



ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΛΕΣΜΑΤΟΣ ΧΑΡΟΥΠΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΤΑΓΕΣ ΚΕΙΚ
ΤΥΠΟΥ MADEIRA**



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΡΟΔΙΝΟΥ ΑΘΗΝΑ

ΤΡΑΙΚΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

ΕΠΙΒΛΕΨΗ

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015

**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΛΕΣΜΑΤΟΣ ΧΑΡΟΥΠΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΤΑΓΕΣ ΚΕΙΚ
ΤΥΠΟΥ MADEIRA**

**ΡΟΔΙΝΟΥ ΑΘΗΝΑ
ΤΡΑΙΚΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ**

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙ),
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη ΤΘ 141

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των
απαιτήσεων για την απονομή του Πτυχίου του Τμήματος
Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Ημερομηνία: 12-02-2015

Εισηγήτρια: Παπαγεωργίου Μαρία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν σε αυτήν.

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στην υπεύθυνη Αναπλ. καθηγήτρια κ. Μαρία Παπαγεωργίου για το χρόνο που μας διέθεσε, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές της και ακόμη περισσότερο για την εμπιστοσύνη της.

Ευχαριστίες αποδίδονται στον κ. Αθανάσιο Κόκκαλη, για την πολύτιμη βοήθεια του, το ενδιαφέρον του και την εμπειρία του κατά την διεξαγωγή του πειραματικού μέρους της πτυχιακής μας εργασίας.

Ευχαριστούμε τον καθηγητή κ. Δημήτριο Πετρίδη για την πολύτιμη βοήθεια και τις συμβουλές του στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, καθώς και την Φραγκούδη Θεοπούλα, μεταπτυχιακή φοιτήτρια του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων για τη απλόχερη βοήθειά της κατά τη διεξαγωγή του οργανοληπτικού ελέγχου.

Επίσης, οφείλουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς οι οποίοι όλα αυτά τα χρόνια είναι δίπλα μας και μας στηρίζουν με κάθε τρόπο. Τέλος, ευχαριστούμε το φιλικό μας περιβάλλον για την ψυχολογική τους υποστήριξη και κατανόηση.

ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΛΕΣΜΑΤΟΣ ΧΑΡΟΥΠΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΤΑΓΕΣ ΚΕΙΚ ΤΥΠΟΥ MADEIRA

ΡΟΔΙΝΟΥ ΑΘΗΝΑ
ΤΡΑΙΚΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙ), Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη ΤΘ 141

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η δυνατότητα αντικατάστασης του κακάου με αλεύρι από χαρούπια σε συνταγές κέικ τύπου Madeira. Αρχικά μελετήθηκε η σύσταση στη φαρίνα και το χαρουπάλευρο. Στη συνέχεια, παρασκευάστηκαν έξι συνταγές κέικ με αντικατάσταση της φαρίνας με χαρουπάλευρο σε επίπεδα 0%, 10%, 30%, 50% και 70% και με αντικατάσταση της φαρίνας με κακάο σε ποσοστό 20%. Στις συνταγές έγινε προσδιορισμός της πυκνότητας της ζύμης, του όγκου και της υψής των κέικ, του χρώματος της κρούστας και της ψίχας, ενώ υπολογίστηκε, η απώλεια ψησίματος των κέικ και διεξήχθη οργανοληπτικός έλεγχος με μάρτυρα τη συνταγή με 20% κακάο.

Παρατηρήθηκε αύξηση της πυκνότητας της ζύμης με τη σταδιακή προσθήκη χαρουπάλευρου, ενώ ο όγκος των κέικ βρέθηκε να μειώνεται. Στο κέικ με 20% κακάο μετρήθηκε ο μεγαλύτερος όγκος μεταξύ των υπολοίπων συνταγών. Η απώλεια ψησίματος αυξήθηκε μέχρι την αντικατάσταση της φαρίνας με 50% χαρουπάλευρο και στο 70% μειώθηκε, ενώ τη μεγαλύτερη απώλεια εμφάνισε το κέικ με 20% κακάο.

Η φωτεινότητα της κρούστας και η συντεταγμένη χρώματος b^* μειώθηκε με αύξηση του επιπέδου προσθήκης χαρουπάλευρου, ενώ η συντεταγμένη a^* μειώθηκε. Η φωτεινότητα της κρούστας στο 20% κακάο δε διέφερε σημαντικά συγκρινόμενη με τις συνταγές που περιείχαν 30% και 50% χαρουπάλευρο. Η φωτεινότητα και η χρωματική συντεταγμένη b της ψίχας μειώθηκε επίσης όσο προσθέτονταν χαρουπάλευρο. Η φωτεινότητα της ψίχας του κέικ με κακάο ήταν συγκρίσιμη με τη συνταγή που περιείχε 30% χαρουπάλευρο. Η σκληρότητα της ψίχας αυξήθηκε μέχρι το κέικ με 50% χαρουπάλευρο ενώ το 70% είχε την ίδια σκληρότητα με το 20% κακάο. Η ελαστικότητα μειώθηκε με την προσθήκη χαρουπάλευρου, ενώ το 20% κακάο έχει την ίδια ελαστικότητα με το κέικ με 30% χαρουπάλευρο. Η παράμετρος της συνεκτικότητας δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στα κέικ. Ακολούθησε ένας αντικειμενικός και ένας ηδονικός οργανοληπτικός έλεγχος στον οποίο κλήθηκαν 10 δοκιμαστές, να αξιολογήσουν την επίδραση του χαρουπάλευρου και του κακάου σε ορισμένα χαρακτηριστικά των κέικ, και προέκυψε ότι περισσότερο αποδεκτό ήταν το κέικ 30% αντικατάσταση χαρουπάλευρου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Error! Bookmark not defined.
Κεφάλαιο 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	3
2.1. Η ΧΑΡΟΥΠΙΑ	3
2.1.1. ΑΠΟ ΤΟ ΧΑΡΟΥΠΙ ΣΤΟ ΧΑΡΟΥΠΑΛΕΥΡΟ	7
2.1.2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΒΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ	9
2.1.3. Η ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΧΑΡΟΥΠΙΟΥ	12
2.2. ΚΕΙΚ	13
2.2.1. ΚΕΙΚ ΤΥΠΟΥ ΜΑΔΕΙΡΑ	15
2.2.1.1. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΕΙΚ ΤΥΠΟΥ ΜΑΔΕΙΡΑ	15
2.2.2. ΚΑΚΑΟ	22
2.2.3. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΚΕΙΚ	25
Κεφάλαιο 3: ΣΚΟΠΟΣ	27
Κεφάλαιο 4: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	28
4.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΛΕΥΡΑ	28
4.1.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	28
4.1.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ	29
4.1.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ	31
4.1.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ	33
4.2. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΕΙΚ	37
4.2.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΕΙΚ	38
4.2.1.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΖΥΜΗΣ	38
4.2.1.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΓΚΟΥ ΚΕΙΚ	39
4.2.1.3. ΑΠΩΛΕΙΑ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	41
4.2.1.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	41
4.2.1.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΦΗΣ	44
4.3. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	50
5.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΛΕΥΡΑ	50
5.1.1. ΥΓΡΑΣΙΑ	50
5.1.2. ΤΕΦΡΑ	50

5.1.3. ΛΙΠΟΣ	51
5.1.4. ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ.....	51
5.2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΕΙΚ.....	52
5.2.1. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΥΜΗΣ	52
5.2.2. ΟΓΚΟΣ ΚΕΙΚ	53
5.2.3. ΑΠΩΛΕΙΑ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	54
5.2.4. ΧΡΩΜΑ ΚΕΙΚ.....	55
5.2.5. ΥΦΗ ΚΕΙΚ	62
5.3. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη φωτεινότητα (L)
της κρούστας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη
χρώματος (a) της κρούστας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη
χρώματος (b) της κρούστας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη φωτεινότητα (L)
της ψίχας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη
χρώματος (a) της ψίχας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη
χρώματος (b) της ψίχας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη σκληρότητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII : Γενικό γραμμικό μοντέλο για την ελαστικότητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IX : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συνεκτικότητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ X : Έντυπες οδηγίες οργανοληπτικού ελέγχου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XI : Φυλλάδιο αντικειμενικού και ηδονικού ελέγχου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XII : Γενικό γραμμικό μοντέλο για το χρώμα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XIII : Γενικό γραμμικό μοντέλο για το πορώδες

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XIV : Γενικό γραμμικό μοντέλο για το άρωμα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XV : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη γλυκύτητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XVI : Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη μαλακότητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XVII : Γενικό γραμμικό μοντέλο για την ευθρυπτότητα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XVIII : Γενικό γραμμικό μοντέλο για την
αποδεκτότητα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιομηχανία τροφίμων έχει προκληθεί να επανασχεδιάσει παραδοσιακά τρόφιμα με τη βέλτιστη θρεπτική αξία, ως απάντηση σε ορισμένες ομάδες πληθυσμού με ιδιαίτερες διατροφικές ανάγκες και ζήτησης διαιτητικών τροφίμων, κάνοντάς τα εύγευστα ή και καλύτερα από το πρωτότυπο (Felicidad et al., 2005).

Τα προϊόντα αρτοποιίας βρίσκονται σε υψηλές θέσεις σύμφωνα με την κατανάλωση τροφίμων στον κόσμο. Μεταξύ αυτών, τα κέικ είναι ιδιαίτερα δημοφιλή και συνάδουν στο μυαλό του καταναλωτή με ένα γευστικό προϊόν με ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Το λίπος, η ζάχαρη, το αυγό και το αλεύρι είναι τα κύρια συστατικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ενός κέικ και καθένα παίζει ένα σημαντικό λειτουργικό ρόλο στη δομή και τη διατροφική ποιότητα του προϊόντος (Matsakidou et al., 2010).

Το κέικ Madeira ανήκει στα σπογγώδη κέικ, ένα κοινό είδος κέικ στην Ευρώπη, που στην ουσία παρασκευάζεται από ένα μίγμα ζύμης που περιέχει ίσα τμήματα βάρους αλευριού, ζάχαρης, αυγού και μαργαρίνης ή βουτύρου. Το ψήσιμο μετατρέπει το υγρό κουρκούτι σε ένα αφρώδες στερεό και καθορίζει τη δομή του κέικ (Luyts et al, 2013). Τα κέικ αυτά διακρίνονται για τον υψηλό ειδικό όγκο τους και την απαλή υφή τους (Schirmer et al., 2012).

Η χαρουπιά (*Ceratonia siliqua* L.) είναι ένα αειθαλές δέντρο που φυτρώνει σε όλη την περιοχή της Μεσογείου, κυρίως στην Ισπανία, την Ιταλία, την Κύπρο, την Κρήτη, την Πορτογαλία και το Μαρόκο και ανήκει στην οικογένεια των Leguminosae. Χρειάζεται περίπου ένα χρόνο για να ωριμάσει και οι παραγόμενοι καρποί είναι εδώδιμοι και καταναλώνονται και ως αποξηραμένοι καρποί. Η σάρκα του χαρουπιού περιέχει υψηλά ποσοστά διαλυτών σακχάρων και χαμηλά ποσοστά πρωτεΐνης και λιπιδίων. Όταν αρχίσει το δέντρο να παράγει καρπό η απόδοσή του μπορεί να φτάσει μέχρι ένα τόνο καρπών ανά δέντρο για την εποχή της συγκομιδής τους (Dakia et al., 2007).

Η χαρουπιά είναι ένα από τα πιο χρήσιμα δέντρα της λεκάνης της Μεσογείου με εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων ως πηγή κόμεος. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλεύρων από το φύτρο του χαρουπιού με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και ιδιαίτερα σε ακόρεστα λιπαρά, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαιτητικό τρόφιμο. (Custódio et al., 2011). Το αλεύρι από φύτρο χαρουπιού περιέχει υψηλές ποσότητες φυτικών ινών και μικροθρεπτικών συστατικών. Περιέχει την πρωτεΐνη καρουβίνη που βρίσκεται στο χαρούπι όπου ενισχύει την παραγωγή της ζύμης ενός κέικ, προκειμένου να αυξηθεί περαιτέρω η περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες χωρίς γλουτένη. (Tsatsaragkou et al., 2014). Το άλευρο αυτό έχει ταυτοποιηθεί πως έχει όμοιες ιδιότητες με αυτές της γλουτένης (Wang et al., 2001).

Σήμερα, το χαρούπι αξιοποιείται κατά κύριο λόγο για το βιομηχανικό μετασχηματισμό των σπόρων, για την απόκτηση του αλεύρου του ενδοσπερμίου από το οποίο παραλαμβάνεται το κόμμι χαρουπιού που χρησιμοποιείται ως πυκνωτικό μέσο σε παρασκευάσματα τροφίμων λόγω της ικανότητάς του να σχηματίζει διαλύματα με υψηλό ιξώδες και για τη σταθεροποίηση των προϊόντων (Rizzo et al.,2004).

Η άλεση της σάρκας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τους ανθρώπους ως υποκατάστατο του κακάου σε κάποιες χώρες λόγω της χαμηλής τιμής και της απουσίας καφεΐνης (Kumazawa et al., 2002). Επιπλέον, έχει αποδοθεί στο λοβό της χαρουπιάς αντιοξειδωτική ικανότητα λόγω της παρουσίας των πολυφαινολών, που είναι κυρίως συμπυκνωμένες ταννίνες.

Το εμπορικά ονομαζόμενο χαρουπάλευρο (carob flour) ή η σκόνη από χαρούπι (carob powder) παράγεται από τον καρπό μετά από απομάκρυνση των σπόρων, δηλαδή από το σάρκωμα μετά από το ψήσιμο και την άλεση. Το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή μιας σκόνης αλεύρου που μοιάζει με την σκόνη του κακάο (Dakia et al., 2007).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Η χαρουπιιά

Η χαρουπιιά είναι ένα δέντρο αείφυλλο και ανήκει στην οικογένεια των κυαμοειδών. Φυτρώνει σε πολλές χώρες τις Μεσογείου αλλά συναντάται και σε περιοχές της Μέσης Ανατολής, της Συρίας, της Τουρκίας, της Αιγύπτου και ιδιαίτερα της Κύπρου η οποία αποτελεί μεγάλη παραγωγό χώρα. Στην Ελλάδα βρίσκεται αυτοφυής σε πολλές νησιώτικες περιοχές και κυρίως στην Κρήτη. Στην Κύπρο καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια και το 90% χρησιμοποιείται σε διάφορες μορφές (χαρουπάλευρο, ολόκληρος ο καρπός, ο πυρήνας του καρπού, χαρουπόμελο). (Batlle & Tous, 1997; Kawamura, 2008).

Η επιστημονική ονομασία του χαρουπιού προέρχεται από την ελληνική λέξη Κέρας, κέρατο, και τη Λατινική *siliqua*, υποδηλώνοντας την σκληρότητα και το σχήμα του λοβού. Η χαρουπιιά είναι ένα όσπριο της οικογένειας *Leguminose* και του γένους *Rosales*. Είναι το μόνο μεσογειακό δέντρο με κύρια περίοδο ανθοφορίας το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος-Νοέμβριος), παρόμοιο με πολλά γνήσια τροπικά φυτά. Ο χρόνος και η διάρκεια της περιόδου άνθησης εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες όπως στα περισσότερα δέντρα φρούτων και ξηρών καρπών. Σε αντίθεση με άλλα όσπρια, η *Ceratonia siliqua* δεν δεσμεύει άζωτο στις ρίζες της. Ωστόσο, έχει μια συμβιωτική σχέση με τον μύκητα *Arbuscular mycorrhizal*, που επιτρέπει την αυξημένη πρόσληψη αζώτου από το έδαφος με αποικισμό της ρίζας. Ο ακριβής μηχανισμός για αυτό είναι άγνωστος, αλλά πιστεύεται ότι αυτός ο μύκητας συμβάλλει στην ανάπτυξη δέντρων σε εδάφη όπου υπάρχει έλλειψη αζώτου (Batlle & Tous, 1997).

Τα χαρούπια χρειάζονται περίπου έναν χρόνο για να ωριμάσουν και οι παραγόμενοι καρποί είναι εδωδιμοί και καταναλώνονται κάποιες φορές αποξηραμένοι ως ένα γλυκό σνακ. Όταν αρχίσει το δέντρο να παράγει καρπό η απόδοση του μπορεί να είναι και ένας τόνος καρπών ανά δέντρο την εποχή της συγκομιδής. Ο καρπός του χαρουπιού, περιέχει δύο κύρια μέρη: τον πολτό και τους σπόρους. Ο πολτός ή ο λοβός και οι σπόροι χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη σε τρόφιμα, φαρμακευτικά είδη και καλλυντικά. Ο λοβός χωρίς κουκούτσια αλέθεται σε αλεύρι και χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της σοκολάτας ή του κακάο (Durazzo et al., 2014).

Οι χαρουπιές έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αναπτύσσονται ως δέντρα ύψους έως 10 m (Σχήμα 1), με μια ευρεία ημισφαιρική κώμη και ένα παχύ κορμό με τραχύ καφέ φλοιό και ανθεκτικά κλαδιά. Τα φύλλα είναι 10-20 cm σε μήκος, σκούρο πράσινο στην πλευρά της ράχης και ανοιχτό πράσινο στην κοιλιακή πλευρά. Έχουν μια παχιά κηρώδη επίστρωση που αποτρέπει την

υπερβολική απώλεια υγρασίας σε ημι-ξηρά κλίματα. Η χαρουπιιά δεν ρίχνει τα φύλλα της το φθινόπωρο, αλλά μόνο τον Ιούλιο κάθε δεύτερου έτους, και μόνο εν μέρει ανανεώνει τα φύλλα της την άνοιξη (Απρίλιο και Μάιο). Τα άνθη της είναι μικρά και πολυάριθμα, 6-12 mm σε μήκος, σπειροειδώς διατεταγμένα κατά μήκος του άξονα της ταξιανθίας, αναπτύσσονται σαν τσαμπιά σε παρακλάδια από παλιό ξύλο, ακόμη και στον κορμό. Τα λουλούδια έχουν πράσινο-κόκκινη απόχρωση. Μόνο λίγα άνθη αποδίδουν καρπούς και σπάνια δημιουργούνται περισσότεροι από δύο καρποί ανά άνθο (Batlle & Tous, 1997).



Σχήμα 1. Δέντρο χαρουπιιάς (Batlle & Tous, 1997)

Τα χαρούπια (λοβοί) είναι μακριά, στριφτά και σκληρά πράσινου χρώματος όταν είναι άγουρα και ξυλώδη εξωτερικά καστανού χρώματος όταν είναι ώριμα. (Σχήμα 2). Το καφέ χρώμα οφείλεται στην πλήρη ωρίμανσή του που χάνει μεγάλο ποσοστό της υγρασίας του και παίρνει σκούρα καφέ απόχρωση.

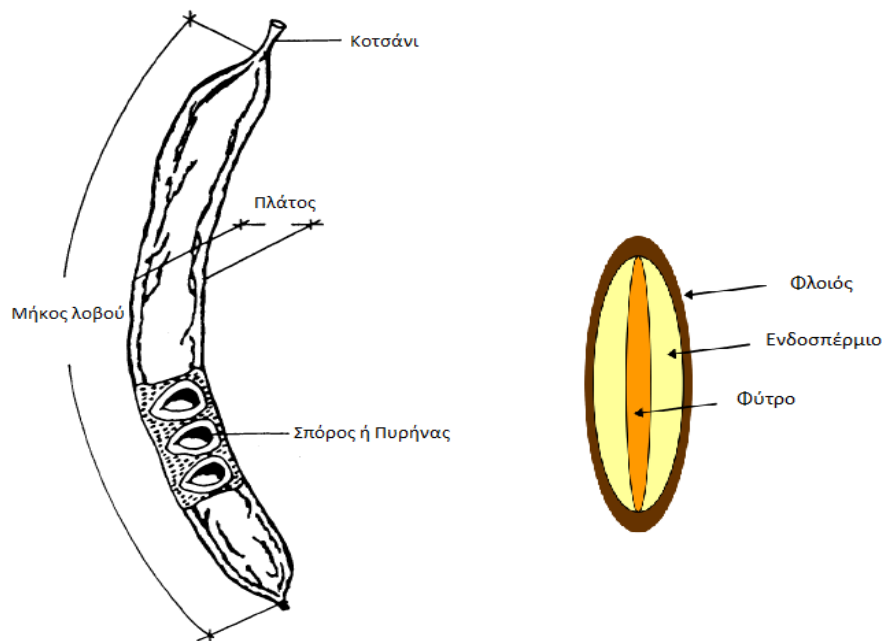


Σχήμα 2. Καρπός χαρουπιάς (Batlle & Tous, 1997)

Στην σάρκα περιέχονται υψηλά ποσοστά διαλυτών σακχάρων (περίπου 40%-50%), χαμηλά ποσοστά πρωτεΐνης (3%-4%) και λιπιδίων (0,4%-0,5%). Ο καρπός είναι ένας επιμήκης λοβός, συμπιεσμένος, ευθύγραμμος ή με καμπύλη, παχύτερος στις ραφές, με διαστάσεις 10-30 cm μήκος και 1,5 έως 3,5 cm πλάτος (Σχήμα 3). Τα πιο ίσια χαρούπια θεωρούνται περισσότερο επιθυμητά λόγω της ευκολίας στη συγκομιδή. Οι σπόροι είναι συμπιεσμένοι και ελαφρώς επιμηκυμένοι με διαστάσεις από 8 έως 10 mm μήκος, 7 έως 8 mm πλάτος και 3 έως 5 mm πάχος (Batlle & Tous, 1997; Kawamura, 2008).

Στον πυρήνα του ο κάθε λοβός της χαρουπιάς έχει 5-6 ισομεγέθεις μικρούς και σκληρούς σπόρους που ονομάζονται κεράτια :

- Οι λοβοί του χαρουπιού: αφού καθαριστούν, ψηθούν, ξηραθούν, αλεσθούν και αφού αφαιρεθούν τα κεράτια, φτιάχνουν το αλεύρι από χαρούπι ή αλλιώς χαρουπάλευρο. Επειδή οι λοβοί έχουν γλυκιά γεύση και καφετί χρώμα, θεωρούνται υποκατάστατο του κακάο και προσδίδουν την αίσθηση της σοκολάτας στα παρασκευάσματα όπου χρησιμοποιούνται. Από τους λοβούς επίσης μπορούμε να φτιάξουμε χαρουπόμελο, ένα προϊόν περίπου όμοιο με το πετιμέζι με εξίσου γλυκιά γεύση και θρεπτική αξία. Από το χαρουπόμελο αυτό μπορεί να φτιαχτεί φυσικό γλυκαντικό σιρόπι, τσάι, δροσιστικό γλυκό αφέψημα σερμπέτι, ακόμα και ρακή.
- Τα κεράτια ή οι σπόροι ή αλλιώς φασόλια: μπορούν να αλεσθούν, να καβουρδιστούν και να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή αλευριού, επίσης την παρασκευή καφέ ή ακόμα μπορούν να φαγωθούν ωμά σαν στραγάλια ή πασατέμπο.
- Από τα παραπροϊόντα της παραγωγής των προϊόντων χαρουπιού μπορούν να εξαχθούν βίο-καύσιμα υλικά.



Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση του λοβού και του σπόρου του χαρουπιού (Batlle & Tous, 1997)

Σήμερα η κύρια εφαρμογή των σαρκωμάτων της χαρουπιάς είναι ως ζωοτροφή. Παρ' όλα αυτά μέσα από την άλεση, το άλευρο της σάρκας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως υποκατάστατο κακάο. Το χαρουπάλευρο (carob flavor) ή σκόνη από χαρούπι (carob powder) παράγεται από τον καρπό μετά από απομάκρυνση των σπόρων, δηλαδή από τα σαρκώματα μετά από ψήσιμο και άλεση. Το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή μιας σκόνης αλεύρου που μοιάζει με σκόνη κακάο. Η σκόνη που προέρχεται από το αλεσμένο σάρκωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα προϊόντα. Ανάμεσα στις διάφορες συνταγές υπάρχουν αυτές για κέικ με χαρουπάλευρο σε συνδυασμό με άλευρο ολικής άλεσης.

Το φύτρο χαρουπιού περιέχει υψηλή συγκέντρωση πρωτεΐνης την λεγόμενη καρουβίνη. Η καρουβίνη είναι ένα μίγμα πολλών πρωτεϊνών που έχουν διαφορετικό μέγεθος και βαθμό πολυμερισμού. Η πρωτεΐνη καρουβίνη είναι αδιάλυτη στο νερό και απομονώνεται από το φύτρο των χαρουπιών. Πρόκειται για ένα μίγμα που αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό πρωτεϊνών διαφορετικού μεγέθους. Αυτό το μίγμα πρωτεΐνης έχει αναφερθεί ότι κατέχει παρόμοιες ρεολογικές ιδιότητες ανάλογες της γλουτένης, αν και η καρουβίνη όταν ενυδατώνεται έχει μια πιο διατεταγμένη δομή, με μικρές αλλαγές στη δευτεροταγή δομή (Bengoechea et al., 2008). Το 78% της πρωτεΐνης έχει μία περιοχή μοριακού βάρους από 65.000 <math><MB (Da) <1000000</math>. Αντίστοιχα, η γλουτένη έχει το 54% του περιεχομένου της στην περιοχή μοριακού βάρους

20000 <MW (Da) <65000. Η σύνθεση των αμινοξέων της καρουβίνης διαφέρει από εκείνη της γλουτένης σίτου στο ότι περιέχει περισσότερη αργινίνη, κυστεΐνη, λυσίνη και ασπαρτικό οξύ και λιγότερη, φαινυλαλανίνη και προλίνη (Wang et al., 2001; Feillet & Roulland, 1998). Παρ'όλο που η καρουβίνη μπορεί να αποτελέσει αντικατάσταση των πρωτεϊνών γάλακτος και σόγιας στα τρόφιμα η χρήση έχει παραμεληθεί (Custódio et al., 2011).

Οι ρεολογικές ιδιότητες της καρουβίνης έδειξαν ότι έχει ιξωδοελαστικές ιδιότητες λόγω των χαμηλών επιπέδων κυστεΐνης, ο μηχανισμός αυτής της ιξωδοελαστικής συμπεριφοράς μπορεί να είναι διαφορετικός από εκείνη της γλουτένης σίτου. Η καρουβίνη βρέθηκε να είναι περισσότερο υδρόφιλη από τη γλουτένη, ενώ όταν εκτίθεται σε νερό, εμφανίζει λιγότερες αλλαγές στη δομή των πρωτεϊνών από την γλουτένη. Οι πρωτεΐνες του χαρουπιού αποτελούνται από συσσωματώματα που σχηματίζονται τόσο με δισουλφιδικούς δεσμούς όσο και μέσω μη ομοιοπολικών αλληλεπιδράσεων (Smith et al., 2010).

2.1.1 Από το χαρούπι στο χαρουπάλευρο

Η συγκομιδή των λοβών του χαρουπιού πραγματοποιείται πριν τις χειμερινές βροχές. Τα χαρούπια καθαρίζονται με αέρα για να αφαιρεθούν όλα τα φύλλα καθώς και τα μικρά κλαδιά. Κατόπιν, καθαρίζονται διεξοδικά με υγρό και στεγνό καθαρισμό για να εξασφαλιστεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος. Κατά την διάρκεια της διαδικασίας σύνθλιψης ο λοβός του χαρουπιού κόβεται σε μικρότερα κομμάτια για την εξαγωγή του σπόρου του χαρουπιού. Μετά την εξαγωγή των σπόρων οι λοβοί υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία για να δημιουργηθεί το ευρύ φάσμα προϊόντων από χαρούπι.

Το χαρουπάλευρο παράγεται από μια διαδικασία ξήρανσης, άλεσης και ψησίματος των λοβών αφού αφαιρεθούν οι σπόροι. Το αλεύρι που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ψωμιού και αρτοσκευασμάτων, αλλά και γλυκών όπου μπορεί να αντικατασταθεί και μέρος του κακάο. Φυσικά η χρήση του χαρουπάλευρου έχει ως αποτέλεσμα τα παρασκευασμένα τρόφιμα να πάρουν χρώμα καφέ-σοκολατί και γεύση που μοιάζει με σοκολάτα, η οποία μπορεί να αυξομειωθεί με ανάμιξη διάφορων ποσοτήτων χαρουπάλευρου με μέλι ή άλλα υλικά.

Διάγραμμα ροής χαρουπάλευρου



Το χαρουπάλευρο αποτελεί μια καλή θρεπτική επιλογή και οι λόγοι για να το επιλέξουμε είναι οι εξής:

- Είναι ιδανικό υποκατάστατο του κακάο και της σοκολάτας διότι περιέχει 60% λιγότερες θερμίδες, ενώ έχει τις ίδιες θερμίδες με το κακάο, αλλά το 1/10 από αυτό σε λιπαρά.
- Δεν περιέχει γλουτένη και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προϊόντα, κατάλληλα σε όσους παρουσιάζουν δυσανεξία σε αυτήν.
- Έχει πολύ χαμηλή υγρασία και μπορεί να διατηρηθεί σε ξηρό, δροσερό και σκοτεινό μέρος για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά (ασβέστιο, κάλιο, μαγνήσιο), καθώς και σε βιταμίνες B₂ και B₆ , ενώ περιέχει και αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες δρουν προστατευτικά για τα κύτταρα.

2.1.2. Σύσταση του λοβού και του σπόρου

Ο καρπός του χαρουπιού αποτελείται από περίπου 90% πούλπα του λοβού, πλούσια σε σακχαρόζη, γλυκόζη, κυτταρίνη, και τανίνες, και 10% από σπόρους (Rizzo et al., 2004)

Χημική σύσταση του χαρουπιού

Ο λοβός

Οι λοβοί έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα και χαμηλή σε πρωτεΐνη και λιπίδια. Οι λοβοί περιέχουν επίσης πολλές πολυφαινόλες, που ανήκουν στην τάξη των συμπυκνωμένων ταννίνων. Οι κατεχίνες και οι προανθοκυανιδίνες είναι από τα βασικά είδη των πολυφαινολών στο χαρούπι (Kumazawa et al., 2002)

Η περιεκτικότητά των λοβών σε υδατάνθρακες και σε φυτικές ίνες είναι υψηλή ανάλογα με την ποικιλία και την ωριμότητα του καρπού. Οι λοβοί της χαρουπιάς περιέχουν ένα φυσικό γλυκαντικό με άρωμα και εμφάνιση παρόμοια με της σοκολάτας, ως εκ τούτου χρησιμοποιούνται συχνά ως υποκατάστατο του κακάο (Bengoechea et al., 2008; Ortega et al., 2009).

Ο σπόρος

Οι σπόροι αποτελούνται από φλοιό (30-33%), ενδοσπέρμιο (42-46%) και έμβρυο ή φύτρο (23-25%). Το ενδοσπέρμιο των σπόρων αποτελείται από μονάδες σακχάρων, μαννόζης και γαλακτόζης και από πολυσακχαρίτες (Manso et al, 2010). Οι σπόροι αποφλοιώνονται με κατεργασία των σπόρων με αραιό θειικό οξύ ή με θερμική μηχανική επεξεργασία, ακολουθείται η άλεση και γίνεται ο διαχωρισμός του φύτρου με απομάκρυνση ενδοσπερμίου (Kawamura, 2008). Οι σπόροι είναι μια πηγή κόμεος. Το κόμμα χαρουπιάς (LBG, Locust bean gum) που ονομάζεται επίσης κόμμα χαρουπιού ή E410 λαμβάνεται επίσης από ενδοσπέρμιο των σπόρων (Durazzo et al., 2014), το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία τροφίμων ως ένας γαλακτωματοποιητής / σταθεροποιητής (E410) (McLeod & Forcen, 1992).

Οι πολυσακχαρίτες είναι εντοπισμένοι στο ενδοσπέρμιο ως διατροφική πηγή για την βλάστηση των σπόρων, που υδρολύονται από το ένζυμο α-D γαλακτοσιδάση. Το ενδοσπέρμιο των σπόρων αποτελείται κατά κύριο λόγο από γαλακτομαννάνη. Ο πολυσακχαρίτης αυτός του κόμεος έχει πηκτωματικές ιδιότητες και είναι σε θέση να δώσει συνεργιστική δράση όταν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλους φορτισμένους πολυσακχαρίτες. Αποτελείται από υψηλό μοριακού βάρους (περίπου 50.000 - 3.000.000) πολυσακχαρίτες (Rizzo et al., 2004). Η κύρια ιδιότητα της παρουσίας του πολυσακχαρίτη είναι το υψηλό ιξώδες του διαλύματος στο νερό, σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασίας και pH. Το ιξώδες των υδατικών διαλυμάτων του κόμεος του χαρουπιού χαρακτηρίζεται για την ψευδοπλαστική του συμπεριφορά (McCleary et al., 1981). Το φύτρο αντιπροσωπεύει το 23 έως 25% του βάρους των σπόρων. Αποτελείται κατά κύριο λόγο από πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπίδια, υγρασία, τέφρα, και πολυφαινόλες.

