

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΩΜΙΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ Ή
ΜΕ ΧΑΜΗΛΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ
ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ-ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2016

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΩΜΙΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ Ή
ΜΕ ΧΑΜΗΛΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ
ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ-ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Βαρζάκας Χ. Θεόδωρος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Βαρζάκα Θεόδωρο για την καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής ου εργασίας, όπως ακόμα και για το άμεσο ενδιαφέρον που εξέφρασε σε κάθε βήμα της πορείας της.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την στήριξή τους σε κάθε μου βήμα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και συμφοιτητές μου που με βοήθησαν, μα πιο πολύ από όλους την καλή μου φίλη Βαλεντίνα Δημητρίου που στάθηκε δίπλα μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρακάτω μελέτη έχει σκοπό τη δημιουργία ενός αρτοπαρασκευάσματος ελεύθερου γλουτένης ή με χαμηλή γλουτένη, την ανάλυση των ποιοτικών, ρεολογικών καθώς και των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Τα άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία αυτού του λειτουργικού τροφίμου ήταν το ρυζάλευρο, το ρεβυθάλευρο και το αλεύρι ζέας. Τα δύο πρώτα χαρακτηρίζονται ως ελεύθερα γλουτένης, όντας ασφαλή για άτομα με δυσανεξία ή αλλεργία στη γλουτένη ή για ασθενείς με κοιλιοκάκη, ενώ το αλεύρι ζέας ανήκει στην κατηγορία δημητριακών με χαμηλή περιεκτικότητα σε γλουτένη.

Το ψωμί είναι το πιο περίπλοκο και δύσκολο αρτοπαρασκεύασμα όσων αφορά τα προϊόντα ελεύθερων γλουτένης. Έχει δημιουργηθεί επομένως η ανάγκη έρευνας και νέων συνδυασμών υλικών, αφού το καταναλωτικό κοινό που απευθύνεται στα τρόφιμα ελεύθερων γλουτένης συνεχώς αυξάνεται.

Τα δείγματα ζυμαριών εξετάσθηκαν στον Αλβεογράφο CHOPIN, ώστε να αναλυθούν τα ρεολογικά χαρακτηριστικά τους, ενώ η δεύτερη σημαντική δοκιμή που έλαβε χώρα, ήταν η παρασκευή δειγμάτων ψωμιών, η δοκιμή τους, η εμφάνισή τους και η πορεία τους στο ψήσιμο. Οι αναλογίες που πραγματοποιήθηκαν ήταν αρχικά 80% ρυζάλευρο ή/και ρεβυθάλευρο και 20% με αλεύρι ζέας, και 60% ρυζάλευρο ή/και ρεβυθάλευρο και 40% αλεύρι ζέας. Έγιναν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί με τα προαναφερθέντα άλευρα και τις αναλογίες αυτές, με αποτέλεσμα 6 διαφορετικών δειγμάτων.

Λέξεις-κλειδιά: ελεύθερο γλουτένης, Αλβεογράφος CHOPIN, αρτοπαρασκευή, ρυζάλευρο, ρεβυθάλευρο, αλεύρι ζέας

ABSTRACT:

In this study, gluten-free and low-gluten breads were made and examined, as long as their sensory and viscoelastic quality. The flours that were tested for the uses of this functional product were rice flours, chickpea flour and Zea flour. Rice and chickpea flours are gluten-free, being safe and acceptable by coeliac patients, gluten intolerant and allergic to gluten individuals, whereas Zea flour belong to the low-gluten cereals.

Bread is currently the most difficult and complicated bakery in gluten-free market. There is an increasing need for research and new material combinations to extend the gluten-free choices.

The samples were examined in the Alveograph CHOPIN for their viscoelastic properties, whilst the second scale of the test included breadmaking, tasting th breads, as also their appearance and development throughout baking. Six different samples were tested, of which three had 80% rice flour or/and chickpea flour, and 20% Zea flour, and also three with 60% content of rice flour or/and chickpea flour and 40% of Zea flour.

Key-Words: gluten-free, Alveograph CHOPIN, breadmaking, rice flour, chickpea flour, Zea flour

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT:.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΡΟΦΙΜΑ ΧΩΡΙΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗ.....	7
1.1: Διατροφική αξία των gluten-free τροφίμων.....	9
1.2: Εναλλακτικές μέθοδοι για αρτοσκευάσματα Χ.Γ.....	10
1.3:Χαρακτηρισμός τροφίμων ελεύθερων γλουτένης, GF.....	11
1.4: Ποιοτικός έλεγχος αρτοσκευασμάτων	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	17
2.1: Υγρασία στα άλευρα.....	17
2.2: Προσδιορισμός οξύτητας αλεύρων	18
2.3: Υγρή γλουτένη	19
2.4: Αλβεογράφος.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	24
3.1:Υπολογισμός Υγρασίας.....	25
3.2:Προσδιορισμός Οξύτητας.....	26
3.3:Προσδιορισμός Υγρής Γλουτένης.....	27
3.4:Μετρήσεις Αλβεογράφου	28
3.4.1:Αλβεογραφήματα	29
3.5:Αρτοπαρασκευάσματα	43
3.5.1:Ρυζάλευρο (80%)- αλεύρι ζέας (20%).....	43
3.5.2:Ρεβιθάλευρο (80%)- αλεύρι ζέας (20%)	44
3.5.3:Ρυζάλευρο (40%)- ρεβυθάλευρο (40%)- αλεύρι ζέας (20%).....	45
3.5.4:Ρυζάλευρο (60%)–αλεύρι ζέας (40%)	45
3.5.5:Ρεβυθάλευρο (60%)–αλεύρι ζέας (40%)	46
3.5.6:Ρυζάλευρο (30%)–ρεβυθάλευρο (30%)–αλεύρι ζέας (40%).....	47
3.6: Οργανοληπτική Εξέταση.....	50
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55
Ελληνική	55
Ξενόγλωσση.....	56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΡΟΦΙΜΑ ΧΩΡΙΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗ

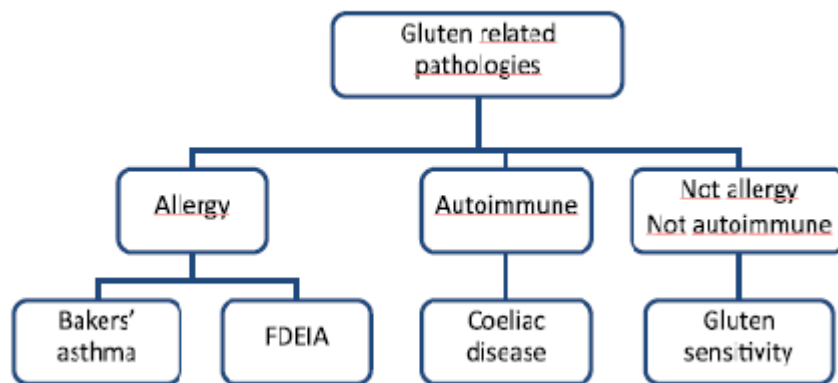
Το σιτάρι είναι το συστατικό που χρησιμοποιείται πιο συχνά για την παραγωγή αρτοσκευασμάτων παγκοσμίως. Στο ενδοσπέρμιο του σιταριού βρίσκονται αρκετές πρωτεΐνες αποθήκευσης, όπως η αλβουμίνη, η γλοιαδίνη και η γλουτενίνη. Οι δύο τελευταίες είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό του πλέγματος γλουτένης στα διάφορα αρτοσκευάσματα. Όταν το νερό συναντά το αλεύρι σιταριού, και πιο συγκεκριμένα την γλοιαδίνη και την γλουτενίνη, σχηματίζεται ένα ζυμάρι με υψηλή ιξοδοελαστικότητα. Το πλέγμα της γλουτένης αρωγεί στην διατήρηση του αέριου CO₂ κατά τη διάρκεια της ζύμωσης της μαγιάς (Hatta *et al.*, 2014; Nicolae *et al.*, 2015).

Δυστυχώς υπάρχουν τρεις παθολογίες που σχετίζονται με την κατανάλωση της γλουτένης μέσω των τροφίμων:

- i. Η αλλεργία στη γλουτένη που επηρεάζει το 0,2-0,9% των ενηλίκων και το 0,4-1,3% των παιδιών παγκοσμίως, και προκαλεί περαιτέρω κλινικές επιπτώσεις, όπως αναφυλαξία μετά από άσκηση, άσθμα, ρινίτιδα, κνίδωση και ατοπικό έκζεμα (Kawamura- Konishi *et al.*, 2013).
- ii. Η αυτοάνοση ασθένεια κοιλιοκάκη, μια εντεροπάθεια του λεπτού εντέρου, που προκαλείται στον ασθενή με την κατανάλωση γλουτένης. Το 1% των Ευρωπαίων ταλαιπωρείται με αυτό το νόσημα, και είναι πιθανό να είναι εκ γενετής ή να ενεργοποιηθεί σε οποιαδήποτε ηλικία. Η γλουτένη προκαλεί αλλοιώσεις στον βλεννογόνο του λεπτού εντέρου προκαλώντας μεταξύ άλλων μερική ή ολική ατροφία των λαχνών, εμποδίζοντας τη φυσιολογική πέψη και απορρόφηση του φαγητού (Κοιλιοκάκη Ελλάς, 2016). Μικρές ποσότητες γλουτένης σε ασθενή με κοιλιοκάκη είναι ικανές να δημιουργήσουν συμπτώματα όπως κοιλιακό άλγος, διάρροια, ναυτία, δυσκοιλιότητα, και απώλεια βάρους. Συχνά τα άτομα αυτά νοσηλεύονται εάν τα συμπτώματα αυτά είναι έντονα. Ο μοναδικός τρόπος αντιμετώπισης, καθώς δεν υπάρχει κάποια

θεραπευτική ουσία, είναι μια διατροφή που να εξαιρεί εξ' ολοκλήρου την γλουτένη. Η διάγνωση της εντεροπάθειας αυτής γίνεται με βιοψία του λεπτού εντέρου(Σφλώμος *et al.*,2015).

- iii. Η ευαισθησία στη γλουτένη, που διαφέρει από την κοιλιοκάκη και από την αλλεργία στη γλουτένη σύμφωνα με τα ιατρικά δεδομένα, και αναφέρεται στο 6% του πληθυσμού.



Εικόνα 1: Κατηγορίες παθήσεων που σχετίζονται με τη γλουτένη. Πηγή: Rossel *et al.*, 2013.

Στην **Εικόνα 1** καταγράφονται σε ένα διάγραμμα οι παθήσεις που σχετίζονται με την γλουτένη. Στο πρώτο σκέλος βρίσκεται η αλλεργία στη γλουτένη, που μπορεί να προκαλέσει άσθμα είτε αναφυλαξία που ενεργοποιείται ύστερα από την κατανάλωση συγκεκριμένων τροφών, όπως τα δημητριακά, τα οστρακοειδή, κ.α., και πραγματοποιηθεί άσκηση οποιασδήποτε μορφής σε λιγότερο από τρεις ώρες. Στο δεύτερο σκέλος βρίσκεται το αυτοάνοσο νόσημα κοιλιοκάκη, που όπως αναλύθηκε παραπάνω προσβάλλει το λεπτό έντερο και δημιουργεί δυσλειτουργίες στην πέψη. Τέλος, βρίσκεται μια πάθηση που δεν αφορά κάποιου είδους αλλεργία ή αυτοάνοσο νόσημα, και είναι η ευαισθησία στη γλουτένη.

Για όλους τους παραπάνω λόγους έχει δημιουργηθεί η ανάγκη ανάπτυξης τροφίμων και ποτών ελεύθερων γλουτένης. Τα τρόφιμα χωρίς γλουτένη ,ΧΓ (gluten-free, GF), καταναλώνονται και από μια νέα μερίδα

πληθυσμού που δεν πάσχει κλινικά, όμως λόγω προσωπικών προτιμήσεων και επιλογών διαλέγουν να καταναλώσουν GF τρόφιμα. Στατιστικές δείχνουν πως η αγορά των GF προϊόντων αυξήθηκε κατά 27% μέχρι το 2001, αριθμός που συνεχώς αυξάνεται (Kawamura-Konishi *et al.*, 2013; Mancebo *et al.*, 2014; Hatta *et al.*, 2014; Han *et al.*, 2009 ; Cappa *et al.*, 2013).

1.1: Διατροφική αξία των gluten-free τροφίμων

Τα GF προϊόντα στερούνται αρκετά θρεπτικά συστατικά, όπως πρωτεΐνες, βιταμίνες, μέταλλα, φυτικές ίνες, και κυρίως χαρακτηρίζονται για τις ελλείψεις λειτουργικές τους ιδιότητες (Tsatsaragkou *et al.*, 2012). Τα όσπρια αναγνωρίζονται ως μια πιθανή πηγή με πλεονεκτήματα στην υγεία. Περιέχουν σύμπλεγμα υδατανθράκων –φυτικές ίνες, ανθεκτικό άμυλο και ολιγοσακχαρίτες- σημαντικές βιταμίνες και μέταλλα, όπως σίδηρο, φολικά και βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Ακόμα τα όσπρια περιέχουν πρωτεΐνες με καλό αμινοξικό προφίλ, με υψηλά ποσοστά λυσίνης, αλλά επίσης αντιοξειδωτικά και πολυφαινόλες (Han *et al.*, 2009). Οι Η.Π.Α. δήλωσαν πως το 2016 θα χαρακτηριστεί ως το Διεθνές Έτος των Οσπρίων (International Year of Pulses, IYP 2016), με σκοπό θα καθιερωθούν τα όσπρια ως η βασική πηγή πρωτεϊνών και άλλων θρεπτικών συστατικών, αυξάνοντας τις φυτικές ίνες στη διατροφή των ανθρώπων και πιο συγκεκριμένα στα άτομα που ακολουθούν διατροφή χωρίς γλουτένη και χρειάζεται να την εμπλουτίσουν (Herranz *et al.*, 2016). Το όσπριο που χρησιμοποιείται πιο συχνά για τα διάφορα αρτοσκευάσματα ως αντικαταστάτης του σιταριού είναι το ρεβίθι. Χρησιμοποιούνται επίσης οι φακές και τα διάφορα είδη φασολιού (Han *et al.*, 2009).

1.2: Εναλλακτικές μέθοδοι για αρτοσκευάσματα Χ.Γ.

Στην αγορά υπάρχει μια ποικιλία δημητριακών, ψευδοδημητριακών και αμυλούχων προϊόντων που είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων. Τα δύο πρώτα θα αναλυθούν με περισσότερες λεπτομέρειες στο υποκεφάλαιο 1.3. Οι Sedej *et al.*, (2010) μελέτησαν τα μπισκότα τύπου κράκερ από αλεύρι φαγόπυρου. Πρόκειται για ένα ψευδοδημητριακό με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, άμυλο, φυτικές ίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία, ενώ επίσης έχει υψηλή αντιοξειδωτική δράση, χάρης στην υψηλή του περιεκτικότητα σε ρουτίνη. Χρησιμοποίησαν δύο διαφορετικού τύπου άλευρα φαγόπυρου, εξευγενισμένο και ολικής άλεσης, και το σύγκριναν αντίστοιχα με δύο διαφορετικού τύπου άλευρα σιταριού, εξευγενισμένο και ολικής άλεσης. Ύστερα από εργαστηριακές δοκιμές κατέληξαν πως τα κράκερ από αλεύρι φαγόπυρου έχουν σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικά και τοκοφερόλες, συγκριτικά με τα κράκερ από αλεύρι σιταριού. Επίσης, βρέθηκαν флаβονοειδή και στα δύο κράκερ από φαγόπυρο (εξευγενισμένο και ολικής άλεσης), που αυτομάτως προσδίδει ένα πλεονέκτημα σε αυτό το λειτουργικό τρόφιμο ως προς την οργανοληπτική του ποιότητα. Τέλος, σημείωσαν πως απαιτείται περαιτέρω έρευνα ως προς την γεύση και την δοκιμή από το καταναλωτικό κοινό.

Παρόμοιο προϊόν δημιούργησαν και οι Han *et al.* (2009), αυτή τη φορά κράκερ από όσπρια αποκλειστικά. Τα όσπρια δεν ανήκουν στα δημητριακά, αλλά στα αμυλούχα προϊόντα. Δημιούργησαν έξι διαφορετικές συνταγές, όπου η καθεμία είχε 100% αλεύρι από ένα όσπριο. Χρησιμοποίησαν ρεβύθι, πράσινες και κόκκινες φακές, δύο διαφορετικού τύπου φασόλια και φάβα. Τα κράκερ με τα καλύτερα αποτελέσματα ήταν αυτά του ρεβυθάλευρου, καθώς σημείωσε παρόμοιες τιμές στις δοκιμές της υφής και του χρώματος με αυτές των κράκερ σιτάλευρου. Επιπλέον, το καταναλωτικό κοινό προτίμησε γευστικά τα κράκερ από ρεβυθάλευρο. Τέλος, η θρεπτική αξία των συγκεκριμένων κράκερ υπερτερεί σε σύγκριση με τα κοινά κράκερ της αγοράς, καθώς

σημειώνει 3 έως 6 φορές μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σίδηρο, καλύπτοντας τις ανάγκες ημερήσιας πρόσληψης.

