

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

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΡΤΟΥ ΜΕ ΑΛΕΥΡΑ ΤΥΠΟΥ
«ΜΑΛΑΚΟ» ΚΑΙ «ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ»**

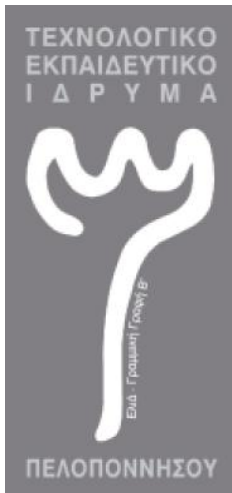
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Σ. ΒΑΛΕΝΤΙΝΑ

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

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2015



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

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΡΤΟΥ ΜΕ ΑΛΕΥΡΑ ΤΥΠΟΥ
«ΜΑΛΑΚΟ» ΚΑΙ «ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Σ. ΒΑΛΕΝΤΙΝΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Βαρζάκα Θεόδωρο, για την καθοδήγησή του κατά την διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και για το άμεσο ενδιαφέρον που εξέφρασε σε κάθε βήμα της πορείας της.

Κατά δεύτερον θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Μπάρλα Γεωργία για την πολύτιμη βοήθειά της σε ότι είχε να κάνει με το πειραματικό μέρος της πτυχιακής μου εργασίας .

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τον κ. Καραγγελή Γεώργιο, χημικό, ο οποίος με βοήθησε με τον προσδιορισμό του βαθμού σκληρότητας των δειγμάτων νερού στο χημείο του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Ελπίδα Δημητρίου, Αντώνη Καλιοντζάκη και Σοφία Μουκίδου οι οποίοι συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση της έρευνας αυτής, παρέχοντάς μου δείγμα νερού από τους τόπους καταγωγής τους, μέρη στα οποία μου ήταν αδύνατο να μεταβώ προσωπικά.

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή πτυχίου του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ Πελοποννήσου και γι' αυτό θεωρώ απαραίτητο να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου. Και οι δυο, έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην περάτωση των σπουδών μου στηρίζοντάς με όποτε υπήρξε 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.

Σας ευχαριστώ πολύ όλους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο έλεγχος της επίδρασης της σκληρότητας του νερού στην παρασκευή άρτου με δύο διαφορετικούς τύπους αλεύρου, «μαλακό» και «για όλες τις χρήσεις», καθώς και την εξεύρεση του καλύτερου συνδυασμού.

Επιλέχθηκαν τυχαία, δείγματα νερού από τις εξής έξι διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας: Τρίπολη Ν. Αρκαδίας, Σκάλα Ν. Λακωνίας, Ασπρόχωμα Ν. Μεσσηνίας, Καρδίτσα Ν. Καρδίτσας, Προφήτης Ηλίας Ν. Ηρακλείου Κρήτης, και Παραμυθιά Ν. Θεσπρωτίας, στα οποία πραγματοποιήθηκε χημική ανάλυση σε εξωτερικό χημικό εργαστήριο για τον προσδιορισμό του βαθμού σκληρότητάς τους και κατάταξη αυτών στις αντίστοιχες κατηγορίες με βάση αυτόν.

Έπειτα πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες ποιοτικές αναλύσεις και στους δύο τύπους αλεύρου, οι οποίες είχαν να κάνουν με την οξύτητα, την υγρασία, την τιμή ιζηματογένεσης και την τέφρα τους. Επίσης με την χρήση του αλβεογράφου Chopin προσδιορίστηκαν οι ρεολογικές ιδιότητες των ζυμαριών χρησιμοποιώντας σε κάθε μέτρηση κάθε ένα από τα διαφορετικά δείγματα νερού σε συνδυασμό και με τους δύο τύπους αλεύρου ξεχωριστά. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, έγινε γνωστή η αντοχή (P), η εκτατότητα (L), το έργο (W) και ο λόγος της αντοχής προς την εκτατότητα ο (P/L) ο οποίος είναι δείκτης της συμπεριφοράς της γλουτένης του αλεύρου και πως αυτά επηρεάστηκαν από τον βαθμό σκληρότητας των δειγμάτων νερού τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για να παρασκευασθούν και οι τελικοί άρτοι.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε παρασκευή άρτων από τον συνδυασμό των αλεύρων τύπου «μαλακό» και «για όλες τις χρήσεις» και των διαφορετικών δειγμάτων νερού και μέσω της διαδικασίας του οργανοληπτικού ελέγχου βαθμολογήθηκαν τα εξής χαρακτηριστικά τους: γεύση, άρωμα, χρώμα της κόρας και της ψίχας, τραγανότητα και πορώδες της κόρας.

Αυτό που προέκυψε ήταν ότι, αν ο βαθμός σκληρότητας του νερού είναι είτε αρκετά υψηλός είτε αρκετά χαμηλός, μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην παρασκευή άρτου, καθώς μπορεί να επηρεαστεί η εκτατότητα, η συνεκτικότητα και η δράση της γλουτένης του ζυμαριού.

ABSTRACT

The present study aims at examining thoroughly the impact of water hardness on the bread making process when using two different types of flour, “soft” and “all-purposes”, ultimately targeting at demonstrating which combination of water hardness and flour type should be used to produce bread with optimal characteristics.

The water samples are selected randomly from six areas of Greece: Tripolis (regional unit of Arcadia), Skala (reg. unit of Lakonia), Asprohoma (reg. unit of Messinia), Karditsa (reg. unit of Karditsa), Profitis Ilias (reg. unit of Iraklio) and Paramithia (reg. unit of Thesprotia). The samples underwent chemical analysis in a private sector chemical laboratory in order to determine the degree of water hardness and classify them in respective categories.

The essential qualitative tests were performed for both types of flour with regard to the properties of acidity, moisture, Zeleny and ash content. The rheological properties of the produced doughs were identified with the usage of the Chopin alveograph; all the possible combinations of the six water samples and the two flour types were tested in each run of the alveographic procedure. The outcome of this analysis accounts for the tenacity (P), extensibility (L), baking strength (W) and the ratio P/L, an index for the gluten behavior", providing with significant insight on the effect of the water hardness upon these properties in the eventual bakery products.

Finally, the breads were produced by mixing each water sample and each flour type; utilizing sensory testing techniques, the following bread characteristics were evaluated: taste, aroma, crust color, crumb color, crunchiness and crust porosity.

The research results indicate that extreme values of the water hardness might have adverse effects on the bread making process, since the gluten extensibility, consistency and activity are fairly influenced.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ / KEYWORDS

- 1) Σιτηρά / Cereals
- 2) Σιτάρι / Wheat
- 3) Αλεύρι σίτου / Wheat flour
- 4) Δυνατό αλεύρι / Strong flour
- 5) Αδύνατο αλεύρι / Weak flour
- 6) Άλεση σίτου / Wheat milling
- 7) Γλουτένη / Gluten
- 8) Τέφρα / Ashes
- 9) Οξύτητα / Acidity
- 10) Υγρασία / Moisture
- 11) Ικανότητα ενυδάτωσης γλουτένης /
Gluten hydration ability
- 12) Τιμή ιζηματογένεσης Zeleny / Zeleny
test
- 13) Αλβεογράφος / Alveograph
- 14) Αντοχή ζύμης / Dough strength
- 15) Εκτατότητα ζύμης / Dough extensibility
- 16) Σκληρό νερό / Hard water
- 17) Μαλακό νερό / Soft water

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	0
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΠΟΡΟ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΣΗ	8
1.1. Γενικά χαρακτηριστικά των σιτηρών	8
1.2. Αλεύρι και λοιπά άλευρα δημητριακών	11
1.3. Άλεση σιταριού.....	14
1.4. Συστατικά αλεύρου.....	15
1.5. Αναλύσεις αλεύρου	20
1.5.1. Αναλύσεις σχετικές με την δραστικότητα των αμυλασών	22
1.5.2. Αναλύσεις σχετικές με τις πρωτεΐνες	23
1.6. Αρτοποιήση	30
1.6.1. Συστατικά αρτοποιήσης	30
1.7. Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων.....	31
1.8. Ποιοτικός έλεγχος αρτοσκευασμάτων.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. - ΝΕΡΟ – Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑ ΖΥΜΑΡΙΑ ΑΠΟ ΑΛΕΥΡΙ ΣΙΤΟΥ	36
2.1. Πόσιμο νερό.....	36
2.2. Επίδραση του νερού στην παρασκευή άρτου και αρτοσκευασμάτων.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΡΤΟΥ	43
3.1. Ποιοτικές αναλύσεις αλεύρων τύπου «μαλακό» και «για όλες τις χρήσεις»	43
3.1.1. Προσδιορισμός οξύτητας αλεύρων.....	43
3.1.2. Προσδιορισμός υγρασίας αλεύρων	45
3.1.3. Προσδιορισμός υγρής γλουτένης, ξηρής γλουτένης και ικανότητας ενυδάτωσης της γλουτένης αλεύρων.....	47
3.1.4. Προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης Zeleny αλεύρων.....	49
3.1.5. Προσδιορισμός τέφρας αλεύρων.....	51

3.1.6. Προσδιορισμός συστατικών νερού	52
3.1.7. Προσδιορισμός ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών με τη χρήση αλβεογράφου	54
3.1.8. Παρασκευή άρτου και οργανοληπτικός έλεγχος	59
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	75

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Είδη μαλακού και σκληρού σιταριού (ΕΛΓΟ Δήμητρα – Ινστιτούτο Σιτηρών, 2015)	11
Πίνακας 2: Όροι διάθεσης τύπων αλεύρου (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009).	13
Πίνακας 3: Μικροβιολογικοί παράγοντες πόσιμου νερού (Οδηγία 98/83/ΕΚ).....	38
Πίνακας 4: Χημικές παράμετροι πόσιμου νερού (Οδηγία 98/83/ΕΕ)	39
Πίνακας 5: Χαρακτηρισμός των νερών ανάλογα με το επίπεδο σκληρότητας (ΕΥΑΘ, 2010)	40
Πίνακας 6: Επιθυμητή χημική σύσταση νερού που προορίζεται για αρτοποιία. (Κουντούρης, 2007)	42
Πίνακας 7: Ποσοστό οξύτητας αλεύρου σε H ₂ SO ₄ %.	45
Πίνακας 8: Μεταβολές βάρους αλεύρων κατά τη διαδικασία ξήρανσης ανά 15 min.	46
Πίνακας 9: Υπολογισμός υγρής γλουτένης, ξηρής γλουτένης και ικανότητας ενυδάτωσης γλουτένης.	48
Πίνακας 10: Βαθμός ιζηματογένεσης μετά από 5 min και 10 min ανάπαυσης.....	50
Πίνακας 11: Επιτρεπόμενα όρια τέφρας ανάλογα με το βαθμό τραβήγματος	51
Πίνακας 12: Ποσοστό τέφρας.....	52
Πίνακας 13: Το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ολικά άλατα διαφορετικών δειγμάτων νερού. ...	53
Πίνακας 14: Περιεκτικότητα δειγμάτων νερού σε ανθρακικό ασβέστιο.	54
Πίνακας 15: Μέσος όρος των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζύμαρι από αλεύρι τύπου «μαλακό».....	58
Πίνακας 16: Μέσος όρος των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζύμαρι από αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις».....	59
Πίνακας 17: ml νερού που καταναλώθηκαν για την παρασκευή του κάθε άρτου.	60
Πίνακας 18: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων που έχουν παρασκευασθεί με μαλακό αλεύρι.	61
Πίνακας 19: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων που έχουν παρασκευασθεί με αλεύρι για όλες τις χρήσεις.....	62

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: 1) Σιτάρι, 2) Σίκαλη, 3) Κριθάρι, 4) Βρώμη, 5) Καλαμπόκι, 6) Ρύζι, 7) Μαυροσίταρο, 8) Κεχρί μακρύ, 9) Κεχρί κοντό (Baker Master – Η βιβλιοθήκη του ζαχαροπλάστη, 1994)	8
Εικόνα 2: Σιτάρι: Α. Σταχύδιο, Β. ύπερος άνθους και Γ. ανθίδιο με ανθήρες (Ξυνιάς, 2004).....	9
Εικόνα 3: Στάχυς και σταχύδιο με σπόρους (Grundas, 2003)	9
Εικόνα 4: Πολυμερή αμύλου (Κεφαλάς, 2009).....	16
Εικόνα 5: Φαρινογραφήματα: Αριστερά: δυνατό αλεύρι, Κέντρο: Κανονικό αλεύρι, Δεξιά: Αδύνατο αλεύρι (Baker Master – Η βιβλιοθήκη του ζαχαροπλάστη, 1994).....	27
Εικόνα 6: Φαρινογράφημα δυνατού αλεύρου.....	27
Εικόνα 7: Φαρινογράφημα αδύνατου αλεύρου.....	27
Εικόνα 8: Εξτενσιογράφημα καλού αλεύρου (Baker Master – Η βιβλιοθήκη του ζαχαροπλάστη, 1994)	28
Εικόνα 9: Αλβεογράφημα αλεύρου (Μποσδίκος, 2005)	29
Εικόνα 10: Η τιτλοδότηση του δείγματος με ΚΟΗ 0.02 Ν τελειώνει όταν το δείγμα πάρει αυτήν την ανοιχτή ροζ απόχρωση.	44
Εικόνα 11: Η κάμα πορσελάνης στην οποία ζυγίζεται και ξηραίνεται σε κλίβανο το αλεύρι.	46
Εικόνα 12: Υγρή γλουτένη.....	48
Εικόνα 13: Ξηρή γλουτένη.	48
Εικόνα 15: ο κύλινδρος δοκιμής σε κατάσταση ηρεμίας.....	50
Εικόνα 14: Βρομοφαινόλ blue στον κύλινδρο δοκιμής.....	50
Εικόνα 16: Αλβεογράφος Chorin.	56
Εικόνα 17: Η ζύμη πριν την διοχέτευση αέρα στο τμήμα διόγκωσης του αλβεογράφου.....	57
Εικόνα 18: 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.	57
Εικόνα 19: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Αρκαδία. 63	
Εικόνα 20: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Αρκαδία.....	63
Εικόνα 21: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Αρκαδία. 63	
Εικόνα 22: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Αρκαδία.....	63
Εικόνα 23: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Λακωνία.	64
Εικόνα 24: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Λακωνία.	64
Εικόνα 25: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Λακωνία. 64	
Εικόνα 26: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Λακωνία.	64

Εικόνα 27: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Μεσσηνία.	65
Εικόνα 28: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Μεσσηνία.	65
Εικόνα 29: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Μεσσηνία.	65
Εικόνα 30: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Μεσσηνία.	65
Εικόνα 31: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Καρδίτσα.	66
Εικόνα 32: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Καρδίτσα.	66
Εικόνα 33: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Καρδίτσα.	66
Εικόνα 34: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Καρδίτσα.	66
Εικόνα 35: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Θεσπρωτία.	67
Εικόνα 36: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Θεσπρωτία.	67
Εικόνα 37: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Θεσπρωτία.	67
Εικόνα 38: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Θεσπρωτία.	67
Εικόνα 39: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.	68
Εικόνα 40: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.	68
Εικόνα 41: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.	68
Εικόνα 42: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.	68
Εικόνα 43: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Τρίπολη, πρωτεύουσα του νομού Αρκαδία	75
Εικόνα 44: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Σκάλα, κωμόπολη του νομού Λακωνίας.	76
Εικόνα 45: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από το Ασπρόχωμα, προάστιο του νομού Μεσσηνίας.	77
Εικόνα 46: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Καρδίτσα, πρωτεύουσα του νομού Καρδίτσας.	78
Εικόνα 47: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Παραμυθιά, κωμόπολη του νομού Θεσπρωτίας.	79

Εικόνα 48: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από τον Προφήτη Ηλία, μεγάλου οικισμού του νομού Ηρακλείου (Κρήτη).	80
Εικόνα 49: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Τρίπολη, πρωτεύουσα του νομού Αρκαδίας.	81
Εικόνα 50: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Σκάλα, κωμόπολη του νομού Λακωνίας.	82
Εικόνα 51: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από το Ασπρόχωμα, προάστιο του νομού Μεσσηνίας.	83
Εικόνα 52: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Καρδίτσα, πρωτεύουσα του νομού Καρδίτσας.	84
Εικόνα 53: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Παραμυθιά, κωμόπολη του νομού Θεσπρωτίας.	85
Εικόνα 54: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από τον Προφήτη Ηλία, μεγάλο οικισμό του νομού Ηρακλείου (Κρήτη).	86

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ψωμί, ο άρτος, είναι αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής του ανθρώπου. Η ιστορία της παρασκευής του ψωμιού είναι τόσο παλιά όσο και η καλλιέργεια της γης. Είναι ένα οικουμενικό αγαθό, αφού έχει υπάρξει μέρος της διατροφής σε όλους τους πολιτισμούς που έχουν υπάρξει από την προϊστορία έως σήμερα. Το τελικό προϊόν του άρτου μπορεί να διαφέρει από πολιτισμό σε πολιτισμό ως προς τη σύσταση του και την αναλογία των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του, αλλά τα βασικά του συστατικά παραμένουν πάντα κοινά: το αλεύρι και το νερό.

Από τη στιγμή που τα βασικά υλικά παρασκευής του ψωμιού είναι το αλεύρι και το νερό, η ποιότητα του ψωμιού είναι ευθέως ανάλογη της ποιότητας των δύο αυτών συστατικών. Παρόλα αυτά είναι επιθυμητό να εξετάσουμε πως τα επιμέρους χαρακτηριστικά, τόσο του αλεύρου όσο και του νερού, επηρεάζουν το τελικό προϊόν.

Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται την επίδραση των διαφορετικών χαρακτηριστικών των δύο βασικών συστατικών στην ποιότητα του ψωμιού. Η αρτοποιητική ικανότητα ενός αλεύρου παρουσιάζεται τελικώς με την αξιολόγηση των παραμέτρων της γεύσης, της οσμής, του χρώματος της ψίχας και της κόρας, της τραγανότητας της κόρας καθώς και του πορώδους της ψίχας.

Η υλοποίηση αυτής της μελέτης περιλαμβάνει την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση του αλεύρου, τον προσδιορισμό του βαθμού σκληρότητας του νερού, την παρασκευή ψωμιού με τη χρήση διαφορετικών δειγμάτων των δύο συστατικών και την αξιολόγηση της ρεολογικής συμπεριφοράς της ζύμης του αρτοσκευάσματος.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έχουν σκοπό να αναδείξουν τον βαθμό επιρροής του κάθε χαρακτηριστικού των συστατικών σε όλες τις εκφάνσεις της παρασκευής του ψωμιού. Επιπλέον, στοχεύει να υποδείξει ποιος συνδυασμός χαρακτηριστικών μπορεί να οδηγήσει στο βέλτιστο αποτέλεσμα.

Με αυτόν τον τρόπο τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να φανούν χρήσιμα σε όλο το φάσμα της αρτοποιίας, από την μεμονωμένη οικιακή έως την μαζική βιομηχανική. Επιπροσθέτως, η έρευνα αυτή θα μπορούσε να αποτελέσει κίνητρο για περαιτέρω μελέτη πάνω στην επίδραση της ποιότητας του νερού στην όποια παραγωγική διαδικασία τροφίμων, ή να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την μελέτη της επίδρασης άλλων, δευτερευόντων συστατικών του ψωμιού.

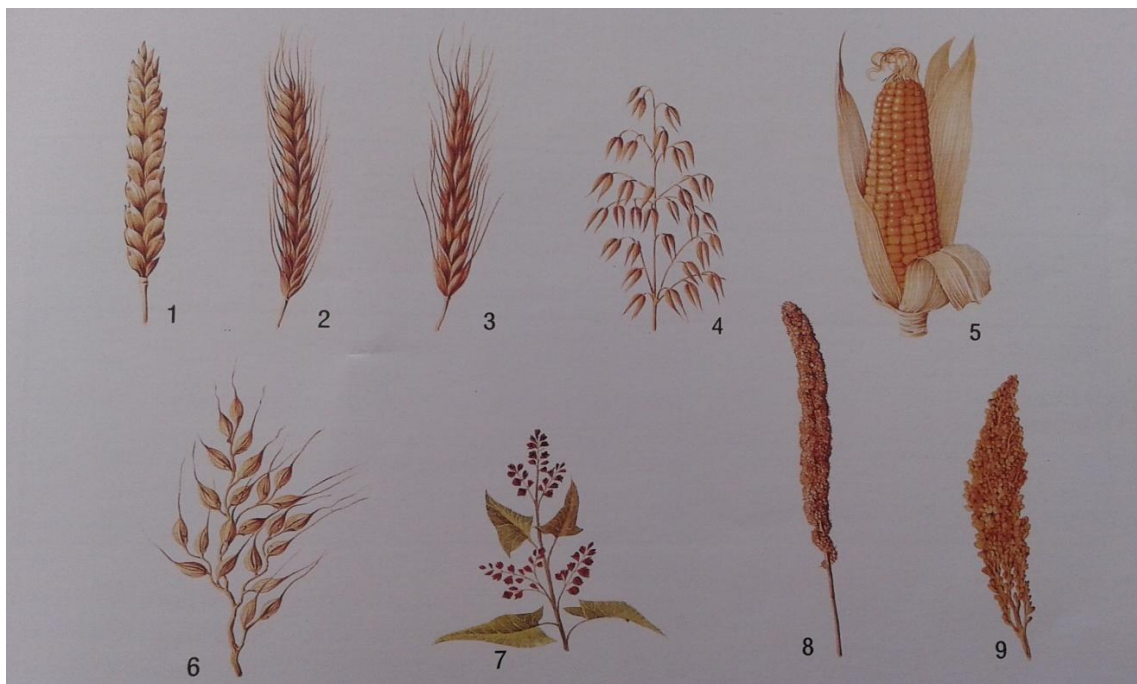
Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα είναι δύο τύποι αλεύρου, το τύπου «μαλακό» και το τύπου «για όλες τις χρήσεις» και δείγματα νερού από έξι διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Σε όλα τα δείγματα έγιναν οι κατάλληλες ποιοτικές και ποσοτικές αναλύσεις, καθώς και μέτρηση των ρεολογικών ιδιοτήτων του ζυμαριού που παρασκευάστηκε με τη χρήση της συσκευής του αλβεογράφου, τέλος οργανοληπτικός έλεγχος του τελικού προϊόντος.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει αναφορά σε όλη την πορεία που ακολουθεί το σιτάρι έως ότου γίνει αλεύρι, αναλύσεις και χαρακτηριστικά των αλεύρων και του νερού που χρησιμοποιήθηκε, τις ρεολογικές μετρήσεις της ζύμης, την αρτοποιία και τον οργανοληπτικό έλεγχο του άρτου που παρασκευάστηκε, κρίνοντας τελικώς τα αποτελέσματα που πάρθηκαν από όλα τα παραπάνω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΠΟΡΟ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΣΗ

1.1. Γενικά χαρακτηριστικά των σιτηρών

Τα σιτηρά ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών (*Graminae*). Τα κυριότερα σιτηρά είναι το σιτάρι, το καλαμπόκι, η βρώμη, το ρύζι, το κριθάρι, η σίκαλη, το κεχρί και το σόργο (**Εικόνα 1**). Χρησιμοποιείται επίσης και η διασταύρωση σίτου και σίκαλης, το λεγόμενο τριτικάλε. Οι καρποί των σιτηρών είναι ξηροί και περιέχουν ένα μόνο σπέρμα. Οι καρποί των σιτηρών συνήθως ονομάζονται σπόροι, σπέρματα ή κόκκοι και ανήκουν στον τύπο «καρύοψις». Καρύοψις είναι ο καρπός που περιέχει μόνο ένα 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. Το κάθε ένα από τα παραπάνω αποτελεί ξεχωριστό γένος των αγρωστωδών, το οποίο υποδιαιρείται σε είδη και κάθε είδος σε ποικιλίες.