Το αλεύρι του φύτρου περιέχει πολυφαινόλες, προανθοκυανιδίνες, και ταννίνες. Οι ενώσεις αυτές προστατεύουν τον οργανισμό από υπερβολική παραγωγή ελεύθερων ριζών και τα αντιδραστικά είδη οξυγόνου (ROS), τα οποία εμπλέκονται στην ανάπτυξη πολλών ασθενειών όπως η νόσος Αλτσχάιμερ και ο καρκίνος. Επιπλέον, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι ορισμένα συνθετικά αντιοξειδωτικά όπως η βουτυλική υδροξυτολουόλη ή E321 (BHT) έχει σοβαρές παρενέργειες, όπως η καρκινογένεση, και ως εκ τούτου, οι μελέτες σχετικά με τα φυσικά αντιοξειδωτικά έχουν αποκτήσει όλο και μεγαλύτερη σημασία, όπως για τα συμπληρώματα διατροφής και τα υγιεινά τρόφιμα (Custódio et al., 2011).

Η χημική σύνθεση σε ανόργανα στοιχεία του φύτρου της χαρουπιάς περιέχει μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, σίδηρο, ψευδάργυρο, χαλκό, φώσφορο και μαγγάνιο (Petit and Pinilla, 1995).

Απομόνωση του φύτρου

Η ποσότητα των φύτρων συλλέγεται, ξεραίνεται υπό ροή αέρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25°C), ακολουθεί άλεση σε μύλο άλεσης, προκειμένου να παραληφθεί το άλευρο των φύτρων του χαρουπιού (Dakia et al., 2007).

Χρήσεις του φύτρου

Το άλευρο του φύτρου του χαρουπιού έχει παραδοσιακά χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο πρωτεϊνών στις ζωοτροφές και στα τρόφιμα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, λόγω της καλά ισορροπημένης περιεκτικότητας σε αμινοξύ (Smith et al., 2010). Το άλευρο του φύτρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαιτητικά τρόφιμα, αφού περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και χαμηλό ποσοστό ακόρεστων ελαίων (Custódio et al., 2011). Επίσης έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες (Ortega et al., 2009). Το φύτρο του χαρουπιού περιέχει καρουβίνη (Custódio et al., 2011).

Επιπλέον το αλεύρι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για παρασκευή προϊόντων ελεύθερων γλουτένης.

Τα προϊόντα ελεύθερα γλουτένης θεωρούνται χαμηλής διατροφικής αξίας καθώς φτιάχνονται από «εξευγενισμένα άλευρα» (λευκού τύπου, χωρίς πιτυρούχα κλάσματα) και άμυλα και στερούνται σημαντικών θρεπτικών συστατικών, τα οποία είναι απαραίτητα για την σωστή λειτουργία του πεπτικού συστήματος. Επιπλέον τα προϊόντα ελεύθερα γλουτένης είναι λιγότερο γευστικά από τα παραδοσιακά προϊόντα σίτου, ενώ χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο ρυθμό μπαγιατέματος (Custódio et al., 2011).

Οι παράγοντες που επιβάλλουν την ανάπτυξη προϊόντων ελεύθερων γλουτένης συνοψίζονται στους εξής:

- Η κατανάλωση προϊόντων ελεύθερων γλουτένης από τους πάσχοντες από κοιλιοκάκη προκαλεί έλλειψη διαιτητικών ινών με συνέπεια προβλήματα υγείας, όπως απώλεια βάρους, αναιμία οστεοπόρωση ή διαβήτη, καθώς δεν καλύπτονται οι διατροφικές τους ανάγκες από τα μέχρι στιγμής διαθέσιμα προϊόντα ελεύθερα γλουτένης.
- Το αγοραστικό κοινό προϊόντων ελεύθερων γλουτένης δεν περιορίζεται μόνο σε πάσχοντες από κοιλιοκάκη, αλλά και σε άτομα που ακολουθούν ισορροπημένο διαιτολόγιο και αποφεύγουν την κατανάλωση αλλεργικών συστατικών όπως το σιτάρι

- Οι καταναλωτές απαιτούν μεγάλη ποικιλία προϊόντων με διαφορετικές - συνηθισμένες γεύσεις, για την ανάπτυξη και άλλων προϊόντων που απευθύνονται σε άλλες καταναλωτικές ομάδες.

2.1.3. Η θρεπτική αξία του χαρουπιού

Τα χαρούπια είναι μια πλούσια πηγή τροφής και είναι ίσως το ιδανικό «τρόφιμο επιβίωσης» και μπορεί να καταναλωθεί χωρίς προετοιμασία. Το χαρούπι είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο για την υγεία μας γιατί περιέχει ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο, φώσφορο, κάλιο, πυρίτιο, βιταμίνες A, B₁, B₂, D.

Το αλεύρι από το φύτρο του χαρουπιού περιέχει:

- φυτικές ίνες, λιγνίνη και κυτταρίνη σε ποσοστό περίπου 10%-12%
- Αντιοξειδωτικές πολυφαινόλες , τανίνες, και τερπένια
- Σάκχαρα σε αναλογία περίπου 50% εκ του οποίου το μεγαλύτερο ποσοστό είναι σταφυλοσάκχαρο και λόγω αυτού έχει γλυκιά γεύση
- Περιέχει λίπος από 4,7% έως 5,7% (αν υπολογισθεί σε αλεύρι χαρουπιών ως έχει και όχι επί ξηρού προϊόντος)
- Περιέχει πρωτεΐνες σε ποσοστό περίπου 55%-62% και αποτελεί καλή πηγή αμινοξέων γλουταμινικό οξύ, αργινίνη και ασπαραγινικό οξύ και για αυτόν τον λόγο μπορεί να καταναλωθεί ιδιαίτερα σε περιόδους νηστείας ή έντονης άσκησης
- Επίσης περιέχει βιταμίνες του συμπλέγματος B και Β καροτίνη
- Δεν περιέχει καφεΐνη
- Δεν περιέχει γλουτένη
- Έχει πολύ λίγες θερμίδες: 180 θερμίδες στα 100 γραμμάρια καθαρού αλευριού από χαρούπι

Πίνακας 1: Αναλυτικά τα ανόργανα στοιχεία του φύτρου του χαρουπιού σε mg/100g καθαρού προϊόντος (Γ. Βουρδούμπας et al.,).

<u>Ανόργανα στοιχεία</u>	<u>Συνιστώμενη Ημερήσια πρόσληψη (σε mg)</u>	<u>Τιμές ανόργανων στοιχείων ανάλογα με την ποικιλία χαρουπιού (σε mg/100g)</u>
Ca Ασβέστιο	8000-1.200	600-650
K Κάλιο	2.000-2.500	1180-1484
Na Νάτριο	1.200-3.300	21-27
Mg Μαγνήσιο	350-400	290-360
P Φώσφορος	800-1.200	1300-1400
Cu Χαλκός	2,5-5	3,2-3,5
Fe Σίδηρος	10-18	10,0-16,9
Mn Μαγγάνιο	2,5-5	6,0-7,1
Zn Ψευδάργυρος	8-11	6,9-7,6

2.2. Κέικ

Τα προϊόντα αρτοποιίας αποτελούν σημαντικό μέρος της δίαιτας του ανθρώπου. Σε αυτά περιλαμβάνεται μεγάλη ποικιλία τροφίμων όπως είναι το ψωμί, το κέικ, τα μπισκότα κ.α., τα οποία διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο τους (γλυκά ή όχι) ή το μέσο που χρησιμοποιείται για την διόγκωσή τους (βιολογικό ή χημικό) (Poza-Bayón et al., 2006).

Τα κέικ ανήκουν στα διογκωμένα με χημικό τρόπο προϊόντα αρτοποιίας (Hartnett & Thaiheimer, 1979). Εδώ και αιώνες, η παρασκευή τους έχει αλλάξει ελάχιστα. Ουσιαστικά η μέθοδος της ανάμιξης των συστατικών έχει παραμείνει η ίδια, ενώ τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί μια τάση χρησιμοποίησης νέων λιπαρών υλών και αλεύρων πιο κατάλληλων για την παρασκευή τους (Conforti., 2006).

Στις μέρες μας είναι διαθέσιμη μια μεγάλη ποικιλία κέικ με μεγάλο εύρος συνταγών. Γενικότερα όμως τα κέικ χαρακτηρίζονται από γλυκιά γεύση, ελαιώδη, τρυφερή υφή και ευχάριστο άρωμα (Conforti., 2006).

Τα κέικ ανήκουν στην κατηγορία των στερεών αφρών. Αποτελούν δηλαδή πηκτές ενώ ταυτόχρονα είναι και αφροί και γαλακτώματα. Η ζύμη (χυλός) των κέικ έχει την μορφή γαλακτώματος και άρα μπορεί να οριστεί και ως ένα ετερογενώς διασπαρμένο σύστημα με πολλά συστατικά. Το κολλοειδές αυτό σύστημα αποτελείται από 2 φάσεις: το μέσο διασποράς, το οποίο είναι μίγμα νερού, ασπράδι του αυγού και ζάχαρης και την εν διασπορά φάση η οποία περιέχει φυσαλίδες αέρα, σωματίδια αλεύρου, κρόκο αυγού και λίπος (Conforti., 2006).

Υπάρχουν 2 βασικές κατηγορίες κέικ, τα «foamed» (αφρώδη) και τα «shortened» (λιπαρά), τα οποία διαφέρουν αισθητά τόσο ως προς τον τρόπο προετοιμασίας τους όσο και ως προς τα προβλήματα που παρουσιάζουν. Η δομή της ψίχας των «λιπαρών» κέικ οφείλεται στον σχηματισμό ενός γαλακτώματος ελαίου-νερού κατά την παρασκευή της ζύμης. Από την άλλη η δομή και ο όγκος στα «αφρώδη» εξαρτάται από την ιδιότητα των πρωτεϊνών του αυγού να σχηματίζουν αφρό και να συγκρατούν τον αέρα (Conforti., 2006).

Τα κέικ όπως και τα μπισκότα έχουν πολύ ζάχαρη. Η πιο μεγάλη διαφορά μεταξύ τους είναι ότι τα κέικ έχουν περισσότερο νερό το οποίο επιδρά στο τελικό προϊόν. Η μοριακή συγκέντρωση της ζάχαρης ελέγχει την θερμοκρασία ζελατινοποίησης του μίγματος του κέικ (Osman et al 1959). Αν η συγκέντρωση της ζάχαρης είναι πολύ υψηλή, το μίγμα δε ζελατινοποιείται κατά το ψήσιμο. Εξ' αιτίας του νερού στα ψημένα προϊόντα, η θερμοκρασία του μίγματος ξεπερνάει λίγο μόνο τους 100°C. Άμα δεν υπάρξει ζελατινοποίηση το μπισκότο ή το κέικ καταρρέει. Έτσι, το προϊόν γίνεται λεπτό και επίπεδο. Ίσως το καλύτερο παράδειγμα του φαινομένου είναι τα μπράουνις των οποίων η δομή τους μοιάζει με του κέικ. Αν όμως η ζάχαρη αυξηθεί, το μίγμα δε ζελατινοποιείται και τα μπράουνις καταρρέουν και γίνονται επίπεδα (Osman et al 1959).

Κατά την παρασκευή του κέικ μπορεί να υπάρχουν κάποια λάθη. Τα πιο συνηθισμένα λάθη οφείλονται σε λάθος ποσότητα του διογκωτικού μείγματος:

- Μικρή ποσότητα: συνεπάγεται μικρό όγκο του κέικ, υγρή ψίχα με μικρές κυψελίδες, εξωτερική κρούστα (αντίστοιχο της κόρας) χονδρή και ανοιχτόχρωμη.
- Μεγάλη ποσότητα: συνεπάγεται ψίχα χαλαρή με μεγάλες κυψελίδες και τοιχώματα κυψελίδων ξηρά, σκληρά και που τρίβονται εύκολα.
- Πολύ μεγάλη ποσότητα: η ποσότητα και η πίεση του CO₂ είναι μεγάλη, τα τοιχώματα των κυψελίδων δεν μπορούν να αντέξουν την πίεση και

διαρρηγνύονται. Το CO₂ φεύγει στην ατμόσφαιρα και το κέικ βουλιάζει ή «κάθεται» τελείως (Π. Κεφαλάς 2002).

2.2.1. Κέικ τύπου Madeira

Το κέικ τύπου Madeira, είναι ένας τύπος κέικ που όταν φτιαχτεί μοιάζει πολύ με το παντεσπάνι και για αυτόν τον λόγο αποτελεί συστατικό σε πολλά γλυκά και τούρτες που χρειάζονται παντεσπάνι για να φτιαχτούν. Τα βασικά συστατικά του είναι το αλεύρι που φουσκώνει μόνο του, αυγά , γάλα, μαργαρίνη ή βούτυρο και η άχνη ζάχαρη και φυσικά απαντάται σε πολλές παραλλαγές.

Τα κέικ αυτά είναι υψηλής θερμιδικής αξίας λόγω του ότι έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε σακχαρόζη. Έχουν απαλή υφή και υψηλό όγκο.

Τα κέικ αυτού του τύπου αποτελούν προϊόντα για διαβητικούς. (Schirmer., 2012).

2.2.1.1. Συστατικά για κέικ τύπου Madeira

Τα συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία για να δημιουργηθεί αυτό το είδος κέικ ήταν το αλεύρι (φαρίνα και χαρουπάλευρο), τα αυγά, η ζάχαρη, και η μαργαρίνη.

ΑΛΕΥΡΙ

Το αλεύρι, από πλευράς σύστασης αποτελείται από υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπος, ανόργανα συστατικά, υγρασία και ένζυμα.

Υδατάνθρακες

Το μεγαλύτερο ποσοστό ανάμεσα στους υδατάνθρακες καταλαμβάνει το άμυλο(70%), καθώς και διάφορα διαλυτά σάκχαρα, κυτταρίνη και πεντοζάνες. Σε γενικές γραμμές δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του αλεύρου, επηρεάζουν όμως το σχηματισμό της κόρας του ψωμιού, τη διόγκωση, την απορρόφηση- δέσμευση του νερού και το μπαγιάτεμα του ψωμιού λόγω της αναδιάταξης του αμύλου.

Πρωτεΐνες

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

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. Όντας αδιάλυτη στο νερό, μπορεί να διαχωριστεί από το άμυλο. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η γλουτένη είναι μια πηγή πρωτεΐνης, τόσο στα τρόφιμα που παρασκευάζονται άμεσα από τις πηγές που το περιέχουν, όσο και ως πρόσθετο σε τρόφιμα με χαμηλή πρωτεΐνη. Αυξάνει την ελαστικότητα στη ζύμη βοηθώντας να αυξάνεται και να διατηρείται το σχήμα της και συχνά δίνει στο τελικό προϊόν μια λαστιχωτή σύσταση (Zaidel et al. 2007). Οι ιδιότητες της γλουτένης ποικίλουν ανάλογα με τη σύνθεσή της, η οποία διαφέρει ανάλογα με την πηγή. Έτσι όταν το σιτάρι έχει υποστεί λεύκανση και αναμειγνύεται με νερό, σχηματίζει μια ζύμη με μοναδικές ρεολογικές ιδιότητες όπως η διατήρηση φυσαλίδων του αέρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ζύμη να είναι κατάλληλη για να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο εύρος προϊόντων. Αυτές οι ιδιότητες είναι που καθιστούν την γλουτένη κατάλληλη για την προετοιμασία μιας μεγάλης ποικιλίας προϊόντων διατροφής όπως το ψωμί, τα ζυμαρικά, τα μπισκότα, το κέικ, τα γλυκά και πολλά άλλα τρόφιμα. Οι ρεολογικές ιδιότητές της είναι η βάση των λειτουργικών χρήσεων της ζωτικής γλουτένης. Από τη φύση της η γλουτένη είναι μια πρωτεΐνη που είναι αδιάλυτη στο νερό. Ενώ μπορεί να υπάρχουν μικρές ποσότητες των υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών παγιδευμένες στη γλουτενική μήτρα, αυτές ουσιαστικά δεν είναι εξαγωγίμες σε νερό υπό κανονικές συνθήκες. Παρά το αδιάλυτο και υδρόφοβο χαρακτήρα της η γλουτένη απορροφά περίπου δύο φορές το βάρος της σε νερό διαμορφώνοντας μια ενυδατωμένη ελαστική κολλώδη μάζα. Η ελαστικότητα της γλουτένης είναι ευαίσθητη στη θερμότητα και τη μετουσίωση που είναι αποτελέσματα διάφορων χημικών ουσιών. Επίσης μπορεί εύκολα να αποξηρανθεί με μικρή απώλεια της αρχικής υγρασίας ή με αλλαγή στις ιδιότητες ψησίματος (Masci et al., 1995). Η αφυδάτωση της γλουτένης, η

ικανότητα δηλαδή συγκρατήσεως νερού, πρέπει να είναι τέτοια ώστε το ποσοστό του νερού σε υγρή γλουτένη να μην είναι κατώτερο του 62%. (Δ. Παλαβός 2011).

Το αλεύρι αποτελεί το τελικό προϊόν της άλεσης ενός είδους σπόρων ή μίγματος σπόρων. Η ποιότητα ενός αλεύρου εξαρτάται από την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων σπόρων και την μέθοδο άλεσης που χρησιμοποιήθηκε (Conforti., 2006).

Το αλεύρι συνεισφέρει στην δομή, την υφή και το άρωμα των προϊόντων αρτοποιίας. Το άμυλο που περιέχει συμβάλλει στην ποιότητα των κέικ εξαιτίας της ιδιότητάς του να ζελατινοποιείται κατά το ψήσιμο, ενώ επίσης παίζει σημαντικό ρόλο και στο σχηματισμό της ψίχας. (Conforti., 2006).

Το αλεύρι που θεωρείται κατάλληλο για την παρασκευή κέικ πρέπει να έχει λευκό χρώμα, λεπτή, απαλή υφή «μεταξιού», χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και μικρό μέγεθος σωματιδίων συγκρινόμενο με τα άλευρα για όλες τις χρήσεις. (Conforti., 2006).

Όπως όλα τα άλευρα π.χ. για ένα φύλλο πίτας και αυτό για κέικ θα πρέπει να έχει πολύ χαμηλή αμυλολυτική δραστικότητα. Το κέικ δεν φουσκώνει με μαγιά αλλά με μπεικίν πάουντερ και με ατμό από την εξαέρωση μέρους του νερού του ζυμαριού. Η γλουτένη δεν καταπονείται από την δράση της μαγιάς όπως γίνεται στην αρτοποίηση και δεν αντιμετωπίζει μεγάλες πιέσεις από τα παραγόμενα αέρια. Επιπλέον όλη η διαδικασία χρειάζεται λιγότερο χρόνο γιατί δεν υπάρχουν ζυμομύκητες που χρειάζονται κάποιο χρόνο για να πολλαπλασιαστούν όπως συμβαίνει με την αρτοποίηση. Έτσι ένα αλεύρι κατάλληλο για κέικ και παρόμοια είδη ζαχαροπλαστικής έχει λιγότερη και πιο μαλακή γλουτένη από ότι ένα αλεύρι αρτοποιίας. (Π. Κεφαλάς 2002).

Φαρίνα

Η φαρίνα είναι λευκό άλευρο που φουσκώνει μόνο του. Ως άλευρο σίτου ή απλώς άλευρο νοείται αποκλειστικά και μόνο το προϊόν της άλεσης υγιούς σίτου βιομηχανικά καθαρισμένο από κάθε ανόργανη ή οργανική ουσία (Κ.Τ.Π., 2009).

Το αλεύρι αποτελεί το απαραίτητο συστατικό των διαφόρων προϊόντων της αρτοποιίας, μπισκοτοποιίας και των περισσότερων προϊόντων ζαχαροπλαστικής.

Η γλουτένη των αλεύρων πρέπει να είναι καλής ποιότητας, δηλαδή πρέπει να είναι συνεκτική, ελαστική και όλκιμη. Άλευρα με ιξώδη ή διαρρέουσα υγρή γλουτένη θεωρούνται σαν μη κανονικά και αποκλείονται από την άμεση κατανάλωση. Τέτοια άλευρα, μετά από σχετική γνωμοδότηση του Α.Χ.Σ. (Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου) είναι δυνατόν να διατεθούν για άλλες ειδικές

χρήσεις (π.χ. για την παρασκευή προϊόντων ζαχαροπλαστικής, μπισκοτοποιίας κλπ.). Σε περίπτωση χρησιμοποίησης θερμικής επεξεργασίας (κοντισιονέρ) η γλουτένη μπορεί να είναι 18% τουλάχιστον, αντί των καθορισμένων για κάθε τύπο αλεύρου ποσοστών (Δ. Παλαβός 2011).

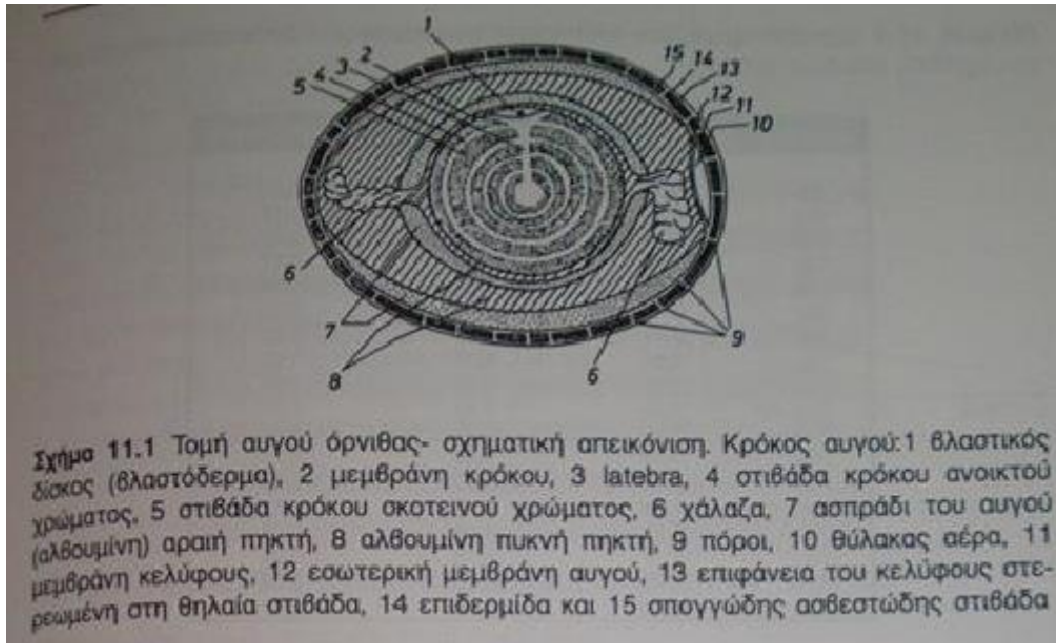
Αυγό

Ο λειτουργικός ρόλος του αυγού στην παρασκευή της ζύμης των κέικ περιλαμβάνει:

- Την ύγρανση, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του σε νερό
- Την συγκράτηση αέρα, εξαιτίας τις ικανότητας των προϊόντων του να σχηματίζουν, όταν «χτυπηθούν» αφρό
- Τον εμπλουτισμό της ζύμης με σημαντική ποσότητα λίπους που περιέχετε στον κρόκο
- Την δράση του ως γαλακτωματοποιητής
- Την συμμετοχή στο σχηματισμό της δομής, εξαιτίας της παρουσίας πρωτεϊνών στον κρόκο και το ασπράδι οι οποίες με την θέρμανση σχηματίζουν πηκτή (Conforti., 2006)

Επιπλέον τα αυγά αυξάνουν την διατροφική αξία του προϊόντος και προσδίδουν καλύτερο χρώμα και εμφάνιση στο τελικό προϊόν (Conforti., 2006).

Τα αυγά χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη κατανάλωση από την αρχαιότητα. Είναι ένα από τα τρόφιμα που απαντώνται στην φύση με σχεδόν τέλεια πρωτεΐνη και επιπλέον έχει και άλλα θρεπτικά συστατικά υψηλής ποιότητας (Belitz et al., 2006). Το αυγό περιβάλλεται από ένα ασβεστούχο πορώδες κέλυφος πάχους 0,2-0,4mm (σχήμα 4). Το εσωτερικό του κελύφους είναι επενδυμένο με δύο στενά συνδεδεμένες μεμβράνες (εσωτερική και εξωτερική). Οι δύο μεμβράνες διαχωρίζονται στο μεγάλο άκρο του αυγού σχηματίζοντας ένα κενό. Το ασπράδι του αυγού (αλβουμίνη) είναι ένα υποκίτρινο, υδατικό, παχύρρευστο υγρό που αποτελείται από τρία κλάσματα που διαφέρουν στο ιξώδες. Το εσωτερικό μέρος του αυγού, ο κρόκος περιβάλλεται από αλβουμίνη. Ένα λεπτό αλλά πολύ συνεκτικό στρώμα αλβουμίνης περιβάλλει στενά τον κρόκο. Ο κρόκος αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα σκουρόχρωμου και ανοιχτόχρωμου υλικού που είναι τοποθετημένα ομόκεντρα (Belitz et al., 2006).



Σχήμα 4: Περιγραφή αυγού (Belitz et.al 2006)

Τα αυγά συνεισφέρουν στην υφή και στην γεύση του τελικού προϊόντος. Η επίδραση τους στην υφή εξαρτάται από το αν χρησιμοποιείται το ασπράδι ή ο κρόκος ή και τα δυο. Το ασπράδι λόγω των πρωτεϊνών που περιέχει, ενισχύει την δομή του πλέγματος της γλουτένης. Έχει επίσης την ιδιότητα κατά την ταχεία ανάδευση (χτύπημα), να εγκλωβίζει φυσαλίδες αέρα και να κάνει αφρό. Ο συνδυασμός των δύο αυτών σε αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά οδηγεί σε πλήθος κυψελίδων με λεπτά τοιχώματα που ξηραίνονται γρήγορα. Για να εμποδιστεί η ξήρανση αυτή προστίθεται και ο κρόκος που περιέχει λίπος το οποίο, ως υδρόφοβο υλικό, εμποδίζει την κίνηση του νερού. Ο κρόκος λόγω του λίπους του μειώνει την αντίδραση της γλουτένης και μαλακώνει την υφή, ενώ η περιεχόμενη σε αυτόν λεκιθίνη ως γαλακτοματοποιητής, ενισχύει την συνεκτικότητα του ζυμαριού. Οι πρωτεΐνες του αυγού συγκρατούν επιπλέον νερό αυξάνοντας την διατηρησιμότητα του προϊόντος (Π. Κεφαλάς 2002).

Λιπαρά

Το λίπος έχει την ικανότητα να παγιδεύει κατά την έντονη και ταχεία ανάμειξη (χτύπημα) μαζί, μερικά από τα συστατικά της συνταγής (π.χ. ζάχαρη) πριν προστεθούν και τα υπόλοιπα. Οι φυσαλίδες του αέρα που παγιδεύονται αποτελούν πυρήνες για την παραγωγή των αερίων διόγκωσης, δηλαδή του CO₂ και NH₃. Το λίπος απλώνεται σε λεπτές στρώσεις σε ορισμένα παρασκευάσματα που διογκώνονται με ατμό. Με τον τρόπο αυτό

δημιουργούνται επιφάνειες αδιαπέραστες από τον ατμό που συμβάλουν στον εγκλωβισμό του (Π. Κεφαλάς 2002).

Ο ρόλος του λιπαρού είναι πολύ σημαντικός για την παρασκευή και τα τελικά χαρακτηριστικά των κέικ, καθώς συμβάλει καθοριστικά στην εναέρωση της ζύμης, στην γαλακτοματοποίηση των υγρών υλικών, στον όγκο, στα γευστικά χαρακτηριστικά, στην υφή της ψίχας και γενικότερα στην εμφάνιση των προϊόντων (Belitz et.al 2006).

Βασικότερος ρόλος τους όμως είναι ότι προσδίδουν ευχάριστη αίσθηση του παρασκευάσματος στο στόμα. Η επίδραση τους μέσα στο ζυμάρι είναι μεγάλη, γιατί δημιουργούν λεπτά υμένια που παρεμβάλλονται μεταξύ των μορίων της πρωτεΐνης, μεταξύ των μορίων του αμύλου και μεταξύ των μορίων και των δύο (Π. Κεφαλάς 2002). Τα υμένια επίσης περιβάλλουν μόρια, ομάδες μορίων, κόκκους πρωτεΐνης και αμύλου. Καθώς τα λίπη είναι υδρόφοβα, τα υμένια αυτά παρεμποδίζουν την κίνηση του νερού και την ενυδάτωση των συστατικών που το περιβάλλουν. Αποτέλεσμα αυτής της παρεμπόδισης της ενυδάτωσης είναι η μη πλήρης ανάπτυξη της γλουτένης, καθυστέρηση της ζελατινοποίησης του αμύλου, και καθυστέρηση της αναδιάταξης του αμύλου.

Εξαιτίας των παραπάνω μετριάζεται η συνεκτικότητα της γλουτένης και της πηκτής του αμύλου, και το παρασκεύασμα έχει μαλακή υφή, η οποία παραμένει μαλακή περισσότερο χρόνο λόγω της καθυστέρησης της αναδιάταξης. Έτσι το παρασκεύασμα αποκτά μεγαλύτερη διατηρησιμότητα.

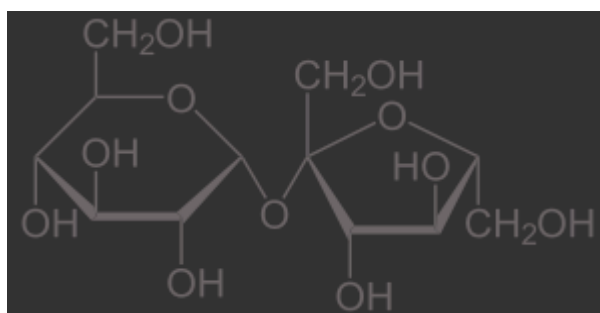
Η επιλογή της λιπαρής ύλης θα πρέπει να βασίζεται κυρίως στην ποιότητα και στη συνέχεια σε ορισμένα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η ικανότητα κρεμοποίησης και διόγκωσης κατά την μετατροπή του λιπαρού σε κρέμα με χτύπημα στο μίξερ, ή την ικανότητα γαλακτοματοποίησης των υγρών υλικών.

Τα λιπαρά που χρησιμοποιούνται είναι η μαργαρίνη, τα shortenings, το λάδι, το βούτυρο γάλακτος και άλλα. (Belitz et.al 2006).

Ζάχαρη

Η ζάχαρη είναι ένα άχρωμο κρυσταλλικό υλικό με στερεά μορφή και γλυκιά γεύση. Η ζάχαρη (σακχαρόζη) είναι κρυσταλλική γλυκαντική ουσία που ανήκει στους δισακχαρίτες (σχήμα 5).

Ο στερεοχημικός τύπος της σακχαρόζης είναι ο εξής (σχήμα 6):



Σχήμα 5: Χημικός τύπος ζάχαρης

Η ζάχαρη πέρα από την συνεισφορά της στην γλυκιά γεύση, επηρεάζει επίσης τον όγκο, την υγρασία, το χρώμα, την εμφάνιση και την θερμιδική αξία του προϊόντος (Conforti., 2006), ενώ ταυτόχρονα αποτελεί και παράγοντα τρυφεροποίησης (Shepherd & Yoell., 1976). Επίσης είναι σημαντικός και ο ρόλος της σε ότι αφορά την διάρκεια ζωής του κέικ, αφού η υψηλή ωσμωτική πίεση της ζάχαρης στα προϊόντα αρτοποιίας ελαττώνει τη σχετική υγρασία και τον κίνδυνο μικροβιακής αλλοίωσης (Shepherd & Yoell., 1976).

Η ζάχαρη συμβάλλει στην αύξηση του όγκου των κέικ με την ενσωμάτωση του αέρα στο λίπος κατά την διάρκεια της ανάμιξής τους. Κατά την διάρκεια του ψησίματος, η παρουσία της ζάχαρης επιφέρει αύξηση της θερμοκρασίας στην οποία λαμβάνει χώρα η ζελατινοποίηση και η συσσωμάτωση, γεγονός που δίνει περισσότερο χρόνο στην γλουτένη να εκταθεί, επιτρέποντας έτσι μια μεγαλύτερη αύξηση του όγκου στο ψημένο προϊόν. (Shepherd & Yoell., 1976).