Έχουν επίσης πραγματοποιηθεί έρευνες που να απενεργοποιούν την γλουτένη σε προϊόντα σιταριού. Για παράδειγμα, οι Walter *et al.* (2014), διαπίστωσαν ότι με επεξεργασία πεπτιδάσης το άμυλο σιταριού είναι ικανό να μετατραπεί σε gluten-free, καθώς η γλουτένη έχει αποχωρήσει. Με αυτά τα αποτελέσματα, ανοίγουν νέοι ορίζοντες στους ερευνητές, αλλά σημαντικότερα, ανοίγει ένα καινούριο κεφάλαιο στην αγορά των προϊόντων Χ.Γ., επεκτείνοντας τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Δυστυχώς, η πολυμορφικότητα και η πολυπλοκότητα της δομής της γλοιαδίνης- μη υδατοδιαλυτό κλάσμα της γλουτένης και τοξικό για τους ασθενείς με κοιλιοκάκη- καθιστά δύσκολη την παραπάνω διαδικασία, ή ακόμα την ταυτοποίηση υπαρκτών ποικιλιών σιταριού που να στερούνται την τοξικότητα ή την δημιουργία αυτών των ποικιλιών τεχνητά. Υπάρχουν σχετικές έρευνες, σύμφωνα με τις οποίες να μπορεί να μηδενιστεί ή να μειωθεί η τοξικότητα του ίδιου του σιταριού, καθιστώντας ελεύθερο γλουτένης ή με χαμηλή γλουτένη αντίστοιχα (Rosell *et al.*, 2014).

1.3:Χαρακτηρισμός τροφίμων ελεύθερων γλουτένης, GF

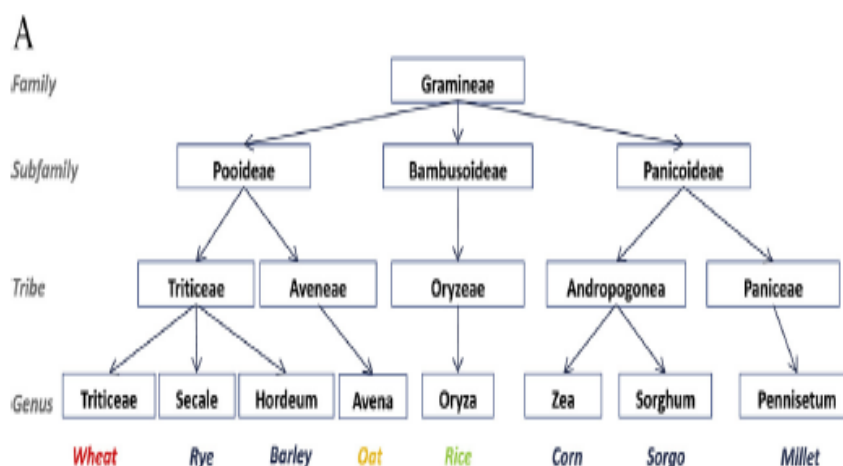
Η γλουτένη είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση πρωτεϊνών του σιταριού. Παρόλο που η γλοιαδίνη, αλκοολούχο διαλυτό κλάσμα ,έχει μελετηθεί αρκετά, οι πρωτεΐνες της γλουτένης είναι τοξικές για την κοιλιοκάκη. Άλλες πρωτεΐνες που υπάρχουν στο κριθάρι (ορδεΐνη) και στη σίκαλη (σικαλίνη) ,είναι επίσης τοξικές για τους ασθενείς με κοιλιοκάκη ή για τα άτομα αλλεργικά στη γλουτένη. Μοναδικός τρόπος αντιμετώπισης είναι μια διατροφή με τρόφιμα και ποτά ελεύθερων γλουτένης. Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius για να χαρακτηριστεί ένα τρόφιμο ως GF δεν πρέπει να περιέχει παραπάνω από 20 ppm γλουτένης. Δηλαδή για κάθε κιλό προϊόντος το όριο περιεκτικότητας σε γλουτένη είναι 20 mg. Επιπροσθέτως υπάρχουν στην

αγορά και τρόφιμα με χαμηλά ποσοστά γλουτένης, και επιτρέπεται να τα καταναλώσουν τα άτομα με ευαισθησία στη γλουτένη. Για να χαρακτηριστεί ένα τρόφιμο χαμηλό γλουτένης (low gluten, LG) σύμφωνα με τον Codex Alimentarius η περιεκτικότητα σε γλουτένη δεν πρέπει να ξεπερνά τα 100 ppm. Παρ' όλα αυτά, δεν είναι ασφαλές να καταναλώνονται από άτομα με κοιλιοκάκη, καθώς λαμβάνουν μικροποσότητες γλουτένης από λοιπά τρόφιμα της καθημερινής τους διατροφής, όπως κάποια αλλαντικά και γαλακτοκομικά προϊόντα, χωρίς να το αντιλαμβάνονται (Walter *et al.*, 2014; Guerdrum *et al.*, 2011; Σφλώμος *et al.*, 2015). Η ενημέρωση θεωρείται απαραίτητη σχετικά με τις πηγές γλουτένης, την διατροφή και τον τρόπο ζωής για τα άτομα που πάσχουν από κοιλιοκάκη ή είναι αλλεργικά στη γλουτένη. Οι διατροφολόγοι και οι γιατροί μπορούν να καθοδηγήσουν τα άτομα αυτά σε σημαντικό βαθμό.

Κύρια πηγή της γλουτένης είναι τα δημητριακά. Παρακάτω θα παρουσιαστούν όλα τα είδη των δημητριακών με άξονα την γλουτένη.

- Σιτηρά με έντονη περιεκτικότητα σε γλουτένη: σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη και καμούτ
- Σιτηρά με ελάχιστη περιεκτικότητα σε γλουτένη: ζέα, βρώμη, όλυρα (αγριοσίταρο)
- Σιτηρά με μηδαμινή γλουτένη και ψευδοδημητριακά: ρύζι, καλαμπόκι, σόργο, κεχρί και κινόα, φαγόπυρο, αμάρανθος

Εναλλακτικά χρησιμοποιούνται και αμυλούχα προϊόντα για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων, όπως η πατάτα, η σόγια, η ταπιόκα και τα όσπρια –κυρίως το ρεβύθι (Rosell *et al.*, 2014; Hager *et al.*, 2014).



Εικόνα 1.3: Διάγραμμα καταγραφής οικογένειας- υποοικογένειας- φυλής- είδους των δημητριακών. Πηγή: Rosell *et al.*, 2013.

Στην **Εικόνα 1.3** παρουσιάζεται το διάγραμμα την οικογένειας των δημητριακών, ενώ με τη σειρά από αριστερά προς τα δεξιά, στην τελευταία σειρά βρίσκεται το σιτάρι, η σίκαλη, το κριθάρι, η βρώμη, το ρύζι, το καλαμπόκι, το σόργο και τέλος το κεχρί. Το καθένα έχει την δική του ξεχωριστή θέση στην καθημερινότητα και από παλαιών χρόνων το καθένα κατείχε τη δική του θέση στη μαγειρική, στην ζαχαροπλαστική, ακόμα και στην ζυθοποιία. Το καθένα έχει μοναδική σύνθεση και περιεκτικότητα σε διαφορετικές πρωτεΐνες, ιχνοστοιχεία, φυτικές ίνες, όπως και διαφορετική θρεπτική αξία.

Το ρύζι, ο αραβόσιτος και το σόργο, είναι δημητριακά ελεύθερα γλουτένης, και όπως φαίνεται και στο διάγραμμα των Rosell *et al.* (2013), είναι μακρινοί συγγενείς του σιταριού. Το ρύζι θεωρείται καταλληλότερο για την αρτοποιία, καθώς έχει ουδέτερη γεύση, χρώμα λευκό, είναι εύπεπτο και έχει υποαλλεργικές ιδιότητες. Ακόμα, έχει χαμηλά ποσοστά πρωτεΐνης, νατρίου και εύπεπτων υδατανθράκων.

Η αρτοποιία με αλεύρι βρώμης για προϊόντα χωρίς γλουτένη, ΧΓ, ανήκει στις μελέτες άμεσου ενδιαφέροντος, καθώς εντοπίστηκαν στοιχεία μη

τοξικότητας σε συγκεκριμένες ποικιλίες (Rosell *et al.*,2013). Πιθανές εναλλακτικές για αρτοποιήση ΧΓ προσφέρουν τα ψευδοδημητριακά σόργο, κινόα, teff και αμάρανθος, όπου τα δύο τελευταία έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, μαγνήσιο και σίδηρο, ενώ η ακριβής περιεκτικότητα διαφέρει για κάθε διαφορετική περιοχή καλλιέργειας. Πιο αναλυτικά για το teff: πρόκειται για μικρόκοκκο τροπικό σιτηρό, μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δημητριακά, χρησιμοποιείται κυρίως σε χώρες όπως η Αιθιοπία, όπου αποτελεί την πρώτη ύλη για διάφορους τύπους επίπεδων άρτων ή για την τοπική μπίρα με το όνομα Shamit. (Hager *et al.*, 2014; Rosell *et al.*, 2013). Επιπροσθέτως, οι Rosell *et al.*, κάνουν αναφορά στην σύσταση της σε αμινοξέα, καθώς εμπεριέχει τα οκτώ σημαντικότερα για τους ανθρώπου, όπως ακόμα και για την εξαιρετική περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και θρεπτικά συστατικά, σημειώνοντας το ως σπουδαία πρώτη ύλη για τρόφιμα ΧΓ.

Η γλουτένη βρίσκεται σε τρόφιμα όπως είναι τα αρτοποιήματα, τα ζυμαρικά, τα γλυκά, αλλά ακόμα μπορεί να βρεθεί ως πρόσθετο σε τρόφιμα όπως οι σάλτσες (κέτσαπ) και τα παγωτά. Ακόμα μπορεί να βρεθεί σε προτηγανισμένα προϊόντα. Μεγάλη προσοχή απαιτείται στην επιλογή των τροφών που θα επιλέξουν τα άτομα με κοιλιοκάκη, αλλεργία ή ευαισθησία στη γλουτένη. Πρέπει να είναι ενημερωμένοι ποιες τροφές περιέχουν φυσικά γλουτένη και όχι ως πρόσθετο, καθώς μόνο σε αυτή την περίπτωση αναγράφεται στην ετικέτα υλικών. Τρόφιμα που είναι ελεύθερα γλουτένης και ασφαλή για κατανάλωση είναι όσα προέρχονται από δημητριακά ΧΓ, το φρέσκο και συμπυκνωμένο γάλα, η κρέμα γάλακτος, το ξινόγαλα, το tofu, η σόγια, το σιρόπι γλυκόζης, το ξίδι (όχι το βαλσαμικό, αυτό είναι ύποπτο), τα μπαχαρικά και τα βότανα. Ακόμα, ασφαλή προς κατανάλωση είναι και τα φρέσκα κρέατα και πουλερικά, τα ψάρια, τα όσπρια, τα φρέσκα και κατεψυγμένα φρούτα και λαχανικά, οι ανάλατοι ξηροί καρποί που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία, ο καφές, το τσαί, τα αλκοολούχα ποτά που προέρχονται από το σταφύλι, όπως και όσα έχουν προέλθει από απόσταξη (ουίσκι, βότκα, κα) (Σφλώμος *et al.*,2015).

1.4: Ποιοτικός έλεγχος αρτοσκευασμάτων

Η υφή, η γεύση και η εμφάνιση είναι οι τρεις βασικοί παράγοντες που καθιστούν αποδεκτό ένα τρόφιμο. Οι πρώτες προσπάθειες έγιναν από τον Lipowitz το 1961 με οργανοληπτικές μεθόδους μέτρησης της υφής. Δύο χρόνια αργότερα, ο Szczesniak όρισε έναν διαχωρισμό των οργανοληπτικών μετρήσεων σε τρεις κατηγορίες:

- i. Βασικές δοκιμές: αφορά μετρήσεις που απευθύνονται κυρίως σε μηχανικούς και περιλαμβάνουν την αντοχή, το λόγο Poisson και άλλες μετρήσεις όπως το μέτρο ελαστικότητας, το συντελεστή ελαστικότητας Young και το μέτρο διάτμησης. Οι παραπάνω δοκιμές εκτελούνται για να μετρηθούν οι θεμελιώδεις ιδιότητες των τροφίμων και σχετίζονται με την οργανοληπτική αξιολόγηση της υφής των τροφίμων.
- ii. Εμπειρικές δοκιμές: οι δοκιμές αυτές ελέγχουν χαρακτηριστικά όπως η διάτμηση, η εξώθηση και άλλες παρόμοιες παραμέτρους. Με αυτές τις δοκιμές γίνεται εφικτό να συσχετιστεί η οργανοληπτική αξιολόγηση με την υφή.
- iii. Μιμητικά τεστ: τεστ που πραγματοποιούνται από μηχανήματα, τα οποία δημιουργούν συνθήκες προσομοίωσης που θα αντιμετωπίσουν τα τρόφιμα στο στόμα ή στο πιάτο. Στην κατηγορία αυτή ανήκει και το Texture Profile Analysis (TPA) (Bourne, 1978).

Τον πρωτεύων όμως λόγο στο αποτέλεσμα των αρτοποιημάτων κατέχουν τα υλικά του: αλεύρι, νερό, αλάτι και μαγιά, τόσο στη γεύση, όσο και στην εμφάνιση, το άρωμα, την υφή και το χρώμα.

- **Αλεύρι**: η αρτοποιητική αξία ενός αλεύρου είναι καθοριστική για τις τεχνολογικές του ιδιότητες. Είναι αυτό το οποίο μπορεί να δώσει ένα αποτέλεσμα ψωμιού νόστιμου και ευπαρουσίαστου, υπό την προϋπόθεση των άριστων συνθηκών εργασίας, ενώ μπορεί να καθοριστεί μόνο με τη δοκιμή της αρτοποίησης. Η αρτοποιητική αξία

εξαρτάται από δύο παράγοντες, την αρτοποιητική δύναμη του αλεύρου, που σχετίζεται με τον ποσότητα και την ποιότητα των πρωτεϊνών και της γλουτένης που απορρέουν, και τις ζυμωτικές ικανότητες του ζυμαριού, που εξαρτώνται από τη διαστασική του δύναμη και τον πλούτο του σε σάκχαρα (Παπαεμμανουήλ, 2006).

- **Νερό:** ιδιαίτερη σημασία έχει η ποσότητα του νερού, καθώς και τα χαρακτηριστικά του (π.χ. η σκληρότητα). Όταν η ποσότητα νερού είναι ελλιπής, δεν πετυχαίνει η μετατροπή του αμύλου σε ζελατίνα κατά τον κλιβανισμό, με αποτέλεσμα η ψίχα να ξηραίνεται γρήγορα. Αντιθέτως, όταν η ποσότητα του νερού είναι υπερβολική, αδυνατεί να δεσμευτεί όλο το άμυλο κατά τη ζελατινοποίηση και παραμένει ένα μέρος ελεύθερο. Το αποτέλεσμα αυτού του ελεύθερου τμήματος νερού, είναι να κάνει την ψίχα υγρή και κολλώδη (Hui, 2006).
- **Αλάτι:** το αλάτι είναι χρήσιμο για την διαδικασία του ψησίματος. Δεν χρησιμοποιείται ως καρύκευμα, αλλά για να ενισχύσει τη γλουτενική δομή, καθιστώντας την πιο ελαστική, αλλά και για να ελέγξει τη ζύμωση στο ζυμωτήριο. Παραπάνω ποσότητα αλατιού από την απαιτούμενη μπορεί να επιβραδύνει τη ζύμωση (Hui, 2006).
- **Μαγιά:** αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό για την παρασκευή των αρτοσκευασμάτων, είτε είναι ξερή είτε νωπή. Συντελεί στη διόγκωση, διατηρεί την έκλυση CO₂ για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, και επίσης προσδίδει χαρακτηριστική γεύση και άρωμα. Η ποιότητα της μαγιάς σχετίζεται αντίστροφα προς το χρόνο ζύμωσης και τη θερμοκρασία του ζυμαριού. Μεγαλύτερος χρόνος ζύμωσης απαιτεί χαμηλότερες θερμοκρασίες και μικρότερες ποσότητες μαγιάς (Hui, 2006).