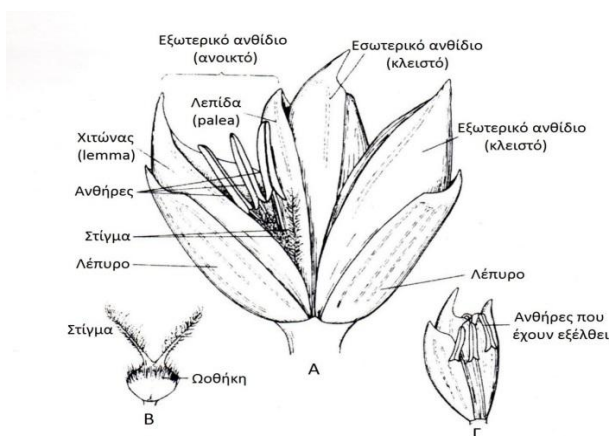


Εικόνα 1: 1) Σιτάρι, 2) Σίκαλη, 3) Κριθάρι, 4) Βρώμη, 5) Καλαμπόκι, 6) Ρύζι, 7) Μαυροσίταρο, 8) Κεχρί μακρύ, 9) Κεχρί κοντό
(Bake Master – Η βιβλιοθήκη του ζαχαροπλάστη, 1994)

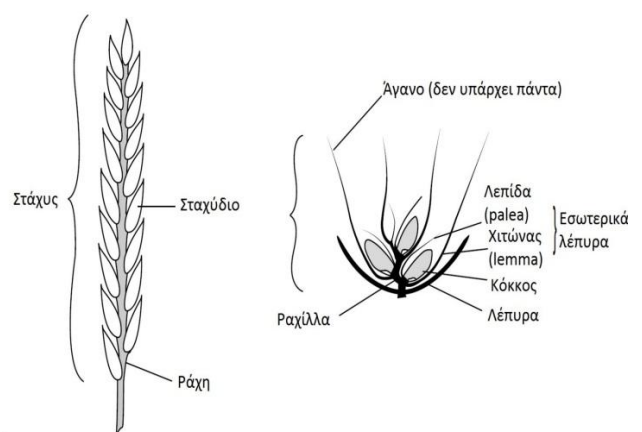
Τα σιτηρά αποτελούν την σπουδαιότερη πηγή υδατανθράκων για τον άνθρωπο και είναι εξίσου σημαντική για τα ζώα και τα πουλερικά. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη τους περιεκτικότητα σε άμυλο (60-70%). Στο πεπτικό σύστημα, το άμυλο υδρολύεται σε απλούστερα ζάχαρα που αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Η υδρόλυση του αμύλου αξιοποιείται και σε βιομηχανική κλίμακα για να παραχθούν γλυκαντικές ύλες (γλυκόζη, φρουκτόζη), καθώς επίσης και αλκοολούχα ποτά (μπύρα, ουίσκι, σακέ). Το δεύτερο σε αναλογία συστατικό είναι η πρωτεΐνη. Το ποσοστό της κυμαίνεται μεταξύ 8% και 30% ανάλογα με το είδος, το γένος και της συνθήκες καλλιέργειας του σιτηρού. Μεγάλη σημασία έχουν και τα δευτερεύοντα συστατικά των σιτηρών όπως, το έλαιο του σίτου, οι βιταμίνες και η κυτταρίνη (Κεφαλάς, 2009).

Στην παρούσα μελέτη ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το σιτάρι, εφόσον και τα άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα προέρχονται από αυτό.

Το σιτάρι είναι φυτό μόνικο, μονοκλινές, με άνθη μικρά, ατελή (χωρίς κάλυκα και στεφάνη). Τα άνθη είναι ενωμένα από 2-9 σε ταξιανθίες, τα σταχύδια (Εικόνα 2). Μόνο τα εξωτερικά άνθη ενός σταχυδίου είναι γόνιμα. Πολλά σταχύδια ενωμένα μαζί σ' ένα κοινό άξονα (ράχη) σχηματίζουν το στάχυ (Εικόνα 3). Ο ύπερος αποτελείται από τη μονόχωρη ωοθήκη, τον πολύ κοντό στύλο και το δισχιδές στίγμα (Σφήκας, 1984). Υπάρχουν τρεις στήμονες από τους οποίους ο μεσαίος είναι ο πλέον ανεπτυγμένος και ο πιο πρώιμος. Οι κόκκοι της γύρης είναι πολύ λεπτοί, σφαιρικοί και λείοι. Όταν έλθει η κατάλληλη εποχή, οι ανθήρες βγαίνουν έξω και η γύρη τινάζεται και έτσι διευκολύνεται η διασπορά της (Ξυνιάς, 2004).



Εικόνα 2: Σιτάρι: Α. Σταχύδιο, Β. ύπερος άνθους και Γ. ανθίδιο με ανθήρες (Ξυνιάς, 2004)



Εικόνα 3: Στάχυς και σταχύδιο με σπόρους (Grundas, 2003)

Τα είδη σιταριού που διαφέρουν στο βασικό αριθμό χρωμοσωμάτων είναι πάνω από είκοσι (διπλοειδή, τετραπλοειδή, εξαπλοειδή) και οι ποικιλίες τους φτάνουν τις αρκετές χιλιάδες. Τα είδη για τα οποία υπάρχει μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον είναι το κοινό, μαλακό σιτάρι *Triticum aestivum* L. (εξαπλοειδές) και το σκληρό σιτάρι *Triticum durum* Desf. (τετραπλοειδές). Τα τελευταία δέκα χρόνια καλλιεργούνται πάνω από 2.150 εκατομμύρια στρέμματα, εκ των οποίων το 90% καταλαμβάνει το μαλακό σιτάρι, ενώ στο υπόλοιπο 10% καλλιεργείται το σκληρό. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται συνολικά 32,35 εκατομμύρια στρέμματα και το σιτάρι καταλαμβάνει λίγο περισσότερο από 21,5%. Το σκληρό σιτάρι να φθάνει τα 5,25 και το μαλακό τα 1,73 εκατομμύρια στρέμματα (ΥΠΑΑΤ, 2014 και ΕΛΣΤΑΤ, 2014).

Υπάρχουν τρεις τύποι σιταριού, οι οποίοι διαχωρίζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε υγρό ψύχος:

- 1) ο χειμερινός,
- 2) ο ανοιξιάτικος
- 3) ο ενδιάμεσος ή εναλλακτικός

Το σιτάρι καλλιεργείται είτε ως χειμωνιάτικο, είτε ως ανοιξιάτικο σιτηρό, στις εύκρατες κλιματικές ζώνες και στα τροπικά μέρη της γης, τόσο σε πεδινές όσο και σε ορεινές περιοχές. Ανάλογα με το είδος και την προσαρμοστικότητά του στο περιβάλλον, η κατανομή του σιταριού διαφέρει από τόπο σε τόπο καλλιέργειάς του (Grundas, 2003). Στην Ελλάδα, οι ποικιλίες που καλλιεργούνται ανήκουν κατά κύριο λόγο στον ανοιξιάτικο τύπο. Σπέρνονται το φθινόπωρο, ανθίζουν έγκαιρα την άνοιξη, καρποφορούν τον τελευταίο μήνα της και η συγκομιδή γίνεται τους πρώτους μήνες του καλοκαιριού. Οι ανοιξιάτικοι τύποι μπορούν να σπαρθούν νωρίς την άνοιξη (τέλη Φεβρουαρίου έως αρχές Μαρτίου) αλλά οι αποδόσεις θα είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με τις φθινοπωρινές σπορές (ΕΛΓΟ Δήμητρα – Ινστιτούτο Σιτηρών, 2015).

Πίνακας 1: Είδη μαλακού και σκληρού σιταριού (ΕΛΓΟ Δήμητρα – Ινστιτούτο Σιτηρών, 2015)

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ		ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	
ΑΠΟΛΛΩΝΙΑ	ΜΕΛΙΑ	ΑΘΩΣ	ΣΙΦΝΟΣ
ΑΧΕΛΩΟΣ	ΝΕΣΤΟΣ	ΑΙΑΣ	
ΑΧΕΡΩΝ	ΟΡΦΕΑΣ	ΑΝΝΑ	
ΒΕΡΓΙΝΑ	ΠΗΝΕΙΟΣ	ΕΛΠΙΔΑ	
ΓΕΚΟΡΑ Ε	ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ	ΖΩΗ	
ΓΕΝΕΡΟΖΟ Ε	ΩΡΩΠΟΣ	ΘΡΑΚΗ	
ΓΚΟΓΚΑΣ 2		ΚΑΛΛΙΘΕΑ	
ΔΙΟ		ΜΕΞΙΚΑΛΙ '81	
ΔΟΪΡΑΝΗ		ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ	
ΔΩΔΩΝΗ		ΠΙΣΤΗ	
ΕΛΙΣΑΒΕΤ		ΠΟΝΤΟΣ	
ΛΟΥΡΟΣ		ΣΕΛΑΣ	
		ΣΙΦΝΟΣ	

Το σιτάρι είναι το σπουδαιότερο από τα σιτηρά λόγω της ποικιλίας και της σπουδαιότητας των προϊόντων που παράγονται από αυτό. Από το σιτάρι γίνεται πολύ καλό ψωμί, εφόσον από όποιο άλλο σιτηρό παραχθεί ψωμί, το τελικό προϊόν δεν θα είναι διογκωμένο (Κεφαλάς, 2009).

1.2. Αλεύρι και λοιπά άλευρα δημητριακών

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

Οποιοδήποτε άλευρο, 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 υγίων 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.»

Οι τύποι αλεύρου που σύμφωνα με τον ΚΤΠ επιτρέπεται να παραχθούν είναι:

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

Πίνακας 2: Όροι διάθεσης τύπων αλεύρου (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009).

	ΥΓΡΑΣΙΑ (ΑΝΩΤΑ- ΤΟ ΟΡΙΟ) %	ΥΓΡΗ ΓΛΟΥ- ΤΕΝΗ (ΚΑΤΩ -ΤΑΤΟ ΟΡΙΟ) %	ΟΞΥΤΗΤΑ ΣΕ ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ(ΑΝΩ ΤΑΤΟ ΟΡΙΟ) %	ΤΕΦΡΑ %	ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ ΣΕ ΤΕΤΡΑΧΛΩΡΑΝ -ΘΡΑΚΑ (ΑΝΩΤΑΤΟ ΟΡΙΟ) %	ΛΙΠΑΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (ΑΝΩΤΑΤ Ο ΟΡΙΟ) %	ΠΙΤΥΡΑ %
ΤΥΠΟΥ 70%	13,5	26,0	0,08	≤0,50	0,015	1,10	-
ΤΥΠΟΥ 85%	14,0	25,0	0,13	≤0,90	0,30	1,80	≤5,00
ΤΥΠΟΥ 90%	14,0 ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 14,5 ΧΕΙΜΩΝΑ	25,0	0,15	1,25- 1,35	0,03	-	10-13,5
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Π	≤13,5 ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ≤14 ΧΕΙΜΩΝΑ	≥28,0	≤0,07	≤0,45	≤0,015	-	-
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Μ	≤14 ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ≤14,5 ΧΕΙΜΩΝΑ	≥25,0	≤0,15	≤0,90	≤0,03	-	-
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Κ	≤14 ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ≤14,5 ΧΕΙΜΩΝΑ	≥25,0	≤0,15	≤1,40	≤0,03	-	-
ΟΛΙΚΗΣ ΑΛΕΣΗΣ	14,0	24,0	0,15	≤1,60 (ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ)	0,03	-	≤18,0

Η σύγχρονη αλευροβιομηχανία έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει και να προσφέρει για κατανάλωση άλευρα άριστης αρτοποιητικής ικανότητας. Η διαδικασία της άλεσης, η οποία είναι πολλαπλών φάσεων, δίνει τη δυνατότητα παραγωγής υψηλών απαιτήσεων διότι αναπτύσσεται η διαφορετικότητα των τύπων αλεύρων προσαρμόζοντας τις ιδιαιτερότητες του αλεύρου που θα

παραχθεί για το αντίστοιχο προϊόν παρασκευής. Οι κύριες φάσεις που ακολουθούνται για την παραγωγή των διαφόρων τύπων αλεύρου είναι: καθαρισμός του σιταριού, κοντισιονάρισμα, αποφλοίωση, διαχωρισμός κόκκων ανά μέγεθος και άλεση (Δημόπουλος, 1987).

1.3. 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 αποφλοίωση. 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 μύλόπετρες (grinding 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).

1.4. Συστατικά αλεύρου

Το αλεύρι, από πλευράς σύστασης αποτελείται από υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπαρές ύλες, ανόργανα συστατικά, υγρασία και ένζυμα. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα συστατικά αυτά.

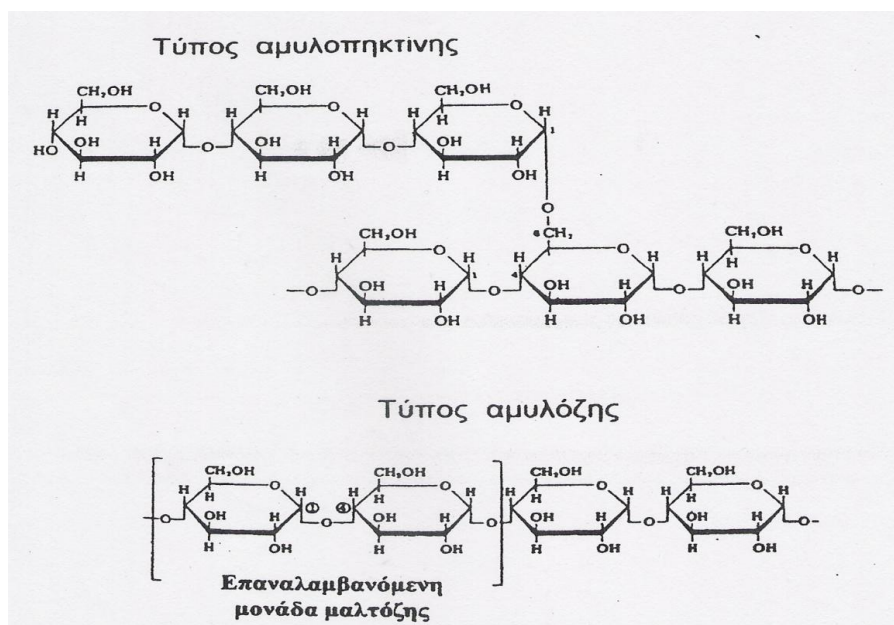
Υδατάνθρακες

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 μαργιάτεμα του ψωμιού λόγω της αναδιάταξης του αμύλου (Δημόπουλος, 1987).

Άμυλο

Το άμυλο είναι το κύριο σάκχαρο του σταριού και αλεύρου. Βρίσκεται υπό μορφή αμυλοκοκκων. Η δομή των αμυλοκοκκων είναι σφαιροκρυσταλλική. Η περιεκτικότητα σε αμυλόζη είναι κατά μέσο όρο 25% και το υπόλοιπο 75% είναι αμυλοπηκτίνη. Οι αμυλόκοκκοι είναι αδιάλυτοι στο νερό. Όταν ένα υδατικό αιώρημα αυτών θερμαίνεται, τότε απορροφούν νερό, διογκώνονται και διαρρήφονται, δηλαδή τα άπειρα μόρια αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης που περιέχονται στον κάθε αμυλόκοκκο διασκορπίζονται στο νερό. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ζελατινοποίηση του αμύλου (Δημόπουλος, 1987).

Το άμυλο αποτελείται από δύο συστατικά, την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη (**Εικόνα 4**).



Εικόνα 4: Πολυμερή αμύλου (Κεφαλάς, 2009)

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

πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι υπάρχουν και κάποιες διακλαδώσεις. Η αλυσίδα αυτή καμπυλώνεται στο χώρο και παίρνει σχήμα έλικας, μέσα στην οποία μπορούν να παγιδευτούν μόρια ιωδίου με αποτέλεσμα να αποκτήσει η αμυλόζη κυανόμαυρο χρώμα. Το μοριακό της βάρος είναι περίπου 250.000. Η αμυλοπηκτίνη είναι και αυτή πολυμερές της γλυκόζης. Τα μόρια της γλυκόζης στην αμυλοπηκτίνη σχηματίζουν διακλαδισμένη αλυσίδα, η οποία παίρνει σχήμα δέντρου. Στα ευθύγραμμα τμήματα της αλυσίδας, τα μόρια της γλυκόζης ενώνονται μεταξύ τους με α -1,4 γλυκοζιτικούς δεσμούς, ενώ στα σημεία των διακλαδώσεων υπάρχουν επιπλέον και α -1,6 γλυκοζιτικοί δεσμοί. Το μοριακό βάρος της αμυλοπηκτίνης είναι της τάξεως του 1.000.000 (Κεφαλάς, 2009).

Ζελατινοποίηση του αμύλου

Τα μόρια του αμύλου δε διαλύονται στο κρύο νερό. Όταν όμως θερμανθούν, απορροφούν νερό και διογκώνονται. Αρχικά η διόγκωση είναι αντιστρέψιμη, αλλά γίνεται μη αντιστρέψιμη καθώς η θερμοκρασία αυξάνει. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, τα μόρια του αμύλου πάλλονται έντονα, σπάνε οι ενδομοριακοί δεσμοί που κρατούν τα μόρια σε συνοχή και επιτρέπουν στους δεσμούς υδρογόνου να δεσμεύουν περισσότερα μόρια νερού. Η δέσμευση του νερού οδηγεί σε αυξανόμενο διαχωρισμό των αλυσίδων του αμύλου με αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού και του μεγέθους των κρυσταλλικών περιοχών. Αν συνεχιστεί η θέρμανση, χάνεται οριστικά η κρυσταλλική ιδιότητα του αμύλου. Σε αυτό το σημείο, το “ιξώδες” του συστήματος είναι όμοιο με αυτό ενός στερεού σώματος. Το σημείο αυτό αναφέρεται ως σημείο ζελατινοποίησης. Στο ψωμί, η ιξώδης ζύμη γίνεται ένα στερεό σφουγγάρι στο σημείο ζελατινοποίησης. Η παραπάνω διαδικασία στα προϊόντα αρτοποιίας γίνεται μεταξύ 60 °C - 90 °C. Στο ψωμί, τα μόρια του αμύλου μπορεί να είναι είτε πλήρως ζελατινοποιημένα, είτε σε μια πλήρη απώλεια της τάξης και με διαφορετικούς βαθμούς έκχυσης των πολυσακχαριτών. Οι πολυσακχαρίτες που έχουν χάσει υγρασία συμπεριφέρονται σαν καουτσούκ, ενώ η αμυλοπηκτίνη θα βρίσκεται σε μια ελαστική κατάσταση. Όταν η περιεκτικότητα του νερού είναι μεγαλύτερη από 20%-30% w/w, όπως συμβαίνει στο ψωμί, πραγματοποιείται αναδιάταξη του αμύλου (Κουντούρης, 2007).

Πρωτεΐνες

Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο είναι αυτό που επηρεάζει όσο τίποτε άλλο τις αρτοποιητικές ικανότητες ενός αλεύρου. Οι πρωτεΐνες αποτελούνται κυρίως από τη γλουτένη, η οποία καθορίζει τις ικανότητες του κάθε αλεύρου. Η γλουτένη είναι αδιάλυτη στο νερό, έχει όμως την ικανότητα να απορροφά νερό τουλάχιστον στο διπλάσιο του βάρους της και να διογκώνεται δημιουργώντας έτσι το πλέγμα των ζυμαριών, συνδέοντας τα συστατικά του ζυμαριού μεταξύ τους και εγκλωβίζοντας τα παραγόμενα αέρια. Η ποσότητα και η ποιότητα της γλουτένης είναι αυτή που χαρακτηρίζει ένα άλευρο ως “δυνατό” ή “αδύνατο”. (Masci et al. 1995) Η αρτοποιητική ικανότητα των σιτάλευρων καθορίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την ποσότητα και την ποιότητα των πρωτεϊνών του (Caballero et al., 2006).

