



Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**Επίδραση της προσθήκης αποξηραμένου βασιλικού επί των
ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών άλευρου σίτου**



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Πετρίδου Γεωργία-Ειρήνη

A.M.17217

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ

Ρέβελου Παναγιώτα - Κυριακή

ΑΙΓΑΛΕΩ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF FOOD SCIENCE DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

THESIS

Effect of the addition of dried basil on the rheological properties of wheat flour dough



NAME OF STUDENT

Petridou Georgia – Eirini
A.M. 17217

SUPERVISOR

Revelou Panagiota – Kyriaki

AIGALEO 2024



Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**Επίδραση της προσθήκης αποξηραμένου βασιλικού επί των
ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριών άλευρο σίτου**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή
Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΟΣ /ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ-ΚΥΡΙΑΚΗ ΡΕΒΕΛΟΥ	ΔΡ./ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ	
2.	ΑΝΔΡΙΑΝΑ ΛΑΖΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3.	ΜΥΡΤΩ ΤΡΙΑΝΤΗ	ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Πετρίδου Γεωργία-Ειρήνη του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 17217, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Πετρίδου Γεωργία-Ειρήνη

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

Έχοντας πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας, δηλώνω ότι είμαι αποκλειστική συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, στην περίπτωση που διαπιστωθεί διαχρονικά ότι η εργασία μου αυτή ή τμήμα αυτής αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Περίληψη

Τα αρωματικά φυτά αποτελούν σημαντική πηγή βιοδραστικών ενώσεων. Η προσθήκη τους στο άλευρο σίτου κατά την παρασκευή αρτοσκευασμάτων μπορεί να αυξήσει την ημερήσια πρόσληψη ουσιών με οφέλη για την υγεία. Ωστόσο, οι ρεολογικές ιδιότητες των ζυμαριών από άλευρο σίτου δύνανται να επηρεαστούν από την προσθήκη αρωματικών φυτών. Σκοπός της πτυχιακής ήταν η μελέτη της επίδρασης του αποξηραμένου βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.) στις ρεολογικές ιδιότητες των ζυμαριών από άλευρο σίτου. Η επίδραση της προσθήκης αποξηραμένου βασιλικού μελετήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες (0,25%, 0,50%, 0,75%, 1%), σε σύγκριση με την επίδραση της προσθήκης ασκορβικού οξέος (20 mg/Kg και 300 mg/Kg). Οι ρεολογικές ιδιότητες μελετήθηκαν με τη χρήση φαρινογράφου. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός υγρής και ξηρής γλουτένης καθώς και η δοκιμή του αριθμού πτώσεως.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού σε περιεκτικότητες 0,25% και 0,50%, βελτιώνει την σταθερότητα και τον αριθμό φαρινογράφου, ενώ σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα (0,75% και 1%) επηρεάζει αρνητικά την γλουτένη. Για τα δείγματα με την προσθήκη 0,75 % και 1% αποξηραμένου βασιλικού φαίνεται ότι ο χρόνος ανάπτυξης, ο δείκτης αντοχής ανάμιξης καθώς και ο βαθμός μαλακώματος έχει μεγάλη αύξηση ενώ μειώνεται η σταθερότητα. Η προσθήκη ασκορβικού οξέος σε χαμηλή συγκέντρωση (20 mg/kg) βελτιώνει την σταθερότητα και τον αριθμό φαρινογράφου, ενώ σε υψηλότερη συγκέντρωση (300 mg/kg) μειώνει τον δείκτη αντοχής ανάμιξης.

Συμπερασματικά, η προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού σε μικρές ποσότητες (0,25%, 0,50%) μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική λύση έναντι της προσθήκης ασκορβικού οξέος, βελτιώνοντας τα ρεολογικά χαρακτηριστικά ζυμαριών από άλευρο σίτου.

Λέξεις – Κλειδιά: βασιλικός, αλεύρι σίτου, φαρινογράφος, ασκορβικό οξύ, γλουτένη, αρτοποιία

ABSTRACT

Aromatic plants are an important source of bioactive compounds. Their addition into wheat flour during the preparation of pastries can increase the daily intake of substances with health benefits. However, the rheological properties of wheat flour doughs can be affected by the addition of aromatic plants. The aim of the thesis was to study the effect of dried basil (*Ocimum basilicum* L.) on the rheological properties of wheat flour pasta. The effect of the addition of dried basil was studied at four different concentrations (0.25%, 0.50%, 0.75%, 1%), compared to the effect of the addition of ascorbic acid (20 mg/Kg and 300 mg/Kg). The rheological properties were studied using a farinograph. In addition, determination of wet and dry gluten was carried out as well as the falling number test.

The results showed that the addition of dried basil, at contents of 0.25% and 0.50%, improves the stability and farinograph number, while at higher contents (0.75% and 1%) it negatively affects gluten. For the samples with the addition of 0.75% and 1% dried basil it is seen that the development time, mixing tolerance index as well as softening degree have a large increase while the stability decreases. The addition of ascorbic acid at a low concentration (20 mg/kg) improves stability and farinograph number, while at a higher concentration (300 mg/kg) it reduces the mixing tolerance index.

In conclusion, the addition of dried basil in small amounts (0.25%, 0.50%) can be an alternative to the addition of ascorbic acid, improving the rheological characteristics of wheat flour dough.

Keywords: basil, wheat flour, farinograph, ascorbic acid, gluten, dough

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	7
ABSTRACT	8
Κατάλογος Εικόνων.....	2
Κατάλογος Πινάκων	2
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	3
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο - Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	4
2.1 Βασικοί ορισμοί για τα τρόφιμα και τα συστατικά	4
2.2 Βασιλικός.....	5
2.3 Τα Σιτηρά.....	6
2.3.1. Αλεύρι.....	7
2.3.2. Άρτος	9
2.4 Εμπλουτισμός άρτου με επιπρόσθετα συστατικά	9
2.5 Σημασία των ρεολογικών ιδιοτήτων	10
2.6. Μελέτες για προσθήκη βασιλικού στο άρτο.....	12
Κεφάλαιο 3: Σκοπός της εργασίας	16
Κεφάλαιο 4: Υλικά & Μέθοδοι	17
4.1 Περιγραφή του πειραματικού σχεδιασμού	17
4.2 Προσδιορισμός Υγρασίας	19
4.3 Φαρινογράφος	19
4.4 <i>Falling number</i> - Αριθμός πτώσεως	22
4.5 Προσδιορισμός γλουτένης	24
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα & Συζήτηση	26
5.1 Γενικά αποτελέσματα.....	26
5.2 Προσδιορισμός υγρασίας.....	27
5.3 Φαρινογράφος	28
5.4 Αριθμός πτώσεως - προσδιορισμός γλουτένης	38
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και υποδείξεις για περαιτέρω έρευνα.....	41
Βιβλιογραφία-Αναφορές.....	43
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	46

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΙΤΗΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	7
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΤΟΥ.....	14
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΜΥΛΟΣ 'ΑΛΕΣΗΣ (BRABENDER -WILEY)	17
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΦΑΡΙΝΟΓΡΑΦΟΣ BRABENDER (ΙΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ)	20
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΣΥΣΚΕΥΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ FALLING NUMBER	23
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΤΩΣΕΩΣ	23
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΚΑΨΑ ΠΟΡΣΕΛΛΑΝΗΣ.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΕΚΠΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	25
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΞΗΡΑΝΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	25

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΠΟΞΗΡΑΜΕΝΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΑΡΙΝΟΓΡΑΦΟΥ	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΤΙΜΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΖΥΜΑΡΙΟΥ	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΒΑΘΜΟΣ ΕΞΑΣΘΕΝΙΣΗΣ.....	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: FARINOGRAPH NUMBER	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: DROP OFF	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΞΗΡΑΝΣΗ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ.....	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ FALLING NUMBER.....	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΓΡΗΣ & ΞΗΡΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ	38

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες σε συνδυασμό με την ανησυχία των καταναλωτών για την ποιότητα των τροφίμων ανάγκασε τη βιομηχανία τροφίμων να βρει εναλλακτικές λύσεις προκειμένου να ικανοποιήσει τις προσδοκίες των καταναλωτών και να διασφαλίσει την ποιότητα των τροφίμων (Takwa et al., 2017). Τα φυσικά εκχυλίσματα εμφανίζονται ως εναλλακτικές λύσεις, παρέχοντας πρόσθετη αξία στα τελικά προϊόντα λόγω των βιοδραστικών ιδιοτήτων τους.

Σήμερα, η χρήση προσθέτων στη βιομηχανία αρτοποιίας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη με στόχο τη βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων (συμπεριφορά ροής ή ιξώδες και υφή), ποιοτικά χαρακτηριστικά, αισθητηριακά χαρακτηριστικά και σταθερότητα του άρτου. Το αλεύρι σίτου είναι ένα πολύ σημαντικό είδος άλευρου καθώς είναι το βασικό συστατικό για την παραγωγή άρτου. Η προσθήκη αρωματικών βοτάνων στις ζύμες και στον άρτο αποσκοπεί στην προσθήκη καινούργιων χαρακτηριστικών.

Δεδομένου ότι τα γαστρονομικά βότανα αποδεικνύονται πλούσια πηγή βιοδραστικών πολυφαινόλων, η προσθήκη τους σε μια φόρμουλα άρτου θα μπορούσε να αυξήσει την ημερήσια πρόσληψη ουσιών με οφέλη για την υγεία, ικανοποιώντας έτσι την αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για λειτουργικά τρόφιμα (Skendi et al., 2019). Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum* L.), θεωρείται σημαντική πηγή βιοδραστικών ενώσεων. Ένα από τα συστατικά που εμπεριέχει είναι η ευγενόλη, η οποία είναι γνωστή για την αντιβακτηριδιακή και αντιμικροβιακή δράση της στους τροφογενείς παθογόνους μικροοργανισμούς

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η μελέτη της επίδρασης της προσθήκης αποξηραμένου βασιλικού διαφορετικών ποσοτήτων (0,25%, 0,50%, 0,75% και 1%) στις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού άλευρου σίτου, σε σύγκριση με την επίδραση της προσθήκης ασκορβικού οξέος (20 mg/Kg και 300 mg/Kg).

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο - Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1 Βασικοί ορισμοί για τα τρόφιμα και τα συστατικά

Για το σκοπό της εργασίας αυτής θεωρείται σκόπιμο να ορίσουμε τι θεωρείται τρόφιμο, τι είναι τα επουσιώδη συστατικά και τι θεωρείται ως πρόσθετη ύλη τροφίμων.

Σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων και ποτών:

- Με τον όρο "Τρόφιμα" γενικά, νοούνται όλα τα στερεά ή υγρά προϊόντα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τροφή από τον άνθρωπο.
- Τα "Επουσιώδη ή Προαιρετικά Συστατικά" (OPTIONAL INGREDIENTS) ενός τροφίμου νοούνται οι λοιπές ύλες, εκτός από τα βασικά συστατικά, που μπορούν να προστεθούν στο τρόφιμο αυτό με σκοπό τη διαφοροποίηση ή βελτίωση της υφής, των οργανοληπτικών και μακροσκοπικών χαρακτήρων και γενικά της εμφάνισής του, σε τέτοιο όμως βαθμό, ώστε το τρόφιμο που προκύπτει να εμφανίζει ποιοτικές και μόνο διαφορές, σε σύγκριση με το αντίστοιχο τρόφιμο, που περιέχει τα βασικά και μόνο συστατικά.
- Με τον όρο "Πρόσθετη Ύλη Τροφίμων", "Πρόσθετα Τροφίμων" ή απλώς "Πρόσθετο" νοείται οποιαδήποτε ουσία, η οποία δεν καταναλώνεται συνήθως μόνη της ως τρόφιμο ούτε χρησιμοποιείται συνήθως ως χαρακτηριστικό συστατικό τροφίμων, είτε έχει θρεπτική αξία είτε όχι, και της οποίας η σκόπιμη προσθήκη στα τρόφιμα, για τεχνολογικούς σκοπούς, κατά την παραγωγή, μεταποίηση, παρασκευή, κατεργασία, συσκευασία, μεταφορά ή αποθήκευση, έχει ή θεωρείται λογικό να έχει ως αποτέλεσμα το να αποτελέσουν η ίδια ή τα παράγωγά της συστατικό στοιχείο των τροφίμων αυτών, άμεσα ή έμμεσα.

2.2 Βασιλικός

Ο βασιλικός είναι γνωστός από την αρχαιότητα για την αντιβακτηριδιακή και αντιμικροβιακή του δράση συστήνεται για τους πονοκεφάλους, την διάρροια, τον βήχα αναμεσαί καθώς και για την χρήση του σαν μπαχαρικό. Κατά τους αρχαίους Έλληνες ονομαζόταν το βότανο των βασιλιάδων. Ο βασιλικός είναι ένα παλαιό μπαχαρικό που ανήκει στην οικογένεια φυτών *Ocimum*. Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum* L.) είναι μια από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες με αιθέρια έλαια καθώς και πολυφαινόλες, φαινόλες, φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα (Shahrajabian et al., 2020). Είναι ένα αρωματικό και πώδες φυτό που χρησιμοποιείται στη μαγειρική και έχει πολλές ευεργετικές ιδιότητες. Ο βασιλικός καλλιεργείται κυρίως στις μεσογειακές χώρες. Τα φύλλα του, νωπά ή αποξηραμένα, χρησιμοποιούνται ως καρύκευμα. Επιπλέον χρησιμοποιείται και για ιατρικούς σκοπούς, οι σπόροι του βασιλικού χρησιμοποιούνται παραδοσιακά ως φυσική θεραπεία για τη θεραπεία του δυσπεψία, έλκος, διάρροια, πονόλαιμος, και διαταραχές των νεφρών (Rezarour, Ghiassi Tarzi, & Movahed, 2016). Όλα τα μέρη του βασιλικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι σημαντικότερες ποικιλίες βασιλικού είναι ο γλυκός βασιλικός, ο μωβ βασιλικός, ο λεμονοβασιλικός, ο βασιλικός κανέλας, ο βασιλικός γλυκάνισου, ο λεπτόφυλλος βασιλικός και ο βασιλικός των θάμνων.

Ο βασιλικός είναι βλεννώδες ενδημικό φυτό και οι σπόροι του έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υδροκολλοειδή με εξαιρετική λειτουργικά χαρακτηριστικά που είναι συγκρίσιμα με τα εμπορικά υδροκολλοειδή τροφίμων. Τα υδροκολλοειδή είναι μακρομοριακοί υδατάνθρακες που προστίθενται σε πολλά τρόφιμα για την επίτευξη των κατάλληλων ρεολογικών και υφολογικών ιδιοτήτων και για την αποτροπή της για την αύξηση του ιξώδους και της σταθερότητας των τροφίμων (Zameni et al., 2014).

Ένα από τα συστατικά που εμπεριέχει ο βασιλικός είναι η ευγενόλη, η οποία είναι γνώστη για την αντιβακτηριδιακή και αντιμικροβιακή δράση της στους τροφογενείς παθογόνους μικροοργανισμούς. Όπως φαίνεται από μελέτες έχει μεγάλη σημασία στην καταπολέμηση του σακχάρου και στην ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα. Συμφώνα με έρευνες που έχουν γίνει φαίνεται ότι έχει ισχυρή ανασταλτική δράση

έναντι σε πολλά βακτήρια ανθεκτικά τα φάρμακα όπως: *Staphylococcus* και *Enterococcus*.

Σύμφωνα με την μελέτη των Shahrajabian et al, (2020), τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του βασιλικού είναι τα εξής:

- Είναι ετήσιο αρωματικό βότανο.
- Το μέγιστο ύψος μπορεί να φτάσει τα 60 εκατοστά και φυτρώνει 14–21 ημέρες μετά τη φύτευση.
- Τα φύλλα του είναι οβάλ, αιχμηρά και αντίστροφα.
- Τα λουλούδια του βασιλικού είναι μικρά, αρωματικά με χρώμα λευκό, κόκκινο και βιολετί.
- Έχει μικροσκοπικούς και μαύρους σπόρους.
- Βάσει των κλιματολογικών συνθηκών, η περίοδος ανάπτυξής του είναι μεταξύ 170 και 180 ημερών.
- Μπορεί να συλλεχθεί δύο ή τρεις φορές κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του.

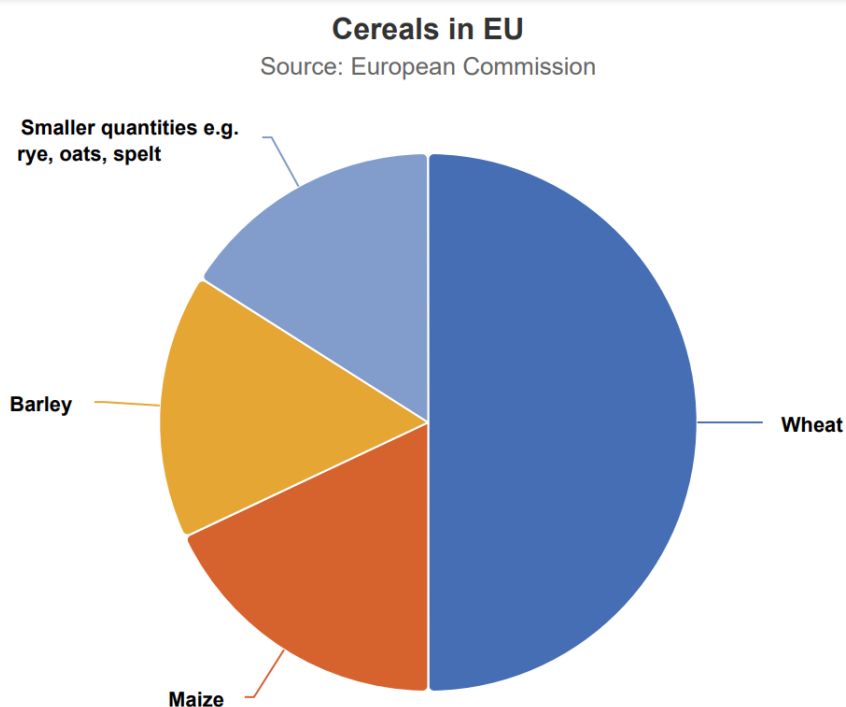
Ο σπόρος του βασιλικού έχει καλές λειτουργικές ιδιότητες. Τα υδροκολλοειδή από σπόρους βασιλικού έχουν την ικανότητα να αντέχουν σε επεξεργασία κατάψυξης-απόψυξης οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροποποιητής υφής και ρεολογίας στη διαμόρφωση τροφίμων που εκτίθενται σε θερμοκρασίες θερμότητας και κατάψυξης (Shahrajabian et al., 2020).

2.3 Τα Σιτηρά

Το σιτάρι αποτελεί την βασική (πάνω από το 50%) ποσότητα σιτηρών που καλλιεργούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Στην συνέχεια σε μικρότερες ποσότητες έρχεται το αραβόσιτο και το κριθάρι. Το υπόλοιπο αναλογεί σε σιτηρά που καλλιεργούνται σε μικρότερες ποσότητες, όπως η σίκαλη, η βρώμη και η όλυρα. Οι βασικές χρήσεις των σιτηρών της της ΕΕ είναι για ζωοτροφές, για ανθρώπινη κατανάλωση, ενώ μόνο το 3 % χρησιμοποιείται για βιοκαύσιμα¹. Ο σκληρός σίτος

¹ https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/cereals_el

κυρίως καλλιεργείται στην Ιταλία, την Ελλάδα, τη Γαλλία και την Ισπανία και σε ποσοστό 85% χρησιμοποιείται για την παραγωγή ζυμαρικών (Λάζος & Λάζου, 2016).



