



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΖΥΜΑΡΙΩΝ ΑΛΕΥΡΟΥ ΣΙΤΟΥ  
ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΥ ΜΕ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ»**



Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Τριάντη Μυρτώ

Φοιτήτρια: Σαρρή Αλίκη

Αθήνα 2024

## Δήλωση περί λογοκλοπής

Έχοντας επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, για την παρούσα πτυχιακή εργασία δηλώνω με την υπογραφή μου πως είμαι αποκλειστική συγγραφέας και κάθε βοήθεια για την ολοκλήρωση της είναι αναγνωρισμένη και αναγράφεται λεπτομερώς μέσα σε αυτή. Η αποτυχία στην υλοποίηση των ανωτέρων προειρημένων σημαίνει αποτυχία στην πτυχιακή μου εργασία και απόκτησης του πτυχίου μου ως Επιστήμονας και Τεχνολόγος Τροφίμων, αλλά και άλλων συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Επομένως, δηλώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα μόνο και αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, οποιαδήποτε στιγμή, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει και δεν αναφέρεται, καθώς είναι προϊόν λογοκλοπής πνευματικών δικαιωμάτων.

Ονοματεπώνυμο και υπογραφή συγγραφέα

Σαρρή Αλίκη



## Εξεταστική Επιτροπή

Έγινε δεκτή Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη πτυχιακή εργασία με τίτλο 'Προσδιορισμός ιδιοτήτων ζυμαριών αλεύρου σίτου ενισχυμένου με αρωματικά φυτά' που παρουσιάστηκε από την Σαρρή Αλίκη και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΟΣ /ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	ΜΥΡΤΩ ΤΡΙΑΝΤΗ	ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ	
2.	ΑΝΔΡΙΑΝΑ ΛΑΖΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3.	ΜΑΡΓΑΡΗ ΔΗΜΗΤΡΑ	ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	

## **Ευχαριστίες**

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Τριάντη Μυρτώ για την υπόδειξη του θέματος και τη βοήθειά της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υπομονή, την κατανόηση και τη στήριξη που μου παρείχε τόσο κατά τη διάρκεια των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, όσο και κατά τη διάρκεια της πτυχιακής μου.

**Την Εργασία αυτή την αφιερώνω στους γονείς μου και στα αδέρφια μου!**

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Τα πειράματα εκτελέστηκαν κατά τη διάρκεια του εαρινού εξαμήνου του ακαδημαϊκού έτους 2023. Αποτελεί μία έρευνα σχετικά με την επίδραση της προσθήκης αρωματικών φυτών, πιο συγκεκριμένα ξηρού βασιλικού και ασκορβικού οξέος, σε αλεύρι σίτου τύπου 70% . Αρχικά η μελέτη εστιάζει στα βασικά γνωρίσματα του αλεύρου σίτου. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζεται η χημική σύνθεση του αλεύρου σίτου καθώς και κάθε τύπος του ξεχωριστά. Προκειμένου να παρουσιαστούν οι πειραματικές διαδικασίες αναγράφονται και επεξηγούνται τα εργαστηριακά όργανα και οι συσκευές, τα οποία μας βοηθούν στην εύρεση των εμπειρικών ρεολογικών μετρήσεων του ζυμαριού. Στην συνέχεια, αφού παρουσιαστούνε τα κυριότερα αρωματικά φυτά, γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της επίδρασης τους στα ρεολογικά χαρακτηριστικά του ζυμαριού.

Στο πειραματικό μέρος προσθέσαμε σκόνη αποξηραμένου βασιλικού σε αλεύρι σίτου 70% στις παρακάτω αναλογίες: 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1,00%. Έγινε προσδιορισμός υγρασίας, προσδιορισμός υγρής και ξηρής γλουτένης και ελέγξαμε τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού με τη χρήση αλβεογράφου. Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθήσαμε σε δείγμα αλεύρου 70% με προσθήκη ασκορβικού σε αναλογίες 0,02% και 0,3%. Να σημειωθεί πως για κάθε δείγμα έγινε δύο φορές η κάθε πειραματική διαδικασία, γι' αυτό η εξαγωγή και η σύγκριση των αποτελεσμάτων έγινε από τον μέσο όρο των μετρήσεων. Τέλος, με βάση τα δεδομένα από τα αλβεογραφήματα εξάγουμε συμπεράσματα από την σύγκριση του δείγματος ελέγχου (control) αλεύρου 70%, με δείγματα όπου έχει γίνει προσθήκη ξηρής σκόνης βασιλικού στις παραπάνω αναλογίες, καθώς και με δείγματα στα οποία προστέθηκε ασκορβικό οξύ. Από την σύγκριση των τριών δειγμάτων αλεύρου παρατηρήσαμε ότι η υπερπίεση P αυξάνεται σημαντικά με την προσθήκη ασκορβικού οξέος, η τιμή L ήταν μεγαλύτερη στα δείγματα προσθήκης βασιλικού σε σχέση με το δείγμα έλεγχου καθώς και μικρότερο με την προσθήκη ασκορβικού οξέος ,ενώ η ενέργεια παραμορφώσεως αυξήθηκε με την προσθήκη ασκορβικού οξέος.

## **Λέξεις -Κλειδιά**

Αλεύρι σίτου

Αρωματικά φυτά

Σκόνη βασιλικού

Ασκορβικό οξύ

Αντιοξειδωτική δραστηριότητα

Αλβεογράφος

## **Abstract**

This thesis was prepared at the Cereal & Products Science & Technology Laboratory of the University of West Attica. The experiments were performed during the spring semester of the academic year 2023. It is a research on the effect of adding aromatic plants, more specifically dry basil and ascorbic acid, to wheat flour type 70%. Initially the study focuses on the basic characteristics of wheat flour. In more detail, the chemical composition of wheat flour is presented as well as each type separately. In order to present the experimental procedures, the laboratory instruments and devices are listed and explained, which help us to find the empirical rheological measurements of the dough. Then, after presenting the main aromatic plants, a bibliographic review of their effect on the rheological characteristics of the dough is carried out. In the experimental part we added dried basil powder to 70% wheat flour in the following ratios: 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.00%. Moisture was determined, wet and dry gluten were determined and we checked the rheological properties of the dough using an alveograph. We followed a similar procedure in a 70% flour sample with the addition of ascorbate in ratios of 0.02% and 0.3%. It should be noted that each experimental procedure was performed twice for each sample, therefore the extraction and comparison of the results was made from the average of the measurements. Finally, based on the data from the alveograms, we draw conclusions from the comparison of the 70% flour control sample, with samples where dry basil powder has been added in the above proportions, as well as with samples to which ascorbic acid has been added. From the comparison of the three flour samples we observed that the overpressure  $P$  increases significantly with the addition of ascorbic acid, the  $L$  value was greater in the samples with the addition of basil compared to the control sample as well as smaller with the addition of ascorbic acid, while the deformation energy increased with the addition of ascorbic acid.

## **Keywords**

Wheat flour

Herbs

Basil powder

Ascorbic acid

Antioxidant activity

Alveograph



## Περιεχόμενα

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	13
<b>Κεφάλαιο 1: Αλευρο σίτου</b> .....	14
1. 1. Σύνθεση αλεύρου σίτου.....	14
1.1.1 Υδατάνθρακες .....	14
1.1.2 Πρωτεΐνες .....	15
1.1.3 Λιπίδια .....	17
1.1.4 Ανόργανα συστατικά .....	18
1.1.5 Βιταμίνες .....	18
1.1.6 Ένζυμα.....	18
<b>Κεφάλαιο 2</b> .....	20
2.1 Τύποι αλεύρου σίτου .....	20
2.2 Εμπειρικές ρεολογικές μετρήσεις ζυμαριών .....	22
2.3 Αναλύσεις αλεύρου σίτου/ όργανα.....	23
2.3.1 Περιστροφικός μύλος Brabender .....	23
2.3.2 Αμυλογράφος.....	23
2.3.3 Εξτενσιογράφος .....	24
2.3.4 Αναμιξογράφος.....	24
2.3.5 Φαρινογράφος.....	25
2.3.6 Αλβεογράφος .....	25
2.4 Αναλύσεις για το σιτάρι και το αλεύρι .....	26
2.4.1 Περιεκτικότητα γλουτένης .....	26
2.4.3 Μέτρηση αριθμού πτώσεως (falling number) .....	26
<b>Κεφάλαιο 3: Αρωματικά φυτά</b> .....	27
3. 1 Είδη αρωματικών φυτών & Ιδιότητες.....	27
3. 1. 1 Ρίγανη .....	27
3. 1. 2 Δυόσμος.....	27

3. 1. 3 Βασιλικός.....	28
3. 1. 4 Θυμάρι.....	28
3. 1. 5 Θρούμπι.....	28
3.2.1 Μορφές εμπλουτισμού αρωματικών φυτών στην ζύμη.....	29
3.2.2 Αρωματικά φυτά και Φαινόλες.....	29
3.3 Φυτοχημικό περιεχόμενο.....	30
3.3.1 Αντιοξειδωτικές ικανότητες / Δραστηριότητα.....	30
3.3.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα φαινολικών συστατικών.....	31
3.4 Χρήση ασκορβικού οξέος ως πρόσθετο.....	31
<b>Κεφάλαιο 4: Πειραματικό μέρος.....</b>	<b>33</b>
4.1 Σκοπός.....	33
4.2 Προσδιορισμός υγρασίας.....	34
4.3 Προσδιορισμός υγρης και ξηρης γλουτενης.....	36
4.4 Αλβεογράφος – Αλβεογραφήματα.....	38
4.4.1 Βασικοί παράμετροι αλβεογραφου.....	50
4.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	51
4.6 Συμπεράσματα.....	53
Βιβλιογραφία.....	54

## **Κατάλογος πινάκων**

Πίνακας 1 Υδατάνθρακες .....	15
Πίνακας 2 Πειραματικές μετρήσεις υγρασίας .....	35
Πίνακας 3 Πειραματικές μετρήσεις υγρης και ξηρης γλουτένης .....	37
Πίνακας 4 Αναλογίες δειγμάτων (%) .....	41
Πίνακας 5 Ποσότητες δειγμάτων στα 250g .....	41
Πίνακας 6 Πειραματικά αποτελέσματα αλβεογράφου .....	42

## **Κατάλογος σχημάτων/ εικόνων**

Εικόνα 1 Μοριακή δομή γλουτένης (διαδύκτιο) .....	17
Εικόνα 2 Καρπός σίτου (διαδύκτιο).....	20
Εικόνα 3 Πειραματικός μύλος αλέσματος Brabender (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών).....	23
Εικόνα 4 Αμυλογράφος ISO7973 (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών).....	24
Εικόνα 5 Εξτενσογράφος (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών) .	24
Εικόνα 6 Αναμιξογράφος (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών )	25
Εικόνα 7 Αλβεογράφος CHOPIN (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών).....	26
Εικόνα 8 Ετικέτα δείγματος αλεύρου. (Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, Τροφίμων Αλίκη Σαρρή).....	33
Εικόνα 9 Αναμίκτης εργαστηρίου (Εργαστήριο Επιστήμης & τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, Αλίκη Σαρρή 2023) .....	39
Εικόνα 10 Εξαρτήματα Αλβεογράφου εργαστηρίου (Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, 2023 Αλίκη Σαρρή) .....	39
Εικόνα 11 Αλβεογράφημα Control 1.1 (δείγμα ελέγχου 100% αλεύρι) .....	43
Εικόνα 12 Αλβεογράφημα Control 1.2 (δείγμα ελέγχου 100% αλεύρι) .....	43
Εικόνα 13 Αλβεογράφημα δείγματος 2.1 (προσθήκη 0,25% ξηρης σκόνης βασιλικού) ...	44

Εικόνα 14	Αλβεογράφημα δείγματος 2.2 (προσθήκη 0,25% ξηρής σκόνης βασιλικού) ...	44
Εικόνα 15	Αλβεογράφημα 3.1 (προσθήκη 0,50% ξηρής σκόνης βασιλικού) .....	45
Εικόνα 16	Αλβεογράφημα δείγματος 3.2 (προσθήκη 0,50% ξηρής σκόνης βασιλικού) ....	45
Εικόνα 17	Αλβεογράφημα δείγματος 4.1 (προσθήκη 0,75% ξηρής σκόνης βασιλικού) .....	46
Εικόνα 18	Αλβεογράφημα δείγματος 4.2 (προσθήκη 0,75% ξηρής σκόνης βασιλικού) ....	46
Εικόνα 19	αλβεογράφημα δείγματος 5.1 (προσθήκη 1,00% ξηρής σκόνης βασιλικού)....	47
Εικόνα 20	Αλβεογράφημα γραφίματος 5.2 (προσθήκη 1,00% ξηρής σκόνης βασιλικού) .	47
Εικόνα 21	Αλβεογράφημα δείγματος 6.1 (προσθήκη 0,02% ασκορβικό οξύ).....	48
Εικόνα 22	Αλβεογράφημα δείγματος 6.2 (προσθήκη 0,02% ασκορβικό οξύ).....	48
Εικόνα 23	Αλβεογράφημα δείγματος 7.1(προσθήκη 0,3% ασκορβικό οξύ).....	49
Εικόνα 24	Αλβεογράφημα δείγματος 7.2(προσθήκη 0,3% ασκορβικό οξύ).....	49
Εικόνα 25	Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών τιμών της υπερπίεσης.....	51
Εικόνα 26	Διαγράμματα σύγκρισης των συνολικών τιμών του L.....	51
Εικόνα 27	Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών τιμών του Δείκτη Διογκώσεως .....	52
Εικόνα 28	Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών τιμών της ενέργειας παραμορφώσεως ..	52
Εικόνα 29	Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών δεικτών διαμορφώσεως P/L.....	53

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία των σιτηρών αποτελεί μια συναρπαστική επιστημονική αναδρομή που εκτείνεται χιλιάδες χρόνια πίσω, αφορώντας τον θεμέλιο λίθο της ανθρώπινης διατροφής. Από τις πρώτες προσπάθειες καλλιέργειας τους, τα σιτηρά έχουν συμβάλει σημαντικά στη διαμόρφωση του τρόπου ζωής του ανθρώπου. Παράλληλα η συνεχής εξέλιξη της επιστημονικής έρευνας στον τομέα της διατροφής έχει ενισχύσει το ενδιαφέρον για την προσθήκη φυσικών ενισχυτικών, όπως τα αρωματικά φυτά, γενικά στα τρόφιμα και ειδικότερα σε αλεύρια σίτου. Η σύνθεση και η ποιότητα του αλεύρου σίτου είναι κρίσιμες παράμετροι που επηρεάζουν τη διαδικασία παραγωγής μιας σειράς τροφίμων της καθημερινής διατροφής. Τα σιτηρά αποτελούν πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών, καθιστώντας την ενδελεχή μελέτη των ιδιοτήτων τους αναγκαία για την καλύτερη κατανόηση του αντίκτυπου τους στην τελική ποιότητα των προϊόντων. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα επιστημονική έρευνα επιδιώκει τον προσδιορισμό και την ανάλυση ορισμένων ιδιοτήτων των ζυμαριών των προερχόμενων από αλεύρι σίτου, ενισχυμένου κυρίως με αποξηραμένο βασιλικό, καθώς και μια βιβλιογραφική ανασκόπηση της προσθήκης άλλων αρωματικών φυτών. Η εστίαση στον εν λόγω εμπλουτισμό ανοίγει νέους ορίζοντες την βελτίωση της γευστικής, και υγειονομικής αξίας των αλεύρων, προσφέροντας παράλληλα νέες διατροφικές επιλογές για τους καταναλωτές.

## Κεφάλαιο 1: Άλευρο σίτου

### 1. 1. Σύνθεση αλεύρου σίτου

Το σιτάρι (*Triticum spp*) είναι η πιο σημαντική βασική καλλιέργεια στις εύκρατες ζώνες και βρίσκεται σε αυξανόμενη ζήτηση σε χώρες που υφίστανται αστικοποίηση και εκβιομηχάνιση. (Shewry-Hey, 2015) Αν και υπάρχουν πολλές κατηγορίες σιταριών τα πιο γνωστά είναι το *Triticumaestivum*, γνωστό και ως μαλακό σιτάρι και το *Triticumdurum*, αλλιώς σκληρό σιτάρι. Η άλεση του σκληρού σιταριού δίνει το κίτρινο αλεύρι και σιμιγδάλι ενώ από το μαλακό σιτάρι παράγεται λευκό αλεύρι. Το σκληρό σιτάρι χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζυμαρικών και χωριάτικου άρτου, ενώ το μαλακό σιτάρι χρησιμοποιείται γενικότερα στην Παρασκευή προϊόντων αρτοποιείας και ζαχαροπλαστικής, λόγω του υψηλού ποσοστού γλουτένης. Τα τρία τμήματα από τα οποία αποτελείται ο καρπός του σιταριού είναι τα εξής : το πίτυρο, το ενδοσπέρμιο και το φύτρο. Το ενδοσπέρμιο χαρακτηρίζει το μεγαλύτερο τμήμα του καρπού σε ποσοστό 80-85%, έπειτα ακολουθεί το πίτυρο σε ποσοστό 13-17% και τέλος το φύτρο σε ποσοστό 2-3%. (J. Delcour)

Ο κόκκος του σίτου αποτελείται από τρεις ομάδες κύριων συστατικών, άμυλο, πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες, και από μια σειρά από δευτερεύοντα συστατικά, στα οποία περιλαμβάνονται τα λιπίδια, τα τερπενοειδή, τα φαινολικά, τα ανόργανα συστατικά και οι βιταμίνες. Όσον αφορά το άλευρο του σίτου, οφείλει το 80% των θερμίδων του στους υδατάνθρακες, ενώ οι πρωτεΐνες κυμαίνονται σε ποσοστό 9-15%, εκτός από την γλουτένη η οποία περιέχει 45% πρωτεΐνη. (Λάζος & Λάζου, 2016) Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα συστατικά αυτά και αναλύεται ο ρόλος του καθενός στην σύνθεση του αλεύρου.