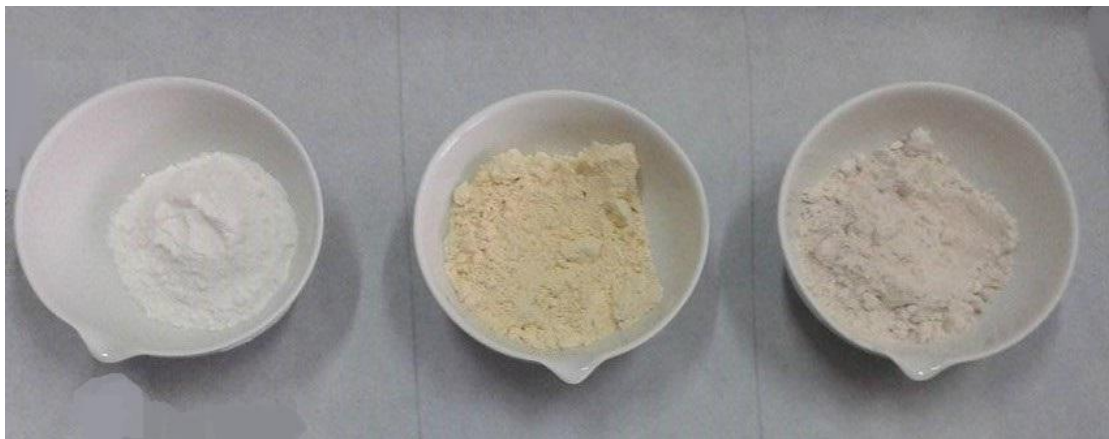
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το πείραμα έλαβε χώρα στο Τεχνολογικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, στο εργαστήριο 71 και μόνον, υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση του διδάκτορα Βαρζάκα Θεόδωρου. Σκοπός του πειράματος ήταν να δημιουργηθεί μια συνταγή ψωμιού χαμηλό σε γλουτένη, που να είναι οργανοληπτικά ικανοποιητικό, κυρίως ως προς τη γεύση, αλλά επίσης την όψη, και την δομή με γνώμονα τις βισκοελαστικές του ιδιότητες. Μελετήθηκαν τα άλευρα ρυζιού, ρεβυθιού και ζέας, στην προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα προϊόν με την λιγότερη δυνατή γλουτένη- αλεύρι ζέας-, την υψηλότερη δυνατή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες –ρεβυθάλευρο- και την ασφάλεια ενός μη αλλεργιογόνου –ρυζάλευρο. Πριν την παρασκευή των ψωμιών, έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις, η αρχή των οποίων θα αναλυθεί σε αυτό το κεφάλαιο, ενώ τα αποτελέσματα θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

2.1: Υγρασία στα άλευρα

Το ποσοστό υγρασίας αποτελεί σπουδαίο παράγοντα για τα σιτηρά και ειδικά για τα άλευρα, διότι συνδέεται άμεσα με την διατήρηση της ποιότητας τους κατά την αποθήκευση ,που επομένως έχει οικονομική συνέπεια στον εμπόριο. Αυξημένα ποσοστά υγρασίας μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και επομένως να υποβαθμίσουν τα άλευρα. Ακόμα, ήταν σημαντικό να είναι γνωστή η υγρασία στα διαφορετικά άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα- ρυζάλευρο, ρεβυθάλευρο και αλεύρι ζέας- καθώς είναι μια μέτρηση που απαιτείται για τις δοκιμές στον Αλβεογράφο CHOPIN. Τα ml του αλατόνευρου που προστέθηκαν στην διαδικασία της ανάμειξης υπολογίσθηκαν από την υγρασία του δείγματος αλεύρου ή συνδυασμού αλεύρων, σύμφωνα με τον πίνακα που ορίζει ο κατασκευαστής. Η διαδικασία υπολογισμού της υγρασίας είναι σχετικά απλή. Αρχικά ζυγίζονται

οι πορσελάνινες κάψες που θα τοποθετηθεί το κάθε δείγμα. Έπειτα στη καθεμία τοποθετούνται 20 γραμμάρια δείγματος αλεύρου, και εισάγονται σε φούρνο θερμοκρασίας 105° C. Ανά 15 λεπτά γίνεται ζύγιση στο κάθε δείγμα, και για όσες φορές είναι απαραίτητο, μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος, δηλαδή να είναι ίδιο για τουλάχιστον 2 μετρήσεις. Τέλος, αφαιρείται από το τελικό βάρος το βάρος της πορσελάνινης κάψας από κάθε μέτρηση, και η υγρασία υπολογίζεται από την διαφορά της πρώτης μέτρησης με της τελευταίας (Βαρζάκας, 2014). Στην εικόνα 2.1 παρουσιάζονται οι πορσελάνινες κάψες με περιεχόμενο το δείγμα αλεύρων, από αριστερά προς τα δεξιά, ρυζάλευρου- ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας.



Εικόνα 2.1: Παρουσίαση δειγμάτων αλεύρου για την δοκιμή της υγρασίας. Από αριστερά προς τα δεξιά βρίσκεται το ρυζάλευρο, ρεβυθάλευρο και αλεύρι ζέας.

2.2: Προσδιορισμός οξύτητας αλεύρων

Η οξύτητα των αλεύρων αποτελεί ένδειξη αλλοίωσης που μπορεί να έχει προέλθει από έντομα ή μύκητες ή ακόμα απλά παλαίωση. Είναι σημαντικό να είναι γνωστή η αρχική τιμή της οξύτητας των δειγμάτων των αλεύρων, πρώτον για εγκυκλοπαιδικές γνώσεις, και δεύτερον για ανίχνευση πιθανής αλλοίωσης στο μέλλον. Προσδιορίζεται η περιεκτικότητα του αλευρού σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εντοπίζοντας έτσι το τάγγισμα πριν γίνει οργανοληπτικώς αντιληπτό. Αν το άλευρο έχει αλλοιωθεί, αυξάνεται η λιπολυτική δραστηριότητα από ένζυμα εντόμων ή μυκήτων, οδηγώντας σε

υψηλότερα αποτελέσματα οξύτητας. Αν όμως το αλεύρι είναι αποθηκευμένο στις σωστές συνθήκες, θα χρειαστούν πολλοί μήνες μέχρι να παρατηρηθεί τέτοιου είδους αλλοίωση. Το αποτέλεσμα της μεθόδου εκφράζεται σε H_2SO_4 επί τοις %, επειδή δεν είναι γνωστό ποια ακριβώς οξέα περιέχει το δείγμα (Κεφαλάς, 2009). Η πειραματική πορεία που θα παρουσιασθεί, επαναλήφθηκε δύο φορές για κάθε δείγμα. Ζυγίζονται 5 γραμμάρια δείγματος αλεύρου και τοποθετούνται σε κωνική φιάλη των 250 ml με εσφυρισμένο πώμα. Στη συνέχεια προστίθενται 25 ml αλκοόλης, η οποία έχει εξουδετερωθεί με KOH 0.02N παρουσία βάμματος κουρκουμίνης. Το δείγμα ηρεμεί για 4 ώρες και ανά 1 ώρα ανακινείται ελαφρώς. Ύστερα απομονώνονται 10ml από το υπερκείμενο υγρό, τα οποία ογκομετρούνται με KOH 0,02N. Τα ml που καταναλώθηκαν στην κάθε περίπτωση, πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή 0,049 (σταθερός αριθμός), υπολογίζοντας με αυτό τον τρόπο το τελικό αποτέλεσμα της οξύτητας του δείγματος (Βαρζάκας, 2014).

2.3: Υγρή γλουτένη

Οι ελαστικές ιδιότητες της γλουτένης (εκτατικότητα-αντοχή) επηρεάζουν την ποιότητα του ψωμιού. Μια σημαντική μέτρηση επομένως είναι ο προσδιορισμός της υγρής γλουτένης, όπου απομονώνεται η γλουτένη από τα λοιπά χαρακτηριστικά του αλεύρου. Για το σκοπό αυτό 20γραμμάρια αλεύρου αναμειγνύονται με 10γραμμάρια νερού βρύσης, ώστε να σχηματισθεί ένα ελαστικό ζυμάρι. Στη συνέχεια το ζυμάρι εκπλύνεται με τρεχούμενο νερό, ενώ μαλάσσεται συνεχώς με το χέρι, μέχρις ότου να παραμείνει μια εύπλαστη, ελαστική και κολλώδης μάζα, η οποία είναι η υγρή γλουτένη, ενώ το άμυλο, το πίτυρο και ένα μικρό μέρος (υδατοδιαλυτό) της πρωτεΐνης έχουν αποχωρήσει. Ουσιαστικά, η μάλαξη σταματά όταν το τρεχούμενο νερό είναι διάφανο και όχι γαλακτόχρωμο. Έπειτα ζυγίζεται και ξηραίνεται στους $155^{\circ} C$ για 30 λεπτά, ενώ τέλος, αξιολογείται το χρώμα, η όψη, η ελαστικότητα, και καταγράφεται το βάρος ύστερα της ξήρανσης (Βαρζάκας, 2014).

Η ικανότητα ενυδάτωσης της γλουτένης (E) κυμαίνεται για τα άλευρα με συνηθισμένα ποσοστά γλουτένης μεταξύ 60-70%. Όσο μεγαλύτερη είναι η E, τόσο καλύτερη θα είναι η απόδοση ποιότητας του ψωμιού, καθώς θα έχει συγκρατηθεί περισσότερο νερό στο ζυμάρι. (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου,1982; Αργβανιτογιάννης,2008) Ο τύπος υπολογισμού της ικανότητας ενυδατώσεως γλουτένης είναι:

$$E=(ΥΓ-ΞΓ)/ΥΓ*100$$

2.4: Αλβεογράφος

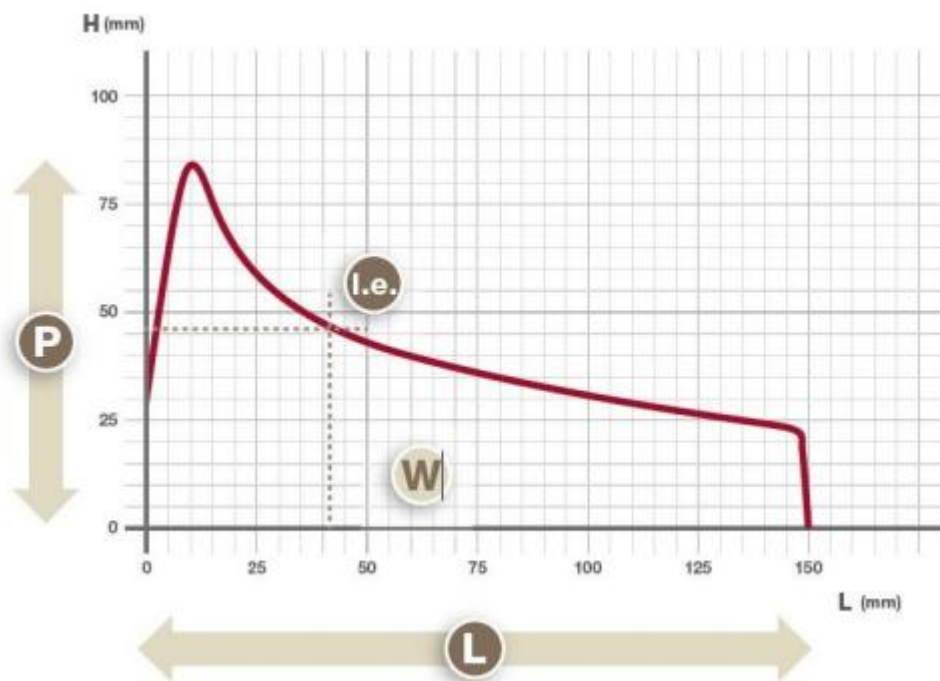
Η δοκιμή με τον Αλβεογράφο μετράει τα χαρακτηριστικά ιξωδοελαστικότητας δημιουργώντας μια φούσκα ζύμης καθώς το δείγμα διογκώνεται με παροχή αέρα. Γίνεται σε ένα ειδικά προετοιμασμένο τεμάχιο ζύμης το οποίο με την πίεση αέρα φουσκώνει σαν μπαλόνι. Αυτή η διαδικασία προσομοιάζει την διόγκωση της ζύμης όταν κατά την ωρίμανση φουσκώνει με το διοξείδιο του άνθρακα που δημιουργείται. Η δοκιμή περιλαμβάνει 4 κύρια βήματα:

- i. Την ανάμειξη του αλεύρου με αλατόνερο 2,5%
- ii. Την ετοιμασία 5 τεμαχίων ζύμης συγκεκριμένου μεγέθους
- iii. Την τοποθέτηση των δειγμάτων ζύμης στη στόφα
- iv. Το αυτόματο φούσκωμα κάθε τεμαχίου ζύμης μέχρι να σπάσει η σχηματιζόμενη φούσκα

Ο αλβεογράφος μετράει τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της ζύμης:

- P : συνεκτικότητα της ζύμης (η φυσική της τάση να αντισταθεί στην παραμόρφωση)

- L : εκτατότητα της ζύμης (ο μέγιστος όγκος αέρα που η φούσκα της ζύμης μπορεί να χωρέσει)
- P/L : χαρακτηρισμός της καμπύλης
- $I.e.$: δείκτης ελαστικότητας,
- W : η ανάπτυξη της ζύμης στο ψήσιμο (εμβαδόν επιφάνειας κάτω από την καμπύλη)



Εικόνα 2.4.1: Πρότυπη καμπύλη αλβεογραφήματος. Επιδεικνύονται οι τιμές της συνεκτικότητας στον κάθετο άξονα, της εκτατότητας στον οριζόντιο άξονα, ο δείκτης ελαστικότητας και το έργο της ζύμης.

Είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες, και ιδιαίτερα στη Γαλλία και στο Βέλγιο. Ο αλβεογράφος είναι χρήσιμος για την εξέταση των βασικών χαρακτηριστικών των ζυμαριών. Δίνει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την αντοχή και την εκτατότητα του δείγματος. Αποτελείται από τρία μέρη:

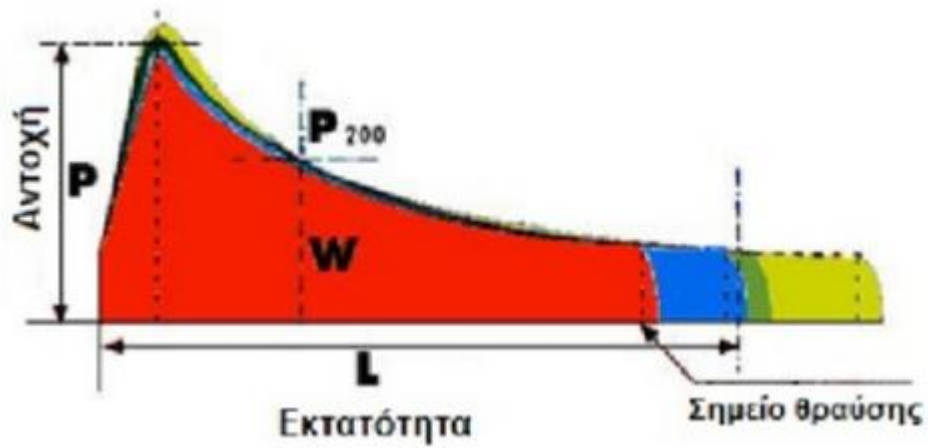
ί. Το ζυμωτήριο

ii. Το τμήμα σχηματισμού φυσαλίδας

iii. Το μανόμετρο που συνδέεται με τον καταγραφικό μηχανισμό

Τα δύο πρώτα τμήματα διατηρούνται σε θερμοκρασία 25°C με την κυκλοφορία θερμού νερού, του οποίου η θερμοκρασία ρυθμίζεται με θερμοστάτη (Γεωργόπουλος, 2010)

Στο ζυμωτήριο τοποθετούνται 250 γραμμάρια αλεύρου ,και αλατόνερο 2,5% σε ποσότητα που να συμφωνεί με την υγρασία του αλεύρου, σχηματίζοντας έτσι την αρτομάζα. Στη συνέχεια ξεκινά η μάλαξη της αρτομάζας που διαρκεί 7 λεπτά. Αφού τελειώσει η μάλαξη, η αρτομάζα εξωθείται με μορφή λωρίδας πάνω από μια χαλύβδινη πλάκα της οποίας η επιφάνεια έχει καλυφθεί με παραφινέλαιο. Η λωρίδα του ζυμαριού κόβεται σε πέντε κομμάτια σε σχήμα δίσκου, ορισμένου πάχους και διαμέτρου. Έπειτα ο κάθε δίσκος τοποθετείτε σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 25° C, για 20 λεπτά. Μετά το πέρας των 20 λεπτών, οι δίσκοι τοποθετούνται ξεχωριστά στο δεύτερο τμήμα του αλβεογράφου, εκείνο της διογκώσεως της αρτομάζας, όπου διοχετεύεται αέρας στο δισκίο με αποτέλεσμα τον σχηματισμό μιας φυσαλίδας. Ταυτόχρονα, το καταγραφικό μανόμετρο χαράσσει ένα διάγραμμα σύμφωνα με την μεταβολή της πίεσης. Στο σχηματιζόμενο διάγραμμα φαίνεται ότι η πίεση φτάνει έως ένα μέγιστο σημείο, όσο διαρκεί η διόγκωση του ζυμαριού, και αρχίζει να μειώνεται μέχρις ότου σπάσει η σφαιρική φούσκα που έχει σχηματιστεί, οπότε η πίεση μηδενίζεται(Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982). Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τα υπόλοιπα δείγματα, και προκύπτει ένα διάγραμμα με την πορεία των 5 διαφορετικών δειγμάτων και τις τυχόν αποκλείσεις τους, και ένα διάγραμμα με τον μέσο όρο των πέντε δειγμάτων.