Εικόνα 1: Καλλιέργειες σιτηρών στην Ευρώπη

(Πηγή: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/cereals_el)

2.3.1. Αλεύρι

Στην βιβλιογραφία εντοπίζονται διάφοροι τύποι αλεύρου και διαφέρουν ανάλογα με την χρήση, την επεξεργασία που έχουν υποστεί ή την χώρα (Λάζος & Λάζου, 2016). Μερικά παραδείγματα είναι το αλεύρι για όλες τις χρήσεις, το αλεύρι για ψωμί, αλεύρι για κέικ, αλεύρι ζαχαροπλαστικής, αλεύρι Graham κ.α. Το αλεύρι σίτου είναι η κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή άρτου και άλλων αρτοποιημάτων στις περισσότερες περιοχές του κόσμου και είναι μια ευέλικτη πρώτη ύλη, που δέχεται πολλές προσθήκες. Η ποιότητα του αλεύρου επηρεάζεται από παράγοντες όπως οι κλιματολογικές συνθήκες, τις ασθένειες αλλά και παράγοντες που επηρεάζουν κατά την μετατροπή του σίτου σε άλευρο (Λάζος & Λάζου, 2016).

Συγκεκριμένα, με βάση τον κώδικα τροφίμων & ποτών Άρθρο 106, η ελληνική νομοθεσία επιτρέπει την παράγωγη των εξής αλεύρων ανάλογα με τον βαθμό άλεσης:

- **Τύπου 70%**
- **Τύπου 90% , 85% , ολικής άλεσης και κατηγορίας K**
- **Τύπου 55 % ή αλεύρι Π**
- **Άλευρα τύπου M**

Επειδή η ποιότητα του σιταριού και του αλεύρου ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό, προστίθενται βελτιωτικά στο αλεύρι σίτου και στη ζύμη σε μικρές ποσότητες για να επιτευχθεί η επιθυμητή και σταθερή ποιότητα άρτου (Vartolomei & Turtoi, 2021). Η επιλογή των βελτιωτικών γίνεται ανάλογα με το ποιο χαρακτηριστικό πρέπει να βελτιωθεί και τις κύριες τεχνολογικές ιδιότητες του αλεύρου, ιδίως τη δύναμη του αλεύρου και την ικανότητά του να σχηματίζει αέρια για να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Η γλουτένη είναι η κύρια δομή σχηματισμού πρωτεΐνης στο άλευρο και υπεύθυνη για τα ελαστικά χαρακτηριστικά της ζύμης (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2004). Η γλουτένη περιλαμβάνει το πρωτεϊνικό κλάσμα γλουτενινών και γλοιαδινών. Η γλουτενίνη προσδίδει στερεότητα στη γλουτένη, ενώ η γλοιαδίνη είναι μία παχύρρευστη, μαλακιά και κολλώδης μάζα που έχει τάση για δεσμούς (Gallagher et al., 2004). Πρέπει να σημειωθεί ότι η γλουτένη δεν υφίσταται μέχρις ότου ένα ζυμάρι ενυδατωθεί και αναμιχθεί μηχανικά για να σχηματιστεί πραγματικά η γλουτένη. Επομένως, δεν είναι δυνατόν να γίνει προσδιορισμός της γλουτένης χωρίς πρώτα να σχηματιστεί το ζυμάρι (Λάζου & Λάζος, 2016). Η ποιότητα της γλουτένης έχει άμεση σχέση με τη δύναμη ενυδάτωσης των πρωτεϊνών και το σχηματισμό κολλοειδούς συστήματος. Η γλουτένη σχηματίζει ένα τρισδιάστατο πλέγμα στο ζυμάρι που συγκρατεί και τους αμυλόκοκκους. Η δύναμη του αλεύρου εξαρτάται από το ποσοστό γλουτένης ανά μονάδα ζυμαριού και τη δύναμη ενυδάτωσης της. Αν το ποσοστό γλουτένης και η ενυδάτωση είναι μικρή τότε και η αρτοποιητική ικανότητα του ζυμαριού θα είναι χαμηλή και αντίστροφα (Δημοπούλου, 2015).

2.3.2. Άρτος

Η αρτοποιία είναι μια από τις παλαιότερες ανθρώπινες ασχολίες που σχετίζονται με την παρασκευή τροφίμων. Οι άρτοι είναι τα κύρια τρόφιμα σε όλο τον κόσμο λόγω της καλής γεύσης, της υψηλής διατροφικής αξίας, των καλών αισθητηριακών ιδιοτήτων και της υφής τους (Varga-Kántor et al., 2021). Είναι ένα βασικό τρόφιμο που παρασκευάζεται από μια ζύμη από αλεύρι σίτου και νερό, συνήθως με ψήσιμο. Ο άρτος φτιάχνεται κυρίως από αλεύρι σίτου και κάποια άλλα ευρέως χρησιμοποιούμενα δημητριακά, καθώς οι πρωτεΐνες αυτών είναι οι καταλληλότερες για την παρασκευή του κατάλληλου προϊόντος. Ο άρτος θεωρείται κορυφαίο προϊόν διατροφής που καταναλώνεται από μεγάλο πληθυσμό σε όλο τον κόσμο.

Τα υψηλής ποιότητας προϊόντα αρτοποιίας έχουν διάφορα χαρακτηριστικά, όπως ομοιόμορφη δομή ψίχας, υψηλό όγκο, διάρκεια ζωής, τρυφερότητα και ανοχή στο μαρασμό. Η ποιότητα των τελικών προϊόντων αρτοποιίας μπορεί να είναι επηρεαστεί από την προσθήκη ουσιών που επηρεάζουν αυτές τις ιδιότητες, όπως τα υδροκολλοειδή (Salehi, 2019). Γενικά, όλα οι άρτοι με πρόσθετο υλικό αρωματικών φυτών παρουσιάζουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία μετά από μια ημέρα αποθήκευσης (Skendi et al, 2019).

2.4 Εμπλουτισμός άρτου με επιπρόσθετα συστατικά

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες εμπλουτισμού του άρτου με διάφορες ουσίες. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες εμπλουτισμού του άρτου με διάφορες ουσίες. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τη χρήση σκόρδου, βασιλικού, υδατικού εκχυλίσματος σκόρδου, καθώς και διάφορων άλλων συστατικών όπως αλεύρι κίτρινης πιπεριάς, σκόνη τζίντζερ, κουρκουμά, σκόνη απόβλητου κρεμμυδιού, βατόμουρο και φράουλα, καθώς και σκόρδο και τα παρασκευάσματά του. Οι ρεολογικές ιδιότητες του αλεύρου σίτου επηρεάζονται από την ενσωμάτωση μπαχαριών και αρωματικών φυτών (Λάζος & Λάζου, 2016).

Η προσθήκη οποιασδήποτε μη αρτοποιητικής πρώτης ύλης αλλάζει τον τρόπο

επεξεργασίας των ενδιάμεσων προϊόντων σε τελικά προϊόντα γιατί, ανάλογα με την ποσότητα του πρόσθετου που χρησιμοποιείται, δημιουργούνται συστήματα που συμπεριφέρονται διαφορετικά από αυτά που δημιουργούνται από τα κλασικά συστατικά αρτοποιίας. Πρώτον, οι αλλαγές στην πρώτη ύλη βάσης εκδηλώνονται με αλλαγές στις ρεολογικές ιδιότητες των ζυμών, στην απορρόφηση νερού, στον χρόνο ανάπτυξης του ζυμαριού και στη σταθερότητα του ζυμαριού (Bojnanská et al., 2024). Έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες που δείχνουν τη δυνητική χρήση των υδροκολλοειδών στην παρασκευή άρτου και κέικ, συμπεριλαμβανομένου του άρτου σίτου, άρτο ολικής άλεσης, άρτο σίκαλης, άρτο με άμυλο εμπλουτισμένο με πρωτεΐνες και κατεψυγμένο.

Τα υδροκολλοειδή σπόρων που προέρχονται για παράδειγμα από το χαρούπι, χρησιμοποιούνται συχνά στη βιομηχανία τροφίμων. Τα υδροκολλοειδή είναι ποικίλες ομάδες πολυσακχαριτών και πρωτεϊνών μακράς αλυσίδας που μπορούν να σχηματίσουν παχύρρευστα πηκτώματα όταν αναμειγνύονται με νερό (Israr et al., 2016). Λιγότερο συχνά χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα τροφίμων, αλλά βρίσκονται σε άνοδο την τελευταία δεκαετία, δεδομένου του ερευνητικού ενδιαφέροντος που έχουν λάβει, οι βλεννώδεις ουσίες από άλλους σπόρους, όπως ο λιναρόσπορος, οι σπόροι chia, σπόροι κάρδαμου, σπόροι φασκόμηλου, σπόροι balangu και σπόροι βασιλικού μεταξύ άλλων (Matia-Merino et al., 2018). Τα υδροκολλοειδή σπόρων βασιλικού (Basil seed Gum) είναι ένας νέος πολυσακχαρίτης τροφίμων που εξάγεται από τους σπόρους του *Ocimum basilicum* L. Η ποιότητα και η ποσότητα του υδροκολλοειδούς που εξάγεται από τους σπόρους του βασιλικού εξαρτάται από τις συνθήκες εκχύλισης (pH, θερμοκρασία και αναλογία σπόρων/νερού) (Israr et al., 2016).

2.5 Σημασία των ρεολογικών ιδιοτήτων

Η ρεολογία είναι ο κλάδος της φυσικής στον οποίο μελετάμε τον τρόπο με τον οποίο τα υλικά παραμορφώνονται ή ρέουν σε απόκριση σε εφαρμοζόμενες δυνάμεις ή τάσεις που διέπουν τον συγκεκριμένο τρόπο με τον οποίο εμφανίζονται αυτές οι συμπεριφορές παραμόρφωσης (Figura & Teixeira, 2007). Ο όρος προέρχεται από το

ελληνικό «ρέος» που σημαίνει ρέω. Η επιστήμη της ρεολογίας είναι μόλις 76 ετών περίπου. Ανακαλύφθηκε από δύο επιστήμονες στα τέλη της δεκαετίας του '20 και ανακάλυψαν ότι είχαν την ίδια ανάγκη για την περιγραφή των ιδιοτήτων ροής ρευστού. Η "ροή" μπορεί να οριστεί ως συνεχής παραμόρφωση με την πάροδο του χρόνου και μπορεί να ότι όλα τα υλικά μπορούν να ρέουν. Επομένως, η ικανότητα ροής δεν είναι μόνο κατέχουν τα αέρια και τα υγρά, αλλά και τα στερεά σε διαφορετικό βαθμό.

Η μελέτη των ρεολογικών ιδιοτήτων είναι σημαντική στην επιστήμη των τροφίμων λόγω της χρησιμότητάς της στις διαδικασίες επεξεργασίας των τροφίμων και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Οι μελέτες για τις ρεολογικές ιδιότητες των τροφίμων είναι χρήσιμες και σημαντικές για εφαρμογές που περιλαμβάνουν χειρισμό και επεξεργασία, ποιοτικό έλεγχο και αισθητηριακή αξιολόγηση των τροφίμων (Ronda et al., 2017). Οι ρεολογικές παράμετροι είναι επίσης χρήσιμες για τον καθορισμό του ποιοτικού χαρακτηριστικού των τροφίμων προϊόντων.

Είναι μια επιστήμη σημασίας στη μελέτη των ιδιοτήτων του ζυμαριού άρτου. Αυτές οι ιδιότητες σχετίζονται με την ευκολία χειρισμού του κατά την παρασκευή του άρτου και την ικανότητά του να αναπτύσσεται κατά τη ζύμωση και το ψήσιμο και να οδηγήσει σε τελικά προϊόντα καλής ποιότητας (Ronda et al., 2017). Οι ιδιότητες του ζυμαριού σιταριού μπορούν να μετρηθούν χρησιμοποιώντας καθιερωμένες εμπειρικές ρεολογικές μεθόδους. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα όργανα είναι ο φαρινογράφος, ο μιζογράφος, ο εξτενσογράφος και ο αλβεογράφος.

Οι ρεολογικές μετρήσεις μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: η πρώτη κατηγορία είναι οι εμπειρικές μετρήσεις που χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία αρτοποιίας για την αξιολόγηση πρόσθετων ζύμης όπως οξειδωτικά και αναγωγικά μέσα, ένζυμα και στην αξιολόγηση της ποιότητας και της λειτουργικότητας του αλευριού, η δεύτερη κατηγορία είναι οι θεμελιώδεις μετρήσεις, οι οποίες επιτρέπουν τον ορισμό των εγγενών παραμέτρων της ρεολογικής συμπεριφοράς και μια φυσική περιγραφή των συστημάτων και τα αποτελέσματά τους μπορούν να προσαρμοστούν σε μαθηματικές εξισώσεις που

ανταποκρίνονται σε μηχανικά μοντέλα (Ronda et al., 2017).

Σύμφωνα με την μελέτη των Skendi et al. (2019), η προσθήκη αποξηραμένων αρωματικών φυτών σε επίπεδο συγκέντρωσης (1%) άλλαξε τη ρεολογία της ζύμης και μείωσε ελαφρώς τον ειδικό όγκο των εμπλουτισμένων ψωμιών, τα οποία εκτιμήθηκαν ιδιαίτερα από τους συμμετέχοντες της έρευνας και έλαβαν υψηλότερες βαθμολογίες για τη γεύση και το άρωμα. Επιπλέον, επιτεύχθηκε 25πλάσια αύξηση της ποσότητας των ολικών φαινολικών στο υψηλότερο επίπεδο προσθήκης που αποτελούνταν κυρίως από καρβακρόλη.

2.6. Μελέτες για προσθήκη βασιλικού στον άρτο

Η επίδραση το βασιλικού και άλλων συστατικών όπως η ρίγανη ή η πάπρικα έχει απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα. Έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες που εξετάζουν την επίδραση του βασιλικού ή/ και άλλων συστατικών στις ιδιότητες του άρτου. Έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικοί τύποι βασιλικού και διαφορετικά είδη αλεύρων και ζυμαριών. Στα προϊόντα αρτοποιίας, καθώς και σε πολλές γემίσεις ζαχαροπλαστικής, τα υδροκολλοειδή όπως αναφέραμε και παραπάνω αλληλοεπιδρούν με τα άλευρα και τα άμυλα τροποποιώντας τις ιδιότητες παστερίωσης, θερμικές και ρεολογικές ιδιότητές τους, επηρεάζοντας την παραγωγή τους και την ποιότητα του τελικού προϊόντος (Matia-Merino et al., 2018). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι αλληλεπιδράσεις τους μελετώνται ευρέως. Σύγκριση των προϊόντων αρτοποιίας που παρασκευάστηκαν από αλεύρι μόνο και εκείνων με προσθήκη υδροκολλοειδών από σπόρους βασιλικού ή άλλων συστατικών οδήγησε σε σημαντική βελτίωση του χρώματος, της εμφάνισης, και της γεύσης τους (Salehi, 2019).

Σύμφωνα με την μελέτη των Koparcka et al. (2007), αποδείχθηκε ότι οι προσθήκες βοτάνων και πάπρικας, που εισάγονται για άρτο συμπληρωμένο με λιναρόσπορο, βελτιώνουν γενικά την ποιότητα του άρτου, αλλά η επίδραση του κάθε βοτάνου ήταν διαφορετική. Η προσθήκη ρίγανης αυξάνει την οξύτητα και τον όγκο του άρτου και

την ελαστικότητα της ψίχας, ωστόσο, η περιεκτικότητα σε υγρασία και ελεύθερα λιπίδια μειώθηκε. Η επίδραση του βασιλικού ήταν παρόμοια με αυτή της ρίγανης, ωστόσο διαπιστώθηκαν διαφορές όπως η μείωση του όγκου του άρτου και η αύξηση της τιμής των υπεροξειδίων στον άρτο που αποθηκεύτηκε για περίοδο 72 ωρών. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η αξιολόγηση των προσθέτων βασιλικού, ρίγανης και πάπρικας στην ιδιότητες του άρτου με συμπλήρωμα λιναρόσπορου και στην υδρόλυση και την οξείδωση των λιπιδίων. Οι άρτοι παρασκευάστηκαν από αλεύρι σίτου τύπου 650, με 5% προσθήκη αλεσμένων και βρασμένων σπόρων λιναριού και ταυτόχρονη προσθήκη 1% κατεψυγμένων βοτάνων ρίγανης ή βασιλικού ή 5% προσθήκη αποξηραμένων καρπών κόκκινης πάπρικας. Οι ιδιότητες του άρτου χαρακτηρίστηκαν με: οργανοληπτική ανάλυση και μέτρηση του όγκου της φρατζόλας, οξύτητα, περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπίδια, περιεκτικότητα σε υγρασία και ελαστικότητα της ψίχας άρτου.

Μια ακόμα μελέτη που αξίζει να αναφερθεί είναι αυτή των Rezarour et. Al (2018), που επικεντρώθηκε στη λειτουργικότητα της σκόνης σπόρων γλυκού βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.) στην ποιότητα του άρτου τύπου Baguette. Σε αυτήν την έρευνα, τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις της σκόνης (0,5%, 1% και 1,5%, w/w βάση αλεύρου) εφαρμόστηκαν στον άρτο. Οι επιδράσεις της σκόνης στις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού διερευνήθηκαν με χρήση φαρινογράφου. Επιπλέον, μελετήθηκαν οι επιδράσεις της σκόνης στις φυσικές ιδιότητες του άρτου με μέτρηση της υφής, του όγκου της φρατζόλας και του χρώματος της κρούστας, χρησιμοποιώντας αναλυτή υφής και τη μέθοδο Hunter Lab αντίστοιχα. Τα δεδομένα αξιολογήθηκαν στην 1η, 3η και 5η ημέρα παραγωγής του άρτου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη σκόνης σπόρων γλυκού βασιλικού στον άρτο με συγκεκριμένη συγκέντρωση (0,5%) οδήγησε σε βελτίωση των χαρακτηριστικών και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος.

Οι Israr et al. (2016), αξιολόγησαν της επίδραση των σπόρων βασιλικού στις φυσικοχημικές, αισθητηριακές και ρεολογικές παραμέτρους του άρτου. Οι σπόροι βασιλικού μετατράπηκαν προστέθηκαν στο ψωμί σε διαφορετικές αναλογίες (0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 και 2,5%). Με την προσθήκη του βασιλικού παρατηρήθηκε σημαντική

επίδραση στις φυσικές ιδιότητες, όπως η απώλεια βάρους κατά το κλιβανισμό του άρτου (μειώθηκε από 20,43 σε 9,97 g), ο όγκος (αυξήθηκε από 797,3 σε 996,6 cm³), ο ειδικός όγκος (αυξήθηκε από 3,47 σε 4,15 cm³) και ο λόγος πλάτους/ύψους της κεντρικής φέτας (αυξήθηκε από 0,67 σε 0,94). Οι φωτογραφίες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο απεικόνισαν μείωση του μεγέθους των πόρων με την προσθήκη σπόρων βασιλικού και ελάχιστο μέγεθος πόρων παρατηρήθηκε για ψωμί που περιείχε 2% από βασιλικό. Τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης ευνοούσαν το ψωμί με 2% βασιλικού. Συμπερασματικά, οι σπόροι του βασιλικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για τη βελτίωση του θρεπτικού, φυσικοχημικού και οργανοληπτικού προφίλ του άρτου.



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση της επεξεργασίας βασιλικού για την δημιουργία άρτου

(Πηγή: Salehi, F. (2019). Effect of common and new gums on the quality, physical and textural properties of bakery products: a review. *Journal of Texture Studies*. doi:10.1111/jtxs.12482)

Στην μελέτη των Matia – Matino et al. (2018), αξιολογήθηκε η επίδραση του Basil Seed Gum (BSG) ή σπόρων βασιλικού σε φυσικές και προ-ζελατινοποιημένες πηκτές αμύλου και αλεύρου καλαμποκιού. Η παρουσία BSG οδήγησε σε μμεγαλύτερη ικανότητα δέσμευσης νερού και μμεγαλύτερο δείκτη απορρόφησης νερού του αμύλου και των αλεύρων σε σύγκριση με τα συστήματα χωρίς τα υδροκολλοειδή των σπόρων βασιλικού. Γενικά, η BSG αύξησε σημαντικά το μέγιστο και το τελικό ιξώδες παστών, οδηγώντας επίσης σε αύξηση της σκληρότητας των τελικών αποτελεσμάτων οδηγεί σε πιο ισχυρά ζελέ, βελτιώνοντας τις ρεολογικές ιδιότητες με πιθανό μηχανισμό ενίσχυσης του δικτύου άμυλου κατά τη θέρμανση. Εντοπίστηκε μια πιο ανοιχτή μικροδομή-σε σύγκριση με την ομοιογενή και πυκνή μήτρα των πηκτωμάτων φυσικού αμύλου. Από την άλλη πλευρά, η ξανθάνη έδειξε το αντίθετο αποτέλεσμα,

μειώνοντας το μέγιστο και το τελικό ιξώδες των εγγενών συστημάτων, καθυστερώντας τη διαδικασία ζελατινοποίησης και οδηγώντας επίσης σε ασθενέστερα πηκτώματα μειωμένης ιξωδοελαστικότητας. Ωστόσο, για το προζελατινοποιημένο αλεύρι και άμυλο η επίδραση της ξανθάνης ήταν ελάχιστη.