#### 1.1.1 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες ή αλλιώς σάκχαρα αποτελούν οργανικές ενώσεις που συναντώνται σε πολλά τρόφιμα της καθημερινής διατροφής του ανθρώπου, όπως και στο άλευρο σίτου. Δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του αλεύρου παρά μόνο του σχηματισμού της κόρας του ψωμιού, την διόγκωση, την απορρόφηση του νερού και το μαγιάτεμα του λόγω της αναδιάταξης του αμύλου. Το άμυλο είναι το κύριο συστατικό του κλάσματος των υδατανθράκων σε ποσοστό 65-75% του ξηρού βάρους του κόκκου. Συναντάται σε μορφή αμυλόκοκκων και είναι υπεύθυνο για το λευκό χρώμα του αλεύρου και την υφή των τελικών προϊόντων. Ωστόσο, το σχήμα και το μέγεθος των κόκκων ποικίλλει ανάλογα το

είδος και την προέλευση της ποικιλίας. Εκτός από το άμυλο, το σιτάρι αποτελεί πηγή διαιτητικών ινών, δηλαδή κυρίως μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες. Πιο συγκεκριμένα, στην κατηγορία των διαιτητικών ινών βρίσκονται κυρίως οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες και η φρουκτάνη, ενώ πολυσακχαρίτες, όπως η αραβοξυλάνη και η β-γλυκάνη που συναντώνται περισσότερο στο λευκό άλευρο. (Ευάγγελος Σ. Λάζος, 2016)

Πίνακας 1. Περιεχόμενο των συνολικών διαιτητικών ινών και των συστατικών των διαιτητικών ινών σε 129 ποικιλίες χειμερινού σίτου. (Shewry-Hey, 2015)

	<b>Εύρος</b>	<b>Μέσο</b>
Ολικές διαιτητικές ίνες (%)	11.5–15.5	13.4
Λιγνίνη (%)	0.74–2.03	1.33
Αραβινοξυλάνη (%)	5.53–7.42	6.49
Κυτταρίνη (%)	1.67–3.05	2.11
β-γλυκάνη (%)	0.51–0.96	0.73
Φρουκτόζη (%)	0.84–1.85	1.28

**Πίνακας 1 Υδατάνθρακες**

### 1.1.2 Πρωτεΐνες

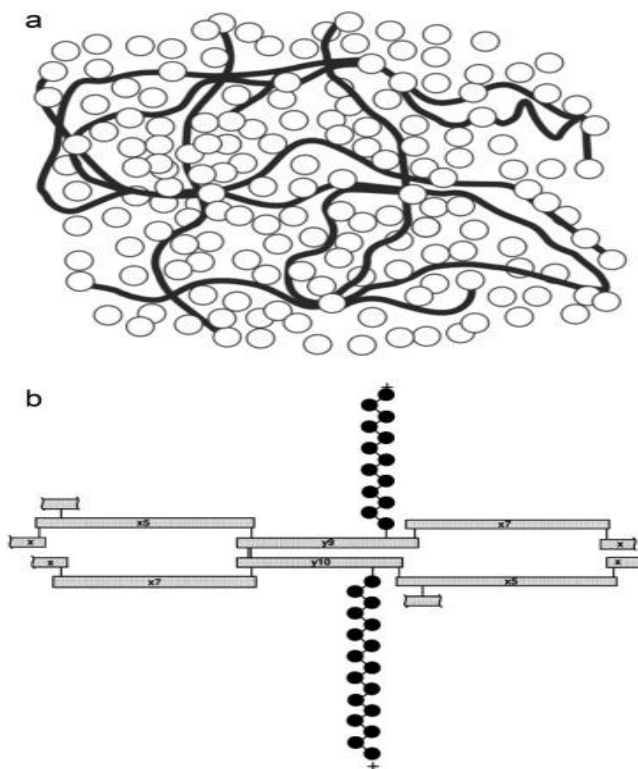
Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο είναι αυτό που επηρεάζει όσο τίποτε άλλο τις αρτοποιητικές ικανότητες ενός αλεύρου. Ο όρος αρτοποιητική ικανότητα ή ποιότητα συσχετίζεται με την παρουσία ή απουσία συγκεκριμένων πρωτεϊνών και πρωτεϊνικών υπομονάδων. (Λάζος & Λάζου, 2016). Οι πρωτεΐνες αποτελούνται κυρίως από τη γλουτένη, η οποία καθορίζει τις ιδιότητες του κάθε αλεύρου. Η ποσότητα και η ποιότητα της γλουτένης είναι αυτή που χαρακτηρίζει την ποιότητα του αλεύρου. (Masci et al. 1995). Εκτός από τις πρωτεΐνες της γλουτένης, οι υδατοδιαλυτές αλβουμίνες και οι αλατοδιαλυτές γλοβουλίνες αποτελούν το 10-22% της συνολικής πρωτεΐνης του αλεύρου.

#### 1.1.2.1 Γλουτένη

Η γλουτένη είναι μια σύνθετη πρωτεΐνη που βρίσκεται στα σιτηρά. Πιο συγκεκριμένα, η γλουτένη είναι η σύνθεση της γλιαδίνης και της γλουτενίνης που υπάρχουν συνδεδεμένες με το άμυλο στο ενδοσπέρμιο των κόκκων των σιτηρών. Η γλιαδίνη και η γλουτενίνη περιλαμβάνουν περίπου το 80% της πρωτεΐνης που περιέχεται σε σπόρους σίτου. (Maize Research Institute, 2011 Sep 14) Η γλουτένη όντας αδιάλυτη στο νερό, μπορεί να διαχωριστεί από το άμυλο. Γενικά, είναι μια εξαιρετική πηγή πρωτεΐνης για αυτό και χρησιμοποιείται ως πρόσθετο σε τρόφιμα με χαμηλή πρωτεΐνη. Για τα κοινά προϊόντα

αρτοποιίας, η γλουτένη σίτου είναι ο κύριος καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα τελικής χρήσης του σιταριού, προσδίδοντας ικανότητα απορρόφησης νερού, συνεκτικότητα και ιξωδοελαστικότητα στη ζύμη. Αυξάνει την ελαστικότητα στη ζύμη, η οποία παρασκευάζεται με την ανάμιξη του σιτάλευρου με το νερό, βοηθώντας να αυξάνεται και να διατηρείται το σχήμα του και συχνά δίνει στο τελικό προϊόν μια λαστιχωτή σύσταση. Τόσο η ποσότητα όσο και η ποιότητα των πρωτεϊνών γλουτένης είναι σημαντικές για την παρασκευή του άρτου και αυτά γίνονται εμφανή από την παρατήρηση ότι η απόδοση του αλεύρου σίτου σχετίζεται γραμμικά με την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη και πως υπάρχουν διαφορετικές γραμμικές σχέσεις για διαφορετικές ποικιλίες σιταριού. (Pei Wang, 2014) Από τη φύση της η γλουτένη είναι μια πρωτεΐνη που είναι αδιάλυτη στο νερό, έχει όμως την ικανότητα να απορροφά νερό τουλάχιστον στο διπλάσιο του βάρους της και να διογκώνεται, διαμορφώνοντας μια ενυδατωμένη ελαστική κολλώδης μάζα που βοηθάει στην συνεκτικότητα του παραγόμενου ζυμαριού. Η ελαστικότητα της γλουτένης είναι ευαίσθητη στη θερμότητα και τη μετουσίωση που είναι αποτελέσματα των διάφορων χημικών ουσιών. Επιπλέον, η γλουτένη μπορεί εύκολα να αποξηραθεί με μικρή απώλεια της αρχικής υγρασίας. (Belton, 1999) Ένα τυπικό μοριακό μοντέλο γλουτένης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Σε αυτό το μοντέλο, διακρίνονται μόνο δύο κατηγορίες πρωτεϊνών: οι γραμμικές πρωτεΐνες που αντιπροσωπεύουν τις υπομονάδες γλουτενίνης υψηλού μοριακού βάρους (HMS) και οι σφαιρικές πρωτεΐνες περιλαμβάνουν τις υπομονάδες γλουτενίνης χαμηλού μοριακού βάρους (LMS) και τη μονομερή γλιαδίνη. Οι γραμμικές πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω δεσμούς δισουλφιδίου (SS). Οι αλυσίδες αλληλεπιδρούν με τις σφαιρικές πρωτεΐνες με δεσμούς SS και δυνάμεις μη ομοιοπολικού δεσμού όπως οι αλληλεπιδράσεις Van de Waals. Ο αριθμός των γραμμικών-γραμμικών πρωτεϊνικών αλληλεπιδράσεων καθώς και ο αριθμός των αλληλεπιδράσεων γραμμικής-σφαιρικής πρωτεΐνης εξαρτώνται από το αποτελεσματικό μήκος των γραμμικών πρωτεϊνών. (Pei Wang, 2014)





Εικόνα 1 Μοριακή δομή γλουτένης (διαδύκτιο)

Εικόνα 1: α) Ένα μοντέλο για τη μοριακή δομή της γλουτένης. Τα HMS προσεγγίζονται με γραμμικά πολυμερή, το LMS και η γλιαδίνη προσεγγίζονται με σφαίρες (Belton, 1999). β) Ένα μοντέλο διπλής μονάδας για τις δομές δισουλφιδίου μεταξύ των αλυσίδων του LMS (●) και του HMS (□) των πολυμερών γλουτενίνης.

#### 1.1.2.2 Αλβουμίνες και Γλοβουλίνες

Οι αλβουμίνες (ή αλλιώς λευκωματίνες) και οι γλοβουλίνες (σφαιρίνες) διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ποιότητα του αλεύρου. Χαρακτηρίζουν το 10-22% των συνολικών πρωτεϊνών των δημητριακών αντίστοιχα. (Λάζος & Λάζου, 2016). Διατροφικά, οι αλβουμίνες και οι σφαιρίνες (μη γλουτένες) έχουν πολύ καλή ισορροπία αμινοξέων. Πολλές από αυτές τις πρωτεΐνες είναι ένζυμα που εμπλέκονται στη μεταβολική δραστηριότητα. (Maize Research Institute, 2011 Sep 14)

#### 1.1.3 Λιπίδια

Τα λίπη που περιέχονται στο αλεύρι συνήθως αποτελούν μια μικρή ποσότητα σε σχέση με τα υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες, αλλά παρ' όλα αυτά έχουν σημαντικό ρόλο στη δομή, τη γεύση και τις ιδιότητες ψησίματος του τελικού προϊόντος. Το άλευρο του σιταριού περιέχει λιπαρές ουσίες σε ποσοστό 1-2%. Τα οποία επηρεάζουν την αρτοποιητική ποιότητα του αλεύρου. Τα λιπίδια μπορούμε να τα συναντήσουμε δεσμευμένα με το άμυλο

καθώς και συνδυαστικά με τις πρωτεΐνες του αλεύρου. Με βάση την πολικότητα που χαρακτηρίζει το κάθε λιπίδιο έχουμε και τα αντίστοιχα αποτελέσματα στο ψήσιμο του άρτου. Τα λιπίδια αυτά αποτελούνται από γλυκερίδια και λεκιθίνες, ενώ στο υπόλοιπο λιπιδικό κλάσμα κυριαρχεί η σιτοστερόλη. Όσο αφορά τον καρπό, τα συναντούμε κυρίως στο φύτρο του σιταριού σε ποσοστό 17% περίπου, αλλά και στο ενδοσπέρμιο, σε ποσοστό 1,5% και στη στοιβάδα της αλευρόνης σε ποσοστό 8%. Γι' αυτό και τα σκουρότερα άλευρα περιέχουν μεγαλύτερα ποσοστά λιπαρών από ότι τα λευκά.

#### 1.1.4 Ανόργανα συστατικά

Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε ανόργανα συστατικά διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία του σιταριού, την κάθε σοδειά καθώς και την αλεσή του. (Λάζος & Λάζου, 2016)

#### 1.1.5 Βιταμίνες

Όσον αφορά τις βιταμίνες, το αλεύρι παρέχει κυρίως τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β με βασικότερη την βιταμίνη Β6. Επιπρόσθετα, το σιτάρι είναι πλούσιο σε θειαμίνη (Β1), νιασίνη (Β3) το φολικό οξύ (Β9), η ριβοφλαβίνη (Β2) και το πανθοθενικό οξύ. Σε μικρές ποσότητες αλλά σημαντικές βρίσκονται οι βιταμίνες Κ και Ε. Περιέχει ικανοποιητικό αριθμό βιταμινών κυρίως στο φύτρο και πίτυρο του καρπού.

#### 1.1.6 Ένζυμα

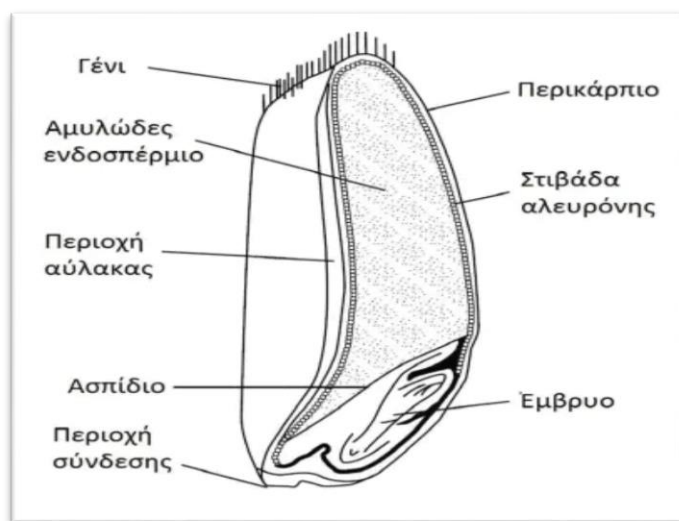
Τα κυριότερα ένζυμα που περιέχονται είναι οι αμυλάσες, οι πρωτεάσες και οι λιπάσες. (Κριτσαντώνης, 2006) Το αλεύρι περιέχει διάφορα ένζυμα, τα οποία είναι πρωτεΐνες που επιταχύνουν χημικές αντιδράσεις σε ένα οργανισμό. Τα βασικά ένζυμα που βρίσκονται στο αλεύρι προέρχονται από τον ενδοσπερμικό ιστό του σίτου και παίζουν σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες ζύμωσης και έψησης. Αναλυτικότερα τα κυριότερα ένζυμα:

- Αμυλάσες: Η αμυλάση είναι ένα ένζυμο που αναλύει το άμυλο σε μοριακές ενότητες, κυρίως σε δεξτρίνες. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντική κατά την παραγωγή ζύμης, καθώς η αμυλάση μετατρέπει το άμυλο σε απλούστερα σάκχαρα, τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως τροφή από τις ζύμες αρτοποιίας.
- Πρωτεάσες: Η πρωτεάση είναι ένα ένζυμο που συμβάλλει στη διάσπαση των πρωτεϊνών σε αμινοξέα. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντική κατά την ζύμωση, καθώς διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη δομή του άρτου.

- **Λιπάσες:** Η λιπάση είναι ένα ένζυμο που διασπά τα λίπη σε γλυκερόλη και λιπαρά οξέα. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντική για τη βελτίωση της διαθεσιμότητας των λιπαρών κατά τη διαδικασία ζύμωσης. Αυτά τα ένζυμα συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των διαδικασιών ζύμωσης και ψησίματος για να δημιουργήσουν την τελική υφή και δομή του άρτου ή άλλων αρτοσκευασμάτων. Η κατανόηση των ενζύμων αυτών στο αλεύρι είναι σημαντική για τους ζαχαροπλάστες και αρτοποιούς για την επίτευξη επιθυμητών αποτελεσμάτων κατά τη διαδικασία ψησίματος. (Lien R Gerits, 2014)

## Κεφάλαιο 2

### 2.1 Τύποι αλεύρου σίτου



Εικόνα 2 Καρπός σίτου (διαδύκτιο)

Ανάλογα με την σύσταση του σιταριού, κατά την άλεση, παράγονται διάφορα προϊόντα: αλεύρι ή σιμιγδάλι (λευκή ή κίτρινη), πιτυρούχος σιμιγδάλι (ενδοσπέρμιο με τμήματα πιτύρου), πίτυρα για ζωοτροφές, βήττες (αλεύρι με μεγάλο ποσοστό ανόργανων υλών) για ζωοτροφές, κτηνάλευρα (άλφες – ψιλοκομμένα πίτυρα και αλεύρι με μεγάλο ποσοστό ανόργανων υλών), ψιλό πιτυρούχο σιμιγδάλι.

Με τα διαδοχικά περάσματα του σίτου από κυλίνδρους άλεσης και κόσκινα, λαμβάνεται χωριστά το αλεύρι από το εσωτερικό του ενδοσπερμίου. Στο λευκό αλεύρι μπορούν να προστεθούν διάφορα κλάσματα από την περιφέρεια του ενδοσπερμίου. Μέχρι εδώ το αλεύρι θα είναι άσπρο. Αν συνεχιστεί η αλευροποίηση προς την περιφέρεια του κόκκου, τα επόμενα κλάσματα θα είναι τα όρια ενδοσπερμίου στιβάδας αλευρόνης και το χρώμα του αλεύρου θα αρχίσει να σκουραίνει. Ανάλογα με το βαθμό άλεσης έχουμε και τον τύπο του αλεύρου ενώ το ποσοστό των περιεχομένων πρωτεϊνών διαχωρίζει τα άλευρα σε δυνατά ή αδύνατα (σκληρά ή μαλακά). Βαθμός άλεσης ορίζουμε τα παραγόμενα μέρη βάρους αλεύρων άλεσης 100 μερών βάρους καθαρισμένου σιταριού.

Σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων και ποτών (ΚΤΠ, άρθρο 106, 2009) στην Ελλάδα επιτρέπεται η παραγωγή αλεύρων τύπου 70%, τύπου 85%, τύπου 90%, κατηγορίας Μ, κατηγορίας Π και κατηγορίας Κ.