Εικόνα 2.4.2: Καμπύλη αλβεογραφήματος που παρουσιάζει τις βασικές τιμές.

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε ο αλβεογράφος CHOPIN, το μοντέλο του 1997.



Εικόνα 2.4.3: Αλβεογράφος CHOPIN. Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρουσιαστούν αρχικά τα αποτελέσματα των πειραματικών διαδικασιών που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο που προηγήθηκε. Στη συνέχεια θα γίνει επίδειξη όλων των αλβεογραφημάτων που πραγματοποιήθηκαν για τους σκοπούς αυτής την πτυχιακής εργασίας, καθώς και ο σχολιασμός τους. Τέλος θα παρουσιαστούν με το αντίστοιχο φωτογραφικό υλικό όλες οι αρτοπαρασκευές, συνοδευόμενες από τις πληροφορίες που προσκομίστηκαν στην πορεία.

Τα υλικά για τα πειράματα ήταν χορηγία του Τεχνολογικού Ιδρύματος και ύστερα από την άδεια των υπεύθυνων καθηγητών, ενώ λήφθηκαν τα απαραίτητα μέτρα προστασίας. Τέλος, υπήρχε ο απαραίτητος σεβασμός στα μηχανήματα, στον εργαστηριακό χώρο και φυσικά στην καθαριότητά του.

Δεν υπήρξε σχετική χορήγηση για τα υλικά των αρτοπαρασκευών, επομένως διαλέχτηκαν ύστερα από προσωπική προτίμηση. Το ρυζάλευρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν 100% βιολογικό προϊόν, πιστοποιημένο από την ΔΗΩ, με την ονομασία «Το Περιβόλι- Αλεύρι Ρυζιού». Το ρεβυθάλευρο ήταν και αυτό πιστοποιημένο βιολογικό προϊόν, της εταιρίας «ΒιοΑγρός». Το αλεύρι ζέας που καταναλώθηκε είναι προϊόν της εταιρίας «Αγρόκτημα Αντωνόπουλου» ,ολικής άλεσης και 100% βιολογικό προϊόν πιστοποιημένο από την ΒΙΟ HELLAS. Τέλος, ένα ακόμα υλικό που χρησιμοποιήθηκε, αλλά απορρίφθηκε από την πρώτη δοκιμή, αυτή της γεύσης, ήταν το καλαμποκάλευρο, καθώς έδινε ένα όχι ευχάριστο αποτέλεσμα στο τελικό δείγμα. Είναι προϊόν της « Βιόδωρος Γαία-Βιολογικά Προϊόντα», και 100% βιολογικό με πιστοποίηση από τη ΔΗΩ. Τα υπόλοιπα υλικά ήταν μαγειρικό αλάτι, κρυσταλλική ζάχαρη, νερό βρύσης, ελαιόλαδο και ξηρή μαγιά που αγοράστηκαν από την τοπική αγορά. Τα συγκεκριμένα άλευρα βρέθηκαν από καταστήματα βιολογικών προϊόντων, ένα στην Καλαμάτα και δύο στο κέντρο της Αθήνας. Ήταν σημαντικό να γίνει χρήση αλεύρων μίας μάρκας για το κάθε

ένα, καθώς μπορεί να διέφεραν οι μετρήσεις ,π.χ. της υγρασίας, από μάρκα σε μάρκα ,και το πείραμα θα ήταν ασταθές.

Τέλος, δεν έγινε χρήση βελτιωτικών, όπως κόμμι ξανθάνης, ψύλλιο, γαλακτοματοποιητές, καθώς σκοπός ήταν η δημιουργία του βέλτιστου άρτου με αγνά υλικά. Θα ακολουθήσει εκτίμηση στα συμπεράσματα για τις βελτιώσεις που θα μπορούσε να δεχτεί κάθε προσπάθεια, όπως επίσης θα αναδειχτεί η καλύτερη προσπάθεια.

3.1:Υπολογισμός Υγρασίας

Αρχικά υπολογίστηκε η υγρασία των εξεταζόμενων αλεύρων. Σε τρεις διαφορετικές πορσελάνινες κάψες, οι οποίες έχουν ζυγισθεί αρχικά, τοποθετούνται 20γραμμάρια αλεύρου. Η πρώτη κάψα είχε ρυζάλευρο, η δεύτερη ρεβυθάλευρο, ενώ η τελευταία αλεύρι ζέας. Κάθε πορσελάνινη κάψα τοποθετήθηκε σε φούρνο που είχε προθερμανθεί στους 105° C και ζυγίζεται ανά 15 λεπτά έως ότου σταθεροποιηθεί το βάρος.

- 1^η πορσελάνινη κάψα: 78,3γραμμάρια.

Σε αυτή τοποθετήθηκαν 20γραμμάρια ρυζάλευρου, επομένως το τελικό βάρος είναι 98,3γραμμάρια. Ανά 15 λεπτά επαναλαμβανόταν η ζύγιση για τον έλεγχο του βάρους. Τελική μέτρηση έφτανε τα 95,9γραμμάρια, ύστερα από 8 ξεχωριστές μετρήσεις. Επομένως η απώλεια ήταν 2,4γραμμάρια ,με συμπέρασμα πως η υγρασία του συγκεκριμένου ρυζάλευρου να είναι 12%.

- 2^η πορσελάνινη κάψα: 77,1γραμμάρια.

Τοποθετήθηκαν ύστερα από ζύγιση 20γραμμάρια ρεβυθάλευρου, ώστε το τελικό βάρος να είναι 97,1γραμμάρια. Ανά 15 λεπτά επαναλαμβανόταν η διαδικασία της μέτρησης της απώλειας του βάρους, μέχρι αυτό να σταθεροποιηθεί. Πραγματοποιήθηκαν 10 μετρήσεις για το σκοπό αυτό, ενώ το

τελικό βάρος ήταν 94,9γραμμάρια. Η απώλεια φτάνει τα 2,2γραμμάρια, συνεπώς η υγρασία του συγκεκριμένου ρεβυθάλευρου να είναι 11%.

- 3^η πορσελάνινη κάψα: 71,7γραμμάρια.

Μετρήθηκαν 20γραμμάρια αλεύρου ζέας ,επομένως το συνολικό βάρος την κάψας μαζί με το δείγμα να φτάνει τα 91,7γραμμάρια. Χρειάστηκαν 7 ξεχωριστές μετρήσεις ανά 15 λεπτά, ώστε να σταθεροποιηθεί το βάρος στα 89,8γραμμάρια. Η διαφορά από την αρχική μέτρηση ήταν 1,9γραμμάρια, ενώ με απλούς υπολογισμούς η υγρασία του συγκεκριμένου αλεύρου ζέας είναι 9,5%.

3.2: Προσδιορισμός Οξύτητας

Η παρακάτω διαδικασία διεξάχθηκε και για τα τρία διαφορετικά άλευρα με δύο επαναλήψεις. Τα ml κατανάλωσης της τιτλοδότησης που θα ληφθούν υπόψη, θα προέρχονται από τον μέσο όρο των δύο επαναλήψεων.

Ύστερα από την τιτλοδότηση καταγράφηκαν οι παρακάτω τιμές κατανάλωσης του KOH κατά μέσο όρο:

$$\text{Ρυζάλευρο: } 4,1\text{ml} \qquad 4,1 * 0,049 = 0,2009$$

$$\text{Ρεβυθάλευρο: } 6,7\text{ml} \qquad 6,7 * 0,049 = 0,3283$$

$$\text{Αλεύρι ζέας: } 10,8\text{ml} \qquad 10,8 * 0,049 = 0,5292$$

Επομένως η τελική οξύτητα των εξεταζόμενων αλεύρων εκφρασμένη σε H₂SO₄ επί τοις εκατό είναι για το ρυζάλευρο 0,2009%, για το ρεβυθάλευρο 0,3283%, και για το αλεύρι ζέας 0,5292%.

3.3: Προσδιορισμός Υγρής Γλουτένης

Η διαδικασία έλαβε μέρος και για τρία είδη αλεύρων ,ρυζιού, ρεβιθιού και ζέας. Όπως είναι αναμενόμενο μόνο το αλεύρι ζέας είχε αποτελέσματα καθώς έχει χαμηλά επίπεδα γλουτένης. Αντιθέτως τα άλευρα χωρίς γλουτένη έδωσαν μηδενικά αποτελέσματα. Παρακάτω θα περιγραφεί η διαδικασία του αλεύρου ζέας, ενώ οι τιμές που θα ληφθούν υπόψη, προέρχονται από τον μέσο όρο των δύο επαναλήψεων.

Αφού έλαβε χώρα η έκπλυση του ζυμαριού ζέας σε τρεχούμενο νερό βρύσης, ακολούθησε η ζύγιση της μάζας στα 1,93 γραμμάρια, υπολογίζοντας συνεπώς την υγρή γλουτένη. Ο μέσος όρος των τελικών μετρήσεων ύστερα της ξήρανσης, ανέρχεται στα 1,75 γραμμάρια. Παρακάτω στην Εικόνα 3.1 παρουσιάζεται η υγρή γλουτένη, ΥΓ, πριν την ξήρανση (αριστερά) και η ξηρή γλουτένη, ΞΓ, (δεξιά). Παρατηρείται ελάχιστη αλλαγή στο χρώμα και σχετικά μια γυαλιστερή μάζα στην όψη.



Εικόνα 3.2: Δείγμα αλεύρου ζέας στη μέτρηση ικανότητας ενυδάτωσης γλουτένης. Αριστερά φαίνεται το δείγμα πριν την ξήρανση, ενώ δεξιά μετά την ξήρανση.

Εν κατακλείδι, η ικανότητα ενυδάτωσης της γλουτένης στο αλεύρι ζέας υπολογίζεται στο 9,32%, πολύ πιο χαμηλά από τα κοινά άλευρα.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα πειράματος γλουτένης

Αλεύρι	Ρυζάλευρο	Ρεβυθάλευρο	Αλεύρι Ζέας
Βάρος ζύμης μετά την ενυδάτωση και μάλαξη (gr)	0	0	1,93
Υγρή γλουτένη (%)	-	-	5*1,93=9,65
Ξηρή γλουτένη (gr)	-	-	1,75
Ενυδάτωση γλουτένης (E) (%)	-	-	9,32

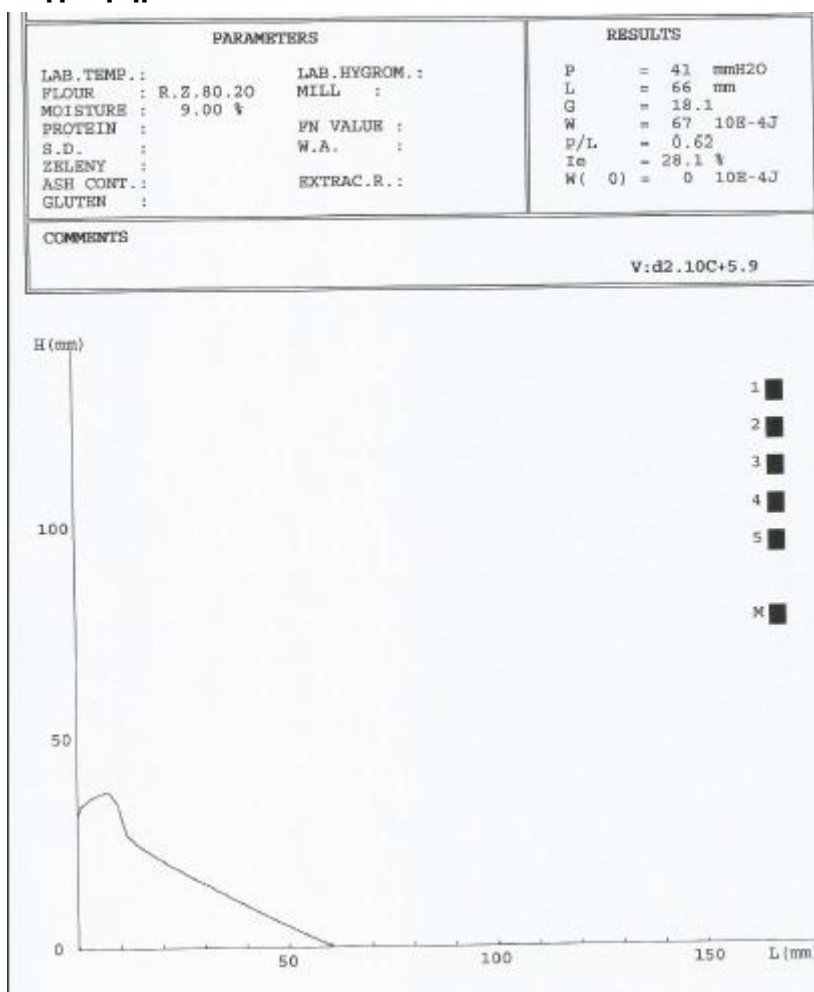
3.4:Μετρήσεις Αλβεογράφου

Στον αλβεογράφο CHOPIN πραγματοποιήθηκαν έξι διαφορετικοί συνδυασμοί αλεύρων με διαφορετικές αναλογίες μεταξύ τους.

- i. 80% ρυζάλευρο- 20% αλεύρι ζέας
- ii. 80% ρεβυθάλευρο- 20% αλεύρι ζέας
- iii. 40% ρυζάλευρο- 40% ρεβυθάλευρο- 20% αλεύρι ζέας
- iv. 60% ρυζάλευρο -40% αλεύρι ζέας
- v. 60% ρεβυθάλευρο -40% αλεύρι ζέας
- vi. 30% ρυζάλευρο -30% - ρεβυθάλευρο 40% αλεύρι ζέας

Η προσπάθεια για την παρασκευή ψωμιού χωρίς γλουτένης ή με ελάχιστη γλουτένη έγινε αρχικά με τα άλευρα χωρίς γλουτένη μόνα τους, όμως η υφή, η γεύση, το χρώμα, το φούσκωμα, ακόμα και η διαδικασία παρασκευής ήταν μη αποδεκτά. Έτσι δοκιμάστηκε με διάφορες αναλογίες η ανάμειξη με αλεύρι χαμηλό σε γλουτένη (αλεύρι ζέας). Σε αυτό το υποκεφάλαιο εστιάζεται το αλβεογράφημα των ζυμαριών. Τα αποτελέσματα των ψωμιών θα αναλυθούν σε ξεχωριστή ενότητα.

3.4.1: Αλβεογραφήματα



Εικόνα 3.4.1: Αλβεογράφημα Νο1 ,μείξη ρυζάλευρου με αλεύρι ζέας, σε αναλογίες 80-20%, αντίστοιχα.