Η σακχαρόζη έχει μικρότερη επίδραση στο χρώμα, σε σύγκριση με τα ιμβερτοποιημένα σάκχαρα και την γλυκόζη. Τα σάκχαρα κατακρατούν την υγρασία στην ψίχα και με τον τρόπο αυτόν αυξάνουν την διατηρησιμότητα. Τα απλά σάκχαρα είναι υπεύθυνα για την αντίδραση Maillard, στην οποία οφείλεται το χρώμα της κόρας, για την καραμελοποίηση, για την δημιουργία αρώματος, από την διάσπασή τους σε πτητικά οξέα και αλδεΐδες, και για την βελτίωση της υφής, με την ιδιότητα που έχουν να κατακρατούν το νερό. Λόγω αυτής της τελευταίας ιδιότητας προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας ζελατινοποίησης του αμύλου και της θερμοκρασίας θρόμβωσης της γλουτένης. Εξ αιτίας αυτού η ζελατινοποίηση και η θρόμβωση καθυστερούν με αποτέλεσμα να δίδεται περισσότερος χρόνος στο αρτοσκεύασμα για να διογκωθούν στο φούρνο πριν η γλουτένη στερεοποιηθεί και σκληρύνει και πριν το άμυλο ζελατινοποιηθεί (Belitz et.al 2006).

2.2.2. Κακάο

Το κακάο είναι ο ξηρός και μερικώς ζυμωμένος λιπαρός σπόρος του κακαόδέντρου. Συχνά πωλείται ως σκόνη κακάο, μια ξηρή σκόνη που γίνεται με την άλεση των σπόρων κακάο και την αφαίρεση του βουτύρου κακάο από τα σκούρα, πικρά στερεά κομμάτια. Το ίδιο το κακάο έχει μια εξαιρετικά πικρή γεύση. Υπάρχει άφθονο κακάο στην τροπική Αφρική. Η επιστημονική ονομασία των σπόρων του τροπικού δέντρου κακάο είναι *Theobroma cacao* της οικογενείας *Sterculiaceae* (Π. Κεφαλάς 2002).

Το δέντρο ευδοκίμει σε ζεστά, υγρά κλίματα με μέση ετήσια θερμοκρασία 24-28 °C και υψόμετρο μέχρι 600 m. Το δέντρο εξαιτίας της ευαισθησίας του στην ηλιοφάνεια και στον αέρα φυτεύεται κάτω από σκιερά δέντρα. Αναπτύσσεται μέχρι ύψους 10-15 m. Το δέντρο ανθοφορεί όλο τον χρόνο και τα μικρά κόκκινα ή λευκά άνθη του φέρουν 20-50 ώριμα φρούτα ανά δέντρο. Το ώριμο φρούτο ή λοβός μοιάζει με πεπόνι *cantaloupe* και έχει 15-25 cm μήκος και 7-10 cm πλάτος. Ο λοβός περιβάλλεται από ένα δυνατό κέλυφος πάχους 10-15 cm. Ενσωματωμένη μέσα στον λοβό είναι η πούλπα, δηλαδή ένας γλυκός βλενώδης πολτός που περιέχει 10% γλυκόζη και φρουκτόζη (Belitz et al., 2006).

Η συγκομιδή του φρούτου γίνεται όλο τον χρόνο αλλά κατά προτίμηση 2 φορές τον χρόνο. Η θερινή συγκομιδή είναι μεγαλύτερη και καλύτερης ποιότητας. Αφού φυτευτεί το δέντρο αρχίζει να παράγει λοβούς μετά από 5 ή 6 χρόνια, φθάνοντας στην μέγιστη απόδοση μετά από 20-30 χρόνια, ενώ σχεδόν παύει να παράγει μετά από 40 χρόνια ανάπτυξης. Όταν φθάσει στην πλήρη απόδοση σε σπόρους το δέντρο του κακάο δίνει μόνο 0,5-2 kg ζυμωμένων και ξηρών σπόρων το χρόνο (Belitz et.al 2006).

Το κακάο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις σε φλαβονοειδή και προκυανιδίνες, συστατικά που έχουν αντιοξειδωτική δράση, αποτρέποντας την οξειδωτική δράση των ελεύθερων ριζών. Το κακάο χρησιμοποιείται πολύ στην ζαχαροπλαστική για την γεύση, το άρωμα και το χρώμα τους. Αν ενσωματωθεί στο ζυμάρι αυξάνει πολύ την συνεκτικότητα του. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπολογιστεί και το νερό που θα απορροφήσει το κακάο και δεν θα είναι διαθέσιμο για την γλουτένη και τα υπόλοιπα συστατικά του ζυμαριού (Π. Κεφαλάς 2002).

Το κακάο ως ρόφημα είναι διαφορετικό από τον καφέ γιατί δεν καταναλώνεται ως υδατικό εκχύλισμα, δηλαδή ως διαυγές διάλυμα, αλλά ως εναιώρημα. Πέρα από τα διεγερτικά αλκαλοειδή ιδίως της θεοβρωμίνης, τα προϊόντα κακάο περιέχουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών όπως: λίπος, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες (Belitz et.al 2006).

Στοιχεία αναφορικά με την σύσταση των ζυμωμένων και των αφυδατωμένων στον αέρα κοτυληδόνων κακάο, του κελύφους και του φύτρου παρουσιάζονται στον (πίνακα 2) :

Πίνακας 2: Σύσταση (%) ζυμωθέντων και ξηρανθέντων στον αέρα κόκκων κακάο (1), Κέλυφων σπόρων κακάο (2) και φρούτων κακάο (3). (Belitz et al., 2006).

Συστατικό	1	2	3
Υγρασία	5,0	4,5	8,5
Λίπος	54,0	1,5	3,5
Καφεΐνη	0,2		
Θεοβρωμίνη	1,2	1,4	
Πολυυδροξυφαινόλες	6,0		
Ακατέργαστη πρωτεΐνη	11,5	10,9	25,1
Μονό-και ολιγοσακχαρίτες	1,0	0,1	2,3
Άμυλο	6,0		
Πεντοζάνες	1,5	7,0	
Κυταρίνη	9,0	26,5	4,3
Καρβοξυλικά οξέα	1,5		
Άλλες ενώσεις	0,5		
Τέφρα	2,6	8,0	6,3

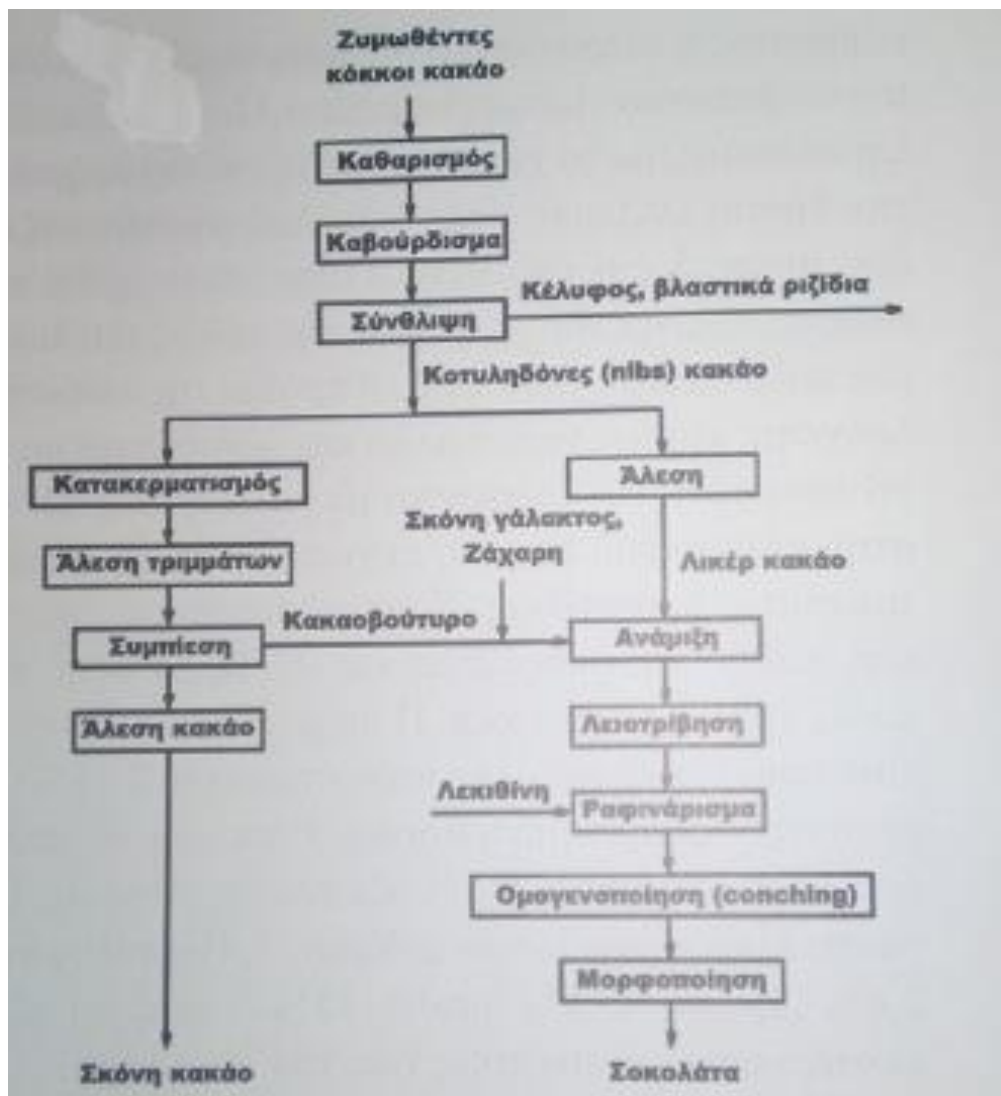
Η σκόνη κακάο περιέχει 48% υδατάνθρακες εκ των οποίων το 6,6 είναι διαιτητικές ίνες, ενώ περιέχει 20% λιπαρές ύλες.

Το λίπος του κακάο εξαιτίας της αφθονίας και της τιμής του, είναι το πιο σημαντικό συστατικό των κόκκων κακάο. Το βούτυρο και τα λίπη του κακάο ή αλλιώς το βουτυροκακάο (cocoa butter interchangeable fats) είναι το λίπος

των καρπών του κακάο. Το φυτό περιέχει μέχρι 50-58% του λίπους, το οποίο παραλαμβάνεται ως παραπροϊόν κατά την παρασκευή του κακάο.

Η σκόνη του κακάο ταξινομείται ανάλογα με το ποσοστό του λίπους που έχει απομακρυνθεί:

- Σε σκόνη όπου έχει γίνει μικρή απομάκρυνση του λίπους (20-22% υπολλειπόμενο βούτυρο) και
- Σε σκόνη όπου έχει γίνει εκτεταμένη απομάκρυνση του λίπους (λιγότερο από 20% αλλά περισσότερο από 10% βούτυρο) (Belitz et al., 2006).



Σχήμα 6: Παραγωγή σκόνης κακάο (Belitz et.al., 2006).

2.2.3. Μηχανισμός παρασκευής κέικ

Ο μηχανισμός παρασκευής αποτελείται από τα εξής τρία κύρια στάδια (Shepherd & Yoell., 1976):

1. Προετοιμασία της ζύμης και αρχική φάση ψησίματος
2. Ενδιάμεσο στάδιο ψησίματος
3. Ανάπτυξη της δομής

Στο πρώτο στάδιο η ζάχαρη αναμιγνύεται έντονα με την λιπαρή ύλη δίνοντας ένα κρεμώδες προϊόν το οποίο έχει συγκρατήσει στην μάζα του αέρα. Η ποσότητα του αέρα που εγκλωβίζεται στην ζύμη σχετίζεται στενά με τον ειδικό όγκο των κέικ, ο οποίος έχει σχέση με τον όγκο του προϊόντος που θα προκύψει, καθώς κατά την διάρκεια του ψησίματος δεν σχηματίζονται νέοι θύλακες αέρα, με αποτέλεσμα όλος ο αέρας ο οποίος συμβάλλει στην υφή του προϊόντος να ενσωματώνεται κατά το στάδιο προετοιμασίας της ζύμης (Shepherd & Yoell., 1976).

Μετά το στάδιο σχηματισμού της «κρέμας» λίπους- ζάχαρης προστίθεται το αυγό. Αυτό οδηγεί στον σχηματισμό ενός γαλακτώματος νερού σε έλαιο, στην υδατική φάση του οποίου διαλύεται η ζάχαρη, ενώ ο αέρας κατανέμεται μόνο στην λιπαρή φάση. Η προσθήκη του αλεύρου στην συνέχεια επιφέρει μεταβολή του συστήματος που αποκτά μια πολυφασική δομή. Μέρη της ζύμης βρίσκονται ακόμα με την μορφή γαλακτώματος νερού σε έλαιο, ενώ τα σωματίδια του αλεύρου αιωρούνται στην υδατική φάση της τελικής πλέον ζύμης (Shepherd & Yoell., 1976).

Στα πρώτα-πρώτα στάδια του ψησίματος παρατηρούνται μικρές αλλαγές. Ωστόσο στους 37-40 °C και καθώς το λίπος στην ζύμη τήκεται, λαμβάνουν χώρα οι εξής μεταβολές (Shepherd & Yoell., 1976):

- Τα σωματίδια ακανόνιστου σχήματος του λίπους γίνονται σφαιρικά σωματίδια
- Το μέρος της ζύμης που βρίσκεται με την μορφή γαλακτώματος νερού σε έλαιο μετατρέπεται σε γαλάκτωμα ελαίου νερού
- Ο αέρας μεταφέρεται από την λιπαρή στην υδατική φάση

Το ενδιάμεσο στάδιο ψησίματος ορίζεται ως η περίοδος μεταξύ της πλήρους τήξης του λίπους και της έναρξης του σχηματισμού της τελικής δομής. Στο στάδιο αυτό οι φυσαλίδες αέρα βρίσκονται στην υδατική φάση. Ο αφρός σταθεροποιείται εξαιτίας της παρουσίας των πρωτεϊνών του αυγού στην

διεπιφάνεια αέρα-νερού. Τα σωματίδια αλεύρου αιωρούνται ακόμα στην συνεχή υδατική φάση, μέσα στην οποία το λίπος κατανέμεται με την μορφή υγρών σταγονιδίων (Shepherd & Yoell., 1976).

Κατά την διάρκεια αυτού του σταδίου η ζύμη των κέικ υφίστανται σημαντική διόγκωση. Οι φυσαλίδες αέρα που έχουν ενσωματωθεί σε αυτήν κατά το στάδιο της προετοιμασίας της δρουν ως πυρήνες για την διόγκωση όλης της ζύμης με την μετακίνηση τόσο των υδρατμών όσο και του διοξειδίου του άνθρακα, παρουσία του διογκωτικού μέσου, προς τους αερωθήλακες (Shepherd & Yoell., 1976).

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο της διαδικασίας παρασκευής κέικ λαμβάνει χώρα η ανάπτυξη της δομής τους. Αυτή είναι αποτέλεσμα της μερικής ζελατινοποίησης του αμύλου του αλεύρου, καθώς και της συσσωμάτωσης των πρωτεϊνών του αυγού που λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια του σταδίου αυτού. Η έναρξη του σχηματισμού της δομής γίνεται στους 65-70 °C. Η διόγκωση των φυσαλίδων αέρα είναι πολύ γρήγορη σε θερμοκρασία 70-80 °C, ενώ στους 95-100 °C οι φυσαλίδες χάνουν το σφαιρικό τους σχήμα και συγχωνεύονται καθώς σταθεροποιείται η δομή (Shepherd & Yoell., 1976).

Η δομή των φυσαλίδων του αέρα που έχουν ενσωματωθεί στην ζύμη του κέικ μεταβάλλεται κατά το ψήσιμο ως εξής: αρχικά, αυξάνεται ο όγκος των φυσαλίδων, οι οποίες κατόπιν ενώνονται και σχηματίζουν μεταξύ τους κανάλια. Στην συνέχεια απελευθερώνεται ο αέρας από τις φυσαλίδες και η φάση των φυσαλίδων μεταβάλλεται από ασυνεχή σε συνεχή. Τέλος η ζύμη από υγρό κολλοειδές σύστημα μετατρέπεται σε στερεό αφρό με την μορφή πηκτής. Στην παρουσία αυτών των καναλιών αποδίδεται και η παρατηρούμενη μείωση του όγκου του τελικού προϊόντος, ο οποίος λίγο πριν την ολοκλήρωση του ψησίματος παρουσιάζει μια μέγιστη τιμή. Επιπλέον η παρουσία τους είναι ιδιαίτερα σημαντική και στην διατήρηση του όγκου των κέικ κατά την ψύξη τους, αφού απομακρυνθούν από το φούρνο (Lillford & Judge., 1989).

Σκοπός

Σκοπός της εργασίας είναι η παρασκευή κέικ τύπου Madeira με ενσωμάτωση χαρουπάλευρου αντί κακάου για την παρασκευή προϊόντος χωρίς καφεΐνη και λιγότερα λιπαρά.

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΛΕΥΡΑ

4.1.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Το νερό είναι μια σημαντική ουσία παρούσα σε όλες τις τροφές που συμβάλλει στην υφή των τροφίμων, τη δομή και τη σχετική σταθερότητα κατά την αποθήκευση. Η αλλοίωση των τροφίμων εμφανίζεται ως αποτέλεσμα των ανεπιθύμητων βιολογικών (μικροβιακή προσβολή), χημικών (οξειδωση, ενζυμική και μη-ενζυμική αμαύρωση) και φυσικών μεταβολών (Al-Muhtaseb et al., 2010).

Η μελέτη του προσδιορισμού της υγρασίας είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την ασφαλή αποθήκευση του αλεύρου και δεν πρέπει να ξεπερνά ορισμένες τιμές, για κάθε περιοχή θερμοκρασιών, για να μην συμβούν ανεπιθύμητες αλλοιώσεις, ανάπτυξη μυκήτων και μικροοργανισμών. Επίσης, είναι παράγοντας οικονομικής σημασίας γιατί μια μικρή διακύμανση της υγρασίας συνεπάγεται μεγάλη διαφορά βάρους, αν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες σιτηρών, και αυτό εκφράζεται σε χρηματικές διαφορές. Άλλοι λόγοι που ενισχύουν την σημασία της υγρασίας είναι η αποθήκευση, καθώς χρειάζεται μεγαλύτερος χώρος για την αποθήκευση σιτηρών με μεγάλη υγρασία και η μεταφορά τους γίνεται δυσκολότερη. Αν όμως η υγρασία είναι πολύ χαμηλή, οι κόκκοι σπάζουν εύκολα (Κεφαλάς, 2009).

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ

- Αλεύρι χαρουπιού ή φαρίνας 5 gr
- Τρυβλίο με καπάκι
- Κλίβανος θερμοκρασίας 130 °C
- Ξηραντήρας
- Αναλυτικός ζυγός ακρίβειας 0.0001 gr

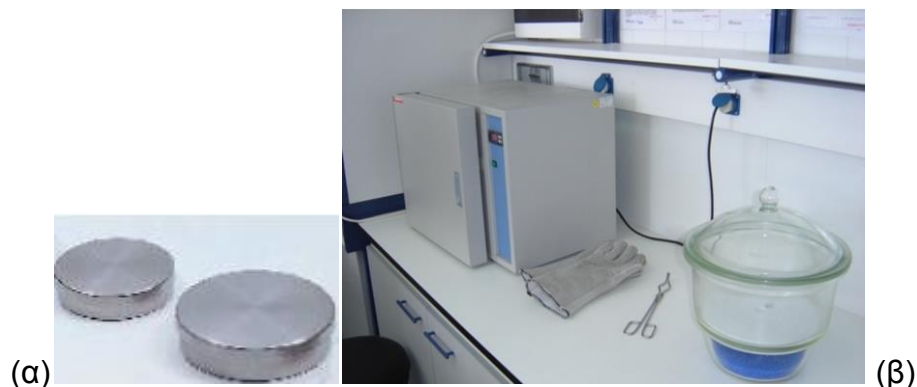
ΜΕΘΟΔΟΣ

Τα τρυβλία τοποθετούνται για 10 λεπτά στο φούρνο στους 100 – 130 °C και έπειτα για 15 λεπτά στον ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν. Ζυγίζονται 5 gr από κάθε είδος αλεύρου στα τρυβλία, αφού έχει ληφθεί το απόβάρό τους. Τοποθετούνται για 1,5 ώρα στον κλίβανο που λειτουργεί στους 130 °C και στη συνέχεια, τοποθετούνται στον ξηραντήρα μέχρι να ψυχθούν, ώστε να μην γίνει απορρόφηση υγρασίας από το περιβάλλον.

Τα τρυβλία παραλαμβάνονται από τον ξηραντήρα και γίνεται η ζύγισή τους, ώστε να υπολογιστεί η επί τοις εκατό υγρασία με τον σχετικό τύπο:

$$\text{ΥΓΡΑΣΙΑ \%} = \frac{\beta - \gamma}{\alpha} * 100$$

όπου, α: βάρος δείγματος, β: βάρος τρυβλίου και δείγματος πριν τον κλίβανο και γ: βάρος τρυβλίου και δείγματος μετά τον κλίβανο



Σχήμα 7: (α): Τρυβλία με καπάκι για μέτρηση της υγρασίας (β): Κλίβανος και ξηραντήρας

4.1.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ

Τέφρα μιας ουσίας ονομάζεται το υπόλειπο υπόλειμμα που απομένει ύστερα από την τέλεια καύση όλων των οργανικών συστατικών της (Κεφαλάς, 2009). Με τον όρο ανόργανα συστατικά εννοούνται τα στοιχεία που βρίσκονται στον οργανισμό με τη μορφή ανόργανων αλάτων ή τα στοιχεία που λαμβάνονται με τη μορφή αυτή κατά την αποτέφρωση του εξεταζόμενου δείγματος αλεύρου (Λάγουρη, 2004). Από τον ορισμό της τέφρας προκύπτει ότι το υπόλειμμα θα αποτελείται από ανόργανα συστατικά. Προφανώς, αυτά θα είναι προϊόντα θερμικής διάσπασης των ανόργανων αλάτων που βρίσκονται στην ουσία. Στο αλεύρι αυτά τα άλατα είναι όξινα φωσφορικά άλατα του καλίου και του μαγνησίου, μικρά ποσά φωσφορικών και χλωριούχων αλάτων του νατρίου και του ασβεστίου, ίχνη θεικών αλάτων και ίχνη αλάτων αργιλίου και σιδήρου. Τα άλατα αυτά με τη θερμότητα του κλιβάνου μετατρέπονται στα αντίστοιχα οξείδια, δηλαδή K_2O , MgO , CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5 και ίχνη οξειδίων άλλων στοιχείων (Κεφαλάς, 2009).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το περιεχόμενο σε τέφρα που υπολογίζεται με την καύση της οργανικής ουσίας του δείγματος στους 900 °C, δεν αντιπροσωπεύει ποσοτικά τα ανόργανα συστατικά του αλεύρου γιατί μπορούν να συμβούν απώλειες πτητικών υλικών υπό μορφή Na, Cl, K, P, S, Se και I. Επίσης, η τέφρα μπορεί να περιέχει και υλικά οργανικής προέλευσης, όπως το θείο (S) και το φωσφόρο (P) των πρωτεϊνών (Λάγουρη, 2004).

Στην περίπτωση που δεν προστεθούν στο άλευρο ανόργανα άλατα, η τέφρα αποτελεί δείκτη και μέτρο για τον τύπο του αλεύρου, για την αποτελεσματικότητα του συστήματος αλέσεως που εφαρμόζεται και για τον έλεγχο της φωτεινότητας του χρώματος του αλεύρου (Λάγουρη, 2004).

Η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι ένα μέτρο του συνολικού ποσού των ανόργανων αλάτων που υπάρχουν σε ένα τρόφιμο. Ο προσδιορισμός της τέφρας είναι σημαντικός ως έκφραση της περιεκτικότητας των τροφίμων σε ανόργανα άλατα, επειδή αυτή η περιεκτικότητα έχει επιπτώσεις στις φυσικοχημικές ιδιότητες των τροφίμων κατά την επεξεργασία τους. Η συγκέντρωση των ανόργανων αλάτων επηρεάζει επίσης την ποιότητα των τροφίμων ως προς την υφή, την γεύση, την εμφάνιση αλλά και τη μικροβιολογική τους σταθερότητα έναντι ορισμένων μικροοργανισμών (Αλεξιάδου et al., 2013).

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ

- Αλεύρι χαρουπιού ή φαρίνας 5 gr
- Κάψα πορσελάνης
- Ηλεκτρικό μάτι θέρμανσης
- Πυραντήριο
- Ξηραντήρας
- Αναλυτικός ζυγός ακρίβειας 0,0001 gr

ΜΕΘΟΔΟΣ

Οι κάψες πορσελάνης τοποθετούνται για 10 λεπτά στο φούρνο στους 100 – 130 °C και έπειτα για 15 λεπτά στον ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν. Αρχικά, ζυγίζονται οι κάψες πορσελάνης, στις οποίες προστίθενται 5 gr των αλεύρων. Στη συνέχεια, οι κάψες με το αλεύρι τοποθετούνται σε ηλεκτρικό μάτι με ήπια θέρμανση ώστε να απανθρακωθούν τα άλευρα, και τοποθετούνται στο πυραντήριο, που έχει προθερμανθεί στους 90 °C, για έξι ώρες στους 10 °C. Με το πέρασμα των 6 ωρών απομακρύνονται από το πυραντήριο και τοποθετούνται σε ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν. Τέλος, οι κάψες ζυγίζονται ώστε να υπολογιστεί η επί τοις εκατό τέφρα με τον ακόλουθο τύπο:

$$TEΦΡΑ \% = \frac{\beta - \gamma}{\alpha} * 100$$

όπου, α: βάρος δείγματος, β: βάρος κάψας και δείγματος μετά το πυραντήριο και γ: βάρος κάψας



Σχήμα 8: (α): Πυραντήριο, (β): Κάψες πορσελάνης

4.1.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ

Τα λιπίδια είναι ήσσονος σημασίας των συστατικών του αλεύρου σίτου με τη βασική τους λειτουργία στην ποιότητα του τελικού σιταριού. Τα ολικά λιπίδια αντιπροσωπεύουν το 3-4% των πυρήνων του σιταριού και περίπου το 45% από αυτά βρίσκονται στο αμυλούχο ενδοσπέρμιο. Το περιεχόμενο των λιπιδίων στο αλεύρι σίτου ποικίλει μεταξύ 1,5% και 2,0%, και το περισσότερο από αυτό παρέχεται από το ενδοσπέρμιο (Sun et al., 2010).

Τα λιπίδια του σίτου μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες: μη αμυλούχα λιπίδια, αμυλούχα λιπίδια και λιπίδια στην επιφάνεια του αμύλου, ανάλογα με τη θέση τους στα συστατικά του αλεύρου και τις μεθόδους εκχύλισης (Sun et al., 2010). Τα μη αμυλούχα λιπίδια, ειδικά τα ελεύθερα λιπίδια, συμπεριλαμβανομένων των μη-πολικών και πολικών λιπιδίων, έχουν προσελκύσει περισσότερο το ενδιαφέρον από τότε που αναγνωρίστηκε η συμβολή τους στην ποιότητα του τελικού αλεύρου σίτου (Sun et al., 2010).

Η ποιότητα του ψησίματος και η σταθερότητα της αποθήκευσης του λευκού αλεύρου επηρεάζεται από τα περιεχόμενα των μη-αμυλούχων λιπιδίων και από τις αναλογίες των μη-πολικών και πολικών λιπιδίων. Τα λιπίδια έχουν αναφερθεί σαν σημαντική επιρροή στην ποιότητα ψησίματος, ιδιαίτερα στο ψωμί. Μεταξύ των λιπιδίων, τα πολικά λιπίδια έχουν πιο ευεργετική επιρροή στον όγκο, ενώ τα λιπαρά οξέα, ιδιαίτερα τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, αναφέρονται στην ενίσχυση της γλουτένης (Prabhasankar et al., 2000).

Είναι γνωστό ότι η αξία ψησίματος του αλεύρου σίτου εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα και τη σύνθεση των πρωτεϊνών, αλλά μπορεί να τροποποιηθεί σημαντικά από τα λιπίδια του αλεύρου. Η λειτουργικότητα των λιπιδίων του σίτου έχει αποτελέσματα στη συμμετοχή σε διαδικασίες οξειδοαναγωγής, συμμετέχοντας στην οξείδωση της κατάλυσης της λιποοξυγενάσης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων η οποία έχει συνέπειες στην αναδιάταξη των διθειούχων δεσμών της πρωτεΐνης της γλουτένης, στη συμμετοχή του σχηματισμού των λιπιδίων και των συμπλοκών λιπιδίου-πρωτεΐνης, και στη σταθεροποίηση των διεπιφανειών του αέρα/νερού (αφρός) και του λαδιού/νερού (γαλάκτωμα), κατά τη διάρκεια της ανάμιξης της ζύμης, της διόγκωσης και του ψησίματος (Konoorka et al., 2006).

Δύο ιδιότητες απαιτούνται για την καλή απόδοση της ζύμης ψωμιού: οι βέλτιστες ρεολογικές ιδιότητες και μία σταθερή δομή κυψελίδων αερίου. Πιστεύεται ότι λιπίδια παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη διατήρηση μιας σταθερής δομής των κυψελίδων του αέρα, μέσω της αλληλεπίδρασής τους με την πρωτεΐνη στη διεπιφάνεια του αέρα/υγρού των ελασμάτων του υγρού γύρω από τις κυψελίδες του αέρα στη ζύμη του ψωμιού (Sun et al., 2010).

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ

- Αλεύρι χαρουπιού, φαρίνας ή κακάο 5 gr
- Διαλύτης πετρελαϊκός αιθέρας 200 ml
- Ηθμοί
- Βαμβάκι
- Φιάλες απόσταξης
- Πέτρες πορσελάνης
- Συσκευή Soxhlet
- Αναλυτικός ζυγός 0,0001 gr

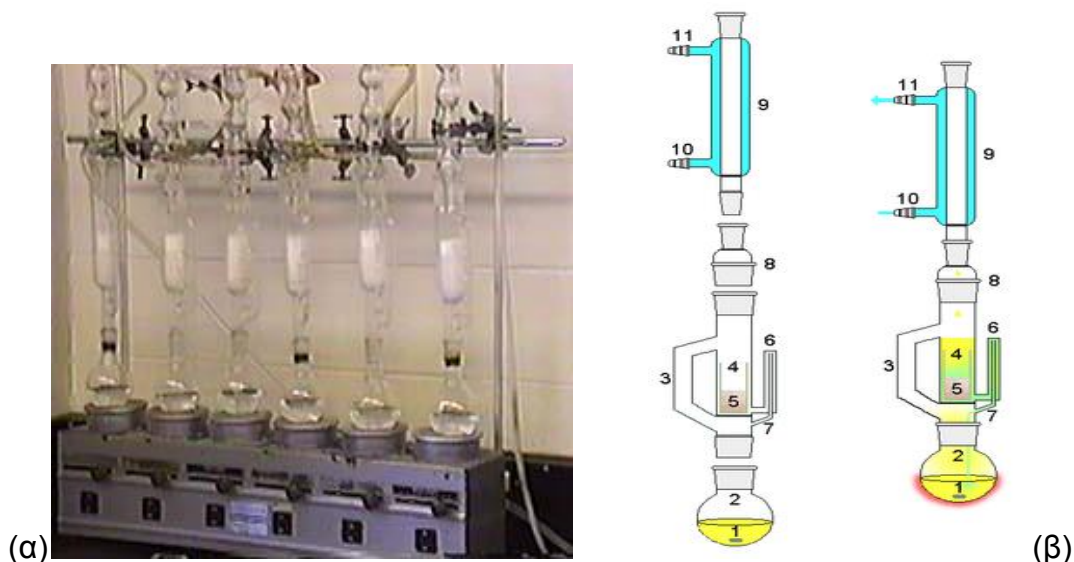
ΜΕΘΟΔΟΣ

Ο προσδιορισμός του λίπους έγινε με τη μέθοδο Soxhlet. Αρχικά, ζυγίζονται οι ηθμοί και 5 gr από κάθε είδος αλεύρου και του κακάο, τα οποία τοποθετούνται στους ηθμούς με βαμβάκι λίγο πιο πάνω από το αλεύρι ή το κακάο, αντίστοιχα. Έπειτα, ζυγίζονται οι φιάλες απόσταξης και προστίθενται 200 ml πετρελαϊκού αιθέρα και οι πέτρες πορσελάνης. Στη συνέχεια, τοποθετούνται στη συσκευή Soxhlet οι ηθμοί και οι φιάλες απόσταξης και γίνεται η σύνδεση με τον αποστακτήρα. Γίνεται η έναρξη της συσκευής και ακολουθούν 20 σιφωνισμοί. Απομακρύνονται τα απόβλητα του διαλύτη και οι φιάλες τοποθετούνται σε κλίβανο στους 130 °C για λίγα λεπτά, ώστε να εξατμιστεί ο

τυχόν διαλύτης που παρέμεινε στην φιάλη. Στο τέλος της διαδικασίας ζυγίζονται οι φιάλες και υπολογίζεται το επί τοις εκατό λίπος με τον σχετικό τύπο:

$$\text{ΛΙΠΟΣ \%} = \frac{\beta - \gamma}{\alpha} * 100$$

όπου, α: βάρος δείγματος, β: βάρος φιάλης μετά την εκχύλιση, γ: βάρος φιάλης πριν την εκχύλιση



Σχήμα 9:(α): Συσκευή Soxhlet, (β): Λειτουργία Soxhlet : 1:Αναδευτήρας(πέτρες πορσελάνης) 2:Φιάλη απόσταξης 3:Διαδρομή απόσταξης 4:Ηθμός 5:Στερεά 6:Κορυφή σιφονιού 7:Εκκένωση σιφονιού 8:Σύνδεση συμπυκνωτή 9:Συμπυκνωτής 10:Είσοδος νερού 11:Έξοδος νερού

4.1.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ

Όταν αλεύρι αναμιγνύεται με νερό, σχηματίζεται μια μοναδική ιξωδοελαστική ζύμη. Λόγω αυτού του μοναδικού χαρακτηριστικού, το αλεύρι σίτου μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία σε μία ποικιλία προϊόντων διατροφής, όπως το ψωμί, τα μπισκότα και τα ζυμαρικά. Έχει αναφερθεί ότι οι ρεολογικές ιδιότητες και οι ιδιότητες του ψησίματος της ζύμης εξαρτώνται από την ποσότητα των πρωτεϊνών και της αναλογίας των διαφορετικών τύπων πρωτεϊνών. Οι πρωτεΐνες του σιταριού ταξινομούνται σε πρωτεΐνες γλουτένης και πρωτεΐνες μη-γλουτένης. Οι πρωτεΐνες μη-γλουτένης είναι λευκωματικές και σφαιρικές, και τα μοριακά τους βάρη στην πλειοψηφία αυτών των πρωτεϊνών αναφέρθηκαν να είναι <25.000 Da. Η πρωτεΐνες γλουτένης αποτελούν μια ανομοιογενή τάξη με μονομερείς γλιαδίνες μοριακών βαρών που κυμαίνονται από 30.000 έως 80.000 Da, καθώς και ένα μίγμα πολυμερούς γλουτενίνης που έχει μοριακό βάρος που κυμαίνεται από 80.000 Da έως αρκετά εκατομμύρια Dalton. Αν και οι πρωτεΐνες μη-γλουτένης είναι εύκολα

εκχυλίσιμες σε αλατούχα διαλύματα, οι πρωτεΐνες γλουτένης δηλ. οι γλιαδίνες και γλουτενίνες δεν είναι εκχυλίσιμες σε διαλύματα άλατος και ρυθμιστικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται συνήθως για την εκχύλιση των πρωτεϊνών. Ως εκ τούτου, μια σημαντική ποσότητα αδιάλυτης πρωτεΐνης παραμένει στα μη εκχυλισθέντα ανάλογα με τον διαλύτη που χρησιμοποιείται και την ποικιλία σιταριού (Manu & Prasada Rao, 2008).