Μια προσφάτη μελέτη που αξίζει να αναφερθεί είναι των Rourmohammadi et al. (2020), η οποία αξιολόγησε την επίδραση της σκόνης κολοκύθας και τα υδροκολλοειδή των σπόρων βασιλικού στις φυσικοχημικές, ρεολογικές ιδιότητες και αισθητηριακές παραμέτρους του άρτου. Ο άρτος με 1,5% υδροκολλοειδή σπόρων βασιλικού είχε την καλύτερη βαθμολογία χρώματος, πορώδους και εμφάνισης και ο άρτος με 1% υδροκολλοειδή σπόρων βασιλικού είχε την υψηλότερη ικανοποιητική από άποψη γεύσης, υφής και συνολικής αποδοχής.

Κεφάλαιο 3: Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να εξεταστούν οι πιθανές μεταβολές που δύνανται να επέλθουν στις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού από άλευρο σίτου κατά την προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού, εν συγκρίσει με την προσθήκη ασκορβικού οξέος, το οποίο βάσει νομοθεσίας μπορεί να προστίθεται στο άλευρο ως βελτιωτικό.

Η επίδραση της προσθήκης αποξηραμένου βασιλικού μελετήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες (0,25%, 0,50%, 0,75%, 1%), σε σύγκριση με την επίδραση της προσθήκης ασκορβικού οξέος (20 mg/Kg και 300 mg/Kg).

Για να κατανοήσουμε πλήρως τις ρεολογικές ιδιότητες, πραγματοποιήθηκαν πειράματα προσδιορισμού της υγρασίας, λήψη φαρινογραφημάτων, καθώς και πειράματα προσδιορισμού του αριθμού πτώσεως, υγρής και ξηρής γλουτένης. Μέσω αυτών των πειραμάτων, θα εξεταστούν οι αλλαγές που ενδέχεται να λάβουν χώρα στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ζυμαριού από άλευρο σίτου λόγω της προσθήκης αποξηραμένου βασιλικού καθώς και ασκορβικού οξέος, και κατά συνέπεια την επίδραση που θα μπορούσαν να έχουν οι αλλαγές αυτές στην παραγωγή αρτοσκευασμάτων.

Κεφάλαιο 4: Υλικά & Μέθοδοι

4.1 Περιγραφή του πειραματικού σχεδιασμού

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθούν τόσο τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας.

Υλικά

Για το πείραμα μας χρησιμοποιήσαμε γερμανικό άλευρο τύπου 70% βιολογικό συγκεκριμένα της εταιρίας simply bio. Η προμήθεια του αποξηραμένου πλατύφυλλου βασιλικού έγινε από την εταιρεία ΑΝΘΗΡ Α.Β.Ε.Ε (περιοχή καλλιέργειας: Μεγάλη Χώρα, Δήμος Αγρινίου). Η άλεση του αποξηραμένου βασιλικού πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό μύλο άλεσης (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Μύλος Άλεσης (BRABENDER -WILEY)

Στην παρακάτω πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις διαφορετικές περιεκτικότητες αποξηραμένου βασιλικού και δυο διαφορετικές περιεκτικότητες ασκορβικού οξέος (Πίνακας 1).

Οι θεωρητικοί υπολογισμοί βασίστηκαν στα 300 g.

Για τα μίγματα αλεύρου σίτου/αποξηραμένου βασιλικού έγιναν οι παρακάτω

υπολογισμοί:

1^ο δείγμα: 0,25 %

0,25 g αποξηραμένου βασιλικού στα 100 g αλεύρου σίτου

X g αποξηραμένου βασιλικού στα 300 g μείγματος

άρα X= 0,75 g αποξηραμένου βασιλικού

Ακριβώς το ίδιο ακολουθείται και στα υπόλοιπα δείγματα

2^ο δείγμα : 0,50%

1,50 g αποξηραμένου βασιλικού στα 300 g συνολικού μείγματος

3^ο δείγμα : 0,75%

2,25 g αποξηραμένου βασιλικού στα 300 g συνολικού μείγματος

4^ο δείγμα : 1,00%

3,00 g αποξηραμένου βασιλικού στα 300 g συνολικού μείγματος

Για τα μίγματα αλεύρου σίτου/ασκορβικού οξέος έγιναν οι παρακάτω υπολογισμοί:

Για 20 mg/Kg ισχύει:

0,006 g ασκορβικού οξέος στα 300 g μείγματος

Για 300 mg/Kg ισχύει :

0,30 g ασκορβικού οξέος στα 300 g μείγματος

Η ομογενοποίηση των ανωτέρω μειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό μίκτη της εταιρίας Brabender.

Πίνακας 1: Ποσότητες αποξηραμένου βασιλικού και ασκορβικού οξέος

Δείγματα	Ποσότητα πρόσθετου ανά 300 g μίγματος αλεύρου
0,25%	0,75 g αποξηραμένος βασιλικός
0,50%	1,50 g αποξηραμένος βασιλικός
0,75%	2,25 g αποξηραμένος βασιλικός
1,00%	3,00 g αποξηραμένος βασιλικός
20 mg/kg	0,006 g ασκορβικό οξύ
300 mg/kg	0,30 g ασκορβικό οξύ

4.2 Προσδιορισμός Υγρασίας

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας, εφαρμόστηκε η μέθοδος 44-15A του AACC International, one-stage procedure. Αρχικά, ζυγίστηκαν τα αλουμινένια δοχεία και έπειτα ζυγίστηκαν 6 δείγματα αλεύρου με ακρίβεια τριών δεκαδικών σε αναλυτικό ζυγό. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στον κλίβανο για 1 ώρα στους 130°C. Αφού αφαιρέθηκαν από τον κλίβανο, τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα ώστε να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος και ξαναζυγίστηκαν.

Μετά την αφαίρεση του βάρους του δοχείου, υπολογίστηκε η υγρασία των δειγμάτων καθώς και ο μέσος όρος. Το τελικό αποτέλεσμα εισήχθη στον φαρινογράφο.

4.3 Φαρινογράφος

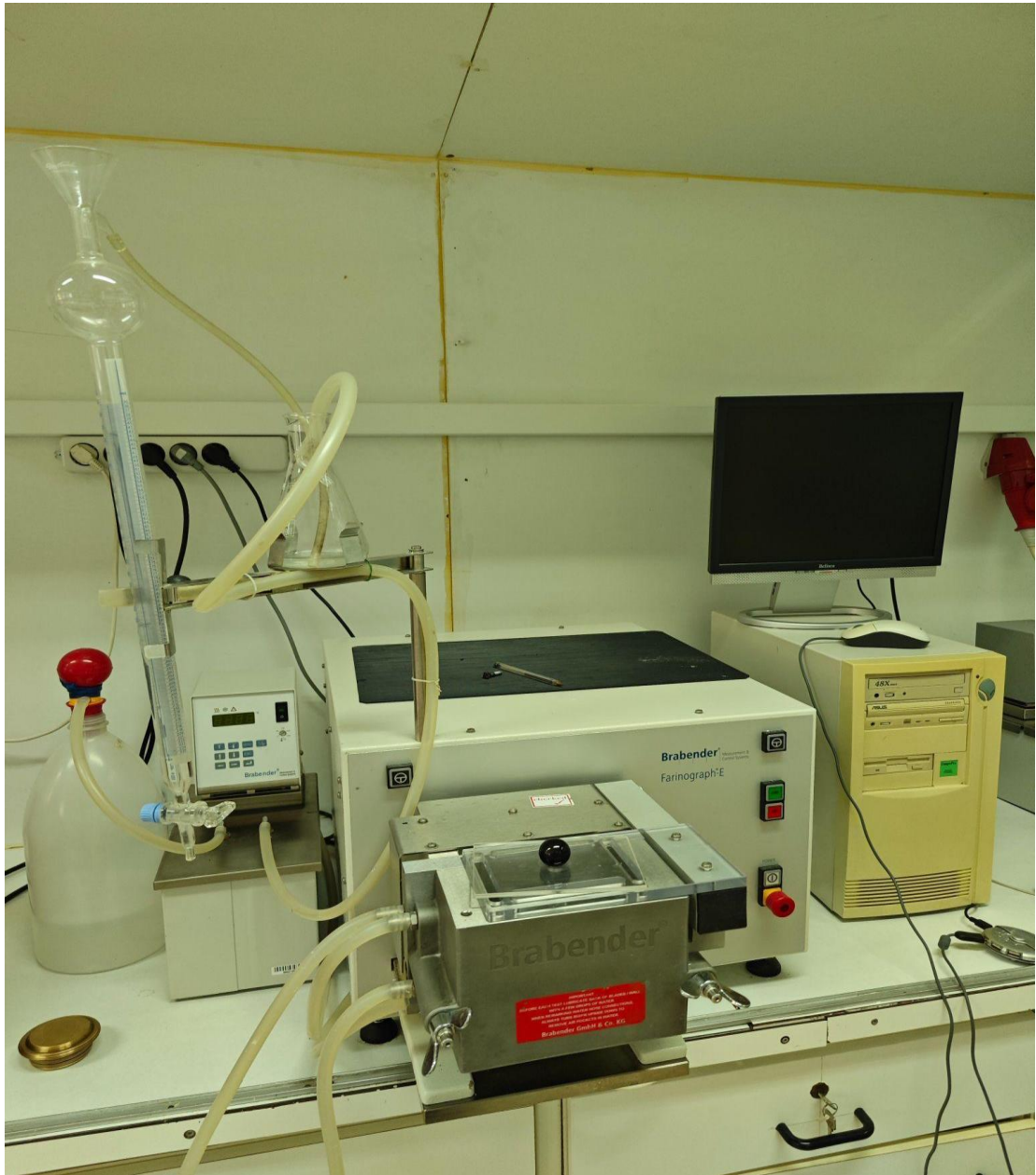
Ο φαρινογράφος μετρά και καταγράφει την αντίσταση του ζυμαριού στην ανάμιξη. Οι δύο πιο διαδεδομένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι: η διαδικασία σταθερού βάρους αλεύρου και η διαδικασία σταθερού βάρους ζυμαριού.

Η συσκευή Brabender farinograph (μοντέλο E της Brabender, Duisburg, Γερμανία), σύμφωνα με το πρότυπο SR EN ISO 5530-1:2015 και τη μέθοδο AACC 54-21, χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των αλευρογραφικών ιδιοτήτων της ζύμης. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Απορρόφηση νερού (WA σε %): Αναφέρεται στην ποσότητα νερού που απορροφά το ζυμάρι και είναι απαραίτητη για τη σωστή παρασκευή του.
- Χρόνος ανάπτυξης του ζυμαριού (DT σε λεπτά): Αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται για την ανάπτυξη του ζυμαριού και τη δημιουργία της κατάλληλης δομής.
- Σταθερότητα του ζυμαριού (DS σε λεπτά): Αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που το ζυμάρι διατηρεί τη δομή της και τη σταθερότητά της.
- Βαθμός μαλακώματος (SfD σε BU): Αναφέρεται στη μέτρηση της αλλαγής στη σκληρότητα του ζυμαριού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης.
- Αριθμός ποιότητας Farinograph (QN): Αναφέρεται στον συνολικό αριθμητικό

δείκτη ποιότητας του ζυμαριού, βασισμένο σε διάφορες παραμέτρους που μετρήθηκαν.

- Δείκτης αντοχής αναμίξεως (MTI): εκφράζεται σε min και δείχνει την εξασθένιση ή τον βαθμό μαλακώματος κατά την ανάμιξη.



Εικόνα 4: Φαρινογράφος Brabender (Ιδία Επεξεργασία)

Πειραματική πορεία

Στο πλαίσιο της δοκιμασίας του φαρινογράφου, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα δείγματα με διαφορετική ποσότητα αποξηραμένου βασιλικού (0,25%, 0,50%, 0,75%, 1%), δύο δείγματα με διαφορετική ποσότητα ασκορβικού οξέος (20 mg/Kg και 300 mg/Kg) και ένα δείγμα αλεύρου χωρίς πρόσθετα (control).

Για τη διαδικασία που προσδιορίζουμε τις ιδιότητες των ζυμαριών με το Φαρινογράφο σύμφωνα με τη μέθοδο AACC 54-21 και την μέθοδο ISO 5530-1:2015, ακολουθούμε τα εξής βήματα:

Ανοίγουμε το μηχάνημα του φαρινογράφου και γεμίζουμε την προχοΐδα με νερό σε θερμοκρασία δωματίου. Ορίζουμε την υγρασία σύμφωνα με τα αποτελέσματα που βρήκαμε στο προηγούμενο πείραμα. Εφόσον ο φαρινογράφος αναδεύσει το δείγμα για 1 min, στη συνέχεια προσθέτουμε νερό έως ότου φτάσει η καμπύλη στα 500 BU. Μετά από 20 min λαμβάνουμε την καμπύλη. Λήφθηκαν δυο καμπύλες ανά δείγμα.

Οι καμπύλες μας δίνουν τα εξής χαρακτηριστικά ζυμαριού τα οποία θα αναλυθούν λεπτομερώς στην επόμενη ενότητα:

1. **Χρόνος Αφίξεως (Arrival Time):** Είναι ο χρόνος που απαιτείται για το ζύμωμα να φτάσει στον ελεύθερο χώρο της συσκευής, ο οποίος υπολογίζεται από τη στιγμή που ξεκινά η προσθήκη νερού.
2. **Χρόνος Ανάπτυξης Ζυμαριού (Dough Development Time):** Πρόκειται για το διάστημα που το ζυμάρι αναπτύσσεται και αποκτά επιθυμητές ιδιότητες. Υπολογίζεται από την αρχή της προσθήκης νερού έως τη μέγιστη ανάπτυξη του ζυμαριού.
3. **Χρόνος Αναχώρησης (Departure Time):** Είναι ο χρόνος που απαιτείται για το ζυμάρι να αποχωρήσει από τον ελεύθερο χώρο της συσκευής. Υπολογίζεται από τη στιγμή που επιτυγχάνεται η μέγιστη ανάπτυξη έως την αποχώρηση του ζυμαριού.
4. **Σταθερότητα (Stability):** Αναφέρεται στη διάρκεια που το ζυμάρι μας

διατηρεί τις επιθυμητές ιδιότητες κατά τη διάρκεια του ζυμώματος.

5. **Δείκτης Αντοχής Ανάμιξης (Mixing Tolerance Index - MTI):** Υπολογίζεται βάσει της διαφοράς μεταξύ του χρόνου ανάπτυξης και του χρόνου αναχώρησης, και αντικατοπτρίζει την ικανότητα του ζυμαριού να αντέξει στην ανάμιξη.

4.4 Falling number - Αριθμός πτώσεως

Ο αριθμός πτώσεως (FN) θεωρείται ως ένα σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό για τα σιτηρά και χρησιμοποιείται παγκοσμίως ως γενικός δείκτης στο εμπόριο σιτηρών, ιδίως για σιτάρι και άλλα δημητριακά.

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τον FN, όπως οι συνθήκες αποθήκευσης, η ποικιλία του σιταριού, οι κλιματολογικές συνθήκες, ο ρυθμός αζωτούχου λίπανσης, κ.ά. Ο υψηλότερος FN συνδέεται με υψηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος το καλοκαίρι.

Πειραματική πορεία

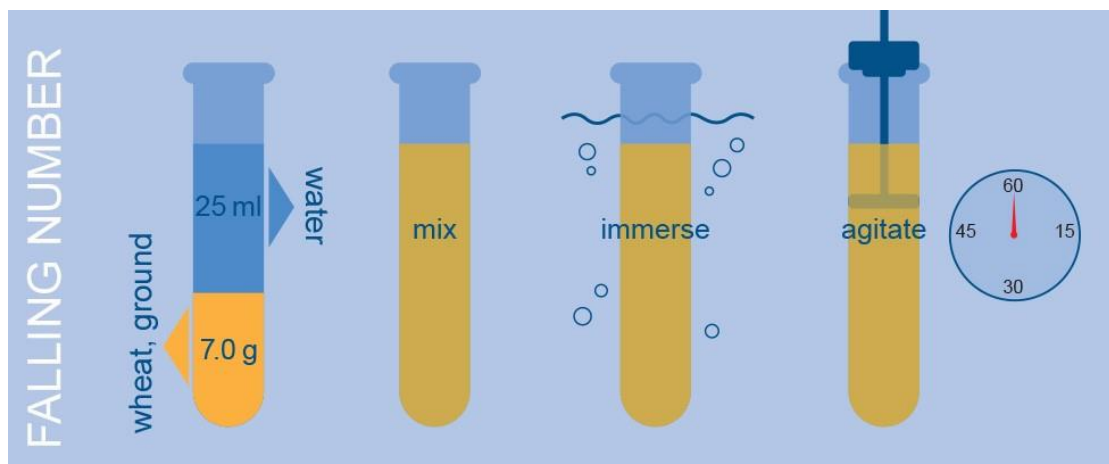
Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα δείγματα με διαφορετική ποσότητα αποξηραμένου βασιλικού (0,25%, 0,50%, 0,75%, 1%), και ένα δείγμα αλεύρου χωρίς πρόσθετα (control).

Τοποθετούμε στον ειδικό σωλήνα 25 mL νερού, αφού έχουμε ζυγίσει σε αναλυτικό ζυγό περίπου 7 g αλεύρου, το τοποθετούμε στον σωλήνα και με το ειδικό πώμα κλείνουμε και αναδεύουμε.

Έπειτα, ο σωλήνας που περιέχει το δημιουργούμενο πολτό βυθίζεται υδατόλουτρο της συσκευής του FN (Εικόνα 5). Κατά τη διάρκεια λειτουργίας, το άμυλο στο δείγμα θα ζελατινοποιηθεί, και θα δημιουργηθεί μια παχιά πάστα. Η συσκευή του FN περιμένει για 5 δευτερόλεπτα πριν ανακινήσει τον πολτό με ένα έμβολο, εκτελώντας αυτήν τη φάση για 55 δευτερόλεπτα με ταχύτητα 2 κινήσεων ανά δευτερόλεπτο. Με την ολοκλήρωση αυτής της φάσης ανάδευσης, το έμβολο απελευθερώνεται στο μέγιστο ύψος του κύκλου, και ο χρόνος (μετρούμενος σε δευτερόλεπτα) που απαιτείται για να πέσει ο αναδευτήρας μέσα στην πάστα καθορίζει την τιμή του αριθμού πτώσεως. Λήφθηκαν δυο μετρήσεις ανά δείγμα.



Εικόνα 5: Συσκευή μέτρησης *falling number*



Εικόνα 6: Πειραματική διαδικασία αριθμού πτώσεως

(ΠΗΓΗ: <https://precisionce.com/falling-number-test/>)

4.5 Προσδιορισμός γλουτένης

Προσδιορισμός υγρής γλουτένης

Για τον προσδιορισμό της υγρής γλουτένης, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα δείγματα με διαφορετική ποσότητα αποξηραμένου βασιλικού (0,25%, 0,50%, 0,75%, 1%), και ένα δείγμα αλεύρου χωρίς πρόσθετα (control).