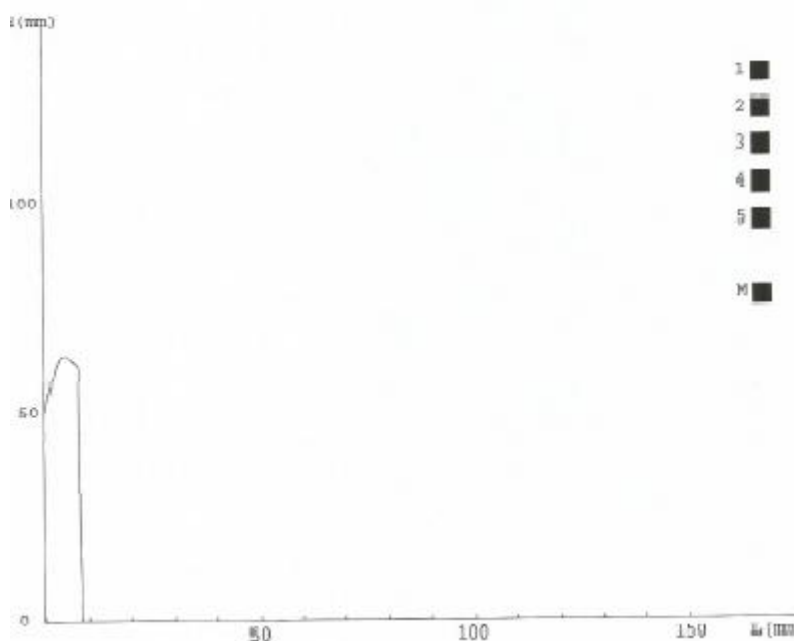
Το δείγμα περιείχε σε αναλογία 80-20% ρυζάλευρο(200γραμμάρια) και αλεύρι ζέας(50γραμμάρια), Εικόνα 3.4.1. Η ποσότητα του προστιθέμενου αλατόνερου υπολογίζεται σύμφωνα με τους ειδικούς πίνακες του

κατασκευαστή, όπου για διαφορετικά επί τοις εκατό ποσοστά υγρασίας αλεύρου, προορίζονται καθορισμένα ml αλατόνευρου. Στο δείγμα αυτό, η υγρασία ήταν 9%. Η μέγιστη πίεση που καταγράφηκε ήταν 41mm –κάθετος άξονας- όπου το μέγιστο ύψος του αλβεογραφήματος πολλαπλασιάζεται με τον παράγοντα 1,1. Το μέσο μήκος,L, δηλαδή το μήκος που διένυσε η φούσκα από τον σχηματισμό της έως ότου να σκάσει, είναι 66mm. Ο δείκτης φουσκώματος, G, υπολογίστηκε 18,1, και εκφράζει τον όγκο αέρα που χρειάζεται ώστε να σπάσει η φούσκα. Ο χαρακτηρισμός καμπύλης P/L αποδόθηκε στο 0,62, και είναι καθαρός αριθμός. Τέλος, ο δείκτης ελαστικότητας, Ie, υπολογίστηκε 28,1%, ενώ η ανάπτυξη της ζύμης στο ψήσιμο, W, 67 10E-4J.

PARAMETERS		RESULTS	
LAD. TEMP. :	LAD. HYGROM. :	D	= 71 mm120
FLOUR : 86.26 RBV. 88 MILL :		L	= 0 mm
MOISTURE : 20.00 %		G	= 6.7
PROTEIN :	FN VALUE :	W	= 31 10E-4J
S. T :	W. A. :	P/L	= 7.89
ZELENY :		Ie	= 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC. R. :	W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :			

COMMENTS

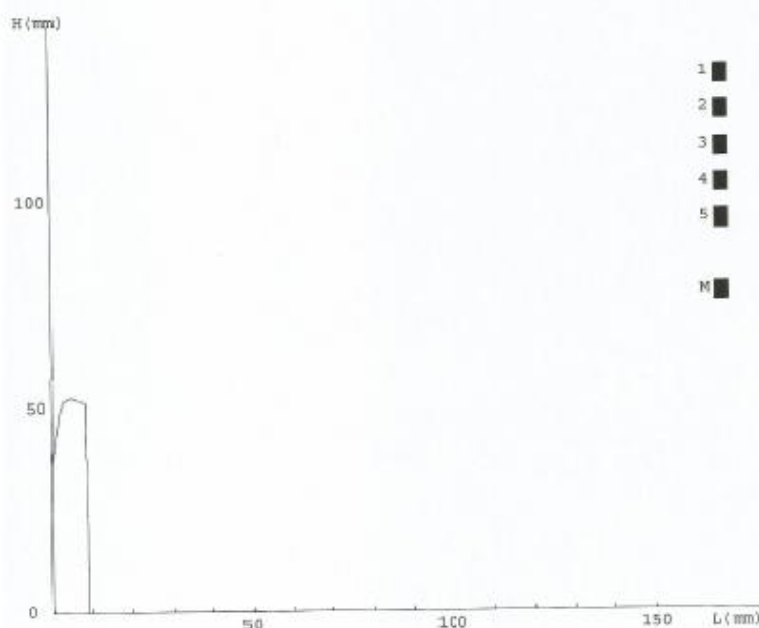
V:d2.10C+5.9



Εικόνα 3.4.2: Αλβεογράφημα Νο2, ρεβυθάλευρο- αλεύρι ζέας, σε αναλογίες 80-20%, αντίστοιχα.

Ακολουθεί το αλβεογράφημα (Εικόνα 3.4.2) του μείγματος ρεβυθάλευρου και αλεύρου ζέας σε αναλογία 80-20% αντίστοιχα. Η υγρασία του μείγματος αλεύρων είναι 10%. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν σημαντικές διαφορές συγκριτικά με το προηγούμενο αλβεογράφημα (ρουζάλευρο-αλεύρι ζέας, 80-20%), και κυρίως οι μετρήσεις της συνεκτικότητας $-P=71\text{mm}$, σχεδόν η διπλάσια τιμή- της εκτατότητας της ζύμης- $L=9\text{mm}$, αρκετά πιο χαμηλά από τα 66mm προηγουμένως- του δείκτη φουσκώματος- εδώ $G=6.7$ -καθώς και της τιμής ανάπτυξης της ζύμης κατά το ψήσιμο $-W=31 \cdot 10E-4J$ σχεδόν το μισό έργο. Όπως είναι αναμενόμενο, μεγάλη διαφορά παρουσιάζει και ο λόγος P/L , όπου ισούται με $7,89$, ενώ προηγουμένως η τιμή ήταν μικρότερη της μονάδας. Όμως η τιμή με την πιο εκπληκτική απόδοση είναι ο δείκτης ελαστικότητας, I_e , που ισούται με $0,0\%$.

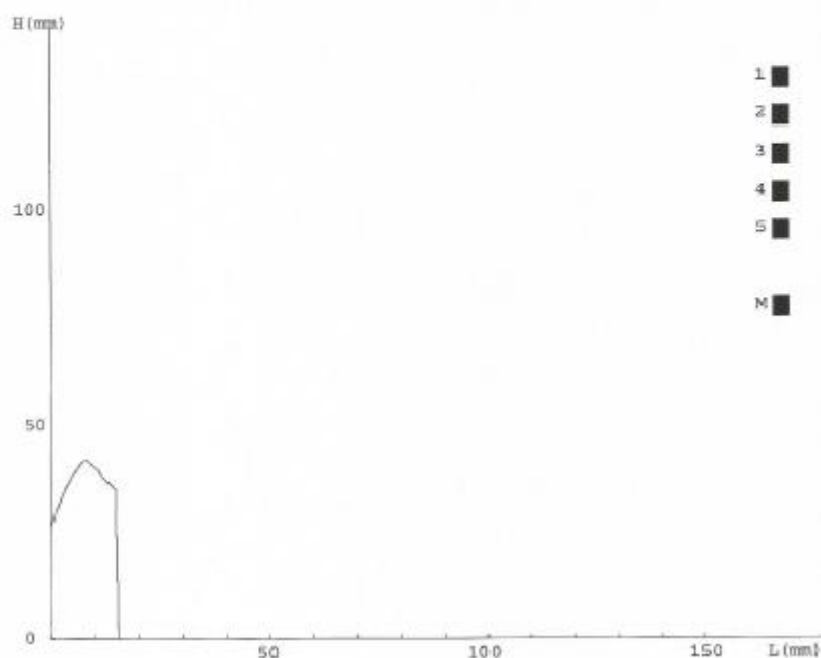
PARAMETERS		RESULTS
LAB. TEMP. :	LAB. HUMID. :	P = 5.8 mmH ₂ O
FLOUR : R.EV.2.4.4.2	MILL :	L = 1.0 mm
MOISTURE : 9.50 %		G = 7.0
PROTEIN :	FN VALUE :	W = 2.9 $10E-4J$
S.D. :	W.A. :	P/L = 5.80
SELHFY :		I_e = 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC.E. :	W(0) = 0 $10E-4J$
GLUTEN :		
COMMENTS		V:d2.10C+5.9



Εικόνα 3.4.3: Αλβεογράφημα Νο3, ανάμειξη ρυζάλευρου- ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας, 40-40-20% αντίστοιχα.

Στο παραπάνω αλβεογράφημα (Εικόνα 3.4.3) παρουσιάζεται η δοκιμή που έγινε ανάμειξης και των τριών αλεύρων σε αναλογία 80% χωρίς γλουτένη (40% ρυζάλευρο-40% ρεβυθάλευρο) και 20% με γλουτένη (αλεύρι ζέας). Η υγρασία των αλεύρων στο σύνολο υπολογίστηκε στο 9,5%. Το αναμενόμενο είναι να βγει μια μέση τιμή σε όλες τις μετρήσεις από τα δύο πρώτα αλβεογραφήματα. Όμως τα αποτελέσματα δεν ακολούθησαν την αναμενόμενη λογική, εκτός από την συνεκτικότητα της ζύμης που είναι 58mm. Έχει ενδιαφέρον η ανάλυση και η εκτίμηση παρακάτω των αποτελεσμάτων, και έπειτα η συμπεριφορά των ζυμαριών στο ψήσιμο. Για την ώρα, θα γίνει μια εκτίμηση του αλβεογραφήματος. Σχηματικά, η καμπύλη παρουσιάζει περισσότερες ομοιότητες με το αλβεογράφημα που περιείχε το ρεβυθάλευρο, γεγονός που επιβεβαιώνεται με την τιμή της εκτατότητας ζύμης, $L=10\text{mm}$. Ως αναμενόμενο, βάσει της καμπύλης οι τιμές του δείκτη φουσκώματος G , και του λόγου P/L , πλησιάζουν περισσότερο στις τιμές του ρεβυθάλευρου παρά του ρυζάλευρου. Αξιοσημείωτα είναι τα αποτελέσματα του δείκτη ελαστικότητας, όπου έχει εξ' ολοκλήρου επηρεαστεί από το ρεβυθάλευρο, και του δείκτη ανάπτυξης της ζύμης στο ψήσιμο W , όπου παρουσιάζει χαμηλότερη τιμή και από τα δυο αλβεογραφήματα. Εν συντομία οι τιμές του τρίτου αλβεογραφήματος: $P=58\text{mm}$, $L=10\text{mm}$, $G=7.0$, $W=29$ 10E-4J , $P/L=5.80$, $I_e=0.0\%$.

PARAMETERS		RESULTS	
LAB.TEMP.:		P	= 46 mmH ₂ O
FLOUR :	R.Z.60.40	L	= 15 mm
MOISTURE :	11.00 %	G	= 8.6
PROTEIN :		W	= 36 10E-4J
S.D. :		P/L	= 3.07
SELENY :		Ie	= 0.0 %
ASH CONT.:		W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :			
	LAB.HYGROM.:		
	MILL :		
	FN VALUE :		
	W.A. :		
	EXTRAC.R.:		
COMMENTS			
V: d2.10C+5.9			

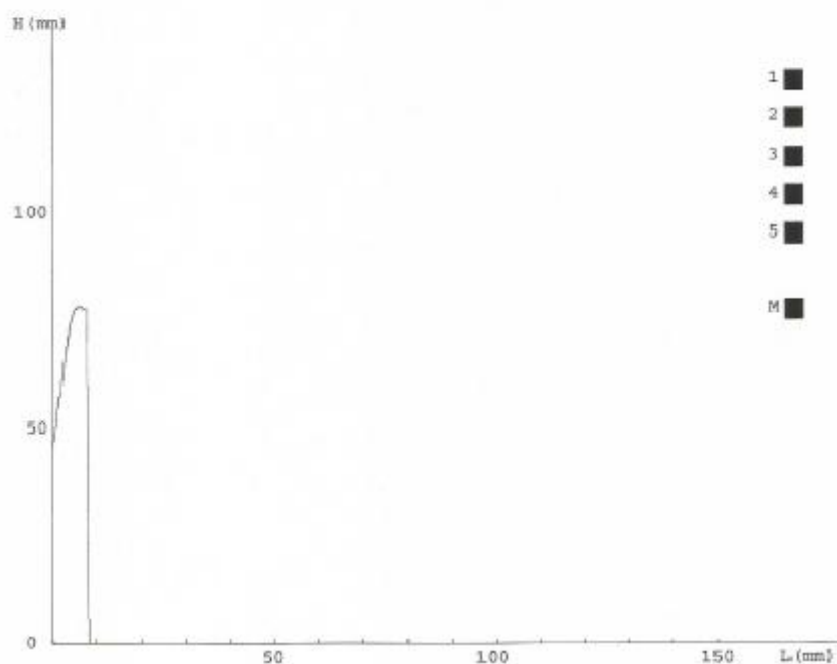


Εικόνα 3.4.4: Αλβεογράφημα Νο4, σε αναλογία 60-40% ρυζάλευρο-αλεύρι ζέας.

Στα επόμενα τρία αλβεογραφήματα θα παρουσιαστούν τα δείγματα αναλογίας 60-40% χωρίς γλουτένη-με γλουτένη αντίστοιχα. Πρώτα, απεικονίζεται το μείγμα αλεύρων ρυζιού και ζέας (Εικόνα 3.4.4), ενώ η υγρασία τους υπολογίστηκε 11%. Η συνεκτικότητα ζύμης είναι 46mm ,σχετικά παρόμοια του δείγματος αναλογίας 80-20% ρυζάλευρο-αλεύρι ζέας αντίστοιχα, στα 41mm. Οι υπόλοιποι υπολογισμοί δεν θυμίζουν με τίποτα τις μετρήσεις του δείγματος 80-20%. Η εκτατότητα ζύμης βρέθηκε να φτάνει μόλις τα 15mm, ο δείκτης φουσκώματος 8,6, το έργο που θα χρειαστεί για την ανάπτυξη της ζύμης κατά το ψήσιμο 36 10E-4J, ο δείκτης ελαστικότητας μηδενικός, 0%, ενώ τέλος ο λόγος P/L βρέθηκε 3,07. Οι παραπάνω τιμές δεν θυμίζουν με τίποτα την συμπεριφορά του ρυζάλευρου προηγουμένως, παρά είναι πιο κοντά με την μείξη των τριών αλεύρων στην αναλογία 40-40-20%.

Το ζυμάρι είχε μικρή εκτατότητα, συνεπώς γίνεται αναφορά για ένα όχι και τόσο ελαστικό δείγμα. Αυτό επιβεβαιώνεται εξάλλου και με την τιμή του δείκτη ελαστικότητας.

PARAMETERS		RESULTS
LAB. TEMP. :	LAB. HYGROM. :	P = 86 mmH ₂ O
FLOUR : REV. 2.60.40	MILL :	L = 9 mm
MOISTURE : 10.40 %	PN VALUE :	G = 6.7
PROTEIN :	W.A. :	W = 35 10E-4J
S.D. :	EXTRAC. R. :	P/L = 9.56
ZELENY :		Ie = 0.0 %
ASH CONT. :		W(0) = 0 10E-4J
GLUTEN :		
COMMENTS		V:d2.10C+5.9



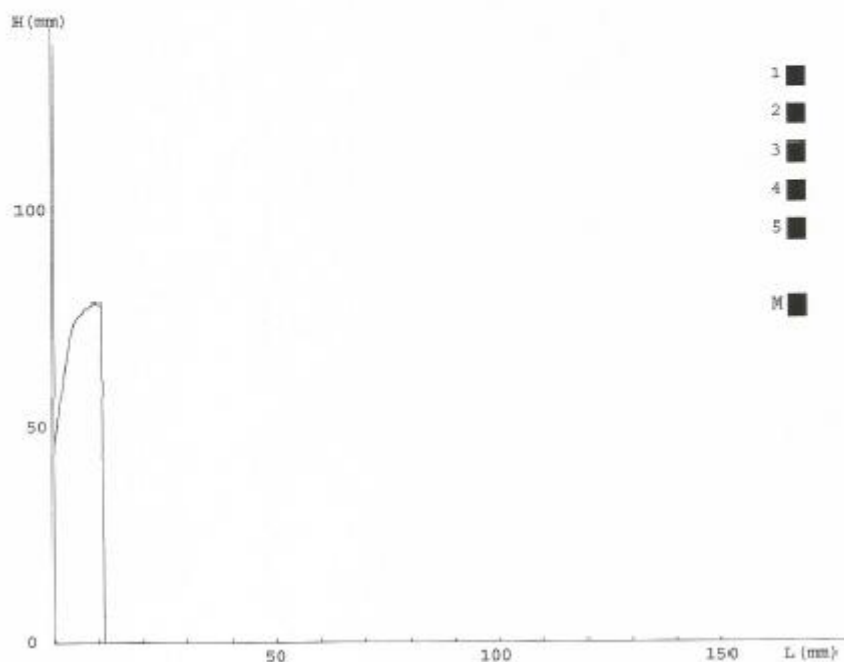
Εικόνα 3.4.5: Αλβεογράφημα Νο5, αποτέλεσμα του δείγματος ζυμαριου από ρεβυθάλευρο και αλεύρι ζέας, 60-40% αντίστοιχα.

