσα στα όρια με το ολικής άλεσης στο 10%, το τύπου 70% στο 11,5% και το τύπου Αμερικής στο 10% με ανώτατο επιτρεπόμενο όριο 13% (Πίνακες 5-7). Στην μέτρηση όμως της Ικανότητας Συγκράτησης Υγρασίας και για τα τρία άλευρα τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά. Ενώ θα έπρεπε η ΙΣΥ να κυμαίνεται στο 60% - 70%, για το αλεύρι τύπου «ολικής άλεσης» ήταν μόλις 22,68%, για το αλεύρι τύπου «70%» ήταν 30% και για το αλεύρι τύπου «Αμερικής» ήταν 23,01% (Πίνακας 10). Η τιμή καθίζησης για το αλεύρι τύπου «ολικής άλεσης» ήταν 10,5 για το αλεύρι τύπου «70%» ήταν 10,5 ενώ για το τύπου «Αμερικής» ήταν 10. Αν και ήταν εντός ορίων (8-78), και τα τρία άλευρα, παρατηρείται πως είχαν πολύ χαμηλή πρωτεΐνη και αδύνατη γλουτένη (Πίνακας 11).

Τα χαρακτηριστικά του αλεύρου που αφορούν τη γλουτένη και την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, ήταν αυτά τα οποία αναμέναμε να επηρεάσουν το τελικό μας προϊόν, εννοώντας πρακτικά πως η ζύμη δεν θα έπρεπε να βγει ιδιαίτερα συνεκτική κι ελαστική εφόσον η γλουτένη δεν ήταν σε υψηλά επίπεδα αλλά ούτε και το ψωμί θα ήταν άριστης ποιότητας καθώς και η ΙΣΥ ήταν αρκετά χαμηλή.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον αλβεογράφο, δεν μπορούμε να φτάσουμε σε ασφαλή συμπεράσματα και να πούμε με σιγουριά ποιο από τα άλευρα είναι το καλύτερο όσον αφορά τα χαρακτηριστικά στα οποία εξετάστηκε, δηλαδή, στην αντοχή του ζυμαριού (P), στην εκτατότητα του ζυμαριού (L), στο μέτρο της αρτοποιητικής ικανότητας του αλεύρου (W) και στον λόγο P/L που αποτελεί ένα χαρακτηριστικό κριτήριο για κάθε αλεύρι και πιο συγκεκριμένα για τα χαρακτηριστικά της γλουτένης. Αυτό συμβαίνει διότι τα παραπάνω αποτελέσματα ήταν μοιρασμένα. Όσον αφορά την αντοχή (P), η μεγαλύτερη παρατηρήθηκε στο

ζυμάρι με το αλεύρι ολικής άλεσης ενώ η μικρότερη στο ζυμάρι με το άλευρο τύπου 70%. Η εκτατότητα (L) έδειξε αυξημένη τιμή στο ζυμάρι με το αλεύρι τύπου 70% ενώ την χαμηλότερη τιμή την είχε η ζύμη με το αλεύρι ολικής άλεσης. Τα δυνατά άλευρα έχουν μεγάλο έργο (W), ενώ τα αδύνατα μικρότερο. Έτσι παρατηρούμε ότι το αλεύρι ολικής άλεσης είναι το δυνατότερο, με μικρή διαφορά από το αλεύρι τύπου Αμερικής, με το πιο αδύναμο να είναι το αλεύρι τύπου 70%. Ο λόγος P/L αποτελεί ένα χαρακτηριστικό κριτήριο για κάθε αλεύρι και έχει αποδειχθεί ότι σε μία τιμή του λόγου P/L ίση με 1,2 δίνει αλεύρι με καλά χαρακτηριστικά γλουτένης. Το αλεύρι που είναι πιο κοντά σε αυτό το όριο με τιμή 1,36 είναι το τύπου 70% ενώ τα άλλα δύο παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη απόκλιση (το τύπου Αμερικής βρίσκεται στο 2,68 και το ολικής άλεσης στο 7,61) (**Πίνακες 12 - 14 και Εικόνες 15 - 17**).