Το ποσοστό αναφέρεται στην απόδοση της άλεσης, δηλαδή στο αλεύρι τύπου 85%, από 100 κιλά σιτάρι λαμβάνουμε 85 κιλά αλεύρου. Όσο μικρότερο είναι το ποσοστό, τόσο λευκότερο είναι το αλεύρι, καθώς είναι απαλλαγμένο από πίτυρα. (ΑΑΔΕ, 2009)

➤ Αλεύρι τύπου 70% (T70)

Λόγω της υψηλής απόδοσης άλεσης (από 100 κιλά σιτάρι παράγονται 70 κιλά αλευρί) πρόκειται για λευκό άλευρο σχεδόν απαλλαγμένο από πίτυρα. Χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή λευκών άρτων. Σύμφωνα με το άρθρο 106 (2009) του κώδικα τροφίμων και ποτών ανώτερο όριο υγρασίας είναι 13,5%, και ανώτατο όριο τέφρας 0,5%, αν πρόκειται για εγχώριο σιτάρι, αν το σιτάρι είναι αλλοδαπής προέλευσης το ανώτατο όριο είναι 0,53%. Οι λιπαρές ουσίες πρέπει να είναι λιγότερο από 1,1%, ενώ το κατώτατο όριο υγρής γλουτένης είναι 26% για εγχώριο σίτο ενώ για αλλοδαπό 28%. Η συγκέντρωση τετραχλωράνθρακα (CCl<sub>4</sub>) πρέπει να είναι μικρότερη από 0,015%. (ΑΑΔΕ, 2009)

➤ Αλεύρι τύπου 85%

Σύμφωνα με την νομοθεσία η υγρασία του αλεύρου πρέπει να είναι κάτω από 14%. Η υγρή γλουτένη έχει κατώτερο όριο 25%. Η συγκέντρωση της τέφρας στο αλεύρι πρέπει να είναι μεταξύ 0.85% έως 0.90% και στα πίτυρα 4.00% έως 5.00%. Το ανώτατο όριο σε λιπαρές ουσίες είναι 1.80% και το ανώτερο όριο υπολειμμάτων τετραχλωράνθρακα είναι 0,30% (ΑΑΔΕ, 2009)

➤ Αλεύρι τύπου 90%

Τα άλευρα τυπου 90% προέρχονται συνήθως από μαλακά σιτάρια. Χρησιμοποιείται για την Παρασκευή μαύρων, πιτυρούχων άρτων, τα οποία είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Για την καλοκαιρινή περίοδο το ανώτατο όριο υγρασίας, σύμφωνα με τον ΚΤΠ είναι 14.0%, ενώ για την χειμερινή περίοδο είναι 14,5%. Το ποσοστό της υγρής γλουτένης πρέπει να είναι άνω του 25%, και να είναι καλής ποιότητας. Η τέφρα πρέπει να έχει κατώτατο όριο 1,25% και ανώτατο όριο 1,35%. Η συγκέντρωση του τετραχλωράνθρακα πρέπει να είναι μικρότερη από 0,03%. (ΑΑΔΕ, 2009)

➤ Αλεύρι κατηγορίας Π

Το αλεύρι κατηγορίας Π χαρακτηρίζεται και ως αλεύρι πολυτελείας. Βασική του χρήση είναι στην ζαχαροπλαστική και στην Παρασκευή κρουσάν. Σύμφωνα με την νομοθεσία το ανώτερο όριο υγρασίας είναι 13,5% στην καλοκαιρινή περίοδο (15/06 – 15/09) ενώ την χειμερινή περίοδο το όριο είναι 14%. Αν το αλεύρι προέρχεται από εγχώριο σιτάρι το ποσοστο της τέφρας θα πρέπει να είναι κατώτερο του 0,45% ενώ αν το σιτάρι είναι αλλοδαπής προέλευσης το όριο της τέφρας είναι 0,50%. Η γλουτένη πρέπει να είναι καλής ποιότητας και τουλάχιστον 28%. Επίσης η συγκέντρωση τετραχλωράνθρακα πρέπει να είναι μικρότερη από 0,015%. (ΑΑΔΕ, 2009)

➤ Αλεύρι κατηγορίας Μ

Πρόκειται για άλευρα κίτρινου χρώματος τα οποία προέρχονται από σκληρά σιτάρια. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την παρασκευή «χωριάτικου ψωμιού». (Πρωτονοταρίου, 2017) Ο κώδικας τροφίμων και ποτών έχει θεσπίσει ανώτατο όριο τέφρας, στο αλεύρι κατηγορίας Μ, 0,90%. Η υγρασία την καλοκαιρινή περίοδο πρέπει να είναι κάτω από 14% ενώ την χειμερινή περίοδο ανώτερο όριο είναι 14,5%. Η γλουτένη πρέπει να είναι καλής ποιότητας και τουλάχιστον 25%. Τέλος το υπόλειμμα τετραχλωράνθρακα πρέπει να είναι μικρότερο από 0,03%. (ΑΑΔΕ, 2009)

➤ Αλεύρι κατηγορίας Κ

Παράγεται κυρίως από μαλακά σιτάρια στα οποία αλέθεται σχεδόν ολοκληρός ο κόκκος. Έτσι το τελικό προϊόν έχει ανοικτό καφε χρώμα. Σύμφωνα με την νομοθεσία ανώτερο όριο τέφρας στο αλεύρι είναι 1,40%. Η υγρασία πρέπει να είναι μικρότερη του 14% την καλοκαιρινή περίοδο και χαμηλότερη του 14,5% την χειμερινή περίοδο. Η γλουτένη πρέπει να είναι υψηλότερη από 25% και να είναι καλής ποιότητας. Το υπόλειμα σε τετραχλωράνθρακα πρέπει να είναι μικρότερο από 0,03%. (ΑΑΔΕ, 2009)

## 2.2 Εμπειρικές ρεολογικές μετρήσεις ζυμαριών

Η ρεολογία και οι ρεολογικές μετρήσεις των ζυμαριών θεωρούνται βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση της ποιότητας των αλεύρων καθώς και την μέτρηση των φυσικών ιδιοτήτων τους. Τα περισσότερα όργανα χρησιμοποιούνται για την μέτρηση, την παρατήρηση της συμπεριφοράς της ζύμης κατά την πορεία διαφόρων διαδικασιών επεξεργασίας όπως η ανάμιξη, το ζύμωμα, η μορφοποίηση, η ζύμωση. Η γνώση της ρεολογικής συμπεριφοράς και των ιδιοτήτων του ζυμαριού καθίστανται απαραίτητη. Οι κύριες τεχνικές διακρίνονται στις εμπειρικές και στις θεμελιώδεις μετρήσεις. Οι θεμελιώδεις εμπειρεύουν πληροφορίες για το ιξώδες, την ελαστικότητα του ζυμαριού ενώ οι εμπειρικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για την ποιότητα της ζύμης με την χρήση οργάνων (μηχανημάτων). Τέτοια όργανα είναι ο φαρινογράφος, με τον οποίο βγάζουμε συμπεράσματα για την συμπεριφορά της ζύμης κατά την διάρκεια της ανάμιξης και του ζυμώματος. Ο Εξτενσιογράφος και ο Αλβεογράφος παρέχουν πληροφορίες για τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού καθώς και ο αμυλογγράφος παρέχει πληροφορίες για την ζελατινοποίηση και την δράση της α-αμυλάσης στο άλευρο. Πιο αναλυτικά παρακάτω θα αναφερθούν και θα αναλυθούν τα κυριότερα όργανα που προσδίδουν βασικές πληροφορίες και ιδιότητες για κάθε ζύμη.

## 2.3 Αναλύσεις αλεύρου σίτου/ όργανα

### 2.3.1 Περιστροφικός μύλος Brabender

Πρόκειται για ένα είδος μύλου, δηλαδή κυλινδρομηχανής άλεσης σίτου και μετατροπής του σε αλεύρι με τη χρήση μιας διαδικασίας ρυθμίσεως και άλεσης. Στόχος αυτού είναι η μέγιστη απόδοση αλεύρου. (Εργαστηριακός οδηγός)



Εικόνα 3 Πειραματικός μύλος αλέσματος Brabender (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών)

### 2.3.2. Αμυλογράφος

Ο αμυλογράφος με ακρίβεια υπολογίζει την ζελατινοποίηση του αμύλου και την ενζυμική δραστηριότητα της  $\alpha$ -αμυλάσης. Πιο συγκεκριμένα, μετρά το ιξώδες ενός εναιωρήματος αλεύρου-νερού σε μία χρονική περίοδο όπου η θερμοκρασία ανέρχεται ομοιόμορφα. Η αντίσταση που εμφανίζει το αιώρημα με το πέρασμα του χρόνου καταγράφεται αυτόματα σε καταγραφικό χαρτί, δημιουργώντας ένα διάγραμμα σε συνάρτηση με τον χρόνο, το αμυλογράφημα. Για το άλευρο σίτου που προορίζεται για αρτοποιία οι ενδεδειγμένες τιμές μεγίστου ιξώδους είναι 400 – 700 BU. Τέλος, από την γνωστή ταχύτητα αύξησης της θερμοκρασίας μπορεί να υπολογιστεί η θερμοκρασία έναρξης της ζελατινοποίησης. (Κεφαλάς, 2009)



Εικόνα 4 Αμυλογράφος ISO7973 (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών)

### 2.3.3 Εξτενσιογράφος

Ο εξτενσιογράφος Bradender είναι ένα όργανο το οποίο παρέχει πληροφορίες για τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού. Συγκεκριμένα με τον εξτενσιογράφο λαμβάνουμε πληροφορίες για την εκτατότητα και την αντοχή του ζυμαριού κατά την επιμήκυνση. Με αυτόν τον τρόπο πηγάζουν συμπεράσματα για την ποσότητα καθώς και για την ποιότητα της γλουτένης. Τα αποτελέσματα της εξέτασης στον εξτενσιογραφο δίδονται υπό μορφή διαγράμματος. (Κεφαλάς, 2009)



Εικόνα 5 Εξτενσιογράφος (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών)

### 2.3.4 Αναμιξογράφος

Ο αναμιξογράφος είναι μια ρεολογική συσκευή, η οποία καταμετρεί την αντίσταση της ζύμης κατά τη μάλαξη. Λειτουργεί πάντα υπό σταθερή ποσότητα νερού, το οποίο έχει ως απόρροια την ένδειξη διαφορετικών καμπυλών με εξίσου διαφορετικό πλάτος καμπύλης. Ένα μειονέκτημα του αναμιξογράφου είναι η μη μέτρηση της απορρόφησης νερού αφού είναι σταθερή ενώ ένα πλεονέκτημά της είναι ότι απαιτεί μικρή ποσότητα δείγματος καθώς



και δεν απαιτεί πολύ χρόνο μέχρι το αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία που λαμβάνονται είναι ο μέγιστος χρόνος μέχρι το ζυμάρι να φτάσει στην μέγιστη συνεκτικότητα και η αντοχή αναμίξεως, δηλαδή η αντίσταση της ζύμης στην κατάρρευση κατά την διαρκή ανάμιξη. (Λάζος & Λάζου, 2016)



Εικόνα 6 Αναμιξογράφος (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών )

### 2.3.5 Φαρινογράφος

Ο φαρινογράφος είναι ένα εργαστηριακό ζυμωτήριο με ενσωματωμένο μηχανισμό που μετρά την συνεκτικότητα του παραγόμενου ζυμαριού. Με τη μέθοδο του φαρινογραφήματος μετρούμε την απορρόφηση νερού ενός αλεύρου και τις ρεολογικές του ιδιότητες. Μας πληροφορεί για την ικανότητα του αλεύρου στην απορρόφηση του νερού, την αντοχή του ζυμαριού στη μηχανική καταπόνηση κατά την κατεργασία και την υγιεινότητα του αλεύρου και το δημιουργούμενο διάγραμμα που μελετάται ονομάζεται φαρινογράφημα. (Wrigleyetal. 2022).

### 2.3.6 Αλβεογράφος

Ο αλβεογράφος Chopin είναι ένα είδος εξτενσιογράφου και πρόκειται για ένα εμπειρικό οργανόμετρο οποίο μπορούν να βγουν συμπεράσματα για την δύναμη του αλεύρου και την καταλληλότητα του για διάφορες χρήσεις. Για να μελετηθούν τα αποτελέσματα του σχηματίζεται ένα διάγραμμα που ονομάζεται αλβεογράφημα. (Λάζος & Λάζου, 2016)



Εικόνα 7 Αλβεογράφος CHOPIN (Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών)

## 2.4 Αναλύσεις για το σιτάρι και το αλεύρι

### 2.4.1 Περιεκτικότητα γλουτένης

Η γλουτένη είναι το βασικό πρωτεϊνικό σύμπλεγμα το οποίο καθορίζει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός αλεύρου σίτου κατά την επεξεργασία και σχηματισμό ζυμαριών. Το βασικότερο που πρέπει να γνωρίζει κανείς για τη γλουτένη είναι πως δεν είναι δυνατό να γίνει προσδιορισμός της χωρίς πρώτα να σχηματιστεί ζυμάρι. Συνοπτικά όπως αναφέρθηκε παραπάνω, απαρτίζεται από δύο πρωτεΐνες τη γλοιαδίνη και τη γλουτενίνη. Η σύνδεση αυτών των δύο πρωτεϊνών γίνεται κατά την διάρκεια ανάμιξης του ζυμαριού.

### 2.4.3 Μέτρηση αριθμού πτώσεως (falling number)

Ο αριθμός πτώσεως προκειται για μια ιξοδοελαστική μέτρηση που πραγματοποιείται τόσο στο σιτάρι όσο και στο αλεύρι. Είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την αξιολόγηση της δραστηριότητας της  $\alpha$ -αμυλάσης σε άλευρα διαφόρων δημητριακών (κυρίως αλεύρια σιταριού και κριθαριού). Η μέθοδος είναι απλή και βασίζεται στην αλλαγή ιξώδους μιας θερμής πάστας αλεύρου. Ο αριθμός πτώσης είναι ανάλογος του ιξώδους και αντιστρόφως ανάλογος της αμυλασικής δράσης. Έτσι μεγάλος αριθμός πτώσης, δηλαδή  $FN > 300s$ , αποδεικνύει μικρή ενζυμική δράση στο σιτάρι. Ενώ αντίθετα μικρή τιμή  $FN$  αντιστοιχεί σε μεγάλη αμυλασική δράση.

## Κεφάλαιο 3: Αρωματικά φυτά

### 3. 1 Είδη αρωματικών φυτών & Ιδιότητες

Τα αρωματικά φυτά αποτελούν μία μεγάλη ομάδα ειδών του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό το ότι περιέχουν στα διάφορα μέρη τους αιθέρια έλαια, δηλαδή ουσίες που όταν ελευθερωθούν αφήνουν άρωμα και γεύση στο τρόφιμο. Τα αρωματικά φυτά, λόγω των ιδιοτήτων τους, βρίσκουν πλήθος εφαρμογών στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών (αρωματισμό και συντήρηση), στη ζαχαροπλαστική, στη μαγειρική, στη Φαρμακοβιομηχανία, στη βιομηχανία καλλυντικών και την αρωματοποιία, ενώ σημαντικές δυνατότητες μπορούν να αξιοποιηθούν με τη λήψη χρωστικών ουσιών για το χρωματισμό κυρίως τροφίμων, αντικαθιστώντας τις συνθετικές χρωστικές. Παρακάτω αναγράφονται κάποια είδη αρωματικών φυτών που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία και συγκεκριμένα στο ζυμάρι. (Belon, 1994)

#### 3. 1. 1 Ρίγανη

Η ρίγανη αποτελεί ένα ενδημικό βότανο στην Ελλάδα που αποτελεί ένα από τα πιο γνωστά αρωματικά και φαρμακευτικά. Περιέχει συστατικά με σημαντική βιολογική δράση. Τα ξερά φύλλα και οι ταξιανθίες της ρίγανης είναι εξαιρετικά πλούσια σε αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Οι κύριες ουσίες που βρίσκονται στο αιθέριο έλαιο και στις οποίες αποδίδονται οι βιολογικές δράσεις είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη, δύο φαινολικές ενώσεις που δρουν συνεργικά. Εκτός, όμως, από αυτές τις δύο ουσίες ανιχνεύονται και άλλες σε μικρότερες ποσότητες: γ-τερπινένιο, π-κυμένιο, α-πινένιο, καμφένιο, β-μπισαμπολένιο, μυρκένιο, β-καρυοφυλλένιο, β-πινένιο, σαβινένιο, τερπινεν-4-όλη, τερπινολένιο, λιναλοόλη κ.α. Η φαρμακευτική της δράση θεωρείται πολύ σημαντική, είναι φάρμακο για πολλά προβλήματα του στομαχιού και περισσότερο για γαστρική ατονία. Θεωρείται καλό καταπραΰντικό σε πόνους των μυών και σε νοσήματα των πνευμόνων. Τέλος έχει αναγνωριστεί για την αντιφλεγμονώδη, αντιαλλεργική, αντικαρκινική και αντιδιαβητική του δράση. (SKOUFOGIANNI, Ecology, Cultivation and Utilization of the Aromatic Greek Oregano (*Origanum vulgare* L.), 2019)

#### 3. 1. 2 Δυόσμος

Είναι ένα είδος ανθοφόρου φυτού στην οικογένεια της μέντας. Τα οφέλη του δυόσμου είναι πολλαπλά για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς περιλαμβάνει θρεπτικά συστατικά,

όπως κάλλιο, μαγγάνιο, σίδηρο, ασβέστιο και μαγνήσιο. Ακόμα, έχει αντιοξειδωτική δράση και ενσωματώνει βιταμίνες, συμπεριλαμβανομένων των βιταμινών C, B6, A και β -καροτίνης. Το έλαιό του, καταπολεμά τις φλεγμονές του ρινοφάρυγγα, της ουλίτιδας και των ρευματισμών. Είναι ωφέλιμο σε περιπτώσεις παθήσεων του στομάχου και σε ημικρανίες. Βοηθά στο αναπνευστικό σύστημα ως αφέψημα για τα κρυολογήματα του χειμώνα, στο γαστρεντερικό σύστημα καταπραΰνοντας τα συμπτώματα της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης αλλά και στις ημικρανίες και τον ερεθισμένο λαιμό (Mateescu, 2014)