Ακολουθεί το αλβεογράφημα μείγματος αλεύρων ρεβιθιού- ζέας σε αναλογία 60-40% αντίστοιχα (Εικόνα 3.4.5). Υγρασία μείγματος ίση με 10,40%. Αρκετά συνεκτικό ζυμάρι, συγκριτικά με όλες τις προηγούμενες μετρήσεις, $P=86\%$. Η εκτατικότητα δεν παρουσιάζει καμία διαφορά σε σχέση με την αναλογία 80-20% με ρεβυθάλευρο, όπως και ο δείκτης ελαστικότητας, $Ie=0\%$. Επίσης, ίδια παρέμεινε και η τιμή του δείκτη φουσκώματος, $G=6,7$.

μικρές διαφοροποιήσεις παρουσιάστηκαν στις υπόλοιπες μετρήσεις: P/L=9.56 και W=35 10E-4J.

Τέλος, ακολουθεί το αλβεογράφημα μείγματος αλεύρων ρυζιού-ρεβιθιού-ζέας (Εικόνα 3.4.6), σε ποσοστά 30-30-40% αντίστοιχα. Η υγρασία υπολογίσθηκε 10,70%. Οι περισσότερες μετρήσεις είχαν περίπου την μέση τιμή των δύο αλβεογραφημάτων 60-40%, εκτός από την τιμή της συνεκτικότητας ζυμαριού στα 87mm, που διαφέρει κατά μια μονάδα από τη μέτρηση του ρεβυθάλευρου.

PARAMETERS		RESULTS
LAB. TEMP. :	LAB. HYGROM. :	P = 87 mmH2O
FLOUR : R.RV.Z.3.3.4	MILL :	L = 11 mm
MOISTURE : 10.70 %		G = 7.4
PROTEIN :	FN VALUE :	W = 50 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L = 7.91
ZELENY :		Ie = 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC.R. :	W(0) = 0 10E-4J
GLUTEN :		
COMMENTS		V:d2.10C+5.9

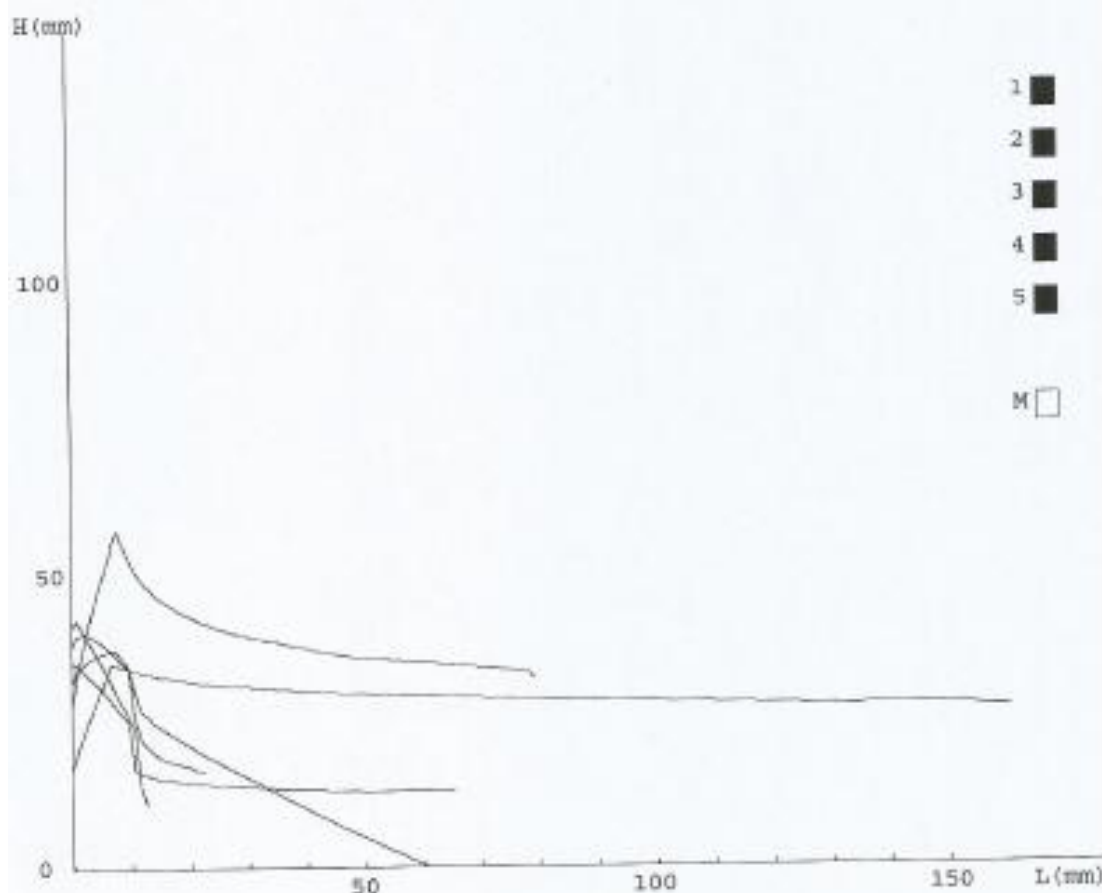


Εικόνα 3.4.6: Αλβεογράφημα Νο6, μέσος όρος αποτελεσμάτων μείξης ρυζάλευρου-ρεβυθάλευρου- αλευρού ζέας, σε αναλογίες 30-30-40% αντίστοιχως.

Οι υπόλοιπες τιμές έχουν ως εξής: εκτατικότητα $L=11\text{mm}$, δείκτης φουσκώματος $G=7,4$, έργο προς ανάπτυξη ζυμαριού στο ψήσιμο $W=50 \cdot 10^4\text{J}$, δείκτης ελαστικότητας I_e μηδενικός, και τέλος, $P/L=7,91$. Είναι φανερό εξάλλου πως η πορεία της καμπύλης έχει επηρεαστεί, ακόμα μια φορά, περισσότερο από την συμπεριφορά του ρεβυθάλευρου, παρά του ρυζάλευρου

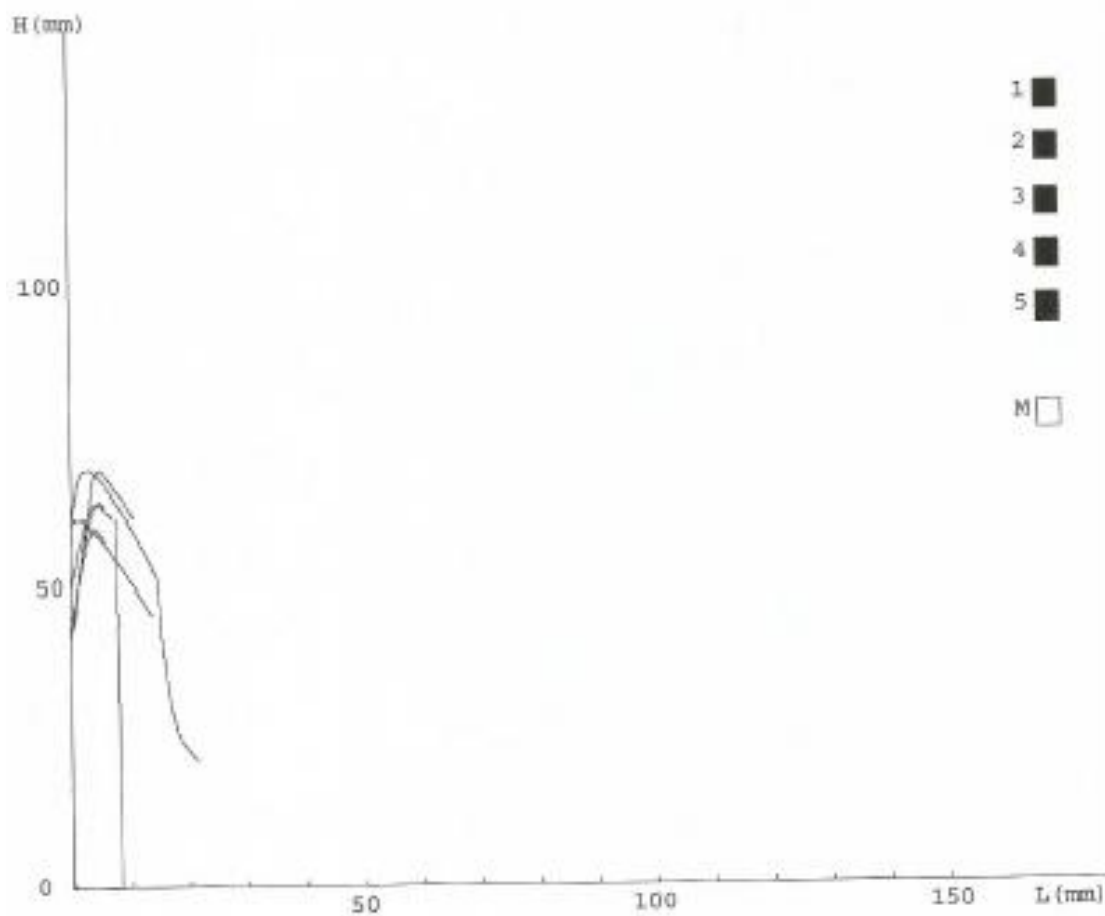
Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν όλα τα αρχικά αλβεογραφήματα, με τη σειρά που εμφανίστηκαν προηγουμένως, με τις πέντε διαφορετικές καμπύλες των δειγμάτων, (Εικόνες 3.4.7. έως 3.4.12.).

PARAMETERS		RESULTS	
LAB. TEMP. :		P	= 41 mmH ₂ O
FLOUR : R.Z.80.20	LAB. HYGROM. :	L	= 66 mm
MOISTURE : 9.00 %	MILL :	G	= 18.1
PROTEIN :	FN VALUE :	W	= 67 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L	= 0.62
ZELENY :		Ie	= 28.1 %
ASH CONT. :	EXTRAC. R. :	W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :			
COMMENTS		V:d2.10C+5.9	



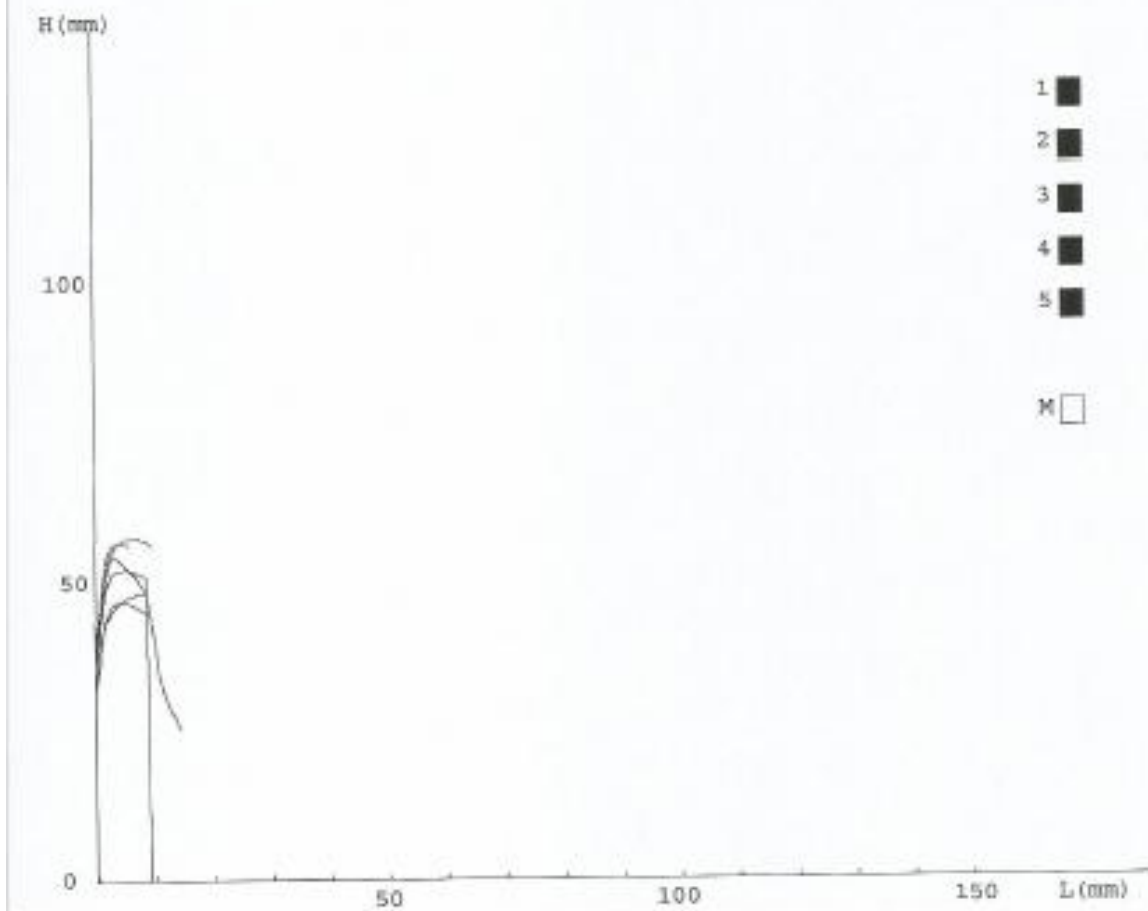
Εικόνα 3.4.7: Αλβεογράφημα 5 διαφορετικών δειγμάτων με ρυζάλευρο- αλεύρι ζέας, 80-20%.

PARAMETERS		RESULTS
LAB. TEMP. :	LAB. HYGROM. :	P = 71 mmH ₂ O
FLOUR : 80.20.REV.ZE MILL :		L = 9 mm
MOISTURE : 10.00 %		G = 6.7
PROTEIN :	FN VALUE :	W = 31 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L = 7.89
ZELNY :		Ie = 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC.R. :	W(0) = 0 10E-4J
GLUTEN :		
COMMENTS		v:d2.10C+5.9



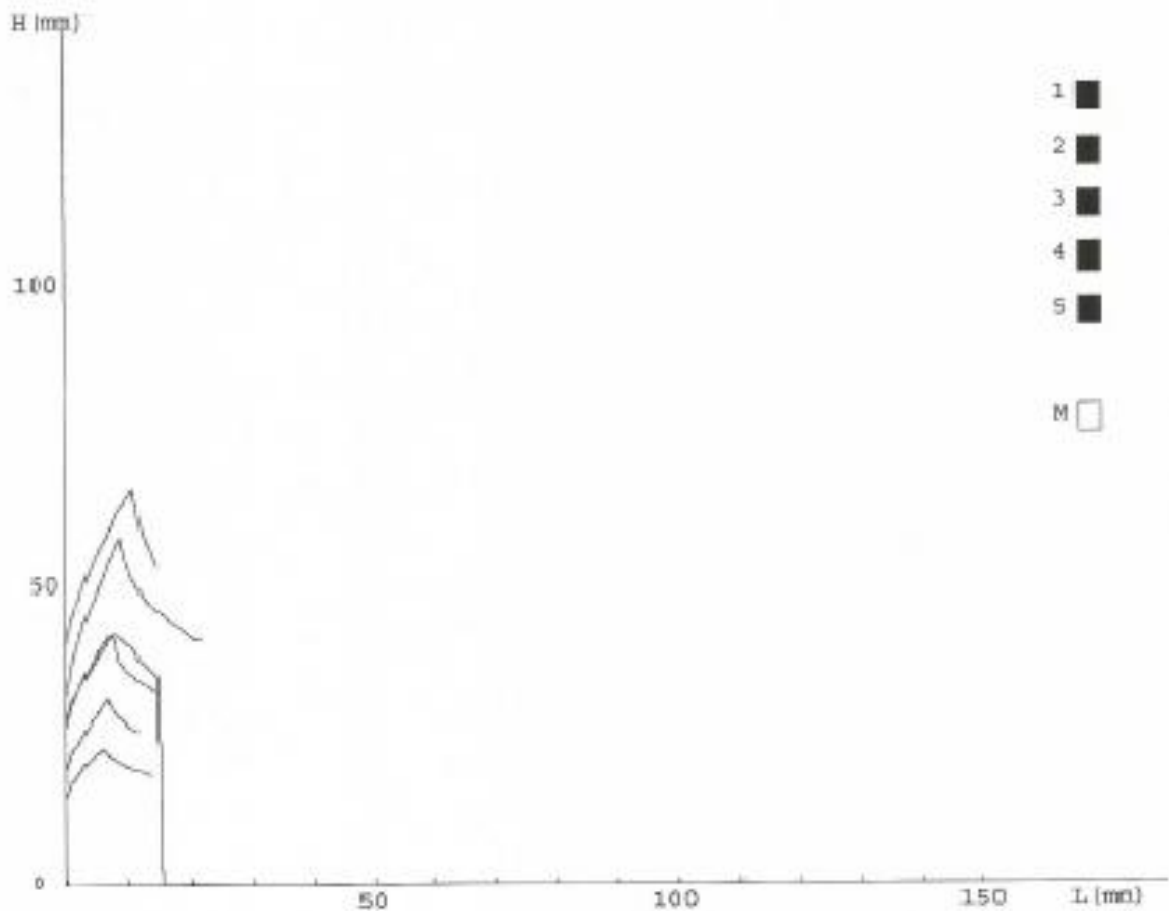
Εικόνα 3.4.8: Αλβεογράφημα 5 διαφορετικών δειγμάτων με ρεβυθάλευρο-αλεύρι ζέας, 80-20%.