Γλουτένη

Η γλουτένη είναι μια σύνθετη πρωτεΐνη που βρίσκεται στα σιτηρά. Πιο συγκεκριμένα, η γλουτένη είναι η σύνθεση της γλοιαδίνης και της γλουτενίνης, που υπάρχουν συνδεδεμένες με το άμυλο στο ενδοσπέρμιο των κόκκων των σιτηρών. Η γλοιαδίνη και η γλουτενίνη περιλαμβάνουν περίπου το 80% της πρωτεΐνης που περιέχεται σε σπόρους σίτου. Όντας αδιάλυτη στο νερό, μπορεί να διαχωριστεί από το άμυλο. 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. Αυξάνει την ελαστικότητα στη ζύμη βοηθώντας να αυξάνεται και να διατηρείται το σχήμα του και συχνά δίνει στο τελικό προϊόν μια λαστιχώδη σύσταση (Zaidel et al. 2007).

Οι ιδιότητες της γλουτένης ποικίλουν ανάλογα με τη σύνθεσή της, η οποία διαφέρει ανάλογα με την πηγή. Έτσι όταν το σιτάρι έχει υποστεί λεύκανση και αναμειχθεί με νερό, σχηματίζει μια ζύμη με μοναδικές ρεολογικές ιδιότητες όπως η διατήρηση φυσαλίδων αερίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ζύμη να είναι κατάλληλη για να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο εύρος προϊόντων. Αυτές οι ιδιότητες είναι που καθιστούν την γλουτένη κατάλληλη για την προετοιμασία μιας μεγάλης ποικιλίας προϊόντων διατροφής όπως το ψωμί, τα ζυμαρικά, τα μπισκότα, το κέικ, τα γλυκά και πολλά άλλα τρόφιμα. Οι ρεολογικές ιδιότητές της είναι η βάση των λειτουργικών χρήσεων της γλουτένης. Από τη φύση της η γλουτένη είναι μια πρωτεΐνη που είναι αδιάλυτη στο νερό. Ενώ μπορεί να υπάρχουν μικρές ποσότητες των υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών παγιδευμένες στη γλουτενική μήτρα, αυτές ουσιαστικά δεν είναι εξαγωγίμες σε νερό υπό κανονικές συνθήκες. Παρά το άλτο και υδρόφοβο χαρακτήρα της, η γλουτένη απορροφά περίπου δύο φορές το βάρος της σε

νερό διαμορφώνοντας μια ενυδατωμένη ελαστική και κολλώδη μάζα. Η ελαστικότητα της γλουτένης είναι ευαίσθητη στη θερμότητα και τη μετουσίωση που είναι αποτελέσματα των διάφορων χημικών ουσιών. Επίσης μπορεί εύκολα να αποξηρανθεί με μικρή απώλεια της αρχικής υγρασίας ή με αλλαγή στις ιδιότητες ψησίματος (Masci et al., 1995).

Λιπίδια

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).

Ανόργανα συστατικά

Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε ανόργανα συστατικά διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία του σταριού, την κάθε σοδειά και τον τρόπο αποθήκευσης. Έχει θετική επίδραση πάνω στην γλουτένη, ιδιαίτερα στο ψήσιμο (Κριτσαντώνης, 2006).

Βιταμίνες

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).

Υγρασία

Η περιεχόμενη υγρασία του σταριού και κατά συνέπεια του αλεύρου, δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 15% προκειμένου να μην προκαλέσει πρόβλημα. Με μεγαλύτερη υγρασία έχουμε ανάπτυξη μυκήτων, δυσάρεστων οσμών, ταχεία αποσύνθεση της γλουτένης και μικρότερη απορρόφηση νερού από το ζυμάρι (Κριτσαντώνης, 2006).

Ένζυμα

Τα ένζυμα βοηθούν στη διεξαγωγή χημικών αντιδράσεων. Τα κυριότερα ένζυμα που περιέχονται είναι τα αμυλολυτικά (αμυλάσες), τα πρωτεολυτικά (πρωτεάσες) και τα λιπολυτικά (λιπάσες) (Κριτσαντώνης, 2006).

1.5. Αναλύσεις αλεύρου

Ο ποιοτικός έλεγχος αλεύρων γίνεται για να εξεταστεί η καταλληλότητα του παραγόμενου αλεύρου για το τελικό προϊόν. Οι δοκιμές που θα χρησιμοποιηθούν επιλέγονται ανάλογα με το είδος του επιδιωκόμενου αλεύρου. Το αλεύρι αρτοποιίας έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά από το αλεύρι για μπισκότα, ενώ ένα πολύ καλό αλεύρι για κέικ ίσως είναι ακατάλληλο για μπισκότα. Επίσης, ενώ το ποσό της περιεχόμενης α-αμυλάσης σε ένα αλεύρι αρτοποιίας είναι κρίσιμο συστατικό, για τα άλευρα ζαχαροπλαστικής δεν έχει ανάλογη σημασία (Τσιάρας, 1987).

Προσδιορισμός τέφρας

Τέφρα μιας ουσίας ονομάζεται το υπόλευκο υπόλειμμα που απομένει ύστερα από την τέλεια καύση όλων των οργανικών συστατικών της. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι το υπόλειμμα θα αποτελείται από ανόργανα συστατικά. Προφανώς αυτά θα είναι προϊόντα θερμικής διάσπασης των ανόργανων αλάτων που βρίσκονται στην ουσία. Στο αλεύρι, τα άλατα αυτά είναι όξινα φωσφορικά άλατα του καλίου και του μαγνησίου, φωσφορικό νάτριο και ασβέστιο, χλωριούχο νάτριο και ασβέστιο, ίχνη θεικών αλάτων και ίχνη αλάτων αργιλίου και σιδήρου. Τα άλατα αυτά με τη θερμότητα του κλιβάνου μετατρέπονται στα αντίστοιχα οξειδία, δηλαδή K_2O , MgO , CaO και ίχνη οξειδίων των υπόλοιπων στοιχείων. Η τέφρα στα άλευρα του σίτου δίνει πληροφορίες σχετικά με τα μέρη του κόκκου από τα οποία προέρχεται το αλεύρι που εξετάζεται (Κεφαλάς, 2002).

Προσδιορισμός οξύτητας

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές της μεθόδου για τον προσδιορισμό της. Όλες βασίζονται στην εκχύλιση του αλεύρου με εξουδετερωμένη αλκοόλη. Διαφέρουν μεταξύ τους στις συνθήκες εκχύλισης και στην περιεκτικότητα της αλκοόλης σε νερό. Η αλκοόλη εξουδετερώνεται με αλκάλι γιατί έχει απορροφήσει από την ατμόσφαιρα CO_2 και εμφανίζει όξινη αντίδραση. Τα εκχυλισθέντα λιπαρά οξέα καθώς και ίχνη άλλων οξέων (π.χ. όξινα φωσφορικά άλατα) ογκομετρούνται με γνωστής κανονικότητας διάλυμα αλκάλειος και το αποτέλεσμα εκφράζεται συμβατικά σε H_2SO_4 , επειδή δεν είναι γνωστό ποια ακριβώς οξέα περιέχει το δείγμα (Κεφαλάς, 2002).

Προσδιορισμός υγρασίας

Υπάρχουν πολλοί τρόποι προσδιορισμού της υγρασίας. Οι διάφοροι μέθοδοι συνήθως δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα για το ίδιο δείγμα. Συνήθως ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- 1) **Βασικές μέθοδοι.** Αυτές είναι σχετικά ακριβείς και έχουν επαναληψιμότητα, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι διαρκούν πολύ. Είναι οι επίσημες μέθοδοι. Χρησιμοποιούνται και σαν μέθοδοι αναφοράς των μεθόδων των δύο άλλων κατηγοριών
- 2) **Ηλεκτρικές μέθοδοι.** Βασίζονται στις ηλεκτρικές και διηλεκτρικές μεθόδους. Είναι πολύ γρήγορες και απλές, αλλά έχουν μικρή ακρίβεια και επαναληψιμότητα.
- 3) **Πρακτικές μέθοδοι.** Η βαθμονόμηση τους γίνεται σε σχέση με τις βασικές μεθόδους. Είναι πολύ γρήγορες και με μικρή ακρίβεια και επαναληψιμότητα (Τσιάρας, 1987).

Filth test

Η δοκιμή αυτή δείχνει κατά πόσο το αλεύρι είναι καθαρό από τεμάχια εντόμων ή τρίχες ποντικών κλπ. Για την εκτέλεση της δοκιμής αυτής εκχυλίζεται με βενζίνη υδατικό αιώρημα αλεύρου, διηθείται και το ίζημα εξετάζεται στο μικροσκόπιο (Κεφαλάς, 2002).

Δοκιμή Peckar

Είναι μια πολύ απλή δοκιμή που επιτρέπει την εκτίμηση του χρώματος του αλεύρου, την παρατήρηση της ύπαρξης και τη μέτρηση του πλήθους των μαύρων ή καφέ στίγματων. Η παραλλαγή αυτής της δοκιμής επιτρέπει την ανίχνευση της ύπαρξης κιτρικού ή τρυγικού οξέος, ασκορβικού οξέος και οξειδωτικών στο αλεύρι. Με την δοκιμή αυτήν μπορούν να συγκριθούν ως προς το χρώμα δύο άλευρα, αν αυτά τοποθετηθούν δίπλα-δίπλα στο ίδιο ξύλο και συμπιεστούν συγχρόνως με την ίδια λεία επιφάνεια (Κεφαλάς, 2002).

1.5.1. Αναλύσεις σχετικές με την δραστικότητα των αμυλασών

Μέθοδος FALLING NUMBER

Με την μέθοδο Falling Number ή μέτρηση του δείκτη Hagberg, προσδιορίζεται η δραστικότητα της α-αμυλάσης στο άμυλο του δείγματος, το οποίο χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα. Η μέθοδος βασίζεται στην ταχεία ζελατινοποίηση αιωρήματος αλεύρου στη θερμοκρασία βρασμού του νερού και την επακόλουθη μέτρηση του ιξώδους του ζελατινοποιημένου αμύλου. Όσο μεγαλύτερη είναι η δραστικότητα της α-αμυλάσης, τόσο μικρότερο θα είναι το ιξώδες. Οι μυκητιακές α-αμυλάσες απενεργοποιούνται από την υψηλή θερμοκρασία πριν προλάβουν να δράσουν. Επίσης πολύ νωρίς απενεργοποιείται και η β-αμυλάση (Κεφαλάς, 2002).

Αμυλογραφία

Η δραστικότητα της β-αμυλάσης είναι πάντα σε ικανοποιητικά επίπεδα, άρα ενδιαφέρει κυρίως η δραστικότητα της α-αμυλάσης. Οι περισσότερες μέθοδοι όμως, που χρησιμοποιούνται για αυτό από τους αλευρόμυλους και τις αρτοποιητικές μηχανές, προσδιορίζουν τη συνδυασμένη δραστικότητα των δύο αμυλασών. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η αμυλογραφία (Κεφαλάς, 2002).

Φερμαντογραφία

Η μέθοδος αυτή δίνει τον όγκο του CO₂ που παράγεται από ζυμάρι παρασκευής ψωμιού στους 30 °C συναρτήσει του χρόνου. Τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την ποιότητα της μαγιάς, το ποσοστό των σπασμένων αμυλοκόκκων και από την αμυλασική δραστικότητα. Αν οι δύο πρώτοι παράγοντες είναι σταθεροί, είναι δυνατόν να γίνει σύγκριση της δραστικότητας των αμυλασών δύο η περισσότερων αλεύρων από την ταχύτητα παραγωγής CO₂ και τον συνολικό όγκο του ύστερα από 4 ώρες (Κεφαλάς, 2002).

Δείκτης μαλτόζης

Η μέθοδος του αριθμού μαλτόζης μετράει την αμυλασική δραστικότητα προσδιορίζοντας τη συγκέντρωση της μαλτόζης ως τελικού προϊόντος της υδρόλυσης του αμύλου του αλεύρου σε θερμοκρασία 27 °C ή 30 °C για χρονικό διάστημα 60 min ανάλογα με τη μέθοδο. Οι θερμοκρασίες αυτές εφαρμόζονται συνήθως κατά τα στάδια της ανάπαυσης και της ωρίμανσης στη διαδικασία της αρτοποιίας. Συνεπώς, η μέθοδος αυτή δίνει πληροφορίες για την παραγωγή ζυμώσιμων σακχάρων στα στάδια αυτά. Η μέθοδος δεν δίνει πληροφορίες για το τι γίνεται σε άλλες

θερμοκρασίες δεδομένου ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας η δραστηριότητα της α-αμυλάσης μεταβάλλεται διαφορετικά από ότι η δραστηριότητα της β-αμυλάσης (Κεφαλάς, 2002).

Ζυμοταχυγράφος και Rheofermentometer

Ο ζυμοταχυγράφος προσδιορίζει, συναρτήσει του χρόνου, χωριστά τον όγκο του CO₂

- 1) που παράγεται,
- 2) που συγκρατείται από το ζυμάρι καθώς διογκώνεται και
- 3) που διαφεύγει από το ζυμάρι στην ατμόσφαιρα.

Στο τέλος της ανάλυσης είναι δυνατόν να γνωρίζουμε τους συνολικούς όγκους του CO₂ στις τρεις παραπάνω σειρές μετρήσεων. Επιπλέον, το Rheofermentometer προσδιορίζει και την αντοχή του ζυμαριού συναρτήσει του χρόνου. Οι πληροφορίες για την παραγωγή του CO₂ συναρτήσει του χρόνου, καθώς και της ικανότητας του ζυμαριού να το συγκρατεί είναι πολύ σημαντικές για τον έλεγχο της πορείας της ωρίμανσης στο θερμοθάλαμο κατά την διάρκεια της αρτοποιήσης. Είναι ένα βήμα παραπέρα από τις πληροφορίες που λαμβάνονται από τον φερμαντογράφο (Κεφαλάς, 2002).

1.5.2. Αναλύσεις σχετικές με τις πρωτεΐνες

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη έχει σημασία όταν πρόκειται να γίνει μια πρώτη εκτίμηση για το αν το αλεύρι που θα προκύψει θα έχει ικανοποιητικό ποσοστό υγρής γλουτένης. Τα δύο αυτά μεγέθη δεν συνδέονται ικανοποιητικά μεταξύ τους, γιατί υπεισέρχεται ο παράγοντας του διαφορετικού βαθμού ενυδάτωσης της γλουτένης. Ο προσδιορισμός της πρωτεΐνης παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι με την κλασική μέθοδο Kjeldahl μπορεί να γίνει σε πολλά δείγματα συγχρόνως. Με την φασματοσκοπία NIR (Near Infrared Reflectance) μπορεί να γίνει ταχύτατα. Σε αντίθεση με το πλήθος των δειγμάτων που μπορούν να αναλυθούν σε δεδομένο χρονικό διάστημα με τις δυο αυτές μεθόδους, ο προσδιορισμός της υγρής γλουτένης σε δείγματα σίτου απαιτεί κάποιο χρόνο για κάθε δείγμα. Οι αναλύσεις που σχετίζονται με την πρωτεΐνη είναι ο προσδιορισμός πρωτεΐνης με την μέθοδο Kjeldahl, με την φασματοσκοπία NIR, ο προσδιορισμός ποσότητας και ποιότητας γλουτένης, το τεστ Zeleny, η φαρινογραφία και η εξτενσογραφία (Κεφαλάς, 2002).

Προσδιορισμός πρωτεΐνης με την χρωματογραφία NIR

Η μέθοδος NIR εφαρμόζεται με πολύ καλά αποτελέσματα για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας ενός δείγματος σε πρωτεΐνη και σε υγρασία. Έχει εφαρμογή και σε άλλες αναλύσεις αλλά με μικρότερη ακρίβεια. Η μέθοδος NIR βασίζεται στην ένταση ορισμένων απορροφήσεων στο εγγύς υπέρυθρο. Έχει το πλεονέκτημα ότι γίνεται ταχύτατα σε αλεσμένο δείγμα στην επιφάνεια του οποίου ανακλάται η προσπίπτουσα ακτινοβολία. Η ένταση της απορρόφησης για το κάθε συστατικό είναι ανάλογη με την περιεκτικότητά του στο δείγμα. Η υπόλοιπη ακτινοβολία ανακλάται και επιστρέφει στην συσκευή όπου μετριέται και υπολογίζεται το ποσοστό της που απορροφήθηκε. Η συσκευή καταγράφει ποιές συχνότητες ακτινοβολίας απορροφήθηκαν από το δείγμα και σε τι ποσοστό της αρχικής έντασης. Ένας επεξεργαστής συγκρίνει τα αποτελέσματα από το δείγμα με τα αποτελέσματα από γνωστά δείγματα και δίνει αμέσως την περιεκτικότητα από το συστατικό που ζητήθηκε. Για να έχουν ακρίβεια τα αποτελέσματα, τα δείγματα πρέπει να είναι αλεσμένα από τον ίδιο τύπο μύλου ώστε τα άλευρα να έχουν την ίδια κατανομή μεγέθους κόκκων (Κεφαλάς, 2002).

Προσδιορισμός υγρής γλουτένης

Ο προσδιορισμός της υγρής γλουτένης βασίζεται στον σχηματισμό αδιάλυτης μάζας ενυδατωμένης γλουτένης η οποία αποχωρίζεται από τα υπόλοιπα συστατικά με έκπλυση υπό συνεχή μάλαξη. Η γλουτένη είναι η υγρή, ελαστική μάζα που μένει μετά το ξέπλυμα και τις συνεχείς μαλάξεις ζυμαριού (αλεύρι και νερό) κάτω από το νερό της βρύσης. Με το πλύσιμο της ζύμης με νερό αφαιρείται το άμυλο και αυτό που μένει ονομάζεται γλουτένη (Zaidel et al. 2007).

Zeleny Test

Το τεστ της τιμής καθίζησης (Zeleny test) είναι μια εύχρηστη μέθοδος από την άποψη ότι μπορούν να εξετασθούν πολλά δείγματα μαζί και να γίνει μια εκτίμηση της ποιότητας και ποσότητας της γλουτένης του καθενός. Επίσης είναι δυνατόν να διαπιστωθεί πολύ απλά αν το δείγμα προέρχεται από σιτάρι που έχει προσβληθεί από πεντατομίτη. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ενυδάτωση της πρωτεΐνης μέσα σε έγχρωμο διάλυμα για να διακρίνεται καλύτερα το μετέπειτα ίζημα. Κατόπιν, καταβυθίζεται με διάλυμα γαλακτικού οξέως. 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, 2002).

Η τιμή καθιζήσεως κυμαίνεται από 8 για άλευρα με πολύ χαμηλή πρωτεΐνη και αδύνατη γλουτένη, μέχρι 78 για άλευρα με υψηλή πρωτεΐνη και δυνατή γλουτένη. Η τιμή καθιζήσεως μπορεί να είναι και δείκτης της πρωτεόλυσης των πρωτεϊνών. (Γεωργόπουλος, 2010)

Ρεολογικές μετρήσεις

Στις εργαστηριακές μεθόδους που αφορούν τη γλουτένη πρέπει να συμπεριληφθούν και οι μέθοδοι που προσδιορίζουν την συνεκτικότητα και την ελαστικότητα του ζυμαριού που παράγεται από το δείγμα του αλεύρου. Η πρώτη προσπάθεια έγινε με το test Kranz που μετρά την αντίσταση, την συνεκτικότητα, την αντοχή και την εκτατότητα της γλουτένης αφού προηγηθεί ο προσδιορισμός της υγρής γλουτένης. Κατά το Test Kranz η μάζα της υγρής γλουτένης εκτείνεται υπό την επίδραση βάρους και μετριέται το μήκος στο οποίο εκτείνεται μέχρι να κοπεί στα δύο. Η μέθοδος αυτή εγκαταλείπεται σήμερα και αντικαθίσταται με ειδικά όργανα που μετρούν τις ίδιες παραμέτρους, αλλά πλέον στο ζυμάρι. Τα πιο διαδεδομένα από τα όργανα αυτά είναι ο εξτενσιογράφος και ο αλβεογράφος. Παράλληλα με τον εξτενσιογράφο χρησιμοποιείται και ο φαρινογράφος στον οποίο γίνονται ορισμένες ρεολογικές μετρήσεις στο ζυμάρι και επιπλέον παρασκευάζεται το ζυμάρι που θα εξετασθεί στον εξτενσιογράφο.

Ο φαρινογράφος και ο εξτενσιογράφος κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά από το Γερμανό μηχανικό Brabender ο οποίος κατοχύρωσε τις ονομασίες αυτές. Ο φαρινογράφος είναι ένα τυποποιημένο εργαστηριακό ζυμωτήριο με ενσωματωμένο μηχανισμό που μετρά κάθε στιγμή την συνεκτικότητα του παραγόμενου ζυμαριού. Με μια προχοΐδα μετριέται το νερό που χρειάζεται να απορροφήσει το ζυμάρι για να αποκτήσει μια συγκεκριμένη συνεκτικότητα. Το ζυμάρι στην συνέχεια μεταφέρεται στον εξτενσιογράφο όπου εκτίνεται μέχρι να κοπεί στα δυο. Τέλος, μετριούνται η αντίστασή του στην έκταση, το μήκος στο οποίο εκτίνεται και η ενέργεια που απαιτείται μέχρι να σπάσει. Στην ίδια αρχή με τον εξτενσιογράφο βασίζεται και ο αλβεογράφος.