### 3. 1. 3 Βασιλικός

Ο βασιλικός θεωρείται αρωματικό φυτό. Αναλόγως με το είδος και την ποικιλία, τα φύλλα μπορούν να έχουν γεύση παρόμοια με το γλυκάνισο, με έντονη, πικάντικη, συχνά γλυκιά, μυρωδιά. Ο βασιλικός χρησιμοποιείται φρέσκος στις συνταγές μαγειρικής. Γενικά, προστίθεται την τελευταία στιγμή, καθώς το μαγείρεμα καταστρέφει ταχέως τη γεύση του. Το φρέσκο βότανο μπορεί να διατηρηθεί για μικρό χρονικό διάστημα σε πλαστικές σακούλες στο ψυγείο ή για μεγαλύτερη χρονική περίοδο, στην κατάψυξη, αφού ζεματιστεί γρήγορα σε βραστό νερό. Το αποξηραμένο βότανο χάνει επίσης το μεγαλύτερο μέρος της γεύσης του και αυτό το λίγο εναπομείναν άρωμα έχει πολύ διαφορετική γεύση, με αδύναμο άρωμα κουμαρίνης, παρόμοιο με αυτό του σανού (Mateescu, 2014)

### 3. 1. 4 Θυμάρι

Το θυμάρι είναι ένα συμπαγές φυτό ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες. Θεωρείται τονωτικό και εκλύει ένα ιδιαίτερο άρωμα. Διαθέτει αντισηπτικές, διουρητικές, αντιπαρασιτικές και αντιπυρετικές ιδιότητες. Κατά το μαγείρεμα, το θυμάρι χρησιμοποιείται ως καρύκευμα. (Mateescu, 2014)

### 3. 1. 5 Θρούμπι

Πρόκειται για ένα φυτό, το οποίο χαρακτηρίζεται ως αρωματικό φαρμακευτικό και μελισσοκομικό. Η μυρωδιά του είναι παρόμοια με εκείνη της ρίγανης και του θυμαριού. Διεγείρει την όρεξη και δρα ως ηρεμιστικό στα ρευματικά νοσήματα. Χρησιμοποιείται επίσης σε τρόφιμα συνήθως για τις αρωματικές του ιδιότητες. (Afaf Ejaz1, 2023)

### 3.2.1 Μορφές εμπλουτισμού αρωματικών φυτών στην ζύμη

Με βάση τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών όσον αφορά τα πρόσθετα υλικά στα

Τα αρωματικά φυτά μπορούν να προστεθούν στο ζυμάρι σε διάφορες μορφές, ανάλογα με το είδος του φυτού. Ορισμένες από τις κοινές μορφές περιλαμβάνουν:

1. Φρέσκα Φύλλα: Τα φρέσκα φύλλα από αρωματικά φυτά, όπως βασιλικός, δυόσμος, ρίγανη και θυμάρι, μπορούν να ψιλοκοπούνται και να προστίθενται απευθείας στο ζυμάρι. Η φρεσκάδα τους προσφέρει ένα φυσικό άρωμα και γεύση.
2. Στεγνά Φυτικά Συστατικά (υπό μορφή σκόνης): Κάποια αρωματικά φυτά μπορούν να προστεθούν στη μορφή στεγνών φυτικών συστατικών, όπως το κύμινο. Αυτά μπορούν να είναι σε μορφή σκόνης ή θρυμματισμένα.
3. Αιθέρια Έλαια: Τα αιθέρια έλαια από αρωματικά φυτά είναι πολύ συμπυκνωμένα και δυνατά αρωματικά. Μια μικρή ποσότητα αρκεί για να προσθέσει έντονη γεύση. Προσθέτονται συνήθως στο τέλος της ζύμης για να διατηρηθεί το άρωμα.
4. Εκχυλίσματα: Εκχυλίσματα από αρωματικά φυτά, όπως βανίλια ή λεμόνι, μπορούν να προστεθούν για να προσδώσουν γεύση χωρίς την παρουσία στερεών σωματιδίων. (FINGLAS, 2004)

### 3.2.2 Αρωματικά φυτά και Φαινόλες

Τα αρωματικά φυτά που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ζύμης σίτου, όπως παραδείγματος χάριν ο άρτος που περιέχει γλυκάνισο, επιλέγονται αρχικά επειδή προσδίδουν άρωμα και γεύση. Ωστόσο, η λειτουργία τους είναι και προστατευτική, λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράση και έχουν την δυνατότητα να προστατεύσουν την ποιότητα της ζύμης και της διάρκειας ζωής της. Τα αρωματικά φυτά είναι γενικά πλούσια σε φαινολικές ενώσεις, οι οποίες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες και ευθύνονται για την αντιοξειδωτική δράση των αρωματικών φυτών. Γενικότερα, οι φαινόλες εμπλέκονται στο χρώμα (χρωστικές), τη γεύση (στυπτικότητα, πικρία) και την ασφάλεια των τροφίμων (αντιμικροβιακή δράση). Παρατηρείται ότι η ευαισθησία των λιπιδίων στην οξείδωση είναι μία από τις κύριες αιτίες υποβάθμισης της ποιότητας των τροφίμων. Αυτή η αλλοίωση περιλαμβάνει ανεπιθύμητες αλλαγές στη γεύση, την υφή, τη διάρκεια ζωής και την εμφάνιση των τροφίμων. Επιπλέον, μπορεί να προκαλέσει υποβάθμιση της διατροφικής ποιότητας, και ακόμη και να επηρεάσει την ασφάλεια των τροφίμων. (D. Carvalho Costa, 2015)

### 3.3 Φυτοχημικό περιεχόμενο

Τα φαρμακευτικά αρωματικά φυτά είναι πλούσιες πηγές φυτοχημικών, οι οποίες ευθύνονται για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες. Αυτές οι ενώσεις περιλαμβάνουν:

- Αιθέρια Έλαια: Πολλά αρωματικά φυτά παράγουν αιθέρια έλαια, τα οποία είναι πολύπλοκα μείγματα πτητικών ενώσεων. Αυτά τα έλαια περιέχουν τερπένια και τερπενοειδή, όπως π. χ μονοτερπένια και σесκιτερπένια, που συμβάλλουν στο χαρακτηριστικό άρωμα και τα θεραπευτικά αποτελέσματα των φυτών. Για παράδειγμα, το αιθέριο έλαιο από λεβάντα (*Lavandula angustifolia*) περιέχει λιναλοόλη, γνωστή για τις ηρεμιστικές της ιδιότητες.
- Φαινολικές Ενώσεις: Τα αρωματικά φυτά συχνά περιέχουν φαινολικές ενώσεις όπως φλαβονοειδή και πολυφαινόλες. Αυτές οι ενώσεις έχουν αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση. Για παράδειγμα, το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla*) περιέχει τα φλαβονοειδή όπως η απιγενίνη, η οποία έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.
- Αλκαλοειδή: Ορισμένα αρωματικά φυτά περιέχουν αλκαλοειδή, τα οποία μπορεί να έχουν ποικίλες φυσιολογικές επιδράσεις στον άνθρωπο. Για παράδειγμα, η μέντα (*Mentha × piperita*) περιέχει μενθόλη, ένα αλκαλοειδές με αναλγητική και ψυκτική δράση. (Izoletal. , 2023)

#### 3.3.1 Αντιοξειδωτικές ικανότητες / Δραστηριότητα

Πολλά είδη βοτάνων έχουν αναγνωριστεί ότι έχουν φαρμακευτικές ιδιότητες και ευεργετική επίδραση στην υγεία, π. χ. αντιοξειδωτική δράση, δράση διέγερσης του πεπτικού συστήματος, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακή, υπολιπιδαιμική, αντιμεταλλαξιογόνος επιδράσεις και αντικαρκινογόνο δυναμικό (Luoetal. , 2004).

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες μπορεί να οφείλονται σε πολλές ουσίες, όπως ορισμένες βιταμίνες, φλαβονοειδή, τερπενοειδή, καροτενοειδή και φυτοοιστρογόνα. Τα εκχυλίσματα αρωματικών βοτάνων δρουν ως αντιοξειδωτικά για την επιβράδυνση της οξείδωσης των λιπών. Στην πρώτη φάση της οξείδωσης των λιπιδίων, οι ελεύθερες ρίζες των λιπιδίων αντιδρούν με το οξυγόνο για να σχηματίσουν υδροϋπεροξειδία. Αυτά τα προϊόντα συνήθως οξειδώνονται περαιτέρω για να σχηματίσουν κετόνες, αλδεϋδες, αλκοόλες και οξέα που επηρεάζουν αρνητικά τη γεύση, το άρωμα, τη θρεπτική αξία και τη συνολική αισθητηριακή ποιότητα του προϊόντος και επίσης μειώνουν το pH. Επιπλέον, είναι γνωστό ότι οι πολυφαινόλες και άλλα φυσικά αντιοξειδωτικά ενισχύουν σημαντικά τη

σταθερότητα των βρώσιμων ελαίων, επειδή έχουν την ικανότητα να δωρίζουν ένα άτομο υδρογόνου σε μια ελεύθερη ρίζα και να μειώνουν τη διάδοση της ριζικής αλυσιδωτής αντίδρασης (D. Carvalho Costa, 2015)

### 3.3.2 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα φαινολικών συστατικών

Οι πολυφαινολικές ενώσεις βρίσκονται συνήθως και στα δύο βρώσιμα και μη βρώσιμα φυτά, και έχει αναφερθεί να έχουν πολλαπλές βιολογικές επιδράσεις, συμπεριλαμβανομένων των αντιοξειδωτικών δραστηριοτήτων. Τα ακατέργαστα εκχυλίσματα βοτάνων και μπαχαρικών και άλλα φυτικά υλικά πλούσια σε φαινολικές ουσίες παρουσιάζουν αυξανόμενο ενδιαφέρον στη βιομηχανία τροφίμων επειδή επιβραδύνουν την οξειδωτική αποικοδόμηση των λιπιδίων και ως εκ τούτου βελτιώνουν την ποιότητα και τη θρεπτική αξία των τροφίμων. Το θυμάρι είναι μια πλούσια πηγή πολυφαινολών. Οι Gramza - Michalowskaetal. ανέφερε μια τιμή του 229, 63 mg GAE/g λυοφιλοποιημένης σκόνης μετά από εξαγωγή αιθανόλης. Σε μελέτη των Gallegoetal. (2013) απέδειξαν την αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων από τα αρωματικά φυτά. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν έδειξαν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων των φυτών που μελετήθηκαν. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές πολυφαινόλες και αντιοξειδωτική ικανότητα που αξιολογήθηκε με ομοιογενείς αντιοξειδωτικές δοκιμασίες ήταν στα εκχυλίσματα από άνθη θυμαριού, φύλλα λεβάντας και φύλλα θυμαριού, ακολουθούμενα από τους μίσχους και τα φύλλα του δεντρολίβανου. Το δείγμα με τη χαμηλότερη συγκέντρωση πολυφαινολών και τη χαμηλότερη αντιριζική ικανότητα ήταν το εκχύλισμα λουλουδιών λεβάντας. Τα φύλλα του δεντρολίβανου και τα φύλλα θυμαριού ήταν πιο αποτελεσματικά στην προστασία του γαλακτώματος από την οξείδωση ακολουθούμενη από τους μίσχους του δεντρολίβανου και τα άνθη του θυμαριού. Δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φύλλων του θυμαριού και του δεντρολίβανου. Αυτή η έρευνα έχει δείξει τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φυτικών ιστών αυτών των ειδών και μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια εναλλακτική λύση στα συνθετικά αντιοξειδωτικά στη συντήρηση των τροφίμων(Galegoetal. , 2013)

### 3.4 Χρήση ασκορβικού οξέος ως πρόσθετο

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ), πρόσθετα τροφίμων θεωρούνται οι ουσίες ή τα μίγματα ουσιών, εκτός των βασικών συστατικών, των οποίων η προσθήκη στο τρόφιμο αποσκοπεί στην βελτίωση της παραγωγής, της επεξεργασίας και γενικότερα της συντήρησης και εμφάνισής του, με συνήθως έμμεση επίδραση και στα

οργανοληπτικά ή μακροσκοπικά στοιχεία του τροφίμου αυτού. (ΑΓΓΕΛΟΥΣΗΣ, 2001)  
Μέσα στα πρόσθετα αυτά είναι και το ασκορβικό οξύ που αναλύεται παρακάτω.

#### Ασκορβικό οξύ

Το ασκορβικό οξύ αποτελεί το μόνο βελτιωτικό με οξειδωτική δράση στο αλεύρι σίτου που επιτρέπεται στην Ελλάδα. Το γνωρίζουμε ως αναγωγική ουσία , αλλά στο ζυμωτήριο, μόλις το άλευρο έρθει σε επαφή με το νερό, δρα το ένζυμο οξειδάση του ασκορβικού οξέος το οποίο οξειδώνει το ασκορβικό οξύ σε δευδροασκορβικό οξύ. Αυτό, στη συνέχεια, οξειδώνει τη γλουτένη του ζυμαριού και ανάγεται σε ασκορβικό οξύ. Η μέγιστη επιτρεπόμενη δόση ασκορβικού στο άλευρο είναι 0,3‰, σύμφωνα με τον ΚΤΠ. Με την επίδραση του ασκορβικού οξέος ως οξειδωτικού , το ζυμάρι γίνεται πιο ανθεκτικό και συνεκτικό αλλά όχι ιδιαίτερα ελαστικό. Στις μεγαλύτερες δόσεις ασκορβικού η ελαστικότητα μειώνεται σημαντικά. (Κεφαλάς, 2009),



## Κεφάλαιο 4: Πειραματικό μέρος

### 4.1 Σκοπός

Σκοπός της παρακάτω πειραματικής διαδικασίας είναι η μελέτη της επίδρασης της προσθήκης ξηρού βασιλικού και ασκορβικού οξέος σε δείγμα μαλακού αλεύρου σίτου 70% με τη χρήση αλβεογράφου, για τη μέτρηση των ρεολογικών ιδιοτήτων του παραγόμενου ζυμαριού.

Για όλα τα παρακάτω πειραματικά στάδια χρησιμοποιήθηκε το SimpleBio αλεύρι σίτου 70% μαλακό (τ. 550).



Εικόνα 8 Ετικέτα δείγματος αλεύρου. (Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, Τροφίμων Αλίκη Σαρρή)

## 4.2 Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός υγρασίας αποτελεί το βασικό αρχικό στάδιο κατά την ανάλυση του αλεύρου σίτου, καθώς αυτή χρησιμοποιείται για την έκφραση αποτελεσμάτων άλλων δοκιμών του αναγράφονται παρακάτω. Η μέθοδος προσδιορισμού υγρασίας που χρησιμοποιήθηκε είναι η πρότυπη μέθοδος ξήρανσης σε πυριατήριο, στην οποία γίνεται χρήση του πρωτοκόλλου ISO για την ξήρανση των αλεσμένων κόκκων σε εργαστηριακό κλίβανο (ISO712). Προσδιορίζεται η απώλεια βάρους μετά την ξήρανση και ύστερα υπολογίζεται η υγρασία του αναφερόμενου δείγματος. (Λάζου & Λάζος, 2017)

### Δείγματα/ Υλικά/ Εξοπλισμός

- SimpleBio αλεύρι σίτου 70% μαλακό (τ.550)
- Ενεργοποιημένη αλουμίνα
- Διαχωριστικός σιτηρών Boerner
- Αναλυτικός ζυγός
- Γυάλινος ξηραντήρας
- Κλίβανος κυκλοθερμικός
- Εργαστηριακός μύλος
- Κάψες αλουμινίου
- Εργαστηριακές λαβίδες
- Θερμόμετρο (0-200 °C )

### Πειραματική πορεία

- 1) Λαμβάνεται δείγμα κόκκων του αλεύρου με τη χρήση του διαχωριστήρα Boerner.
- 2) Το δείγμα αλέθεται με τον εργαστηριακό μύλο με τελικό αποτέλεσμα να μπορεί να διέρχεται από το κόσκινο 850μm.
- 3) Οι κάψες του αλουμινίου τοποθετούνται στον κλίβανο στους 135 °C για μισή ώρα. Χρησιμοποιώντας εργαστηριακή λαβίδα αφαιρέθηκαν οι κάψες από τον κλίβανο και αμέσως τοποθετήθηκαν σε γυάλινο ξηραντήρα για ψύξη για 20min.
- 4) Οι άδειες κάψες ζυγίστηκαν και στη συνέχεια προστέθηκε 2g αλεσμένου δείγματος, καταγράφοντας έτσι το κενό βάρος της κάψας και επίσης το βάρος της κάψας συν του δείγματος.
- 5) Πάλι με τη χρήση λαβίδας τοποθετήθηκαν οι κάψες στον κλίβανο στους 135 °C για 2 ώρες.
- 6) Αφού βγήκαν οι κάψες από τον κλίβανο μπήκαν κατευθείαν σε γυάλινο ξηραντήρα για ψύξη επί 30min.

7) Χρησιμοποιώντας τον ίδιο αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκαν οι κάψες που περιέχουν το ξηρό δείγμα.

8) Υπολογίστηκε η υγρασία με χρήση ειδικού τύπου

$$\% \text{ υγρασία} = [(\text{βάρους αρχικού δείγματος} - \text{βάρους ξηρού δείγματος}) / (\text{βάρους αρχικού δείγματος})] * 100 \text{ (Λάζου \& Λάζος, 2020)}$$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (g)	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
10,014	13,70
10,014	13,85
10,014	13,80
10,011	13,75
10,011	13,60
10,017	13,80
<b>M.O. = 13,75</b>	

Πίνακας 2 Πειραματικές μετρήσεις υγρασίας

#### Παρατηρήσεις:

Παρατηρείται απόκλιση του μέσου όρου ποσοστού υγρασίας του αλεύρου, που είναι 13,75 % , αντί για το αναμενόμενο στα 13,50%. Αυτό μπορεί να οφείλεται στις συνθήκες αποθήκευσης του αλεύρου, αλλά θεωρείται αποδεκτό. Άλευρο με ποσοστό υγρασίας μεγαλύτερο του 14,5% μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα, όπως ανάπτυξη μυκήτων ή επίδραση στην σταθερότητα του παραγόμενου προϊόντος. Η εύρεση της υγρασίας θεωρείται απαραίτητη για την πειραματική δοκιμή του αλβεογράφου παρακάτω.