Οι γλιαδίνες είναι διαλυτές σε υδατικές αλκοόλες, ενώ και οι δύο, γλιαδίνες και γλουτενίνες, είναι διαλυτές σε αραιό οξικό οξύ. Οι γλιαδίνες και οι γλουτενίνες είναι κυρίως υπεύθυνες για τις λειτουργικές ιδιότητες όπως η εκτασιμότητα της ζύμης και η ελαστικότητα. Οι αναλογίες μεταξύ των γλιαδίνων και των γλουτενίνων χρησιμοποιούνται για να συσχετίσουν την ποιότητα αρτοσκευασμάτων που παρασκευάζονται από διαφορετικές ποικιλίες σιταριού (Manu, & Prasada Rao, 2008).

Η πρωτεΐνη κατά κάποιο τρόπο είναι το υλικό που θα υποδεχτεί και θα συγκρατήσει στη θέση τους τους αμυλόκοκκους μέσα στον κόκκο του σιτηρού. Οι πρωτεΐνες συνεισφέρουν στην υφή και στην εμφάνιση των τροφίμων που παράγονται από σιτηρά. Ειδικά στα αρτοσκευάσματα ο ρόλος των πρωτεϊνών είναι καθοριστικός για τη διόγκωσή τους και συμμετέχουν μαζί με τα ζάχαρα, μέσω της αντίδρασης Maillard στο σχηματισμό του χαρακτηριστικού χρώματος του ψημένου προϊόντος (Κεφαλάς, 2009).

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ

- Αλεύρι χαρουπιού ή φαρίνας 1 gr
- Πυκνό H₂SO₄ 97%
- Ταμπλέτες Merck (καταλύτης)
- Διάλυμα NaOH 40% w/w
- Διάλυμα H₃BO₄ 40% w/w
- Διάλυμα HCl 0,1% w/w
- Δείκτης ερυθρού του μεθυλίου – κυανού του μεθυλενίου
- Συσκευή καύσης Kjeldahl
- Συσκευή απόσταξης Kjeldahl
- Φιάλες BÜCHI 500 ml
- Κωνικές φιάλες 250 ml
- Σιφώνια πλήρωσης των 10, 20 και 50 ml
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 50 ml
- Προχοίδα, διαβαθμίσεων 0,05 ml

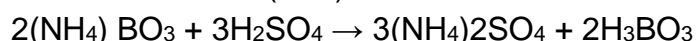
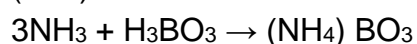
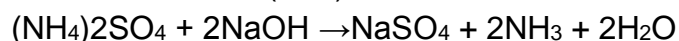
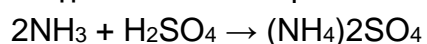
ΜΕΘΟΔΟΣ

Σε αναλυτικό ζυγό ακρίβειας 0,0001 gr, ζυγίζεται 1 gr αλεύρου τα οποία τοποθετούνται στις φιάλες των 500 ml. Συνολικά, χρησιμοποιούνται έξι φιάλες, όπου στη συνέχεια προστίθενται μια ταμπλέτα καταλύτη και με σιφώνιο 20 ml πυκνό H₂SO₄. Οι φιάλες τοποθετούνται σε ειδικό στατό της συσκευής καύσης, η οποία βρίσκεται μέσα στον απαγωγό. Το στατό σφραγίζει με ειδικό καπάκι, το οποίο αποτελεί μια διάταξη απαγωγής των καυσαερίων. Αφού σφραγιστεί το καπάκι, δημιουργείται κενό αέρος μέσω ψυκτήρα νερού (το καπάκι της συσκευής καύσης συνδέεται με αντλία κενού και λειτουργεί με τρεχούμενο νερό).

Γίνεται εκκίνηση της συσκευής καύσης, πρώτα στο 40% για 15 - 20 min μέχρι να ζεσταθεί, μετά στο 50% για 1,5 με 2 ώρες, έπειτα στο 60% για περίπου 30 min, στο 70% για 20 - 30 min, στο 80% για 15min, στο 90% για 15 min και τέλος στο 100% μέχρι να γίνει διαφανές. Η καύση διαρκεί περίπου 4 ώρες. Διακόπτεται η λειτουργία της συσκευής, ενώ το καπάκι της διάταξης απαγωγής ανοίγεται μόνο όταν κρυώσει το διάλυμα και δεν διακρίνονται ατμοί, ενώ ταυτόχρονα παύει η λειτουργία του ψυκτήρα.

Σε κάθε φιάλη προστίθενται, με ογκομετρικό κύλινδρο, 50 ml απεσταγμένο νερό. Μετά την προθέρμανση της συσκευής απόσταξης, έχοντας στη θέση του προς απόσταξη διαλύματος απεσταγμένο νερό, η πρώτη απόσταξη γίνεται με φιάλη χωρίς δείγμα στην οποία έχουν προστεθεί 60ml νερού (δηλαδή όσο όγκο υγρών έχουν και οι φιάλες με το δείγμα). Η υπό ανάλυση φιάλη τοποθετείται στην ειδική θέση στη συσκευή απόσταξης και προστίθενται 60 ml NaOH, μέχρι η στάθμη του υγρού να αυξηθεί κατά 60 ml. Η απόσταξη αρχίζει και το απόσταγμα συλλέγεται σε κωνική φιάλη που περιέχει 60 ml βορικό οξύ. Το σωληνάκι από το οποίο λαμβάνεται το απόσταγμα πρέπει να είναι βυθισμένο μέσα στο βορικό οξύ για να μην ξεφύγει η αμμωνία (αέριο) στο χώρο. Η αμμωνία σε αυτό το σημείο δεσμεύεται ποσοτικά ως βορικό αμμώνιο. Στο βορικό αμμώνιο που σχηματίζεται γίνεται προσθήκη 2–3 σταγόνων δείκτη και ακολουθεί ογκομέτρηση με διάλυμα HCl 0,1N. Ο δείκτης από μωβ χρώμα που έχει αρχικά, αλλάζει σε πράσινο (σκούρο) στο κρίσιμο σημείο και στο ισοδύναμο σημείο το χρώμα του γίνεται γαλάζιο, οπότε σταματά η ογκομέτρηση.

Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:



Μετά την ογκομέτρηση, η επί τοις εκατό πρωτεΐνη υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{ΠΡΩΤΕΙΝΗ \%} = \frac{V}{g} * 0,798$$

όπου, V: η κατανάλωση HCl, g: το βάρος του δείγματος



(α)



(β)

Σχήμα 10: (α): Συσκευή καύσης Kjeldahl, (β): Συσκευή απόσταξης Kjeldahl

4.2. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΕΙΚ

Για την παρασκευή των κέικ χρησιμοποιήθηκαν φαρίνα, ζάχαρη, μαργαρίνη, αυγά και χαρουπάλευρο. Παρασκευάστηκαν, συνολικά, έξι συνταγές κέικ και χρησιμοποιήθηκαν 975 gr φαρίνα, 480 gr χαρουπάλευρο, 45 gr κακάο και 900 gr μαργαρίνης, ζάχαρης και αυγών. Οι ποσότητες αυτές κάλυψαν τις ανάγκες του οργανοληπτικού ελέγχου και τις αναλύσεις που έγιναν στα κέικ, όπως το η πυκνότητα, ο όγκος, η απόδοση, το χρώμα και η υφή.

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΕΙΚ

- Φαρίνα, χαρουπάλευρο, μαργαρίνη, ζάχαρη, αυγά
- Ζυγαριά
- Μίξερ χειρός
- Ταψί αλουμινίου μιας χρήσης 11,15x8,65x4 cm
- Φούρνος θερμοκρασίας 180 °C

Αρχικά, ζυγίζονται οι ποσότητες αλεύρων, ζάχαρης, μαργαρίνης και αυγών, τα οποία χρησιμοποιούνται ολόκληρα. Η μαργαρίνη και τα αυγά παρέμειναν, πριν τη χρήση τους, σε θερμοκρασία δωματίου για 30 λεπτά. Για την προετοιμασία του δείγματος των ολόκληρων αυγών, έσπασαν 3 αυγά και κτυπήθηκαν σε ένα μπολ μέχρι να παρθεί ένα ομοιογενές μίγμα. Οι συνταγές που παρασκευάστηκαν ήταν 0% χαρουπάλευρο, 20% αντικατάσταση της φαρίνας με κακάο και 10%, 30%, 50% και 70% αντικατάσταση της φαρίνας με χαρουπάλευρο, σε 300 gr ζύμης. Οι ποσότητες για κάθε συνταγή είναι σε gr και παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 3: Ποσότητες συστατικών για κάθε κέικ (gr)

Συνταγές	Φαρίνα	Χαρουπάλευρο	Μαργαρίνη	Ζάχαρη	Αυγά	Κακάο
0%	75	-	75	75	75	-
10%	67,5	7,5	75	75	75	-
30%	52,5	22,5	75	75	75	-
50%	37,5	37,5	75	75	75	-
70%	22,5	52,5	75	75	75	-
20%κακάο	60	-	75	75	75	15

Για την παρασκευή των κέικ κτυπήθηκαν η μαργαρίνη και η ζάχαρη για 7 λεπτά μέχρι να δημιουργηθεί ένα κρεμώδες μίγμα. Στη συνέχεια, προστίθενται τα αυγά και αναμιγνύονται για 1 λεπτό. Έπειτα, προστίθεται το αλεύρι που αντιστοιχεί σε κάθε συνταγή και αναδεύονται για 3 – 4 λεπτά. Τέλος, το μίγμα

τοποθετείται ομοιόμορφα στα αλουμίνια ταψάκια και τοποθετούνται στα φούρνο στους 180 °C για 40 λεπτά.

Κεφάλαιο 1 Το χαρουπάλευρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν του εμπορίου καβουρδισμένο (Creta Carob) το οποίο αγοράστηκε από κατάστημα βιολογικών προϊόντων.

4.2.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΕΙΚ

4.2.1.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΥΜΗΣ

Οι ζύμες παράγονται από τον αερισμό ενός υγρού μίγματος για να σχηματισθεί ένας αφρός μέσω μηχανικής δράσης, με σκοπό την απόκτηση των κέικ ως τελικό προϊόν. Αυτές οι ζύμες είναι σύνθετα συστήματα μακρογαλακτωμάτων των οποίων οι φυσικές ιδιότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των προκυπτόντων κέικ. Οι σημαντικότερες από αυτές τις ιδιότητες είναι η πυκνότητα και ρεολογία. Η πυκνότητα σχετίζεται με την ποσότητα των φυσαλίδων του αέρα που ενσωματώνονται κατά τη διάρκεια της μηχανικής ανάμιξης, η οποία επίσης σχετίζεται με την ποιότητα των κέικ. Επιπλέον, το μεγαλύτερο μέρος των ιδιοτήτων της ζύμης είναι επίσης σημαντικές στη διατήρηση των φυσαλίδων του αέρα κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων του ψήσιματος. Αυτές οι ιδιότητες σχετίζονται, επειδή ο αερισμός στα τρόφιμα έχει ως αποτέλεσμα αλλαγές στη ρεολογία και μια αύξηση στο ιξώδες της ζύμης που μπορεί να βοηθήσει στην ενσωμάτωση του αέρα (Gómez et al., 2008).

Ο αερισμός κατά την παρασκευή είναι μια σημαντική πτυχή για να προσδιορίσει την τελική υφή του προϊόντος μετά το ψήσιμο και έχει λάβει πρόσφατα πολλή προσοχή. Ο εξαερισμός αρχίζει με ανάμιξη, όπου ο αέρας ενσωματώνεται στο σύστημα της ζύμης με τη μορφή φυσαλίδων αέρα. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, ο αέρας που παράγεται από τη δράση του ζυμομύκητα διαχέεται μέσα στις προηγουμένως ενσωματωμένες φυσαλίδες του αέρα και τις αναγκάζει να επεκταθούν. Η σταθερότητα και η ανάπτυξη αυτών των φυσαλίδων θα καθορίσει τον τελικό όγκο, καθώς και την υφή του ψημένου προϊόντος. Η ανάπτυξη της ζύμης κατά τη διάρκεια της θωράκισης επηρεάζεται από τη ρεολογία δεδομένου, ότι οι ρεολογικές ιδιότητες της ζύμης (επεκτασιμότητα, στέλεχος σκλήρυνσης) είναι γνωστό ότι επηρεάζουν την ικανότητα των κυττάρων του αέρα να επεκτείνονται και να διατηρούνται. Ωστόσο, νέα στοιχεία δείχνουν ότι η ρεολογία επηρεάζεται επίσης από την παρουσία φυσαλίδων στο πλέγμα, καθώς και από τη διαδικασία της οξειδωσης. Η πυκνότητα της ζύμης έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως ένα μέτρο του αέριου κλάσματος του κενού στη ζύμη μετά την ανάμιξη και ως ένα

εργαλείο για την αξιολόγηση του εξαερισμού που λαμβάνει χώρα κατά την ανάμιξη (Ktenioudaki et al., 2009)

Οι φυσικές ιδιότητες των κέικ, ο όγκος, το σχήμα, η υφή, το πορώδες και το χρώμα, είναι πολύπλοκες και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως τα συστατικά της ζύμης, τα πρόσθετα, τα ένζυμα και τις συνθήκες επεξεργασίας (Gómez et al., 2008).

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ

- Ογκομετρικός κύλινδρος 100 ml
- Ζύμη
- Απεσταγμένο νερό

ΜΕΘΟΔΟΣ

Στον ογκομετρικό κύλινδρο τοποθετήθηκε ποσότητα ζύμης μέχρι τα 100 ml του κυλίνδρου και ζυγιάστηκε, αφού είχε παρθεί το απόβαρό του. Τέλος, ζυγιάστηκε στον ογκομετρικό η ίδια ποσότητα σε απεσταγμένο νερό. Η πυκνότητα της ζύμης του κέικ εκφράστηκε ως η αναλογία μεταξύ του βάρους της ζύμης προς το βάρος του απεσταγμένου νερού ίδιου όγκου.

4.2.1.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΓΚΟΥ ΚΕΙΚ

Η κατανόηση των ρεολογικών χαρακτηριστικών των υλικών των τροφίμων είναι απαραίτητη για το σχεδιασμό νέων προϊόντων. Είναι σημαντικό να προσδιοριστούν οι ρεολογικές ιδιότητες των ζυμών των κέικ λόγω της επίδρασής τους στην επεξεργασία των κέικ και στα τελικά χαρακτηριστικά τους (Ronda et al., 2011).

Η ζύμη του κέικ μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνθετο γαλάκτωμα ελαίου σε νερό σε μία συνεχή υδατική φάση που περιέχει διαλυμένα ή εναιωρημένα ξηρά συστατικά. Η ενσωμάτωση των κυττάρων του αέρα στο σύστημα κατά τη διάρκεια της ανάμιξης οδηγεί σε αφρό. Ένας μεγάλος αριθμός μικρών κυττάρων παρέχουν υψηλό όγκο στο κέικ εάν η συνεχής φάση της ζύμης είναι ικανή να τα συγκρατεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας του ψησίματος. Η ενσωμάτωση του αέρα εξαρτάται από την ταχύτητα και το σχεδιασμό του μίξερ, το ιξώδες και την επιφανειακή τάση της ζύμης. Η αποτελεσματικότητα της κατακράτησης του αέρα, όμως, είναι γνωστό ότι είναι αντιστρόφως ανάλογη με το μέγεθος των φυσαλίδων και το ιξώδες της ζύμης. Στην

πραγματικότητα υπάρχει ένα βέλτιστο ιξώδες της ζύμης για την επίτευξη κέικ με υψηλό όγκο: εάν το ιξώδες της ζύμης είναι πολύ χαμηλό, η ζύμη δεν μπορεί να κρατήσει τις φυσαλίδες αέρα στο εσωτερικό και το κέικ καταρρέει στο φούρνο. Αντιθέτως, ένα πολύ υψηλό ιξώδες ζύμης μπορεί να περιορίσει την επέκτασή της κατά τη διάρκεια του ψησίματος. Η βέλτιστη τιμή του ιξώδους εξαρτάται επίσης από τη συνταγή. Κατά το ψήσιμο, το αεριούχο γαλάκτωμα μετατρέπεται σε ένα ημιστερεό πορώδες, κυρίως λόγω της ζελατινοποίησης του αμύλου και της πήξης της πρωτεΐνης. Και οι δύο αυτές φάσεις μετάβασης εξαρτώνται σαφώς από την πηγή του αμύλου και της πρωτεΐνης. Όταν γίνεται μια αύξηση της θερμοκρασίας στη ζελατινοποίηση του αμύλου και στην πήξη της πρωτεΐνης, η αλλαγή της ζύμης από ένα ρευστό, αεριούχο γαλάκτωμα, σε μια στερεά πορώδη δομή, που συμβαίνει αργότερα, επιτρέπει στο κέικ να αυξηθεί ο όγκος του για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Ronda et al., 2011).

Ο τρόπος με τον οποίο μειώνεται η πυκνότητα της ζύμης και η ικανότητα της ζύμης να διατηρήσει το αέριο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενός καλού όγκου κέικ (Elmehdi et al., 2010).

Το κλάσμα όγκου τις φυσαλίδας του αέρα είναι τυπικά 0,25-0,45, έτσι ώστε η ζύμη να θεωρείται σαν ένας υγρός αφρός. Σε αυτά τα κλάσματα όγκου αέρα ο αφρός συμπεριφέρεται ως αφρώδη υγρό, αντί για έναν άκαμπτο αφρό. Κατά τη θέρμανση, ο αφρός σχηματίζει ένα σταθερό δομημένο προϊόν τροφίμου, η μικροδομή του οποίου προσδιορίζεται απευθείας από τη ζύμη η οποία ψήνεται. Οι φυσικές ιδιότητες του κέικ, όπως ο όγκος, το σχήμα, την υφή, το πορώδες και το χρώμα, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών επεξεργασίας (Chesterton et al., 2011).

ΥΛΙΚΑ – ΟΡΓΑΝΑ

- Ποτήρι ζέσεως
- Σιναπόσπορος
- Ογκομετρικός κύλινδρος 1000 ml

ΜΕΘΟΔΟΣ

Σε ποτήρι ζέσεως προστίθεται σιναπόσπορος και το κέικ προς μέτρηση. Στη συνέχεια, το ποτήρι ζέσεως πληρώνεται με σιναπόσπορο. Η ποσότητα σιναπόσπορου που περισσεύει τοποθετείται στον ογκομετρικό κύλινδρο, μετράται και είναι αυτή που αντιστοιχεί στον όγκο του κέικ.

4.2.1.3. ΑΠΩΛΕΙΑ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΕΙΚ

Το ψήσιμο είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που επιφέρει μια σειρά από φυσικές, χημικές και βιοχημικές αλλαγές σε ένα προϊόν. Η διαδικασία ψησίματος θεωρείται ότι πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις, οι οποίες επικαλύπτουν η μια την άλλη. Στην πρώτη φάση, ξεκινά η επέκταση της ζύμης και η απώλεια υγρασίας, ενώ στη δεύτερη φάση, φθάνουν σε ένα ανώτατο όριο τόσο η επέκταση της ζύμης όσο και ο ρυθμός απώλειας της υγρασίας. Στην τελευταία φάση, η δομή των κυττάρων του αέρα εντός του πλέγματος της ζύμης καταρρέει ως αποτέλεσμα της αύξησης της πίεσης των ατμών, έτσι ώστε να μειωθεί το ύψος του προϊόντος και ο ρυθμός της απώλειας υγρασίας. Η μετανάστευση του νερού στην επιφάνεια με τριχοειδή και μηχανισμούς διάχυσης είναι κρίσιμης σημασίας για τη διαδικασία της απώλειας υγρασίας (Al-Muhtaseb et al., 2010).

Ο σχηματισμός της κρούστας επηρεάζει την ποσότητα της υγρασίας που εξατμίζεται από τη υγρή ζύμη κατά την διάρκεια της διαδικασίας ψησίματος, καθώς μια παχύτερη κρούστα παράγεται με μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας. Αυτό συμβαίνει επειδή ο σχηματισμός της κρούστας αναπτύσσει ταυτόχρονα την υγρασία που εξατμίζεται κατά το ψήσιμο. Η απώλεια υγρασίας κατά το ψήσιμο μεταφράζεται σε απώλεια βάρους. Για τη μετά περίοδο του ψησίματος, η κρούστα λειτουργεί ως μονωτής που αποτρέπει την υγρασία να μεταναστεύσει στον περιβάλλον, έτσι μπορεί να έχει αντίκτυπο στη μείωση του μouxλιάσματος της ψίχας (Mohd Jusoh et al., 2007).

ΜΕΘΟΔΟΣ

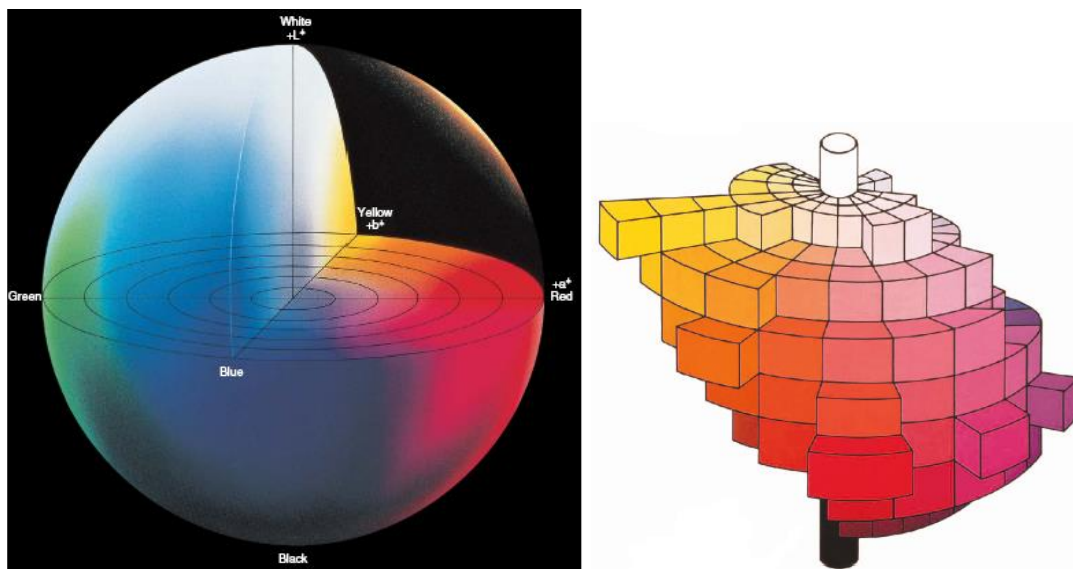
Η απόδοση των κέικ υπολογίστηκε με ζύγιση των κέικ πριν και μετά το ψήσιμο. Η απώλεια ψησίματος υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\% \text{ ΑΠΩΛΕΙΑ} = \frac{\text{αρχικό βάρος} - \text{τελικό βάρος}}{\text{αρχικό βάρος}} * 100$$

4.2.1.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Κατά το παρελθόν αρκετοί επινόησαν μεθόδους ποσοτικής έκφρασης του χρώματος με αριθμητικό αποτέλεσμα, ώστε ο καθένας να καταλάβει τα χρώματα ευκολότερα και ακριβέστερα. Για παράδειγμα, το 1905 ο Αμερικάνος καλλιτέχνης A.H.Munsell επινόησε μια μέθοδο για την έκφραση των χρωμάτων για τα οποία χρησιμοποιήθηκε ένας μεγάλος αριθμός φύλλων

χρωματιστού χαρτιού που ταξινομήθηκαν σύμφωνα με το χρώμα τους, την φωτεινότητα και τον κορεσμό τους για την οπτική σύγκριση με ένα δείγμα χρωμάτων. Άλλες μέθοδοι για την αριθμητική έκφραση χρωμάτων επινοήθηκαν από ένα διεθνή οργανισμό (CIE) Commission Internationale de l'Éclairage που σχετίζεται με το φως και το χρώμα. Τα δύο πιο γνωστά συστήματα που αναπτύχθηκαν για την μέτρηση του χρώματος είναι: το διάστημα χρώματος Yxy που δημιουργήθηκε το 1931 βασισμένο στις τρισδιάστατες αξίες του XYZ που ορίστηκαν από το CIE και το διάστημα χρώματος L^* , a^* , b^* που δημιουργήθηκε το 1976 για να παρέχει ομοιόμορφες διαφορές χρώματος σε σχέση με της οπτικές διαφορές. Το σχήμα 11 είναι μια αναπαράσταση του στερεού χρώματος για το L^* , a^* , b^* διάστημα χρώματος (Παλαβός & Χατζητσόλης, 2011).



Σχήμα 11: Παλέτα χρωμάτων του διαστήματος L^* , a^* και b^*

Το διάστημα χρώματος L^* , a^* , b^* είναι προς το παρόν ένα από τα πιο δημοφιλή διαστήματα για την αντικειμενική μέτρηση του χρώματος και χρησιμοποιείται σε όλους του τομείς. Είναι ένα από τα ομοιόμορφα διαστήματα χρώματος που καθορίστηκε το 1976 από το CIE προκειμένου να περιορίσει ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του αρχικού διαστήματος Yxy και αυτό ήταν ότι οι ίσες αποστάσεις στο X και διάγραμμα χρώματος y δεν αντιστοιχούν στις ίσες αντιληπτές διαφορές χρώματος. Σε αυτό το διάστημα χρώματος το L^* δείχνει την φωτεινότητα και το a^* και b^* είναι συντεταγμένες χρωματικότητας. Στο $+a^*$ είναι η κόκκινη κατεύθυνση και στο $-a^*$ είναι η πράσινη κατεύθυνση, ενώ στο $+b^*$ είναι η κίτρινη κατεύθυνση και στο $-b^*$ η μπλε κατεύθυνση. Το κέντρο δεν έχει χρώμα, δεδομένου ότι οι τιμές του a^* και

του b^* αυξάνονται και το σημείο κινείται έξω από το κέντρο, με αποτέλεσμα την αύξηση κορεσμού του χρώματος (Παλαβός & Χατζητσόλης, 2011).

Το σύστημα χρώματος L^* , a^* , b^* χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του χρώματος στην κόρα και στην ψίχα του ψωμιού. Το σύστημα αυτό είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο στην επεξεργασία εικόνας. Εκτός από αυτό προσφέρει πιο ομοιόμορφη κατανομή των χρωμάτων σε σχέση με την ανθρώπινη αντίληψη (Παλαβός & Χατζητσόλης, 2011).

Η μέτρηση του χρώματος των κέικ πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια χρωματομέτρου, μοντέλου Micro Color (Dr. Lange, Germany), το οποίο είναι τύπου Hunter. Η βαθμονόμηση του οργάνου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δύο προτύπων, ενός λευκού κεραμικού και ενός μαύρου πλαστικού πλακιδίου. Είναι ένα τριχρωματικό χρωματομέτρο με την ακόλουθη οπτική δομή (σύμφωνα με το πρότυπο DIN 5033).



Σχήμα 12: Χρωματομέτρο μοντέλου Micro Color (Dr. Lange, Germany), τύπου Hunter

Το χρωματομέτρο είναι ένα αυτόνομο όργανο μέτρησης διαφοράς χρώματος που δεν απαιτεί εξωτερική πηγή ισχύος για τη μέτρηση. Είναι η πρώτη μονάδα του είδους που επιτρέπει ακριβείς μετρήσεις χρώματος χρησιμοποιώντας ένα κινητό σύστημα. Αυτό κατέστη δυνατό με εκλεπτυσμένα οπτικά συστήματα, SMDs (Surface Mounted Devices) και υψηλής ενέργειας ξένον συστήματος φλας (Ανδρικοπούλου et al., 2012) .

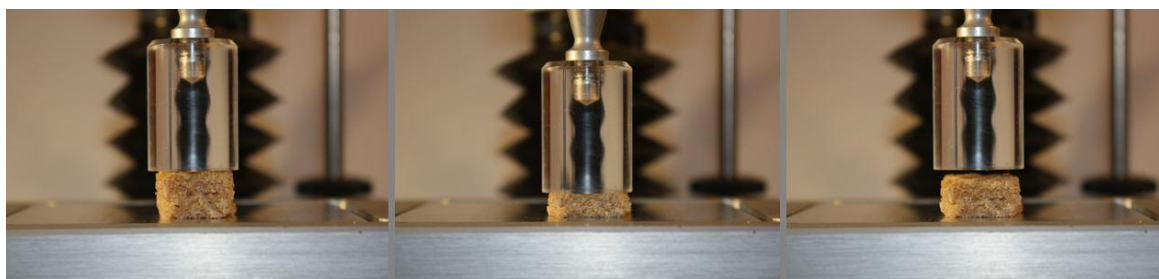
Ένας γλόμπος Ulbricht, σε συνδυασμό με έναν λαμπτήρα φλας Xenon, χρησιμεύει για να φωτίζει τη διάχυση του δείγματος που πρέπει να μετρηθεί. Η διάχυτη αντανάκλαση του δείγματος σε γωνία 8° μετράται σύμφωνα με το

γερμανικό βιομηχανικό πρότυπο DIN 5033. Το φως διαβιβάζεται στη φορητή μονάδα μέτρησης μέσω ενός οπτικού οδηγού κύματος (καλώδιο οπτικών ινών) για τον ακριβή διαχωρισμό πάνω στα πρότυπα φίλτρα χρώματος. Την ίδια στιγμή, ένα δεύτερο οπτικό κύμα αξιολογεί τη φωτεινή πηγή και την επιφάνεια του γλόμπου. Οι μετρούμενες τιμές επεξεργάζονται από μικροεπεξεργαστές. Όλες οι μετρούμενες τιμές απεικονίζονται ψηφιακά (Ανδρικοπούλου et al., 2012).