Τα όργανα που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο έχουν καθιερωθεί για την αξιοπιστία τους και την επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων τους. Για αυτό χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία και στα ερευνητικά εργαστήρια για τη μελέτη της συμπεριφοράς των ζυμαριών που υφίστανται παραμόρφωση από την επίδραση δυνάμεων διάτμησης, πίεσης, έλξης και βαρύτητας. Η επιστήμη που μελετά τα φαινόμενα που έχουν σχέση με την παραμόρφωση της ύλης λέγεται ρεολογία και οι μετρήσεις που γίνονται με τα παραπάνω όργανα λέγονται ρεολογικές.

Η παραμόρφωση που μπορεί να υποστεί ένα ζυμάρι εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

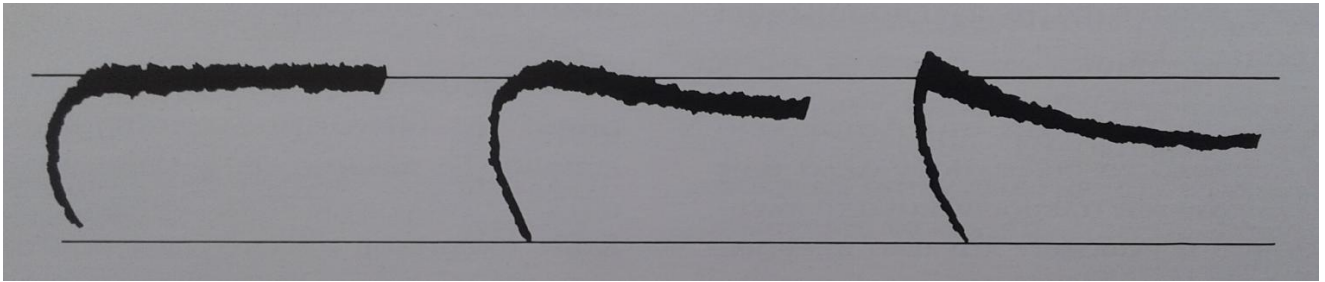
- 1) την τάση, αργά ή γρήγορα να πάρει το σχήμα του δοχείου στο οποίο βρίσκεται, άρα να συμπεριφέρεται ως ιξώδες υγρό,
- 2) την ελαστική παραμόρφωση που συμβαίνει όταν η δύναμη που προκαλεί την παραμόρφωση δεν υπερβαίνει κάποια τιμή διαφορετική για κάθε ποιότητα γλουτένης
- 3) την πλαστική παραμόρφωση όταν η δύναμη υπερβεί την παραπάνω τιμή.

Εξετάζοντας ρεολογικά το ζυμάρι (αντί για τη γλουτένη αυτή καθαυτή), λαμβάνονται αποτελέσματα πιο κοντά στο πώς θα συμπεριφερθεί το ζυμάρι κατά την αρτοποιήση, πράγμα που σε τελευταία ανάλυση είναι αυτό που ενδιαφέρει. Ειδικότερα κατά την εξέταση του ζυμαριού, στα αποτελέσματα εμφανίζονται και οι συνέπειες από την επίδραση των υπολοίπων παραγόντων του αλεύρου που επηρεάζουν την γλουτένη, διότι αυτοί οι παράγοντες θα υπάρχουν και κατά την αρτοποιήση. Συνεπώς, με μια εξέταση μετριέται το συνολικό αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης όλων των παραγόντων που συμμετέχουν στην διαμόρφωση των ρεολογικών ιδιοτήτων του ζυμαριού (Ρουσοπούλου, 2001).

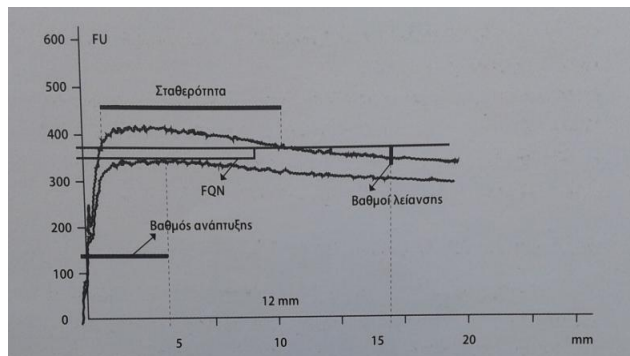
Φαρινογράφος

Ο φαρινογράφος δίνει πληροφορίες για δυο σημαντικά χαρακτηριστικά του ζυμαριού (**Εικόνες 5, 6 & 7**):

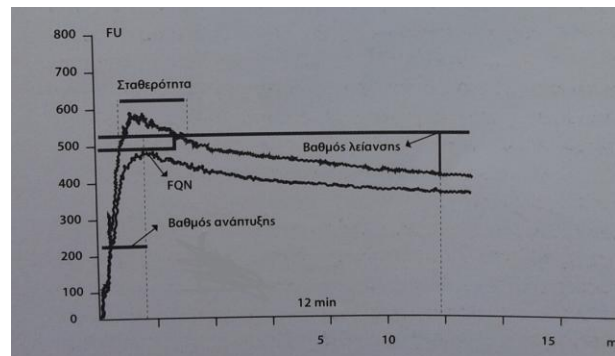
- 1) για την ικανότητα απορροφήσεως νερού ή την ποσότητα του νερού που χρειάζεται ένα ζυμάρι για να αποκτήσει μια καθορισμένη συνεκτικότητα
- 2) για την αντοχή του ζυμαριού και γενικότερα για την συμπεριφορά του στην μηχανική καταπόνηση κατά την ανάμειξη. Επίσης έχει δώσει τη δυνατότητα σε χημικούς διαφορετικών εργαστηρίων να παίρνουν συγκρίσιμα αποτελέσματα, κάτι που δεν είχε επιτευχθεί προηγουμένως (Βαρζάκας, 2012).



Εικόνα 5: Φαρινογραφήματα: Αριστερά: δυνατό αλεύρι, Κέντρο: Κανονικό αλεύρι, Δεξιά: Αδύνατο αλεύρι (Baker Master – Η βιβλιοθήκη του ζαχαροπλάστη, 1994)



Εικόνα 6: Φαρινογράφημα δυνατού αλεύρου (Μποσδίκος, 2005)

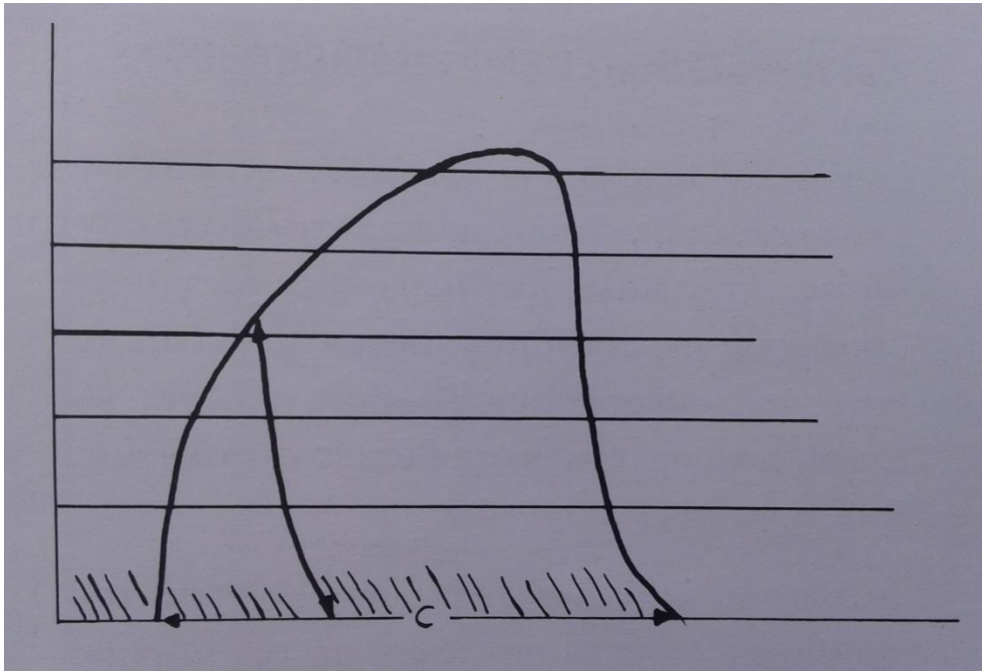


Εικόνα 7: Φαρινογράφημα αδύνατου αλεύρου (Μποσδίκος, 2005)

Εξτενσιογράφος

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ρεολογικών ιδιοτήτων του αλεύρου, με μια δοκιμή επέκτασης της ζύμης. Η καμπύλη που καταγράφεται χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της γενικής ποιότητας του αλεύρου. Η εξτενσιογραφία εκφράζεται ως ο όγκος του νερού σε χιλιόλιτρα ανά 100gr αλεύρου με υγρασία 14% που απαιτούνται για να παραχθεί μια ζύμη με συνεκτικότητα 500FU μετά από πέντε λεπτά ανάμειξη. Ο εξτενσιογράφος μετράει την αντίσταση που παρουσιάζει ένα κομμάτι ζυμάρι όταν το εκτείνουμε (εκτατότητα), και το χρόνο που χρειάζεται μέχρι να σπάσει (δύναμη). Οι δυο αυτές μετρήσεις καταγράφονται με μορφή καμπύλης που ονομάζεται εξτενσιογράφημα (**Εικόνα 8**). Ελέγχεται η εκτατότητα του ζυμαριού, η αντοχή του, η επίδραση των οξειδωτικών ουσιών, η μεταβολή που υφίσταται η γλουτένη από τα ένζυμα έπειτα από ένα χρονικό διάστημα, όπως και κατά τα στάδια της αρτοποιήσης. Όσο πιο δυνατό είναι το αλεύρι τόσο η αντίσταση του είναι πιο μεγάλη. Επίσης, όσο πιο ελαστική είναι η γλουτένη τόσο πιο μεγάλη θα είναι η εκτατότητα του.

Ο συνδυασμός των δύο καθορίζει την αρτοποιητική ικανότητα ή την καταλληλότητα για τον σκοπό που προορίζεται (Βαρζάκας, 2012).



Εικόνα 8: Εξτενσιογράφημα καλού αλεύρου (Baker Master – Η βιβλιοθήκη του ζαχαροπλάστη, 1994)

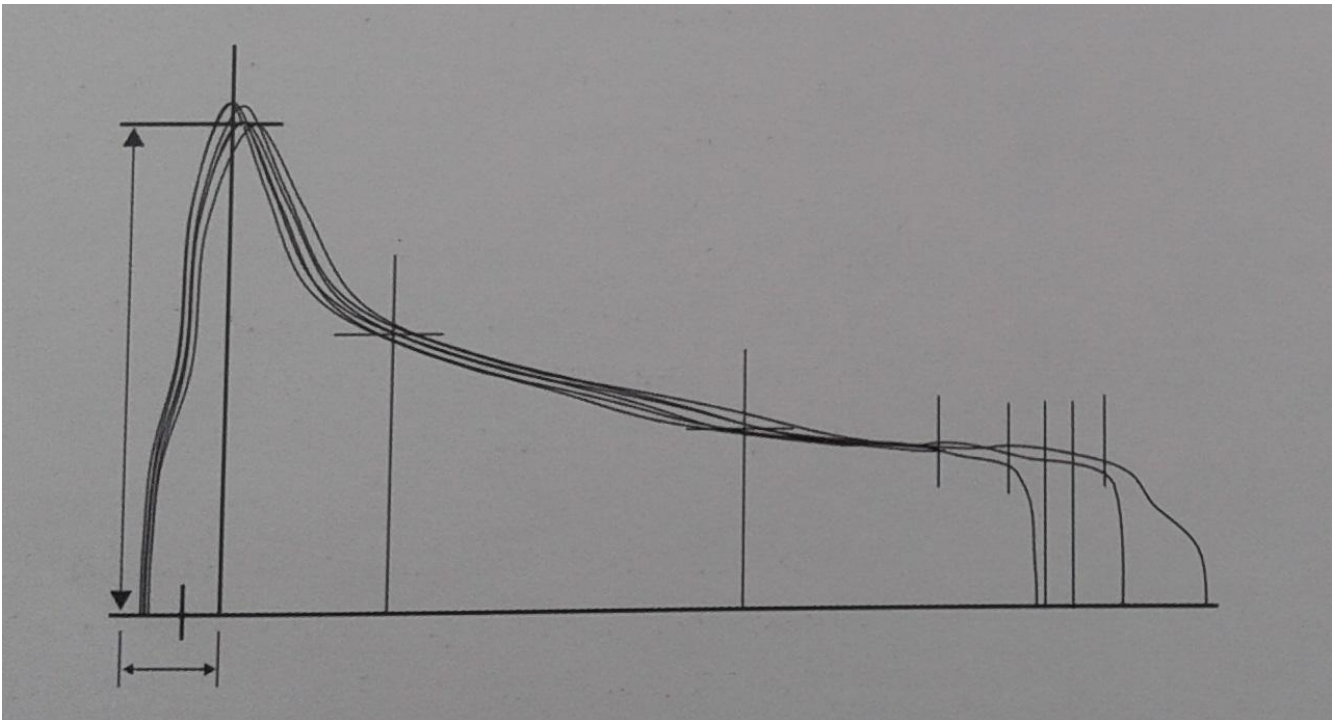
Αλβεογράφος

Είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες, και ιδιαίτερα στη Γαλλία και το Βέλγιο. Είναι χρήσιμη στην εξέταση των βασικών χαρακτηριστικών των ζυμαριών. Μας δίνει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την αντοχή και την εκτατότητα του ζυμαριού, τα όποια καταγράφονται σε αλβεογράφημα (**Εικόνα 9**). Ο αλβεογράφος είναι όργανο πολύ ευαίσθητο στην αντίχνευση διαφορών στις ιδιότητες των ζυμαριών, γι' αυτό απαιτείται ιδιαίτερη σχολαστικότητα στο χειρισμό του. Συνήθως από εργαστήριο σε εργαστήριο, δίνονται διαφορετικά αποτελέσματα για το ίδιο αλεύρι, επειδή ακολουθούνται διαφορετικές πορείες εργασίας.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν κυρίως τα αποτελέσματα είναι ο ρυθμός λειτουργίας του ζυμωτηρίου και ο χειρισμός του ζυμαριού. Επίσης, είναι χρήσιμο οι αναλύσεις να γίνονται σε χώρο με ελεγχόμενη θερμοκρασία και σχετική υγρασία. Τέλος, πολύ μεγάλη σημασία παρουσιάζει η αναλογία στερεών και υγρών στο ζυμάρι. Χωρίς καλή σύσταση ζυμαριού, δε θα έχουμε σωστές πληροφορίες από την παραγόμενη καμπύλη. Αρχικά, ο κατασκευαστής συνιστούσε 50 ml διαλύματος αλατιού με περιεκτικότητα 2,5% ανά 100 gr αλεύρου με υγρασία 14,3%. Διαπιστώθηκε, όμως, ότι με διαφορετική, κατά περίπτωση, προσθήκη αλατόνευρου έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Προέχει η σταθερή σύσταση των ζυμαριών παρά η αναλογία αλεύρου και νερού. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη εξαρτήματος στο όργανο που μετράει τη ροπή

στρέψης του κινητήριου άξονα του ζυμωτηρίου, όπως στο φαρινογράφο. Αυτόματα προστίθεται αλεύρι, μέχρις ότου η ροπή στρέψης αποκτήσει μία προκαθορισμένη τιμή.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες από ερευνητές και έχουν βρεθεί ειδικές μέθοδοι, ώστε τα αλβεογράφημα να δίνουν ειδικές πληροφορίες για τις ιδιότητες των ζυμαριών, όπως σχετικά με την επίδραση των βελτιωτικών, την ωρίμανση σε σχέση με τις ρεολογικές ιδιότητες των ζυμαριών, και πρόγνωση για τη διόγκωση του ψωμιού (Ζαφειριάδης, 2012).



Εικόνα 9: Αλβεογράφημα αλεύρου (Μποσδίκος, 2005)

1.6. 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).

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).

1.6.1. Συστατικά αρτοποιήσης

Αλεύρι

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).

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).

Αλάτι

Το αλάτι παίζει σημαντικό ρόλο στο ψήσιμο. Είναι κάτι περισσότερο από ένα πρόσθετο ή ένα καρύκευμα. Χρησιμοποιείται για να ενισχύσει την γλουτενική δομή και να την καταστήσει περισσότερο ελαστική καθώς επίσης και για ελέγξει την ζύμωση στο ζυμωτήριο. Η ποσότητα αλατιού που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά. Μεγάλη ποσότητα αλατιού επιβραδύνει την ζύμωση και το αντίθετο (Hui, 2006).

Μαγιά

Η μαγιά αποτελεί απαραίτητο συστατικό στην παρασκευή αρτοπαρασκευασμάτων. Η μαγιά συντελεί στην διόγκωση, προσδίδει χαρακτηριστική γεύση και άρωμα και η έκλυση CO₂ 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).

1.7. 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, Βαρζάκας, Τζίφα, 2008).

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, Βαρζάκας, Τζίφα, 2008)

Αρχές μέτρησης υφής

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργάνων που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση των χαρακτηριστικών της υφής, η λειτουργία αυτών βασίζεται σε περιορισμένο αριθμό αρχών. Πολλά από τα χαρακτηριστικά της υφής έχουν ως κοινή ιδιότητα την αντίσταση του προϊόντος σε κάποια ασκούμενη δύναμη. Έτσι, ως μονάδα μέτρησης της υφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μονάδα της δύναμης. Η δύναμη κατά την μέτρηση της υφής μπορεί να εφαρμοστεί κατά διάφορους τρόπους ή με συνδυασμό περισσότερων τρόπων.

Οι διάφοροι τρόποι είναι οι ακόλουθοι:

1. συμπίεση (για την μέτρηση της αντοχής στην συμπίεση εφαρμόζεται στο προϊόν τόση δύναμη, ώστε αυτό να παραμένει ακέραιο).
2. διάτμηση (η δύναμη εφαρμόζεται σε μία ζώνη του προϊόντος και είναι τόση, ώστε να προκληθεί διαχωρισμός της ζώνης αυτής από το κύριο σώμα του προϊόντος).
3. εφελκυσμός (κατά τον εφελκυσμό δύο δυνάμεις εφαρμόζονται ούτως ώστε να έχουν αντίθετη φορά). Με τον τρόπο αυτό δοκιμάζεται η αντοχή του προϊόντος, έως ότου αυτό να σπάσει.

4. συνδυασμός για συμπίεση και διάτμηση. (Αρβανιτογιάννης, Βαρζάκας, Τζίφα, 2008)

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, Βαρζάκας, Τζίφα, 2008).

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, Βαρζάκας, Τζίφα, 2008).

1.8. 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 κύριος 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 ανατήχθηκαν 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) (Bourne, 1978).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. - ΝΕΡΟ – Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑ ΖΥΜΑΡΙΑ ΑΠΟ ΑΛΕΥΡΙ ΣΙΤΟΥ

2.1. Πόσιμο νερό

Ως πολυτιμότερο αγαθό για τον άνθρωπο έχει χαρακτηριστεί το νερό κι αυτό καθόλου άδικα. Η ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση και χρήση είναι ένα μείζον θέμα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) καθορίζει τις βασικές ποιοτικές προδιαγραφές τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Η οδηγία αποσκοπεί στην διασφάλιση της ποιότητας του νερού που λαμβάνουν οι καταναλωτές, τόσο ως πόσιμο νερό, όσο και ως συστατικό τροφίμων.

Με βάση την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της 3ης Νοεμβρίου 1998 σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης (Άρθρο 2) «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης» ορίζεται:

α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία

β) το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, εκτός αν οι αρμόδιες εθνικές αρχές κρίνουν ότι η ποιότητα του νερού δεν μπορεί να επηρεάσει την υγιεινή των τροφίμων στην τελική τους μορφή

Ενώ στις γενικές υποχρεώσεις (Άρθρο 4) της ίδιας οδηγίας αναφέρεται το εξής:

- 1) Με την επιφύλαξη των υποχρεώσεών τους δυνάμει άλλων κοινοτικών διατάξεων, τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Για τους σκοπούς των ελαχίστων απαιτήσεων της παρούσας οδηγίας, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό εφόσον:
 - i. είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων, και οποιονδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις, που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και

ii. πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος I μέρη Α και Β,

και εφόσον, σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις των άρθρων 5 έως 8 και 10, τα κράτη μέλη λαμβάνουν, σύμφωνα με τη συνθήκη, όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης συμμορφώνεται προς τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας.

- 2) Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας οδηγίας δεν οδηγούν, σε καμιά περίπτωση, σε άμεση ή έμμεση υποβάθμιση της σημερινής ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στο μέτρο που αυτό αφορά την προστασία της ανθρώπινης υγείας, ούτε σε αύξηση της ρύπανσης του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Για τις ποιοτικές προδιαγραφές του νερού η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με το Άρθρο 5 καθορίζει τα εξής:

- 1) Τα κράτη μέλη καθορίζουν τιμές για τις παραμέτρους του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης οι οποίες αναφέρονται στο παράρτημα I.
- 2) Οι τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με την παράγραφο 1 δεν πρέπει να είναι λιγότερο αυστηρές από τις τιμές του παραρτήματος I. Όσον αφορά τις παραμέτρους του παραρτήματος I μέρος Γ, οι τιμές καθορίζονται μόνον για λόγους παρακολούθησης και για την τήρηση των υποχρεώσεων του άρθρου 8.
- 3) Τα κράτη μέλη καθορίζουν τιμές για πρόσθετες παραμέτρους που δεν περιλαμβάνονται στο παράρτημα I όταν το επιβάλλει η προστασία της δημόσιας υγείας στο εθνικό τους έδαφος ή σε μέρος αυτού. Οι καθοριζόμενες τιμές θα πρέπει να πληρούν, τουλάχιστον, τις απαιτήσεις του άρθρου 4 παράγραφος 1 στοιχείο α).