PARAMETERS		RESULTS
LAB. TEMP. :	LAB. HYGROM. :	P = 58 mmH ₂ O
FLOUR : R.RV.Z.4.4.2 MILL :		L = 10 mm
MOISTURE : 9.50 %		G = 7.0
PROTEIN :	PN VALUE :	W = 29 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L = 5.80
ZELRNY :		Ie = 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC.R. :	W(0) = 0 10E-4J
GLUTEN :		
COMMENTS		V:d2.10C+5.9



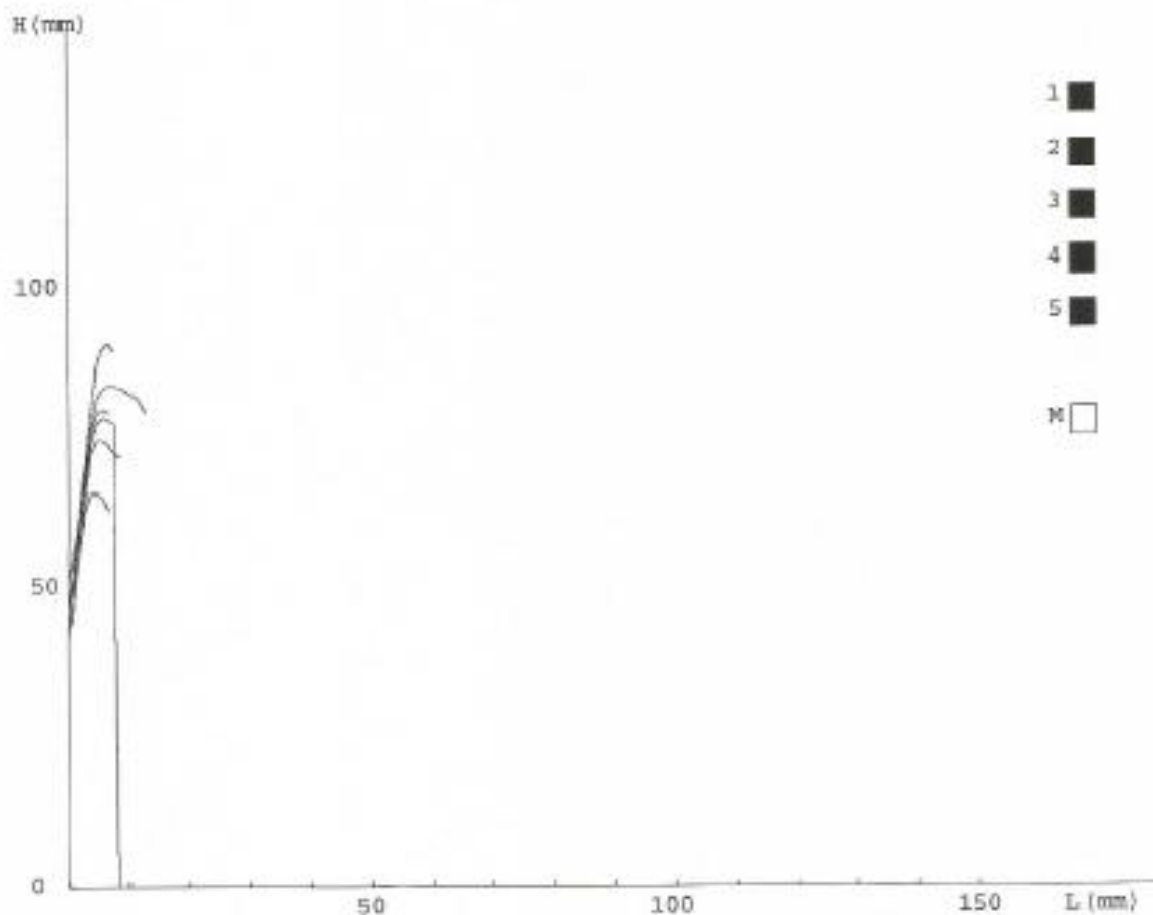
Εικόνα 3.4.9: Αλβεογράφημα 5 διαφορετικών δειγμάτων με ρυζάλευρο-ρεβυθάλευρο- αλεύρι ζέας, 40-40-20%.

PARAMETERS		RESULTS	
LAB. TEMP. :		P	= 46 mmH ₂ O
FLOUR : R.Z.60.40	LAB. HYGROM. :	L	= 15 mm
MOISTURE : 11.00 %	MILL :	G	= 8.6
PROTEIN :	FN VALUE :	W	= 36 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L	= 3.07
SEI.RNY :		Te	= 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC.R. :	W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :			
COMMENTS			
V: d2.10C+5.9			



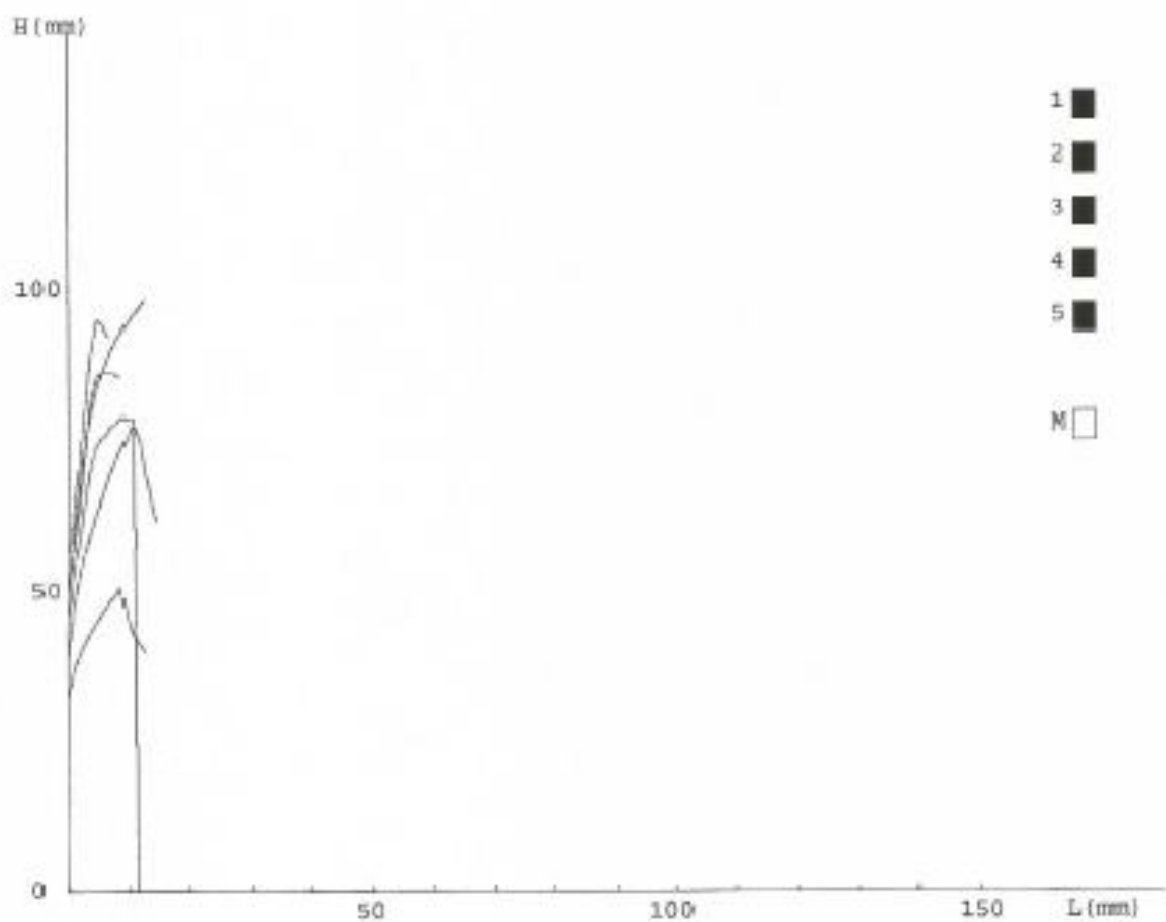
Εικόνα 3.4.10: Αλβεογράφημα 5 διαφορετικών δειγμάτων με ρυζάλευρο- αλεύρι ζέας, 60-40%.

PARAMETERS		RESULTS
LAB. TEMP. :	LAB. HYGROM. :	P = 86 mmH ₂ O
FLOUR : REV. 2.60.40	MILL :	L = 9 mm
MOISTURE : 10.40 %		G = 6.7
PROTEIN :	FN VALUE :	W = 35 10 ⁻⁴ J
S.D. :	W.A. :	P/L = 9.56
ZELNY :		Ie = 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC. R. :	W(0) = 0 10 ⁻⁴ J
GLUTEN :		
COMMENTS		V:d2 .10C+5.9



Εικόνα 3.4.11: Αλβεογράφημα 5 διαφορετικών δειγμάτων με ρεβυθάλευρο- αλεύρι ζέας, 60-40%.

PARAMETERS		RESULTS	
LAB. TEMP. :	LAB. HYGROM. :	P	= 87 mmH2O
FLOUR : R.RV.Z.3.3.4	MILL :	L	= 11 mm
MOISTURE : 10.70 %		G	= 7.4
PROTEIN :	FN VALUE :	W	= 50 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L	= 7.91
ZELENY :		Ie	= 0.0 %
ASH CONT. :	EXTRAC.R. :	W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :			
COMMENTS		V:d2.10C+5.9	



Εικόνα 3.4.12: Αλβεογράφημα 5 διαφορετικών δειγμάτων με ρυζάλευρο-ρεβυθάλευρο- αλεύρι ζέας, 30-30-40%.

3.5:Αρτοποιαστικά

Το τελικό στάδιο του πειράματος, η παρασκευή ψωμιών ελεύθερων γλουτένης, έχει ως στόχο την δημιουργία ενός νέου προϊόντος που απευθύνεται στα άτομα με κοιλιοκάκη ή με δυσανεξία στη γλουτένη, ακόμα και σε άτομα που απλώς εξαιρούν την γλουτένη από την διατροφή τους. Θα σημειωθούν όλα τα βήματα της διαδικασίας, οι πιθανές αλλαγές, ακόμα και οι διορθώσεις που χρειάζεται να γίνουν ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι προϊόν εύγεστο και ευπαρουσίαστο. Τα κύρια υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι το ρυζάλευρο, το ρεβυθάλευρο και το αλεύρι ζέας. Γίνεται αναφορά σε υλικά χωρίς γλουτένη ή με ελάχιστη γλουτένη, επομένως τα αποτελέσματα θα διαφέρουν από εκείνα με την ύπαρξη γλουτένης (π.χ. αλεύρι σίτου, βρώμης), καθ' όλη τη διαδικασία παρασκευής.

Αρχικά θα παρουσιαστούν τα ψωμιά με τις αναλογίες αλεύρων που εξετάστηκαν στον αλβεογράφο CHOPIN ,ενώ παράλληλα θα γίνεται σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

Η συνταγή που χρησιμοποιήθηκε σε όλα ψωμιά είναι η εξής: 100γραμμάρια αλεύρι, 2γραμμάρια μαγιά, 2γραμμάρια αλάτι, 3γραμμάρια λάδι, 4γραμμάρια ζάχαρη κρυσταλλική και νερό.

3.5.1:Ρυζάλευρο (80%)- αλεύρι ζέας (20%)

Αναμείχθηκαν 80γραμμάρια ρυζάλευρο με 20γραμμάρια αλεύρι ζέας. Δεν πρόκειται για gluten-free ψωμί, αλλά πολύ χαμηλό σε γλουτένη, καθώς το αλεύρι ζέας είναι αλεύρι με χαμηλή γλουτένη, ενώ έγινε προσπάθεια για την ελάχιστη προσθήκη αυτού για ένα αξιοπρεπές προϊόν. Κατά την ανάμειξη των υλικών με το χέρι, η υφή του ζυμαριού ήταν υδαρής αρκετά. Στο σχηματισμό του ζυμαριού έγινε εμφανές το χαρακτηριστικό αυτό, καθώς η ζύμη άπλωνε χωρίς να κρατάει εύκολα το αρχικό της σχήμα. Επομένως, η χρήση φόρμας είναι απαραίτητη. Στη φωτογραφία φαίνεται η αδυναμία διατήρησης του

σχήματος. Αυτό επιβεβαιώνεται επίσης και με την τιμή P του αντίστοιχου αλβεογραφήματος.



Εικόνα 3.5.1: Δείγμα ζυμαριού ρυζάλευρου (80%)- αλεύρου ζέας (20%), πριν το ψήσιμο (αριστερά), μετά το ψήσιμο (κέντρο), και το εσωτερικό (δεξιά).

3.5.2: Ρεβιθάλευρο (80%)- αλεύρι ζέας (20%)

Το μείγμα παρασκευάστηκε με 80γραμμάρια ρεβυθάλευρου και 20γραμμάρια αλεύρου ζέας. Η ζύμη ήταν αρκετά σκληρή, με έντονη συνεκτικότητα και δύσκολη πολύ στο ζύμωμα. Με το ρεβυθάλευρο ήταν το κύριο πρόβλημα τόσο στις μετρήσεις στον αλβεογράφο στο τμήμα του ζυμωτηρίου, όσο και στην χειρονακτική διαδικασία. Συνίσταται η χρήση του σε χαμηλότερες αναλογίες.



Εικόνα 3.5.2: Δείγμα ζυμαριού από ρεβυθάλευρο (80%) και αλεύρι ζέας (20%), πριν το ψήσιμο (αριστερά), μετά το ψήσιμο (κέντρο), και το εσωτερικό (δεξιά).

Είναι εμφανές πως το ζυμάρι δεν φούσκωσε πολύ ύστερα από το ψήσιμο, ούτε άλλαξε σχήμα. Η έντονη συνεκτικότητα του ζυμαριού επιβεβαιώνεται και με την τιμή $P=71\text{mm}$ του αντίστοιχου αλβεογραφήματος. Επίσης εμφανής είναι και η απόδοση του δείκτη φουσκώματος ($G=6,7$), μικρή τιμή που είναι φανερή και στις φωτογραφίες.

3.5.3:Ρυζάλευρο (40%)- ρεβυθάλευρο (40%)- αλεύρι ζέας (20%)

Για αυτό το δείγμα χρειάστηκαν 40γραμμάρια ρυζάλευρου, 40γραμμάρια ρεβυθάλευρο και 20γραμμάρια αλεύρι ζέας. Έγινε η προσπάθεια συνδυασμού των προηγούμενων προσπαθειών ώστε να αναμειχθούν οι ιδιότητες και να προκύψει πιθανώς ένα καλύτερο αποτέλεσμα.



Εικόνα 3.5.3: Δείγμα ζυμαριού ρυζάλευρου- ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας, 4:4:2 αντίστοιχα, πριν το ψήσιμο (αριστερά), μετά το ψήσιμο (κέντρο), και το εσωτερικό (δεξιά).

Σίγουρα ένα πιο εύπλαστο ζυμάρι, με σχήμα και δομή. Βέβαια, λόγω πολύ χαμηλών επιπέδων γλουτένης, το εσωτερικό του ψωμιού δεν έχει την συνηθισμένη κυψέλωση.

3.5.4:Ρυζάλευρο (60%)–αλεύρι ζέας (40%)

Όπως και στις προηγούμενες δοκιμές, έτσι και σε αυτή την αναλογία χρησιμοποιήθηκε η ίδια συνταγή, με μόνη διαφορά την αναλογία gluten-free αλεύρου (60%) και αλεύρου ζέας (40%). Αρκετά πιο εύπλαστο ζυμάρι συγκριτικά με αυτά των αναλογιών 80-20%, όμως μειονεκτεί συγκριτικά με ένα συνηθισμένο ζυμάρι.



Εικόνα 3.5.4: Δείγμα ζυμαριού ρυζάλευρου (60%)– αλεύρου ζέας (40%), πριν το ψήσιμο (αριστερά), μετά το ψήσιμο (κέντρο), και το εσωτερικό (δεξιά).

Το χρώμα του ζυμαριού είναι ξεκάθαρα επηρεασμένο από το αλεύρι ζέας, όπως παρατηρείται και από τη φωτογραφία. Ακόμα, παρατηρείται καλύτερη κυψέλωση στο εσωτερικό του ψημένου δείγματος, και σε αυτό βοηθά το μεγαλύτερο ποσοστό γλουτένης.