### 4.3 Προσδιορισμός υγρής και ξηρής γλουτένης

Για να προσδιορίσουμε το ποσοστό υγρής γλουτένης σε δείγματα αλεύρων θα χρειαστούμε τον παρακάτω εξοπλισμό και υλικά.

#### Δείγματα/ Υλικά/ Εξοπλισμός

- Αλεύρι σίτου 70% μαλακό (τ. 550)
- Απιονισμένο νερό
- Αναλυτικό ζυγό
- Κάψα πορσελάνης
- Σπάτουλα
- Κόσκινο U.S no. 80
- Τρυβλία Petri
- Λαβίδα
- Χρονόμετρο
- Ξηραντήρας

Αρχικά αναμειχθηκε 25g αλεύρου σίτου 70% μαλακό (τ. 550) με 15ml απιονισμένου νερού μέσα σε πορσελάνινη κάψα και κάνουμε μάλαξη μέχρι να δημιουργηθεί η ζύμη. Τοποθετήθηκε το ζυμάρι σε ποτήρι ζέσεως με νερό βρύσης για 60 λεπτά (min) σε θερμοκρασία δωματίου για να ενυδατωθεί προκειμένου να γίνει έκπλυση. Στη συνέχεια αφαιρέθηκε το ζυμάρι από το νερό, τοποθετήθηκε κάτω από τη βρύση ένα κόσκινο U.S no. 80 ,ανοιγμάτων 100 ή και μεγαλύτερος, ώστε να μην χαθεί μέρος της γλουτένης κατά την έκπλυση των ζυμαριών. Επιπρόσθετα, έγινε μάλαξη κάτω από το τρεχούμενο νερό έτσι ώστε να συγκρατηθεί το δίκτυο της γλουτένης και να απομακρυνθεί το άμυλο και οι υπόλοιπες πρωτεΐνες. Η διαδικασία διήρκησε περίπου 40 λεπτά(min). Η έκπλυση έφτασε στο τέλος της μόλις το νερό σταμάτησε να είναι θολό ή να εμφανίζει γαλακτώδη όψη. Η μάζα της υγρής γλουτένης αφέθηκε να ξεκουραστεί για 1 ώρα περίπου ενώ κατά την διάρκεια ανά τακτά χρονικά διαστήματα την συμπιέζαμε για να απομακρυνθεί η περίσσεια νερού. Επιπλέον τοποθετήθηκε σε τρυβλίο Petri έτσι ώστε να ζυγιστεί ,όπου καταγράφηκε το ακριβές βάρος της μάζας της υγρής γλουτένης  $W_w$ , και να πραγματοποιηθεί η ξήρανση της.

Τέλος την τοποθετήσαμε στο πυριαντήριο στους 60°C για εικοσιτέσσερις ώρες (24h) και μετά την ξήρανση τη μεταφέραμε στον ξηραντήρα για 20 λεπτά ώστε να κρυώσει. Ζυγίζεται η ξηρή γλουτένη με βάρος ( $W_d$ ) (Βασταρδή, 2014).

Η απόδοση της υγρής και ξηρής γλουτένης (%) υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$W_{\text{ξηρού αλεύρου}} = W_{\text{δείγματος}} * [(100 - \text{ποσοστό υγρασίας}) / 100]$$

$$\% \text{ υγρής γλουτένης} = W_w / W_{\text{δείγματος ξηρού αλεύρου}}$$

$$\% \text{ ξηρής γλουτένης} = W_{\text{ξηρής γλουτένης}} / W_{\text{δείγματος ξηρού αλεύρου}}$$

(Λάζου & Λάζος, 2017)

Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία στα δείγματα σε αντίστοιχες αναλογίες αλεύρου σίτου- ξηρού βασιλικού, παραντίθενται τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα:

<b>ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ</b>				
<b>Ζύγισμα 25g αλεύρι και ανάμειξη με 15ml νερού</b>				
<b>ΔΕΙΓΜΑΤΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ (g)</b>	<b>ΖΥΓΙΣΜΑ (g)</b>	<b>ΥΓΡΗ ΓΛΟΥΤΕ ΝΗ (%)</b>	<b>ΞΗΡΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ (g)</b>
<b>Control 1.1</b>	0	7	28	15,2
<b>1.2</b>		7,2	28,8	15,4
<b>Sample 1.1</b>	0,25	7,3	29,2	15,4
<b>1.2</b>		7,7	30,8	15,76
<b>Sample 2.1</b>	0,5	7,5	30	15,65
<b>2.2</b>		6,45	25,8	14,55
<b>Sample 3.1</b>	0,75	7,2	28,8	15,31
<b>3.2</b>		7,79	31,16	15,91
<b>Sample 4.1</b>	1,00	7,4	29,6	15,56
<b>4.2</b>		7,23	28,92	15,3

**Πίνακας 3** Πειραματικές μετρήσεις υγρής και ξηρής γλουτένης

#### Παρατηρήσεις:

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα κατανοούμε ότι πρόσθεση σε διάφορες αναλογίες σκόνης αποξηραμένου βασιλικού δεν επηρέασε την μέτρηση της υγρής και ξηρής γλουτένης σε σχέση με αυτή του δείγματος ελέγχου/control (100% αλεύρι).

#### 4.4 Αλβεογράφος – Αλβεογραφήματα

##### Προεργασία

Αρχικά έγινε άλεση του ξηρού βασιλικού με την χρήση του περιστροφικού μύλου Brabender (Εικόνα 3) . Υπολογίστηκαν και ζυγίστηκαν ,με την χρήση αναλυτικού ζυγού, οι ποσότητες αλεύρου σίτου και ξηρής σκόνης βασιλικού ή ασκορβικού οξέος ώστε να παραχθούν τα ακόλουθα δείγματα για τον αλβεογράφο στα 250g (Πίνακας 5) καθώς και οι αντίστοιχες αναλογίες (Πίνακας 4) . Έπειτα, έγινε ανάμιξη των συστατικών με τη χρήση αναμίκτη CHOPIN S.A. N° 126. Να αναφερθεί ότι για κάθε δείγμα ξεχωριστά η πειραματική διαδικασία έγινε δύο φορές και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων για την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Για την χρήση του αλβεογράφου (Εικόνα 7) χρειάστηκαν τα παρακάτω υλικά και εξοπλισμός:

##### Δείγματα/ Υλικά/ Εξοπλισμός

- Αλεύρι σίτου 70% μαλακό (τ. 550)
- Απιονισμένο νερό
- Διάλυμα χλωριούχου νατρίου 2,5% καθαρότητας
- Παραφίνη
- Αλβεογράφος CHOPIN με όλα τα εξαρτήματα (γυάλινες πλάκες φυλλοποίησης, κύλινδρος, μεταλλική σπάτουλα, συσκευή κυκλικής κοπής)
- Κλίβανος με κυκλοφορητή αέρα
- Ογκομετρική φιάλη του 1 L
- Ξηραντήρας αλουμινίου
- Πινέλο
- Χρονόμετρο
- Σταγονόμετρο



**Εικόνα 9 Αναμίκτης εργαστηρίου (Εργαστήριο Επιστήμης & τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, Αλίκη Σαρρή 2023)**



**Εικόνα 10 Εξαρτήματα Αλβεογράφου εργαστηρίου (Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Δημητριακών & Προϊόντων τους, 2023 Αλίκη Σαρρή)**

### Πειραματική πορεία:

Πρώτο βήμα είναι η ρύθμιση του Αλβεογράφου Chorin, στο εργαστήριο η θερμοκρασία του αναμκτήρα και του θαλάμου στοφιάσματος ήταν 18°C και 22°C, αντίστοιχα. Με δεδομένο τον μέσο όρο της υγρασίας στα 13,75% ρυθμίσαμε την ποσότητα νερού στην προχοίδα στα 130,75 mL. Στην συνέχεια, τοποθετήθηκαν 250g από πρώτο δείγμα αλεύρου, δηλαδή το δείγμα έλεγχου/control (100% αλεύρι), βάλαμε σε λειτουργία τα χρονόμετρο για 20 δευτερόλεπτα προσθέτοντας ταυτόχρονα την απαιτούμενη ποσότητα χλωριούχου νατρίου. Γίνεται ανάμιξη για 1 min, σταματήσαμε τον κινητήρα και χρησιμοποιώντας μια πλαστική σπάτουλα αφαιρέσαμε το αποξηραμένο ζυμάρι από τα τοιχώματα του καπακιού, η διαδικασία αυτή δεν πρέπει να ξεπεράσει τα 45 δευτερόλεπτα. Έπειτα, συνεχίζεται η ανάμιξη για 6 min. Κατά την διάρκεια αυτών των 6 λεπτών, με την χρήση ενός σταγονόμετρου όπου περιέχει παραφίνη απλώνουμε ομοιόμορφα σε όλες της μεταλλικές επιφάνειες των εξαρτημάτων του Αλβεογράφου (Εικόνα 10) με ένα πινέλο. Αφού περάσει ο χρόνος σταματήσαμε τον κινητήρα, ανοίξαμε την πύλη εξώθησης, αντιστρέψαμε την κατεύθυνση του ζυμωτηρίου και θέσαμε σε λειτουργία τον κινητήρα. Με την μεταλλική σπάτουλα κόψαμε το εξωθημένο ζυμάρι (5 φορές), φυλλοποιήσαμε τα τεμάχια ζυμαριού πάνω στις γυάλινες πλάκες, κόψαμε το ζυμάρι με τη συσκευή κοπής και τέλος μεταφέραμε τα πέντε στρογγυλα κομμάτια ζυμαριού στην πλάκα ανάπαυσης για 28 λεπτά από την έναρξη της διαδικασίας ανάμιξης του ζυμαριού.

Για την λειτουργία του τεντώματος του αλβεογράφου όλες οι μεταλλικές επιφάνειες αλείφτηκαν με παραφίνη, σηκώθηκε η επάνω πλάκα, τοποθετήθηκε το πρώτο ζυμάρι στο κέντρο, κλείνουμε την βαλβίδα στρέφοντας τη λαβή στην κάθετη θέση και έτσι το ζυμάρι συμπιέζεται. Τέλος θέτουμε το επίπεδο λειτουργίας στη θέση 3(σφίξιμο) και το ζυμάρι αρχίζει και φουσκώνει, όταν η φούσκα διαρραγεί γυρνάμε το επίπεδο λειτουργίας στη θέση 4(ξεσφίξιμο). Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία για όλα τα τεμάχια ζυμαριού, στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον αλβεογράφο, εμφανίζεται το αλβεογράφημα. Η χαρακτηριστική καμπύλη του αλβεογράφου παρέχει σημαντικές ρεολογικές παραμέτρους για το ζυμάρι όπου θα αναλυθούν περαιτέρω παρακάτω. (Λάζου & Λάζος, 2020)



ΔΕΙΓΜΑΤΑ (%)	ΑΛΕΥΡΙ ΣΙΤΟΥ (%)	ΣΚΟΝΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ (%)	ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ (%)
CONTROL (1)	100	–	–
ΔΕΙΓΜΑ (2)	99,75	0,25	–
ΔΕΙΓΜΑ (3)	99,50	0,50	–
ΔΕΙΓΜΑ (4)	99,25	0,75	–
ΔΕΙΓΜΑ (5)	99,00	1,00	–
ΔΕΙΓΜΑ (6)	99,98	–	0,02
ΔΕΙΓΜΑ (7)	99,97	–	0,03

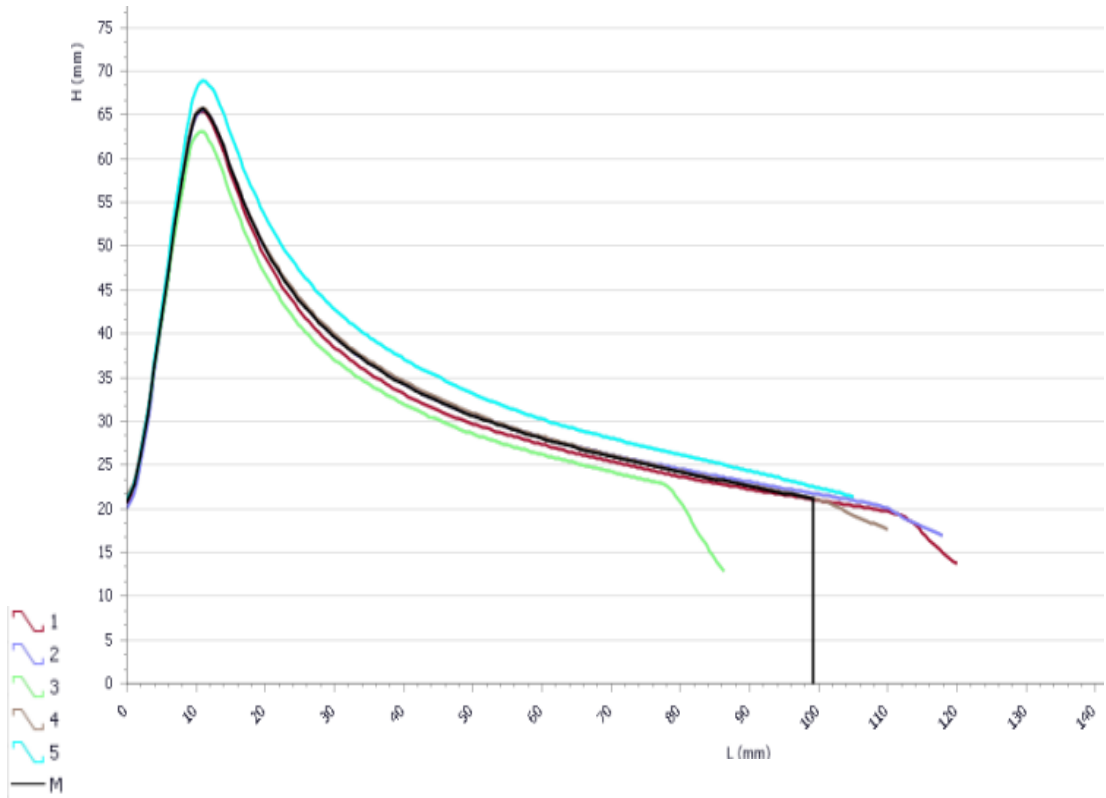
Πίνακας 4 Αναλογίες δειγμάτων (%)

ΔΕΙΓΜΑΤΑ 250(g)	ΑΛΕΥΡΙ ΣΙΤΟΥ(g)	ΣΚΟΝΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ(g)	ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ (g)
CONTROL (1)	250	–	–
ΔΕΙΓΜΑ (2)	249,375	0,625	–
ΔΕΙΓΜΑ (3)	248,75	1,875	–
ΔΕΙΓΜΑ (4)	248,125	1,875	–
ΔΕΙΓΜΑ (5)	247,5	2,5	–
ΔΕΙΓΜΑ (6)	249,95	–	0,05
ΔΕΙΓΜΑ (7)	249,25	–	0,75

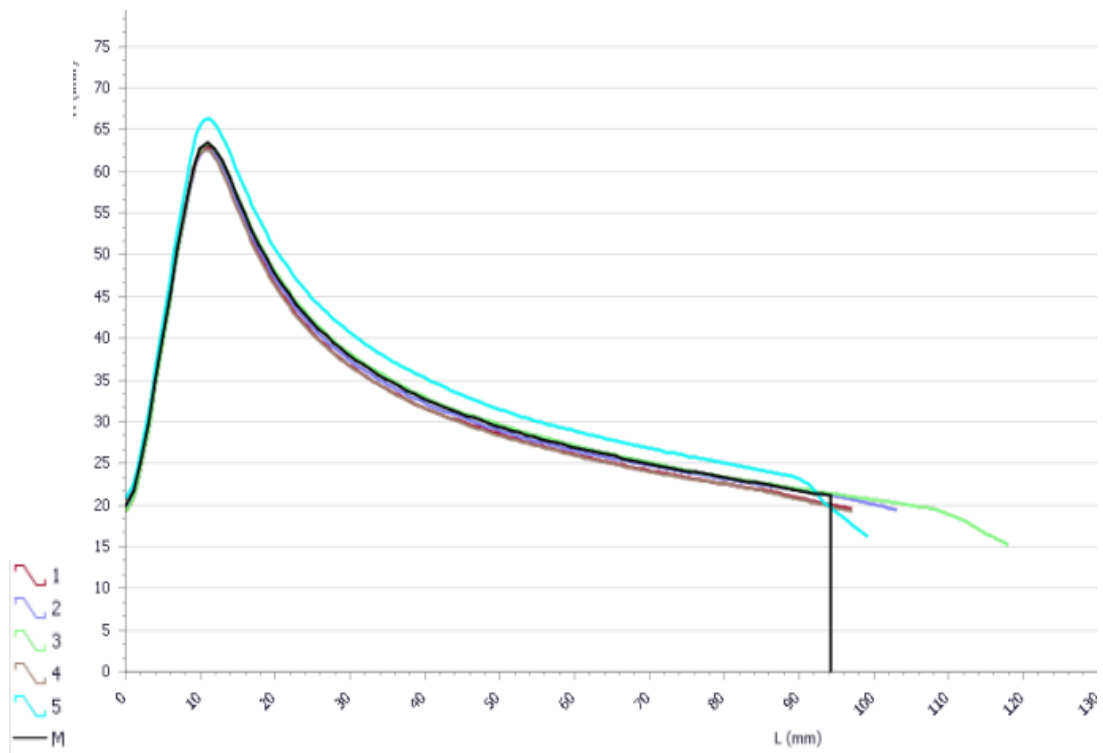
Πίνακας 5 Ποσότητες δειγμάτων στα 250g

<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΛΒΕΟΓΡΑΦΟΥ</b>						
<b>ΔΕΙΓΜΑΤΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ (%)</b>	<b>P (mmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>L (mm)</b>	<b>G</b>	<b>W *10<sup>-4</sup> (j)</b>	<b>P/L</b>
<b>CONTROL</b>	100/0	72	99	22,1	223	0,73
<b>1.1</b>						
<b>CONTROL</b>		70	94	21,5	208	0,74
<b>1.2</b>						
<b>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ</b>						
<b>SAMPLE 2.1</b>		68	110	23,3	217	0,62
<b>SAMPLE 2.2</b>	99,75/0,25	68	114	23,7	222	0,6
<b>SAMPLE 3.1</b>		73	92	21,3	208	0,79
<b>SAMPLE 3.2</b>	99,5/0,5	72	97	21,9	215	0,74
<b>SAMPLE 4.1</b>		76	95	21,6	214	0,8
<b>SAMPLE 4.2</b>	99,25/0,75	68	98	22	195	0,69
<b>SAMPLE 5.1</b>		79	78	19,6	191	1,01
<b>SAMPLE 5.2</b>	99/1	79	78	19,6	191	1,01
<b>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ</b>						
<b>SAMPLE 6.1</b>		91	83	20,2	274	1,1
<b>SAMPLE 6.2</b>	99,98/0,02	89	81	20	264	1,1
<b>SAMPLE 7.1</b>		89	86	20,6	281	1,03
<b>SAMPLE 7.2</b>	99,7/0,3	91	73	19	255	1,25