Παρατίθενται οι πίνακες του Παραρτήματος I, Μέρος Α και Μέρος Β, που περιλαμβάνουν τις μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους και τα επιτρεπόμενα όρια αυτών, όπως ακριβώς παρουσιάζονται στην οδηγία της ΕΕ.

Να σημειωθεί πως οι παράμετροι χωρίζονται σε υποχρεωτικές και ενδεικτικές. Στις υποχρεωτικές υπάγονται οι μικροβιολογικές και οι χημικές παράμετροι οι οποίες έχουν άμεση σημασία για την ανθρώπινη υγεία. Οι ενδεικτικές δεν εμφανίζουν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία από μόνες τους στις προτεινόμενες τιμές και οι μεταβολές των τιμών τους παρέχουν ένδειξη μεταβολών της ποιότητας του νερού και ανάγκη λήψης επανορθωτικών μέτρων.

Πίνακας 3: Μικροβιολογικοί παράγοντες πόσιμου νερού (Οδηγία 98/83/ΕΚ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΜΕΡΟΣ Α

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή (αριθμός/100 ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Εντερόκοκκοι	0

Για το νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία, ισχύουν τα ακόλουθα:

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
Escherichia coli (E. coli)	0/250 ml
Εντερόκοκκοι	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Αριθμός αποικιών σε 22 °C	100/ml
Αριθμός αποικιών σε 37 °C	20/ml

Πίνακας 4: Χημικές παράμετροι πόσιμου νερού (Οδηγία 98/83/ΕΕ)

ΜΕΡΟΣ Β

Χημικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Ακρυλαμίδιο	0,10	μg/l	Σημείωση 1
Αντιμόνιο	5,0	μg/l	
Αρσενικό	10	μg/l	
Βενζόλιο	1,0	μg/l	
Βενζο-α-πυρένιο	0,010	μg/l	
Βόριο	1,0	mg/l	
Βρωμικά	10	μg/l	Σημείωση 2
Κάδμιο	5,0	μg/l	
Χρόμιο	50	μg/l	Σημείωση 3
Χαλκός	2,0	mg/l	Σημείωση 3
Κυανιούχα	50	μg/l	
1,2 -διχλωροαιθάνιο	3,0	μg/l	
Επιχλωρυδρίνη	0,10	μg/l	Σημείωση 1
Φθοριούχα	1,5	mg/l	
Μόλυβδος	10	μg/l	Σημειώσεις 3 και 4
Υδράργυρος	1,0	μg/l	
Νικέλιο	20	μg/l	Σημείωση 3
Νιτρικά	50	mg/l	Σημείωση 5
Νιτρώδη	0,50	mg/l	Σημείωση 5
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/l	Σημειώσεις 6 και 7
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	μg/l	Σημειώσεις 6 και 8
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων σημείωση 9
Σελήνιο	10	μg/l	
Τετραχλωροαιθέριο και Τριχλωροαιθέριο	10	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων παραμέτρων
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων σημείωση 10
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/l	Σημείωση 1

Η σκληρότητα εκφράζει την συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και εξαρτάται από τα πετρώματα που έχει περάσει το νερό. Ο όρος σκληρότητα χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό των νερών που δεν αφρίζουν καλά όταν χρησιμοποιούνται για πλύσιμο με σαπούνι και αφήνουν λευκά αποθέματα πουριού στην εσωτερική επιφάνεια οικιακών συσκευών. Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία αντιθέτως έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωση των καρδιοαγγειακών παθήσεων.

Δεν υπάρχουν προδιαγραφές για την τιμή της σκληρότητας του πόσιμο νερού στην υγειονομική διάταξη.

Η σκληρότητα του νερού μετριέται σε mg CaCO₃/l , σε Γερμανικούς βαθμούς, και σε Γαλλικούς βαθμούς.

Για την μετατροπή από τη μία μονάδα μέτρησης σε άλλη ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις :

- 1) 1 Γαλλικός βαθμός = 0,56 Γερμανικοί
- 2) 1 Γερμανικός βαθμός = 1,79 Γαλλικοί
- 3) 1 Γαλλικός βαθμός = 10 mg CaO/l
- 4) 1 Γερμανικός βαθμός = 17,9 mg CaCO₃/l

(ΕΥΑΘ, 2010)

Πίνακας 5: Χαρακτηρισμός των νερών ανάλογα με το επίπεδο σκληρότητας (ΕΥΑΘ, 2010)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΝΕΡΟΥ	ΓΑΛΛΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ	mg CaCO₃/L
ΠΟΛΥ ΜΑΛΑΚΑ ΝΕΡΑ	0-7,16	0-4	0-71,6
ΜΑΛΑΚΑ	7,16-14,32	4-8	71,6-143,2
ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	14,32-21,48	8-12	143,2-214,8
ΣΧΕΤΙΚΑ ΣΚΛΗΡΑ	21,48-32,22	12-18	214,8-322,2
ΣΚΛΗΡΑ	32,22-53,70	18-30	322,2-537,0
ΠΟΛΥ ΣΚΛΗΡΑ	>53,70	>30	>537,0

2.2. Επίδραση του νερού στην παρασκευή άρτου και αρτοσκευασμάτων

Η σημασία της ποιότητας του νερού για την αρτοποιία έχει πολύ μεγάλη σημασία και απαιτεί ενδεδειγμένη διερεύνηση. Το είδος και το ποσοστό των διαφόρων συστατικών του, επηρεάζουν τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων (Δημόπουλος, 1987).

Σκληρό νερό ορίζεται το νερό που περιέχει ποσότητα αλάτων ασβεστίου ή μαγνησίου και μαλακό νερό ορίζεται το νερό που περιέχει λίγα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου αδυνατίζοντας τη γλουτένη και δημιουργώντας ένα ζυμάρι μαλακό και κολλώδες. Τα άλατα που προέρχονται στο ζυμάρι από το νερό είναι πολύ λίγα. Παίζουν όμως σημαντικό ρόλο στις ρεολογικές ιδιότητες και την εμφάνιση των τελικών προϊόντων και κυρίως στο ψωμί (Μποσδίκος, 2005).

Για το μαλακό νερό, αυτό διορθώνεται με τη προσθήκη φωσφορικού ασβεστίου που λειτουργεί ως διορθωτικό. Το ανθρακικό νάτριο και το οξείδιο του μαγνησίου μόνο σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις ασκούν επίδραση. Άλλες έρευνες έδειξαν ότι τα χλωριούχα και φθοριούχα άλατα του νερού έχουν μικρή επίδραση στο ζυμάρι.

Από μικροβιολογική άποψη δεν πρέπει να περιέχεται στο νερό μικροβιολογικό φορτίο διότι μπορεί κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης να αναπτυχθούν αυτοί οι μικροοργανισμοί και να παραμείνουν στο τελικό προϊόν. Συνεπώς, πριν τη χρήση του νερού στην αρτοποιία θα πρέπει να γίνεται αποστείρωση του και έλεγχος για το αν τηρούνται οι απαραίτητες προδιαγραφές πόσιμου νερού. Από χημική άποψη η χρήση πολύ μαλακού νερού έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία μαλακού, κολλώδους ζυμαριού το οποίο δεν συγκρατεί το διοξείδιο του άνθρακα και επιβραδύνει η δράση της μαγιάς με αποτέλεσμα να μην έχουμε το σωστό φούσκωμα. Αντίθετα, η χρήση πολύ σκληρού νερού σκληραίνει τη δομή της γλουτένης και δυσκολεύει τη διαφυγή του διοξειδίου του άνθρακα με αποτέλεσμα το ζυμάρι να μη επεξεργάζεται εύκολα και να καθυστερείται η ζύμωση. Νερό με αλκαλικό pH ή υψηλή αλκαλικότητα μειώνει τη δράση της μαγιάς λόγω δημιουργίας αλκαλικού περιβάλλοντος ενώ με την ύπαρξη βαρέων μετάλλων μπορεί να δηλητηριαστεί η μαγιά και να μειωθεί ή ακόμα και να διακοπεί τελείως η λειτουργία της. Αντίθετα, ο σίδηρος και το μαγγάνιο δεν έχουν κάποια επίδραση στη μαγιά αλλά μερικές φορές χρωματίζουν το ζυμάρι, γεγονός που είναι ανεπιθύμητο. Πολλές φορές η παρουσία αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου είναι επιθυμητή στη ζύμωση και στην ενυδάτωση της δομής της γλουτένης με αποτέλεσμα να μειώνουν το χρόνο ωρίμανσης υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι οι συγκεντρώσεις είναι τέτοιες που να δίνουν μέτρια σκληρότητα. Έτσι, τα άλατα ψευδαργύρου σε χαμηλές συγκεντρώσεις αυξάνουν την δραστηριότητα

της μαγιάς, ενώ τα αμμωνιακά και τα φωσφορικά άλατα είναι θρεπτικά συστατικά της γεγονός που η παρουσία τους στο νερό ευνοεί το ρυθμό ζύμωσης.

Ανεπιθύμητα αποτελέσματα έχει η ύπαρξη ελεύθερου χλωρίου στο νερό που λόγω της υψηλής οξειδωτικής του ικανότητας καταστρέφει τα κύτταρα της μαγιάς και έτσι δεν έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα κατά την ωρίμανση. Επίσης, το νερό που περιέχει ελεύθερο χλώριο μέχρι το τελικό προϊόν προκαλεί ανεπιθύμητες αλλοιώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Σε αντίθετη κατεύθυνση ευρίσκεται η δράση του χλωρίου στο άμυλο, διογκώνοντας τους κόκκους του και αυξάνει την ευκολία διασποράς της γλουτένης. Και στις δυο περιπτώσεις έχουμε αύξηση της απορρόφησης του νερού που τελικά έχει σαν αποτέλεσμα την ελαφρά μείωση του χρόνου ανάπτυξης. Η θερμοκρασία του προστιθέμενου νερού είναι μια σημαντική παράμετρος στην επίτευξη του τελικού επιθυμητού προϊόντος. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται κρύο νερό 2 – 3 °C καθώς και ποσοστό θρυμματισμένου πάγου, έτσι ώστε η θερμοκρασία της ζύμης, μετά το ισχυρό ζύμωμα να είναι μεταξύ 18 – 22 °C με σκοπό να αδρανοποιηθεί η δράση της μαγιάς. Σε περίπτωση υψηλότερων θερμοκρασιών αρχίζει να ενεργοποιείται η μαγιά, κάτι που κάνει το ζυμάρι να φουσκώνει και να έχει απώλεια τόσο ζυμωτικής ικανότητας όσο και να είναι επιρρεπές σε μηχανικούς τραυματισμούς (Δημόπουλος, 1987).

Πίνακας 6: Επιθυμητή χημική σύσταση νερού που προορίζεται για αρτοποιήση (Κουντούρης, 2007)

ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΝΕΡΟΥ %	
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	mg/l
ΧΛΩΡΙΟ	250
ΧΑΛΚΟΣ	1
ΑΡΣΕΝΙΚΟ	0.01
ΣΙΔΗΡΟΣ	0.25
ΜΑΓΓΑΝΙΟ	0.05
ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	5
ΝΙΤΡΙΚΑ	43
ΦΑΙΝΟΛΕΣ	0.001
ΘΕΠΚΑ	250
ΧΛΩΡΟΦΟΡΜΙΚΑ	0.2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΡΤΟΥ

3.1. Ποιοτικές αναλύσεις αλεύρων τύπου «μαλακό» και «για όλες τις χρήσεις».

Τα άλευρα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή άρτου ήταν τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου κατηγορίας Μ και τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη κατηγορίας Π.

3.1.1. 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 μειονεκτήματά 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).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ζυγίζονται 5 gr δείγματος αλεύρου και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη με εσφυρισμένο πώμα. Προστίθενται 25 ml αλκοόλης η οποία πρωτίστως έχει εξουδετερωθεί με ΚΟΗ 0,02 Ν παρουσία δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Το μείγμα αφήνεται σε κατάσταση ηρεμίας 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 10**). Πολλαπλασιάζονται τα ml KOH 0.02 N που καταναλώθηκαν με τον συντελεστή 0,049 και το παραγόμενο αποτέλεσμα είναι η οξύτητα του αλεύρου εκφρασμένη σε H₂SO₄% (θειικό οξύ επί τοις εκατό) (Βαρζάκας, 2012).



Εικόνα 10: Η τιτλοδότηση του δείγματος με KOH 0.02 N τελειώνει όταν το δείγμα πάρει αυτήν την ανοιχτή ροζ απόχρωση.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 7: Ποσοστό οξύτητας αλεύρου σε H₂SO₄%.

ΤΥΠΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ	Για όλες τις χρήσεις - Αλλατίνη	Μαλακό – Μύλων Αγίου Γεωργίου
ΑΡΧΙΚΗ ΕΝΔΕΙΞΗ	19,6	18,6
ΤΕΛΙΚΗ ΕΝΔΕΙΞΗ	22	19,6
ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΑΝ (ml)	1,5	1
H₂SO₄%	2,4*0,049 % = 0,0735 %	1*0,049 % = 0,049 %

3.1.2. Προσδιορισμός υγρασίας αλεύρων

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).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ζυγίζεται η κάψα πορσελάνης (**Εικόνα 11**) κι έπειτα ζυγίζονται 20 gr 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 της πορσελάνινης κάψας είναι 11,2 gr.



Εικόνα 11: Η κάβα πορσελάνης στην οποία ζυγίζεται και ξηραίνεται σε κλίβανο το αλεύρι.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 8: Μεταβολές βάρους αλεύρων κατά τη διαδικασία ξήρανσης ανά 15 min.

ΤΥΠΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ	Για όλες τις χρήσεις - Αλλατίνη	Μαλακό – Μύλων Αγίου Γεωργίου
gr / 15 min	18.1	17.7
gr / 30 min	17.7	17.6
gr / 45 min	17.6	17.5
gr /60 min	17.5	17.5
gr /75 min	17.5	17.5

Και στους δύο τύπους αλεύρων παρατηρήθηκε η ίδια απώλεια γραμμαρίων υγρασίας άρα το ποσοστό υγρασίας και στα δύο είναι το ίδιο:

Στα 20 gr αλεύρου 2,5 gr υγρασίας
Στα 100 gr αλεύρου x; gr υγρασίας
x = 12.5% υγρασία

3.1.3. Προσδιορισμός υγρής γλουτένης, ξηρής γλουτένης και ικανότητας ενυδάτωσης της γλουτένης αλεύρων

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 γλοιαδίνη (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). Έχει την ικανότητα να σχηματίζει κυψελωτό πλέγμα κατά τη διάρκεια της αρτοποιήσης και να συγκρατεί τα αέρια που παράγονται με την αλκοολική ζύμωση των σακχάρων. Τα δυνατά άλευρα έχουν ισχυρή και μεγάλης ποσότητας γλουτένης, μεγάλη απορρόφηση του νερού και δίνουν πολύ αφράτο ψωμί. Η πρωτεΐνη του αλεύρου καθορίζει την αντοχή του (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 (Αρβανιτογιάννης κ.α. 2008).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ζυγίζονται 20 gr 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 12**). 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 13**) (Βαρζάκας, 2012).



Εικόνα 12: Υγρή γλουτένη.



Εικόνα 13: Ξηρή γλουτένη.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 9: Υπολογισμός υγρής γλουτένης, ξηρής γλουτένης και ικανότητας ενυδάτωσης γλουτένης.

ΤΥΠΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ	Για όλες τις χρήσεις - Αλλατίνη	Μαλακό – Μύλων Αγίου Γεωργίου
ΒΑΡΟΣ ΖΥΜΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΜΑΛΑΞΗ (gr)	6.1	6.3
ΥΓΡΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ (%)	$5 \cdot 6.1 = 30.5 \%$	$5 \cdot 6.3 = 31.5 \%$
ΞΗΡΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ (gr)	3.6	3.7
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ (E) (%)	$E = \frac{ΥΓ - ΞΓ}{ΥΓ} \cdot 100 = 40,98\%$	$E = \frac{ΥΓ - ΞΓ}{ΥΓ} \cdot 100 = 41,27\%$

3.1.4. Προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης Zeleny αλεύρων

Η διόγκωση του γλουτενικού κλάσματος σε διάλυμα αλεύρου και γαλακτικού οξέος επηρεάζει τον ρυθμό καθίζησης του αλεύρου στο διάλυμα αυτό. Η υψηλή περιεκτικότητα σε συνδυασμό με πολύ καλής ποιότητας γλουτένης προκαλούν βραδύτερη καθίζηση και δίνουν υψηλότερες τιμές στην δοκιμή καθίζησης. Η τιμή καθίζησης κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος είναι μέτρο της αρτοποιητικής ικανότητας και αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο εκτίμησης τη Επηρεάζεται τόσο από την ποσότητα όσο και από την ποιότητα της γλουτένης, δύναμης του σταριού. (ICC, 1994)

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).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ζυγίζεται το δείγμα και τοποθετείται σε κύλινδρο 100 ml. Προστίθενται 50 ml διαλύματος bromophenol blue στον κύλινδρο δοκιμής (**Εικόνα 14**). 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 15**) και παρατηρείται ο όγκος του ιζήματος που έχει σχηματιστεί. Η ένδειξη προσδιορίζει το βαθμό ιζηματογένεσης Zeleny (Βαρζάκας, 2012).

Πίνακας 10: Βαθμός ιζηματογένεσης μετά από 5 min και 10 min ανάπαυσης.

ΤΥΠΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ	Για όλες τις χρήσεις - Αλλατίνη	Μαλακό – Μύλων Αγίου Γεωργίου
ΒΑΘΜΟΣ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ ZELENYΣE 5 min	7.5	8.5
ΒΑΘΜΟΣ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ ZELENYΣE 10 min	12	13



Εικόνα 14: Βρομοφαινόλ μπλε στον κύλινδρο δοκιμής.



Εικόνα 15: ο κύλινδρος δοκιμής σε κατάσταση ηρεμίας.

3.1.5. Προσδιορισμός τέφρας αλεύρων

Η περιεκτικότητα ενός αλεύρου σε τέφρα αποτελεί ένδειξη της καθαρότητας ή του τραβήγματος αυτού, δηλαδή κατά πόσο περιέχει πίτυρο ή μέρος του φύτρου που είναι πλούσια σε ανόργανα συστατικά. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα επιτρεπόμενα όρια τέφρας αναλόγως του βαθμού τραβήγματος παρατηρούνται στον Πίνακα 11:

Πίνακας 11: Επιτρεπόμενα όρια τέφρας ανάλογα με το βαθμό τραβήγματος

Τράβηγμα	Τέφρα %
70%	0,75 ή 0,65
78%	0,75
85%	0,90-0,95
90%	1,25-1,35

Η ποσότητα της τέφρας εκτός από τον βαθμό του τραβήγματος, επηρεάζεται από τα εξής:

- 1) Την ποικιλία του σιταριού
- 2) Το καθάρισμα και το πλύσιμο του σιταριού.
- 3) Το κοντισιονάρισμα
- 4) Τον τρόπο αλέσεως (Βαρζάκας, 2012).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Τοποθετείται ποσότητα 4-5 gr αλεύρου σε κάψα πορσελάνης (το οποίο έχουμε ξηράνει για 10 min και τοποθετήσει στον ξηραντήρα για 20 min). Έπειτα το δείγμα τοποθετείται στο πυριαντήριο για 4,5 ώρες στους 600 °C μέχρι πλήρους αποτεφρώσεως. Ψύχεται το δείγμα σε ξηραντήρα για 20 min και ζυγίζεται. Ανάγουμε το αποτέλεσμα σε % περιεκτικότητα.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % = βάρος δείγματος μετά την ξήρανση *100 / βάρος δείγματος πριν την ξήρανση

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 12: Ποσοστό τέφρας

ΤΥΠΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ	Για όλες τις χρήσεις - Αλλατίνη	Μαλακό – Μύλων Αγίου Γεωργίου
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΞΗΡΑΝΣΗ (gr)	5	5
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΞΗΡΑΝΣΗ (gr)	2,1	4,05
ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%)	0,42	0,8

3.1.6. Προσδιορισμός συστατικών νερού

Το νερό παίζει πρωταρχικό ρόλο στο ζυμάρι: ενυδατώνει το αλεύρι, υγραίνει το άμυλο και τις πρωτεΐνες, οι οποίες, αφού μετατραπούν σε γλουτένη, χρησιμεύουν σαν σύνδεσμος στην εισαγωγή του αμύλου στο πλέγμα της γλουτένης, καταλήγοντας έτσι στην δημιουργία ζυμαριού. Το νερό ευνοεί το σχηματισμό της δομής της γλουτένης. Το νερό δημιουργεί υγρό περιβάλλον που είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη των ενζύμων. Από όπου και εάν προέρχεται θα πρέπει να είναι πόσιμο και σε σπάνιες περιπτώσεις επιδρά στην τελική γεύση του ψωμιού.

Καθιστώντας ένα νερό πιο μαλακό με αυξημένο βαθμό σκληρότητας, διευκολύνουμε την χρήση του σε όλους τους τομείς. Όμως ένα πολύ μαλακό νερό επιδρά αρνητικά στην συνεκτικότητα του ζυμαριού, ενώ ένα σκληρό νερό επιδρά επίσης αρνητικά στην εκτατότητα του ζυμαριού γεγονός που και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να αποβεί αρνητικό στην γεύση του ψωμιού.