Ζυγίζουμε 25 g αλεύρου για κάθε δείγμα σε ένα πορσελάνινο γουδί και προσθέτουμε 15 mL νερό από τη βρύση (σε θερμοκρασία 15-20°C). Στη συνέχεια, ζυμώνουμε την ποσότητα του αλεύρου μέσα στο πορσελάνινο γουδί μέχρι να προκύψει μια ομοιόμορφη μάζα. Προσπαθούμε να μην αφήσουμε καθόλου υπολείμματα στο γουδί.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιούμε τα χέρια μας για να αποκτήσει η ζύμη ομοιόμορφη υφή, το τοποθετούμε κάτω από την βρύση και το ξεπλένουμε ελαφριά.

Συνεχίζουμε την επεξεργασία μέχρι να απομονωθεί το άμυλο και να σχηματιστεί η γλουτένη. Όση ώρα ξεπλένουμε έχουμε τοποθετήσει μια σίτα έτσι ώστε να συλλέγονται τυχόν κομμάτια που έχουν πέσει. Η διαδικασία σταματά όταν το νερό από το ξέπλυμα δεν περιέχει πλέον άμυλο, δηλαδή βγαίνει καθαρό και όχι ανοιχτόχρωμο και η γλουτένη κολλάει στο χέρι. Τέλος, συμπιέζουμε τη γλουτένη ανάμεσα στα δάκτυλα για να αφαιρέσουμε το περισσεύον νερό και ζυγίζουμε το αποτελέσματα, ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για όλα τα δείγματα. Πραγματοποιήθηκαν δυο επαναλήψεις ανά δείγμα.



Εικόνα 8: Εκπλύση δείγματος



Εικόνα 7: Κάψα πορσελάνης

Προσδιορισμός ξηρής γλουτένης

Η υγρή γλουτένη που λήφθηκε για κάθε δείγμα με την ανωτέρω διαδικασία τοποθετήθηκε σε ύαλο ωρολογίου και ξηράνθηκε σε κλίβανο για 30 min στους 155 °C (Εικόνα 9). Κατόπιν, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ξηραντήρα και ζυγίστηκαν.



Εικόνα 9: Ξήρανση δειγμάτων

Μέσα από τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό της υγρή & ξηρής γλουτένης θα μπορέσουμε να υπολογίσουμε το ποσοστό ενυδάτωσης του αλευρού με τον τύπο:

$$E = (ΥΓ - ΞΓ) / ΥΓ * 100$$

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα & Συζήτηση

5.1 Γενικά αποτελέσματα

Η ρεολογική αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των αλεύρων και ζυμαριών αποτελεί ουσιώδη διαδικασία για την παραγωγή επιθυμητών προϊόντων στην αρτοποιία. Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν μπορούν να παράγουν μια συνολική εικόνα για την ποιότητα του αλεύρου και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται από την προσθήκη βασιλικού. Αναλύοντας τα αποτελέσματα, μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

Ποιότητα του Αλεύρου: όσον αναφορά το άλευρο παίρνουμε μια γενική εικόνα για τις ιδιότητές του μέσω των πειραμάτων, ειδικότερα για την ποσότητα νερού που μπορούμε να προσθέσουμε καθώς και για τα ποσοστά γλουτένης που περιέχει και γενικότερα για τις ρεολογικές του ιδιότητες χωρίς την προσθήκη βασιλικού.

Επίδραση του Βασιλικού στις Ρεολογικές Ιδιότητες: στα παρακάτω πειράματα φαίνονται οι διαφορές που δίνει ο βασιλικός στις ιδιότητες του αλεύρου ώστε να κατανοήσουμε τι θα μπορούσε να δώσει αυτή η προσθήκη στην ικανότητα παραγωγής άρτου.

Αισθητή Διαφορά στην Αρτοποιία: ο βασιλικός θα μπορούσε να δώσει στον άρτο, γενικότερα στα αρτοσκευάσματα διάφορα νέα χαρακτηριστικά όσον αναφορά την υφή, το χρώμα της κόρας και την σύσταση του.

Εν κατακλείδι, από τα αποτελέσματα που θα παρατεθούν παρακάτω θα λάβουμε σημαντικές πληροφορίες για το πώς θα πρέπει να διαχειριστούμε το άλευρο και για την ικανότητα του να παράγει αρτοσκευάσματα υψηλής ποιότητας.

5.2 Προσδιορισμός υγρασίας

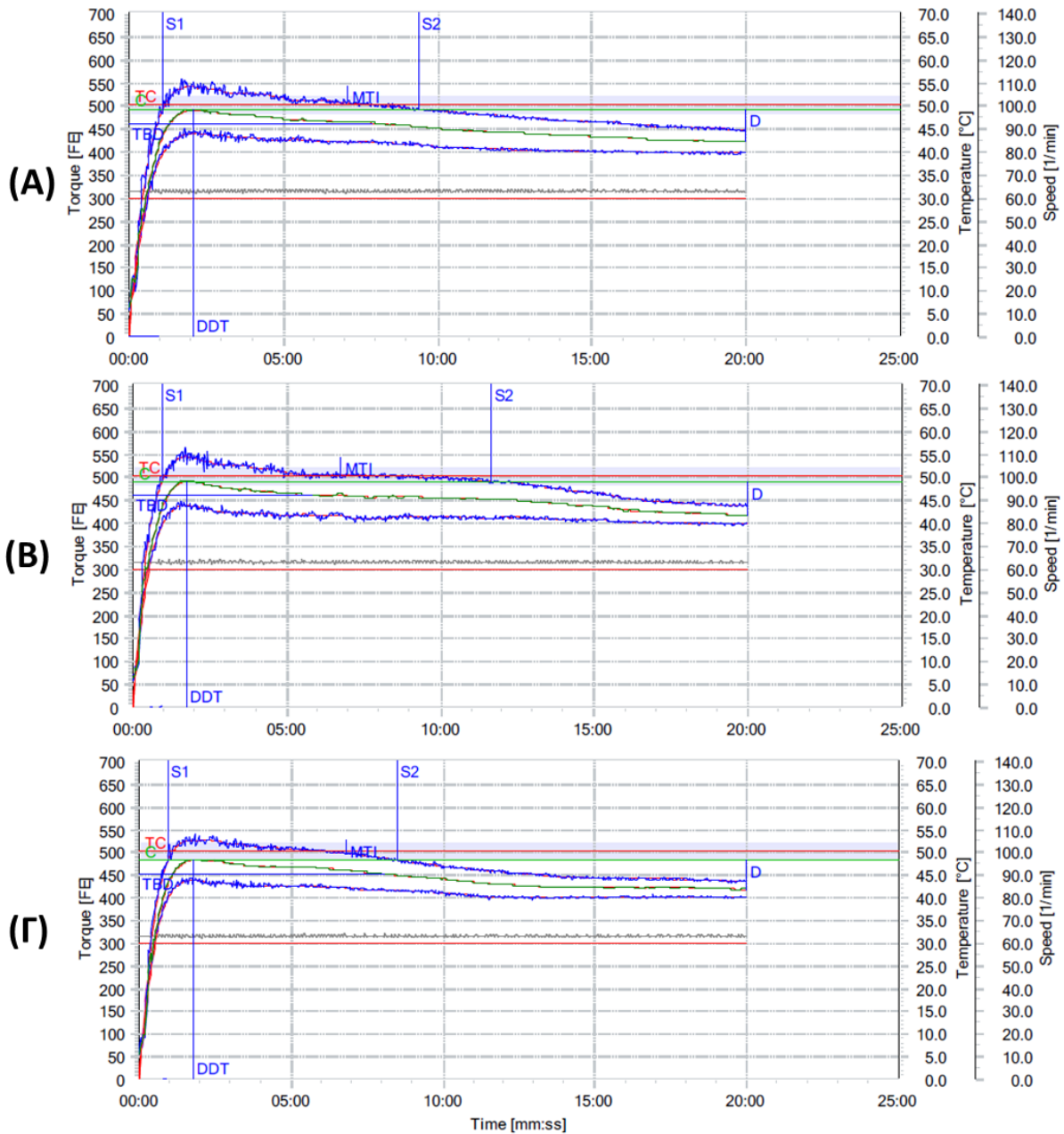
Η παρατηρούμενη απόκλιση του ποσοστού υγρασίας του αλεύρου, που είναι 13,75% αντί για το καθορισμένο όριο του 13,5%, μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η αποθήκευση του αλεύρου. Οι συνθήκες αποθήκευσης είναι σημαντικές για τη διατήρηση της ποιότητας του αλεύρου, ενώ μπορεί και να οφείλεται σε λάθος χειρισμό κατά της διαδικασία. Η υγρασία είναι κρίσιμη καθώς επηρεάζει τη σταθερότητα του προϊόντος και την αποφυγή της ανάπτυξης ανεπιθύμητων οργανισμών. Καθώς σε περίπτωση που η υγρασία υπερέβαινε το 14,5% το αλεύρι μας θα είναι επιρρεπές στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και βακτηρίων που θα μπορούσαν να το καταστρέψουν. Επίσης, ο προσδιορισμός της υγρασίας απαιτείται για την δοκιμασία του φαρινογράφου.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα υγρασίας

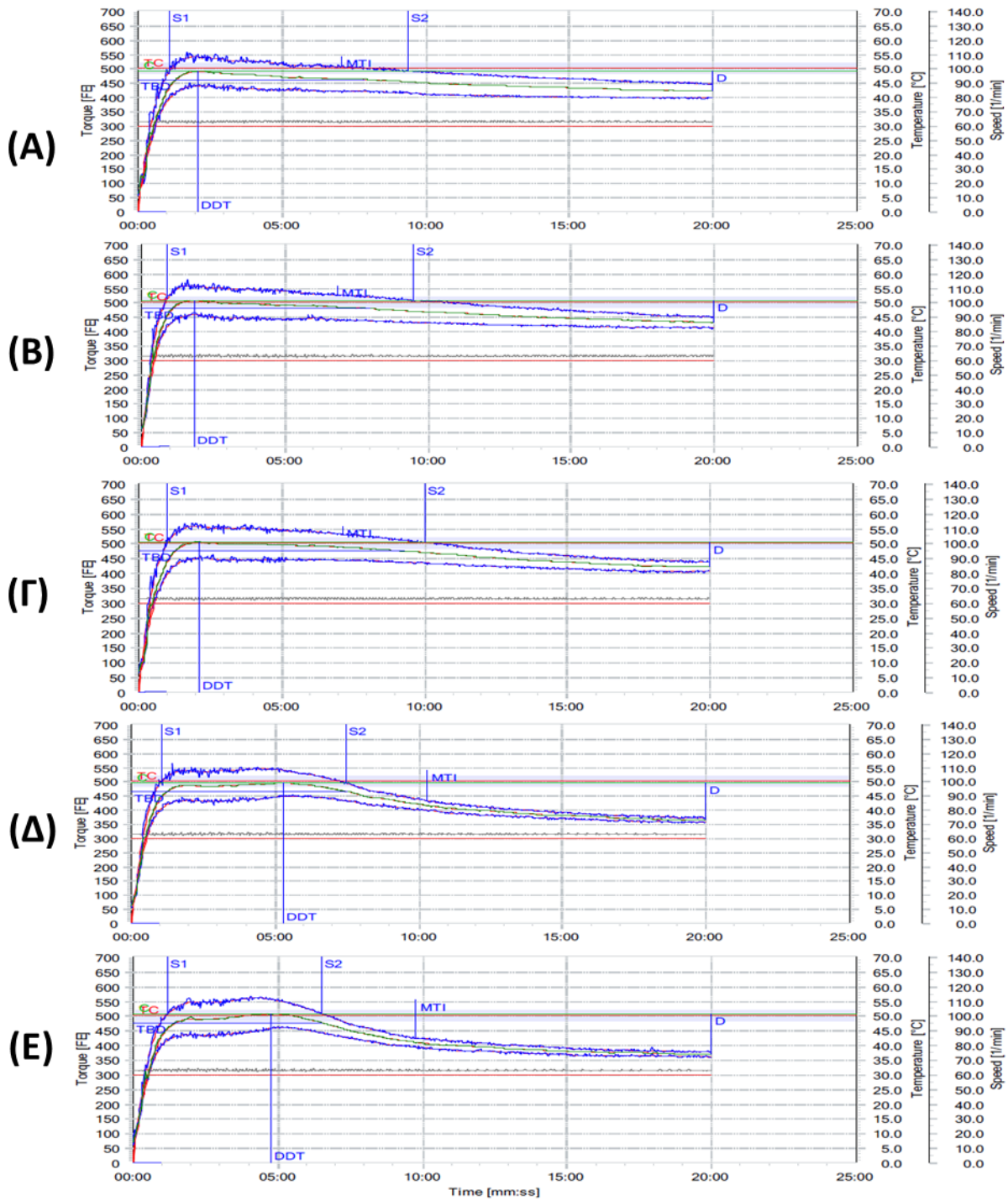
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	
ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (g)	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
10,014	13,70
10,014	13,85
10,014	13,80
10,011	13,75
10,011	13,60
10,017	13,80
	M.O.13,75

5.3 Φαρινογράφος

Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα συγκεκριμένα γραφήματα που παράγονται από το μηχάνημα του φαρινογράφου.



Εικόνα 13: Φαρινογραφήματα (Α) αλεύρου χωρίς πρόσθετα, (Β) αλεύρου με πρόσθετο ασκορβικό οξύ 20 mg/Kg, (Γ) αλεύρου με πρόσθετο ασκορβικό οξύ 300 mg/Kg.



Εικόνα 14: Φαρινογραφήματα (Α) αλεύρου χωρίς πρόσθετα, (Β) αλεύρου με πρόσθετο βασιλικό 0,25%, (Γ) αλεύρου με πρόσθετο βασιλικό 0,50%, (Δ) αλεύρου με πρόσθετο βασιλικό 0,75%,(Ε) αλεύρου με πρόσθετο βασιλικό 1,00%.

Συγκεκριμένα λήφθηκαν δυο φαρινογραφήματα για κάθε μια περιεκτικότητα, καθώς και για το δείγμα που είναι με σέτο άλευρο. Εκτός από την σταθερότητα, το χρόνο άφιξης, το βαθμό μαλακώματος, και τον χρόνο ανάπτυξης, από τα γραφήματα μας παρέχουν δεδομένα για τον δείκτη αντοχής αναμίξεως, ο οποίος μας δείχνει τον βαθμό που το ζυμάρι έχει μαλακώση από την αρχή μέχρι το τέλος του γραφήματος. Αυτά τα δεδομένα μας βοηθούν να λάβουμε μια συνολική εικόνα όχι μόνο για το άλευρο άλλα και για το τι ακριβώς θα συμβεί κατά την προσθήκη αρωματικών φυτών και προσθέτων στην συγκεκριμένη περίπτωση ασκορβικού οξέος (E300).

Η συγκεκριμένη χρήση πρέπει να συμμορφώνεται με τις συνθήκες χρήσης που ορίζονται από τον Κανονισμό για την συγκεκριμένη κατηγορία τροφίμου, τα επίπεδα πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα όρια σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο (Άρθρο 34 Κ.Τ.Π. μέγιστο 0,3 ‰). Είναι μείζονος σημασίας να κατανοήσουμε την σημαντικότητα που έχει ως βελτιωτικό. Κατά την αρτοποιήση μετατρέπεται σε δεϋδροασκορβικό οξύ και επηρεάζει την γλουτένη, έχοντας σαν αποτέλεσμα την διόγκωση του άρτου και στην αύξηση της αντοχής του ζυμαριού στην ανάδευση. Παρόλα αυτά η προσθήκη του μπορεί να οδηγήσει και σε αντίθετα αποτελέσματά με την υπερβολική χρήση.

Στον Πίνακα 3 απεικονίζονται τα βασικά αποτελέσματα από τις μετρήσεις του φαρινογράφου για τα δείγματα με προσθήκη βασιλικού 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00% και ασκορβικού οξέος 20 mg/Kg, 300 mg/Kg:

Πίνακας 3: Αποτελέσματα φαρινογράφου

Δείγματα	Απορρόφηση νερού (500 BU), % (Water absorption corr. for default consistency)		Dough Development Time, min		Stability, min		Softening Degree (12 min after Maximum) BU		Farinograph Quality Number		Drop -off		Time to break down (min)		MTI	
	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.	M.O.	S.D.
Control	56.2	0.14	1.74	0.40	7.72	0.68	58.5	4.95	68.5	14.85	72.5	4.95	6.51	1.46	38	4.24
Βασιλικός 0,25%	56.4	0.14	1.52	0.03	8.44	0.11	57.5	0.71	84.5	6.36	76	0	8.27	0.38	32.5	2.12
Βασιλικός 0,50%	56,6	0,21	1,81	0,38	8,57	0,64	66,5	4,95	87,5	7,78	84	4,24	8,65	0,75	30	5,66
Βασιλικός 0,75%	56,5	0,07	5,13	0,07	6,16	0,14	128	4,24	74	1,41	134,5	6,36	7,24	0,08	111	4,24
Βασιλικός 1,00%	56,7	0,07	4,74	0,40	5,25	0,04	131,5	2,12	65,5	0,71	136	1,41	6,33	0,04	131,5	0,7
Ασκορβικό οξύ 20 mg/Kg	55,9	0,35	1,52	0,08	10,23	0,27	48,5	0,71	61	4,24	73,5	0,71	5,86	0,54	41	0
Ασκορβικό οξύ 300 mg/Kg	55,3	0,71	1,99	0,72	8,266	1,33	49	12,73	98,5	24,75	52,5	16,26	9,71	2,33	23,5	6,36

Βάσει των παρακάτω κατηγοριών, μπορούμε να κατατάξουμε το άλευρο σίτου (control) που αναλύθηκε:

A. Πολύ δυνατό άλευρο για αρτοποιήση ή κατάλληλο για ανάμιξη με ασθενέστερα άλευρα:

Απορρόφηση νερού > 63%
Χρόνος ανάπτυξης ζυμαριού > 10 min
MTI < 10 FU

B. Δυνατό άλευρο:

Απορρόφηση νερού > 58%
Χρόνος ανάπτυξης ζυμαριού μεταξύ 4 και 8 min
MTI μεταξύ 15 και 50 FU

C. Άλευρο μέσης δύναμης:

Απορρόφηση νερού 54% έως 60%
Χρόνος ανάπτυξης του ζυμαριού μεταξύ 2,5 και 4 min
MTI μεταξύ 60 και 100 FU

D. Αδύνατο άλευρο:

Απορρόφηση νερού < 55%
Χρόνος ανάπτυξης ζυμαριού < 2,5 min
MTI > 100 FU

Τα αποτελέσματα των φαρινογραφικών πειραμάτων που έχουν προκύψει για το άλευρο σίτου (control) δεν συμπίπτουν πλήρως με κάποια από τις ανωτέρω κατηγορίες. Παρόλα αυτά, βασιζόμενοι σε στοιχεία που παρέχονται, μπορούμε να δηλώσουμε ότι η απορρόφηση συμβαίνει με μια μέτρια ισχύ που είναι κατάλληλη για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων. Επιπροσθέτως, ο μέσος όρος του δείκτη αντοχής ανάμιξης (MTI) στα 38 μας υποδηλώνει ότι το άλευρο είναι αρκετά ανθεκτικό. Επιπλέον, ο χρόνος ανάπτυξης (Dough Development Time) δείχνει ότι το αλεύρι μας αναπτύσσεται γενικά γρήγορα, πράγμα που συμπίπτει στην κατηγορία του αδύναμου.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους που παρέχει ο φαρινογράφος, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι διαθέτει αρκετά καλή σταθερότητα, περίπου 7 λεπτά μέγιστης συνεκτικότητας και μικρό βαθμό μαλακώματος, το οποίο μας δείχνει ότι είναι ανθεκτικό στην καταπόνηση. Επομένως, θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε το άλευρο σαν μέσης δύναμης.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες αποκλίσεις εμφανίζονται στα δείγματα με προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού περιεκτικότητας 0,75% και 1% καθώς επηρεάζεται η ανάπτυξη του ζυμαριού. Με την προσθήκη του ασκορβικού οξέος οι τιμές δεν έχουν μεγάλες διακυμάνσεις.