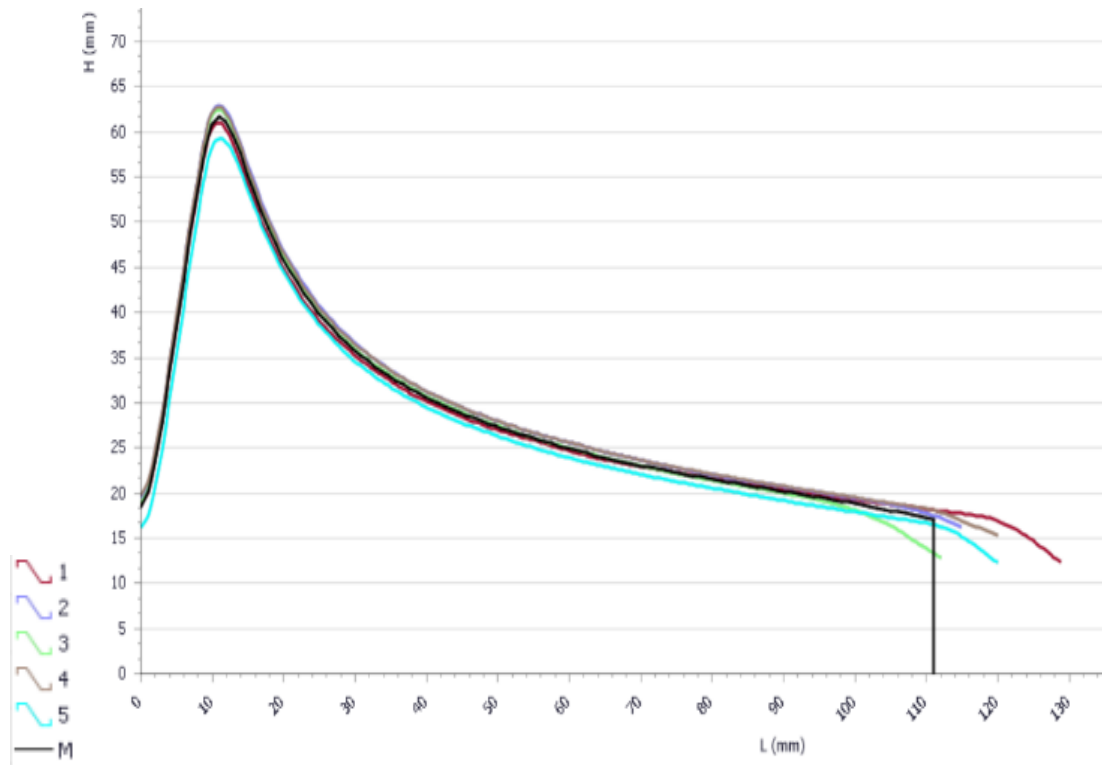
**Πίνακας 6 Πειραματικά αποτελέσματα αλβεογράφου**



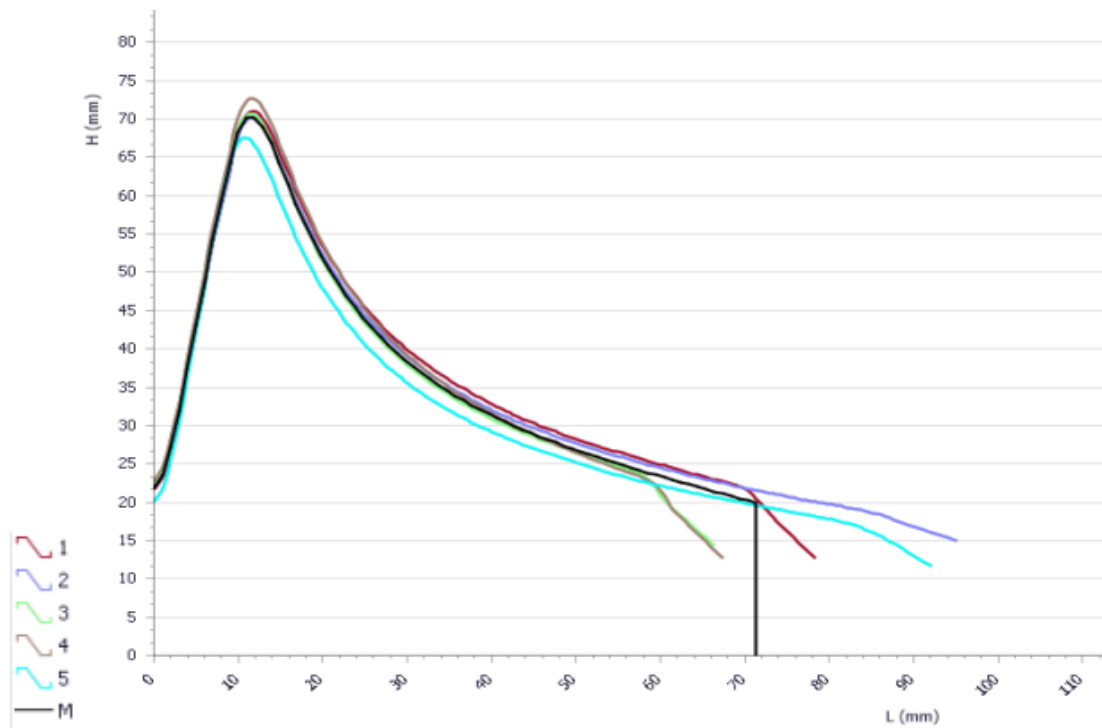
Εικόνα 11 Αλβεογράφημα Control 1.1 (δείγμα ελέγχου 100% αλεύρι)



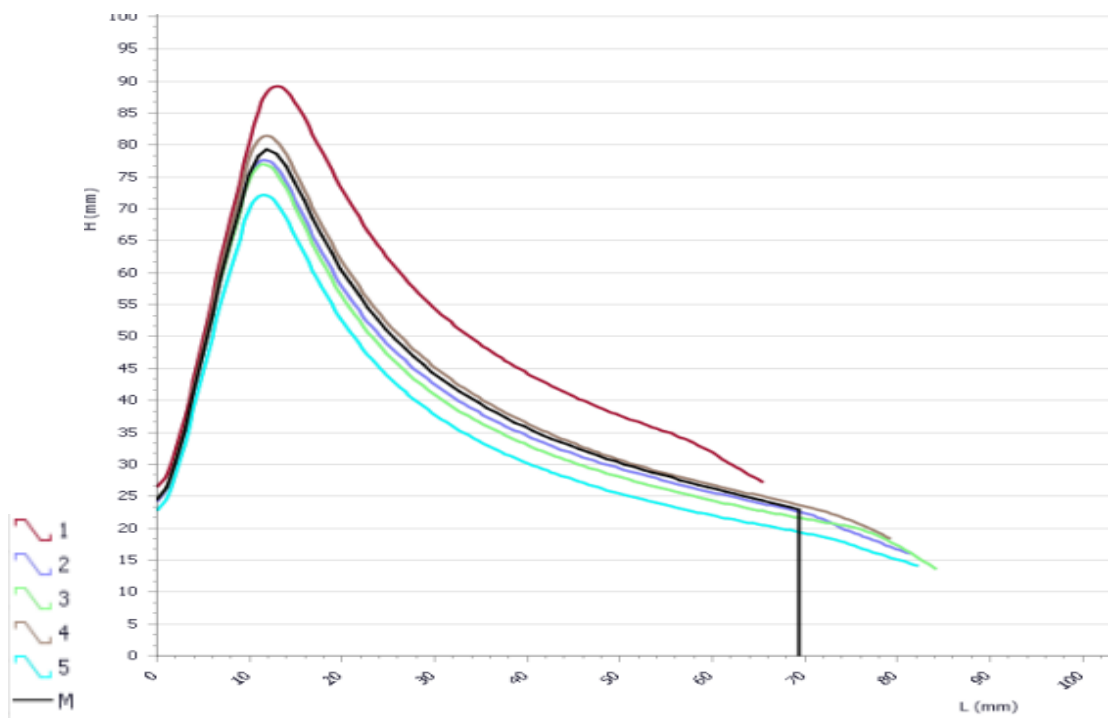
Εικόνα 12 Αλβεογράφημα Control 1.2 (δείγμα ελέγχου 100% αλεύρι)



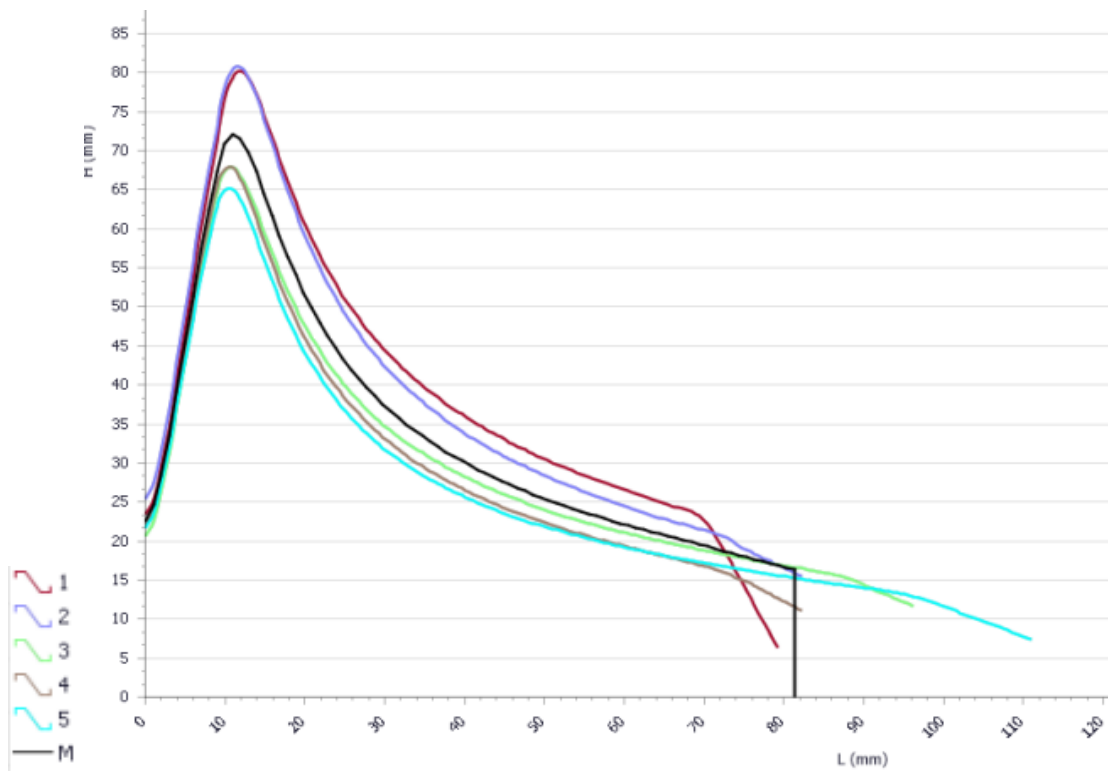
Εικόνα 13 Αλβεογράφημα δείγματος 2.1 (προσθήκη 0,25% ξηρής σκόνης βασιλικού)



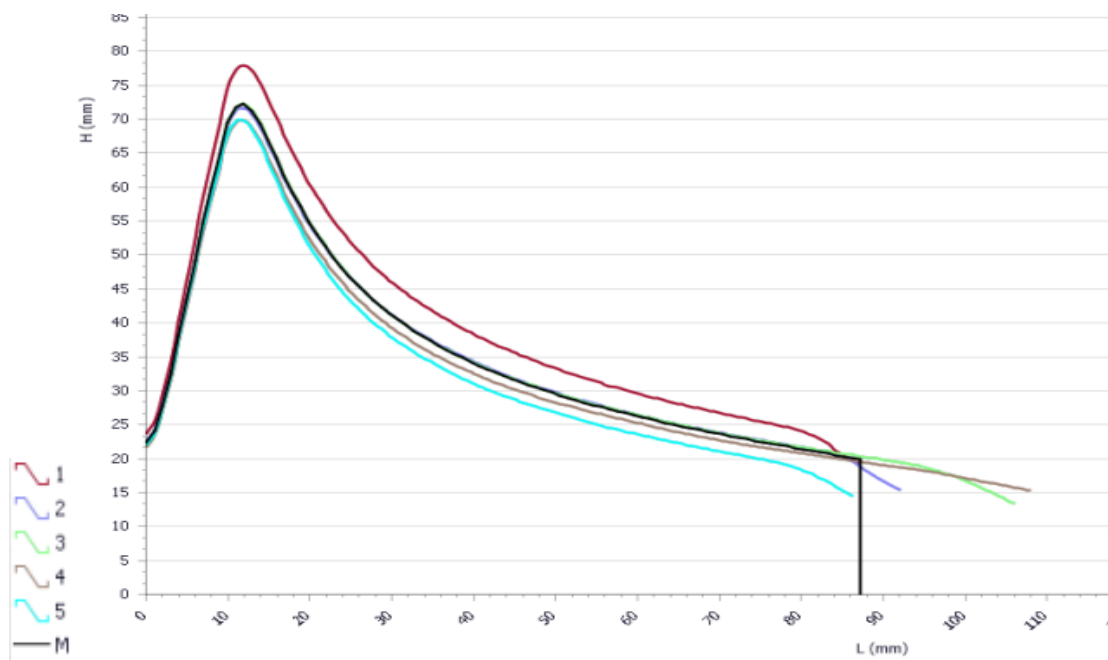
Εικόνα 14 Αλβεογράφημα δείγματος 2.2 (προσθήκη 0,25% ξηρής σκόνης βασιλικού)



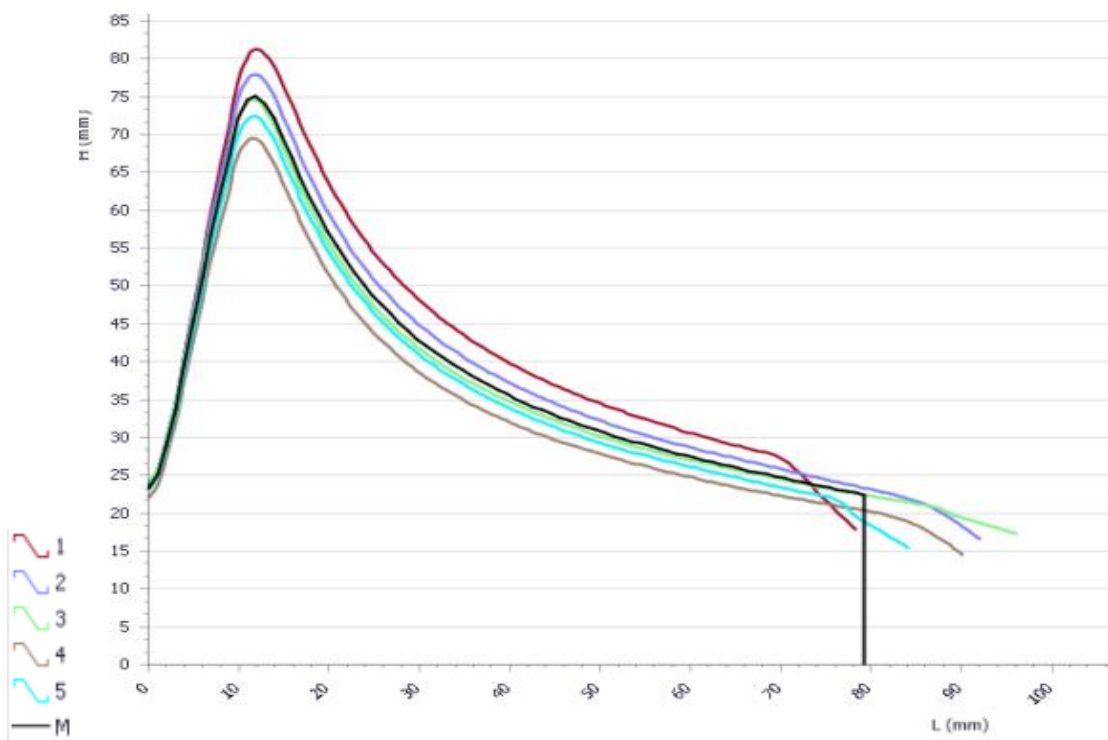
Εικόνα 15 Αλβεογράφημα 3.1 (προσθήκη 0,50% ξηρής σκόνης βασιλικού)