Τα άλατα στο ζυμάρι, που προέρχονται από το νερό είναι πολύ λίγα, όμως παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού καθώς και στην εμφάνιση των τελικών προϊόντων του ψωμιού καθώς και σε παρόμοια προϊόντα.

Τα άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου κάνουν το ζυμάρι πιο σφιγτό και αυτό οφείλεται στις αντιδράσεις της γλουτένης και των ιόντων του. Αν το νερό είναι μαλακό, έχει λίγα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου με αποτέλεσμα να αδυνατίζει την γλουτένη κάνοντας το ζυμάρι πιο μαλακό και κολλώδες.

Τα νερά που έχουν υψηλό pH ανεβάζουν και το pH του ζυμαριού επιβραδύνοντας την ζύμωση (Βαρζάκας, 2012).

Στην παρούσα μελέτη εξετάσθηκαν οι συμπεριφορές των ζυμαριών από άλευρα τύπου «μαλακό – Αλλατίνη» και «για όλες τις χρήσεις – Μύλων Αγίου Γεωργίου» κατά την ανάμειξή τους με νερό πόσιμο από τις εξής έξι διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας: Τρίπολη Ν. Αρκαδίας, Σκάλα Ν. Λακωνίας, Ασπρόχωμα Ν. Μεσσηνίας, Καρδίτσα Ν. Καρδίτσας, Προφήτης Ηλίας Ν. Ηρακλείου Κρήτης, Παραμυθιά Ν. Θεσπρωτίας. Η επιλογή των δειγμάτων έγινε τυχαία. Τα δείγματα συλλέχθηκαν σε γυάλινες φιάλες από αγωγούς οικιακής ύδρευσης και έχουν αξιολογηθεί από τον αρμόδιο φορέα κάθε περιοχής ως πόσιμα και κατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση. Ωστόσο στα δείγματα αυτά μετρήθηκε το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ολικά άλατα και παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 13: Το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ολικά άλατα διαφορετικών δειγμάτων νερού.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ	pH	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (EC) (μs/cm)	ΟΛΙΚΑ ΆΛΑΤΑ {(EC*10⁶)*0.65}
ΑΡΚΑΔΙΑ	7,61	323	21
ΛΑΚΩΝΙΑ	7,57	662,5	43.1
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	7,02	596	38.7
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	7,22	204,5	13.3
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	7,9	598	38.9
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ	7,04	403,5	26.2

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του βαθμού σκληρότητας του νερού, δηλαδή η περιεκτικότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3 mg/l) παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 14: Περιεκτικότητα δειγμάτων νερού σε ανθρακικό ασβέστιο.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ	CaCO_3 (mg/l)
ΑΡΚΑΔΙΑ	70
ΛΑΚΩΝΙΑ	116
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	219
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	64
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	141
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ	176

3.1.7. Προσδιορισμός ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών με τη χρήση αλβεογράφου

Στις εργαστηριακές μεθόδους που αφορούν την γλουτένη συμπεριλαμβάνονται οι μέθοδοι που προσδιορίζουν την συνεκτικότητα και την ελαστικότητα του ζυμαριού που παράγεται από το δείγμα αλεύρου. Τα όργανα που μετρούν την αντίσταση, την αντοχή και την εκτατότητα της γλουτένης είναι ο φαρινογράφος, ο εξτενσιογράφος και ο αλβεογράφος. Τα τρία αυτά μηχανήματα είναι αξιόπιστα και γι' αυτό χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην βιομηχανία τροφίμων για την μελέτη της συμπεριφοράς των ζυμαριών που υφίστανται παραμόρφωση από την επίδραση των δυνάμεων διάτμησης, έλξης, πίεσης και βαρύτητας.

Εξετάζοντας ρεολογικά το ζυμάρι αντί για τη γλουτένη αυτή καθαυτή, λαμβάνονται αποτελέσματα πιο κοντά στο πως θα συμπεριφερθεί το ζυμάρι κατά την αρτοποιήση. Στα αποτελέσματα εμφανίζονται και οι συνέπειες από την επίδραση των υπολοίπων παραγόντων του αλεύρου που επηρεάζουν την

γλουτένη (π.χ. άμυλο, αλάτι, βελτιωτικά) διότι αυτοί οι παράγοντες θα υπάρχουν και κατά την αρτοποιήση.

Ο φαρινογράφος είναι ένα τυποποιημένο εργαστηριακό ζυμωτήριο με ενσωματωμένο μηχανισμό που μετρά κάθε στιγμή την συνεκτικότητα του παραγόμενου ζυμαριού. Το ζυμάρι έπειτα μετριέται στον εξτενσιογράφο όπου εκτείνεται μέχρι να κοπεί στα δύο και μετρούνται η αντίστασή του στην έκταση, το μήκος στο οποίο εκτείνεται και η ενέργεια που απαιτείται για να εκταθεί μέχρι να σπάσει. Στην ίδια αρχή βασίζεται και ο αλβεογράφος Chorin (Κεφάλας, 2009).

Αυτό που εξετάσθηκε στη μελέτη αυτή, ήταν η συμπεριφορά των ζυμαριών όταν το νερό μάλαξης της ζύμης εντός του αλβεογράφου έγινε με νερό έξι διαφορετικών συνδυασμών χαρακτηριστικών.

ΑΛΒΕΟΓΡΑΦΟΣ CHORIN

Στην παρούσα μελέτη για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς των ζυμαριών, όπως προαναφέρθηκε, έγινε χρήση του αλβεογράφου Chorin. 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. Αυτό καθιστά την αλβεογραφία πιο ρεαλιστική από την εξτενσιογραφία. Επίσης η αλβεογραφία είναι πολύ πιο σύντομη μέθοδος και δίνει άμεσα αποτελέσματα. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της αλβεογραφίας είναι πως αν πρόκειται να συγκριθούν σιτάρια που δεν έχουν προσβληθεί από πεντατομίτες, είναι πολύ βολική από την άποψη ότι μπορεί να δώσει άμεσα και επαναλήψιμα αποτελέσματα (Κεφάλας, 2009).

Με το πέρας των αναλύσεων στα δείγματα αλεύρων και τα δείγματα νερού, η διαδικασία της ρεολογικής συμπεριφοράς στον αλβεογράφο μπήκε σε εφαρμογή.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η μέτρηση των αρτοποιητικών ιδιοτήτων των αλεύρων με βάση εμπειρικές παρατηρήσεις κατά τη χρήση ενός προτύπου οργάνου γίνεται σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο Chorin.

Ο αλβεογράφος αποτελείται από τρία βασικά μέρη (Εικόνα 16):

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

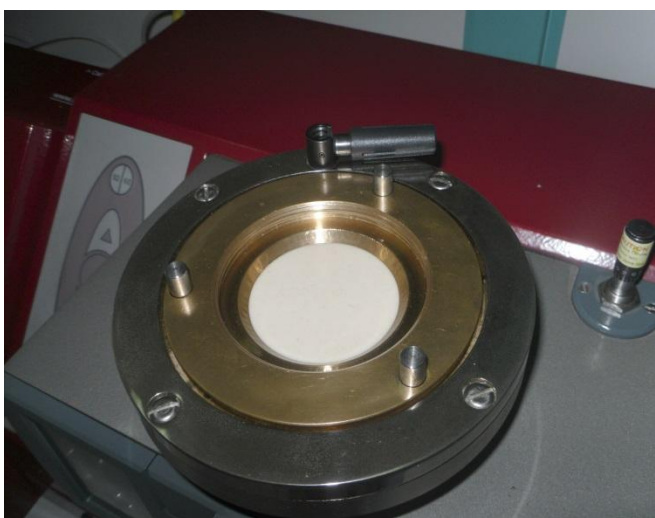


Εικόνα 16: Αλβεογράφος Chopin.

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 gr 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 ανοξείδωτου 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 17**) και γίνεται η διόγκωσή του με αέρα (**Εικόνα 18**). Κατά την διόγκωση το καταγραφικό όργανο χαράσσει ένα διάγραμμα σύμφωνο με τη μεταβολή της πίεσης (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982).



Εικόνα 17: Η ζύμη πριν την διοχέτευση αέρα στο τμήμα διόγκωσης του αλβεογράφου.



Εικόνα 18: 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 άλευρα 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).

Πίνακας 15: Μέσος όρος των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου «μαλακό»

	ΑΡΚΑΔΙΑ	ΛΑΚΩΝΙΑ	ΜΕΣΣΗΝΙΑ	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑ
P (mm H₂O)	37	46	47	44	47	42
L (mm)	43	33	22	37	29	29
G	14.6	12.8	10.4	13.5	12	12
W (10⁻⁴J)	42	48	39	49	46	38
P/L	0.86	1.39	2.14	1.19	1.62	1.45
Ie%	7.2	0	0	0	0	0
W (0) 10⁻⁴ J	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 16: Μέσος όρος των αποτελεσμάτων του συνόλου των αλβεογραφικών μετρήσεων σε ζυμάρι από αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις»

	ΑΡΚΑΔΙΑ	ΛΑΚΩΝΙΑ	ΜΕΣΣΗΝΙΑ	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ
P (mm H₂O)	66	82	82	77	78	78
L (mm)	74	49	33	60	65	56
G	19,1	15,6	12,8	17,2	17,9	16,7
W (10⁻⁴J)	185	165	121	173	177	169
P/L	0,89	1,67	2,48	1,28	1,2	1,39
Ie%	60,1	55,7	0	53,8	50,5	54,4
W (0) 10⁻⁴ J	0	0	0	0	0	0

3.1.8. Παρασκευή άρτου και οργανοληπτικός έλεγχος

Η παρασκευή των άρτων έγινε με βάση την απλή συνταγή που περιέχει 1 kg αλεύρι, 8 gr ξηρή μαγιά, 6 gr αλάτι και νερό όσο χρειαστεί. στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται τα ml νερού που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε άρτο. Να σημειωθεί εδώ πως έγινε χρήση 200 gr αλεύρου, 1,6 gr ξηρής μαγιάς και 1,2 gr αλατιού (Εικόνες 19-41).

Πίνακας 17: ml νερού που καταναλώθηκαν για την παρασκευή του κάθε άρτου.

ml νερού που καταναλώθηκε στην παρασκευή άρτου με μαλακό αλεύρι – Αλλατίνη	
ΑΡΚΑΔΙΑ	90
ΛΑΚΩΝΙΑ	80
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	105
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	86
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ	104
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	110

ml νερού που καταναλώθηκε στην παρασκευή άρτου με αλεύρι για όλες τις χρήσεις – Μύλων Αγίου Γεωργίου	
ΑΡΚΑΔΙΑ	96
ΛΑΚΩΝΙΑ	80
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	120
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	96
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ	102
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	110

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) Το χρώμα της κόρας και της ψίχας
- 2) Το πορώδες της ψίχας
- 3) Η οσμή
- 4) Η τραγανότητα
- 5) Η γεύση

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 10, όπου στο 1 είναι «άριστα» και στο 10 «χείριστα». Ο μέσος όρος των βαθμολογιών τους παρουσιάζεται στους πιο κάτω πίνακες.

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

Πίνακας 18: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων που έχουν παρασκευασθεί με μαλακό αλεύρι.

	ΓΕΥΣΗ	ΑΡΩΜΑ	ΧΡΩΜΑ ΚΟΡΑΣ	ΧΡΩΜΑ ΨΙΧΑΣ	ΤΡΑΓΑΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΟΡΑΣ
ΑΡΚΑΔΙΑ	1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,1
ΛΑΚΩΝΙΑ	1,2	1,4	1,5	1,2	1,2	1,2
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	1,2	1,4	1,2	1,2	1,2	1,4
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1	1,2
ΘΕΣΠΡΩΤΙΑ	1,4	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,4

Πίνακας 19: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου άρτων που έχουν παρασκευασθεί με αλεύρι για όλες τις χρήσεις.

	ΓΕΥΣΗ	ΑΡΩΜΑ	ΧΡΩΜΑ ΚΟΡΑΣ	ΧΡΩΜΑ ΨΙΧΑΣ	ΤΡΑΓΑΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΡΩΔΕΣ ΚΟΡΑΣ
ΑΡΚΑΔΙΑ	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2
ΛΑΚΩΝΙΑ	1,3	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2
ΜΕΣΣΗΝΙΑ	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3
ΚΑΡΔΙΤΣΑ	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2
ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑ	1,2	1,3	1,2	1,4	1,4	1,3
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1

Παρακάτω παρουσιάζονται οι άρτοι που παρασκευάστηκαν από τον συνδυασμό των διαφόρων δειγμάτων νερού και αλεύρων.



Εικόνα 19: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Αρκαδία.



Εικόνα 20: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Αρκαδία.



Εικόνα 21: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Αρκαδία.



Εικόνα 22: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Αρκαδία.



Εικόνα 23: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Λακωνία.



Εικόνα 24: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Λακωνία.



Εικόνα 25: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Λακωνία.



Εικόνα 26: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Λακωνία.



Εικόνα 27: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Μεσσηνία.



Εικόνα 28: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Μεσσηνία.



Εικόνα 29: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Μεσσηνία.



Εικόνα 30: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Μεσσηνία.



Εικόνα 31: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Καρδίτσα.



Εικόνα 32: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Καρδίτσα.



Εικόνα 33: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Καρδίτσα.



Εικόνα 34: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Καρδίτσα.



Εικόνα 35: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Θεσπρωτία.



Εικόνα 36: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Θεσπρωτία.



Εικόνα 37: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από την Θεσπρωτία.



Εικόνα 38: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από την Θεσπρωτία.



Εικόνα 39: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.



Εικόνα 40: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.



Εικόνα 41: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «μαλακό» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.



Εικόνα 42: Άρτος που παρασκευάστηκε με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» και νερό από το Ηράκλειο Κρήτης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναλύοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις διάφορες αναλύσεις των δύο τύπων αλεύρου που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα, ελήφθησαν πολύτιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά τους. Σχετικά με την οξύτητα τους παρατηρήθηκε πως και τα δύο ήταν εντός των ορίων του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, δηλαδή 0,08 H₂SO₄%, με το αλεύρι τύπου «μαλακό» να έχει 0,0735 H₂SO₄%, ενώ το αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» να έχει 0,049 H₂SO₄%. Η υγρασία και των δύο τύπων αλεύρου ήταν 12,5% με ανώτατο επιτρεπόμενο όριο 13%. Στην μέτρηση όμως της Ικανότητας Συγκράτησης Υγρασίας για κανένα από τα δύο άλευρα τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά. Ενώ θα έπρεπε η ΙΣΥ να κυμαίνεται στο 60% - 70%, για το αλεύρι τύπου «μαλακό» ήταν μόλις 40,98% και για το αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις» ήταν 41,27%. Η τιμή καθίζησης για το αλεύρι τύπου «μαλακό» ήταν 13 ενώ για το τύπου «για όλες τις χρήσεις» ήταν 12. Αν και ήταν εντός ορίων (8-78), και τα δύο άλευρα, παρατηρείται πως είχαν πολύ χαμηλή πρωτεΐνη και αδύνατη γλουτένη. Τέλος, όσον αφορά την τέφρα των δύο αλεύρων ήταν και των δύο τύπων αλεύρου σε φυσιολογικές τιμές για τις αντίστοιχες κατηγορίες τους, δηλαδή 0,8% για το αλεύρι τύπου «μαλακό» και 0,42% για το αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις».

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.

Όσον αφορά τη σκληρότητα του νερού, αναμέναμε πως όσο πιο σκληρό το νερό τόσο πιο σφιχτή και ανελαστική θα ήταν η ζύμη που θα παραγόταν από αυτό και το όποιο από τους δύο τύπους αλεύρου χρησιμοποιήθηκαν.

Το δείγμα νερού από την Μεσσηνία (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Εικόνες 44 & 50**) παρουσίασε τον μεγαλύτερο βαθμό σκληρότητας σε σχέση με τα υπόλοιπα πέντε δείγματα και κατατάσσεται στην κατηγορία των «σχετικά σκληρών» νερών. Αυτό που παρατηρήθηκε στο αλβεογράφημα ήταν ότι και με τους δύο συνδυασμούς αλεύρου και νερού από την Μεσσηνιακή περιοχή, η αντοχή (P) ήταν μεγαλύτερη ενώ η εκτατότητα (L) ήταν η μικρότερη έναντι των άλλων συνδυασμών. Παρατηρήθηκε επίσης ο λόγος P/L

να φτάνει στο 2,14, κάτι το οποίο μας δείχνει ότι το σκληρό νερό επηρέασε την δομή της γλουτένης σκληραίνοντάς την και άρα καθιστώντας την μη χρηστική. Γενικότερα η χρήση του νερού από την Μεσσηνία έδωσε ακραίες τιμές κάτι το οποίο είναι αρνητικό στοιχείο για την Παρασκευή καλού άρτου.

Δεύτερο πιο σκληρό νερό αποδείχθηκε αυτό το οποίο προερχόταν από τον νομό Θεσπρωτίας (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Εικόνες 46 & 52**), το οποίο χαρακτηρίζεται ως «ημίσκληρο». Ένα μέτριο νερό το οποίο έδωσε και μέτρια αποτελέσματα στις ρεολογικές μετρήσεις που προέκυψαν από τον αλβεογράφο. Θεωρητικά θα μπορούσε να ήταν ο καλύτερος συνδυασμός νερού και αλεύρου αλλά τα αποτελέσματα που αναλύονται παρακάτω μας έκαναν να απορρίψουμε το γεγονός αυτό.

Τα δείγματα νερού από τους νομούς Αρκαδίας και Καρδίτσας κατατάσσονται στην κατηγορία των «πολύ μαλακών» νερών. Ο συνδυασμός νερού Αρκαδίας (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Εικόνες 42 & 48**) και αλεύρου και των δύο κατηγοριών έδωσε την χαμηλότερης τιμή αντοχής ζύμης και ενυδάτωσης γλουτένης, καθώς και την υψηλότερη τιμή εκτατότητας ζύμης, άρα συμπερασματικά δεν θα μπορούσε να πάρει τον τίτλο του καλύτερου συνδυασμού νερού και αλεύρου προς παρασκευή άρτου. Ο συνδυασμός νερού Καρδίτσας (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Εικόνες 45 & 51**) και αλεύρου και των δύο κατηγοριών έδωσε μέτρια αποτελέσματα αντοχής και εκτατότητας και πάρα πολύ καλής ενυδάτωσης γλουτένης.

«Μαλακά νερά» θεωρούνται τα νερά που προέρχονταν από τους νομούς Λακωνίας και Ηρακλείου Κρήτης. Ο συνδυασμός νερού Λακωνίας (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Εικόνες 43 & 49**) και αλεύρου και των δύο κατηγοριών δεν έδωσε σημαντικά αποτελέσματα πέρα από την πολύ καλή αντοχή της ζύμης.

Τελικώς, ο καλύτερος συνδυασμός που παρατηρήθηκε ήταν ο συνδυασμός (έναντι όλων των υπολοίπων) ήταν του μαλακού νερού Ηρακλείου Κρήτης (**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, Εικόνες 47 & 53**) με αλεύρι τύπου «για όλες τις χρήσεις». Ο συνδυασμός των αποτελεσμάτων της αντοχής, της εκτατότητας και της ποιότητας της γλουτένης ήταν αυτά που συνέβαλαν καθοριστικά στον προσδιορισμό αυτού ως τον καλύτερο συνδυασμό, μιας και ήταν οι δύο πρώτες ήταν πολύ καλές αλλά και η ποιότητα της γλουτένης που ορίζεται από τον λόγο τους ήταν άριστη καθώς ήταν ακριβώς στο 1,2.

Ακόμη και στον οργανοληπτικό έλεγχο που έγινε, παρόλο που οι αποκλίσεις ήταν πολύ μικρές, την καλύτερη βαθμολογία συγκέντρωσαν τα δείγματα άρτου που είχαν παρασκευασθεί με νερό από την περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι, με νερό ακραίας σκληρότητας η γλουτένη πρακτικά αχρηστεύεται λόγω της επίδρασης των αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου σε αυτή, καθώς επίσης δυσχεραίνεται και η εκτατότητα του ζυμαριού. Επιπλέον, το πολύ μαλακό νερό είναι υπεύθυνο για το αδυνάτισμα της γλουτένης, κάτι το οποίο καθιστά το ζυμάρι μαλακό και κολλώδες και έτσι προκύπτει κακή συνεκτικότητα του ζυμαριού. Τελικά, αυτό που γίνεται αντιληπτό είναι πως, με νερό μαλακό προς ημίσκληρο μπορεί να παραχθεί αρκετά καλής ποιότητας άρτος, εφόσον βέβαια και το αλεύρι έχει καλής ποιότητας γλουτένη.

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

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

Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, Μ. (1987). Εργαστηριακές ασκήσεις ποιοτικού ελέγχου σιτηρών. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

Δημόπουλος Ι.Σ., (1987). Τεχνολογία Σιτηρών Ι, Εκδόσεις διδακτικών βιβλίων Αθήνα

ΕΛΣΤΑΤ (2014), Ελληνική Στατιστική Αρχή. <http://www.statistics.gr>.

ΕΛΓΟ Δήμητρα – Ινστιτούτο Σιτηρών (2015), Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός Δήμητρα <http://www.cerealinstitute.gr/>

Εταιρεία ύδρευσης και αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (2010), <http://www.eyath.gr/swift.jsp?extLang=&CMCCode=160604>

Ζαφειριάδης Θ., (2012). Ποιοτικός έλεγχος πρώτων υλών αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής, ΙΕΚ Ξυνή, Θεσσαλονίκη

Καζάζης Ι., (1998). Γενικός ποιοτικός έλεγχος τροφίμων, Εκδόσεις διδακτικών βιβλίων Αθήνας, Αθήνα

Κεφαλάς Σ.Π., (2009), “Τρόφιμα από σιτηρά (Χημεία – Βιοχημεία – Τεχνολογία)”, Εκδόσεις Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.