3.5.5: Ρεβυθάλευρο (60%)–αλεύρι ζέας (40%)

Προστέθηκαν 60 γραμμάρια ρεβυθάλευρου, 40 γραμμάρια αλεύρι ζέας και τα υπόλοιπα υλικά, ώστε να σχηματιστεί ένα ζυμάρι σχετικά δύσκολο να σχηματιστεί λόγω σκληρότητας και ευθρυπτότητας. Το γεγονός αυτό γίνεται εμφανές και από την τιμή της συνεκτικότητας του αντίστοιχου αλβεογραφήματος που ήταν υψηλή (86mm).



Εικόνα 3.5.5: Δείγμα ζυμαριού ρεβυθάλευρου (60%) και αλεύρου ζέας (40%) αντίστοιχα, πριν το ψήσιμο (αριστερά), μετά το ψήσιμο (κέντρο), και το εσωτερικό (δεξιά).

Το σκούρο χρώμα είναι ευδιάκριτο, πριν και μετά το ψήσιμο, το ζύμωμα ήταν σχετικά πιο εύκολο από αυτό της αναλογίας 80-20% των ίδιων αλεύρων. Όπως και προηγουμένως, παρατηρείται καλύτερη κυψέλωση στο εσωτερικό του ψωμιού, λόγω υψηλότερης περιεκτικότητας σε γλουτένη.

3.5.6:Ρυζάλευρο (30%)–ρεβυθάλευρο (30%)–αλεύρι ζέας (40%)

Αλεύρι ρυζιού σε ποσότητα 30 γραμμαρίων, ρεβυθιού σε 30 γραμμάρια και ζέας σε 40 γραμμάρια προστέθηκαν στα υλικά της σταθερής συνταγής και ζυμώθηκαν στο χέρι με την μεγαλύτερη ευκολία συγκριτικά με όλες τις προηγούμενες διαδικασίες. Όπως και όλα τα προηγούμενα δείγματα, ωρίμασε για 45 λεπτά, σχηματίστηκε έπειτα και τέλος ψήθηκε σε προθερμασμένο φούρνο στους 200°C.



Εικόνα 3.5.6: Δείγμα ζυμαριού αλεύρων ρυζιού- ρεβυθιού- ζέας, σε αναλογίες 3:3:4 αντίστοιχα, πριν το ψήσιμο (αριστερά), μετά το ψήσιμο (κέντρο), και το εσωτερικό (δεξιά).

Τέλος, θα γίνει μια σύντομη αναφορά και παρουσίαση της δοκιμής εντελώς gluten free ψωμιού, με αλεύρι καλαμποκιού, ρυζιού και ρεβυθιού. Χρειάστηκε να αποκλειστούν από τις δοκιμές καθώς η γεύση των τελικών προϊόντων ήταν αποτρεπτική. Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιασθεί ένα

εύγεστο προϊόν, με πιθανώς μερικές διορθώσεις, κριτήριο το οποίο δεν είχαν τα ψωμιά με το καλαμποκάλευρο.

Το αλεύρι που χρησιμοποιήθηκε ήταν 100% χωρίς γλουτένη και βιολογικό ενώ η συνταγή ήταν η διπλάσια από προηγουμένως (δηλαδή 200γραμμάρια αλεύρι, 4γραμμάρια μαγιά, 4γραμμάρια αλάτι, 6γραμμάρια λάδι, 8γραμμάρια ζάχαρη και νερό). Έγιναν δύο προσπάθειες, η πρώτη με ρυζάλευρο και καλαμποκάλευρο (1:1) όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.5.7, ενώ η δεύτερη με ρεβυθάλευρο και καλαμποκάλευρο (1:1), Εικόνα 3.5.8. Παρακάτω θα παρουσιαστούν φωτογραφίες του ωμού ζυμαριού μετά την ξεκούραση και αμέσως μετά τον σχηματισμό, ύστερα από το ψήσιμο ως εξωτερική εικόνα και τέλος η ψίχα και η εσωτερική δομή του δείγματος. Η παρουσίαση θα γίνει με τη σειρά αναφοράς τους.



Εικόνα 3.5.7: Δείγμα ζυμαριού με ρυζάλευρο και καλαμποκάλευρο (1:1), πριν το ψήσιμο (αριστερά πάνω), μετά το ψήσιμο (δεξιά πάνω), και το εσωτερικό (κάτω).

Είναι εμφανές πως πρόκειται για ένα έντονα υδαρές ζυμάρι (ρυζάλευρο-καλαμποκάλευρο), με χαμηλή συνεκτικότητα. Ο σχηματισμός ήταν ίσως το πιο δύσκολο κομμάτι, και σίγουρα το ψήσιμο θα έπρεπε να γίνει μέσα σε σκεύος ώστε να διατηρηθεί το επιθυμητό σχήμα. Ακόμα φαίνεται από την κρούστα

πως έχει σπάσει κατά το ψήσιμο σχηματίζονται ρωγμές. Το εσωτερικό του ψωμιού δεν έχει δομή, δεν είναι αφράτο και σίγουρα δεν παρουσιάζει κάποια κυψέλωση.



Εικόνα 3.5.8: Δείγμα ζυμαριού ρεβυθάλευρου και καλαμποκάλευρου (1:1), πριν το ψήσιμο (αριστερά πάνω), μετά το ψήσιμο (δεξιά πάνω), και το εσωτερικό (κάτω).

Το δείγμα αυτό λόγω της παρουσίας του ρεβυθάλευρου κατάφερε να κρατήσει το σχήμα του, όμως ήταν δύσκολο να μορφοποιηθεί. Φούσκωσε ικανοποιητικά κατά το ψήσιμο, σε αντίθεση με το προηγούμενο δείγμα που παρέμεινε επίπεδο και φούσκωσε αμυδρά. Παρατηρούνται και εδώ οι ρωγμές στην κρούστα, όπου ίσως το καλαμποκάλευρο να ευθύνεται για αυτό, καθώς δεν σημειώθηκε τέτοιο γεγονός στα δείγματα που απουσίαζε το καλαμποκάλευρο. Το εσωτερικό είναι σχετικά καλό, χωρίς βέβαια να παρατηρείται δομή.

3.6: Οργανοληπτική Εξέταση

Δέκα διαφορετικά άτομα ολοκλήρωσαν το έντυπο οργανοληπτικής εξέτασης των ψωμιών που παρασκευάστηκαν για τις ανάγκες αυτής της εργασίας, μελετώντας την εμφάνιση/ επιφάνεια (φουσκωτό, τραγανό), το χρώμα (ανοιχτόχρωμο, σκουρόχρωμο), την υφή (υδαρές, συμπαγές, εύθρυπτο, λιπαρότητα), τη γεύση (πικρό, γλυκό, ξινό, στυφό, αλμυρό, γεύση μαγιάς, εύγεστο) και το άρωμα. Αξιολογήθηκαν σε κλίμακα από το 1 έως το 3, ως 1:μη ικανοποιητικό, 2:μέτριο και 3:ικανοποιητικό/ευχάριστο. Τέλος, να σημειωθεί συμπληρώθηκε το ίδιο ερωτηματολόγιο και για τα έξι διαφορετικά ψωμιά, που ονομάστηκαν **A** (ρουζάλευρο 80%- αλεύρι ζέας 20%), **B** (ρεβυθάλευρο 80%- αλεύρι ζέας 20%), **Γ** (ρουζάλευρο 40%- ρεβυθάλευρο 40%- αλεύρι ζέας 20%), **Δ** (ρουζάλευρο 60%- αλεύρι ζέας 40%), **E** (ρεβυθάλευρο 60%- αλεύρι ζέας 40%), και **ΣΤ** (ρουζάλευρο 30%- ρεβυθάλευρο 30%- αλεύρι ζέας 40%). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται το έντυπο οργανοληπτικής εξέτασης, όπως εμφανίστηκε στους δοκιμαστές, ενώ οι απαντήσεις που φαίνονται αφορούν τον μέσο όρο των απαντήσεων. Να σημειωθεί πως δεν υπήρχαν σημαντικές αποκλείσεις στις απαντήσεις. Οι δοκιμαστές ερωτήθηκαν ξεχωριστά, χωρία να υπάρχει επικοινωνία μεταξύ τους, ώστε να αποκλειστεί το ενδεχόμενο συνεργασίας.

Πίνακας 2: Μέσος όρος απαντήσεων του εντύπου της οργανοληπτικής εξέτασης δέκα διαφορετικών δοκιμαστών, στα έξι δείγματα της έρευνας.

	A	B	Γ	Δ	Ε	ΣΤ
Φουσκωτό	1	2	2	2	2	2
Τραγανό	2	3	2	3	3	3
Ανοιχτόχρωμο	3	2	2	2	2	2
Σκουρόχρωμο	2	3	3	2	3	2
Υδαρές	1	3	3	3	3	3
Συμπαγές	2	2	2	3	3	3
Εύθρυπτο	3	2	3	3	3	3
Λιπαρότητα	3	3	3	2	3	3
Πικρό	3	2	3	3	3	3
Γλυκό	2	1	3	3	3	3
Ξινό	3	3	2	2	3	2
Στυφό	2	2	2	3	3	3
Αλμυρό	3	3	1	2	2	1

Γεύση μαγιάς	3	3	3	3	3	3
Εύγεστο	1	2	1	2	3	3
Άρωμα	2	2	2	2	2	3

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτή την εργασία μελετήθηκαν έξι διαφορετικά μεταξύ τους ψωμιά, ενώ τα άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το ρυζάλευρο, το ρεβυθάλευρο και το αλεύρι ζέας. Έγιναν αρχικά οι απαραίτητες δοκιμές για το κάθε άλευρο ξεχωριστά, οι οποίες ήταν ο προσδιορισμός της υγρασίας, της οξύτητας και της υγρής γλουτένης. Έπειτα κάθε διαφορετικό ζυμάρι μελετήθηκε στον Αλβεογράφο CHOPIN.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα αλβεογραφημάτων, σημαντικότερες τιμές.

	A	B	Γ	Δ	Ε	ΣΤ
P (mmH₂O)	41	71	58	46	86	87
L (mm)	66	9	10	15	9	11
G	18,1	6,7	7,0	8,6	6,7	7,4
W (10E-4J)	67	31	29	36	35	50
P/L	0,62	7,89	5,80	3,07	9,56	7,91
Υγρασία	9%	10%	9,5%	11%	10,40%	10,70%

Στον Πίνακα 1, έχουν καταγραφεί τα αποτελέσματα όλων των αλβεογραφημάτων που διεξάχθηκαν στην εργασία αυτή, με σκοπό την σύγκρισή τους. Ως **A** περιγράφεται το δείγμα ρυζάλευρου- αλεύρου ζέας και αναλογιών 80-20%, ως **B** το δείγμα ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας 80-20%, **Γ** το δείγμα ρυζάλευρου- ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας αναλογιών 40-40-20%, ως **Δ** το δείγμα ρυζάλευρου- αλεύρου ζέας αναλογιών 60-40%, **Ε** το δείγμα

ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας και αναλογιών 60-40%, και τέλος ως **ΣΤ** περιγράφεται το αλβεογράφημα του δείγματος ρυζάλευρου- ρεβυθάλευρου- αλεύρου ζέας, 30-30-40%.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως την καλύτερη τιμή P/L –αριθμός που χαρακτηρίζει την καμπύλη του αλβεογραφήματος- την κατέχει το δείγμα **A** αφού είναι μικρότερο της μονάδας, σε αντίθεση με όλα τα υπόλοιπα δείγματα που είχαν αρκετά υψηλότερες τιμές, και όπως φάνηκε από τα αλβεογραφήματα είχαν αντικανονικές καμπύλες. Ιδανικά η τιμή του λόγου είναι ίση με 1,2. Επίσης, το δείγμα **A** ήταν αυτό με την μεγαλύτερη τιμή W (10E-4J), άρα ήταν το πιο δυνατό ζυμάρι, ενώ την χαμηλότερη θέση κατείχε το δείγμα **Γ**, δηλώνοντας ένα ζυμάρι αδύνατο.

Στη συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία της παρασκευής και του ψησίματος των ζυμαριών. Εμφανίστηκε δυσκολία στο πλάσιμο στα ζυμάρια A και B, ενώ τα υπόλοιπα σχηματίστηκαν πιο εύκολα. Ύστερα από το ψήσιμο, τα ψωμιά δεν θύμιζαν το κανονικό ψωμί από αλεύρι σίτου. Η δομή τους ήταν ιδιαίτερη, το φούσκωμά τους ελάχιστο, όπως και η γεύση. Ύστερα από δοκιμές γευσιγνωσίας των δειγμάτων, τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά. Συνεπώς, η χρήση βελτιωτικού, είναι καλό να γίνει, όχι όμως και απαραίτητο. Τα βελτιωτικά που μπορούν αν χρησιμοποιηθούν άφοβα όπως προτείνει και ο Σφλώμος *et al.*(2015) είναι ΧΓ άμυλα, πρωτεΐνες γάλακτος (καζεΐνη, πρωτεΐνη ορού), πρωτεΐνες σόγιας και αυγού, καθώς και τα υδροκολλοειδή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Αρβανιτογιάννης Ι.- Βαρζάκας Θ.- Τζίφα Κ., Έλεγχος ποιότητας τροφίμων, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., 2008, Αθήνα

Βαρζάκας Θ., Σημειώσεις εργαστηρίου στην τεχνολογία και ποιότητα σιτηρών, ΑΤΕΙ Πελοποννήσου, 2014

Γεωργόπουλος Θ., Εργαστηριακές ασκήσεις τεχνολογίας και ποιοτικού ελέγχου σιτηρών και αρτοσκευασμάτων, ΑΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 2010

Γρεβενιώτη- Μπαμπατζιμοπούλου, Εργαστηριακές ασκήσεις ποιοτικού ελέγχου σιτηρών, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, 1982

Κοιλιοκάκη Ελλάδα, 2016, διαθέσιμο στο:
<http://www.coeliac.gr/Contents.aspx?CatId=17>

Κεφαλάς Σ. Π., Τρόφιμα από σιτηρά Χημεία- Βιοχημεία- Τεχνολογία, Α΄ Έκδοση, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 2009, σελ 62, 209

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009

Παπαεμμανουήλ Δ., Οι διάφοροι τύποι αλεύρων, Ο αρτοποιός και η δουλειά του, 2006, σελ 27, 32-33

Σφλώμος Κ, Βαρζάκας Θ., Έρευνα και ανάπτυξη νέων προϊόντων τροφίμων και ποτών, 2015

Ξενόγλωσση

Bourne M.C., Texture profile analysis, Food Technology, 1978, pg 49, 62-66

Cappa C., Lucisano M., Mariotti M., Influence of psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality, Carbohydrate polymers (98), 2013, pg 1657-1666

Codex Alimentarius Commission, 2009

Fadiri H., Rasper V.F., The Alveograph handbook, American association of cereal chemists, Inc, U.S.A., 1987

Guerdrum L.J., Bamforth C.W., Levels of gliadin in commercial beers, Food chemistry (129), 2011, pg 1783-1784

Hager A.S., Taylor P.J., Waters M.D., Arendt K.E., Gluten-free beer- A review, Trends in food science and technology (36), 2014, pg 44-54

Han J., Janz J.A.M., Gerlat M., Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions, Food research international (43), 2010, pg 627-633

Hatta E., Matsumoto K., Honda Y., Bacillolysin, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread, Journal of cereal science (61), 2014, pg 41-47

Herranz B., Canet W., Jimenez M.J., Fuentes R., Alvarez M.D., Characterization of chickpea flour-based gluten-free batters and muffins with added biopolymers: rheological, physical and sensory properties, International journal of food science and technology, 2016

Hui Y.H., Bakery products, Science and technology, Blackwell publishing, Iowa, 2006, pg 2-21

Kawamura- Konishi Y., Shoda K., Koga H., Honda Y., Improvement in gluten-free rice bread quality by protease treatment, *Journal of cereal science* (58), 2013, pg 45-50

Mancebo C.M., San Miguel M.A., Martinez M.M., Gomez M., Optimization of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water, *Journal of cereal science* (61), 2015. pg 8-15

Nicolae A., Radu G.L., Belc N., Effect of sodium carboxymethyl cellulose on gluten-free dough rheology, *Journal of food engineering* (168), 2016, pg 16-19

Rosell C.M., Barro F., Sousa C., Mena C., Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection, *Journal of cereal science* (59), 2014, pg 354-364

Sedej I., Sakac M., Mandic A., Misan A., Pestoric M., Simurina O., Canadanovic-Brunet J., *LWT-Food science and technology* (44), 2011, pg 694-699

Tsatsaragkou K., Yiannopoulos S., Kontogiorgi A., Poulli E., Krokida M., Mandala I., Mathematical approach of structural and textural properties of gluten free bread enriched with carob flour, *Journal of cereal science* (56), 2012, pg 603-609

Walter T., Wieser H., Koehler P., Production of gluten-free wheat starch by peptidase treatment, *Journal of cereal science* (60), 2014, pg 202-209