Όσον αναφορά την σταθερότητα μας παρέχει πληροφορία για τον χρόνο που το ζυμάρι έχει την μέγιστη συνεκτικότητα. Παρατηρώντας την σταθερότητα για 0,25 % και 0,50 % περιεκτικότητας βασιλικού καθώς και στην προσθήκη ασκορβικού οξέος 20 mg /kg, βλέπουμε ότι σε χαμηλή περιεκτικότητα βασιλικού (0,25%-0,50%) καθώς και σε λιγότερη ποσότητα ασκορβικού οξέος η σταθερότητα του ζυμαριού αποκτάει τις καλύτερες τιμές 8,44 και 8,57 σε περιεκτικότητα 0,25 % και 0,50 % βασιλικού αντίστοιχα και 10,23 για το ασκορβικό οξύ (20 mg/kg). Επομένως το ζυμάρι μας έχει την καλύτερη συνεκτικότητα σε αυτές τις συγκεντρώσεις.

Ο βαθμός εξασθένησης μας δείχνει την πρωτεολυτική αποικοδόμηση της γλουτένης και την αντοχή του ζυμαριού στην μηχανική καταπόνηση. Στο συγκεκριμένο πείραμα φαίνεται ότι το ζυμάρι μας με προσθήκη βασιλικού 0,75% και 1% δεν έχει μεγάλη αντοχή συγκριτικά με τα υπόλοιπα δείγματα (0,25% και 0,50%) καθώς και στα ζυμάρια με την προσθήκη ασκορβικού

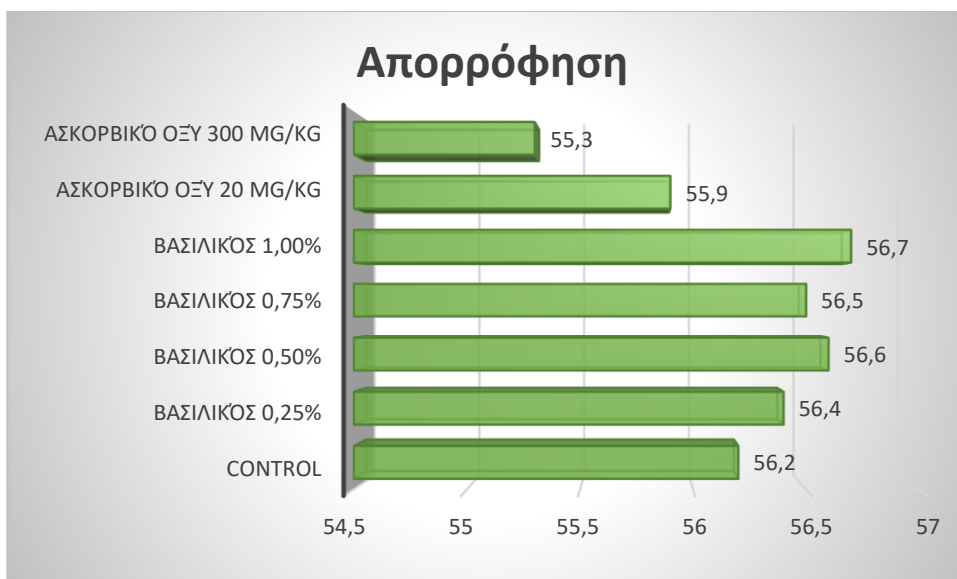
οξύς.

Αντιθέτως, φαίνεται ότι στον αριθμό φαρινογράφου καλύτερες τιμές δίνει το ασκορβικό και οι ποσότητες βασιλικού 0,25% και 0,50 % και έχουμε την καλύτερη ποιότητα του ζυμαριού. Επιπροσθέτως, στο σημείο πτώσης (drop off) που ξεκινάει από την μέση της μέτρησης και τελειώνει στο τέλος του φαρινογραφικού πειράματος φαίνεται να υπάρχει τεράστια άνοδος στις μετρήσεις 0,75 % και 1% και γενικότερα με την προσθήκη ασκορβικού και βασιλικού έχει γενικά μια αύξηση συγκριτικά με το δείγμα χωρίς προσθήκες (control).

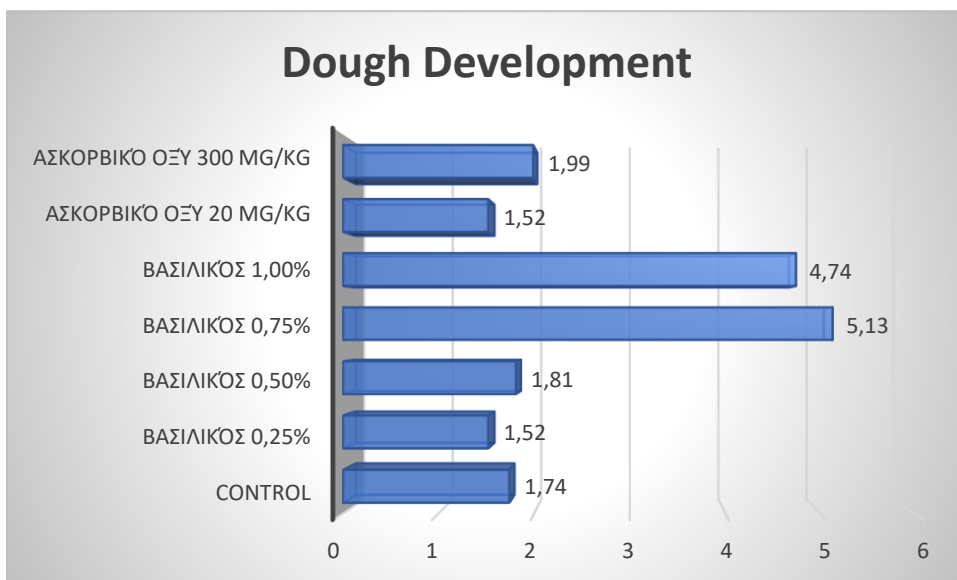
Στο τέλος της φαρινογραφικής μέτρησης, στην έναρξη κατάρρευσης φαίνεται ότι με τις μεγάλες συγκεντρώσεις βασιλικού το ζυμάρι χάνει την συνοχή του πιο γρήγορα από ότι με την προσθήκη μικρότερης ποσότητας καθώς και την προσθήκη ασκορβικού. Όσον αναφορά τον δείκτη αντοχής φαίνεται ότι το δείγμα χωρίς την προσθήκη βασιλικού έχει δείκτη αντοχής 38, στα δείγματα με προσθήκη βασιλικού 0,75 % και 1% φαίνεται ότι υπάρχει άνοδος και οι τιμές του δείκτη αντοχής είναι 111 και 131,5 αντίστοιχα, ενώ στο ασκορβικό 300 mg/kg παίρνει την μικρότερη τιμή 23,5.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η προσθήκη χαμηλού ποσοστού αποξηραμένου βασιλικού (0,25% και 0,50 %) δίνει στο άλευρο και κατά συνέπεια στο ζυμάρι μας χαρακτηριστικά που έχουν ίδιο αποτέλεσμα με το ασκορβικό οξύ. Σε μεγαλύτερα ποσοστά ο βασιλικός έχει επίδραση στην γλουτένη και στα γενικότερα χαρακτηριστικά λαμβάνοντας ένα ζυμάρι με μικρή αντοχή στην ανάμιξη και κατώτερο σε σύγκριση με τα άλλα δείγματα.

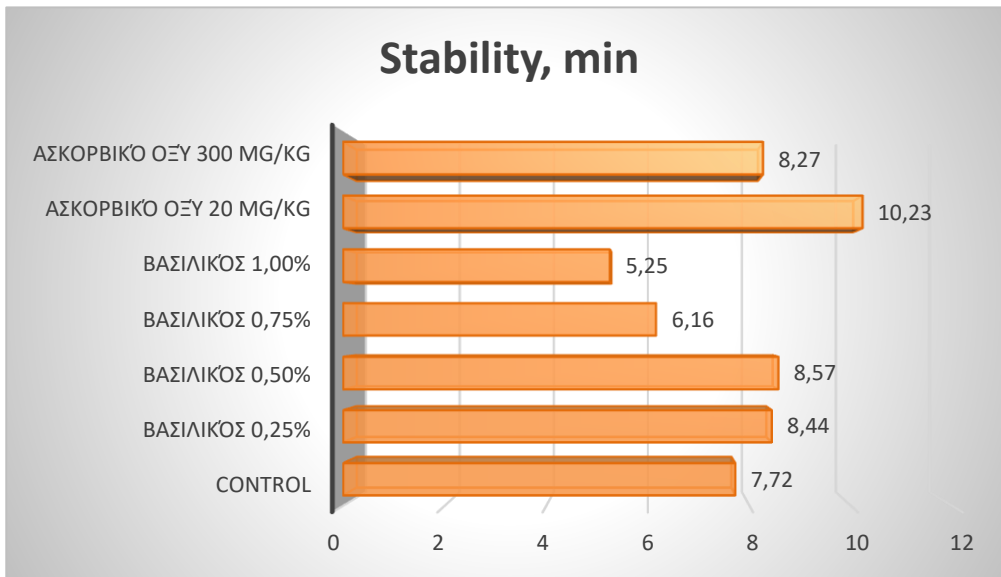
Πίνακας 4: Τιμές απορρόφησης



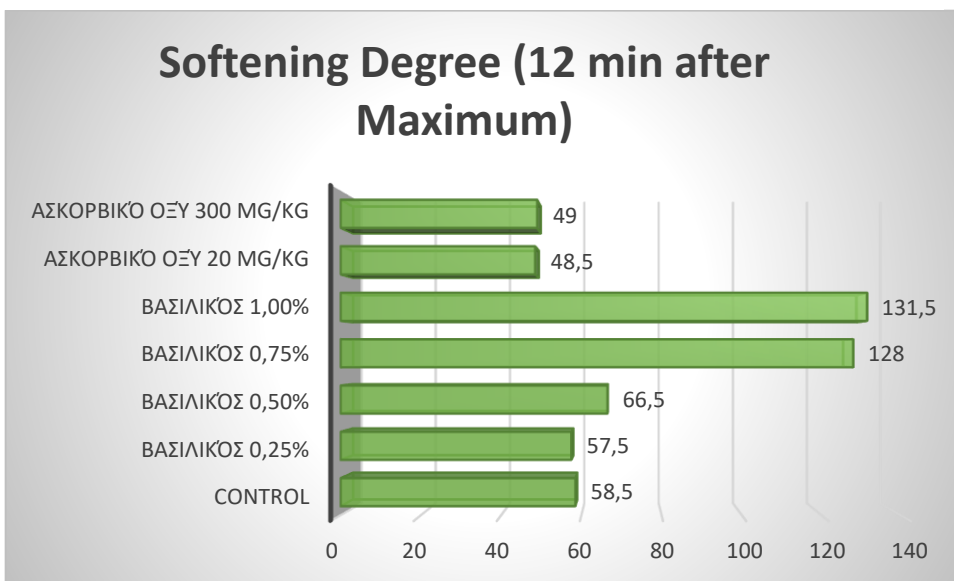
Πίνακας 5: Χρόνος ανάπτυξης του ζυμαριού



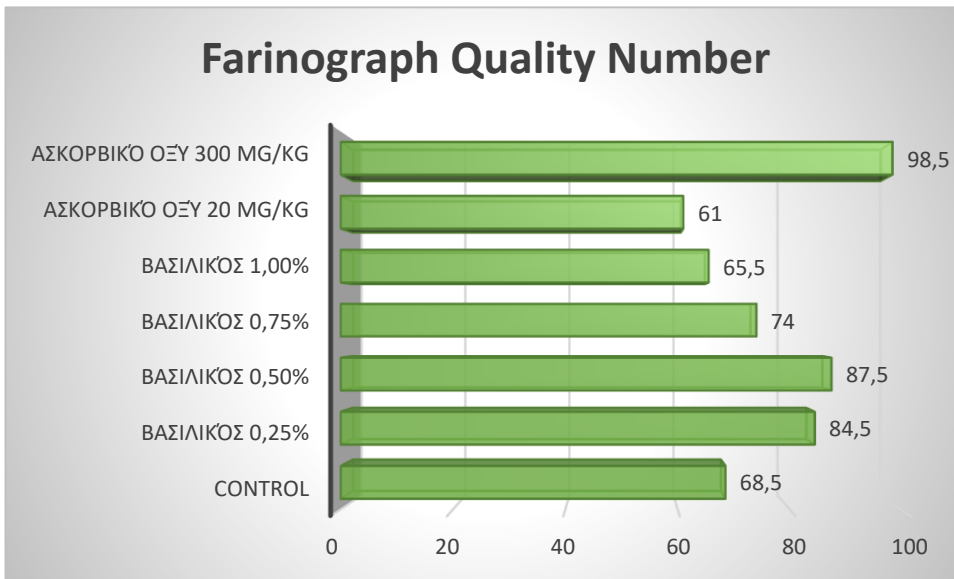
Πίνακας 6: Σταθερότητα



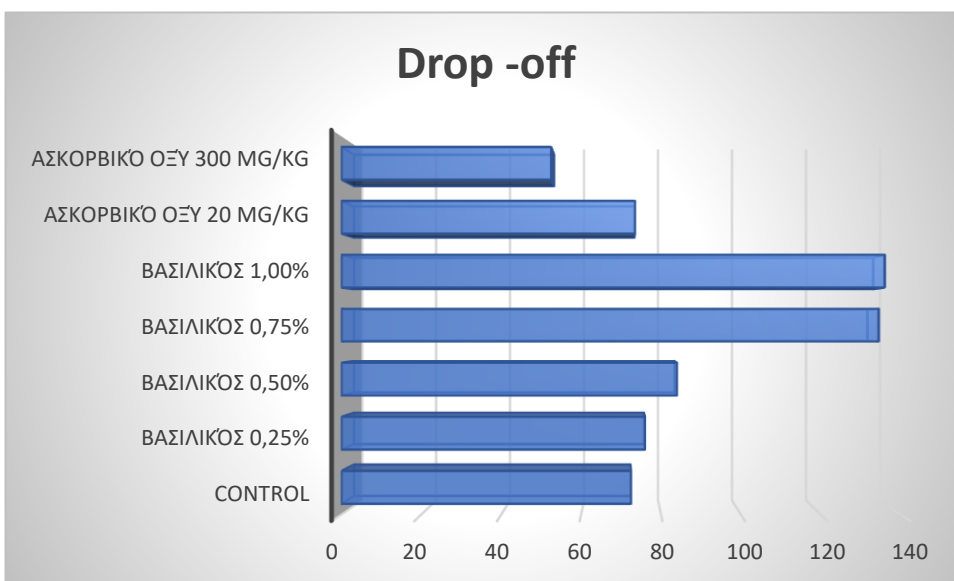
Πίνακας 7: Βαθμός εξασθένησης



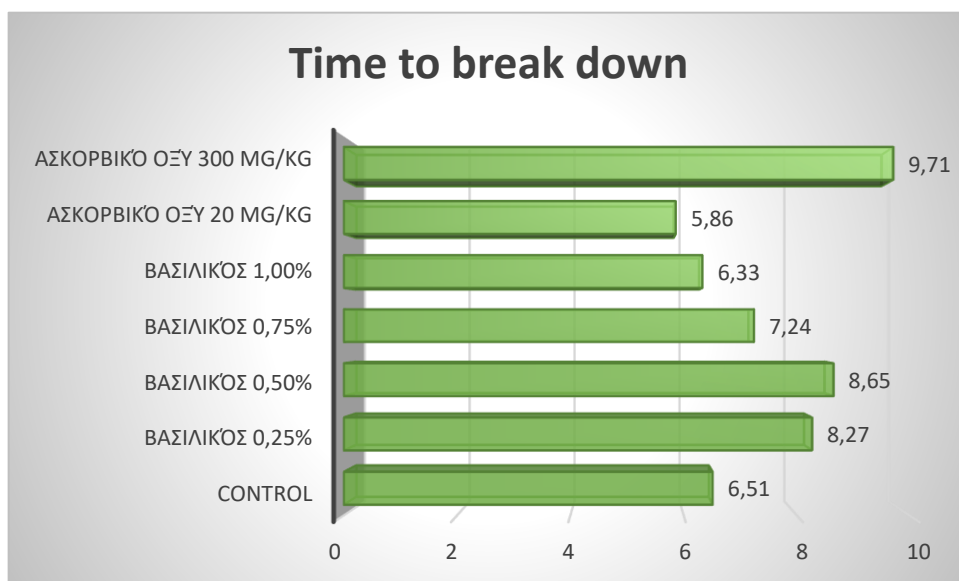
Πίνακας 8:Farinograph number



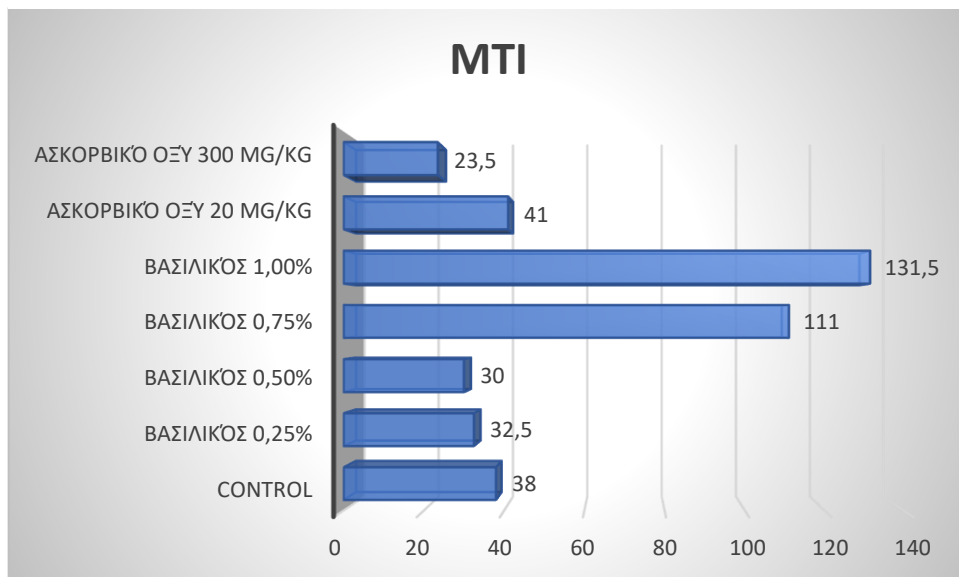
Πίνακας 9:Drop off



Πίνακας 10: Έναρξη κατάρρευσης



Πίνακας 11: Δείκτης αντοχής



5.4 Αριθμός πτώσεως - προσδιορισμός γλουτένης

Η γλουτένη επηρεάζει τις αρτοποιητικές ιδιότητες του σίτου, όπως η ικανότητα απορρόφησης νερού, η συνεκτικότητα, το ιξώδες και η ελαστικότητα. Επιπροσθέτως, η μέθοδος προσδιορισμού του αριθμού πτώσεως παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του σιταριού. Άρα μέσω των δύο αυτών πειραματικών διαδικασιών μπορούμε να βγάλουμε μια συνολική εικόνα για το αλεύρι. Τα αποτελέσματα επηρεάζονται από τις συνθήκες εργασίας και τον τύπο διαλύματος που χρησιμοποιείται κατά το πλύσιμο του ζυμαριού. Στο εργαστήριο, χρησιμοποιήθηκε τρεχούμενο νερό για το πλύσιμο, αλλά συνιστάται η χρήση διαλύματος NaCl (2%) για την αντιμετώπιση της επίδρασης των ανόργανων συστατικών που συνήθως περιέχονται στο πόσιμο νερό.