- Κουντούρης Γ., (2007). Το πρόβλημα του μπαγιατέματος στα αρτοσκευάσματα. Ο αρτοποιός και το ψωμί του, 32, 26-28.
- Κριτσαντώνης Α.,(2006). Σιτάρι, αλεύρι και ψωμί. Ο αρτοποιός και η δουλειά του του,30,32-33
- Κώδικας τροφίμων και ποτών, (2009)
- Μποσδίκος Δ., (2005). «Από το σιτάρι στο ψωμί. – Τεχνολογία αρτοποιήσης.», Εκδόσεις Κορμός
- Ξυνιάς, Ι.Ν. (2004). Βελτίωση Φυτών. Εργαστηριακές Ασκήσεις. ΤΕΙ Καλαμάτας, Αθήνα, pp. 1-136.
- Παπαεμμανουήλ Δ.,(2006). Οι διάφοροι τύποι αλεύρων. Ο αρτοποιός και η δουλειά του,27,32-33
- Σφήκας, Α.Γ. (1984). Ειδική Γεωργία. Ι. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά. Έκδοση Τρίτη. Θεσσαλονίκη, pp. 1-248.
- Ρουσοπούλου Π., (2001). Εργαστηριακές σημειώσεις τεχνολογίας και ελέγχου ποιότητας σιτηρών, Α.Τ.Ε.Ι.Θ.
- Τσιάρας Ν., (1987). Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων ,pp 217-225,Εκδόσεις διδακτικών βιβλίων Αθήνα
- ΥΠΑΑΤ. (2014). Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. <http://www.minagric.gr>.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Belitz, H.D., Grosch, 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.

Grundas, S.T. 2003. Wheat: The crop. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition), Editor-in-Chief: B. Caballero, Eds: L. Trugo and P.M. Finglas, pp. 6130–6137.

Hui Y.H., (2006). Bakery Products, Science and Technology, pp 2-21 Blackwell Publishing. Iowa

International Association for Cereal Chemistry (1994), Generic Methods, Determination of the Sedimentation Value (according to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality

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.

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.

Zaidel A., Chin.N.L., Rahman A., Karim R. (2007). Reological characterisation of gluten from extensibility measurement. Journal of Food Engineering, 86, 549-556.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELLIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE

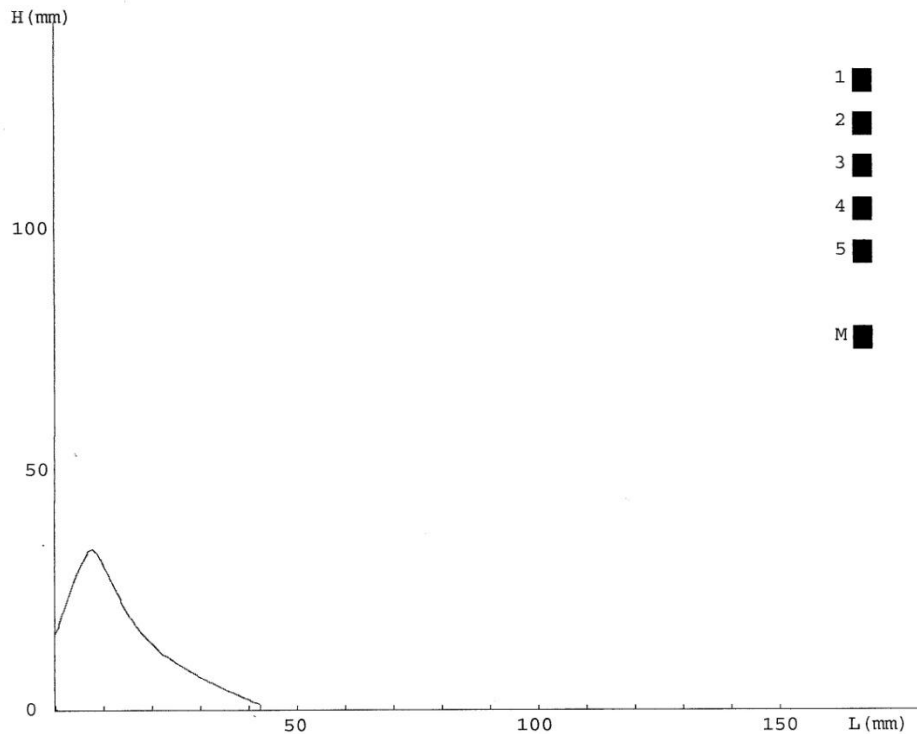
DATE: 20/05/2014
TIME: 14:03

SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V
FILE NAME : 05200000A114

PARAMETERS		RESULTS	
LAB.TEMP.:	LAB.HYGROM.:	P	= 37 mmH2O
FLOUR : M.A.TRIPOLI	MILL :	L	= 43 mm
MOISTURE : 12.50 %		G	= 14.6
PROTEIN :	FN VALUE :	W	= 42 10E-4J
S.D. :	W.A. :	P/L	= 0.86
ZELNY :		Ie	= 7.2 %
ASH CONT.:	EXTRAC.R.:	W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :			

COMMENTS

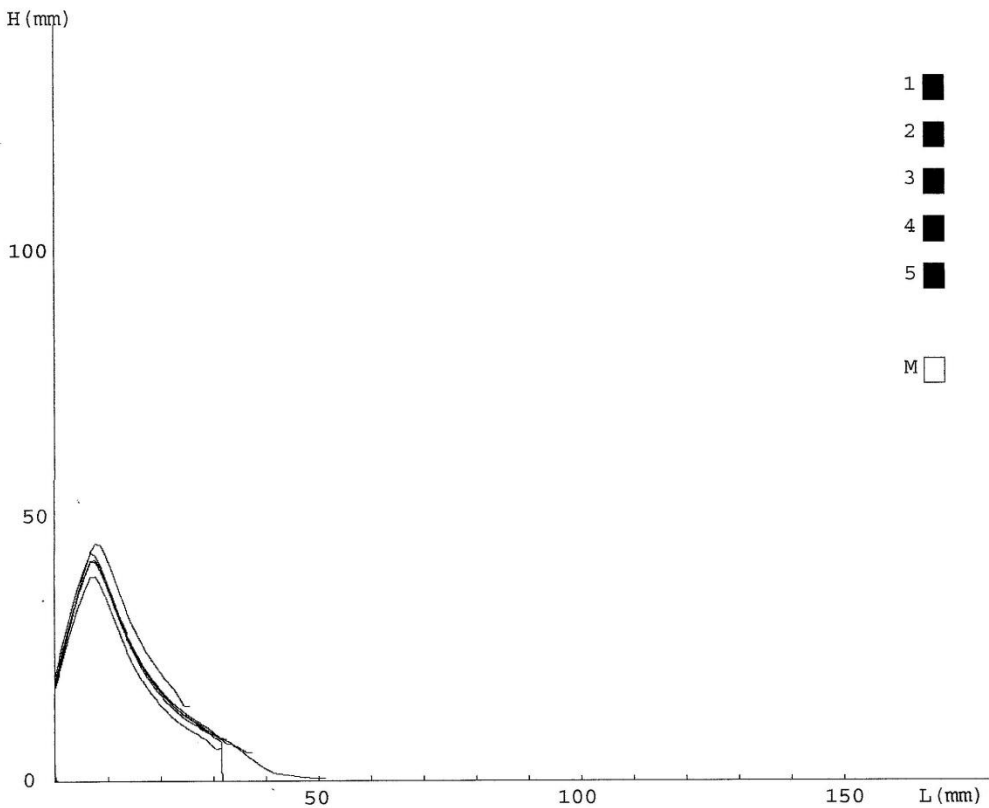
V:d2.10C+5.9



Εικόνα 43: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Τρίπολη, πρωτεύουσα του νομού Αρκαδία

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

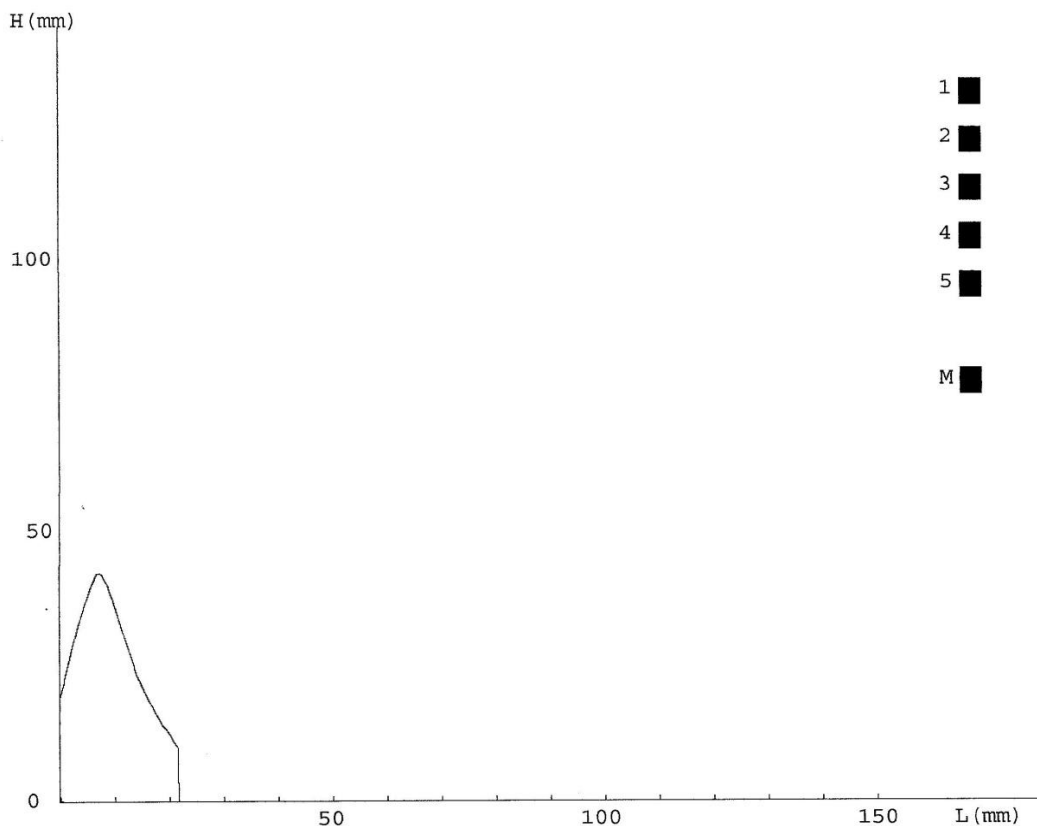
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE		
DATE: 29/05/2014 TIME: 14:17		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 05290002A114
PARAMETERS LAB. TEMP. : LAB. HYGROM. : FLOUR : M.A.SKALA MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : EXTRAC.R. : ASH CONT. : GLUTEN :		RESULTS P = 46 mmH2O L = 33 mm G = 12.8 W = 48 10E-4J P/L = 1.39 Ie = 0.0 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 44: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Σκάλα, κωμόπολη του νομού Λακωνίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

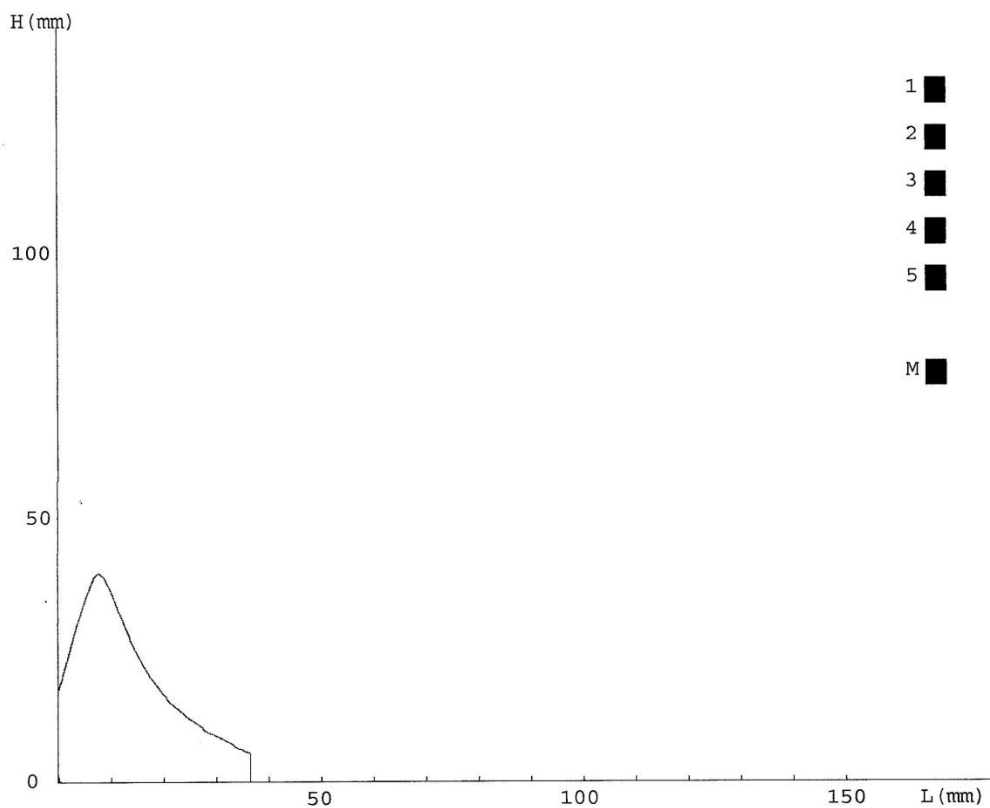
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE		
DATE: 27/05/2014 TIME: 13:01		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 05270001A114
<p style="text-align: center;">PARAMETERS</p> LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.: FLOUR : M.A.KALAMATA MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : ASH CONT.: EXTRAC.R.: GLUTEN :		<p style="text-align: center;">RESULTS</p> P = 47 mmH2O L = 22 mm G = 10.4 W = 39 10E-4J P/L = 2.14 Ie = 0.0 % W(0) = 0 10E-4J
<p style="text-align: center;">COMMENTS</p> <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 45: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από το Ασπρόχωμα, προάστιο του νομού Μεσσηνίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

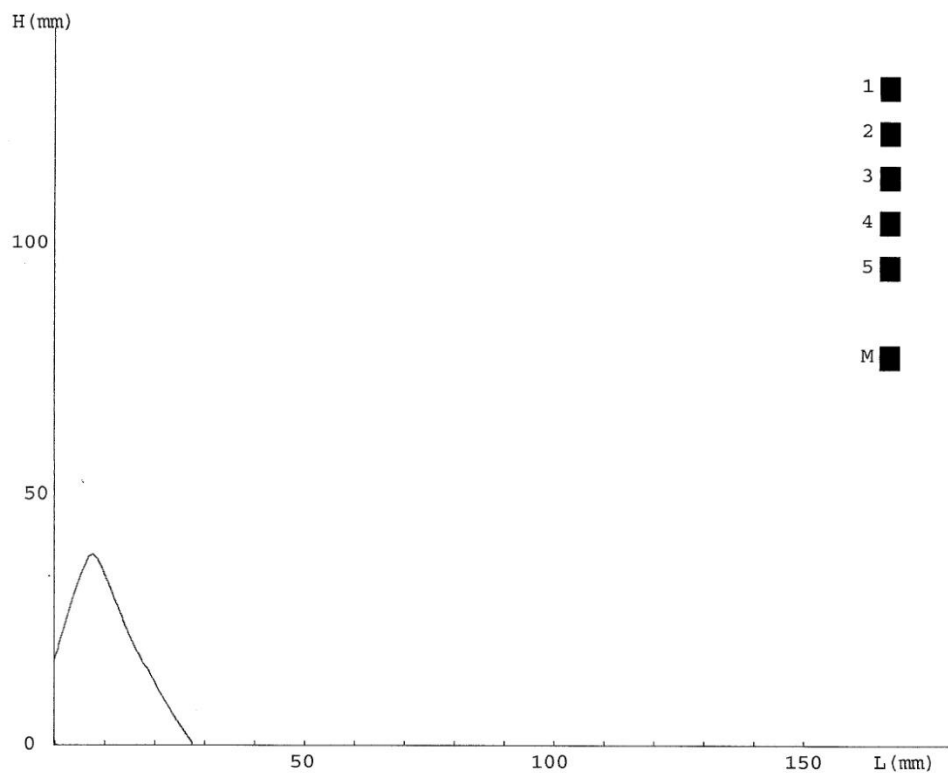
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLENEUVE LA GARENNE		
DATE: 03/06/2014 TIME: 12:54		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 06030000A114
PARAMETERS LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.: FLOUR : M.A.KARDITSA MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : ASH CONT.: EXTRAC.R.: GLUTEN :		RESULTS P = 44 mmH2O L = 37 mm G = 13.5 W = 49 10E-4J P/L = 1.19 Ie = 0.0 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 46: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Καρδίτσα, πρωτεύουσα του νομού Καρδίτσας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

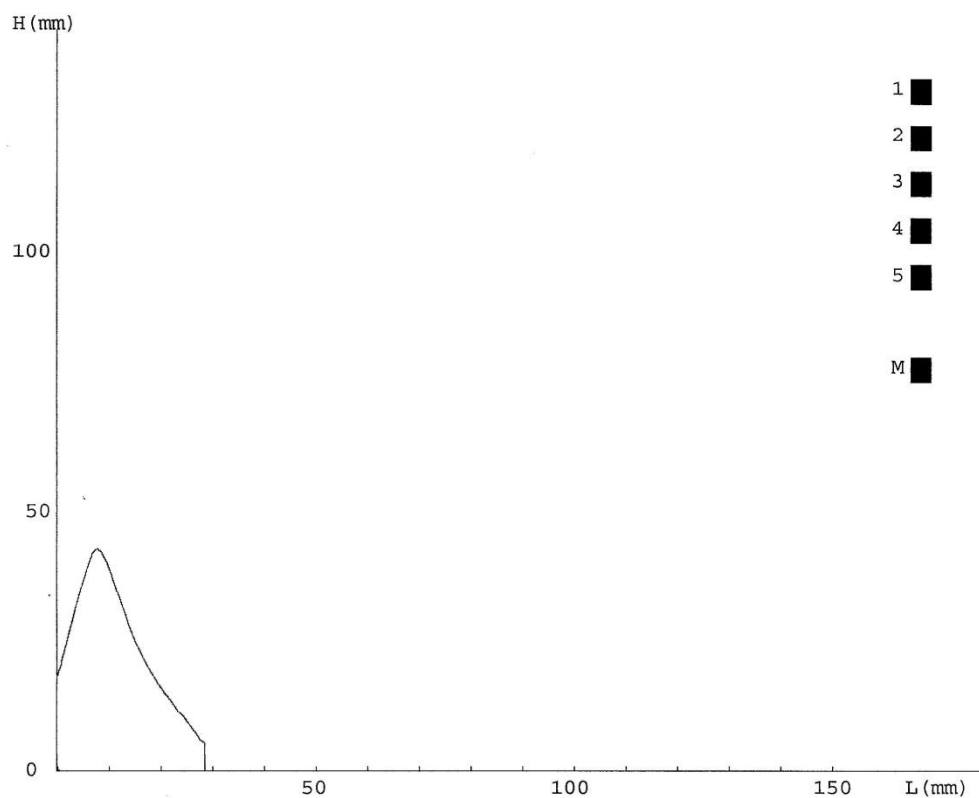
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE																																				
DATE: 05/06/2014 TIME: 15:32		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 06050000A114																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARAMETERS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LAB.TEMP.:</td> <td>LAB.HYGROM.:</td> </tr> <tr> <td>FLOUR : M.A.THESPRWT MILL :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MOISTURE : 12.50 %</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROTEIN :</td> <td>FN VALUE :</td> </tr> <tr> <td>S.D. :</td> <td>W.A. :</td> </tr> <tr> <td>ZELNY :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ASH CONT.:</td> <td>EXTRAC.R.:</td> </tr> <tr> <td>GLUTEN :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PARAMETERS		LAB.TEMP.:	LAB.HYGROM.:	FLOUR : M.A.THESPRWT MILL :		MOISTURE : 12.50 %		PROTEIN :	FN VALUE :	S.D. :	W.A. :	ZELNY :		ASH CONT.:	EXTRAC.R.:	GLUTEN :		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>= 42 mmH2O</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>= 29 mm</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>= 12.0</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>= 38 10E-4J</td> </tr> <tr> <td>P/L</td> <td>= 1.45</td> </tr> <tr> <td>Ie</td> <td>= 0.0 %</td> </tr> <tr> <td>W(0)</td> <td>= 0 10E-4J</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTS		P	= 42 mmH2O	L	= 29 mm	G	= 12.0	W	= 38 10E-4J	P/L	= 1.45	Ie	= 0.0 %	W(0)	= 0 10E-4J
PARAMETERS																																				
LAB.TEMP.:	LAB.HYGROM.:																																			
FLOUR : M.A.THESPRWT MILL :																																				
MOISTURE : 12.50 %																																				
PROTEIN :	FN VALUE :																																			
S.D. :	W.A. :																																			
ZELNY :																																				
ASH CONT.:	EXTRAC.R.:																																			
GLUTEN :																																				
RESULTS																																				
P	= 42 mmH2O																																			
L	= 29 mm																																			
G	= 12.0																																			
W	= 38 10E-4J																																			
P/L	= 1.45																																			
Ie	= 0.0 %																																			
W(0)	= 0 10E-4J																																			
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>																																				



Εικόνα 47: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από την Παραμυθιά, κωμόπολη του νομού Θεσπρωτίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE		
DATE: 04/06/2014 TIME: 15:46		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 06040001A114
PARAMETERS LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.: FLOUR : M.A.PR.HLIAS MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : ASH CONT.: EXTRAC.R.: GLUTEN :		RESULTS P = 47 mmH2O L = 29 mm G = 12.0 W = 46 10E-4J P/L = 1.62 Ie = 0.0 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 48: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «μαλακό» Μύλων Αγίου Γεωργίου με νερό από τον Προφήτη Ηλία, μεγάλου οικισμού του νομού Ηρακλείου (Κρήτη).