4.2.1.5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΥΦΗΣ ΤΩΝ ΚΕΙΚ

Ο προσδιορισμός της υφής των κέικ έγινε με τη μέθοδο Texture Profile Analysis (TPA). Η υφή ορίζεται ως τα χαρακτηριστικά μιας ουσίας που προκύπτει από το συνδυασμό των φυσικών ιδιοτήτων και εκλαμβάνεται με τις αισθήσεις της αφής, της όρασης και της ακοής. Η μάσηση οδηγεί στην αξιολόγηση της υφής των τροφίμων (Chuang et al., 2006).

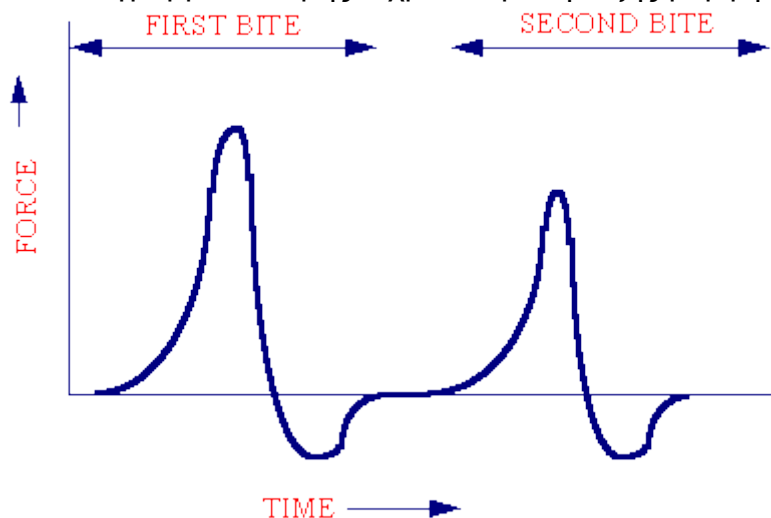
Τα χαρακτηριστικά της υφής των τροφίμων είναι σημαντικές πτυχές της αποδοχής των καταναλωτών (Herrero et al., 2007). Πολλές ενόργανες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων της υφής των τροφίμων. Σήμερα, η πιο συχνή χρησιμοποιούμενη ενόργανη μέθοδος είναι, πιθανότατα, η μέθοδος συμπίεσης, ανάλυσης του προφίλ της υφής (TPA), η οποία μιμείται τους όρους στους οποίους το υλικό υποβάλλεται σε όλη τη διαδικασία της μάσησης (Herrero et al., 2008).



Σχήμα 13: Μέθοδος *Texture Profile Analysis* (TPA)

Στην TPA, ο αναλυτής υφής χρησιμοποιεί ένα έμβολο το οποίο έρχεται σε επαφή με το τρόφιμο. Το έμβολο κινείται πάνω-κάτω και η δύναμη που ασκείται στο τρόφιμο καταγράφεται όσο το δείγμα συμπιέζεται. Μετά το πρώτο «δάγκωμα» το φορτίο απομακρύνεται ώστε το δείγμα να αφηθεί σε ηρεμία. Το δεύτερο « δάγκωμα» συμπιέζει ξανά το δείγμα και στην συνέχεια αφήνει ξανά το δείγμα να ηρεμίσει για δεύτερη φορά. Κατά την διάρκεια του πειραματικού κύκλου των δύο σταδίων καταγράφεται η αντίσταση εξαιτίας της

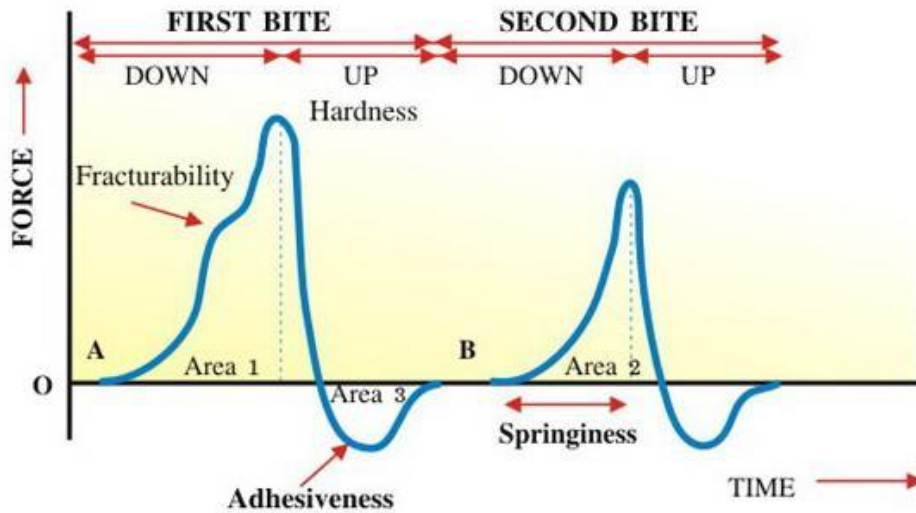
παραμόρφωσης του τροφίμου (Rosenthal., 1999). Τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε διάγραμμα δύναμης – χρόνου με την εξής μορφή:



Σχήμα 14: Διάγραμμα TPA

Η μέτρηση ξεκινάει όταν η κεφαλή ακουμπήσει το δείγμα δείχνοντας τη δύναμη που χρειάζεται στο δάγκωμα, όπου σχηματίζεται και η πρώτη κορυφή, και στη συνέχεια τη δύναμη που χρειάζεται για να αποκολληθεί από το τρόφιμο.

Στην συγκεκριμένη εργασία υπολογίστηκαν οι παράμετροι της σκληρότητας (hardness), της ελαστικότητας (springiness), της συνεκτικότητας (cohesiveness) και της κολλητικότητας (adhesiveness). Τα αποτελέσματα των παραμέτρων υπολογίζονται από το διάγραμμα δύναμης- χρόνου όπου σκληρότητα είναι η πρώτη κορυφή που δημιουργείται σε N, ελαστικότητα (%) είναι η περιοχή που σχηματίζεται στο δεύτερο δάγκωμα από την αρχή του μέχρι την κορυφή, συνεκτικότητα είναι ο λόγος των περιοχών της επιφάνειας της δεύτερης καμπύλης προς την επιφάνεια της πρώτης καμπύλης. Τέλος, η κολλητικότητα (N*sec) είναι η περιοχή που σχηματίζεται στο τέλος της πρώτης καμπύλης και εμφανίζεται κάτω από τον άξονα του χρόνου, αν υπάρχει.



Σχήμα 15: Απεικόνιση παραμέτρων σε διάγραμμα TPA

ΜΕΘΟΔΟΣ

Τα δείγματα ψίχας των κέικ υποβλήθηκαν σε διπλή δοκιμασία συμπίεσης (50% συμπίεση) με σταθερή ταχύτητα 1 mm / s σε θερμοκρασία δωματίου σε κυλινδρικό σχήμα (2,2 cm διάμετρος, 2 cm ύψος) χρησιμοποιώντας τον αναλυτή υφή εφοδιασμένο με μία αλουμινένια πλάκα 100 mm διαμέτρου. Οι παράμετροι της υφής (σκληρότητα, ελαστικότητα, συνεκτικότητα και κολλητικότητα) υπολογίστηκαν από τις καμπύλες δύναμης-χρόνου που δημιουργούνται για κάθε δείγμα.

4.3. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Ως οργανοληπτική εξέταση νοείτε η εκτίμηση της ποιότητας διάφορων προϊόντων με βάση τις πληροφορίες που λαμβάνονται από τις πέντε αισθήσεις: όραση, όσφρηση, γεύση, αφή και ακοή (Bourne, 2002).

Οι παράγοντες ποιότητας των τροφίμων είναι τέσσερις:

- Η εμφάνιση, η οποία περιλαμβάνει το χρώμα, το σχήμα, το μέγεθος και την λάμψη και χρησιμοποιεί την όραση.
- Η ευχυμία, που περιλαμβάνει την γεύση (γίνεται αντιληπτή από την γλώσσα) και την οσμή (γίνεται αντιληπτή από το οσφρητικό κέντρο της μύτης) και είναι η αντίδραση των υποδοχέων της στοματικής και ρινικής κοιλότητας στα χημικά ερεθίσματα.
- Η υφή, η οποία είναι κατά κύριο λόγο η αντίδραση της αίσθησης της αφής σε φυσικά ερεθίσματα τα οποία προέρχονται από την επαφή μεταξύ κάποιου μέρους του σώματος και του τροφίμου. Η αφή είναι η κυριότερη αίσθηση εκτίμησης της υφής. Επιπλέον, η κιναισθησία (η αίσθηση της κίνησης και της στάσης), η όραση (η ρευστότητα) και η ακοή (σχετίζεται με την τραγανιστή υφή) μπορούν, επίσης να εκτιμήσουν την υφή.
- Η διατροφική αξία, η οποία οφείλεται στα κύρια συστατικά των τροφίμων (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες), αλλά και σε ήσσονα συστατικά τους (ανόργανα συστατικά, βιταμίνες, φαινολικά συστατικά) και δεν γίνεται αντιληπτή με της αισθήσεις (Bourne, 2002).

Ο οργανοληπτικός έγινε σε ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙΘ με εκπαιδευμένο πάνελ δοκιμαστών. Η αίθουσα αυτή διαθέτει 10 ειδικούς χώρους με τον απαραίτητο φωτισμό για την οργάνωση και διεξαγωγή του ελέγχου.

Για τον οργανοληπτικό οι 5 μεταχειρίσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι 10%, 30%, 50% και 70% αντικατάστασης της φαρίνας με χαρουπάλευρο και 20% αντικατάστασης της φαρίνας με κακάο.

Αφού δόθηκαν και έντυπες οδηγίες (παράρτημα Ι), οι 10 δοκιμαστές κλήθηκαν να αξιολογήσουν αντικειμενικά τα δείγματα ως προς το χρώμα, το πορώδες, το άρωμα, τη γλυκύτητα, τη μαλακότητα, την ευθρυπτότητα και τη συνολική αποδεκτότητα. Στη συνέχεια, έπρεπε να αξιολογήσουν τα δείγματα ηδονικά (κατά πόσο δηλαδή τους αρέσουν) ως προς το χρώμα, το πορώδες, το άρωμα, τη γλυκύτητα, τη μαλακότητα, την ευθρυπτότητα.

Η βαθμολόγηση της έντασης κάθε χαρακτηριστικού πραγματοποιήθηκε με τη

χρήση αδιαβάθμητης κλίμακας μήκους 15cm και αυξανόμενης έντασης από το 0 μέχρι τα 15cm. Στην αντικειμενική αξιολόγηση η αριστερή άκρη της κλίμακας (0cm) αντιπροσωπεύει όλα τα χαρακτηριστικά «καθόλου» (καθόλου ένταση χρώματος, καθόλου πυκνό πορώδες, καθόλου ένταση αρώματος, καθόλου γλυκύτητα, καθόλου μαλακότητα και καθόλου ευθρυπτότητα), ενώ η δεξιά άκρη της κλίμακας (15cm) αντιπροσωπεύει όλα τα χαρακτηριστικά «πολύ» (πολύ ένταση χρώματος, πολύ πυκνό πορώδες, πολύ ένταση αρώματος κ.τ.λ.). Στον ηδονικό έλεγχο οι δοκιμαστές σημείωναν με Χ το πόσο τους άρεσε κάθε χαρακτηριστικό που μπορούσαν να αντιληφθούν στο δείγμα που είχαν επιλέξει ως πιο αποδεκτό.

Με τη βοήθεια ενός ατελώς ομαδοποιημένου ισορροπημένου σχεδίου μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά των κέικ. Το πειραματικό αυτό σχέδιο ορίζει 5 μεταχειρίσεις ($t= 5$), 10 δοκιμαστές ($b= 10$), όπου κάθε δοκιμαστής παίρνει 3 δείγματα ($k= 3$) και κάθε δείγμα εμφανίζεται 6 φορές στον οργανοληπτικό ($n= 6$). Ο αριθμός συνεύρεσης κάθε ζεύγους είναι 3 ($\lambda= 3$). Το ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στον πίνακα 2.

Κατόπιν τυχαιοποίησης των δοκιμαστών από μια λίστα 25 δοκιμαστών, των μονάδων δοκιμής και κωδικοποίησης των μονάδων δοκιμής με τυχαίους αριθμούς από το 100 μέχρι το 999 (πίνακας 3), πραγματοποιήθηκε ο οργανοληπτικός έλεγχος.

Στους δοκιμαστές δόθηκαν 3 δείγματα κέικ, τα οποία είχαν ψηθεί την προηγούμενη μέρα και είχαν διατηρηθεί σε θερμοκρασία δωματίου. Τα δείγματα κέικ είχαν κοπεί ομοιόμορφα και αποτελούνταν μόνο από την ψίχα, αφού είχαν αφαιρεθεί η κόρα και λίγο από το περιμετρικό τμήμα του κέικ.

Πίνακας 4: Ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο σχέδιο

	ΔΟΚΙΜΑΣΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΟΚΙΜΗΣ		
	1	1	2	3
	2	1	2	5
	3	1	4	5
	4	2	3	4
	5	3	4	5
	6	1	2	4
	7	1	3	4
	8	1	3	5
	9	2	3	5
	10	2	4	5

$t=5$
 $k=3$
 $b=10$
 $n=6$
 $\lambda=3$

Πίνακας 5: Τυχαίωση δοκιμαστών και μονάδων δοκιμής και κωδικοποίηση μονάδων δοκιμής

ΔΟΚΙΜΑΣΤΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			ΚΩΔ. ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΟΚΙΜΗΣ		
9	1	3	2	106	686	428
22	2	5	1	580	188	425
8	1	5	4	685	495	647
25	3	4	2	823	861	324
3	3	4	5	458	760	427
12	2	1	4	431	968	543
1	4	3	1	633	332	827
14	5	3	1	956	892	330
19	3	5	2	751	187	164
6	5	4	2	449	859	877

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΛΕΥΡΑ

5.1.1. ΥΓΡΑΣΙΑ

Τα αποτελέσματα της υγρασίας του χαρουπάλεου και της φαρίνας παρουσιάζονται στον πίνακα 6. Για την υγρασία των αλεύρων έγιναν τρεις επαναλήψεις και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών. Η μέθοδος προσδιορισμού της υγρασίας περιγράφεται στην παράγραφο 4.1.1.

Πίνακας 6: % υγρασία χαρουπάλεου και φαρίνας

ΑΛΕΥΡΙ	% ΥΓΡΑΣΙΑ	Μ.Ο. ΥΓΡΑΣΙΑΣ %
ΧΑΡΟΥΠΑΛΕΥΡΟ	6,77	6,69 ± 0,09
	6,60	
	6,72	
ΦΑΡΙΝΑ	12,13	12,19 ± 0,06
	12,23	
	12,22	

5.1.2. ΤΕΦΡΑ

Η τέφρα προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται στην παράγραφο 4.1.2. και στο πίνακα 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της τέφρας του χαρουπάλεου και της φαρίνας. Για τον προσδιορισμό της τέφρας έγιναν τρεις επαναλήψεις σε κάθε είδος αλεύρου και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών.

Πίνακας 7: % τέφρα σε χαρουπάλεο και φαρίνα

ΑΛΕΥΡΙ	% ΤΕΦΡΑ	Μ.Ο. ΤΕΦΡΑΣ %
ΧΑΡΟΥΠΑΛΕΥΡΟ	2,14	2,10 ± 0,06
	2,13	
	2,04	
ΦΑΡΙΝΑ	2,24	2,05 ± 0,32
	2,23	
	1,69	

5.1.3. ΛΙΠΟΣ

Τα αποτελέσματα του λίπους στα άλευρα και το κακάο παρουσιάζονται στον πίνακα 8. Ο προσδιορισμός του λίπους έγινε με τη μέθοδο Soxhlet που περιγράφεται στην παράγραφο 4.1.3. Για τον προσδιορισμό του λίπους έγιναν τέσσερις επαναλήψεις και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών.

Πίνακας 8: Λίπος (%) σε χαρουπάλευρο, φαρίνα και κακάο

ΑΛΕΥΡΙ	% ΛΙΠΟΣ	Μ.Ο. ΛΙΠΟΥΣ %
ΧΑΡΟΥΠΑΛΕΥΡΟ	0,228	0,318 ± 0,01
	0,326	
	0,448	
	0,27	
ΦΑΡΙΝΑ	0,968	1,052 ± 0,15
	0,929	
	1,043	
	1,268	
ΚΑΚΑΟ	20,7	21,6± 0,06
	22,2	
	22,4	
	21,1	

5.1.4. ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο που περιγράφεται στην παράγραφο 4.1.4. και τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 9. Για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών έγιναν τέσσερις επαναλήψεις για κάθε είδος αλεύρου και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών.

Πίνακας 9: % πρωτεΐνες στο χαρουπάλευρο και τη φαρίνα

ΑΛΕΥΡΙ	% ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ	Μ.Ο. ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ %
ΧΑΡΟΥΠΑΛΕΥΡΟ	4,31	4,39 ± 0,06
	4,46	
	4,38	
	4,39	
ΦΑΡΙΝΑ	9,16	9,37 ± 0,18
	9,33	
	9,42	
	9,58	

5.2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΕΙΚ

5.2.1. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΥΜΗΣ

Η μέτρηση της πυκνότητας της ζύμης έγινε σε όλες τις συνταγές κέικ, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.2.1.1., αφού έγιναν δύο επαναλήψεις για κάθε δείγμα πάρθηκαν οι μέσοι όροι των τιμών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 10.

Πίνακας 10: Πυκνότητα ζύμης στα κέικ

ΚΕΙΚ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΖΥΜΗΣ	Μ.Ο. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΖΥΜΗΣ
0%	0,78	0,74
	0,7	
10%	0,8	0,78
	0,76	
30%	0,8	0,79
	0,78	
50%	0,82	0,8
	0,78	
70%	1,28	1,3
	1,32	
20% κακάο	0,84	0,83
	0,82	

Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η ποσότητα του χαρουπάλευρου στη ζύμη, τόσο αυξάνεται και η πυκνότητα της ζύμης με το 0% χαρουπάλευρο να έχει τη μικρότερη τιμή 0,74% και το 70% την μεγαλύτερη 1,3%. Τα κέικ με 10% και 30% έχουν 0,78% και 0,79%, αντίστοιχα, ενώ το κέικ με 20% κακάο έχει πυκνότητα ζύμης 0,83%, ίδια με το κέικ με 50% χαρουπάλευρο.

5.2.2. ΟΓΚΟΣ ΚΕΙΚ

Για τη μέτρηση του όγκου έγιναν δύο επαναλήψεις στα κέικ, εκτός από το 0 % χαρουπάλευρο, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.2.1.2. και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών. Τα αποτελέσματα του όγκου σε ml παρουσιάζονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11: Όγκος κέικ (ml)

ΚΕΙΚ	ΟΓΚΟΣ (ml)	Μ.Ο. ΟΓΚΟΥ (ml)
10%	545	527,5
	510	
30%	510	510
	510	
50%	450	470
	490	
70%	445	290
	135	
20% κακάο	555	582,5
	610	

Ο όγκος στα κέικ μειώνεται όσο προστίθεται χαρουπάλευρο με το κέικ με 10% χαρουπάλευρο να έχει τη μεγαλύτερη τιμή, 52,75 ml και το 70% χαρουπάλευρο τη μικρότερη, 29 ml. Τα κέικ με 30% και 50% χαρουπάλευρο έχουν 51 και 47 ml αντίστοιχα, ενώ το κέικ με 20% κακάο έχει 58,25 ml. Στα κέικ που περιέχουν χαρουπάλευρο η μείωση του όγκου εξηγείται καθώς ο όγκος επηρεάζεται από την πυκνότητα. Έτσι, το κέικ με την υψηλότερη πυκνότητα θα έχει τον μικρότερο όγκο. Επιπλέον, η μείωση του όγκου οφείλεται στη μείωση του ποσοστού της γλουτένης, αφού όπως προαναφέρθηκε το χαρουπάλευρο δεν περιέχει γλουτένη, και στη μείωση των διογκωτικών υλών από το αλεύρι. Έτσι, το 70% έχει μεγαλύτερη μείωση όγκου λόγω μεγαλύτερης απουσίας ποσοστού γλουτένης.

5.2.3. ΑΠΩΛΕΙΑ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ

Για την απώλεια του ψησίματος των κέικ έγιναν δύο επαναλήψεις, εκτός από το 0 % χαρουπάλευρο, όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.2.1.3. και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών. Τα αποτελέσματα της απώλειας του ψησίματος παρουσιάζονται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12: Απώλεια των κέικ (%)

ΚΕΙΚ	ΑΠΩΛΕΙΑ (%)	Μ.Ο. ΑΠΩΛΕΙΑ (%)
10%	7,3	7,1
	6,9	
30%	7,7	7,4
	7,1	
50%	7,6	7,5
	7,4	
70%	6,2	6,3
	6,4	
20% κακάο	9,8	8,9
	7,9	

Η απώλεια ψησίματος, όπως προαναφέρθηκε, εκφράζεται σαν απώλεια υγρασίας και μετρείται με τη διαφορά του βάρους. Η απώλεια της υγρασίας στα κέικ 10%, 30% και 50% χαρουπάλευρο, αυξάνεται όσο προστίθεται χαρουπάλευρο με 7,1%, 7,4% και 7,5%, αντίστοιχα. Αντίθετα, στο κέικ με 70% χαρουπάλευρο μειώνεται η απώλεια ψησίματος στο 6,3% που οφείλεται στην μεγαλύτερη ποσότητα διαιτητικών ινών που περιέχει. Όπως αναφέρεται στην ετικέτα το χαρουπάλευρο περιέχει περίπου 44,6% διαιτητικές ίνες. Το κέικ με 20% κακάο έχει τη μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας που οφείλεται στο ότι δεν περιέχει καθόλου διαιτητικές ίνες.

5.2.4. ΧΡΩΜΑ ΚΕΙΚ

Για τον προσδιορισμό του χρώματος πάρθηκαν οι τιμές L*, a* και b* στην κρούστα (κόρα) και στην ψίχα των κέικ σε όλες τις συνταγές που παρασκευάστηκαν. Για κάθε συνταγή πραγματοποιήθηκαν τουλάχιστον τρεις επαναλήψεις και πάρθηκε ο μέσος όρος των τιμών για κάθε διάσταση.

ΚΡΟΥΣΤΑ

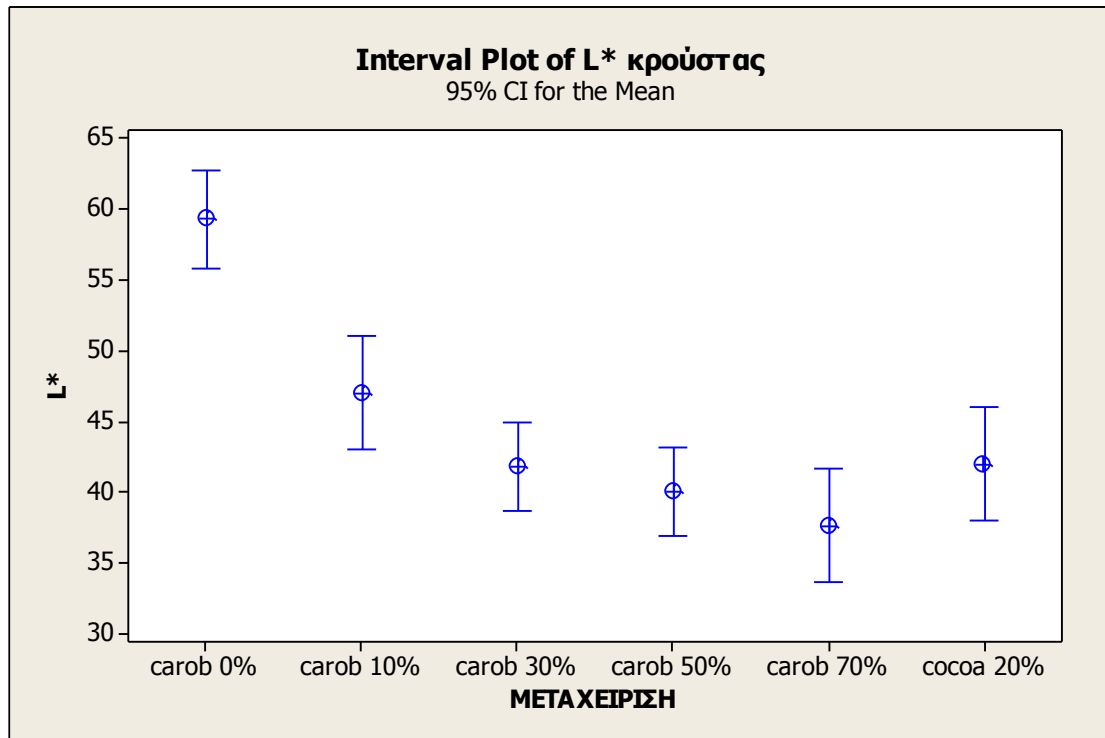
Τα αποτελέσματα των μέσων όρων του χρώματος της κρούστας παρουσιάζονται στον πίνακα 13.

Πίνακας 13: Μέσοι όροι L*, a* και b* για την κρούστα των κέικ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	L*	a*	b*
0 %	59,28 ± 7,29 ^a	5,5 ± 4,03 ^{a, b}	27,55 ± 2,32 ^a
10 %	47 ± 0,69 ^b	2,57 ± 1,66 ^b	23,93 ± 0,74 ^a
30 %	41,76 ± 1,29 ^{b, c}	4,2 ± 2,96 ^b	18 ± 1,98 ^b
50 %	39,98 ± 1,72 ^{b, c}	6,58 ± 2,08 ^{a, b}	16,02 ± 0,98 ^{b, c}
70 %	37,6 ± 1,23 ^c	11,43 ± 0,38 ^a	13,8667 ± 0,76 ^c
20 % κακάο	41,93 ± 1,19 ^{b, c}	6,37 ± 0,35 ^{a, b}	18,7667 ± 0,67 ^b

ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ (L)

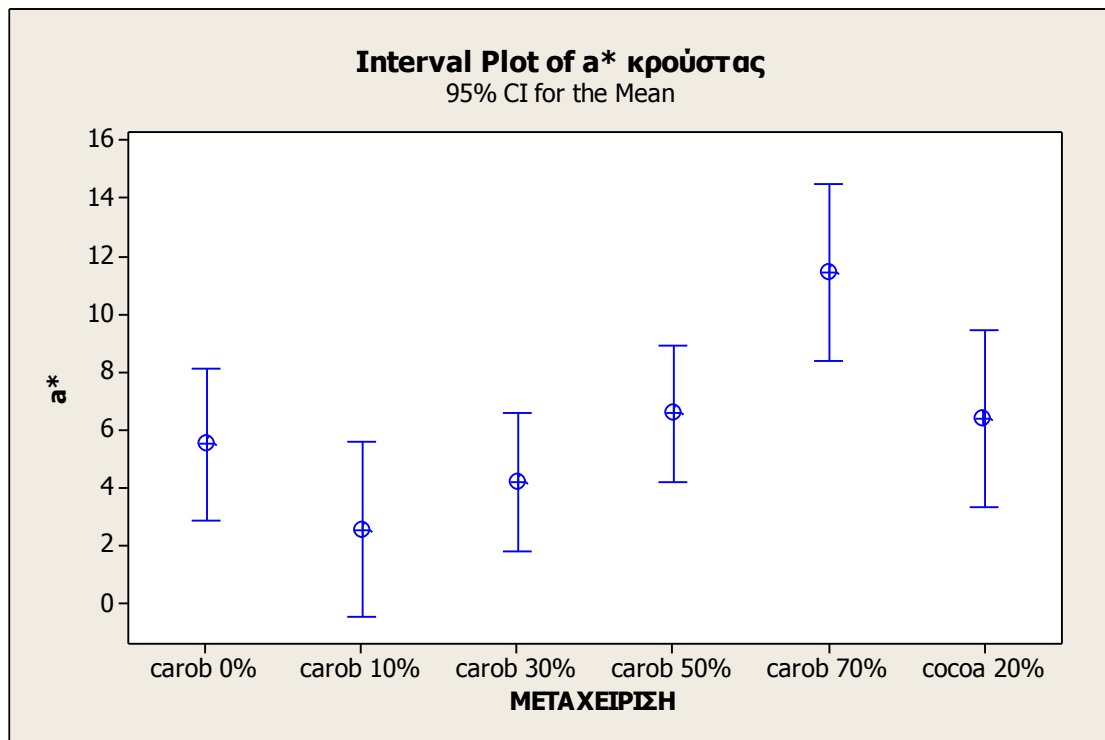
Στη φωτεινότητα της κρούστας υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά με P= 0,00 (P< 0,05) άρα οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι. Τη μεγαλύτερη τιμή της φωτεινότητας την έχει το κέικ με 0% χαρουπάλευρο το οποίο έχει τιμή L* 59,28, ενώ τη μικρότερη το κέικ με 70% χαρουπάλευρο, όπου η τιμή L* είναι 37,6. Στα κέικ που περιέχουν χαρουπάλευρο παρατηρείται ότι όσο προστίθεται χαρουπάλευρο τόσο μειώνεται η φωτεινότητα, ενώ το κέικ με 20% κακάο που έχει τιμή L* 41,93 διαφέρει μόνο από το κέικ με 0% χαρουπάλευρο.



Σχήμα 16: Φωτεινότητα (L*) για την κρούστα

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ a*

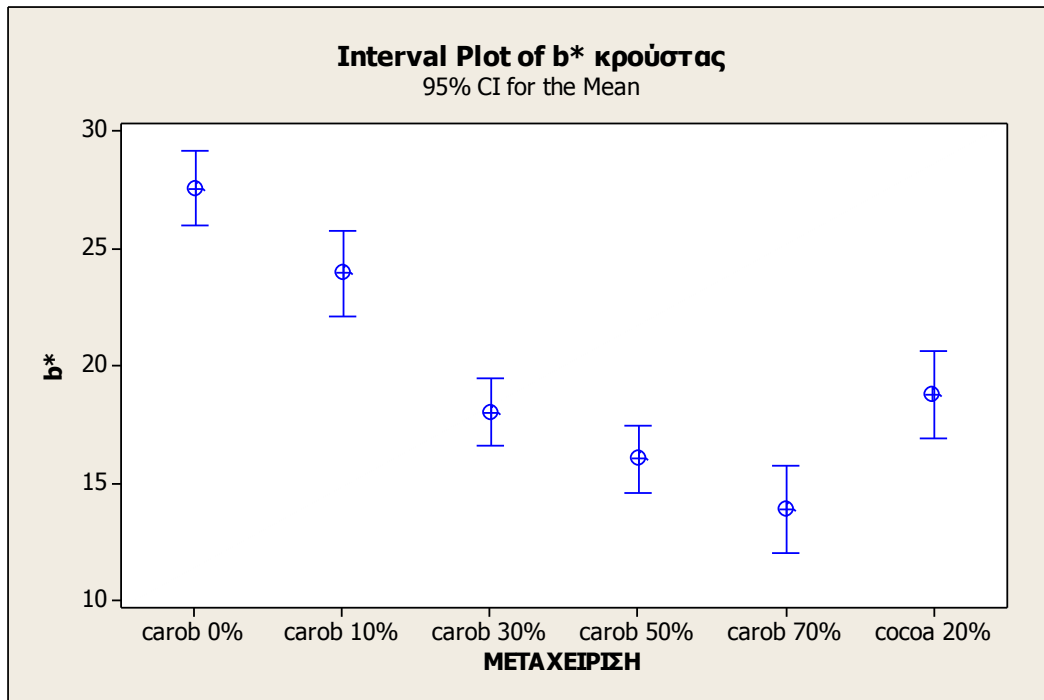
Η σύγκριση των μέσων όρων για τη συντεταγμένη χρώματος a* έδειξε ότι υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά αφού η τιμή P= 0,008 (P< 0,05) άρα οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι. Στη συντεταγμένη a* όλες οι τιμές είναι θετικές άρα η κατεύθυνση του χρώματος είναι προς το κόκκινο. Το 70% χαρουπάλευρο τείνει περισσότερο από τα υπόλοιπα προς το κόκκινο με τιμή συντεταγμένης 11,43, ενώ το κέικ με 10% χαρουπάλευρο έχει τη μικρότερη τιμή a* που είναι 2,57. Το κέικ με 20% κακάο διαφέρει μόνο από το 70% με χαρουπάλευρο.



Σχήμα 17: Συντεταγμένη χρωματισμού a* για την κρούστα

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ b*

Στη συντεταγμένη χρώματος b* η τιμή P από το στατιστικό έλεγχο ήταν 0,000 ($P < 0,05$) άρα υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά, δηλαδή οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι. Οι τιμές της συντεταγμένης b* είναι όλες θετικές που σημαίνει ότι όλα τα κέικ έχουν κατεύθυνση προς το κίτρινο. Τη μεγαλύτερη τιμή την έχει το κέικ με 0% χαρουπάλευρο, 27,55, το οποίο δεν διαφέρει από το 10% που έχει 23,93. Τη μικρότερη τιμή την έχει το κέικ με 70% χαρουπάλευρο, 13,8667, το οποίο δεν διαφέρει από το κέικ με 50% χαρουπάλευρο με 16,02. Το 20% κακάο με μέσο όρο συντεταγμένης b* 18,7667, δε διαφέρει με το 30% και το 50% με 18 και 16,02, αντίστοιχα, αλλά διαφέρει από το 70%.