Πίνακας 12: Αποτελέσματα falling number

Falling number			
	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Μ.Ο.
control	392	415	403,5
0,25%	373	457	415
0,50%	429	411	420
0,75%	436	424	430
1%	449	433	441

Πίνακας 13: Αποτελέσματα υγρής & ξηρής γλουτένης

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΖΥΓΙΣΗ	Μ.Ο.	ΣΤΑ 25gr *4	Μ.Ο.	ΞΗΡΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ (g)	Μ.Ο.	ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ
0	7		28				
	7,2	7,1	28,8	28,4			
0,25	7,3		29,2		15,4		
	7,7	7,5	30,8	30	15,76	15,58	48,07
0,5	7,5		30		15,65		
	6,45	6,98	25,8	27,9	14,55	15,1	45,88
0,75	7,2		28,8		15,31		
	7,79	7,50	31,16	29,98	15,91	15,61	47,93
1	7,4		29,6		15,56		
	7,23	7,32	28,92	29,26	15,3	15,43	47,27

Όσον αναφορά την γλουτένη τα όρια που πρέπει να κριθούν :

Η ποιότητα της γλουτένης συνδέεται στενά με την περιεκτικότητα πρωτεΐνης και τη λειτουργικότητα του αλεύρου. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 106, τα άλευρα τύπου 70% από αλλοδαπό σίτο πρέπει να έχουν τουλάχιστον 28,0% υγρής γλουτένης. Εάν το ποσοστό υγρής γλουτένης είναι υψηλότερο από αυτό το όριο, θεωρείται ότι το άλευρο είναι κανονικό.

Το άλευρο σίτου σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 105, έχει όριο για την ενυδάτωση όχι κατώτερο του 62 %. Έτσι, αφού έχουμε υπολογίσει το ποσοστό ενυδάτωσης μπορούμε να δούμε το ποσοστό που μπορεί να συγκρατήσει νερό το ζυμάρι μας φαίνεται ότι στην ποσότητα 0,50 % μπορεί να συγκρατήσει το λιγότερο νερό, παρόλα αυτά δεν πληροί τα όρια του κώδικα καθώς είναι αρκετά πιο χαμηλά από αυτά που ορίζει η νομοθεσία.

Η ποιότητα της γλουτένης μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των εδαφολογικών και κλιματολογικών συνθηκών. Η ποιότητα του σίτου, ο τύπος του εδάφους, οι καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας και η εποχή του σπορείου μπορούν να επηρεάσουν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και την ποιότητα της γλουτένης.

Επιπλέον, οι συνθήκες εργασίας και η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται κατά την έκπλυση μπορεί επίσης να επηρεάσουν τα αποτελέσματα. Αναλογικά με τα όρια που ορίζει ο κώδικας τροφίμων και ποτών βλέπουμε ότι το άλευρο χωρίς την προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού παρουσιάζει υγρασία 28,4%, κάτι που φαίνεται ότι ακολουθεί τα επιθυμητά όρια. Παρόλα αυτά φαίνεται ότι με την προσθήκη του αρωματικού φυτού φαίνεται μια αύξηση του ποσοστού της γλουτένης, γεγονός που μας δείχνει ότι μπορεί να επηρεάσει την δύναμη του ζυμαριού, την συγκράτηση νερού καθώς και τον έλεγχο της διόγκωσης.

Αυτές οι πληροφορίες είναι πολύ σημαντικές για κατά την αρτοποιία καθώς μπορούν να δώσουν τα απαραίτητα στοιχεία για την παραγωγή του επιθυμητού αποτελέσματος.

Σχετικά με τη δοκιμασία του αριθμού πτώσεως, αυτός καταγράφεται ως ένας δείκτης της ενζυμικής δράσης και εκφράζεται σε μονάδες χρόνου.

- Τιμές FN 60-150: αυξημένη δραστηριότητα της αμυλάσης
- Τιμές FN 150-220: μεγαλύτερη δράσης της αμυλάσης από το κανονικό

- Τιμές FN 220-280: κανονική δράση της αμυλάσης
- Τιμές FN >280-300: ασθενής δραστηριότητα της αμυλάσης

Ο αριθμός πτώσεως φαίνεται να αποτελεί έναν χρήσιμο δείκτη για την ποιότητα του αλεύρου, με βάση την ενζυμική δράση. Η ενζυμική δράση μπορεί να σχετίζεται με την κατάσταση του σίτου και την παραγωγή αλεύρου. Συμπερασματικά, βάσει των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι το αλεύρι είναι υγιές. Ωστόσο, φαίνεται επίσης ότι ο βασιλικός επηρεάζει την δράση της α-αμυλάσης. Στον Πίνακα 12, παρατηρούμε αύξηση του αριθμού πτώσεως, αναλογικά με την ποσότητα του βασιλικού. Αποδεικνύεται λοιπόν ότι το άλευρο ανήκει στην κατηγορία με κατάλληλα συγκομισθέντα σίτο, καθώς έχει FN πάνω από 400, ωστόσο για την χρήση του συγκεκριμένου αλεύρου για αρτοποιήση θα χρειαστεί η προσθήκη α-αμυλάσης.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και υποδείξεις για περαιτέρω έρευνα

Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας παρείχαν αρκετές πληροφορίες για την ποιότητα του αλεύρου και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται από την προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού. Βάσει των πειραμάτων που διεξήχθησαν φαίνεται ότι το άλευρο χωρίς την προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού ή ασκορβικού οξέος ανήκει στην κατηγορία αλεύρου μέσης δύναμης. Η απορρόφηση νερού είναι 56,2%, ο χρόνος ανάπτυξης είναι 1,74 λεπτά, και το MTI είναι 38, με βοηθούν να κατατάξουμε το άλευρο στην κατηγορία μέσης δύναμης. Συνεπώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο άλευρο είναι κατάλληλο για την παρασκευή προϊόντων που δεν απαιτούν υψηλή αντοχή γλουτένης και δεν απαιτούν ανοχή του ζυμαριού σε υπερανάμιξη.

Παρατηρούμε ότι υπάρχουν αρκετές διακυμάνσεις όσον αναφορά τα δείγματα, παρόλα αυτά με την προσθήκη μεγαλύτερου ποσοστού αποξηραμένου βασιλικού φαίνεται ότι ο χρόνος ανάπτυξης, ο δείκτης αντοχής καθώς και ο βαθμός μαλακώματος έχει μεγάλη αύξηση, ενώ μειώνεται η σταθερότητα. Επιπροσθέτως, στις μικρότερες ποσότητες καθώς και στην προσθήκη βασιλικού φαίνεται ότι η σταθερότητα μειώνεται και δίνει καλύτερο φαρινογραφικό αριθμό που δίνει μας δείχνει την καλή ποιότητα του ζυμαριού.

Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η ποσότητα και ο τύπος των προσθέτων στο άλευρο σίτου δύνανται να επηρεάσουν σημαντικά τις χαρακτηριστικές ιδιότητες του ζυμαριού και του τελικού προϊόντος, το οποίο θα μπορούσε να παραχθεί με αυτές τις περιεκτικότητες. Το γεγονός αυτό γίνεται αντιληπτό από τα αποτελέσματα του φαρινογράφου που ενώ φαίνεται ότι ο χρόνος ανάπτυξης έχει αυξηθεί, η σταθερότητα και ο βαθμός μαλακώματος έχουν μειωθεί σε σχέση με το δείγμα αλεύρου χωρίς πρόσθετα (control). Επιπροσθέτως, ανάλογα αποτελέσματα βλέπουμε στην γλουτένη καθώς και στον αριθμό πτώσεως που εκεί φαίνεται να υπάρχει αισθητή διαφορά κυρίως μετά την προσθήκη υψηλότερου ποσοστού αποξηραμένου βασιλικού.

Εν κατακλείδι, φαίνεται ότι η προσθήκη αποξηραμένου βασιλικού διαφοροποίησε τις

ρεολογικές ιδιότητες του άλευρου σίτου. Ωστόσο, απαιτούνται επιπλέον πειράματα, όπως η πειραματική αρτοποιία, η οργανοληπτική αξιολόγηση, ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης κλπ., προκειμένου να αποκτήσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα των χαρακτηριστικών που μπορεί να προσφέρει η προσθήκη βασιλικού στο τελικό προϊόν.

Βιβλιογραφία-Αναφορές

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

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.

Δημοπούλου, Μ. (2015). Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών και ρεολογικών παραμέτρων ζυμαριών για την παρασκευή μακαρονιών (Πτυχιακή εργασία). Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων.

Εθνική Φροντίδα Υγείας (ΕΦΕΤ). (2020). *Επικαιροποίηση οδηγιών για τον επίσημο έλεγχο προσθέτων τροφίμων*. Αθήνα, 24-04-2020.
https://www.efet.gr/files/epiker_odigies_prostheta.pdf

Χριστοφόρου, Μ. (2016) «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΩΜΙΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ Ή ΜΕ ΧΑΜΗΛΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ-ΡΕΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ» [online], Καλαμάτα, σελ. 18-21 Διαθέσιμο στο:
<http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/1234567>

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Bojnanská, T., Kolesárová, A., Cech, M., Tančínová, D., & Urminská, D. (2024). Extracts with Nutritional Potential and Their Influence on the Rheological Properties of Dough and Quality Parameters of Bread. *Foods*, 13, 382. <https://doi.org/10.3390/foods13030382>

Chen, J., Ye, F., & Zhao, G. (2017). Rapid determination of farinograph parameters of wheat flour using data fusion and a forward interval variable selection algorithm. *Analytical Methods*, 9, 6341-6348.

Diósi, G., Mórè, M., & Sipos, P. (2015). Role of the farinograph test in wheat flour quality determination. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 8, 104–110. University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Food Science, H-4032 Debrecen Böszörményi st. 138, Hungary.

Farinograph Language Prepared by: Eng. Mouhammed Kassomeh

<https://www.iaom-mea.com/wp-content/uploads/2019/09/D2-4-BRABENDER-Farinograph-Language.pdf>

Figura, L. O., & Texeira, A. A. (2007). Rheological Properties. In *Food Physics* (Chapter 4). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34194-9_4

Gallagher, E., Gormley, T., & Arendt, E. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3-4), 143–152. doi:10.1016/j.tifs.2003.09.012

Israr, T., Rakha, A., Rashid, S., Shehzad, A., Ahmed, W., & Sohail, M. (2016). Effect of basil seed gum on physico-chemical and rheological properties of bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, <https://doi.org/10.1111/jfpp.13128>

Konopka, I., Tańska, M., Pszczołkowska, A., & Fordoń, G. (2007). The effect of water stress on wheat kernel size, color and protein composition. *Polish Journal of Natural Sciences*, 22(2), 157-171. DOI: 2478/v10020-007-0016-5.

Matia-Merino, L., Prieto, M., Roman, L., & Gómez, M. (2018). The impact of basil seed gum on native and pregelatinized corn flour and starch gel properties. *Food Hydrocolloids*. doi:10.1016/j.foodhyd.2018.10.005

Pourmohammadi, O., Hosseini Ghaboos, S. H., & Jafarian, S. (2020). Physicochemical, rheological, and sensorial properties of bread supplemented with pumpkin powder and basil seed gum. *Journal of Food Processing and Preservation*. doi:10.1111/jfpp.14739

Pourmohammadi O, Hosseini Ghaboos SH, Jafarian S. Physicochemical, rheological, and sensorial properties of bread supplemented with pumpkin powder and basil seed gum. *J Food Process Preserv*. 2020;44:e14739. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14739>

Rezapour, R., Ghiassi Tarzi, B., & Movahed, S. (2016). The Effect of Adding Sweet Basil Seed Powder (*Ocimum basilicum* L.) on Rheological Properties and Staling of Baguette Bread. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 6(2), 41-46.

Ronda, F., Pérez-Quirce, S., & Villanueva, M. (2017). Rheological Properties of Gluten-Free Bread Doughs: Relationship With Bread Quality. *Advances in Food Rheology and Its Applications*, 297–334. doi:10.1016/b978-0-08-100431-9.00012-7

Salehi, F. (2019). Effect of common and new gums on the quality, physical and textural properties of bakery products: a review. *Journal of Texture Studies*. doi:10.1111/jtxs.12482

Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2020). Chemical components and pharmacological benefits of Basil (*Ocimum basilicum*): a review. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1961–1970. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1828456>

Skendi, A., Irakli, M., Chatzopoulou, P., & Papageorgiou, M. (2019). Aromatic plants of Lamiaceae family in a traditional bread recipe: Effects on quality and phytochemical content. *Journal of Food Biochemistry*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13020>

Takwa, S., Caleja, C., Barreira, Joã.C.M., Soković, M., Achour, L., Barros, L. Ferreira, I.C.F.R., *Arbutus unedo* L. and *Ocimum basilicum* L. as sources of natural preservatives for food industry: A case study using loaf bread, *LWT - Food Science and Technology* (2017), doi: 10.1016/j.lwt.2017.09.041

Varga-Kántor, A., Alexa, L., Topa, E., Kovács, B., & Czipa, N. (2021). Examination of breads enriched with dried basil and evaluation of the results. *Journal of Food Investigation*, 67(4). <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/4-3-ENG>

Vartolomei, N., & Turtoi, M. (2021). The Influence of the Addition of Rosehip Powder to Wheat Flour on the Dough Farinographic Properties and Bread Physico-Chemical Characteristics. *Appl. Sci.*, 11,12035. <https://doi.org/10.3390/app112412035>

Xu, A., Chung, O. K., & Ponte, J. G., Jr. (1992). Bread Crumb Amylograph Studies. I. Effects of Storage Time, Shortening, Flour Lipids, and Surfactants. *Cereal Chemistry*

Zameni, A., Kashaninejad, M., Aalami, M., & Salehi, F. (2015). Effect of Thermal and Freezing Treatments on Rheological, Textural and Color Properties of Basil Seed Gum. *J. Food Sci. Technol.*, 52(9), 5914–5921. DOI: 10.1007/s13197-014-1679-x.1970M.

Ηλεκτρονικές πηγές

https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/cereals_el

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

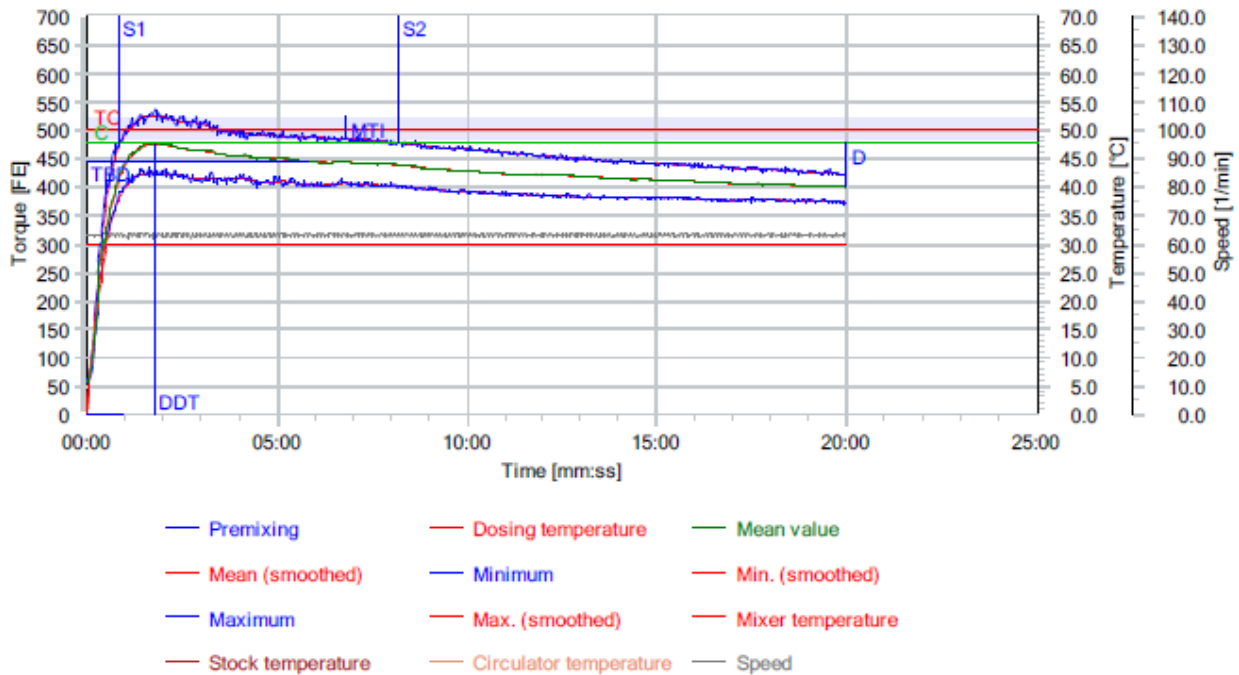
Φαρινογραφήματα που λήφθηκαν στα πλαίσια της παρούσας Πτυχιακής



Farinograph E-USB / FAD

Order:	Date:	3/ 16/ 2023 11:24:52 AM	
Code number:	User:	-EIRINI	
Sample: FLOUR_CONTROL			
Method:	Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:			
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:
WA (given):	56.9	%	Min. consistency range:
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:
			Damping:
			1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:48	Development time
C	FE	475	Consistency
WZ	%	56.9	Water added
WAC	%	56.3	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	55.9	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	07:24	Stability
MTI	FE	41	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	58	Farinograph quality number
D	FE	76	Drop-off
TBD	mm:ss	05:48	Time to breakdown

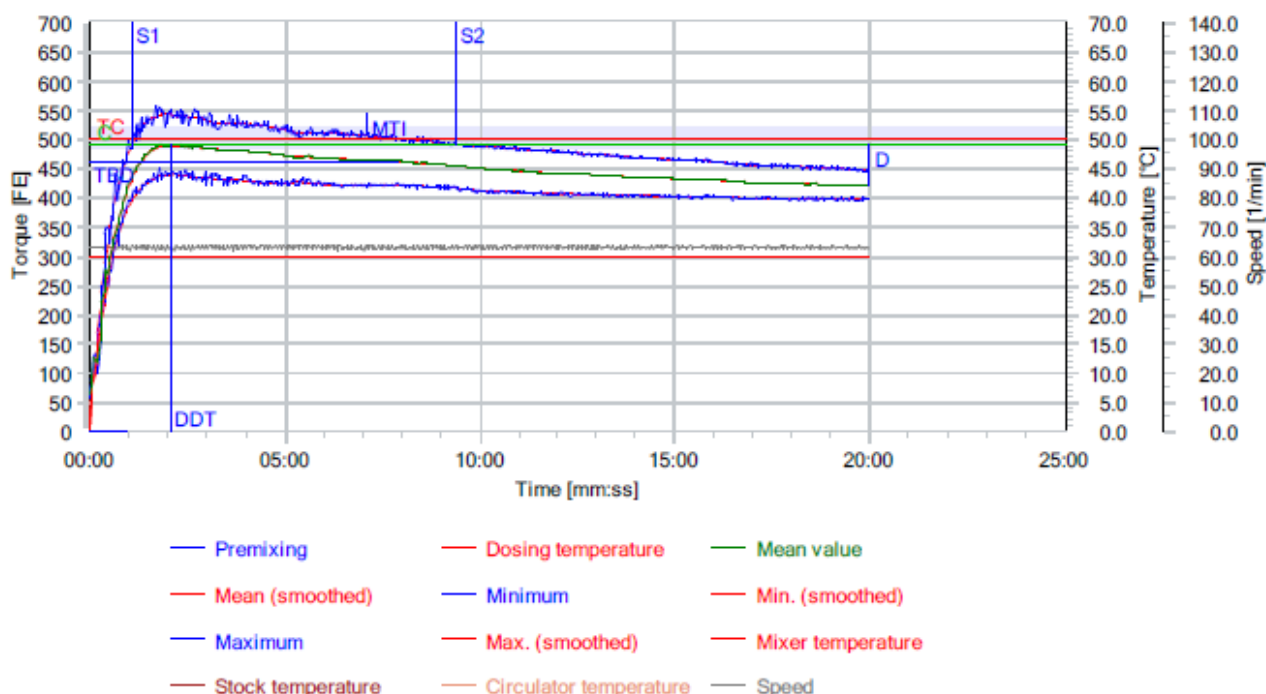
Order: Code number: Date: 3/16/2023 11:59:19 AM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_CONTROL

Method: Evaluation: Mixer: AACC Speed: 63.0 1/min Measuring time: 20:00 mm:ss

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 % Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE WA (given): 56.3 % Min. consistency range: 480 FE Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE Damping: 1.00