ALVEOLINK NG

ALVEO CH

CHOPIN

SOCIETE CHOPIN
20 AV MARCELLIN BERTHELOT
Z.I DU VAL DE SEINE
92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE

DATE: 13/05/2014
TIME: 18:25

SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V
FILE NAME : 05130000A114

PARAMETERS

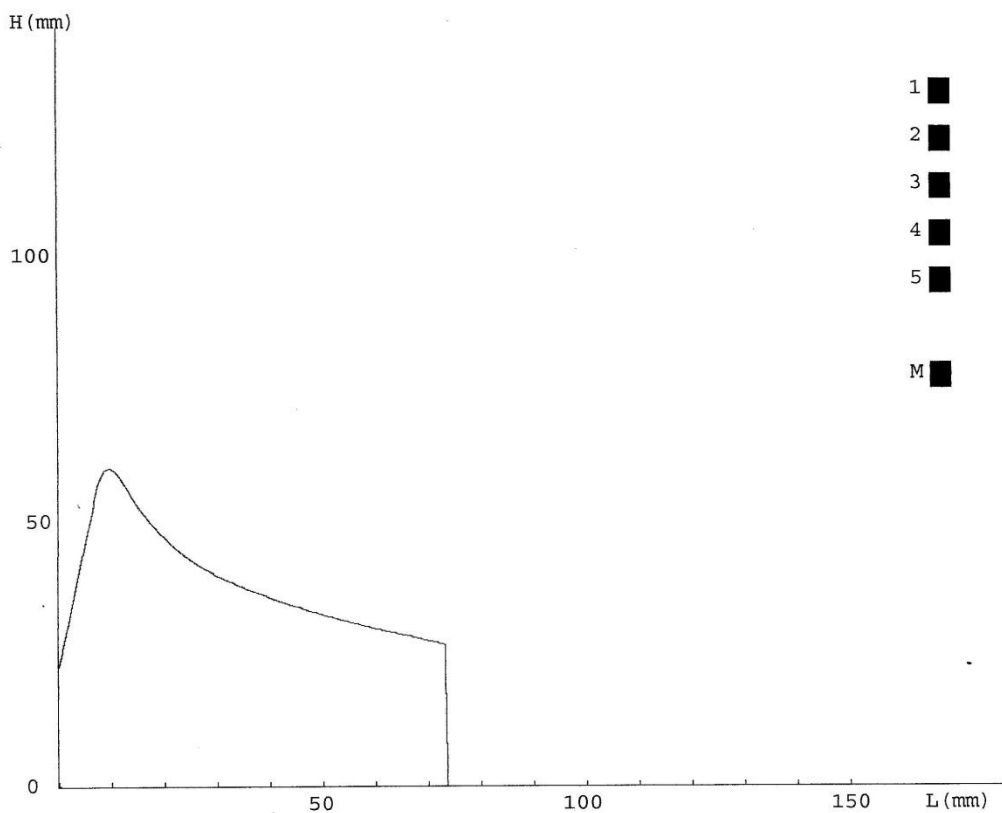
LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.:
FLOUR : O.X.TRIPOLI MILL :
MOISTURE : 12.50 %
PROTEIN : FN VALUE :
S.D. : W.A. :
ZELENY :
ASH CONT.: EXTRAC.R.:
GLUTEN :

RESULTS

P = 66 mmH2O
L = 74 mm
G = 19.1
W = 185 10E-4J
P/L = 0.89
Ie = 60.1 %
W(0) = 0 10E-4J

COMMENTS

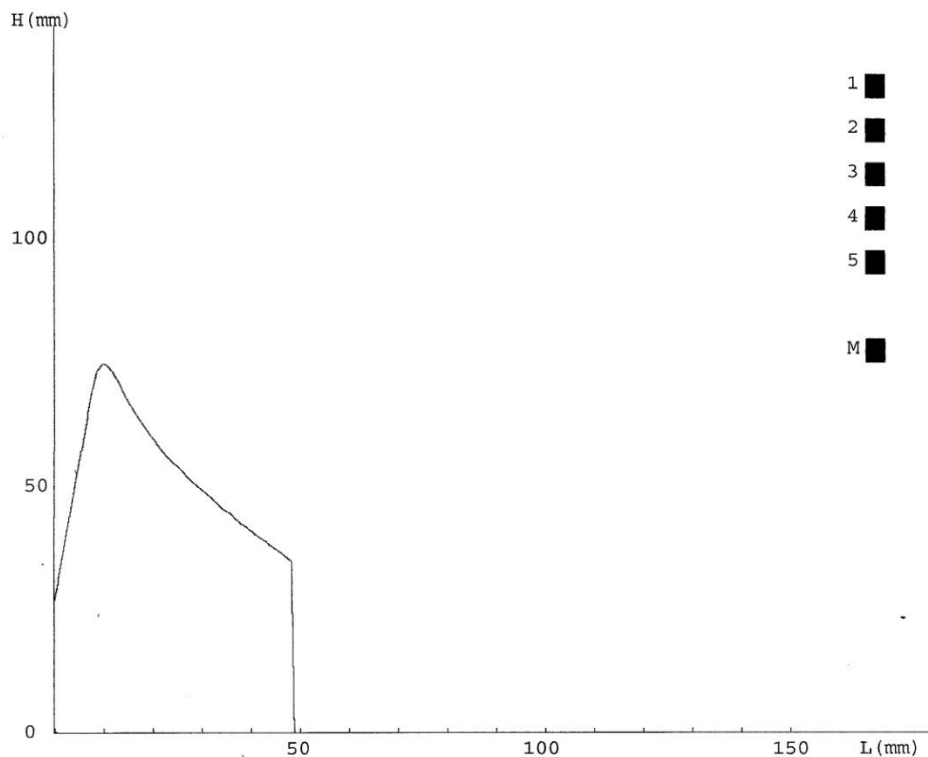
V:d2.10C+5.9



Εικόνα 49: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Τρίπολη, πρωτεύουσα του νομού Αρκαδίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

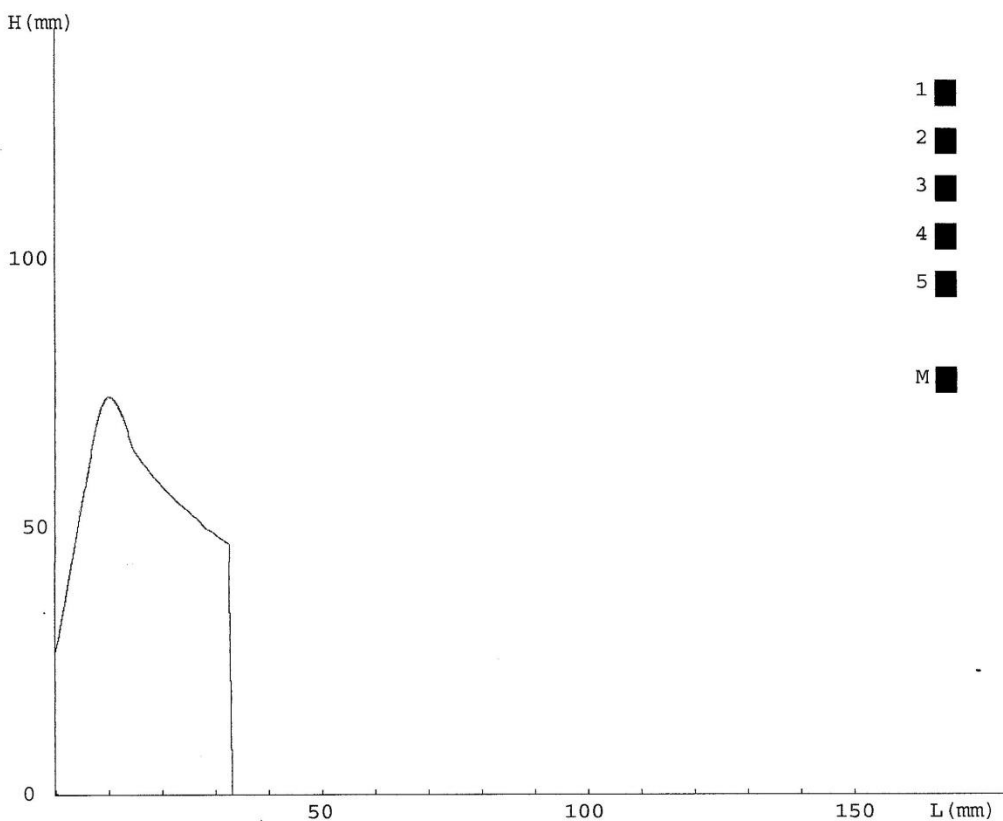
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE																																				
DATE: 21/05/2014 TIME: 20:04	SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 05210000A114																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARAMETERS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LAB.TEMP.:</td> <td>LAB.HYGROM.:</td> </tr> <tr> <td>FLOUR : O.X. SKALA</td> <td>MILL :</td> </tr> <tr> <td>MOISTURE : 12.50 %</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROTEIN :</td> <td>FN VALUE :</td> </tr> <tr> <td>S.D. :</td> <td>W.A. :</td> </tr> <tr> <td>ZELENY :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ASH CONT.:</td> <td>EXTRAC.R.:</td> </tr> <tr> <td>GLUTEN :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PARAMETERS		LAB.TEMP.:	LAB.HYGROM.:	FLOUR : O.X. SKALA	MILL :	MOISTURE : 12.50 %		PROTEIN :	FN VALUE :	S.D. :	W.A. :	ZELENY :		ASH CONT.:	EXTRAC.R.:	GLUTEN :		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>= 82 mmH2O</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>= 49 mm</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>= 15.6</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>= 165 10E-4J</td> </tr> <tr> <td>P/L</td> <td>= 1.67</td> </tr> <tr> <td>Ie</td> <td>= 55.7 %</td> </tr> <tr> <td>W(0)</td> <td>= 0 10E-4J</td> </tr> </tbody> </table>		RESULTS		P	= 82 mmH2O	L	= 49 mm	G	= 15.6	W	= 165 10E-4J	P/L	= 1.67	Ie	= 55.7 %	W(0)	= 0 10E-4J
PARAMETERS																																				
LAB.TEMP.:	LAB.HYGROM.:																																			
FLOUR : O.X. SKALA	MILL :																																			
MOISTURE : 12.50 %																																				
PROTEIN :	FN VALUE :																																			
S.D. :	W.A. :																																			
ZELENY :																																				
ASH CONT.:	EXTRAC.R.:																																			
GLUTEN :																																				
RESULTS																																				
P	= 82 mmH2O																																			
L	= 49 mm																																			
G	= 15.6																																			
W	= 165 10E-4J																																			
P/L	= 1.67																																			
Ie	= 55.7 %																																			
W(0)	= 0 10E-4J																																			
COMMENTS																																				
V:d2.10C+5.9																																				



Εικόνα 50: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Σκάλα, κομόπολη του νομού Λακωνίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

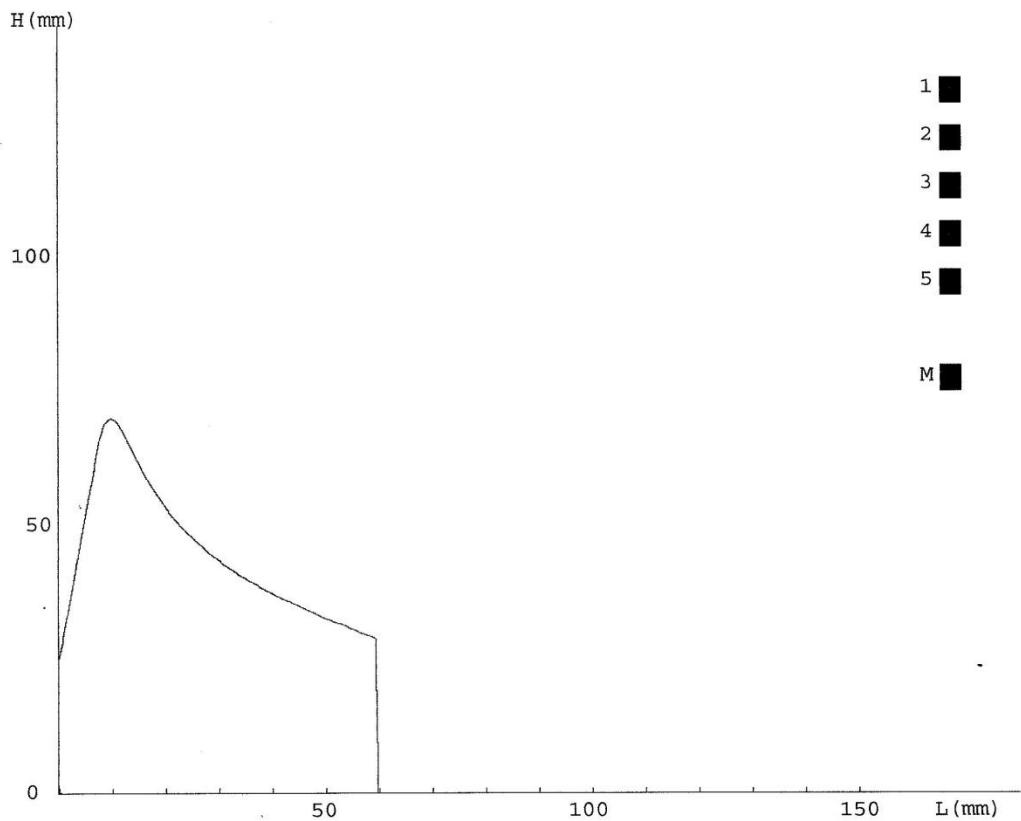
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUEVE LA GARENNE		
DATE: 27/05/2014 TIME: 17:27		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 05270003A114
PARAMETERS LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.: FLOUR : O.X.KALAMATA MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : ASH CONT.: EXTRAC.R.: GLUTEN :		RESULTS P = 82 mmH2O L = 33 mm G = 12.8 W = 121 10E-4J P/L = 2.48 Ie = 0.0 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 51: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από το Ασπρόχωμα, προάστιο του νομού Μεσσηνίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

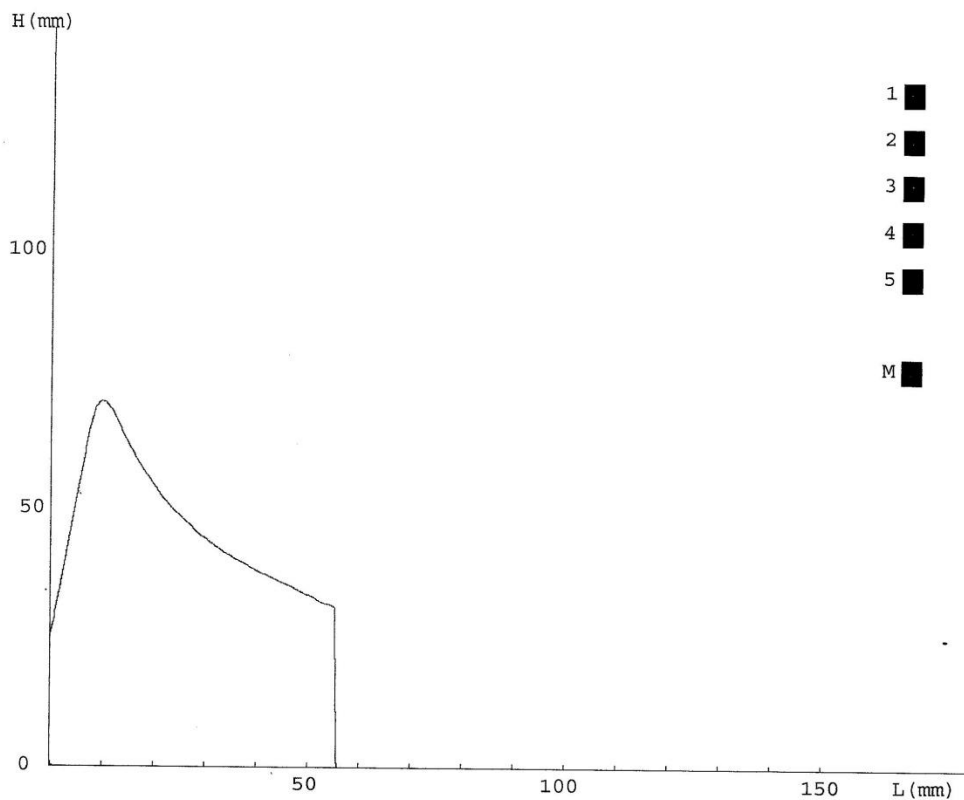
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLEUNEUVE LA GARENNE		
DATE: 03/06/2014 TIME: 16:15		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 06030001A114
PARAMETERS LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.: FLOUR : O.X.KARDITSA MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : ASH CONT.: EXTRAC.R.: GLUTEN :		RESULTS P = 77 mmH2O L = 60 mm G = 17.2 W = 173 10E-4J P/L = 1.28 Ie = 53.8 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 52: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Καρδίτσα, πρωτεύουσα του νομού Καρδίτσας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

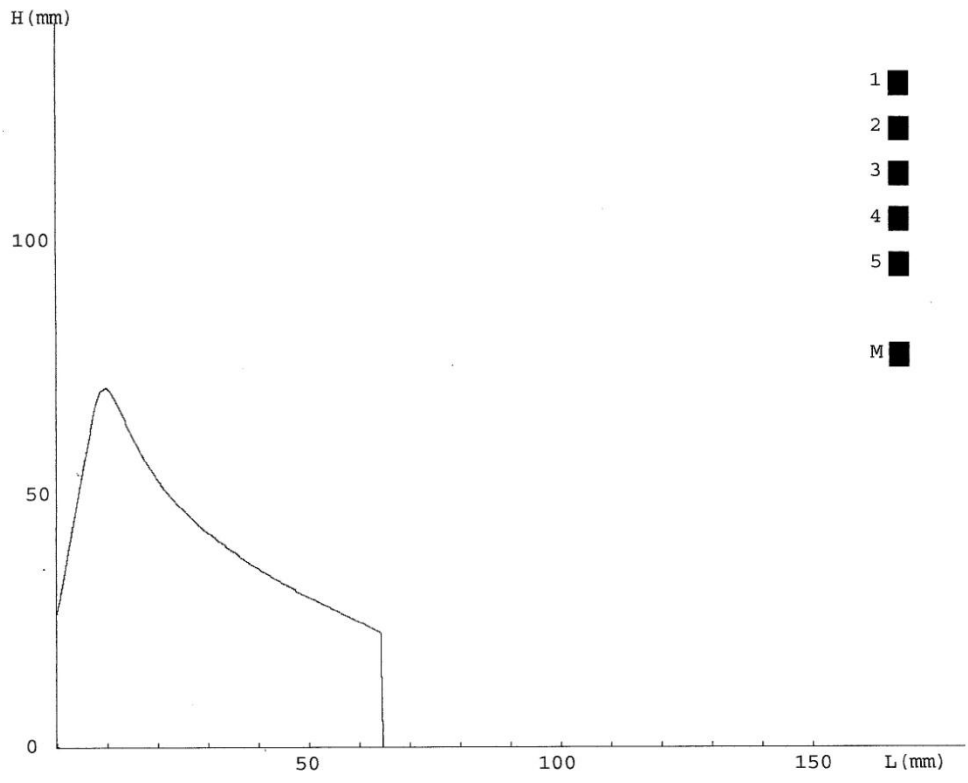
SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLENEUVE LA GARENNE		
DATE: 05/06/2014 TIME: 16:32		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 06050001A114
PARAMETERS LAB. TEMP. : LAB. HYGROM. : FLOUR : O.X.THESPRWT MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : ASH CONT. : EXTRAC.R. : GLUTEN :		RESULTS P = 78 mmH2O L = 56 mm G = 16.7 W = 169 10E-4J P/L = 1.39 Ie = 54.4 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 53: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από την Παραμυθιά, κωμόπολη του νομού Θεσπρωτίας.

ALVEOLINK NG ALVEO CH CHOPIN

SOCIETE CHOPIN 20 AV MARCELLIN BERTHELOT Z.I DU VAL DE SEINE 92390 VILLENEUVE LA GARENNE		
DATE: 04/06/2014 TIME: 13:16		SAMPLE IDENTIFICATION: DIMITRIOU V FILE NAME : 06040000A114
PARAMETERS LAB.TEMP.: LAB.HYGROM.: FLOUR : O.X.PR.HLIAS MILL : MOISTURE : 12.50 % PROTEIN : FN VALUE : S.D. : W.A. : ZELENY : EXTRAC.R.: ASH CONT.: EXTRAC.R.: GLUTEN :		RESULTS P = 78 mmH2O L = 65 mm G = 17.9 W = 177 10E-4J P/L = 1.20 Ie = 50.5 % W(0) = 0 10E-4J
COMMENTS <p style="text-align: right;">V:d2.10C+5.9</p>		



Εικόνα 54: Αλβεογράφημα ζύμης που προέκυψε από τον συνδυασμό αλεύρου τύπου «για όλες τις χρήσεις» Αλλατίνη με νερό από τον Προφήτη Ηλία, μεγάλο οικισμό του νομού Ηρακλείου (Κρήτη).