Σχήμα 18: Συντεταγμένη χρωματισμού b^* για την κρούστα

Γενικά, παρατηρείται ότι όσο προστίθεται χαρουπάλευρο, μειώνεται η φωτεινότητα (L^*) και η συντεταγμένη χρώματος b^* ενώ αυξάνεται η συντεταγμένη χρώματος a^* . Όλα τα δείγματα εμφανίζουν κατεύθυνση χρώματος προς το κόκκινο και το κίτρινο. Το κέικ με 20% κακάο δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το κέικ με 30% χαρουπάλευρο στο διάστημα χρώματος L^* , a^* και b^* .

ΨΙΧΑ

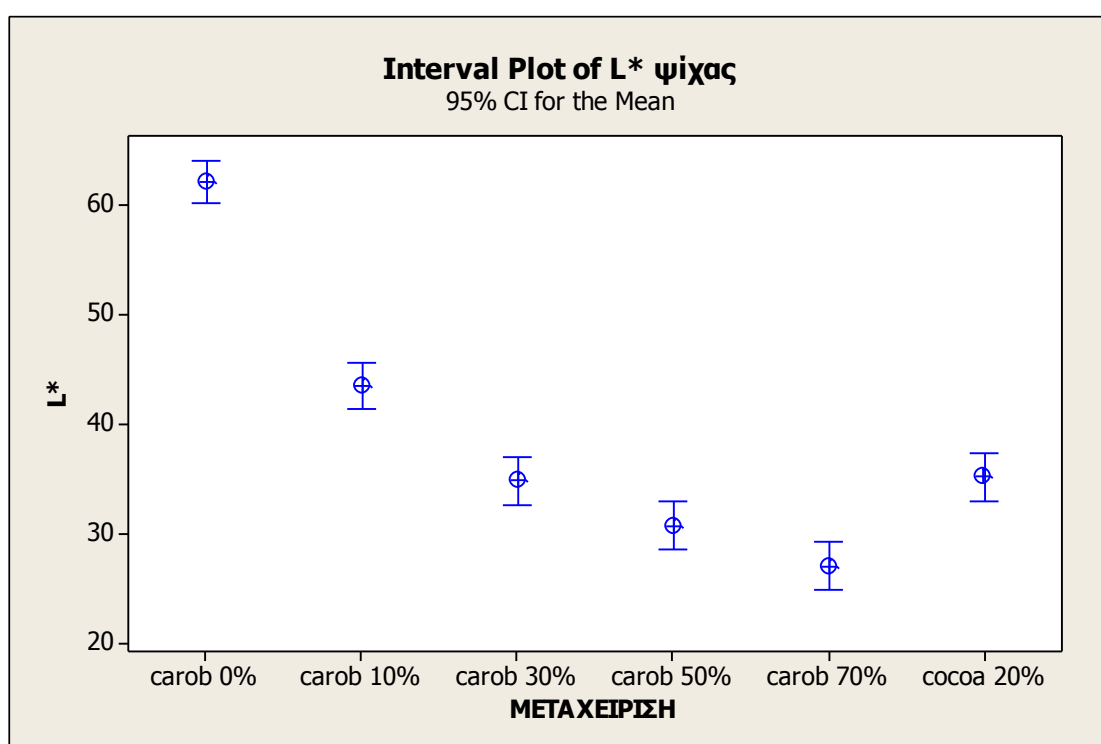
Για την ψίχα των κέικ ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία και οι μέσοι όροι που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 14.

Πίνακας 14: Μέσοι όροι L^* , a^* και b^* για την ψίχα των κέικ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	L^*	a^*	b^*
0 %	62,03 ± 1,69 ^a	-3,4 ± 3,8 ^c	19,45 ± 1,94 ^a
10 %	43,4 ± 1,28 ^b	2,27 ± 1,06 ^c	18,73 ± 0,55 ^a
30 %	34,77 ± 2,32 ^c	17,53 ± 5,52 ^b	14,07 ± 1,14 ^{a, b}
50 %	30,67 ± 0,35 ^{c, d}	20,93 ± 5,78 ^{a, b}	10,33 ± 3,78 ^{b, c}
70 %	27 ± 1,05 ^d	29,3 ± 2,66 ^a	7,17 ± 2,8 ^c
20 % κακάο	35,13 ± 2,63 ^c	16,73 ± 2,32 ^b	15,83 ± 2,49 ^{a, b}

ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ (L*)

Η φωτεινότητα στη ψίχα έδειξε σημαντικά στατιστική διαφορά με $P=0,000$ ($P<0,05$) άρα οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι. Παρατηρείται ότι όσο προστίθεται χαρουπάλευρο τόσο μειώνεται η φωτεινότητα με το κέικ με 0% χαρουπάλευρο να έχει τη μεγαλύτερη τιμή L^* , 62,03 και να διαφέρει από τα υπόλοιπα. Το 70% έχει τη μικρότερη φωτεινότητα, 27, αλλά δε διαφέρει από το κέικ με 50% χαρουπάλευρο που έχει φωτεινότητα 30,67. Το κέικ με 10% χαρουπάλευρο με μέσο όρο φωτεινότητας 43,4 διαφέρει από τα υπόλοιπα, ενώ τα κέικ με 20% κακάο, 30% και 50% χαρουπάλευρο δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους έχοντας τιμή φωτεινότητας 35,13, 37,77 και 30,67, αντίστοιχα.

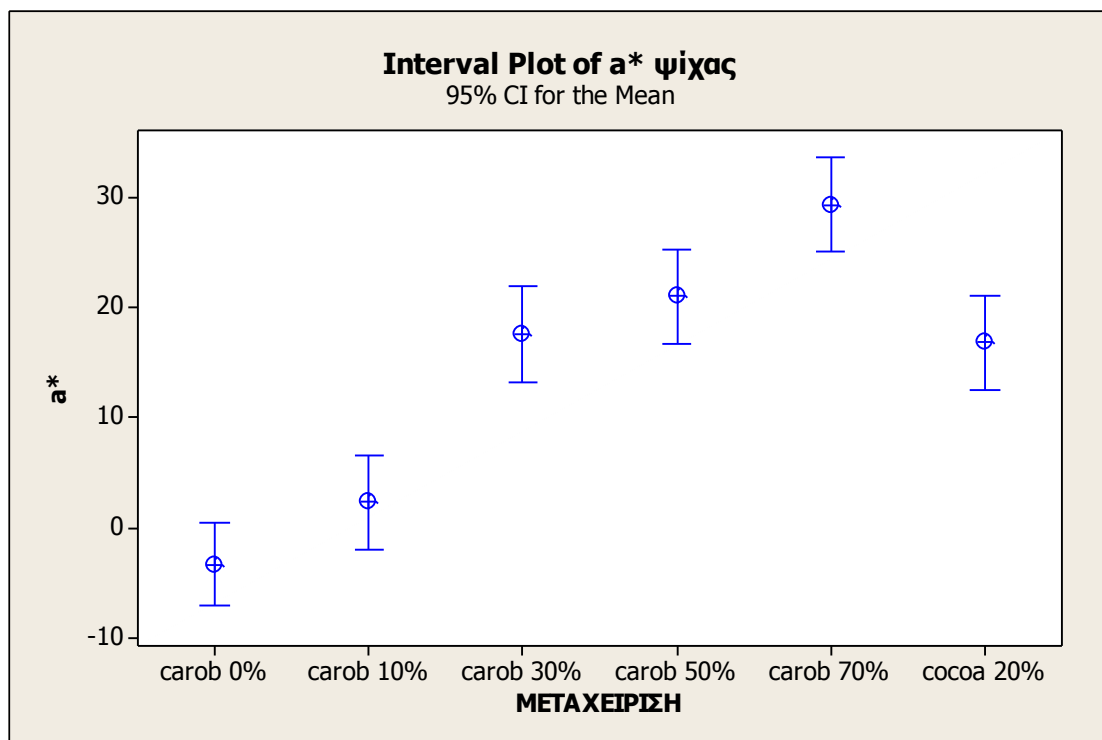


Σχήμα 19: Φωτεινότητα (L^*) για την ψίχα των κέικ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ a^*

Η σύγκριση των μέσων όρων στη συντεταγμένη χρώματος a^* έδειξε να υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά ανάμεσα στα δείγματα με $P=0,000$ ($P<0,05$) άρα οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι. Οι τιμές των δειγμάτων είναι θετικές που σημαίνει ότι τα δείγματα τείνουν προς τη κόκκινη κατεύθυνση, εκτός από το 0% που έχει αρνητική τιμή που σημαίνει ότι τείνει προς την πράσινη κατεύθυνση. Τη μεγαλύτερη τιμή έχει το κέικ με 70% χαρουπάλευρο, 29,3 και ακολουθεί χωρίς σημαντικά στατιστική διαφορά από το 70% το κέικ με 50% χαρουπάλευρο με μέσο όρο a^* 20,93, το οποίο δε διαφέρει από τα κέικ με

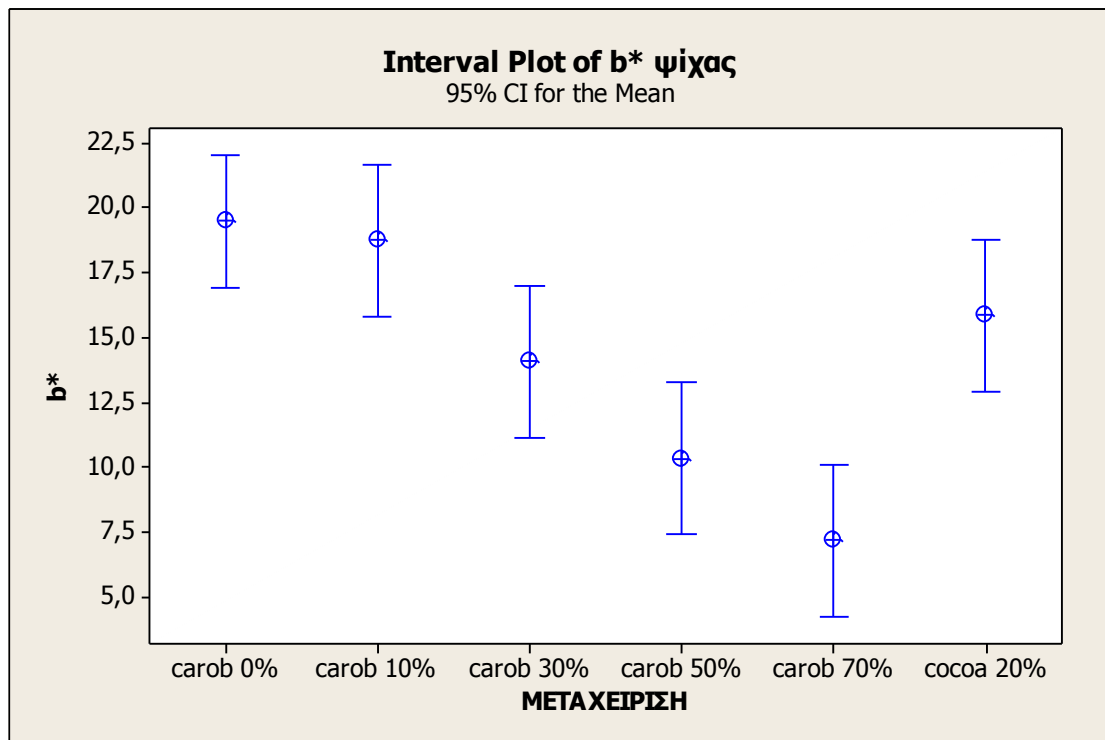
30% και 20% κακάο με συντεταγμένη a^* 17,53 και 16, 73, αντίστοιχα. Το κέικ με 10% χαρουπτάλευρο που δεν έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με το κέικ με 0% χαρουπτάλευρο.



Σχήμα 20: Συντεταγμένη χρωματισμού a^* για την ψίχα των κέικ

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΗ ΧΡΩΜΑΤΟΣ b^*

Η συντεταγμένη χρώματος b^* έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά $P=0,000$ ($P<0,05$) άρα οι μέσοι όροι είναι δεν ίσοι μεταξύ τους. Όλες οι τιμές στη συντεταγμένη b^* είναι θετικές άρα όλα τα κέικ έχουν κίτρινη κατεύθυνση. Το κέικ με 0% χαρουπτάλευρο έχει τη μεγαλύτερη τιμή 19,45 χωρίς να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το 10% που έχει μέσο όρο 18,73. Το 20% κακάο με μέσο όρο 15,83 δε διαφέρει από το 30% που έχει μέσο όρο 14,07 αλλά και από το 50% που έχει μέσο όρο 10,33, ενώ διαφέρει από το 70% με χαρουπτάλευρο. Το 70% χαρουπτάλευρο έχει μέσο όρο 7,17 και δε διαφέρει από το κέικ με 50% χαρουπτάλευρο.



Σχήμα 21: Συντεταγμένη χρωματισμού b^* για την ψίχα των κέικ

Γενικά, στη ψίχα παρατηρήθηκε ότι όσο προστίθεται χαρουπάλευρο, μειώνεται η φωτεινότητα και η συντεταγμένη χρώματος b^* ενώ αυξάνεται η συντεταγμένη χρώματος a^* . Όλα τα κέικ εμφανίζουν κίτρινη και κόκκινη κατεύθυνση εκτός από το 0% που εμφάνισε πράσινη. Το κέικ με 20% κακάο δε διέφερε στατιστικά σημαντικά από το κέικ με 30% χαρουπάλευρο στο διάστημα χρώματος L^* , a^* και b^* .

Συγκριτικά στο χρώμα της κρούστας και της ψίχας, παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές L^* , a^* και b^* στην κρούστα των κέικ απ' ότι στην ψίχα. Όσον αφορά τη φωτεινότητα (L^*) είναι μεγαλύτερη στην κρούστα των κέικ, εκτός από το 0% χαρουπάλευρο που παρουσιάζει στην κρούστα μια μικρή μείωση της φωτεινότητας. Στην συντεταγμένη χρωματισμού a^* υπάρχει διαφορά στην κρούστα και στην ψίχα του 0%, εμφανίζοντας κόκκινο και πράσινο χρώμα αντίστοιχα. Τα υπόλοιπα κέικ εμφανίζουν κόκκινο χρώμα, όμως, οι τιμές της a^* είναι μεγαλύτερες στην ψίχα στα κέικ με 30%, 50% και 70% χαρουπάλευρο, ενώ οι τιμές της a^* του 10% με χαρουπάλευρο και του 20% με κακάο είναι μεγαλύτερες στην κρούστα. Στη συντεταγμένη χρωματισμού b^* όλα τα δείγματα εμφάνισαν κίτρινο χρώμα και στην κρούστα και στη ψίχα αλλά παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές στην κρούστα απ' ότι στην ψίχα σε όλα τα δείγματα.

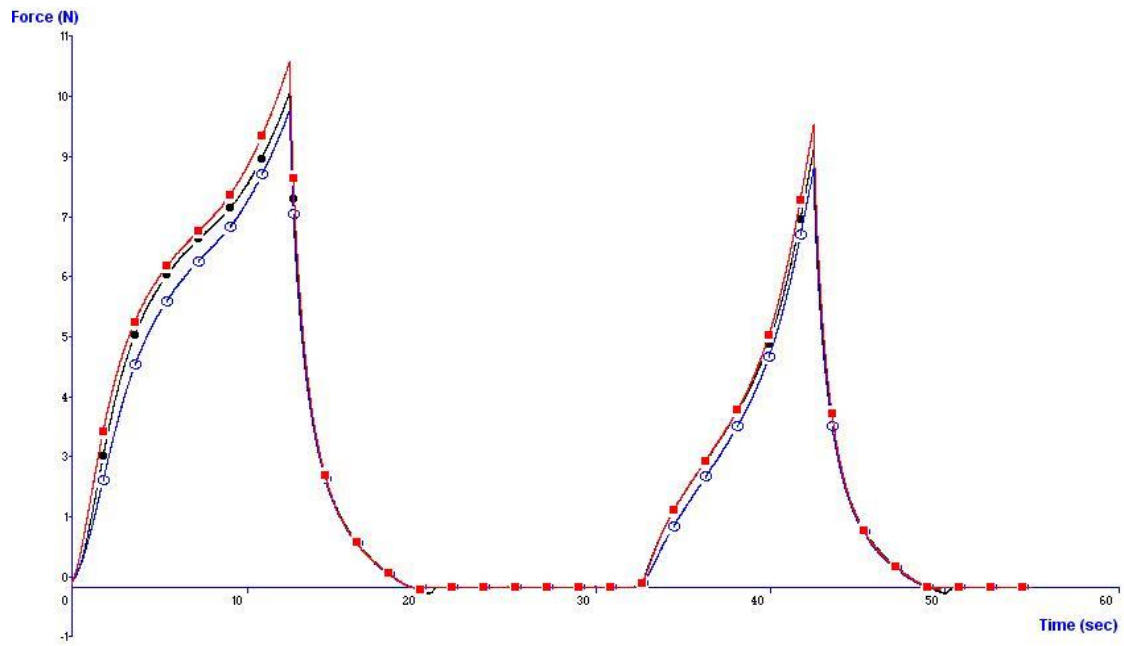
5.2.5. ΥΦΗ ΤΩΝ ΚΕΙΚ

Για τον προσδιορισμό της υφής των κέικ μελετήθηκαν οι παράμετροι που περιγράφονται στην παράγραφο 4.2.1.5. με τη μέθοδο TPA, που είναι η σκληρότητα, ελαστικότητα, συνεκτικότητα και η κολλητικότητα. Η παράμετρος της κολλητικότητας δεν ήταν μετρήσιμη στα δείγματα οπότε δεν παρουσιάζεται στα αποτελέσματα. Η υφή προσδιορίστηκε στα κέικ με 10%, 30%, 50% και 70% αντικατάστασης της φαρίνας με χαρουπάλευρο και στο κέικ με 20% αντικατάστασης της φαρίνας με κακάο. Για κάθε κέικ πάρθηκαν τουλάχιστον τρεις επαναλήψεις για κάθε παράμετρο και στο τέλος βγήκε ο μέσος όρος των τιμών. Οι μέσοι όροι των παραμέτρων για κάθε συνταγή παρουσιάζονται στον πίνακα 15.

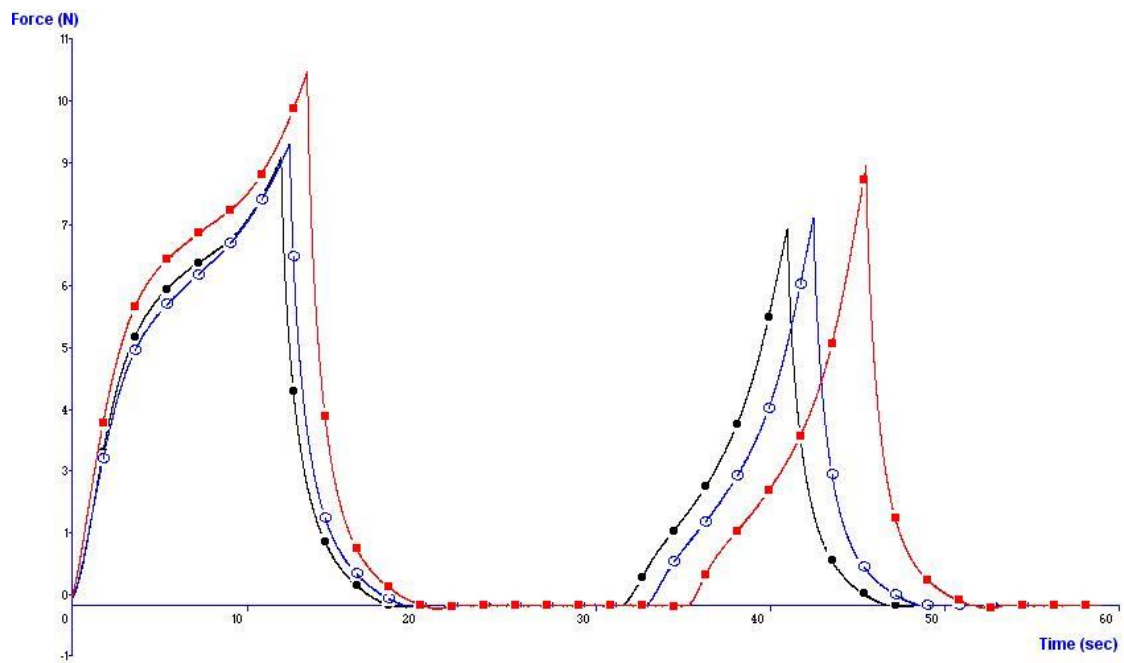
Πίνακας 15: Μέσοι όροι των παραμέτρων TPA για κάθε συνταγή κέικ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Σκληρότητα (N)	Ελαστικότητα (%)	Συνεκτικότητα
carob 10%	9,985 ± 0,5 ^c	81,268 ± 0,03 ^a	0,524 ± 0,01 ^a
carob 30%	9,358 ± 0,9 ^c	77,112 ± 1,62 ^b	0,42 ± 0,02 ^c
carob 50%	19,035 ± 0,89 ^a	66,748 ± 1,11 ^c	0,274 ± 0,01 ^d
carob 70%	14,033 ± 0,7 ^b	56,978 ± 0,31 ^d	0,240 ± 0,01 ^e
cocoa 20%	14,265 ± 1,06 ^b	79,086 ± 1,61 ^{a,b}	0,478 ± 0,01 ^b

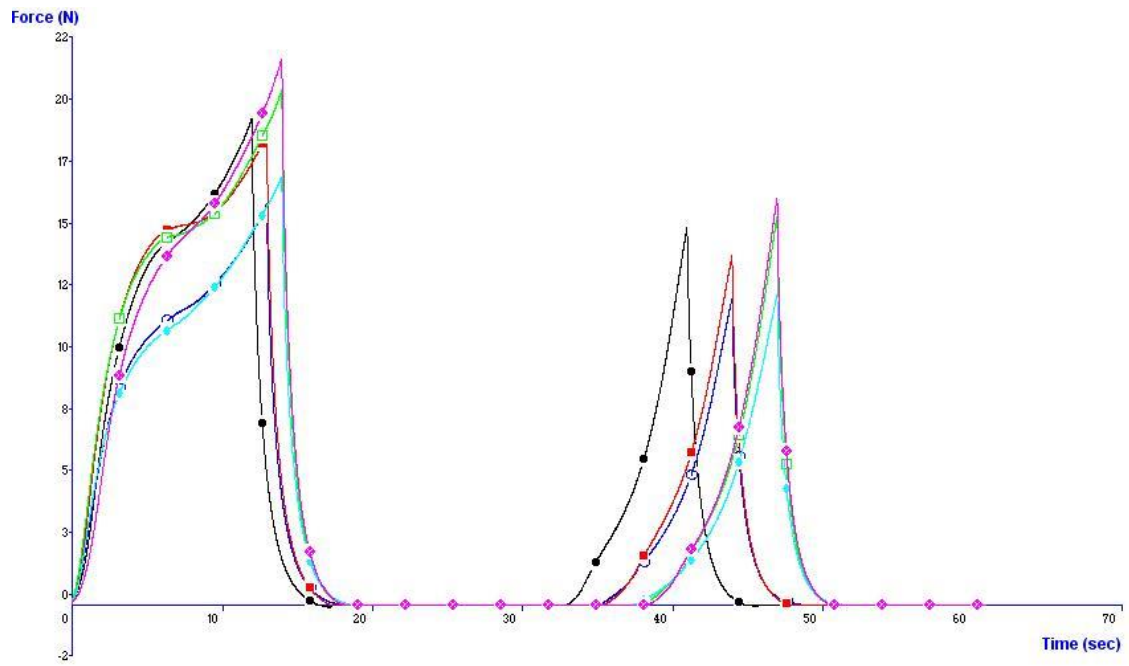
Τα διαγράμματα από τα οποία πάρθηκαν τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω για κάθε δείγμα.



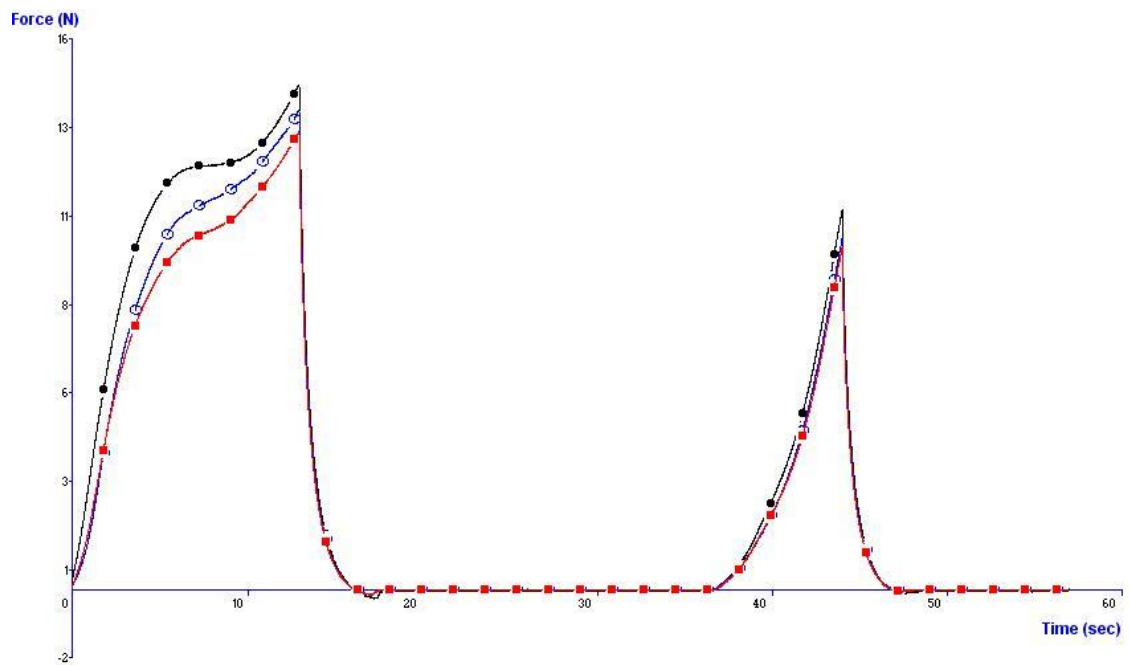
Σχήμα 22: Διάγραμμα TPA στο δείγμα 10% χαρουπάλευρο



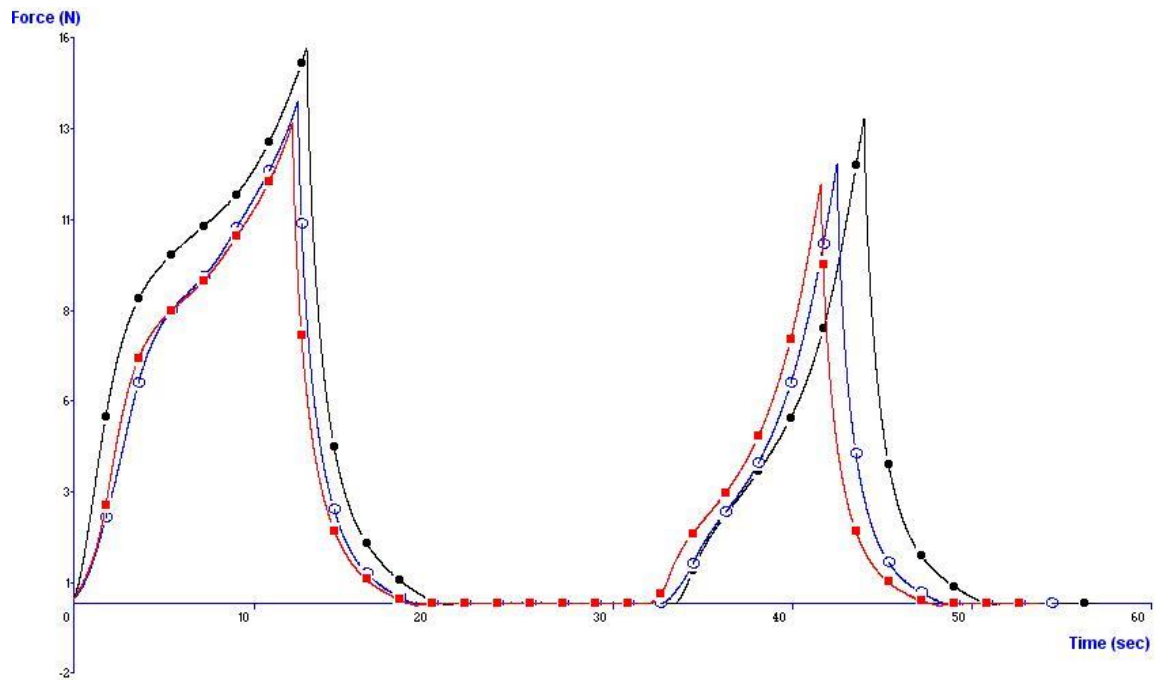
Σχήμα 23: Διάγραμμα TPA στο δείγμα 30% χαρουπάλευρο



Σχήμα 24: Διάγραμμα TPA στο δείγμα 50% χαρουπάλευρο



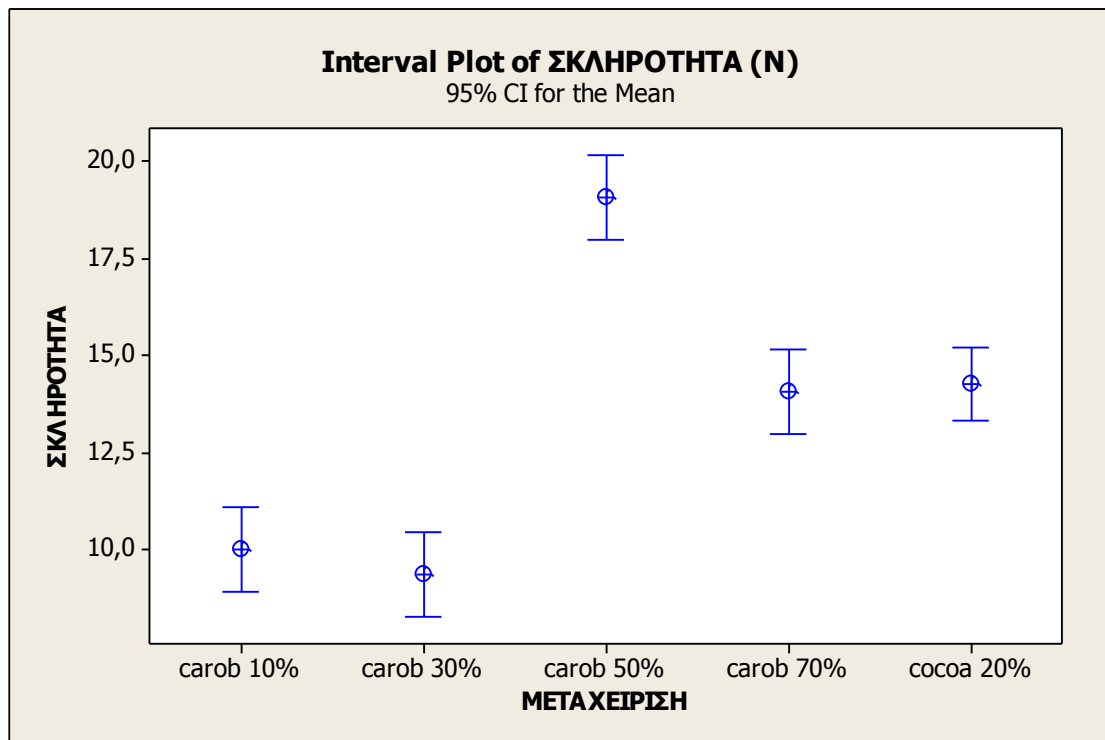
Σχήμα 25: Διάγραμμα TPA στο δείγμα 70% χαρουπάλευρο



Σχήμα 26: Διάγραμμα TPA στο δείγμα 20% κακάο

ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

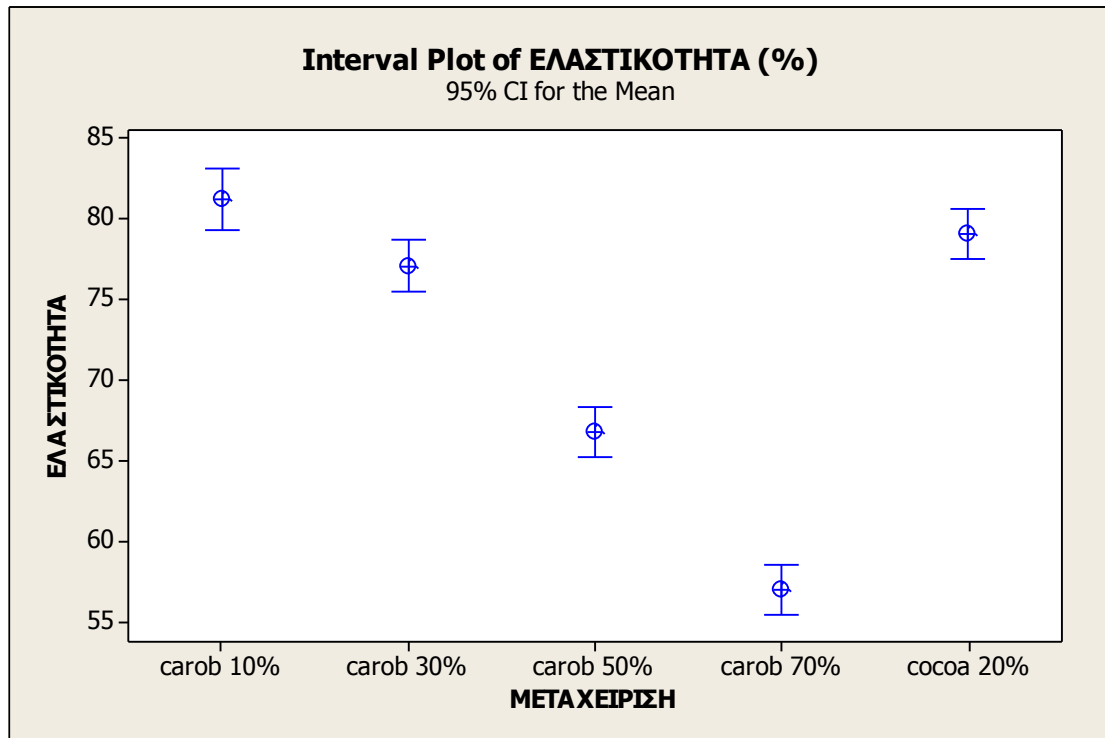
Η σύγκριση των μέσων όρων της σκληρότητας έδειξε να υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά $P= 0,000$ ($P<0,05$) άρα οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, το κέικ με 50% χαρουπάλευρο έχει τη μεγαλύτερη τιμή σκληρότητας, 19,035 και διαφέρει από τα υπόλοιπα, ενώ το κέικ με τη μικρότερη τιμή σκληρότητας, 9,358, είναι το κέικ με 30% χαρουπάλευρο το οποίο δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το 10% χαρουπάλευρο που έχει μέσο όρο 9,985. Το κέικ με 20% κακάο έχει μέσο όρο 14,265 και δε διαφέρει από το 70% χαρουπάλευρο που έχει μέσο όρο 14,033.