Τέλος τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου σε άρτους ολικής άλεσης και portobello με διάφορους συνδυασμούς προσθήκης διογκωτικών και βελτιωτικών μας έδωσαν πιο ξεκάθαρα αποτελέσματα. Στους άρτους που χρησιμοποιήθηκε η μαγιά ως διογκωτικό τα χαρακτηριστικά τους (γεύση, οσμή, διόγκωση, τραγανότητα, κυψέλωση, το χρώμα της κόρας και της ψίχας) ήταν εξαιρετικά. Στους άρτους που παρασκευάστηκαν με τη βοήθεια baking powder τα χαρακτηριστικά τους ήταν μέτρια έως και λιγότερο καλά με τα χαρακτηριστικά της τραγανότητας και του χρώματος της κόρας και της ψίχας να ξεχωρίζουν λίγο και να έχουν ένα αρκετά καλό αποτέλεσμα. Όσον αφορά τα βελτιωτικά που χρησιμοποιήθηκαν, ίσως και λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους, ούτε στους άρτους με ασκορβικό οξύ, αλλά ούτε και στους άρτους με κιτρικό οξύ παρατηρήθηκαν αλλαγές σε κανένα από τα χαρακτηριστικά τους και κυρίως στη γεύση και στην οσμή (**Πίνακας 17 & Πίνακας 18**).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αρβανιτογιάννης Ι., Βαρζάκας Θ., Τζίφα Κ., (2008). Έλεγχος ποιότητας τροφίμων, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα
- Βαρζάκας Θ. (2012), Σημειώσεις εργαστηρίου στην τεχνολογία και ποιότητα σιτηρών, ΑΤΕΙ Πελοποννήσου
- Βούτσινος (2003), Τεχνολογία και ποιότητα σιτηρών, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Κατερίνης, Τμήμα Τυποποίησης και Διακίνησης Προϊόντων
- Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, Μ. (1987). Εργαστηριακές ασκήσεις ποιοτικού ελέγχου σιτηρών. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης
- Δαλιάνης Κ., (1983), «Χειμερινά Σιτηρά», σσ 24-26, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.
- Δημόπουλος Ι.Σ., (1987). Τεχνολογία Σιτηρών Ι, Εκδόσεις διδακτικών βιβλίων Αθήνα
- Ζώτος Αναστάσιος, (1995). Καθορισμός προδιαγραφών και καθιέρωση νομοθεσίας για τα τρόφιμα. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης
- Ηλιόπουλος Γεώργιος, (1993). Χημεία τροφίμων. Α.Τ.Ε.Ι. Αθήνας
- Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης, (2007)
- Καζάζης Ι., (1998). Γενικός ποιοτικός έλεγχος τροφίμων, Εκδόσεις διδακτικών βιβλίων Αθήνας, Αθήνα
- Κεφαλάς Π.Σ., (2009). “Τρόφιμα από σιτηρά (Χημεία – Βιοχημεία – Τεχνολογία)”, Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη
- Κεφαλάς Π.Σ., (2003). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας σιτηρών. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης
- Κριτσαντώνης Α.,(2006). Σιτάρι, αλεύρι και ψωμί. Ο αρτοποιός και η δουλειά του του,30,32-33
- Κώδικας τροφίμων και ποτών, (2009)
- Παπαεμμανουήλ Δ.,(2006). Οι διάφοροι τύποι αλεύρων. Ο αρτοποιός και η δουλειά του,27,32-33

- Παπακώστα Δ., (1997), «Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά)», Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Τσιάρας Ν., (1987). Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων ,pp 217-225,Εκδόσεις διδακτικών βιβλίων Αθήνα
- Φουρτουνόπουλος Δημήτριος, (1986). Προσθετικές και αρωματικές ύλες στα τρόφιμα. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

## **ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Belitz, H.D., Gosch, W., Schieberle, P. (2004). Food Chemistry, 3rd Revised Edition. Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Bourne.M.C. , (1978). Texture Profile Analysis, Food technology, 49, 62-66
- Caballero P. Gomez M. Rosell C. (2006) Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. Journal of Food Engineering, 81, 42-53.
- Dexter, J.E., Sarkar, A.K. (2004). Wheat: Dry Milling. In: Encyclopedia of Grain Science, pp. 363-375.
- Hui Y.H., (2006). Bakery Products, Science and Technology, pp 2-21 Blackwell Publishing. Iowa
- Lorenz K.J. and Kulp K. (1991). Handbook of Cereal Science and Technology, Marcel Dekker
- Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A., 2008. Optimization of non-fermented gluten-free dough composition based on rheological behaviour for industrial production of empanadas and pie-crusts. Journal of Cereal Science 48, 224-231.
- Lupano, C.E., 2003. Discs for Empanadas with whey protein concentrate. Journal of Food Technology 1. 182-186.
- 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
- Martini, S., Herrera. L., 2000. Crystallization behaviour of milk fat model systems. Research Advances in Oil Chemistry. Global Research Network, 1-23.
- Masci S., Lew E., Lafiandra D., Porceddu E., Kasarda D. (1995). Characterization of lowmolecular- weight gluteninis type 1 and type 2 by RP-HPLC and N-terminal sequencing. Cereal Chemical, 72, 100-104.

- Matz S.A., (1989). Bakery Technology, Elsevier Science Publishers Ltd.
- Owens G., (2001). Cereals processing technology, pp 204-230. Woodhead Publishing Ltd. UK
- Posner, E.S., Hibbs, A.N. (2005). Wheat Flour Milling. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Shuey W.C., (1975). Practical Instruments for Rheological Measurements on Wheat Products. Cereal Chemistry, 52 (3), 43
- Zaidel A., Chin.N.L., Rahman A., Karim R. (2007). Rheological characterisation of gluten from extensibility measurement. Journal of Food Engineering, 86, 549-556.