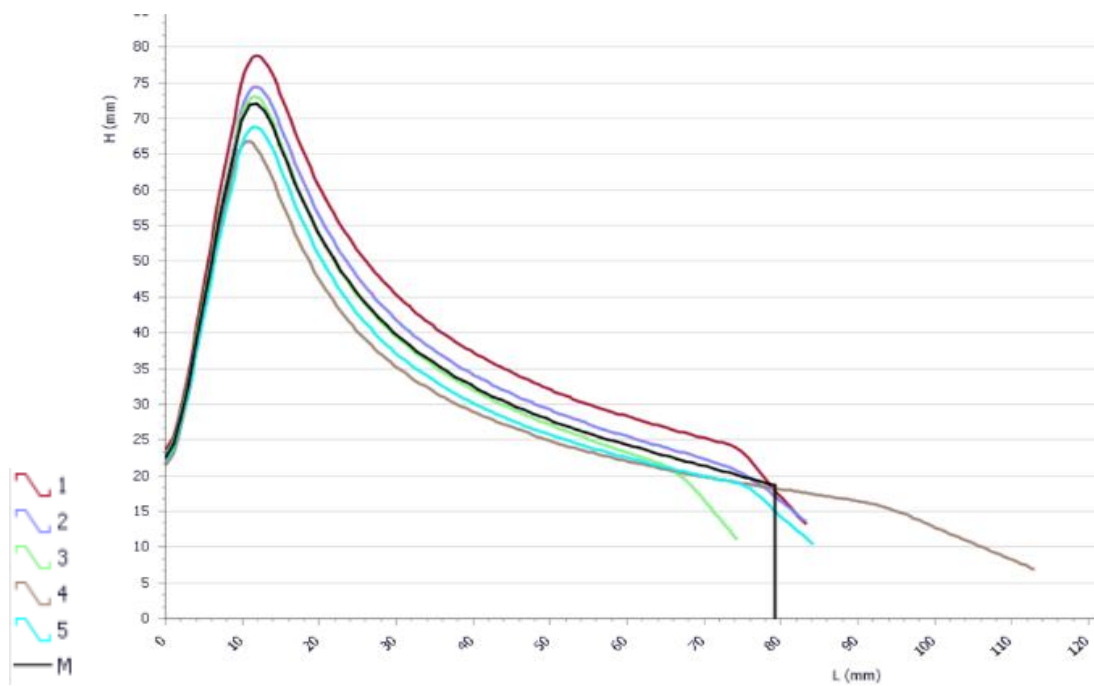
Εικόνα 16 Αλβεογράφημα δείγματος 3.2 (προσθήκη 0,50% ξηρής σκόνης βασιλικού)



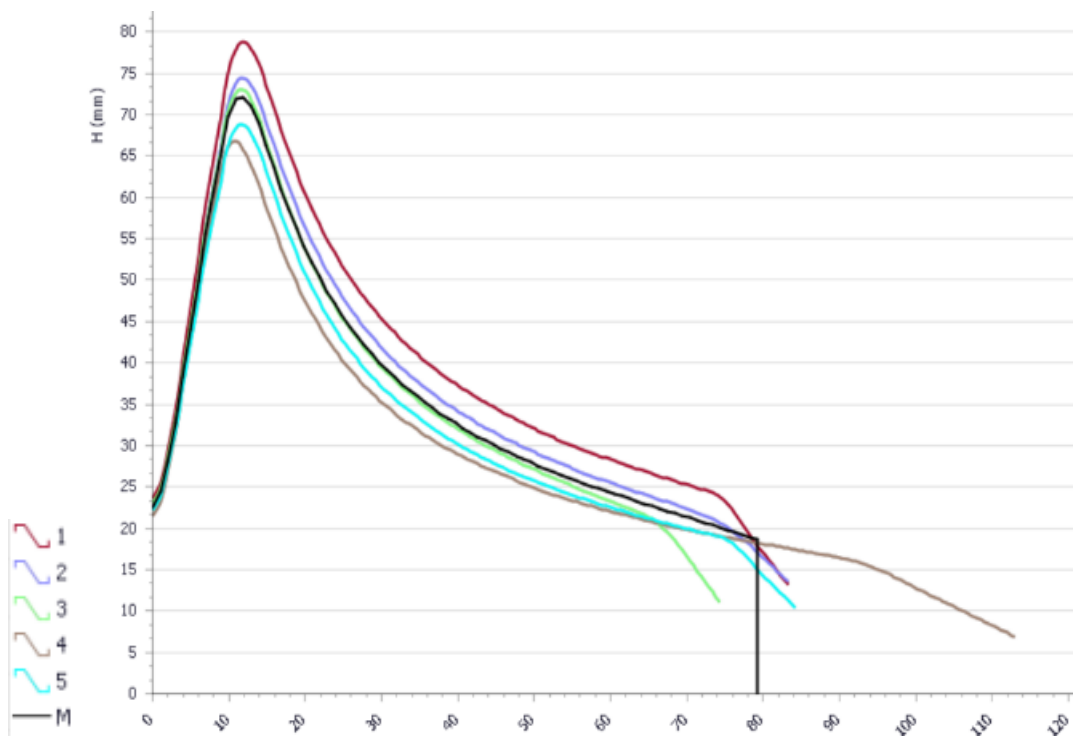
Εικόνα 17 Αλβεογράφημα δείγματος 4.1 (προσθήκη 0,75% ξηρής σκόνης βασιλικού)



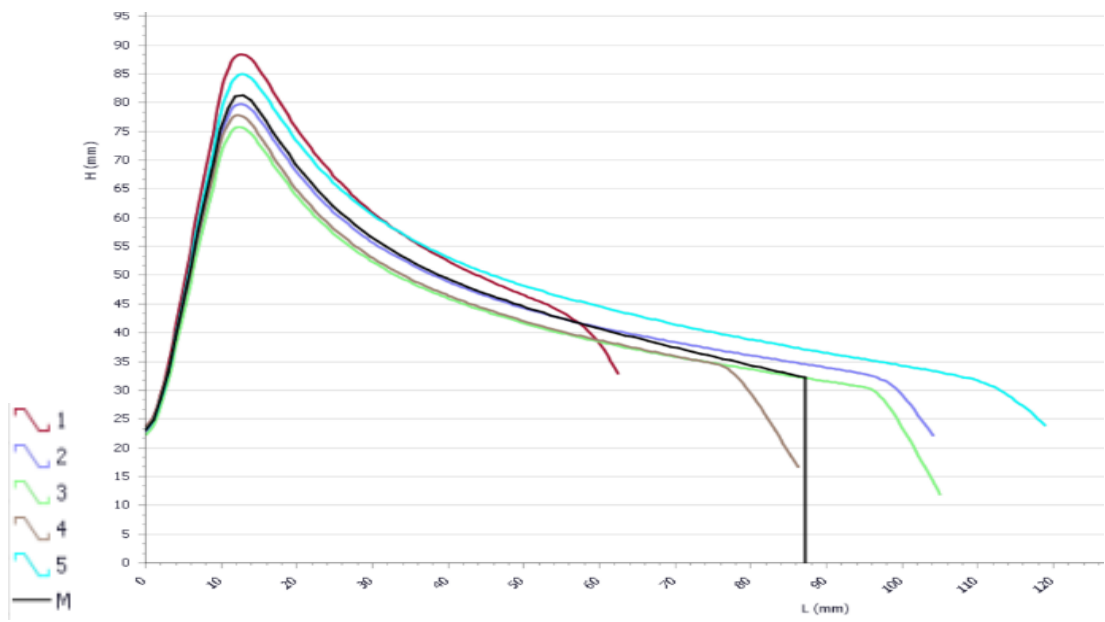
Εικόνα 18 Αλβεογράφημα δείγματος 4.2 (προσθήκη 0,75% ξηρής σκόνης βασιλικού)



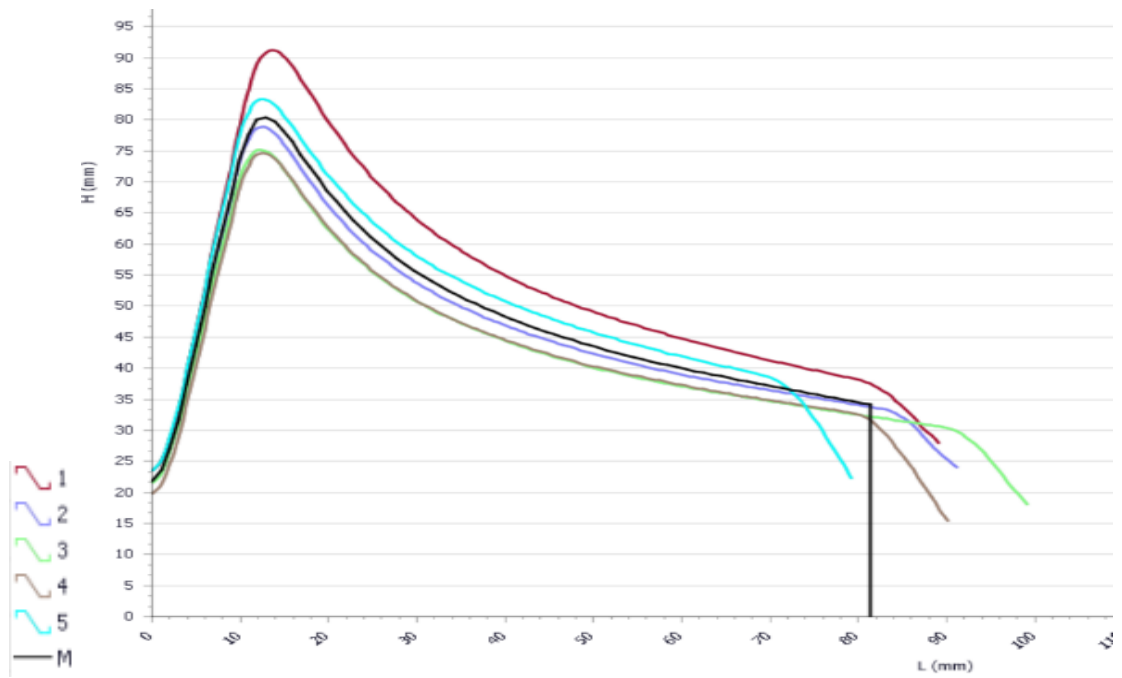
Εικόνα 19 αλβεογράφημα δείγματος 5.1 (προσθήκη 1,00% ξηρής σκόνης βασιλικού)



Εικόνα 20 Αλβεογράφημα γραφίματος 5.2 (προσθήκη 1,00% ξηρής σκόνης βασιλικού)

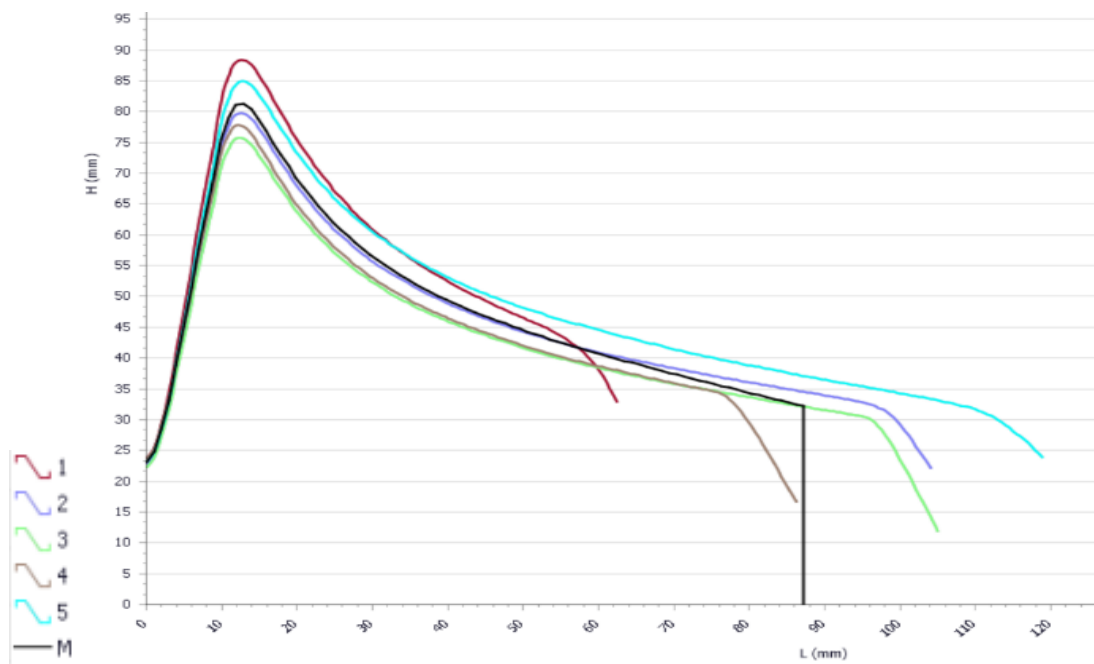


Εικόνα 21 Αλβεογράφημα δείγματος 6.1 (προσθήκη 0,02% ασκορβικό οξύ)

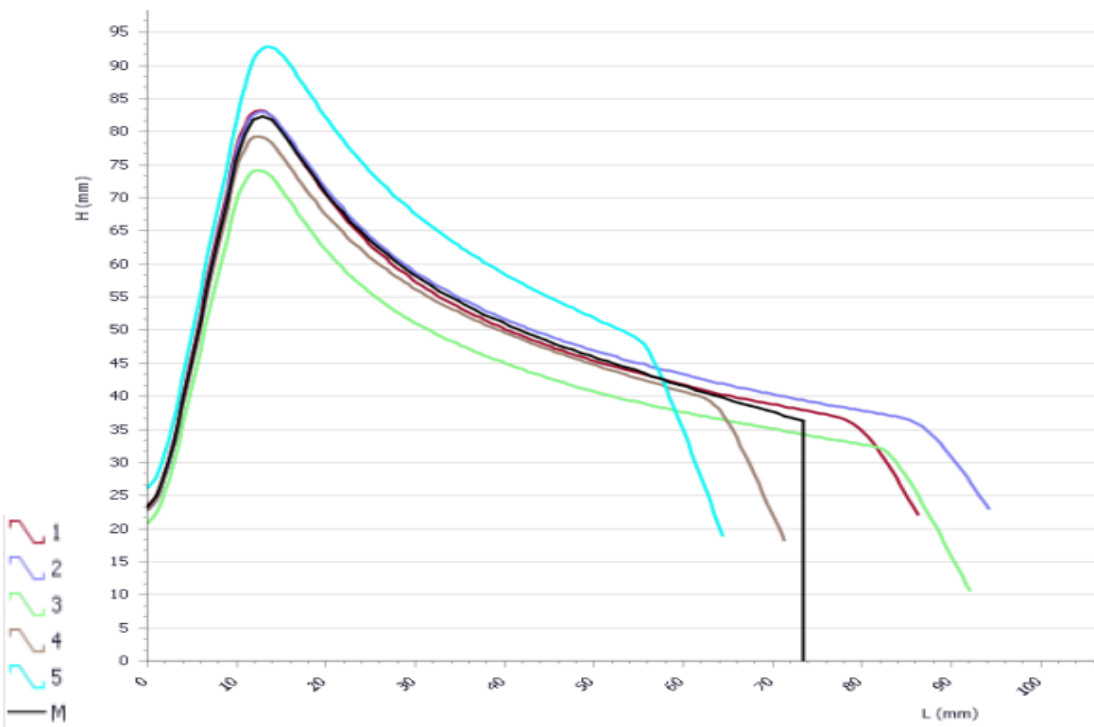


Εικόνα 22 Αλβεογράφημα δείγματος 6.2 (προσθήκη 0,02% ασκορβικό οξύ)





Εικόνα 23 Αλβεογράφημα δείγματος 7.1(προσθήκη 0,3% ασκορβικό οξύ)



Εικόνα 24 Αλβεογράφημα δείγματος 7.2(προσθήκη 0,3% ασκορβικό οξύ)

#### 4.4.1 Βασικοί παράμετροι αλβεογραφου

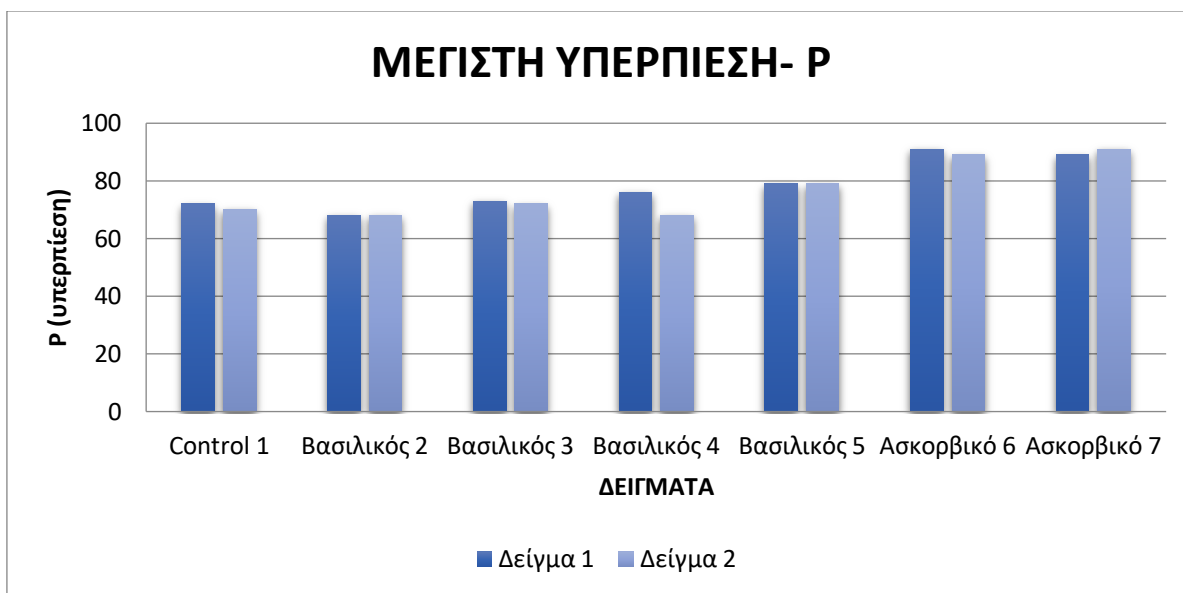
Στο πειραματικό μέρος είχαν παρασκευαστεί: ένα ζεύγος δειγμάτων ελέγχου (Control 1.1, 1.2), τέσσερα ζεύγη δειγμάτων στα οποία είχε γίνει προσθήκη βασιλικού, σε ισάριθμες διαφορετικές ποσοότητες(%) (0.25, 0.50, 0.75, 1.00), και 2 ζεύγη δειγμάτων στα οποία είχε γίνει προσθήκη ασκορβικού οξέος (0,02 και 0,3).

Παράμετροι του αλβεογραφήματος και πληροφορίες που εξάγουμε για το δείγμα μας.