Σχήμα 27: Διάγραμμα σκληρότητας TPA

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

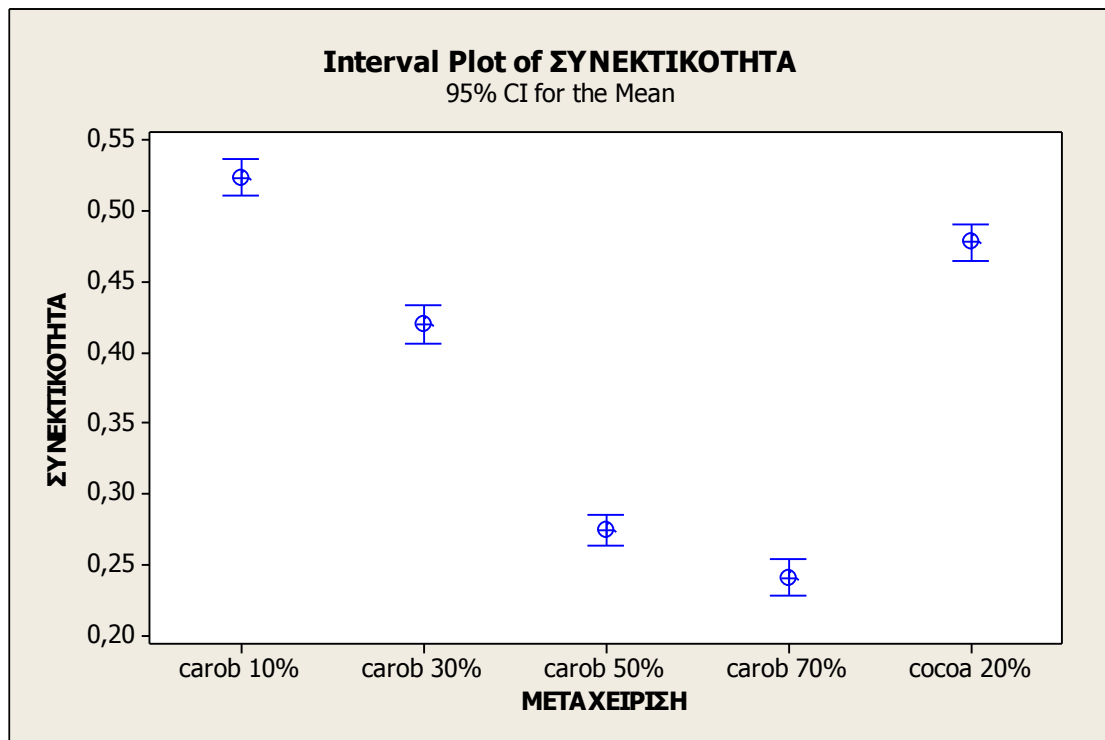
Η σύγκριση των μέσων όρων έδειξε να υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων με $P=0,000$ ($P < 0,05$) οπότε οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι. Τη μεγαλύτερη τιμή ελαστικότητας, 81,268, την έχει το κέικ με 10% χαρουπάλευρο που δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα κέικ με 20% κακάο που έχει μέσο όρο 79,086 και το κέικ με 30% χαρουπάλευρο που έχει μέσο όρο 77,112. Το κέικ με 50% χαρουπάλευρο έχει μέσο όρο 66,748 και το κέικ με 70% χαρουπάλευρο έχει 56,978 που είναι η μικρότερη τιμή ελαστικότητας. Τα κέικ αυτά διαφέρουν μεταξύ τους αλλά και από τα υπόλοιπα κέικ.



Σχήμα 28: Διάγραμμα ελαστικότητας TPA

ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Το Γενικό Γραμμικό Μοντέλο της ANOVA έδειξε ότι υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά ανάμεσα στα δείγματα με τιμή $P=0,000$ ($P<0,05$) άρα οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι μεταξύ τους. Οι μέσοι όροι διαφοροποιούνται όλοι μεταξύ τους με το κέικ με 10% χαρουπάλευρο να έχει τη μεγαλύτερη τιμή συνεκτικότητας 0,524 και ακολουθούν τα κέικ 20% κακάο, 30% και 50% χαρουπάλευρο με μέσους όρους 0,478, 0,42 και 0,274, αντίστοιχα. Το κέικ με 70% χαρουπάλευρο είχε τη μικρότερη τιμή συνεκτικότητας από τα υπόλοιπα με μέσο όρο 0,240.



Σχήμα 29: Διάγραμμα συνεκτικότητας ΤΡΑ

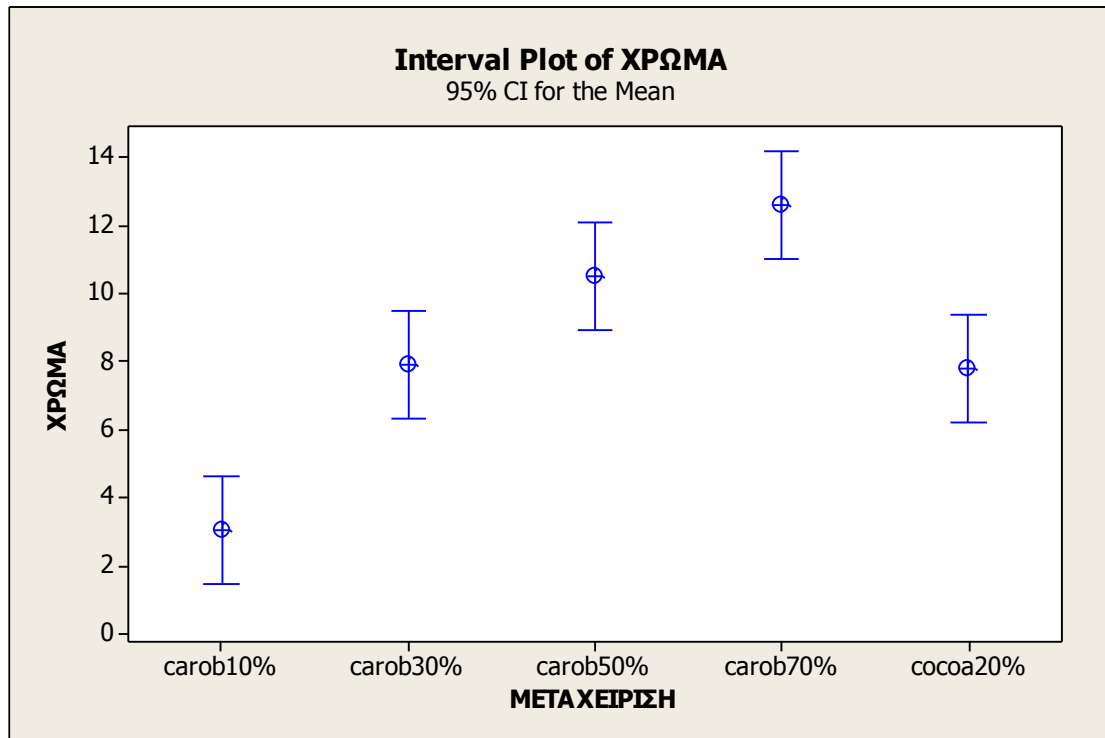
5.3. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Αφού λήφθηκαν τα αποτελέσματα από το ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο σχέδιο που περιγράφεται στην παράγραφο 4.3., επεξεργάστηκαν τα χαρακτηριστικά των κέικ με το Γενικό Γραμμικό Μοντέλο της ANOVA (ANOVA GLM) στο στατιστικό πρόγραμμα Minitab 16. Πραγματοποιήθηκε μια επανάληψη του οργανοληπτικού ελέγχου.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

ΧΡΩΜΑ

Η σύγκριση των μέσων όρων του χρώματος έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων με $P= 0,000$ ($P<0,05$), δηλαδή ισχύει η εναλλακτική υπόθεση ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι το κέικ με 20% κακάο δεν διαφέρει από το κέικ με 30% χαρουπάλευρο, ενώ τη μικρότερη τιμή εμφανίζει το κέικ με 10% χαρουπάλευρο, που διαφέρει από τα υπόλοιπα και τη μεγαλύτερη το κέικ με 70% χαρουπάλευρο το οποίο δε διαφέρει από το 50%.

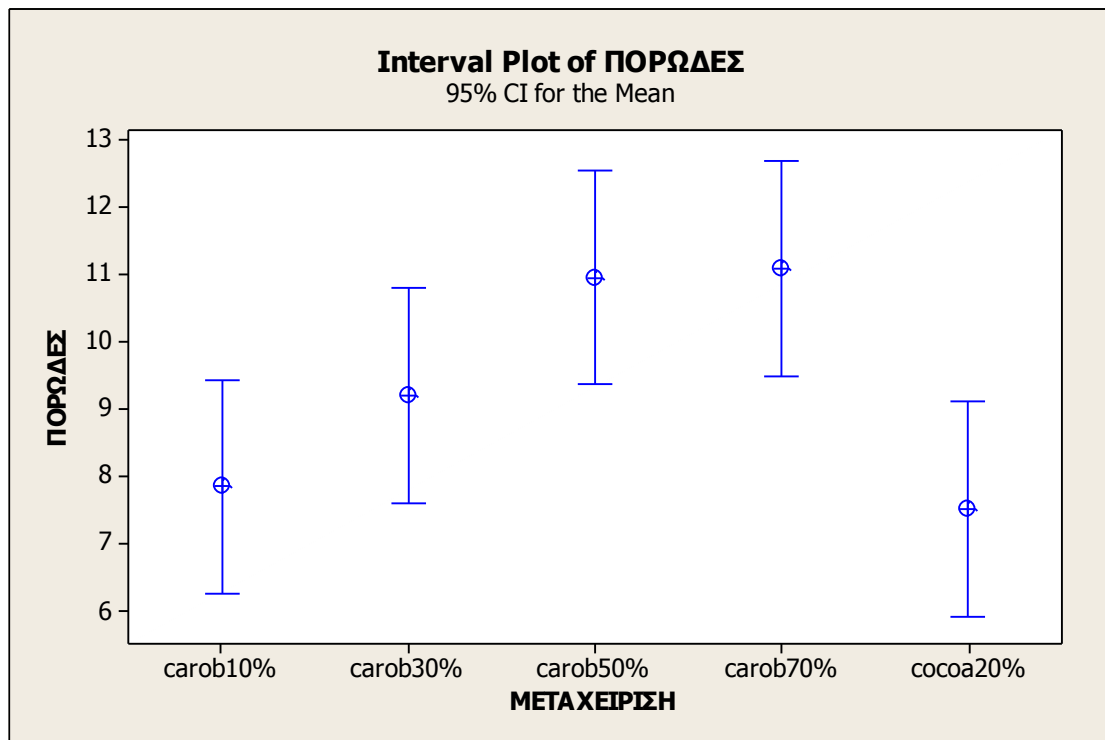


Σχήμα 30: Διάγραμμα μέσω των όρων χρώματος του αντικειμενικού ελέγχου ($P < 0,05$)

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού για την ένταση του χρώματος επιβεβαιώνονται από τη μέτρηση της φωτεινότητας της ψίχας με το χρωματόμετρο, όπου και εκεί το κέικ με 10% χαρουπάλευρο έχει τη μεγαλύτερη φωτεινότητα (στον οργανοληπτικό εμφανίζεται ως το λιγότερο σκούρο- μικρότερη ένταση χρώματος) και το κέικ με 70% χαρουπάλευρο έχει τη μικρότερη φωτεινότητα (μεγαλύτερη ένταση χρώματος). Η διαφορά που δεν εντοπίζεται στον οργανοληπτικό είναι ότι το κέικ με 50% χαρουπάλευρο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το κέικ με 30% χαρουπάλευρο και το κέικ με 20% κακάο.

ΠΟΡΩΔΕΣ

Στο πορώδες τα δείγματα εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με $P=0,000$ ($P < 0,05$), οπότε ισχύει η εναλλακτική υπόθεση ότι οι μέσοι όροι διαφέρουν μεταξύ τους. Όσον αφορά το πορώδες των κέικ, το πυκνότερο πορώδες εμφανίζεται στο κέικ με 70% χαρουπάλευρο και το αραιότερο πορώδες το κέικ με 10% χαρουπάλευρο. Το κέικ με 20% κακάο διαφέρει από τα κέικ με 50% και 70% χαρουπάλευρο, ενώ δε διαφέρει με το 10% και το 30% χαρουπάλευρο. Το κέικ με 70% χαρουπάλευρο δε διαφέρει από το 50% χαρουπάλευρο.



Σχήμα 31: Διάγραμμα μέσων όρων πορώδους του αντικειμενικού ελέγχου ($P < 0,05$)

Το πορώδες συγκριτικά με τον όγκο των κέικ παρουσίασε τα ίδια αποτελέσματα καθώς το κέικ με τον μικρότερο όγκο (70% χαρουπάλευρο) έχει το πιο πυκνό πορώδες. Επίσης, παρατηρείται και στον οργανοληπτικό ότι όσο προστίθεται χαρουπάλευρο αυξάνεται το πορώδες δηλαδή μειώνεται ο όγκος.

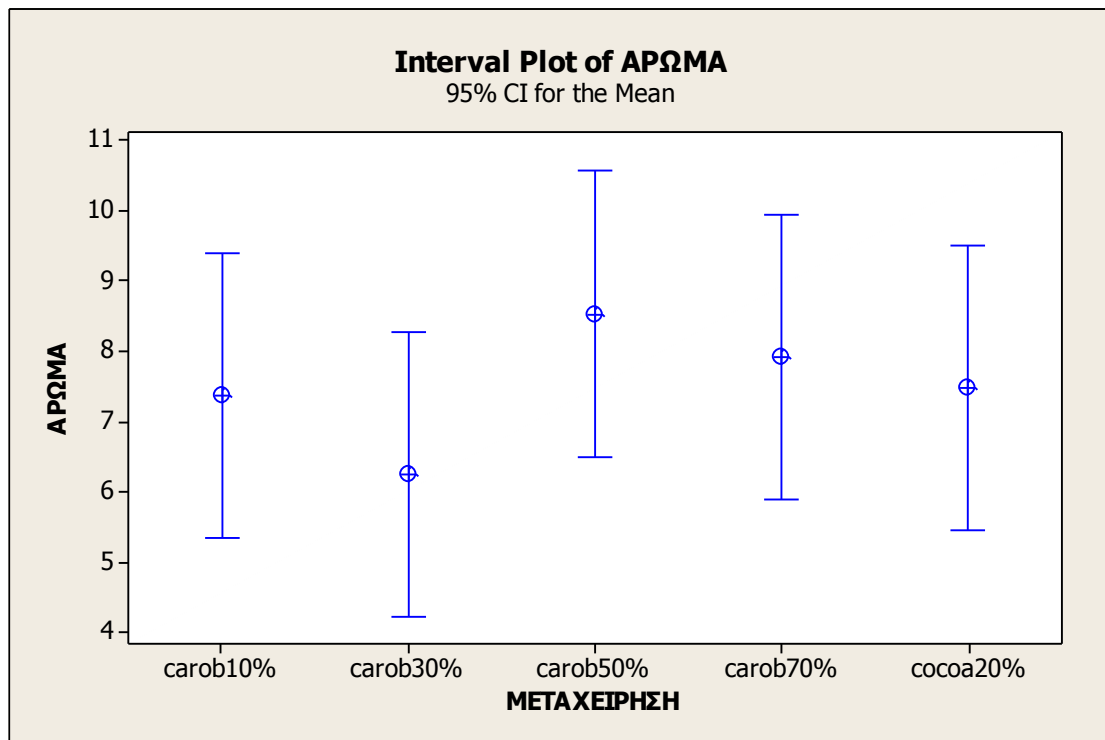
ΑΡΩΜΑ

Με το Γενικό Γραμμικό Μοντέλο της ANOVA, η τιμή P του αρώματος ήταν 0,519 ($P > 0,05$) που σημαίνει ότι οι μέσοι όροι δεν είναι στατιστικά σημαντικοί, δηλαδή ισχύει η μηδενική υπόθεση ότι οι μέσοι όροι είναι ίσοι μεταξύ τους.

Grouping Information Using Bonferroni Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	N	Mean	Grouping
carob 70%	12	8,7	A
carob 50%	12	8,5	A
cocoa 20%	12	7,4	A
carob 10%	12	6,6	A
carob 30%	12	6,4	A

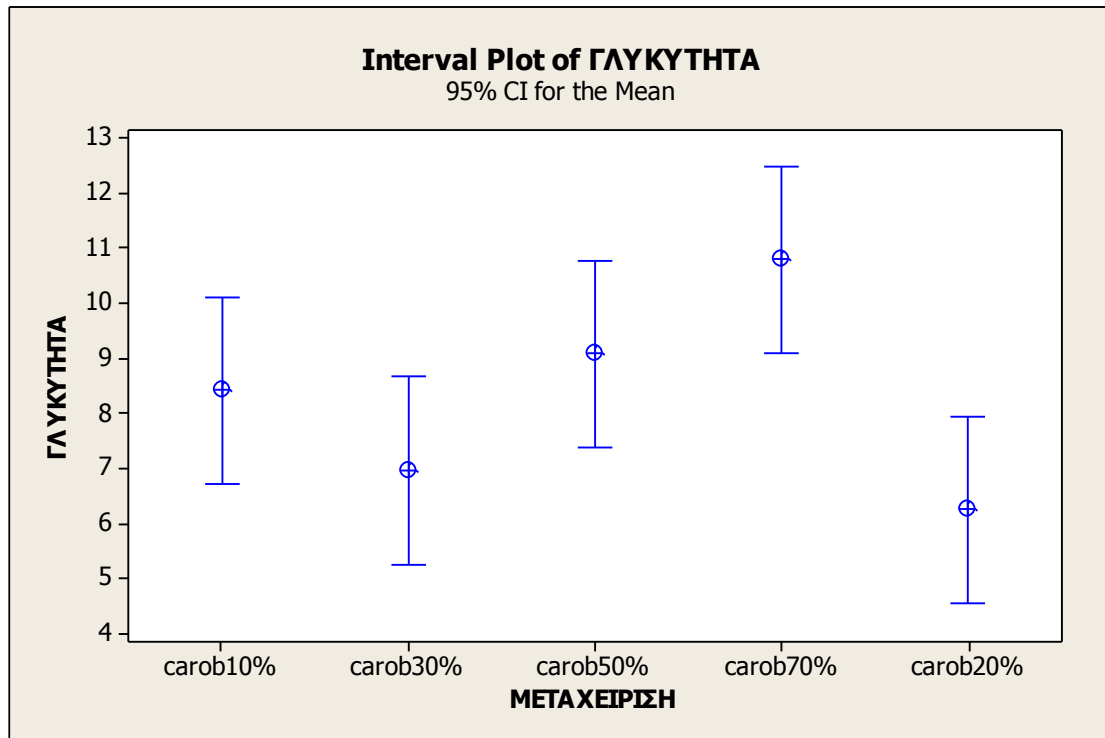
Means that do not share a letter are significantly different.



Σχήμα 32: Διάγραμμα μέσω των όρων αρώματος του αντικειμενικού ελέγχου ($P > 0,05$)

ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

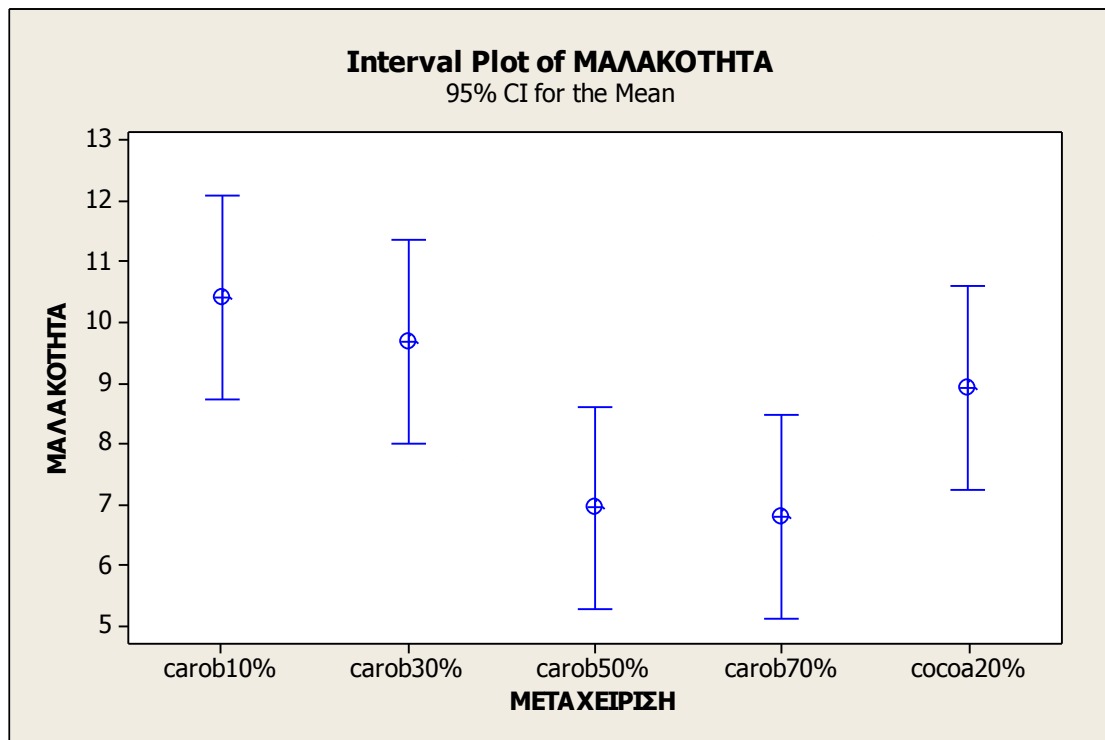
Η τιμή P στη γλυκύτητα ήταν 0,004 ($P < 0,05$) άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, δηλαδή οι μέσοι όροι είναι δεν είναι ίσοι. Το κέικ με 70% χαρουπάλευρο έχει τη μεγαλύτερη γλυκύτητα, ενώ το κέικ με 20% κακάο έχει τη μικρότερη. Το κέικ με 20% κακάο διαφέρει από το κέικ με 70% χαρουπάλευρο και δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα, ενώ το κέικ με 70% χαρουπάλευρο διαφέρει και από το 30% χαρουπάλευρο.



Σχήμα 33: Διάγραμμα μέσων όρων γλυκύτητας του αντικειμενικού ελέγχου ($P < 0,05$)

ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ

Στη σύγκριση των μέσων όρων στη μαλακότητα η τιμή P ήταν 0,000 ($P < 0,05$) οπότε υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά δηλαδή ισχύει η εναλλακτική υπόθεση ότι οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι μεταξύ τους. Το κέικ με 10% χαρουπάλευρο έχει τη μεγαλύτερη μαλακότητα, ενώ το κέικ με 70% χαρουπάλευρο τη μικρότερη. Το κέικ με 20% κακάο διαφέρει με το 70% χαρουπάλευρο, ενώ τα υπόλοιπα κέικ δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Σχήμα 34: Διάγραμμα μέσων όρων μαλακότητας του αντικειμενικού ελέγχου ($P < 0,05$)

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου στη μαλακότητα συμπίπτουν με την σκληρότητα που μετρήθηκε στη ΤΡΑ, αφού το 10% και το 30% με χαρουπάλευρο στον οργανοληπτικό βγήκαν σαν πιο μαλακά κάτι που προκύπτει και από την σκληρότητα (λιγότερο σκληρά). Η διαφορά που δεν εντοπίστηκε στον οργανοληπτικό ήταν μεταξύ του κέικ με 20% κακάο και του κέικ με 30% χαρουπάλευρο. Το κέικ με 50% χαρουπάλευρο παρουσίασε τη μεγαλύτερη σκληρότητα κάτι που φάνηκε και στον οργανοληπτικό (λιγότερο μαλακό) αλλά χωρίς να εντοπίζεται η διαφορά με το κέικ με 70% χαρουπάλευρο.

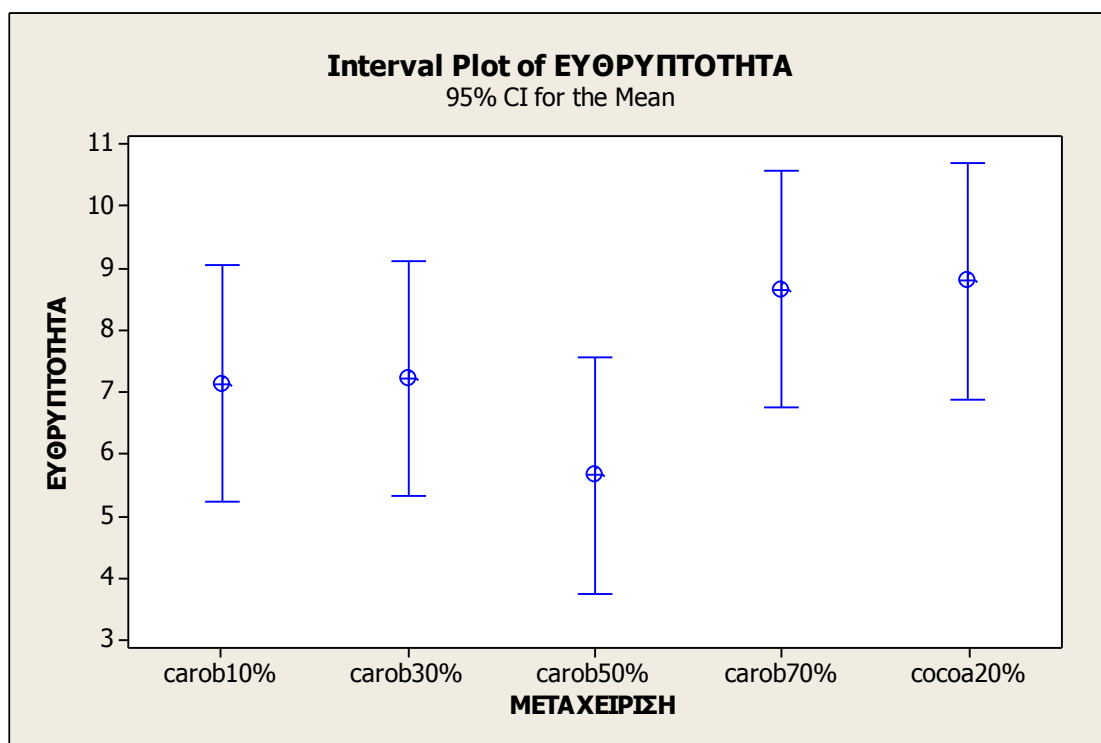
ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ

Η σύγκριση των μέσων όρων στο γενικό γραμμικό μοντέλο της ANOVA δεν έδειξε να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων στην ευθρυπτότητα. Η τιμή P της μεταχείριση είναι 0,266 ($P > 0,05$) οπότε ισχύει η μηδενική υπόθεση, δηλαδή ότι οι μέσοι όροι δεν διαφέρουν μεταξύ τους.

Grouping Information Using Bonferroni Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
carob 70%	12	9,2	A
cocoa 20%	12	8,1	A
carob 30%	12	7,4	A
carob 10%	12	7,0	A
carob 50%	12	5,8	A

Means that do not share a letter are significantly different.



Σχήμα 35: Διάγραμμα ευθυπτότητας του αντικειμενικού ελέγχου ($P > 0,05$)

ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ

Η αποδεκτότητα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων $P = 0,358$ ($P > 0,05$) που σημαίνει ότι οι μέσοι όροι είναι ίσοι μεταξύ τους. Παρόλα αυτά το κέικ με 30% χαρουπάλευρο έχει το μεγαλύτερο μέσο όρο από τα υπόλοιπα και ακολουθεί το κέικ με 20% κακάο. Το μικρότερο μέσο όρο αποδεκτότητας έχει το κέικ με 10% χαρουπάλευρο. Οπότε, το περισσότερο αποδεκτό ήταν το κέικ με 30% χαρουπάλευρο.

Least Squares Means for ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Mean	SE Mean
carob 10%	9,455	1,912
carob 30%	14,555	2,103
carob 50%	11,055	1,454
carob 70%	10,455	1,978
cocoa 20%	12,255	1,265

ΗΔΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στον ηδονικό έλεγχο αξιολογήθηκαν τα δείγματα που επιλέχθηκαν σαν πιο αποδεκτά από τους δοκιμαστές ως προς την αρεστότητα των χαρακτηριστικών. Η κλίμακα που αντιστοιχεί στην αρεστότητα των χαρακτηριστικών παρουσιάζεται στον πίνακα 16.

Πίνακας 16: Κλίμακα αρεστότητας

ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΡΕΣΤΟΤΗΤΑΣ	
1	ΚΑΘΟΛΟΥ
2	ΛΙΓΟ
3	ΜΕΤΡΙΑ
4	ΑΡΚΕΤΟ
5	ΠΟΛΥ

Τα αποτελέσματα του ηδονικού ελέγχου παρουσιάζονται στον πίνακα 17, όπου φαίνονται οι μέσοι όροι του κάθε χαρακτηριστικού και ο αριθμός των ατόμων που αξιολόγησαν τα χαρακτηριστικά σε κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 17: Αρεστότητα και άτομα (N) για κάθε χαρακτηριστικό στα κέικ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΧΡΩΜΑ	N1	ΠΟΡΩΔΕΣ	N2	ΑΡΩΜΑ	N3	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	N4	ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ	N5	ΕΥΘΥΡΥΠΤΟΤΗΤΑ	N6
1	2,33	3	4,33	3	2,5	2	4	3	4	2	2,5	2
2	3	6	3,4	5	2,83	6	3	6	3,83	6	3,75	4
3	4	3	3,5	2	3	4	3,25	4	4	3	3	3
4	4	4	3,33	3	3,5	2	3,75	4	3,5	2	2,67	3
5	4	3	3,67	3	4	3	3,67	3	3,67	3	3,67	3

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΚΕΙΚ
1	10% χαρουπάλευρο
2	30% χαρουπάλευρο
3	50% χαρουπάλευρο
4	70% χαρουπάλευρο
5	20% κακάο

Στην αρεστότητα προτιμήθηκε περισσότερο το κέικ με 30% χαρουπάλευρο, εφόσον προτιμήθηκε από τα περισσότερα άτομα (33) για κάθε χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα, ως προς το χρώμα έβγαλε μέτρια σκούρο (3), μέτρια πυκνό πορώδες (3,4), μέτρια ένταση αρώματος (2,83), μέτρια γλυκύτητα (3) και αρκετή μαλακότητα (3,83) και ευθρυπτότητα (3,75).