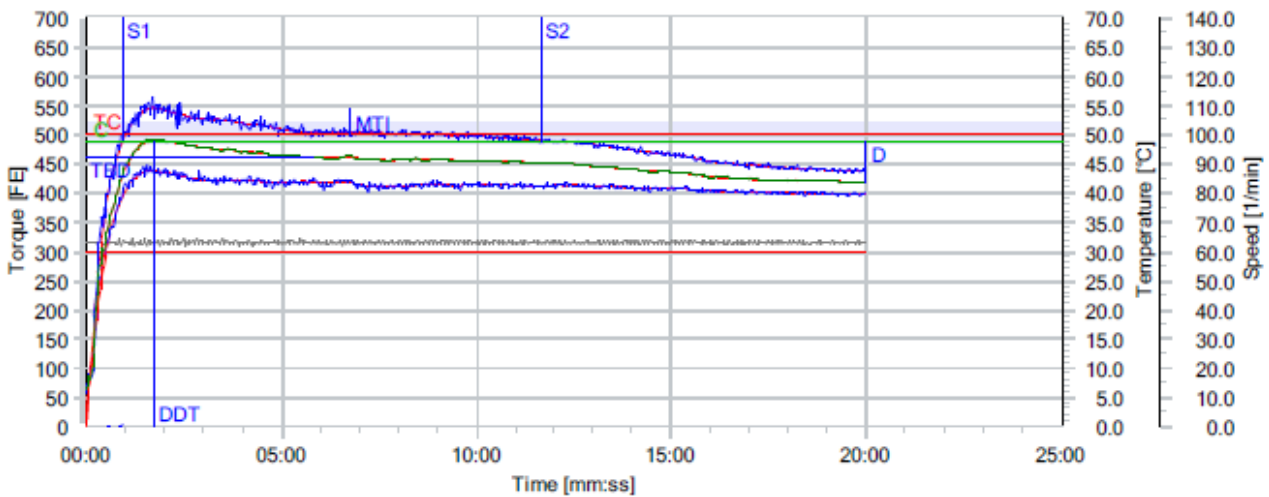
Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	02:04	Development time
C	FE	491	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	56.1	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	55.7	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	08:20	Stability
MTI	FE	35	Tolerance index (MTI)
FCN	mm	79	Farinograph quality number
D	FE	69	Drop-off
TBD	mm:ss	07:54	Time to breakdown

Order:		Date:	3/20/2023 4:15:53 PM	
Code number:		User:	-EIRINI	
Sample:	FLOUR_ASCORBIC ACID 0,2%_1			
Method:		Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:				
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.3	%	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:	520 FE
			Damping:	1.00

Remarks:

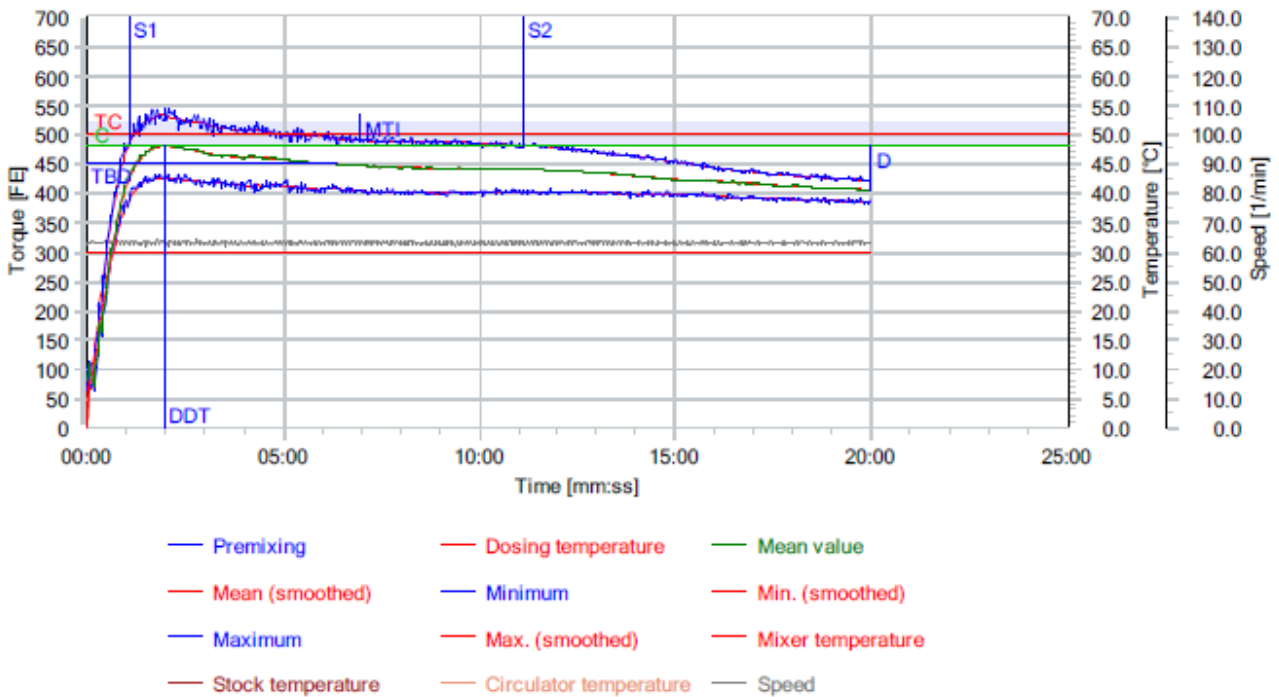


- Premixing
- Dosing temperature
- Mean value
- Mean (smoothed)
- Minimum
- Min. (smoothed)
- Maximum
- Max. (smoothed)
- Mixer temperature
- Stock temperature
- Circulator temperature
- Speed

Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:46	Development time
C	FE	490	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	56.1	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	55.7	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	10:42	Stability
MTI	FE	41	Tolerance index (MTI)
FCN	mm	58	Farinograph quality number
D	FE	73	Drop-off
TBD	mm:ss	05:48	Time to breakdown

Order:		Date:	3/ 20/ 2023 4:56:15 PM	
Code number:		User:	-EIRINI	
Sample:	FLOUR_ASCORBIC ACID 0,2%_2			
Method:		Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:				
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.1	%	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:	520 FE
			Damping:	1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:58	Development time
C	FE	479	Consistency
WZ	%	56.1	Water added
WAC	%	55.6	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	55.2	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	10:04	Stability
MTI	FE	41	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	64	Farinograph quality number
D	FE	74	Drop-off
TBD	mm:ss	06:24	Time to breakdown

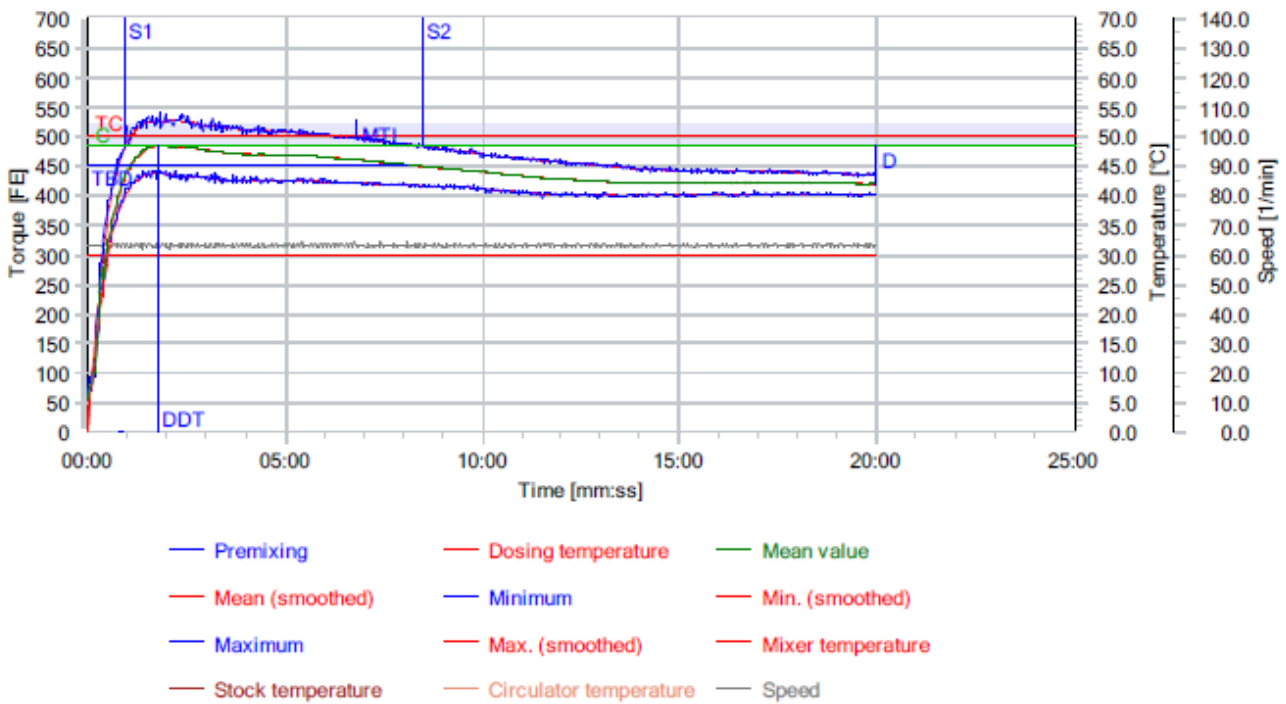
Order: Code number: Date: 3/ 21/ 2023 4:32:11 PM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_ASCORBIC_0-3_1

Method: Evaluation: Mixer: AACC Speed: 63.0 1/ min Measuring time: 20:00 mm:ss

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 % Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE WA (given): 56.3 % Min. consistency range: 480 FE Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE Damping: 1.00

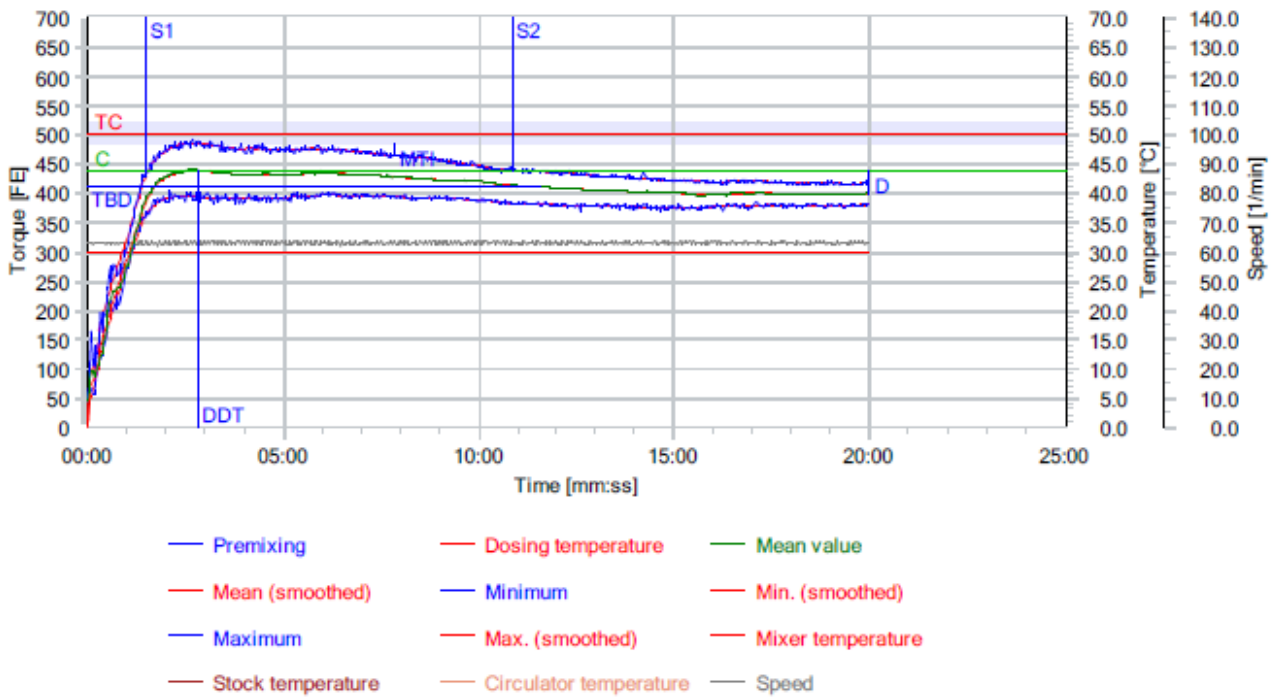
Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:48	Development time
C	FE	481	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	55.8	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	55.4	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	07:32	Stability
MTI	FE	28	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	81	Farinograph quality number
D	FE	64	Drop-off
TBD	mm:ss	08:06	Time to breakdown

Order:		Date:	3/ 21/ 2023 5:03:41 PM	
Code number:		User:	-EIRINI	
Sample:	FLOUR_ASCORBIC_0-3_2			
Method:		Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:				
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.3	%	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:	520 FE
			Damping:	1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	02:50	Development time
C	FE	439	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	54.8	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	54.4	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	09:20	Stability
MTI	FE	19	Tolerance index (MTI)
FN	mm	116	Farinograph quality number
D	FE	41	Drop-off
TBD	mm:ss	11:36	Time to breakdown

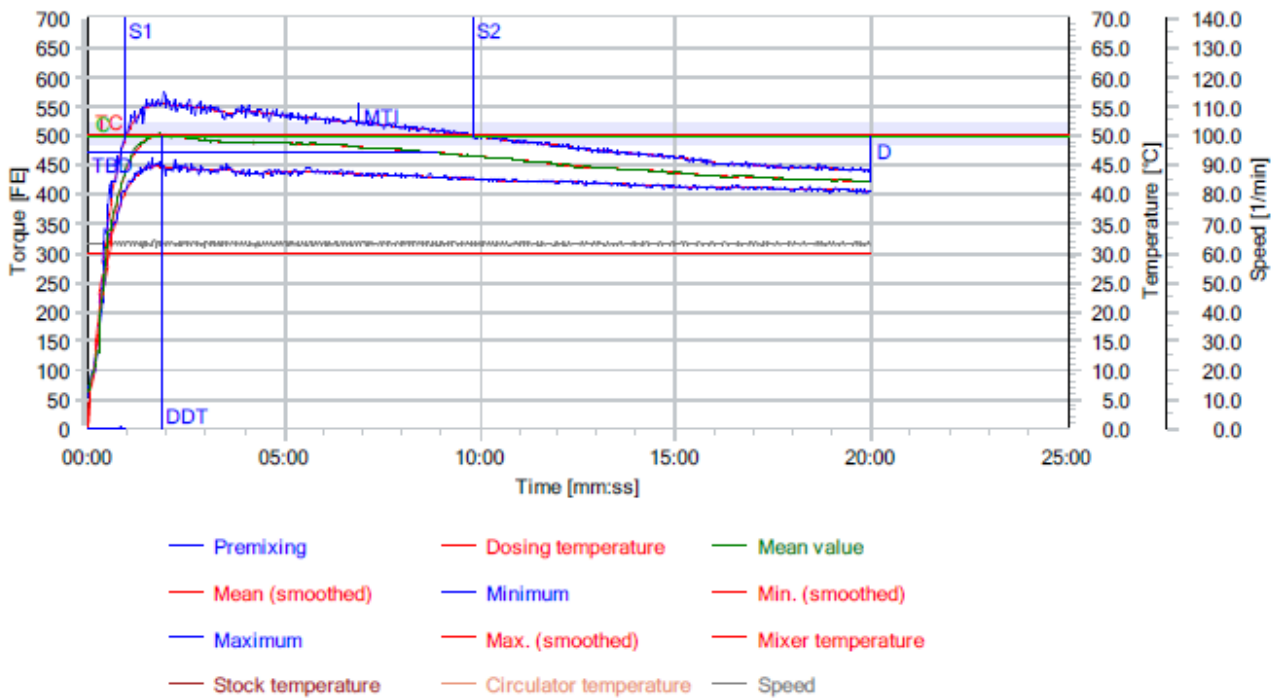
Order: Code number: Date: 3/16/2023 12:32:15 PM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_BASIL-0,25%_1

Method: Speed: 63.0 1/ min
 Evaluation: AACC Measuring time: 20:00 mm:ss
 Mixer:

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 %
 Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE
 WA (given): 56.3 % Min. consistency range: 480 FE
 Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE
 Damping: 1.00

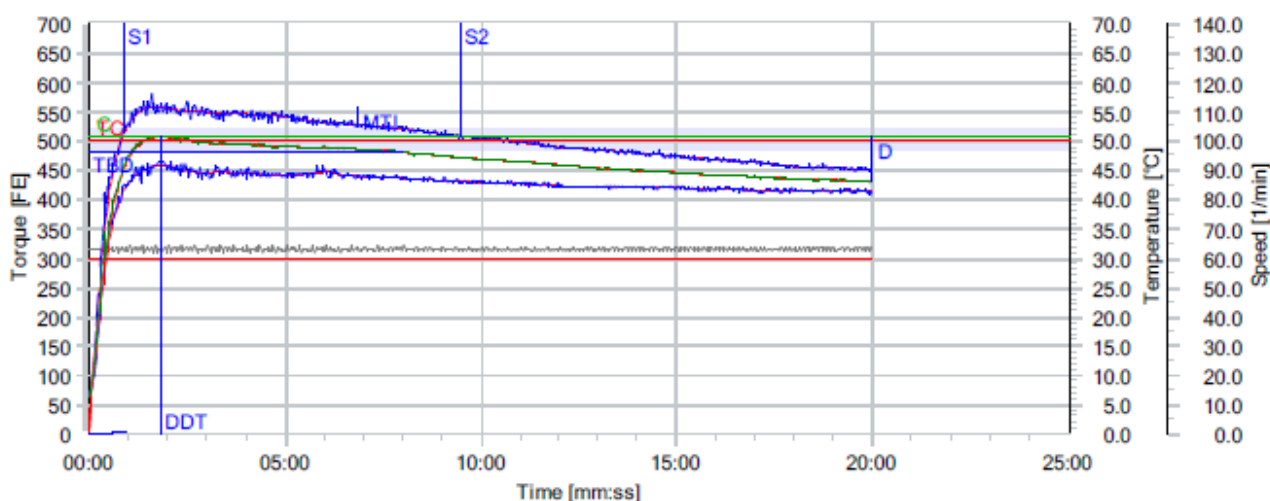
Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:54	Development time
C	FE	499	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	56.3	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	55.9	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	08:52	Stability
MTI	FE	34	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	89	Farinograph quality number
D	FE	76	Drop-off
TBD	mm:ss	08:54	Time to breakdown

Order:		Date:	3/ 20/ 2023 2:17:58 PM	
Code number:		User:	-EIRINI	
Sample:	FLOUR_BASIL-0,25%_2			
Method:		Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:				
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.3	%	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:	520 FE
			Damping:	1.00

Remarks:

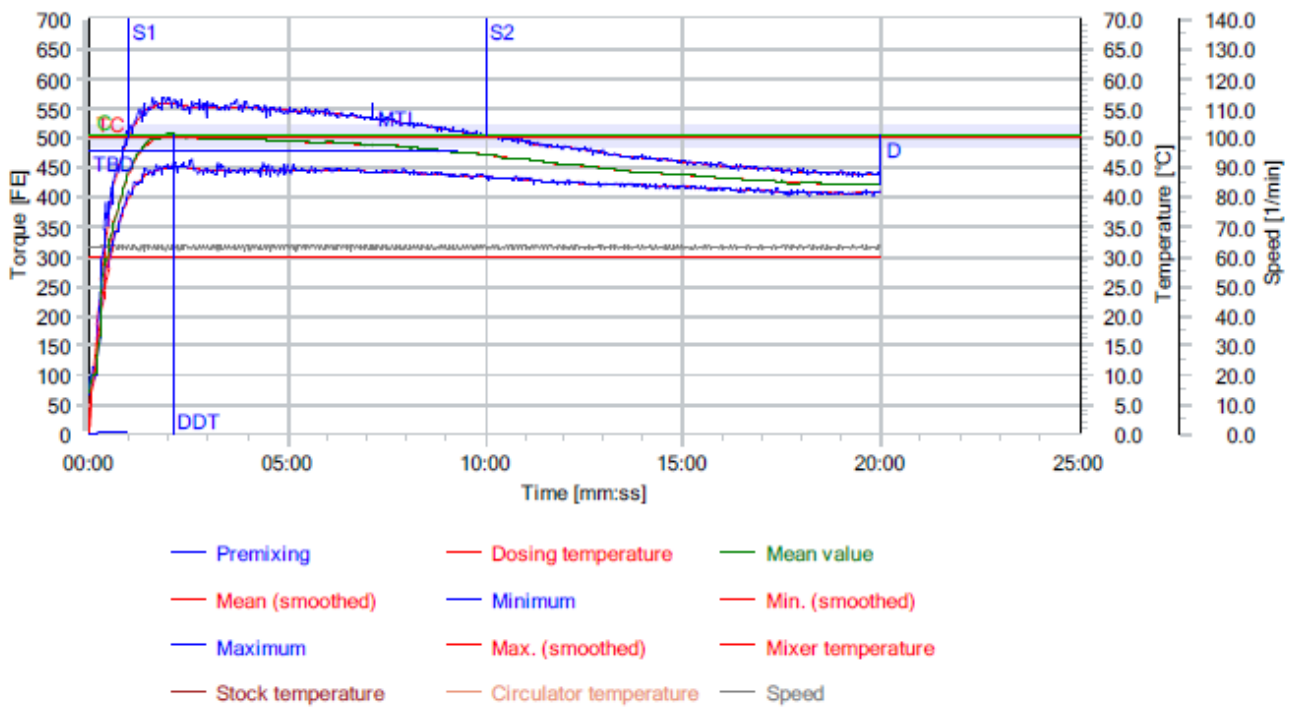


- Premixing
- Dosing temperature
- Mean value
- Mean (smoothed)
- Minimum
- Min. (smoothed)
- Maximum
- Max. (smoothed)
- Mixer temperature
- Stock temperature
- Circulator temperature
- Speed

Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:50	Development time
C	FE	508	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	56.5	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	56.1	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	08:36	Stability
MTI	FE	31	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	80	Farinograph quality number
D	FE	76	Drop-off
TBD	mm:ss	08:00	Time to breakdown

Order:		Date:	3/ 20/ 2023 3:22:32 PM	
Code number:		User:	-EIRINI	
Sample:	FLOUR_BASIL-0,50%_1			
Method:		Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:				
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.3	%	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:	520 FE
			Damping:	1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	02:08	Development time
C	FE	504	Consistency
WZ	%	56.3	Water added
WAC	%	56.4	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	56.0	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	09:02	Stability
MTI	FE	26	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	93	Farinograph quality number
D	FE	81	Drop-off
TBD	mm:ss	09:18	Time to breakdown

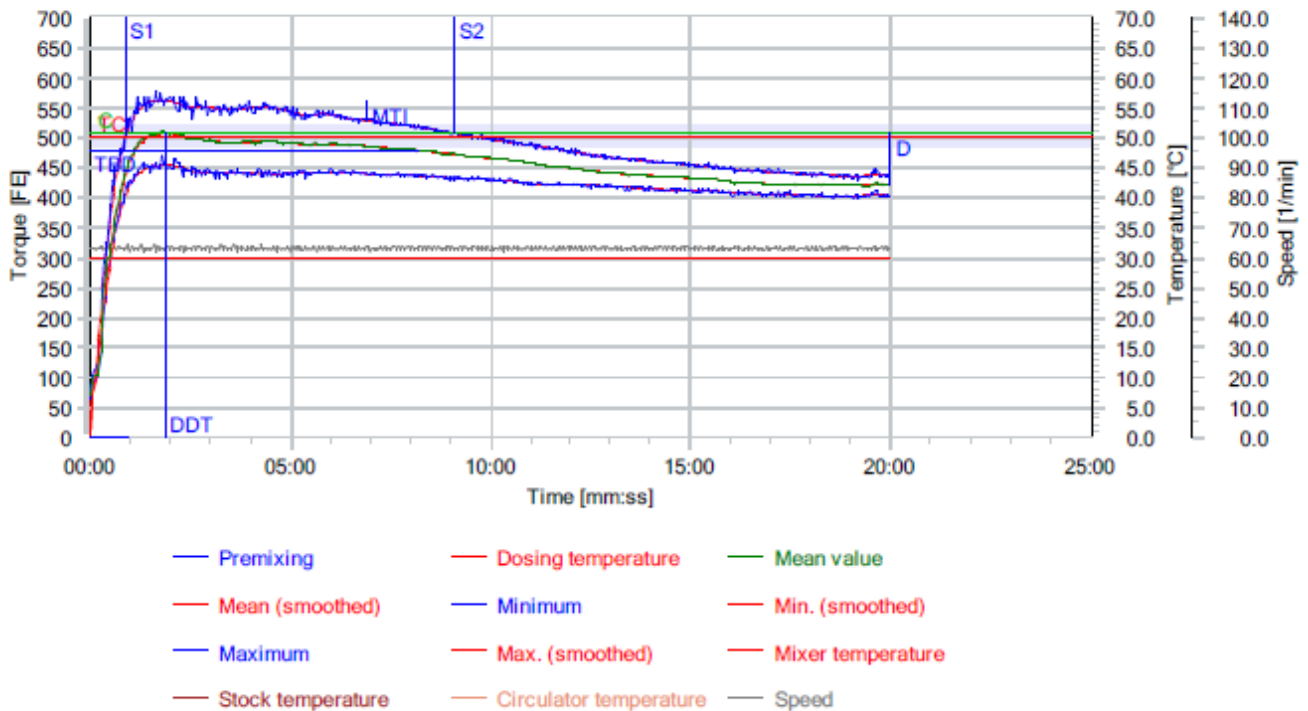
Order: Code number: Date: 3/ 20/ 2023 3:52:26 PM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_BASIL-0,50%_2

Method: Evaluation: AACC Speed: 63.0 1/ min Mixer: Measuring time: 20:00 mm:ss

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 % Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE WA (given): 56.5 % Min. consistency range: 480 FE Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE Damping: 1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	01:54	Development time
C	FE	507	Consistency
WZ	%	56.5	Water added
WAC	%	56.7	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	56.3	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	08:12	Stability
MTI	FE	34	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	82	Farinograph quality number
D	FE	87	Drop-off
TBD	mm:ss	08:12	Time to breakdown

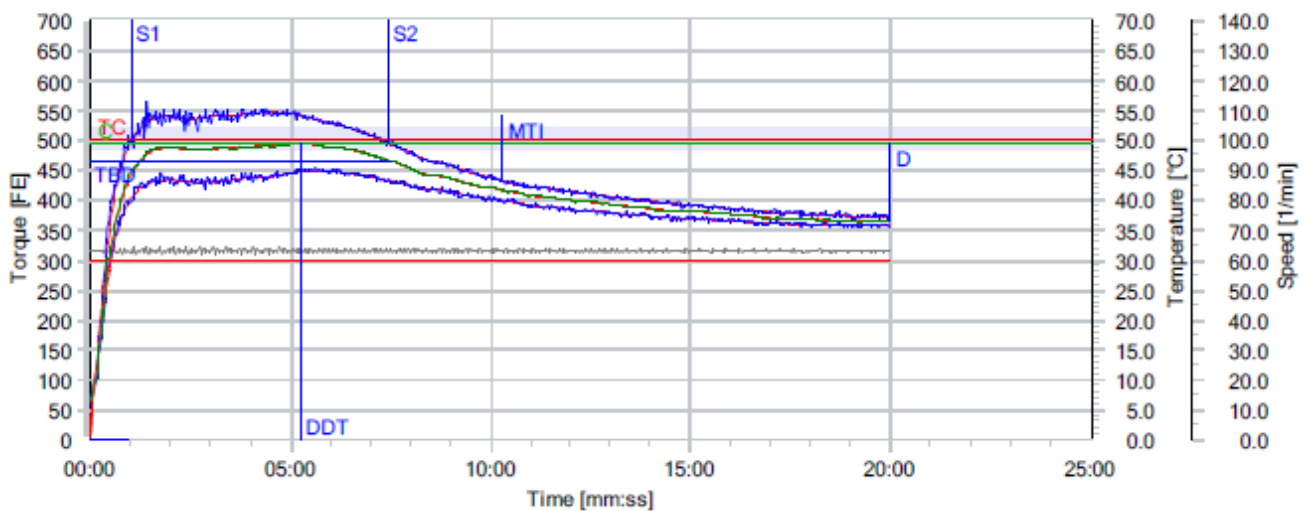
Order: Code number: Date: 3/ 21/ 2023 2:16:41 PM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_BASIL 0,75%_1

Method: Evaluation: Mixer: AACC Speed: 63.0 1/ min Measuring time: 20:00 mm:ss

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 % Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE WA (given): 56.5 % Min. consistency range: 480 FE Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE Damping: 1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	05:18	Development time
C	FE	495	Consistency
WZ	%	56.5	Water added
WAC	%	56.4	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	56.0	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	06:26	Stability
MTI	FE	108	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	75	Farinograph quality number
D	FE	130	Drop-off
TBD	mm:ss	07:30	Time to breakdown

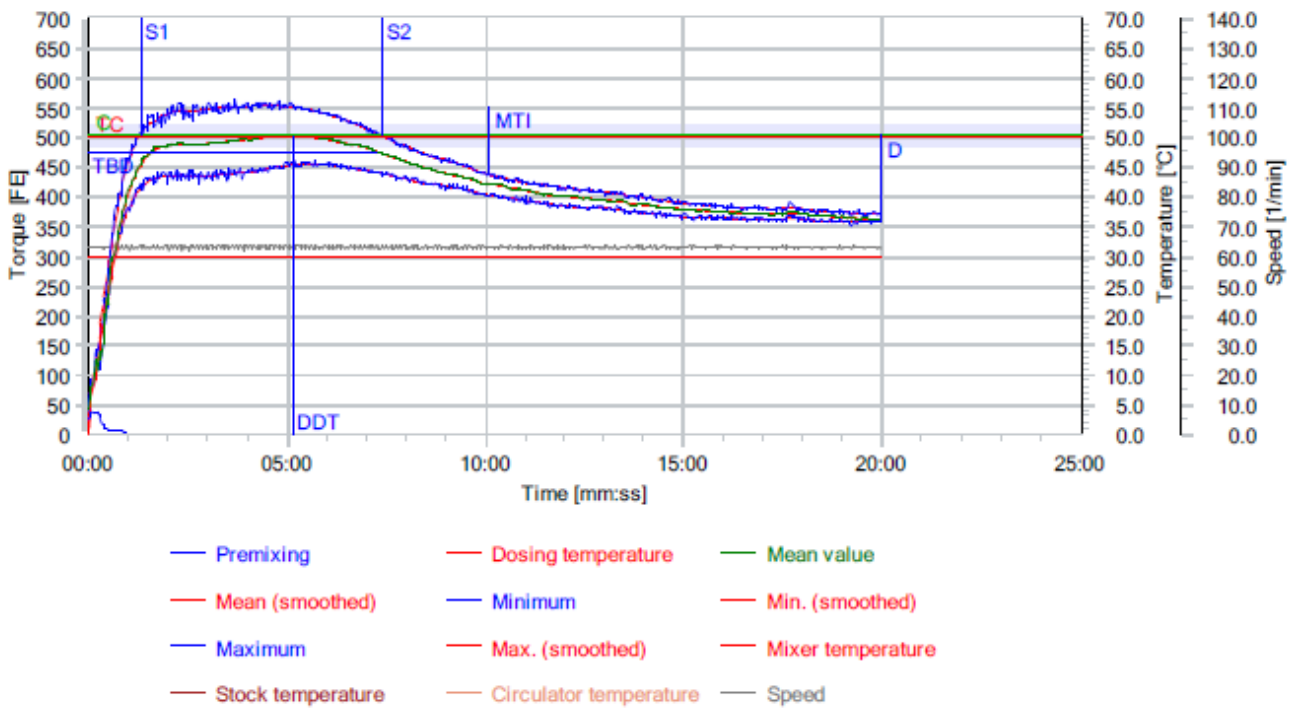
Order: Code number: Date: 3/ 21/ 2023 2:57:26 PM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_BASIL 0,75%_2

Method: Evaluation: AACC Speed: 63.0 1/ min Measuring time: 20:00 mm:ss Mixer:

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 % Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE WA (given): 56.4 % Min. consistency range: 480 FE Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE Damping: 1.00

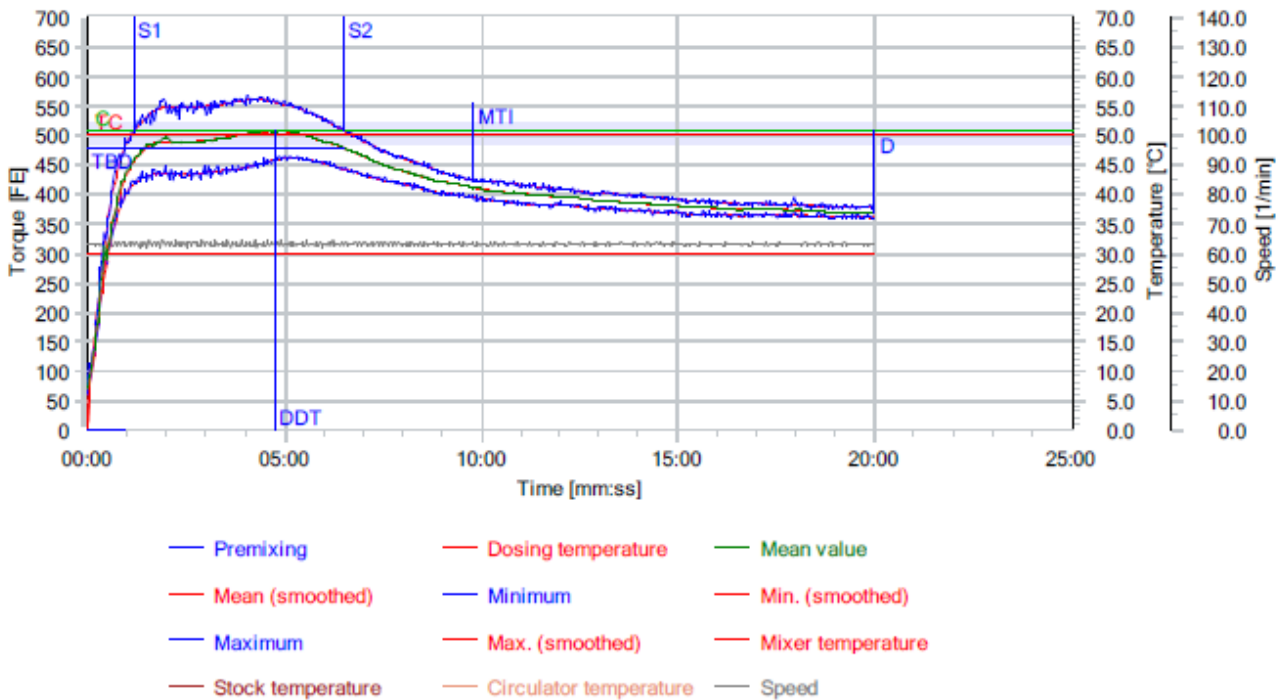
Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	05:08	Development time
C	FE	503	Consistency
WZ	%	56.4	Water added
WAC	%	56.5	Water absorption cor. for default consistency
WAM	%	56.1	Water absorption cor. for default moisture content
S	mm:ss	06:06	Stability
MTI	FE	114	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	73	Farinograph quality number
D	FE	139	Drop-off
TBD	mm:ss	07:18	Time to breakdown

Order:		Date:	3/21/2023 3:32:02 PM	
Code number:		User:	-EIRINI	
Sample:	FLOUR_BASIL 1%_1			
Method:		Speed:	63.0	1/ min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00	mm:ss
Mixer:				
Sample weight:	298.9	g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	13.7	%	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.5	%	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:	520 FE
			Damping:	1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	04:46	Development time
C	FE	507	Consistency
WZ	%	56.5	Water added
WAC	%	56.7	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	56.3	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	05:22	Stability
MTI	FE	131	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	65	Farinograph quality number
D	FE	137	Drop-off
TBD	mm:ss	06:30	Time to breakdown

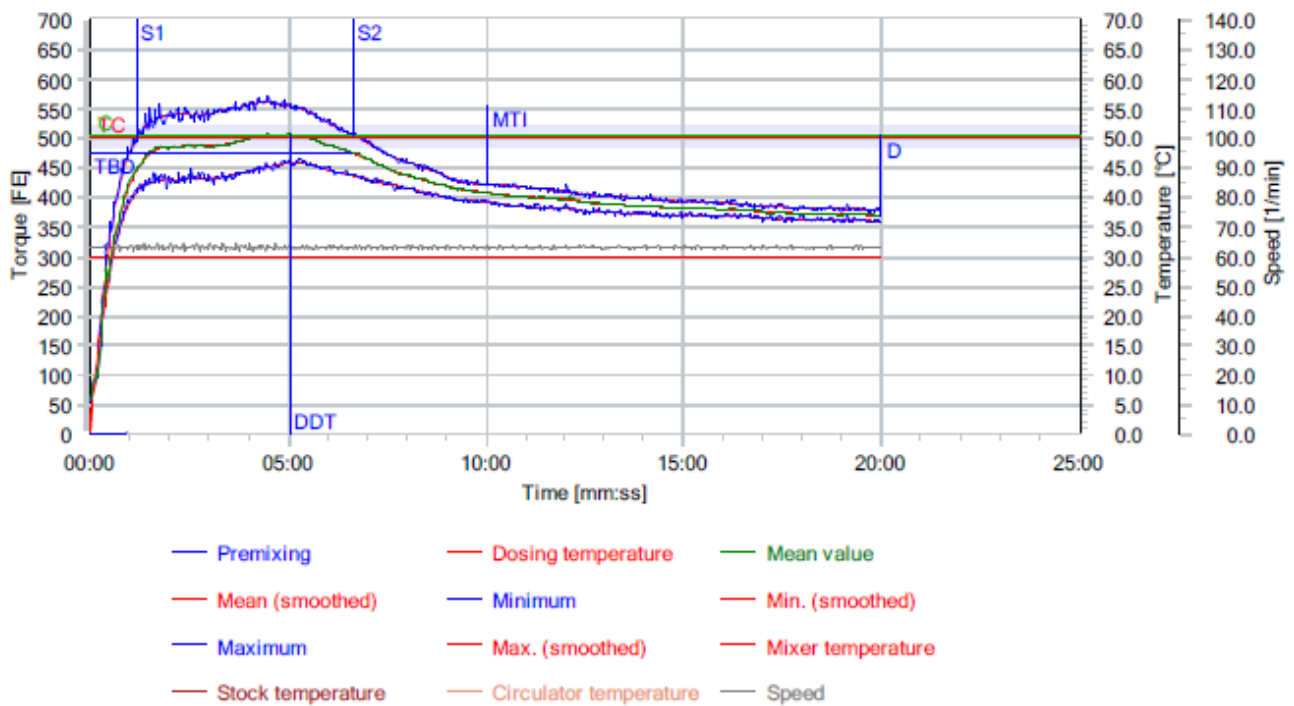
Order: Code number: Date: 3/ 21/ 2023 4:04:51 PM User: -EIRINI

Sample: FLOUR_BASIL 1%_2

Method: Evaluation: Mixer: AACC Speed: 63.0 1/ min Measuring time: 20:00 mm:ss

Sample weight: 298.9 g Default moisture content: 14.0 % Moisture content: 13.7 % Default consistency: 500 FE WA (given): 56.5 % Min. consistency range: 480 FE Additional liquid: 0.0 % Max. consistency range: 520 FE Damping: 1.00

Remarks:



Evaluation:			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	NaN	Dosing temperature
DDT	mm:ss	05:02	Development time
C	FE	505	Consistency
WZ	%	56.5	Water added
WAC	%	56.6	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	56.2	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	05:28	Stability
MTI	FE	133	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	66	Farinograph quality number
D	FE	135	Drop-off
TBD	mm:ss	06:36	Time to breakdown