- Η υπερπίεση (P)ή τιμή P: Θεωρείται ως ένας δείκτης της αντοχής του ζυμαριού. Χαρακτηρίζει τη δύναμη η οποία απαιτείται για την διόγκωση και διάρρηξη της φούσκας. Στο αλβεογράφημα εμφανίζεται ως το μέγιστο ύψος της καμπύλης (H). Υπολογίζεται από το μέγιστο ύψος του αλβεογραφήματος σε mm και πολλαπλασιασμένο με τον συντελεστή 1,1  
$$\text{Άρα } P = H \times 1,1 .$$
- Η μέση τετμημένη μέχρι τη ρήξη (L) ή Τιμή L: Συνδέεται με την εκτατότητα της ζύμης. Πρόκειται για το οριζόντιο μήκος της καμπύλης του αλβεογραφήματος. Αντιπροσωπεύει το μέσο μήκος του αλβεογραφήματος από την έναρξη του φουσκώματος έως την ρήξη της φουσαλίδας, όταν δηλαδή παρατηρείται απότομη πτώση πίεσης και εκφράζεται σε mm.
- Η ενέργεια παραμορφώσεως (W): Αντιπροσωπεύει την ενέργεια που απαιτείται για την διόγκωση του ζυμαριού έως την στιγμή της ρήξης. Το W υπολογίζεται από το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη του αλβεογραφήματος και μετράται σε  $10^{-4}J$ . Σχετίζεται με την δύναμη του αλεύρου γι' αυτό και στην αλευροβιομηχανία χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό των αλεύρων σε ποικιλίες για διαφορετική χρήση. Συμπερασματικά, χαμηλό W Μεγάλη εκτατότητα και μικρή δύναμη, Αδύνατο αλεύρι, ενώ υψηλό W υποδηλώνει δυνατό αλεύρι.
- Ο δείκτης διαμορφώσεως (P/L): Είναι το ισοζύγιο μεταξύ της δύναμης και της εκτασιμότητας του ζυμαριού. Από το P/L μπορεί να προβλεφθεί το σχήμα του αλβεογραφήματος. Πιο συγκεκριμένα, χαμηλό P/L υποδηλώνει μια αδύναμη και διογκώσιμη ζύμη ενώ υψηλό P/L υποδηλώνει μια ανθεκτική και μη εκτάσιμη ζύμη. (Jødal & Larsen, 2021)
- Ο δείκτης διογκώσεως (G): Πρόκειται για τον όγκο του αέρα (μετρημένο σε ml) που απαιτείται για την ρήξη της φούσκας. Θεωρείται ως το μέτρο της εκτατότητος της ζύμης. (Λάζος & Λάζου, 2016)

## 4.5 Ανάλυση αποτελεσμάτων

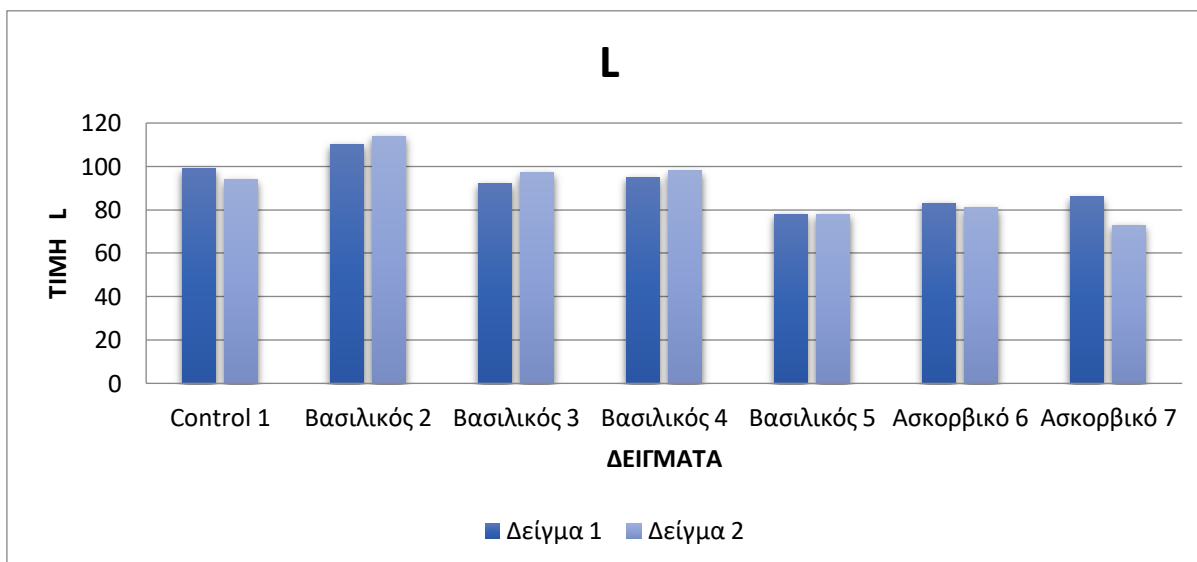
Αναφορικά με την ελαστικότητα των δειγμάτων, αυτή αποτυπώνεται από τον παρακάτω πίνακα:



Εικόνα 25 Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών τιμών της υπερπίεσης

Η τιμή P δεν επηρεάζεται σημαντικά από την προσθήκη βασιλικού ενώ αυξάνεται με την προσθήκη ασκορβικού οξέος.

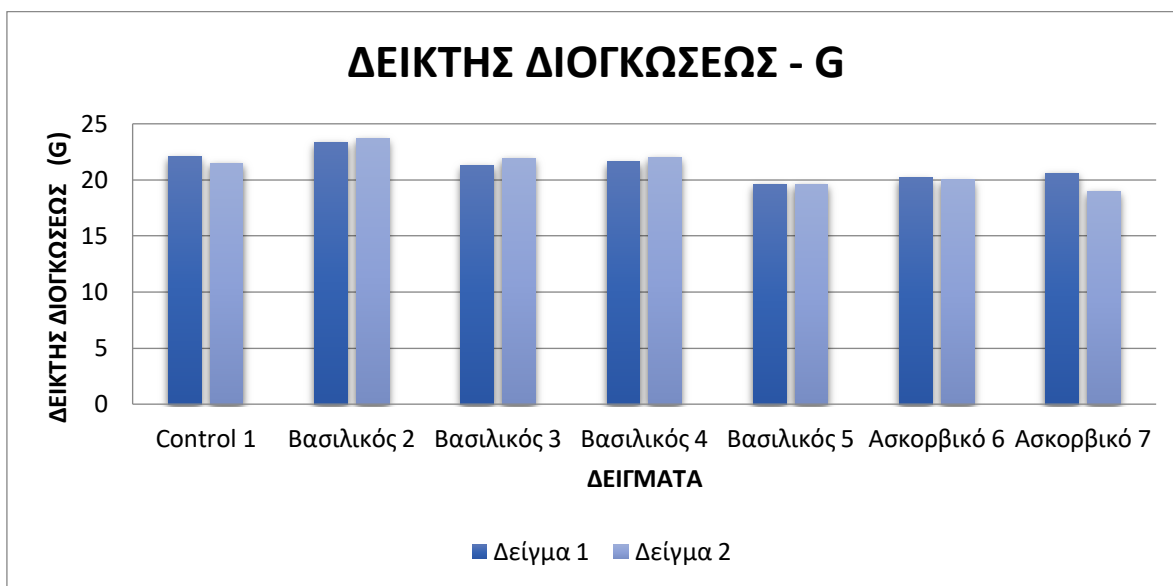
Αναφορικά με την εκτατότητα του ζυμαριού:



Εικόνα 26 Διαγράμματα σύγκρισης των συνολικών τιμών του L

Τα δείγματα με τη μικρότερη προσθήκη βασιλικού (0,25g) έχει χαρακτηριστικά μεγαλύτερο L από όλα τα άλλα δείγματα. Αντίστοιχα, το δείγμα με το 1g βασιλικού αλλά και τα δείγματα με ασκορβικό οξύ, είχαν το μικρότερο L άρα και μικρότερη εκτατότητα.

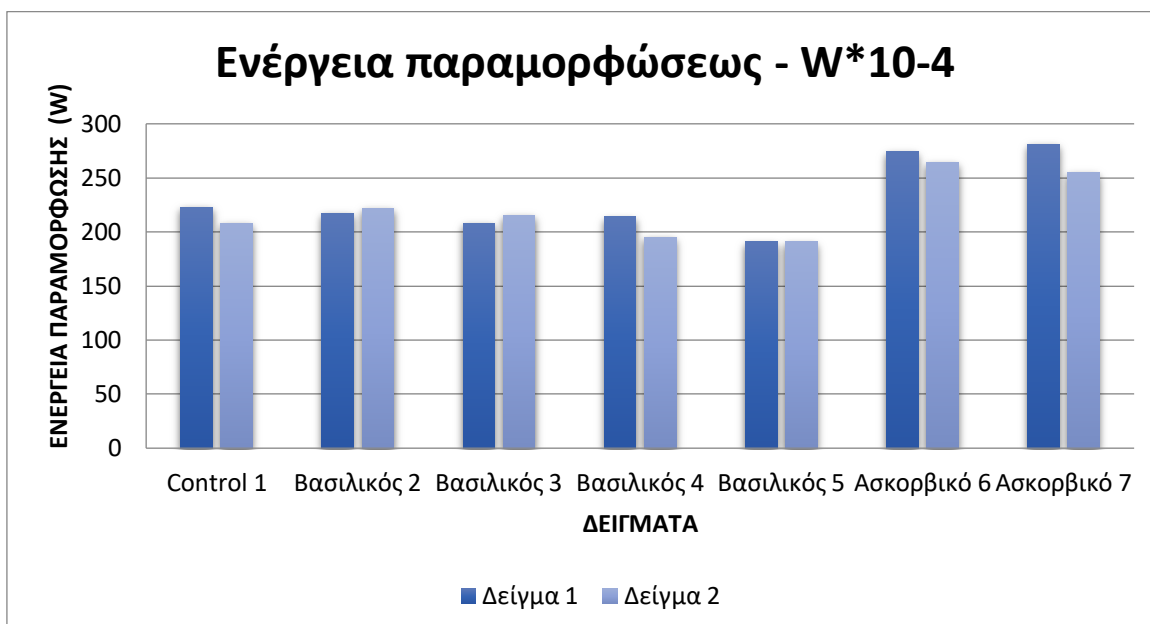
Με βάση τον δείκτη διογκώσεως του ζυμαριού:



Εικόνα 27 Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών τιμών του Δείκτη Διογκώσεως

Ο συνολικός δείκτης διογκώσεως ήταν περίπου ίδιος για όλα τα δείγματα, με μόνη διαφορά να παρατηρείται στο δείγμα με 0,25% βασιλικού που ήταν ελαφρώς πιο αυξημένος. Όλα τα υπόλοιπα δείγματα είχαν παρόμοια συμπεριφορά.

Με βάση την αντοχή του αλεύρου:

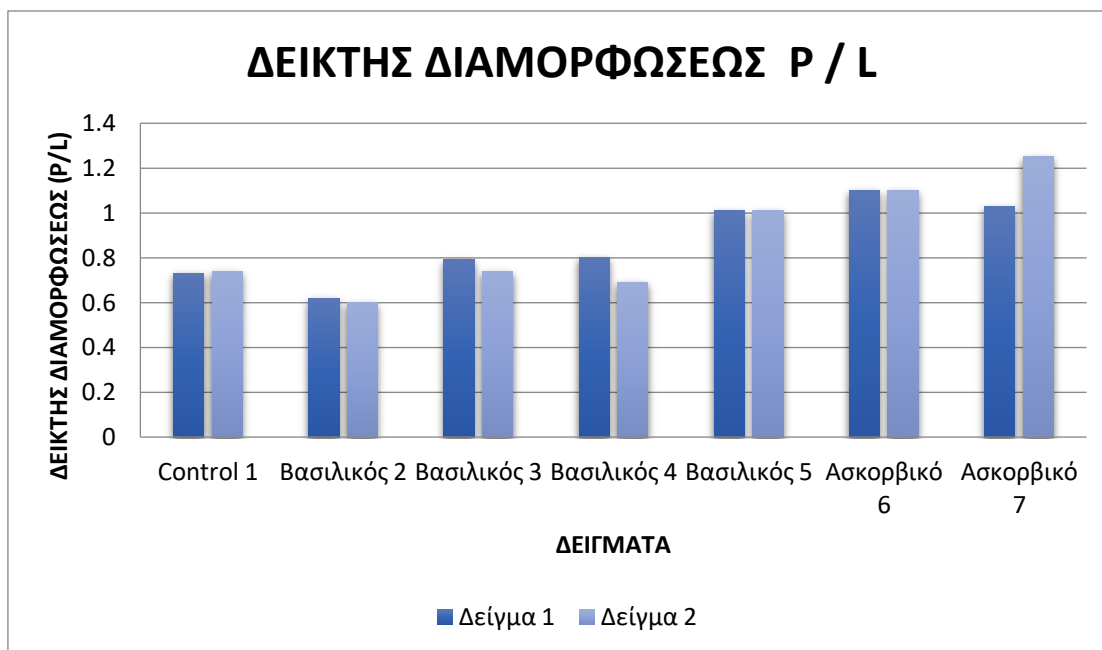


Εικόνα 28 Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών τιμών της ενέργειας παραμορφώσεως

Η ενέργεια παραμόρφωσης στα δείγματα με την προσθήκη σκόνης ξηρού βασιλικού ήταν παρόμοια σε όλες τις αναλογίες εκτός από το δείγμα με την μεγαλύτερο ποσοστό

βασιλικού(1,00%), όπου παρατηρούμε ελαφρά μείωση του W. Η προσθήκη ασκορβικού οξέος αύξησε σημαντικά την τιμή W.

Το ισοζύγιο μεταξύ δυνάμεως του αλεύρου και τις εκτατότητας:



Εικόνα 29 Διάγραμμα σύγκρισης των συνολικών δεικτών διαμορφώσεως P/L

Ο λόγος P/L ήταν χαμηλότερος στο δείγμα ελέγχου και στα περισσότερα δείγματα με βασιλικό πλην του δείγματος με το υψηλότερο ποσοστό βασιλικού(1.00%). Αρκετά υψηλότερη τιμή είχαν επίσης τα δείγματα με ασκορβικό οξύ.

#### 4.6 Συμπεράσματα

Στη σύγκριση των τριών δειγμάτων αλεύρου, δηλαδή χωρίς καμία προσθήκη(δείγμα ελέγχου- control), με προσθήκη βασιλικού (0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.00%) και με προσθήκη ασκορβικού οξέος (0.02%, 0.3%) , διαπιστώθηκε ότι η ελαστικότητα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη με την προσθήκη ασκορβικού οξέος, το L (εκτατότητα) ήταν , σε σχέση με το δείγμα ελέγχου, μεγαλύτερο με την προσθήκη βασιλικού και μικρότερο με την προσθήκη ασκορβικού οξέος. Ο δείκτης διογκώσεως ήταν παρόμοιος σε όλα τα μίγματα (ελαφρώς μικρότερη με την προσθήκη ασκορβικού οξέος. Η ενέργεια παραμορφώσεως επηρεάστηκε θετικά με την προσθήκη ασκορβικού οξέος, όπως και ο λόγος P/L. Σε μέλλουσα έρευνα, θα μπορούσαν να υλοποιηθεί πειραματική αρτοποιία των δειγμάτων μας καθώς και οργανοληπτικός έλεγχος των παραγόμενων άρτων.

## Βιβλιογραφία

Afaf Ejaz1, S. W.-I.-I. (2023). A comprehensive review of summer savory (*Satureja hortensis* L.): promising ingredient for production of functional foods. *Frontiers* , 16.

Belov, V. L. (1994). *Extraction of essential oils from plant raw material by steam distillation*. A.Y: Russ. J. Appl.

Belton, P. S. (1999, March 31). On the Elasticity of Wheat Gluten. *Journal of Cereal Science* 29 , σσ. 103-107.

D. Carvalho Costa, H. C.-S. (2015, 2 28). Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. *Science Direct* , σσ. 336-354.

FINGLAS, D. P. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Aims & Scope* , 231-237.

J. Delcour, R. H. (n.d.). *Principles of Cereal Science and Technology Authors Provide Insight into the Current State of Cereal Processing*. Ανάκτηση από SEMANTIC SCHOLAR.

Lien R Gerits, B. P. (2014, 1 27). A lipase based approach for studying the role of wheat lipids in bread making. *Food Chemistry* , σ. 7.

Maize Research Institute, Z. P. (2011 Sep 14). Characterization of Proteins from Grain of Different Bread and Durum Wheat Genotypes. *International journal of Molecular Sciences* , 17.

Mateescu, I. . (2014). Medicinal and aromatic plants - A statistical study on the role of Phytotherapy in human health. *USAMV Cluj* , 14 - 19.

Pei Wang, Z. J. (2014). Physicochemical alterations of wheat gluten proteins upon dough. *ELSEVIER* , 198.

Shewry-Hey. (2015, 8 15). *PubMed*. Ανάκτηση 3 3, 2024, από The contribution of wheat to human diet and health: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27610232/>

SKOUFOGIANNI, E. .. (2019, 10 4). Ecology, Cultivation and Utilization of the Aromatic Greek Oregano (*Origanum vulgare* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* , σσ. 545–552.

SKOUFOGIANNI, E. .. (2019). Ecology, Cultivation and Utilization of the Aromatic Greek Oregano (*Origanum vulgare* L.). *journal Citation Reports* , 545–552./

Λάζος, Ε. Σ., & Λάζου, Α. Ε. (2016). Επιστήμη και τεχνολογία σιτηρών. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Λάζος, Ε. Σ., & Λάζου, Α. Ε. (2020). Εργαστηριακός οδηγός Επιστήμης και τεχνολογίας Σιτηρών. Τμήμα Επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων

ΑΑΔΕ. (2009). *Κώδικας τροφίμων και ποτών Άρθρο 106, Τύποι αλεύρων και όροι για την διάθεσή τους*. Αθήνα: ΑΑΔΕ.

ΑΓΓΕΛΟΥΣΗΣ, Γ. (2001). ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΥΛΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ. Στο Γ. ΑΓΓΕΛΟΥΣΗΣ, *ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΥΛΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ* (σ. 55). Αθήνα: Τ.Ε.Ι ΑΘΗΝΑΣ.

Κεφαλάς, Π. Σ. (2009). *Τρόφιμα από σιτηρά*. Θεσσαλονίκη: γαρταγάνης.