Το δεύτερο πιο αρεστό κέικ ήταν το κέικ με 50% χαρουπάλευρο που προτιμήθηκε από 19 άτομα συνολικά για κάθε χαρακτηριστικό. Το κέικ με 50% χαρουπάλευρο έβγαλε αρκετή ένταση χρώματος (4), αρκετά πυκνό πορώδες (3,5), μέτρια ένταση αρώματος (3), γλυκύτητας (3,25) και ευθρυπτότητας (3) και αρκετή μαλακότητα (4).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Η προσθήκη χαρουπάλευρου αυξάνει την πυκνότητα της ζύμης, μειώνει τον όγκο των κέικ γεγονός που αποδίδεται στη μείωση του ποσοστού γλουτένης αλλά και των διογκωτικών.
- ✓ Στη μέτρηση του χρώματος της κόρας και της ψίχας, η ποσότητα του χαρουπάλευρου μειώνει τη φωτεινότητα (L^*) και τη συντεταγμένη χρώματος b^* , ενώ αυξάνει την συντεταγμένη a^* .
- ✓ Κατά την ανάλυση της υφής βρέθηκε ότι η προσθήκη του χαρουπάλευρου αύξησε τη σκληρότητα, ενώ μείωσε την ελαστικότητα και τη συνεκτικότητα.
- ✓ Στον αντικειμενικό έλεγχο το επίπεδο της προσθήκης του χαρουπάλευρου επηρέασε το χρώμα, το πορώδες, τη γλυκύτητα και τη μαλακότητα, παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων, όμως δεν επηρέασε το άρωμα και την ευθρυπτότητα. Περισσότερο αποδεκτό βρέθηκε το κέικ με 30% χαρουπάλευρο χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων.
- ✓ Στον ηδονικό έλεγχο το πιο αρεστό κέικ ήταν το 30% χαρουπάλευρο που αξιολογήθηκε με μέτρια σκούρο χρώμα, αρκετό πορώδες, μέτριο άρωμα και γλυκύτητα και αρκετή μαλακότητα και ευθρυπτότητα.
- ✓ Είναι δυνατό με προσθήκη χαρουπάλευρου να παρασκευάσουμε κέικ με παρόμοια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με το κέικ που περιέχει κακάο ειδικότερα σε ότι αφορά τη γλυκύτητα, το χρώμα και το άρωμα χωρίς όμως την παρουσία καφεΐνη και με λιγότερα λιπαρά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Belitz H. D., Grosch W. and Schieberle P. (2006). Χημεία Τροφίμων. Εκδόσεις Τζιόλα pp 881-884, 1047-1048, 1547-1550, 1557.

Αλεξιάδου Αριάδνη & Αλεξιάδου Ελένη (2013). Διατροφική αξία αλεύρων από φύτρο χαρουπιού, μελέτη της χημικής σύστασης τριών ποικιλιών της Κύπρου. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Ανδρικοπούλου Αικατερίνη & Λόγγρου Αικατερίνη (2012). Μελέτη ρεολογικής συμπεριφοράς αιωρημάτων και γαλακτωμάτων παρασκευασμένων με διάφορους σταθεροποιητές. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Βασιλική Λάγουρη Δρ.χημικός (2004). Σημειώσεις εργαστηριακών ασκήσεων χημείας τροφίμων. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Κεφαλάς Π.Σ., (2002). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας σιτηρών, Εκδόσεις ΑΤΕΙ- Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη (pp 158, 167,169-171, 172-174).

Παλαβός Δ., & Χατζητσόλης Κ., (2011). Μελέτη των ρεολογικών ιδιοτήτων ζυμαριού που προορίζονται για παρασκευή αρτοσκευασμάτων και αξιολόγηση της υφής και του τελικού προϊόντος. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης

ΞΕΝΟΓΛΩΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Al-Muhtaseb Ala'a H., Hararah, Muhanned A., Megahey E.K., McMinn W.A.M., Magee T.R.A. (2010). Moisture adsorption isotherms of microwave-baked Madeira cake. *Food Science and Technology* **43**, 1042–1049

Battle I. & Tous J. (1997). Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. IPGCP Rome, Italy.

Bengoechea C., Romero A., Villanueva A., Moreno G., Alaiz M., Millan F., Guerrero A., and Puppo M. C. (2008). Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins. *Food Chemistry*, **107**, 675-683.

Burne M.C (2002). Food texture and Viscosity: Concept and Measurement (pp 1-32, 108-188). Academic Press, 2nd, ed., USA.

Chao-Chi Chuang George, Yeh An-I (2006). Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi). *Journal of Food Engineering* **74**, 314–323

Chesterton A.K.S., Meza B.E., Moggridge G.D., Sadd P.A., Wilson D.I. (2011). Rheological characterisation of cake batters generated by planetary mixing: Elastic versus viscous effects. *Journal of Food Engineering* **105**, 332–342

Conforti. F.D. (2006). Baking in bakery products: science and technology (pp 393-404). Editors Hui Y.H., Corke H., Leyn D., Nip I.W.K., Cross N. Blackwell publishing, 1st ed., USA.

Custódio L., Escapa A.L., Fernandes E., Fajardo A., Aligué R., Alberício F., Neng N., Nogueira J. M. F. and Romano A. (2011). Phytochemical Profile, Antioxidant and Cytotoxic Activities of the Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.) Germ Flour Extracts. *Plant Foods Hum Nutr*, **66**, 78-84.

Dakia P. A., Wathélet B., & Paquot M., (2007). Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. *Food Chemistry*, **102**, 1368-1374.

Durazzo A., Turfani V., Narducci V., Azzini E., Maiani G., Carcea M., (2014). Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. *Food Chemistry*, **153**, 109-113.

Elmehdi H. M., Page J. H., Scanlon M. G. (2010). Evaluating Dough Density Changes During Fermentation by Different Techniques. *Cereal Chem.* **84**(3):250–252

Gómez Manuel, Oliete Bonastre, García-Alvarez Javier, Ronda Felicidad, Salazar Jordi (2008). Characterization of cake batters by ultrasound measurements. *Journal of Food Engineering* **89**, 408–413

Hartneet D.I. & Thalheimer W.G. (1979). Use of oil in baked products-Part II: Sweet good and cakes. *Journal of the American oil chemistry society*, **56**, 948-952.

Herrero A.M., De la Hoz L., Ordoñez J.A., Herranz B., De Avila Romero, Cambero M.I. (2008). Tensile properties of cooked meat sausages and

their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. *Meat Science* **80**, 690–696

Herrero A.M., Ordoñez J.A., De Avila Romero, Herranz B., De la Hoz L., Cambero M.I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science* **77**, 331–338

Konopka Iwona, Czaplicki Sylwester, Rotkiewicz Daniela (2006). Differences in content and composition of free lipids and carotenoids in flour of spring and winter wheat cultivated in Poland. *Food Chemistry* **95**, 290–300

Ktenioudaki A., Butler F., Gonzales-Barron U., Mc Carthy U., Gallagher E. (2009). Monitoring the dynamic density of wheat dough during fermentation. *Journal of Food Engineering* **95**, 332–338

Kumazawa S., Taniguchi M., Suzuki Y., Shimura M., Kwon M .S., and Nakayama T. (2002). Antioxidant Activity of Polyphenols in Carob Pods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 373-377.

Lillford P.J. & Judge F.J. (1989). Edible food foams and sponges in food colloids (pp 1-13). Editors: Bee R.D., Richmond P., Mingins J. Royal society of chemistry, Great Britain.

Luyts A., Wilderjans E., Haesendonck I.V., Brijs K., Courtin C.M., Delcour J.A. (2013). Relative importance of moisture migration and amylopectin retrogradation for pound cake crumb firming. *Food Chemistry*, **141**, 3960-3966.

Manso T., Nunes C., Raposo S., and Lima-Costa M. E. (2010). Carob pulp as raw material for production of the biocontrol agent *P. agglomerans* PBC-1. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, **37**, 1145-1155.

Manu B.T. & Prasada Rao U.J.S. (2008). Influence of size distribution of proteins, thiol and disulfide content in whole wheat flour on rheological and chapati texture of Indian wheat varieties. *Food Chemistry* **110**, 88–95

Masci S., Lew E., Lafiandra D., Porceddu E., Kasarda D. (1995). Characterization of lowmolecular-weight glutenin type 1 and type 2 by RP-HPLC and N-terminal sequencing. *Cereal Chemistry*, **72**, 100-104.

McCleary B. V., Amado R., Waibel R. and Neukom H. (1981). Effect Of Galactose Content On The Solution And Interaction Properties Of Guar

And Carob Galactomannans. *Department of Food Science, Swiss Federal of Technology*, **92**, 269-285.

McLeod G. & Forcen M. (1992). Analysis of Volatile Components Derived from the Carob Bean *Ceratonia Siliqua*. *Journal Phytochemistry*, **31**, 3113-3119.

Mohd Jusoh Y.M., Chin N.L., Yusof Y.A., Abdul Rahman R. (2009). Bread crust thickness measurement using digital imaging and L a b colour system. *Journal of Food Engineering* **94**, 366–371

Ortega N., Macia A., Romero M. P., Trullols E., Morello J. R. N., Angles N., and Motilva M. J. (2009). Rapid Determination of Phenolic Compounds and Alkaloids of Carob Flour by Improved Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**, 7239-7244.

Petit M. D. & Pinilla J. M. (1995). Production and Purification of a Sugar Syrup from Carob Pods. *Lebensmittel –Wissenschaft & Technologie*, **28**, 145-152.

Pozo- Bayon, M.A., Guichard E., Cayot N. (2006). Flavor control in baked cereal products. *Food Reviews International*, **22**, 335-379.

Pozo-Bayon M.A., Ruiz-Rodriguez A., Pernin K., Cayot N. (2007). Influence of eggs on the aroma composition of a sponge cake and on the aroma release in model studies on flavored sponge cakes. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, **55**, 1418-1426.

Prabhasankar P., Vijaya Kumar M., Lokesh B.R., Haridas Rao P. (2000). Distribution of free lipids and their fractions in wheat flour milled streams. *Food Chemistry* **71**, 97-103

Rizzo V., Tomaselli F., Gentile A., Malfa S. L., and Maccarone E. (2004). Rheological Properties and Sugar Composition of Locust Bean Gum from Different Carob Varieties (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Science of Food and Agriculture*, **52**, 7925-7930.

Ronda Felicidad, Oliete Bonastre, Gomez Manuel, Caballero Pedro A., Pando Valentin (2011). Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering* **102**, 272–277

Rosenthal A.J. (1999). Relation Between Instrumental and Sensory Measures of Food Texture In Food Texture: Measurement and Perception (pp 1-17). Editor Rosenthal, A.J., Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.

Schirmer M., Jekle M., Arendt E., Becker T. (2012). Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake. *Food Research International*, **48**,291-298.

Shepherd S. & Yoell, R.W. (1976). Cake emulsions in food emulsions (pp 215-275). Editor: Friberg S., Marcel Dekker Inc, New York and Basel.

Smith B. M., Bean S. R., Schober T. J., Tilley M., Herald T. J. and Aramouni F. (2010). Composition and Molecular Weight Distribution of Carob Germ Protein Fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 7794–7800.

Smith F. (1948). The Constitution of Carob Gum. *C.D.C.E.U.M*, **70**, 3249-3253.

Sun Hui, Yan Shuping, Jiang Weili, Li Guangtao, MacRitchie F. (2010). Contribution of lipid to physicochemical properties and Mantou-making quality of wheat flour. *Food Chemistry* **121**, 332–337

Tsatsaragkou K., Gounaropoulos G., Mandala I. (2014). Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. *LWT - Food Science and Technology*, **58**, 124-129.

Wang Y., Belton P. S., Bridon H., Garanger E., Wellner N., Parker M. L., Grant A., Feillet P. and Noel T. R. (2001). Physicochemical Studies of Caroubin: A Gluten-like Protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49**, 3414-3419.

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη φωτεινότητα (L*) της κρούστας

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: L_1 versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_7

Factor	Type	Levels	Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_7	fixed	6	carob 0%; carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%; cocoa 20%

Analysis of Variance for L_1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_7	5	1194,08	1194,08	238,82	22,00	0,000
Error	17	184,51	184,51	10,85		
Total	22	1378,59				

S = 3,29451 R-Sq = 86,62% R-Sq(adj) = 82,68%

Unusual Observations for L_1

Obs	L_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
2	48,6000	59,2750	1,6473	-10,6750	-3,74 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_7	N	Mean	Grouping
carob 0%	4	59,3	A
carob 10%	3	47,0	B
cocoa 20%	3	41,9	B C
carob 30%	5	41,8	B C
carob 50%	5	40,0	B C
carob 70%	3	37,6	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη χρώματος (a^*) της κρούστας

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: a_1 versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_8

```
Factor           Type  Levels  Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_8  fixed      6  carob 0%; carob 10%; carob 30%; carob 50%;
carob
                                     70%; cocoa 20%
```

Analysis of Variance for a_1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_8	5	143,169	143,169	28,634	4,54	0,008
Error	17	107,148	107,148	6,303		
Total	22	250,317				

S = 2,51054 R-Sq = 57,19% R-Sq(adj) = 44,61%

Unusual Observations for a_1

Obs	a_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
2	-0,2000	5,5000	1,2553	-5,7000	-2,62 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_8	N	Mean	Grouping
carob 70%	3	11,4	A
carob 50%	5	6,6	A B
cocoa 20%	3	6,4	A B
carob 0%	4	5,5	A B
carob 30%	5	4,2	B
carob 10%	3	2,6	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη χρώματος (b) της κρούστας

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: b_1 versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_9

```
Factor           Type  Levels  Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_9  fixed      6  carob 0%; carob 10%; carob 30%; carob 50%;
carob
                               70%; cocoa 20%
```

Analysis of Variance for b_1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_9	5	486,694	486,694	97,339	42,69	0,000
Error	17	38,758	38,758	2,280		
Total	22	525,452				

S = 1,50993 R-Sq = 92,62% R-Sq(adj) = 90,45%

Unusual Observations for b_1

Obs	b_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
2	24,4000	27,5500	0,7550	-3,1500	-2,41 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_9	N	Mean	Grouping
carob 0%	4	27,6	A
carob 10%	3	23,9	A
cocoa 20%	3	18,8	B
carob 30%	5	18,0	B
carob 50%	5	16,0	B C
carob 70%	3	13,9	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη φωτεινότητα (L*) της ψίχας

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: L versus METAXEIRISIH_4

Factor	Type	Levels	Values
METAXEIRISIH_4	fixed	6	carob 0%; carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%; cocoa 20%

Analysis of Variance for L, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
METAXEIRISIH_4	5	2896,58	2896,58	579,32	193,46	0,000
Error	13	38,93	38,93	2,99		
Total	18	2935,51				

S = 1,73044 R-Sq = 98,67% R-Sq(adj) = 98,16%

Unusual Observations for L

Obs	L	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
17	32,3000	35,1333	0,9991	-2,8333	-2,01 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

METAXEIRISIH_4	N	Mean	Grouping
carob 0%	4	62,0	A
carob 10%	3	43,4	B
cocoa 20%	3	35,1	C
carob 30%	3	34,8	C
carob 50%	3	30,7	C D
carob 70%	3	27,0	D

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη χρώματος (a^*) της ψίχας

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: a versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_5

Factor	Type	Levels	Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_5	fixed	6	carob 0%; carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%; cocoa 20%

Analysis of Variance for a, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_5	5	2510,80	2510,80	502,16	42,02	0,000
Error	13	155,37	155,37	11,95		
Total	18	2666,17				

S = 3,45706 R-Sq = 94,17% R-Sq(adj) = 91,93%

Unusual Observations for a

Obs	a	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
9	23,9000	17,5333	1,9959	6,3667	2,26 R
11	27,0000	20,9333	1,9959	6,0667	2,15 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_5	N	Mean	Grouping
carob 70%	3	29,3	A
carob 50%	3	20,9	A B
carob 30%	3	17,5	B
cocoa 20%	3	16,7	B
carob 10%	3	2,3	C
carob 0%	4	-3,4	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συντεταγμένη χρώματος (b^*) της ψίχας

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: b versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_6

Factor	Type	Levels	Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_6	fixed	6	carob 0%; carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%; cocoa 20%

Analysis of Variance for b, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_6	5	371,061	371,061	74,212	13,55	0,000
Error	13	71,203	71,203	5,477		
Total	18	442,264				

S = 2,34034 R-Sq = 83,90% R-Sq(adj) = 77,71%

Unusual Observations for b

Obs	b	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
13	14,6000	10,3333	1,3512	4,2667	2,23 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_6	N	Mean	Grouping
carob 0%	4	19,5	A
carob 10%	3	18,7	A
cocoa 20%	3	15,8	A B
carob 30%	3	14,1	A B
carob 50%	3	10,3	B C
carob 70%	3	7,2	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη σκληρότητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ

Factor	Type	Levels	Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	fixed	5	carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%; cocoa 20%

Analysis of Variance for ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	4	183,452	183,452	45,863	63,17	0,000
Error	11	7,986	7,986	0,726		
Total	15	191,439				

S = 0,852066 R-Sq = 95,83% R-Sq(adj) = 94,31%

Unusual Observations for ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

Obs	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
15	15,7600	14,2652	0,4260	1,4948	2,03 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	N	Mean	Grouping
carob 50%	3	19,0	A
cocoa 20%	4	14,3	B
carob 70%	3	14,0	B
carob 10%	3	10,0	C
carob 30%	3	9,4	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

Γενικό γραμμικό μοντέλο για την ελαστικότητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_1

```
Factor          Type    Levels  Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_1  fixed      5    carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%;
cocoa
                20%
```

Analysis of Variance for ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_1	4	1158,24	1158,24	289,56	199,38	0,000
Error	9	13,07	13,07	1,45		
Total	13	1171,31				

S = 1,20512 R-Sq = 98,88% R-Sq(adj) = 98,39%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_1	N	Mean	Grouping
carob 10%	2	81,3	A
cocoa 20%	3	79,1	A B
carob 30%	3	77,1	B
carob 50%	3	66,7	C
carob 70%	3	57,0	D

Means that do not share a letter are significantly different

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη συνεκτικότητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ versus ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_2

Factor	Type	Levels	Values
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_2	fixed	5	carob 10%; carob 30%; carob 50%; carob 70%; cocoa
			20%

Analysis of Variance for ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_2	4	0,199072	0,199072	0,049768	471,36	0,000
Error	11	0,001161	0,001161	0,000106		
Total	15	0,200233				

S = 0,0102754 R-Sq = 99,42% R-Sq(adj) = 99,21%

Unusual Observations for ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Obs	ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
5	0,398000	0,420000	0,005932	-0,022000	-2,62 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ_2	N	Mean	Grouping
carob 10%	3	0,5	A
cocoa 20%	3	0,5	B
carob 30%	3	0,4	C
carob 50%	4	0,3	D
carob 70%	3	0,2	E

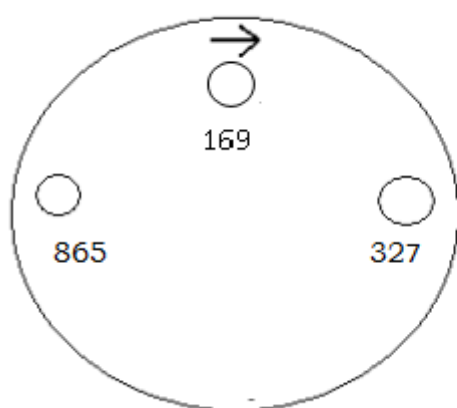
Means that do not share a letter are significantly different.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ

Έντυπες οδηγίες οργανοληπτικού ελέγχου

Οδηγίες για τον αντικειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο

Το πιάτο με τα δείγματα που θα σας δοθεί θα μοιάζει με το παρακάτω σχήμα. Κάθε δείγμα φέρει έναν τυχαίο τριψήφιο αριθμό.

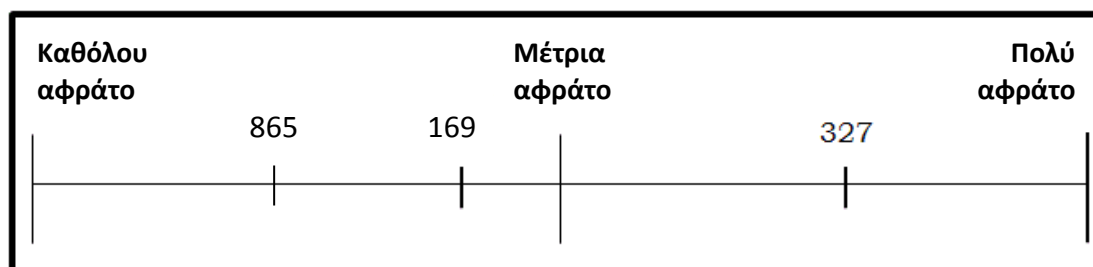


Παράδειγμα
σημειώσεων περιθωρίου

327 > 169 > 865

Σας ζητείται σε κάθε ερώτηση να αξιολογήσετε ένα καθορισμένο χαρακτηριστικό ως προς την ένταση (π.χ. όταν σας ζητείται να «χαρακτηρίσετε τα δείγματα αυτά αναφορικά με το αφράτο» σημαίνει να τα βαθμολογήσετε με βάση την ένταση του αφράτου.)

1. Δοκιμάζετε τα 3 δείγματα με τη φορά που δείχνει το βέλος.
2. Πριν βάλετε τη βαθμολογία σας στην κλίμακα δοκιμάστε όλα τα δείγματα διαδοχικά για να έχετε μία πρώτη σύγκριση.
3. Κάθε φορά που δοκιμάζετε ένα δείγμα ξεπλένετε το στόμα σας πριν δοκιμάσετε το επόμενο.
4. Σημειώστε στο περιθώριο, για να θυμάστε, τους κωδικούς βάζοντάς τους σε αυξανόμενη σειρά ως προς την ένταση.
5. Τέλος, σημειώνετε πάνω στην κλίμακα βάζοντας μία κάθετη γραμμή και αναγράφοντας από πάνω της τον κωδικό του δείγματος (όπως απεικονίζεται παρακάτω).
6. Σε όποιο δείγμα χρειάζεται, δοκιμάστε ξανά πριν σημειώσετε στην κλίμακα.



- Μη διστάσετε να ρωτήσετε όποια απορία έχετε.
 - Μην ξεχάσετε να γράψετε το ονοματεπώνυμό σας.
- Ευχαριστούμε για τον χρόνο σας!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙ

Έντυπο αντικειμενικού και ηδονικού ελέγχου

Ερωτηματολόγιο αντικειμενικού-ηδονικού οργανοληπτικού ελέγχου

Όνοματεπώνυμο :.....

Οργανοληπτικός έλεγχος κέικ

1. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την **ένταση** του **χρώματος**.

Καθόλου
σκούρο

Μέτρια
σκούρο

Πολύ
σκούρο

2. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με **το πορώδες** (**δομή κυψελίδων**).

Καθόλου πυκνή

Μέτρια Πυκνή

Πολύ πυκνή δομή

3. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την **ένταση** του **αρώματος** τους.

Καθόλου
έντονο

Μέτρια
έντονο

Πολύ
έντονο

4. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη **γλυκύτητα** τους.

Καθόλου
γλυκό

Μέτρια
γλυκό

Πολύ
γλυκό

5. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη μαλακότητα:

Καθόλου
μαλακό

Μέτρια μαλακό

Πολύ
μαλακό

6. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την ευθρυπτότητα με ελαφριά συμπίεση με τις άκρες των δακτύλων (πόσο εύκολα θρυμματίζεται)

Καθόλου
εύθρυπτο

Μέτρια εύθρυπτο

Πολύ
εύθρυπτο

7. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την συνολική τους αποδεκτότητα.

Καθόλου
αποδεκτό

Μέτρια
αποδεκτό

Πολύ
αποδεκτό

8. Αναφορικά με το δείγμα που είχε την μέγιστη βαθμολογία στην προηγούμενη ερώτηση, σημειώστε με Χ στον παρακάτω πίνακα τα χαρακτηριστικά εκείνα τα οποία πιστεύετε ότι διακρίνονται επαρκώς οργανοληπτικά, καθώς και την έντασή τους. ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΝΑ ΕΚΤΙΜΗΣΕΤΕ ΟΛΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΠΑΡΑ ΜΟΝΟ ΟΣΑ ΑΝΤΙΛΑΜΒΑΝΕΣΤΕ ΕΠΑΡΚΩΣ.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΚΑΘΟΛΟΥ	ΛΙΓΟ	ΜΕΤΡΙΑ	ΑΡΚΕΤΑ	ΠΟΛΥ
ΧΡΩΜΑ					
ΠΟΡΩΔΕΣ					
ΑΡΩΜΑ					
ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ					
ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ					
ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ					

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΙΙ

Γενικό γραμμικό μοντέλο για το χρώμα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΧΡΩΜΑ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ; run

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	random	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
run	random	2	1; 2

Analysis of Variance for ΧΡΩΜΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	39,170	172,954	19,217	3,64	0,002
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	4	746,590	746,590	186,648	35,37	0,000
run	1	1,944	1,944	1,944	0,37	0,547
Error	45	237,486	237,486	5,277		
Total	59	1025,190				

S = 2,29727 R-Sq = 76,83% R-Sq(adj) = 69,63%

Unusual Observations for ΧΡΩΜΑ

Obs	ΧΡΩΜΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
33	9,9000	3,8400	1,1486	6,0600	3,05 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ΧΡΩΜΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	Mean
1	1,923
2	8,013
3	11,077
4	13,340
5	7,397

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	ΚΕΙΚ
1	carob10%
2	carob30%
3	carob50%
4	carob70%
5	cocoa20%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
4	12	13,340	A
3	12	11,077	A
2	12	8,013	B
5	12	7,397	B
1	12	1,923	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Normplot of Residuals for ΧΡΩΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XIII

Γενικό γραμμικό μοντέλο για το πορώδες

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΠΟΡΩΔΕΣ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ; run

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	random	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
run	random	2	1; 2

Analysis of Variance for ΠΟΡΩΔΕΣ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	101,280	185,955	20,662	4,37	0,000
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	4	220,334	220,334	55,083	11,65	0,000
run	1	20,533	20,533	20,533	4,34	0,043
Error	45	212,754	212,754	4,728		
Total	59	554,902				

S = 2,17437 R-Sq = 61,66% R-Sq(adj) = 49,73%

Unusual Observations for ΠΟΡΩΔΕΣ

Obs	ΠΟΡΩΔΕΣ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
26	2,6000	8,0028	1,0872	-5,4028	-2,87 R
32	13,2000	9,2894	1,0872	3,9106	2,08 R
48	5,5000	10,4006	1,0872	-4,9006	-2,60 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ΠΟΡΩΔΕΣ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	Mean
1	6,618
2	9,015
3	11,085
4	12,275
5	7,648

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΚΕΙΚ
1	carob10%
2	carob30%
3	carob50%
4	carob70%
5	cocoa20%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
4	12	12,275	A
3	12	11,085	A B
2	12	9,015	B C
5	12	7,648	C
1	12	6,618	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Normplot of Residuals for ΠΟΡΩΔΕΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XIV

Γενικό γραμμικό μοντέλο για το άρωμα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΑΡΩΜΑ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ; run

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	random	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
run	random	2	1; 2

Analysis of Variance for ΑΡΩΜΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	88,77	97,52	10,84	0,83	0,588
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	4	42,59	42,59	10,65	0,82	0,519
run	1	0,05	0,05	0,05	0,00	0,949
Error	45	584,22	584,22	12,98		
Total	59	715,63				

S = 3,60315 R-Sq = 18,36% R-Sq(adj) = 0,00%

Unusual Observations for ΑΡΩΜΑ

Obs	ΑΡΩΜΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
39	10,6000	3,9122	1,8016	6,6878	2,14 R
46	0,9000	8,7489	1,8016	-7,8489	-2,52 R
53	2,5000	8,9456	1,8016	-6,4456	-2,07 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ΑΡΩΜΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	Mean
1	6,637
2	6,407
3	8,470
4	8,667
5	7,370

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΚΕΙΚ
1	carob10%
2	carob30%
3	carob50%
4	carob70%
5	cocoa20%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
4	12	8,667	A
3	12	8,470	A
5	12	7,370	A
1	12	6,637	A
2	12	6,407	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Normplot of Residuals for ΑΡΩΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XV

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη γλυκύτητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ; run

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	random	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
run	random	2	1; 2

Analysis of Variance for ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	87,279	84,161	9,351	1,09	0,391
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	4	152,374	152,374	38,094	4,43	0,004
run	1	5,163	5,163	5,163	0,60	0,443
Error	45	387,243	387,243	8,605		
Total	59	632,059				

S = 2,93350 R-Sq = 38,73% R-Sq(adj) = 19,67%

Unusual Observations for ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

Obs	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
20	1,5000	8,2167	1,4667	-6,7167	-2,64 R
39	9,2000	3,5733	1,4667	5,6267	2,21 R
43	5,2000	10,5233	1,4667	-5,3233	-2,10 R
60	0,8000	6,0744	1,4667	-5,2744	-2,08 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	Mean
1	7,837
2	7,050
3	9,343
4	11,107
5	6,180

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	ΚΕΙΚ
1	carob10%
2	carob30%
3	carob50%
4	carob70%
5	cocoa20%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
4	12	11,107	A
3	12	9,343	A B
1	12	7,837	A B
2	12	7,050	B
5	12	6,180	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Normplot of Residuals for ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XVI

Γενικό γραμμικό μοντέλο για τη μαλακότητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ; run

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	random	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
run	random	2	1; 2

Analysis of Variance for ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	61,237	126,495	14,055	1,89	0,079
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	4	192,264	192,264	48,066	6,45	0,000
run	1	0,384	0,384	0,384	0,05	0,821
Error	45	335,362	335,362	7,452		
Total	59	589,247				

S = 2,72993 R-Sq = 43,09% R-Sq(adj) = 25,38%

Unusual Observations for ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ

Obs	ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
22	0,3000	5,7378	1,3650	-5,4378	-2,30 R
32	3,1000	8,3400	1,3650	-5,2400	-2,22 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	Mean
1	10,723
2	10,270
3	6,790
4	5,733
5	9,267

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΚΕΙΚ
1	carob10%
2	carob30%
3	carob50%
4	carob70%
5	cocoa20%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
1	12	10,723	A
2	12	10,270	A
5	12	9,267	A B
3	12	6,790	B C
4	12	5,733	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Normplot of Residuals for ΜΑΛΑΚΟΤΗΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XVII

Γενικό γραμμικό μοντέλο για την ευθρυπτότητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ;
run

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	random	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
run	random	2	1; 2

Analysis of Variance for ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	77,92	62,90	6,99	0,58	0,803
ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	4	64,63	64,63	16,16	1,35	0,266
run	1	0,38	0,38	0,38	0,03	0,859
Error	45	537,90	537,90	11,95		
Total	59	680,84				

S = 3,45736 R-Sq = 20,99% R-Sq(adj) = 0,00%

Unusual Observations for ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ

Obs	ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
19	3,8000	9,9567	1,7287	-6,1567	-2,06 R
31	13,7000	6,8000	1,7287	6,9000	2,30 R
60	2,1000	8,4200	1,7287	-6,3200	-2,11 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	Mean
1	6,983
2	7,413
3	5,793
4	9,223
5	8,053

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	ΚΕΙΚ
1	carob10%
2	carob30%
3	carob50%
4	carob70%
5	cocoa20%

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

ΜΕΤΑΧΕΙΡΗΣΗ	N	Mean	Grouping
4	12	9,223	A
5	12	8,053	A
2	12	7,413	A
1	12	6,983	A
3	12	5,793	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Normplot of Residuals for ΕΥΘΡΥΠΤΟΤΗΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ XVIII

Γενικό γραμμικό μοντέλο για την αποδεκτότητα

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ όταν $P > 0,05$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ όταν $P < 0,05$

General Linear Model: ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ versus ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ; ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ

Factor	Type	Levels	Values
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	fixed	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5

Analysis of Variance for ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ	9	24,786	27,603	3,067	0,80	0,640
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	4	21,410	21,410	5,353	1,39	0,358
Error	5	19,265	19,265	3,853		
Total	18	65,461				

S = 1,96291 R-Sq = 70,57% R-Sq(adj) = 0,00%

Unusual Observations for ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ

Obs	ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
8	11,2000	11,2000	1,9629	-0,0000	* X

X denotes an observation whose X value gives it large leverage.

Least Squares Means for ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	Mean	SE Mean
carob 10%	9,455	1,912
carob 30%	14,555	2,103
carob 50%	11,055	1,454
carob 70%	10,455	1,978
cocoa 20%	12,255	1,265